





**INFOTEC CENTRO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN  
EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y  
COMUNICACIÓN**

DIRECCIÓN ADJUNTA DE INNOVACIÓN Y CONOCIMIENTO  
GERENCIA DE CAPITAL HUMANO  
POSGRADOS

**“Modelo de Arquitectura Empresarial para  
el Diseño Tecnológico de los Aeropuertos  
en México”**

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN  
Que para obtener el grado de MAESTRO EN DIRECCIÓN ESTRATÉGICA EN  
LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES

Presenta:

**SERGIO RIVERA ROMERO**

Asesor:

**DR. VALENTINO MORALES LÓPEZ**

Ciudad de México, marzo de 2017.



## Autorización de Impresión



C4

### AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Ciudad de México, 23 de marzo de 2017

La Gerencia de Capital Humano/Gerencia de Investigación hacen constar que el proyecto terminal titulado:

**“MODELO DE ARQUITECTURA EMPRESARIAL PARA EL DISEÑO TECNOLÓGICO DE LOS AEROPUERTOS EN MÉXICO”**

Desarrollada por el alumno

Nombre: **SERGIO**

Apellido paterno: **RIVERA**

Apellido materno: **ROMERO**

Desarrollado bajo la asesoría del:

**Dr. Valentino Morales López**

Ha sido revisada y aprobada por el profesor investigador:

Dr. Hector Edgar Buenrostro Mercado

Quien ha depositado en esta gerencia en su oportunidad sus reflexiones y comentarios que han sido atendidos e integrados en su totalidad por el alumno a la nueva versión escrita del proyecto integrado revisado; siendo corroborados por los mismos revisores, quienes emitieron sus votos aprobatorios por separado que obran en el expediente de investigación correspondiente.

Por lo cual, se expide la presente autorización para la impresión del proyecto terminal al que se ha hecho mención.

Vo. Bo.

Patricia Ávila Muñoz

Gerencia de Capital Humano

\* Anexar la presente autorización al inicio de la versión impresa del proyecto integrado que ampara la misma.

C.c.p.: Patricia Ávila Muñoz, Gerencia de Capital Humano, Gilberto Barrios Aldana, Coordinador de Administración Escolar.

## Agradecimientos

A mis padres Tere y Rubén, quienes me dieron las herramientas de la vida: el amor, el valor, la disciplina y la responsabilidad.

A mis hijos, Diego Elihú y Adrián Gael, por el privilegio de ser su papá, y también aunque lejos, a Sergio David; mi cariño y admiración a ustedes.

A mi compañera, amiga y esposa Patricia Gabriela, por estar conmigo desde hace 27 años, compartiendo sueños, logros y frustraciones. Gracias por todo tu amor esposita.

A mis compañeros de clase, con quienes compartimos experiencias, alegrías y diferencias, que me hicieron crecer en lo personal y lo profesional. En especial al equipo estrella de la generación MDETIC: Laura, Julio, Carlos, Joaquín, Edmundo y Juan.

A mis profesores de la maestría, que me compartieron su conocimiento y experiencia.

A todos los profesionales con los que compartí mi trabajo en Aeropuertos y Servicios Auxiliares durante 14 años, a todos en la Subdirección de Informática y en especial a Guillermo Heredia, Aquiles Romero, Noemí Casas, Jesus Olea, Gilberto López Meyer, Mauricio Arellano, Gonzalo Martínez, Fidencio Valero, Jorge Luis Hernández, Gabriel de la Guardia, Sergio Fong, Francisco Andrade, Sergio Valadez y Héctor García Fox, quienes me dieron su apoyo y confianza.

Al Dr. Valentino Morales, quien tuvo la paciencia de entender el negocio y mundo de los aeropuertos.

A ASA, donde crecí como profesional, desde mi llegada como jefe de área, hasta cerrar mi ciclo como subdirector de informática.

Al INFOTEC que promueve el conocimiento y el desarrollo de las tecnologías de información y comunicaciones en México y fui parte de esa institución.

A mi casa de estudios, la UNAM y su Facultad de Ingeniería, orgulloso de ser azul y oro.

Sergio Rivera Romero

## Tabla de contenido

<i>Introducción</i> .....	1
<i>Capítulo 1: Sobre la arquitectura empresarial</i> .....	4
<i>Capítulo 2: Arquitectura empresarial en Aeropuertos y Servicios Auxiliares</i> .....	11
<i>Capítulo 3: Propuesta de arquitectura empresarial para la construcción y ampliación de instalaciones aeroportuarias</i> .....	56
<i>Capítulo 4. Modelo de gobierno para la operación de las TICs en los aeropuertos</i> .....	78
<i>Conclusiones</i> .....	99
<i>Bibliografía</i> .....	102
<i>Anexos</i> .....	105
<i>Anexo 1 Relación de Aeropuertos en México, códigos IATA y OACI</i> .....	105
<i>Anexo 2. El marco de referencia TOGAF</i> .....	108

## Índice de figuras

- Fig. 1. Modelo de Arquitectura Empresarial.
- Fig. 2. Modelo ADM.
- Fig. 3. Aeropuertos de la Red ASA y Estaciones de Combustibles en México, identificado por las siglas IATA de cada aeropuerto.
- Fig. 4. Pirámide Alineación. Sin una Misión y Visión no es posible desarrollar la Estrategia.
- Fig. 5. Estructura del Plan Nacional de Desarrollo 2012-2018.
- Fig. 6. Organigrama tres principales niveles de Aeropuertos y Servicios Auxiliares.
- Fig. 7. Organigrama Subdirección de Informática.
- Fig. 8. Ecosistema con Aeropuertos y Servicios Auxiliares.
- Fig. 9. Cadena de Valor Aeropuertos y Servicios Auxiliares.
- Fig. 10. Servicios proporcionados por ASA.
- Fig. 11. Macro Procesos de Aeropuertos y Servicios Auxiliares.
- Fig. 12. Proceso de Servicios de Combustibles de aviación.
- Fig. 13. Proceso de facturación de servicios de combustibles.
- Fig. 14. Proceso de cálculo de tarifas
- Fig. 15. Arquitectura de Información.
- Fig.16. Aplicaciones, procesos, procedimientos.
- Fig. 17. Módulos del ERP ORACLE Financials implementados en ASA.
- Fig. 18. Vehículo autotanque y vehículo dispensador de combustible de aviación.
- Fig. 19. Equipo de cómputo, terminal punto de venta e impresora del Sistema de Control de Combustibles en Plataforma SCCP.
- Fig. 20. Mapeo de procesos con aplicaciones utilizados por la Dirección de Combustibles.
- Fig. 21. Agrupación de infraestructura tecnológica y sistemas de información de los aeropuertos.
- Fig. 22. Esquema de operación de comunicaciones con los aeropuertos y el Centro de Datos en ASA.

Fig. 23. Salida a Internet de los equipos de comunicaciones, utilizando equipo Firewall para proteger la red.

Fig. 24. Arquitectura tecnológica para el SCCP.

Fig. 25. Equipos utilizados para las aplicaciones críticas del Organismo. El ERP ORACLE se encuentra en otro centro de datos.

Fig. 26. Proceso básico del pasajero que tiene vuelo de salida.

Fig. 27. Proceso de pasajero en vuelo de salida, con el uso y apoyo de Tecnologías de Información.

Fig. 28. Gráfico de servicios en los aeropuertos de ASA.

Fig. 29. Principios de Arquitectura.

Fig. 30. Clasificación de los sistemas de información e infraestructura en un aeropuerto.

Fig. 31. Integración de aplicaciones.

Fig. 32. Arquitectura Tecnológica de comunicaciones propuesta.

Fig. 33. Organigrama funcional propuesto.

Fig. 34. Especialistas por área de infraestructura tecnológica, coordinada por el responsable de Operaciones.

Fig. 35. Sistemas de información de vuelos en aeropuertos.

Fig. 36. TOCA - Técnico Operativo de Combustible de Aviación.

Fig. 37. Monitoreo de instalaciones aeroportuarias.

Fig. 38. Terminal 2 Aeropuerto Internacional de la Cd. de México.

Fig. 39. Modelo de Arquitectura Empresarial para ASA.

## Índice de tablas

### Tablas

Tabla 1. Relación de Aeropuertos de la Red ASA.

Tabla 2. Alineación del Plan Nacional de Desarrollo, Programa Sectorial SCT y Programa Institucional de ASA.

Tabla 3. Relación e influencia de stakeholders.

Tabla 4. Relación de Aplicaciones, procesos y áreas interrelacionadas.

Tabla 5. Relación de proveedores de cada aplicación.

Tabla 6. Tecnologías utilizadas por aplicación.

Tabla 7. Información de aplicativos en ASA.

Tabla 8. Tecnologías en el Aeropuerto y áreas usuarias.

Tabla 9. Matriz de Brechas.

Tabla 10. Funciones propuestas para cada responsable en la organización de la Subdirección de Informática.

Tabla 11. Relación de comités para el Gobierno de TICs en ASA.



## Siglas y abreviaturas

AODB. Base de Datos Operativa del Aeropuerto.

AICM. Aeropuerto Internacional de la Cd. de México.

ASA. Aeropuertos y Servicios Auxiliares.

ASF. Auditoría Superior de la Federación.

ATA. Asociación de Transporte Aéreo (Air Transport Association).

BIDS. Sistema de Despliegue de Información de Equipaje (Baggage Information Display System).

BPM. Gestión de Procesos de Negocio (Business Process Management).

BPMN. Business Process Management Notation.

CCTV. Circuito Cerrado de Televisión.

CIATEQ. Centro de Tecnología Avanzada.

COBIT. Objetivos de Control para la Información y Tecnologías relacionadas (Control Objectives for Information and related Technology).

COTS. Producto de caja (Commercial – of - the – Shell).

DBMS. Sistema de Gestión de Base de Datos.

DGAC. Dirección General de Aeronáutica Civil.

DOF. Diario Oficial de la Federación.

ERISC. Equipo de Respuesta a Incidentes de Seguridad en TIC.

ERP. Planeación de Recursos Empresariales (Enterprise Resource Planning).

FIDS. Sistema de Despliegue de Información de Vuelos (Flight Information Display System).

GE. General Electric.

GIDS. Sistema de Despliegue de Información de Puertas (Gates Information Display System).

GRP. Planeación de Recursos Gubernamentales. (Government Resource Planning).

IATA. Asociación Internacional de Transporte Aéreo (International Air Transport Association).

ICAO. Organización Internacional de Aviación Civil (International Civil Aviation Organization).

IoT. Internet de las Cosas (Internet of Things).

IP. Protocolo de Internet (Internet Protocol).

ISO. Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization).

ITIL. Biblioteca de Infraestructura de Tecnologías de Información (Information Technology Infrastructure Library).

MAAGTIC-SI. Manual Administrativo de Aplicación General en materia de Tecnologías de Información y Comunicaciones y Seguridad de la Información de la Administración Pública Federal.

NAICM. Nuevo Aeropuerto Internacional de la Cd. de México.

OCDE. Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico.

OIC. Órgano Interno de Control.

PND. Plan Nacional de Desarrollo.

RIDS. Sistema de despliegue de información en rampa (Ramp Information Display System).

SCT. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

SFP. Secretaría de la Función Pública.

SHCP. Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Stakeholders. Es una palabra del inglés que, en el ámbito empresarial, significa 'interesado' o 'parte interesada', y que se refiere a todas aquellas personas u organizaciones afectadas por las actividades y las decisiones de una empresa.

TCP. Protocolo de Control de Transmisión (Transmission Control Protocol).

TOGAF. Esquema de Arquitectura del Open Group (The Open Group Architecture Framework).

TPV. Terminal Punto de Venta.

TUA. Tarifa de Uso de Aeropuerto. Impuesto pagado por los pasajeros al aeropuerto.

UGD. Unidad de Gobierno Digital de la Secretaría de la Función Pública.

VHF. Very High Frequency. Es la banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 30 MHz a 300 MHz.

WiFi. Red Inalámbrica (Wireless Fidelity).

## Introducción.

El transporte aéreo ha crecido en los últimos 10 años a un ritmo de 5% anual, lo que exige organizar y desarrollar los aeropuertos del país para atender la demanda de pasajeros y carga que va incrementándose año con año.

El desarrollo de nuevos aeropuertos y/o las ampliaciones en sus edificios y funcionamiento, debe considerar además del diseño arquitectónico y funcional, el equipamiento tecnológico que ofrezca la seguridad, operación y servicios a los pasajeros de manera confiable, expedita y comfortable. Dentro de ese equipamiento tecnológico están las Tecnologías de Información y Comunicaciones que abarcan la infraestructura de comunicaciones, sistemas de información, análisis de datos, monitoreo de todos los componentes electromecánicos del edificio y los servicios a los usuarios del aeropuerto (pasajeros y arrendatarios).

En Aeropuertos y Servicios Auxiliares, no se cuenta con una Arquitectura Empresarial, por lo que las inversiones de recursos en mejoras, adaptaciones, evoluciones de sistemas y procesos se realizan sin una visión holística que permita establecer un vínculo entre personas, procesos, negocio y tecnología, causando un impacto en su desempeño hacia sus clientes, limitando la capacidad de respuesta ante los cambios constantes y dinámicos que demanda el sector aeroportuario.

El presente trabajo desarrollará el análisis de los procesos, el uso y aprovechamiento de la tecnología existente en Aeropuertos y Servicios Auxiliares, así como los que podrían implementarse en los desarrollos aeroportuarios que se han planteado para los siguientes años en México, alineados a la metodología de Arquitectura Empresarial. Con base en esa arquitectura empresarial y la integración tecnológica, adoptarlos en los proyectos ejecutivos de desarrollo de aeropuertos, impactando en su operación, modernización e infraestructura tecnológica alineada a la planeación de aeropuertos en México.

El trabajo está compuesto de cuatro capítulos:

1.- Sobre la Arquitectura Empresarial. Es el contexto y marco teórico, en el cual fundamentaremos la propuesta de desarrollo e implementación de las tecnologías en los aeropuertos, explicando qué es la arquitectura empresarial y el marco de referencia de TOGAF (The Open Group Architecture Framework). La identificación del Método de Desarrollo de Arquitectura (ADM) y como dividiremos la información de la Arquitectura del Negocio, Sistemas de Información (Aplicaciones y Datos) y la Arquitectura Tecnológica.

2.- Arquitectura Empresarial en Aeropuertos y Servicios Auxiliares. La descripción actual de las arquitecturas de negocio, aplicaciones, datos y de tecnología con la que cuenta ASA. Describiendo desde la explicación de lo que es ASA, su presencia a nivel nacional, su misión, visión, estructura orgánica, la alineación de sus objetivos estratégicos alineados al Plan Nacional de Desarrollo y el Programa Sectorial de la SCT, la cadena de valor de ASA, el ecosistema que lo rodea, sus macro procesos, la identificación de stakeholders, los datos y sistemas de información que son utilizados para apoyar la operación de sus procesos sustantivos.

3.- Propuesta de Arquitectura Empresarial para la construcción y ampliación de instalaciones aeroportuarias. ASA en sus instalaciones aeroportuarias requiere cubrir muchas necesidades con el uso de las TICs, por lo que se presenta el proceso orientado al principal cliente: El Pasajero. Con el propósito de dar una cobertura de los servicios que pueden proporcionarse al pasajero, alineando los procesos, sistemas de información (aplicaciones y datos) y la infraestructura tecnológica, proponiendo los principios de arquitectura, donde se identifiquen los beneficios a obtener con el uso del marco de referencia TOGAF.

4.- Modelo de gobierno para la operación de TICs en Aeropuertos. Una vez que se cubran las necesidades tecnológicas, es importante establecer las reglas de operación y toma de decisiones, involucrando los niveles directivos en la gestión de las TIC. En este capítulo se desarrolla una propuesta de estructura de personal requerida, dividiendo la estructura en los dominios: estratégico y operativo, utilizando además otros marcos de referencia como el MAAGTICSI, que es mandatorio para las instituciones del Gobierno Federal.



## Capítulo 1

# Sobre la arquitectura empresarial.



## Capítulo 1: Sobre la arquitectura empresarial.

Una arquitectura de acuerdo al estándar ANSI Std 1471-2000 (Solano, 2007) es “La organización fundamental de un sistema, compuesta por sus componentes, las relaciones entre ellos y su ambiente y los principios que gobiernan su diseño y evolución”. La Arquitectura Empresarial (AE) es una metodología que proporciona a las empresas un marco de trabajo para el uso eficiente de la información en los procesos de negocio para apoyar la estrategia de negocio (Spewak, 2000).

Utilizando la metodología de The Open Group Architecture Framework (TOGAF) de Arquitectura Empresarial, es posible identificar la Arquitectura del Negocio (Procesos y estructura organizacional), Arquitectura de Aplicaciones (Sistemas de Información) y Arquitectura de Infraestructura (Tecnología), para la alineación de las TIC a las necesidades sustantivas del negocio, en este caso a los aeropuertos.

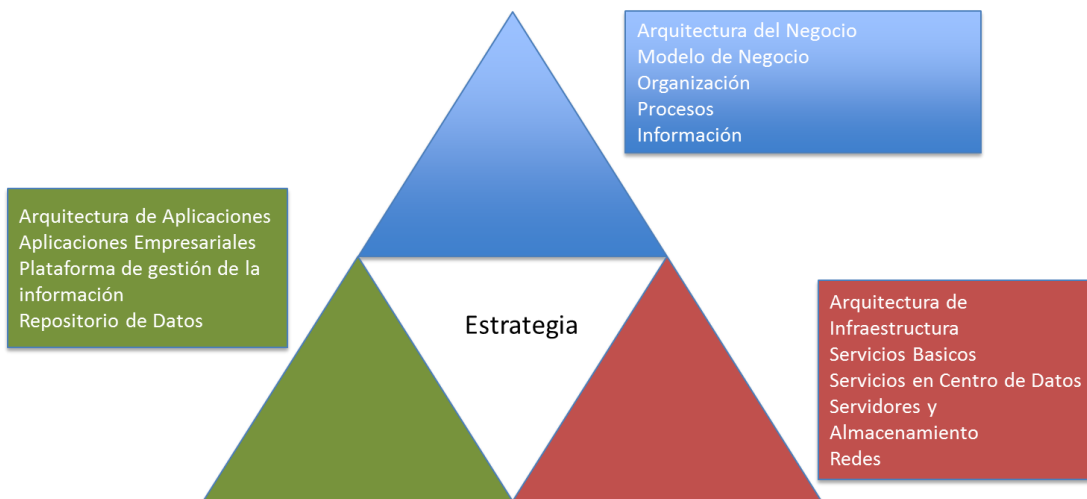


Fig. 1. Modelo de Arquitectura Empresarial

Elaborado por: El autor

(TOGAF 9.1, 2011 Introduction) El propósito de la arquitectura empresarial, es la optimización de toda la empresa a menudo fragmentada, en los procesos

legados (tanto manuales como automáticos) hacia un entorno integrado que es sensible a los cambios y de apoyo en la estrategia de negocio.

Las ventajas que resultan de una buena arquitectura empresarial traen importantes beneficios empresariales, que son claramente visibles en el beneficio neto de una empresa u organización:

Una operación empresarial más eficiente:

- Menores costos de operación a la empresa

- Organización más ágil

- Capacidades empresariales compartidas en toda la organización

- Menores costos de gestión del cambio

- Fuerza de trabajo más flexibles

- Mejora de la productividad de la empresa

Una operación de TI más eficiente:

- Bajar los costos de desarrollo, soporte y mantenimiento del software

- El aumento de la portabilidad de las aplicaciones

- Mejora de la interoperabilidad, facilita la gestión de redes y sistemas

- Mejora de la capacidad para abordar cuestiones críticas a nivel de empresa como la seguridad

- Facilita la actualización y el intercambio de los componentes del sistema

Mejor retorno de la inversión existente, menor riesgo para inversiones futuras:

- Reducción de la complejidad en el negocio y TI

- Máximo retorno de la inversión en infraestructura empresarial e informática existente

- La flexibilidad para desarrollar, comprar o subcontratar soluciones de negocios y de TI

- Reducción del riesgo en nuevas inversiones y en su costo total de propiedad

Más rápido, más sencillo y más barato en adquisiciones:

- Las decisiones de compra son más simples, ya que la información que rige las compras es fácilmente disponible en un plan coherente



El proceso de adquisición es más rápido - maximiza la velocidad de adquisición y la flexibilidad, sin sacrificar la coherencia arquitectónica

Provee la capacidad de suministro de sistemas abiertos heterogéneos, de múltiples proveedores

La capacidad de asegurar más capacidades económicas

El framework de TOGAF se compone de los siguientes dominios:

1.- Arquitectura de Negocios: Define la gobernabilidad, estrategia, procesos clave y la estructura de la organización.

2.- Arquitectura de aplicaciones: Genera un plano para cada aplicación y sistema de información que se va a implantar, sus interacciones y sus conexiones con los procesos clave.

3.- Arquitectura de datos: Describe la disposición y cómo se gestionarán los datos físicos y lógicos de la organización.

4.- Arquitectura tecnológica: Especifica el hardware y software que se requieren para apalancar la implantación de las aplicaciones.

### **El ADM de TOGAF**

El Método de Desarrollo de Arquitectura (Architecture Development Method) de TOGAF, provee un punto de partida para el desarrollo de un proyecto de Arquitectura Empresarial que direcciona los requerimientos del negocio con los siguientes beneficios:

- Estándar abierto y neutral
- Independiente de herramientas
- Alineación de los objetivos de tecnología con los objetivos del negocio.
- Basado en mejores prácticas
- Procesos iterativos y adaptables a las necesidades de la organización.

El ADM constituye el núcleo central de TOGAF y está compuesto de ocho fases basadas en un proceso iterativo:

Fase Preliminar: Preparar a la organización para el desarrollo de un proyecto de Arquitectura Empresarial exitoso.

Fase A: Definir el alcance, restricciones y expectativas del proyecto, crear la visión de Arquitectura Empresarial, validar el contexto del negocio, crear la declaración del trabajo de Arquitectura Empresarial.

Fase B: Desarrollar la arquitectura de negocios, objetivos del negocio, línea base y análisis Gap.

Fase C: Desarrollar la arquitectura de sistemas de información, objetivos, línea base y análisis Gap.

Fase D: Desarrollar la arquitectura de tecnología, objetivos, línea base y análisis Gap.

Fase E: Desarrollar el plan inicial de implementación e identificar los principales proyectos.

Fase F: Analizar los costos, beneficios y riesgos del plan de implementación.

Fase G: Asegurar que la implementación de los proyectos esté alineado al diseño de Arquitectura Empresarial propuesto.

Fase H: Asegurar que el diseño de Arquitectura Empresarial propuesto, responda a las necesidades de la organización a través del monitoreo continuo y la definición de un proceso de administración de cambios.

Gestión de requerimientos: Asegurar que cada fase del proyecto de Arquitectura Empresarial esté fundamentada en las necesidades del negocio.

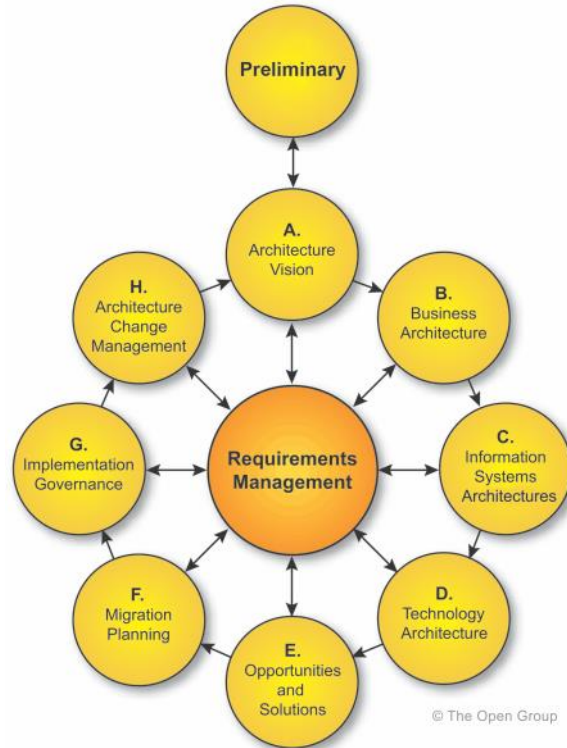


Fig 2. Modelo ADM

Elaborado por: The Open Group

La arquitectura de negocios describe el fundamento de la organización y los requerimientos del negocio, basado en los objetivos y estrategia de negocio. Este se compone de cuatro bloques que son: Modelo de negocio, arquitectura organizacional, arquitectura de procesos y arquitectura de la información.

El modelo de negocio proporciona una vista de alto nivel de la naturaleza del negocio en términos de productos y servicios ofrecidos en el mercado, la cadena de valor, socios de negocio, canales de mercado utilizados y la combinación de recursos e información para generar valor agregado.

La arquitectura organizacional describe el diseño organizacional de las empresas y la cooperación con los proveedores y los clientes.

La arquitectura de procesos clasifica y describe todos los procesos del negocio y sus respectivas entregas de valor, este es el bloque clave para la arquitectura de negocio.

La arquitectura de información presenta la estructura lógica de todas las entidades de información, como productos, socios de negocio, información de logística, etc.

La arquitectura de aplicación proporciona una vista de todas las aplicaciones que soportan los procesos de negocio, con las aplicaciones empresariales, plataforma de portal y sistemas de gestión, repositorios de datos y servicios de integración de aplicaciones. Las aplicaciones empresariales están apoyando la automatización de los procesos de negocio y pueden ser asignados en términos de su soporte funcional.

La arquitectura de tecnología, comprende el software, hardware y la infraestructura de red, para la operación de todas las aplicaciones.

El framework proporciona una descripción de todos los elementos relevantes de la arquitectura empresarial, proporcionando una estructura principal y un esquema de clasificación utilizado como referencia para el desarrollo de la arquitectura.

Una vez que se ha presentado en que consiste la arquitectura empresarial, es factible que en el siguiente capítulo se presente la forma en la que se ha usado en Aeropuertos y Servicios Auxiliares.



## **Capítulo 2**

# **Arquitectura Empresarial en Aeropuertos y Servicios Auxiliares.**



## Capítulo 2: Arquitectura empresarial en Aeropuertos y Servicios Auxiliares.

### ***Antecedentes***

Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA) es un Organismo descentralizado del Gobierno Federal con personalidad jurídica y patrimonios propios, que actualmente opera, administra y construye aeropuertos; presta servicios de suministro de combustibles de aviación, ofrece asistencia técnica y consultoría, así como instrucción e investigación en materia aeronáutica y aeroportuaria, participa en el desarrollo tecnológico y coadyuva con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) en materia de regulación, verificación y supervisión de aeropuertos.<sup>1</sup>

Un poco de historia<sup>2</sup>

El 10 de junio de 1965 por decreto presidencial fue creada ASA para administrar, operar y conservar los aeropuertos, así como prestar servicios complementarios, auxiliares y comerciales de 34 aeropuertos existentes en México, en ese momento.

El principal reto de esos primeros años fue modernizar e incrementar la infraestructura existente, con el fin de que ésta respondiera a los nuevos retos y adelantos en tecnología y operación, así como al aumento en la demanda de operaciones, la cual crecía exponencialmente. Durante sus primeros 10 años de vida, ASA logró construir, ampliar y rehabilitar 25 aeropuertos.

En los 90 se realizó un cambio estructural en el Sistema Mexicano Aeroportuario, al permitir que el capital privado participara en la operación de aeropuertos. En 1998, existía en México una red de 58 aeropuertos administradas por ASA, cuyo número se redujo considerablemente al iniciarse el proceso de privatización de los 35 aeropuertos más rentables, conformándose cuatro grupos regionales: ASUR (Grupo Aeroportuario del Sureste), OMA

---

<sup>1</sup> Manual de Organización y Estatuto Orgánico de Aeropuertos y Servicios Auxiliares

<sup>2</sup> Historia de ASA, <http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/83920/HISTORIA.pdf>

(Grupo Aeroportuario Centro - Norte), GAP (Grupo Aeroportuario del Pacífico) y AICM (Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México).

El día de hoy ASA, es el único proveedor de servicios de suministro de combustibles de aviación en todos los aeropuertos de México, realizando 2 mil servicios diariamente y suministrando 10 millones de litros de turbosina y gas avión a las aeronaves que utilizan los aeropuertos de México.<sup>3</sup>

ASA opera y administra 18 terminales aéreas en el territorio nacional, satisface la demanda de combustibles de aviación en todo el país, a través de sus 60 estaciones y promueve el desarrollo, ampliación y construcción de nuevos aeropuertos en México, asimismo participa como socio con los Gobiernos de los Estados de Chiapas, Querétaro, Morelos y Estado de México, en los aeropuertos de Tuxtla Gutiérrez (TGZ), Palenque (PQM), Querétaro (QET), Toluca (TLC) y Cuernavaca (CVJ).

Los 18 aeropuertos que opera y administra ASA, son:

Colima (CLQ)	Nogales (NOG)
Ciudad Obregón (CEN)	Tehuacán (TCN)
Ciudad del Carmen (CME)	Tamuín (TSL)
Ciudad Victoria (CVM)	Poza Rica (PAZ)
Campeche (CPE)	Puerto Escondido (PXM)
Loreto (LTO)	Puebla (PBC)
Guaymas (GYM)	Chetumal (CTM)
Matamoros (MAM)	Tépic (TPQ)
Nuevo Laredo (NLD)	Uruapan (UPN)

Tabla 1. Relación de Aeropuertos de la Red ASA

Elaborado por: El autor

<sup>3</sup> Información de la página Web institucional <http://www.gob.mx/asa>

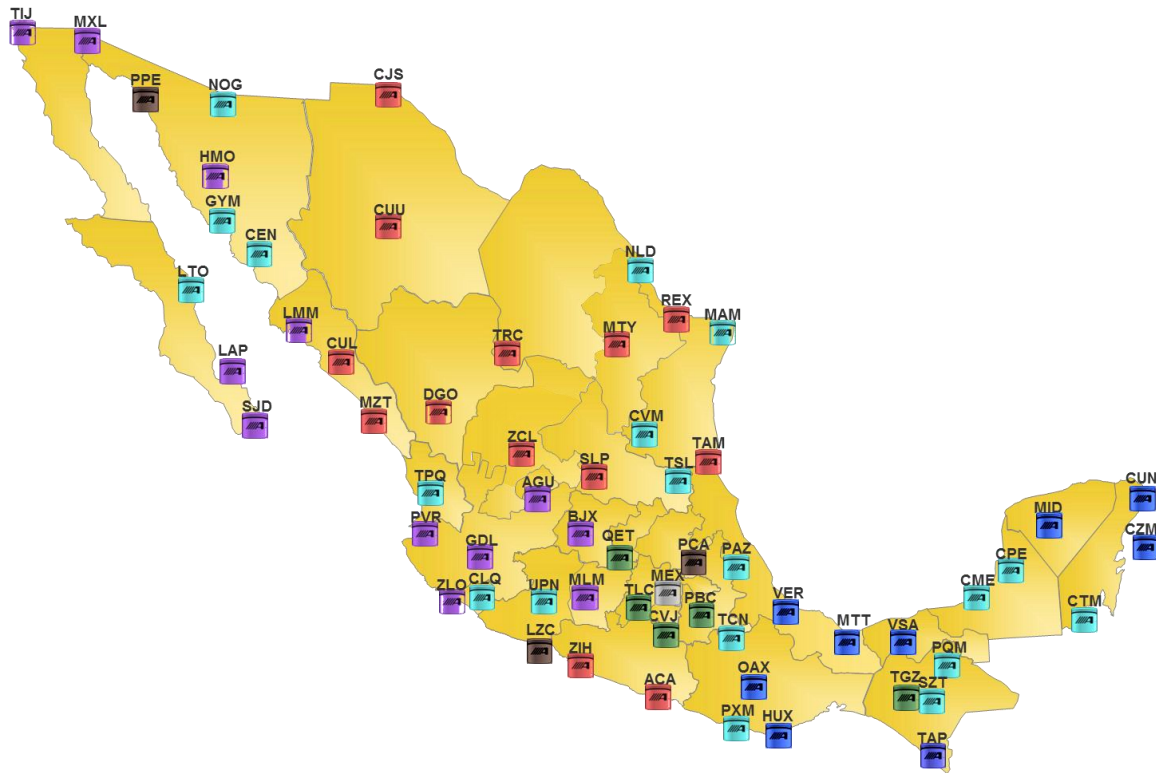


Fig. 3 Aeropuertos de la Red ASA y Estaciones de Combustibles en México, identificado por las siglas IATA de cada aeropuerto. Ver ANEXO 1 para detalle de cada aeropuerto en el país. Elaborado por: Gerencia de Combustibles, ASA

La industria de la aviación es uno de los componentes principales que favorecen la comunicación y el intercambio de bienes y servicios a nivel internacional. Tan solo en 2013, a nivel mundial representó ganancias por 13 mil millones de dólares y se espera que para el 2014, sean de 19 mil millones aproximadamente.<sup>4</sup>

Con el fin de que este organismo cuente con la infraestructura de Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) moderna, eficiente y alineada a su misión, visión y estrategias, desarrollaremos la arquitectura empresarial con la que se realizan las inversiones en infraestructura tecnológica y en sistemas de información que apoyan a los procesos

<sup>4</sup> De acuerdo a cifras de la IATA. <http://www.iata.aero>



sustantivos y adjetivos de la organización. La utilización de diversos modelos gráficos, representan la situación actual en ASA y con ello documentar su Arquitectura Empresarial. Asimismo, esta Arquitectura Empresarial, proponerla en los proyectos de desarrollo de nuevos aeropuertos que el país demande.

### **Objetivo para aplicar la Arquitectura Empresarial en ASA**

Incrementar la calidad de los servicios en el aeropuerto hacia el principal usuario: EL PASAJERO, utilizando tecnologías de vanguardia, manteniendo una visión integral de datos, aplicaciones e infraestructura, que fortalezcan la seguridad, confianza y eficiencia operativa en sus instalaciones.

### **Arquitectura de Negocio de ASA**



Fig 4. Pirámide Alineación. Sin una Misión y Visión no es posible desarrollar la Estrategia.  
Elaborado por: El autor

#### *Misión*<sup>5</sup>

“Mantener de manera eficiente la infraestructura de su red aeroportuaria y de estaciones de combustibles, promoviendo nuevas instalaciones donde sea necesario apoyar el desarrollo. Proporcionar capacitación para el fortalecimiento del sector y participar en nuevos proyectos aeroportuarios.”

---

<sup>5</sup> Del Manual de Organización de Aeropuertos y Servicios Auxiliares, 2014

## *Visión*

“Un operador aeroportuario de clase mundial, que satisface con modernas instalaciones la demanda de servicios aeroportuarios y suministro de combustibles de aviación, y que ofrece en el ámbito nacional e internacional, servicios de operación aeroportuaria, asistencia técnica en combustibles, consultoría, desarrollo tecnológico y capacitación.”

## *Objetivos institucionales*

### Sistema Aeronáutico y Aeroportuario Nacional

- 1.- Ampliar la cobertura y mejorar la calidad de la infraestructura y los servicios de transporte aéreo.
- 2.- Incrementar la competitividad del transporte aéreo en su infraestructura y en sus servicios.
- 3.- Facilitar la interconexión de la infraestructura aeroportuaria y los servicios de los diversos modos de transporte.
- 4.- Reforzar la prevención de accidentes e ilícitos en los servicios de transporte aéreo y los aeropuertos.
- 5.- Fortalecer la autoridad aeronáutica en la función de rectoría y promoción del transporte aéreo manteniendo actualizado el marco jurídico y regulatorio.

El Programa Institucional de Aeropuertos y Servicios Auxiliares 2013-2018 está alineado con el Programa Sectorial de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y las directrices, objetivos, estrategias y acciones, derivan de los objetivos estratégicos que éste establece<sup>6</sup>.

- 1) Desarrollar una infraestructura de transporte y logística
- 2) Mejorar los servicios de transporte y logística
- 3) Generar condiciones para una movilidad moderna y eficiente de personas
- 4) Ampliar la cobertura y el acceso a mejores servicios de comunicaciones
- 5) Llevar a cabo una modernización administrativa
- 6) Desarrollar el sector con la creación de tecnología y capacidades nacionales<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup> Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2013-2018 págs. 90-103

<sup>7</sup> Los dos primeros objetivos apoyan en la consolidación de un México como plataforma logística; el tercer objetivo, atiende a la movilidad de las personas, el cuarto objetivo retoma la Reforma en Materia de Telecomunicaciones; los objetivos cinco y seis se vinculan de manera transversal con

Se debe mencionar que, como eje rector de la planeación, el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 tiene como objetivo llevar a México a su máximo potencial, para lograrlo se establecieron 5 metas nacionales y tres estrategias transversales, las cuales deberán reflejarse en todos los programas de la Administración Pública Federal.



Fig. 5. Estructura del Plan Nacional de Desarrollo 2012-2018

Elaborado por: Presidencia de la República. Plan Nacional de Desarrollo

La contribución del sector transporte y a su interior el subsector aeronáutico aeroportuario se encuentra plasmada en la meta nacional “México Próspero”. Esta meta promueve el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica, mediante la generación de igualdad de oportunidades. Lo anterior considerando que una infraestructura adecuada y el acceso a insumos estratégicos fomentan la competencia y permiten mayores flujos de capital y conocimiento hacia individuos y empresas con el mayor potencial para aprovecharlo. Asimismo, esta meta busca proveer condiciones favorables para el desarrollo económico, enfocado a proveer y mantener de manera eficiente la infraestructura de su red aeroportuaria y de estaciones de combustibles.

todo el sector, para mejorar sus procesos administrativos y ofrecer mejores servicios al interior de la dependencia y hacia el Sector. Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2013-2018 págs. 90

Dichas necesidades y retos fueron plasmados en el Programa Sectorial de la SCT, publicado en el DOF el 13 de diciembre de 2013. Este programa sectorial establece los objetivos y estrategias que seguirá el sector aeroportuario a lo largo del sexenio.

Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018			Programa Sectorial SCT 2013-2018	Programa Institucional ASA 2013-2018
Meta Nacional	Objetivo de la Meta Nacional	Estrategia del Objetivo de la Meta Nacional	Objetivo del Programa Sectorial	Objetivo del Programa
IV México Próspero	4.9 Contar con una infraestructura de transporte que se refleje en menores costos para realizar la actividad económica.	4.9.1 Modernizar, ampliar y conservar la infraestructura de los diferentes modos de transporte, así como mejorar su conectividad bajo criterios estratégicos y de eficiencia.	Contar con servicios logísticos de transporte oportuno, eficientes y seguros que incrementen la competitividad y productividad de las actividades económicas.	1. Desarrollar una infraestructura aeroportuaria que cumpla con la normatividad internacional. 2. Mejorar los servicios de transporte y logística. 3) Generar condiciones para una movilidad moderna y eficiente de personas. 4) Ampliar la cobertura y el

Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018			Programa Sectorial SCT 2013-2018	Programa Institucional ASA 2013-2018
				<p>acceso a mejores servicios de comunicaciones.</p> <p>5) Llevar a cabo una modernización administrativa.</p> <p>6) Desarrollar el sector con la creación de tecnología y capacidades nacionales.</p>

Tabla 2. Alineación del Plan Nacional de Desarrollo, Programa Sectorial SCT y Programa Institucional de ASA.

Elaborado por: El autor.

**Objetivo 1** Desarrollar la infraestructura de los aeropuertos de la Red de Aeropuertos y Servicios Auxiliares, que permita alcanzar estándares internacionales de servicio.

**Estrategia 1.1** Modernizar los aeropuertos de la Red y ampliar la capacidad de aquellos que registren saturación o considerados logísticamente o estratégicamente prioritarios.

**Líneas de acción**

- Conservar en óptimas condiciones de operación la infraestructura de los aeropuertos de la Red.

- Desarrollar proyectos aeroportuarios con una visión de largo plazo que permitan aumentar la capacidad de aquellos aeropuertos saturados, así como la infraestructura de aquellos logísticamente o estratégicamente prioritarios.

### **Organización**

El Organismo se encuentra estructurado por una Dirección General, tres coordinaciones, una dirección jurídica y un Órgano de Control Interno.

El organigrama que representa a la organización es el siguiente:

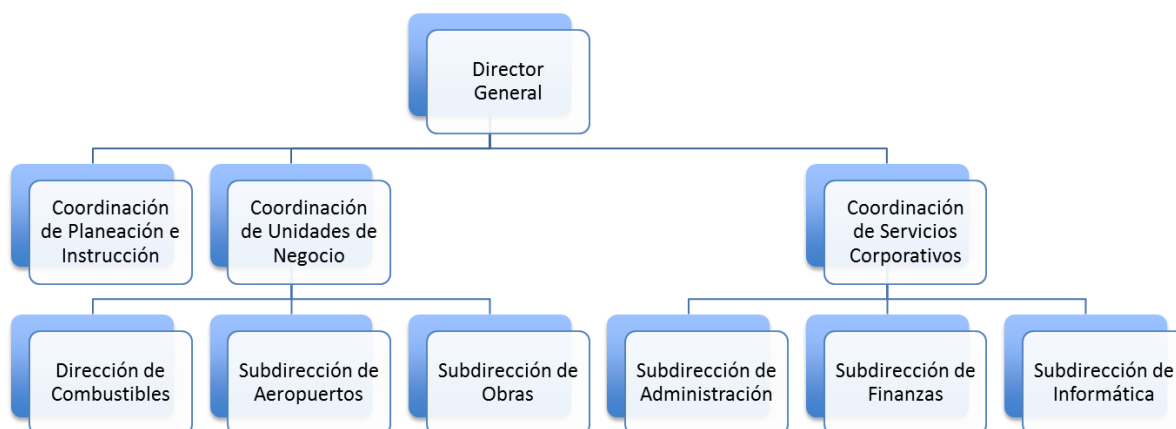


Fig. 6. Organigrama tres principales niveles de Aeropuertos y Servicios Auxiliares

Elaborado por: El autor

Las tres áreas sustantivas de la Organización, son Dirección de Combustibles, Subdirección de Aeropuertos y Subdirección de Obras.

La Coordinación de Planeación e Instrucción, promueve los programas de desarrollo y crecimiento del Organismo en las áreas internas, así como en el cumplimiento a la política exterior con la Secretaria de Comunicaciones y Transportes y Presidencia de la República.

En la Coordinación de Servicios Corporativos, están las áreas adjetivas o de apoyo para la operación del organismo, como es Administración, Finanzas y Tecnologías de Información y Comunicaciones (Informática).

**La estructura de la Subdirección de Informática**

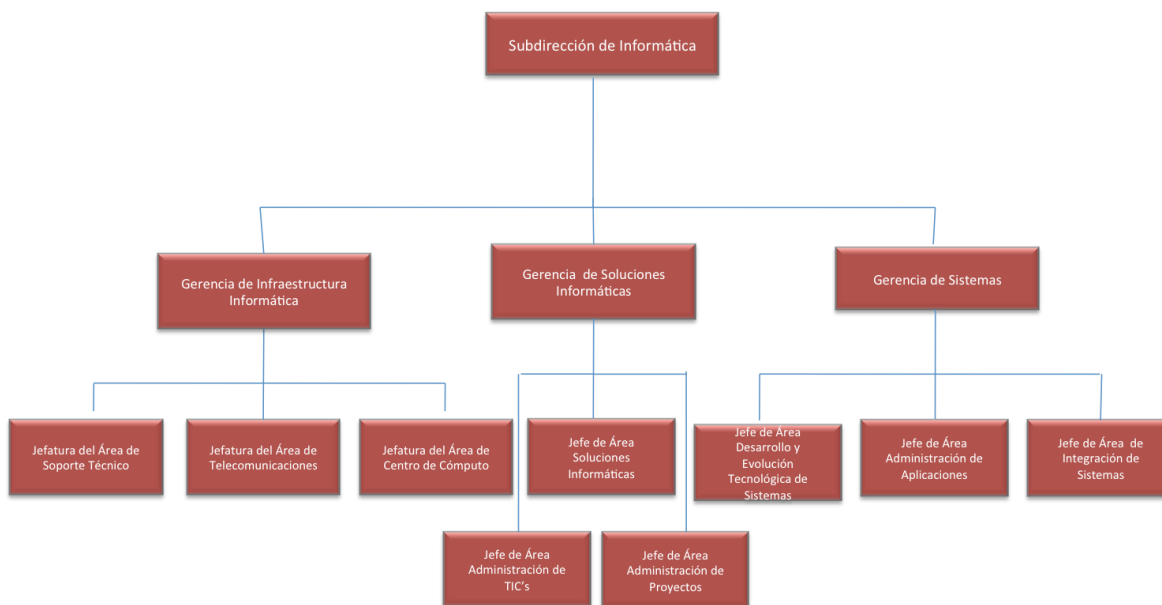


Fig. 7. Organigrama Subdirección de Informática

Elaborado por: El autor

La Subdirección de Informática se compone de tres gerencias: Gerencia de Infraestructura Informática, quien lleva el control, soporte y operación de la infraestructura existente en ASA, tales como el Centro de cómputo, las telecomunicaciones y el soporte técnico del equipamiento tecnológico; la Gerencia de Soluciones Informáticas, quien lleva el seguimiento a la operación e implementación de mejoras al sistema GRP ORACLE Financials, instalado en ASA, así como el seguimiento y control de licitaciones y contrataciones de servicios que se utilizan en ASA. Por último, la Gerencia de Sistemas, quien lleva el seguimiento y operación de los sistemas de información de las áreas de Combustibles, Jurídico, Recursos Humanos, Recursos Materiales, por mencionar los más relevantes.

La Subdirección de Informática se compone de 10 funcionarios y 23 personas con nivel operativo, quienes proveen los servicios de TICs, para 1,400 usuarios a nivel nacional.

## Análisis de Ecosistema

Con el fin de identificar a todos los actores que tienen relación con ASA en su cadena de valor, se realizó un análisis de ecosistema, en los que se aprecia que tenemos a los principales actores involucrados:



Fig. 8. Ecosistema con Aeropuertos y Servicios Auxiliares

Elaborador por: El autor

PEMEX, es el proveedor de los combustibles de aviación en México. Produce la turbosina (JetA1), GasAvión y Gasolinas que son suministradas a los aviones y vehículos en los aeropuertos del país. Con la Reforma Energética<sup>8</sup> que ha promovido el Ejecutivo Federal, eventualmente PEMEX no sería el único proveedor de combustibles en el país, ya que se abre la competencia en la venta de hidrocarburos de otras compañías productoras o distribuidoras de combustibles.

<sup>8</sup> <http://reformas.gob.mx/reforma-energetica/que-es>



Las Aerolíneas, son las que consumen con mayor cantidad y regularidad el combustible de aviación, así como el uso y aprovechamiento de los aeropuertos. La Aviación General o aviones particulares, como pueden ser escuelas de vuelo, aerotaxis o aeronaves de uso privado, también utilizan los servicios en el aeropuerto.

Los pasajeros, quienes utilizan las instalaciones aeroportuarias, como es el edificio terminal, servicios sanitarios, seguridad, revisión de equipaje y embarque/desembarque a los aviones.

Los arrendatarios, que son también clientes de ASA, ya que rentan los locales comerciales que ofertan sus productos a los pasajeros que utilizan las instalaciones aeroportuarias. Así mismo, los arrendatarios que tienen hangares y talleres dentro de los terrenos delimitados por el aeropuerto.

Los grupos aeroportuarios, son los que gestionan y operan los aeropuertos concesionados en el país, proporcionan las facilidades de acceso y terrenos para las instalaciones de plantas de combustibles, los accesos a zona operacional y con ello poder proporcionar los servicios de suministro de combustibles a las aeronaves por parte de ASA.

Las autoridades aeroportuarias como la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) y los Servicios de Navegación al Espacio Aéreo Mexicano (SENEAM), coordinan con ASA los despegues y aterrizajes de las aeronaves en los aeropuertos.

Los Centros de Investigación, apoyan en la creación y desarrollo de equipamiento especializado para su utilización en aeropuertos, como pueden ser vehículos de extinción de incendios, vehículos de transporte de pasajeros, etc.

Las empresas constructoras, con los que ASA realiza los contratos para las ampliaciones o nuevos desarrollos aeroportuarios, mantenimiento a la infraestructura

aeroportuaria, tales como pistas de rodaje, plataformas de estacionamiento de aeronaves, pistas de aterrizaje y despegue, hangares, por mencionar las instalaciones más relevantes.

Proveedores de servicios que apoyan las actividades diarias en un aeropuerto, tales como servicios de limpieza, transporte de valores, vigilancia, transporte de personal, servicios de mantenimiento, comedor, etc.

El pago de los servicios y suministro de combustibles, debe realizarse en las áreas establecidas para ello en los aeropuertos, por las cantidades de dinero que son manejadas, los recursos deberán depositarse en los bancos para un mejor resguardo y manejo de los recursos financieros. Actualmente ASA, promueve el uso de pagos con tarjetas de crédito o débito, para reducir el manejo de efectivo.

Como todo negocio, ASA paga impuestos al Gobierno Federal a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), por lo que el Impuesto al Valor Agregado (IVA), así como el Impuesto Especial de Productos y Servicios (IEPS), cobrado a los clientes por los servicios que factura ASA, se debe declarar y pagar a las autoridades hacendarias.

El uso de las Tecnologías de Información para apoyar la operación aeronáutica, resulta relevante como herramienta de control, seguimiento y agilidad en los servicios aeroportuarios. Como toda organización moderna, el uso de las TIC's, se convierte en una parte fundamental de la operación.

La difusión de noticias, información al pasajero y los proyectos de modernización que viene llevando el Organismo, utiliza el Internet como herramienta de comunicación, principalmente en las redes sociales, página web y contenidos multimedia en la Web 2.0.

### ***La cadena de valor***

De acuerdo a la cadena de valor de Porter (Michael Porter, Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance, 1985), Aeropuertos y Servicios Auxiliares, estaría dividiendo sus actividades sustantivas de acuerdo con el siguiente gráfico.



Fig. 9. Cadena de Valor Aeropuertos y Servicios Auxiliares

Elaborado por: El autor

Los procesos de operación de suministro de combustibles, control de inventarios de combustibles, operaciones aeroportuarias, capacitación aeroportuaria, así como la construcción y mantenimiento de los edificios terminales de los aeropuertos, constituyen en pilar relevante en el desarrollo y entrega de servicios a los clientes.

Las operaciones aéreas que permiten el intercambio de mercancías, la transportación de pasajeros y la seguridad aeroportuaria, son elementos importantes para el desarrollo económico del país, ya que deben realizarse esos servicios con altos niveles de seguridad, calidad y eficiencia.

Los 18 aeropuertos que administra ASA, cuentan con poco tráfico de operaciones aéreas, por lo que una actividad principal en el proceso de Marketing, es promover nuevas

rutas con las aerolíneas y los gobiernos estatales que incentiven el uso y explotación de los aeropuertos, promoviendo el turismo en los estados de la República.

### **Servicios que ofrece Aeropuertos y Servicios Auxiliares**

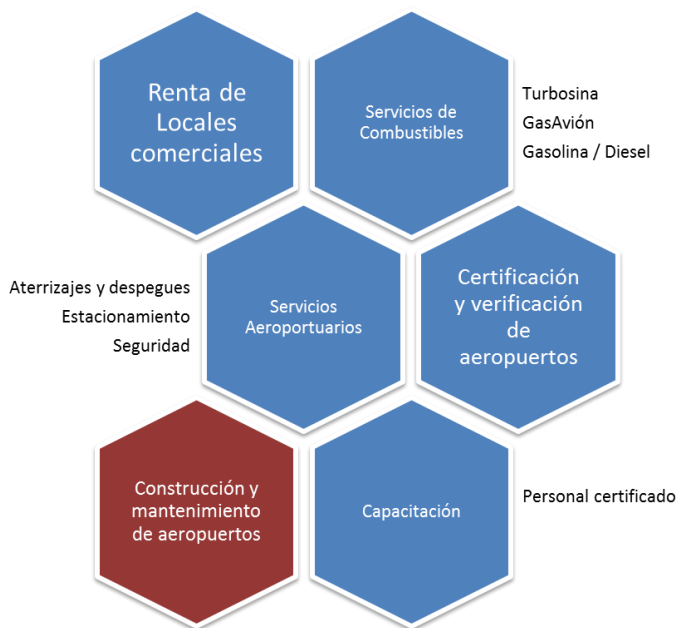


Fig. 10. Servicios proporcionados por ASA

Elaborado por: El autor

Los servicios que ASA proporcionan son:

Renta de Locales comerciales, para que los propietarios puedan ofrecer diversos productos y servicios a los pasajeros en los aeropuertos de ASA. Asimismo, la renta de hangares, estacionamientos, terrenos y accesos a zona operacional, se convierten en servicios no aeroportuarios que generan ingresos al Organismo.

El Servicio de suministro de combustibles, es uno de los principales servicios que por su volumen y cantidad que diariamente se realizan a todas las aeronaves que utilizan los aeropuertos de México. Los productos que se suministran son JetA1 o turbosina para aeronaves con motor de turbina, Gasavión para aeronaves de motor de pistón y Gasolinas para los vehículos que transitan en los aeropuertos y proveen servicios diversos a las aerolíneas (limpieza, alimentación, vigilancia, etc.). Un área que ASA está promoviendo es la

investigación, producción y suministro de combustibles de aviación alternativos (biocombustibles), utilizando aceites vegetales extraídos de semillas y algas.

Servicios Aeroportuarios, el apoyo en las operaciones aeroportuarias es facilitar los aterrizajes y despegues de las aeronaves, el estacionamiento de las aeronaves en la plataforma, el embarque y desembarque de los pasajeros, así como proporcionar seguridad en la revisión de equipaje.

La Certificación y Verificación de Aeropuertos, es otro de los servicios que proporciona ASA, al revisar, recomendar e instrumentar las normas y lineamientos que la Organización de Aviación Civil Internacional mandata para el diseño y operación de los aeropuertos. Con la certificación de los aeropuertos, las aerolíneas pueden operar sus aviones con seguridad, calidad y eficiencia internacionalmente reconocidas.

La Construcción y mantenimiento de aeropuertos, permite ampliar los aeropuertos en la zona operacional y de pasajeros que, por necesidades de crecimiento en el número de pasajeros y operaciones de aterrizajes y despegues, hace necesario modificar las instalaciones del edificio terminal y la ampliación de las pistas de aterrizaje. Todos los proyectos arquitectónicos deberán estar alineados a los Planes Maestros definidos para el desarrollo y crecimiento de los aeropuertos que se proyectan a 50 años.

La capacitación especializada en temas de seguridad aeronáutica, así como de operación aeroportuaria y de suministro de combustibles, para ofrecer los servicios en los aeropuertos con altos niveles de calidad, debe dar como resultado personal certificado y entrenado sobre los puntos arriba señalados, por lo que es otra área que ASA expone en sus servicios a personal interno y externo, a través del Centro Internacional de Instrucción de ASA (CIASA) “Ing. Roberto Kobeh González”.

ASA también cuenta con tres gasolineras ubicadas en Tehuacán, Cancún y en la zona federal del Aeropuerto Internacional de la Cd. de México, por lo que oferta el servicio de venta de combustibles a vehículos terrestres, como gasolinas, diesel y lubricantes.

Actualmente, ASA no cuenta con servicios de tecnología de manera directa a los pasajeros que utilizan las instalaciones de la terminal aérea, son las aerolíneas quienes proporcionan el servicio de información, registro, documentación de equipaje, por lo que se identifican en los procesos principales, no hay servicios con el uso de sistemas de información, que puedan ofertarse a los pasajeros.

### ***Identificación de stakeholders***

Para el desarrollo del proyecto, se deberán considerar a los principales actores que influyen positiva o negativamente en este proyecto.

Los principales stakeholders identificados para este proyecto son:

- Secretario de Comunicaciones y Transportes
- Subsecretaria de Transporte
- Consejo de Administración
- Dirección General
- Funcionarios de nivel superior de Aeropuertos y Servicios Auxiliares
  - Coordinador Institucional, Coordinador de Unidades de Negocio, Coordinador de la Unidad Servicios Corporativos, Director de Combustibles, Director de Consultoría, Director de Asuntos Jurídicos, Subdirector de Operaciones, Subdirector de Obras
- Sindicato
- Trabajadores
- Proveedores
  - Bienes y Servicios
- Clientes
  - Aerolíneas, pasajeros, locatarios,
- Secretaria de Hacienda y Crédito Público
- Órganos Fiscalizadores
  - Órgano Interno de Control
  - Auditoría Superior de la Federación

*Influencia e intereses de stakeholders*

Persona	Influencia	Clase	Observaciones
Secretario de Comunicaciones y Transportes	Positiva	Mantener satisfecho	Promover a través de programas sectoriales los recursos financieros para lograr la transformación de Aeropuertos y Servicios Auxiliares
Subsecretario de Transportes	Positiva	Mantener satisfecho	Autorizar recursos presupuestales adicionales a lo autorizado para el ejercicio presupuestal.
Consejo de Administración	Positiva	Mantener satisfecho	Vigilar el proyecto de transformación y recomendar acciones de mejora o corrección en la ejecución de actividades.
Dirección General	Positiva	Clave	Patrocinio, vigilancia y control del proyecto de modernización. Coordinación de esfuerzos para la ejecución del proyecto.
Funcionarios de nivel superior	Positiva	Clave	Coordinación para la ejecución de actividades en cada ámbito de su competencia: Operaciones, Combustibles, Obras, Jurídico, Administración y Finanzas, Planeación, Información y Tecnología.
Sindicato	Negativa	Informar	Resistencia al cambio. Nuevas

Persona	Influencia	Clase	Observaciones
			actividades que realizará el personal con las mismas condiciones laborales.
Trabajadores	Positiva / Negativa	Clave	Habrá resistencias por un sector de los trabajadores, y por el otro mucho apoyo para mejorar sus actividades.
Proveedores	Positiva	Informar	La participación de los proveedores para lograr esta transformación, tendrá un efecto positivo, con el uso de sus servicios y tecnologías a implementar.
Clientes	Positiva	Informar	Los clientes esperan un mejor nivel de servicio, por lo que promoverán que Aeropuertos y Servicios Auxiliares, instrumente las tecnologías necesarias que optimicen sus servicios.
Secretaría de Hacienda y Crédito Público	Positiva	Mantener satisfecho	La SHCP autorizará los recursos adicionales, necesarios para esta transformación, vigilará el proceso de cambio, para medir los beneficios alcanzados en términos financieros.
Órganos Fiscalizadores	Neutral	Informar	Vigilante en el ejercicio de los recursos financieros



Persona	Influencia	Clase	Observaciones
Áreas de Tecnología	Positiva	Clave	Desarrollo de propuestas, coordinación e implementación de cambios
Áreas de Operación Aeroportuaria	Positiva	Clave	Adopción de cambios en la operación

Tabla 3. Relación e influencia de stakeholders  
Elaborado por: El autor

### Los procesos sustantivos

Los procesos de realización que desarrolla ASA es el de Proporcionar Consultoría Aeroportuaria, en el cual se incluyen la certificación y verificación de aeropuertos, Proporcionar servicios aeroportuarios, en el cual se incluyen los procesos de operación aeroportuaria de aterrizajes, despegues, embarque y desembarque de pasajeros.

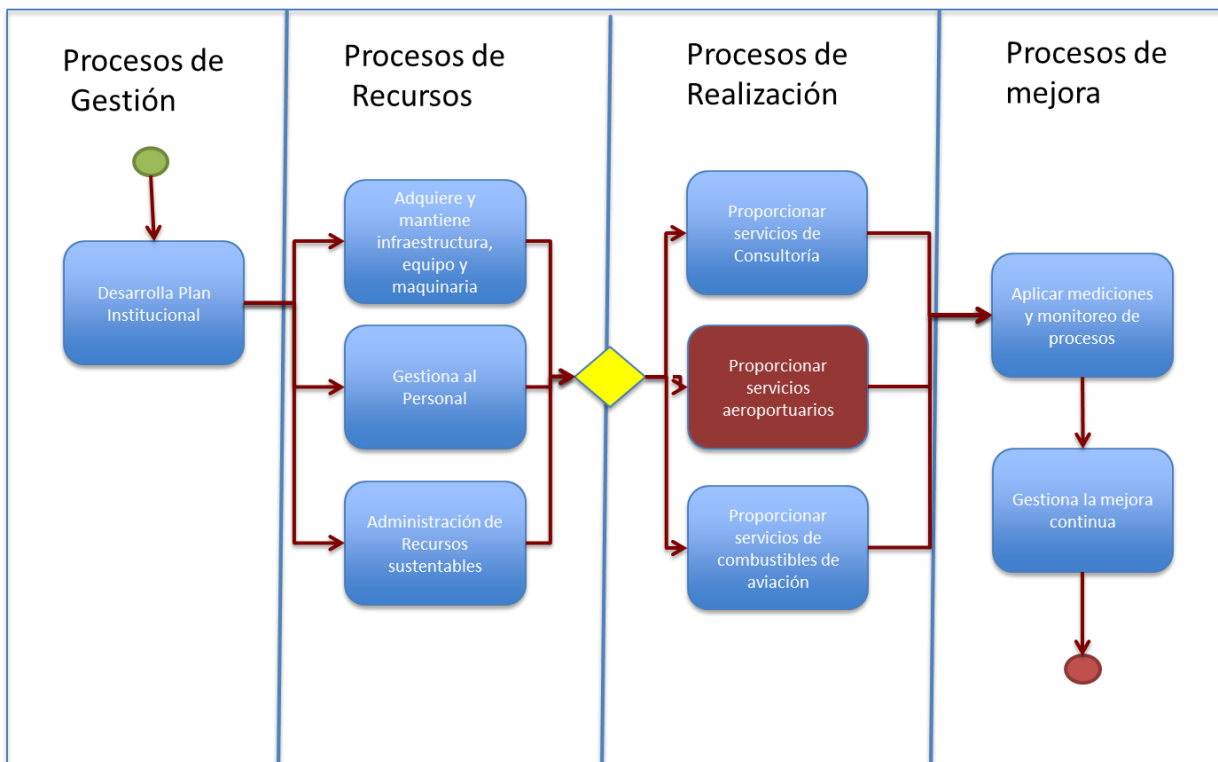


Fig. 11. Macro Procesos de Aeropuertos y Servicios Auxiliares

Elaborado por: El autor

Dentro del Macro proceso de *Proporcionar servicios aeroportuarios*, se encuentran los subprocesos que estaremos desarrollando en este documento:

1.- Administrar Aeropuertos.

**2.- Construir y mantener las instalaciones de aeropuertos y estaciones de combustibles.**

3.- Desarrollar planes maestros de aeropuertos existentes y nuevos proyectos a desarrollar.

4.- Verificar y certificar bajo normas internacionales las instalaciones aeroportuarias.

**5.- Proveer los servicios aeroportuarios a los pasajeros.**

**6.- Proveer servicios aeroportuarios a aerolíneas y aviación general.**

**7.- Arrendar locales comerciales.**

El proceso sustantivo de Suministro de Combustibles es el que genera los principales ingresos para el Organismo por lo que es uno de los procesos que instrumenta las tecnologías de información para apoyar en el control de inventarios.

La documentación de los procesos del organismo se encuentra modelados en BPMN (Business Process Management Notation) hasta nivel 3 (Proceso, Subproceso, sub-subproceso), como parte de ejemplo se presentan los subprocesos de Servicios de Combustible y sub-subprocesos de Facturación de Combustibles.





Elaborado por: El autor

Una de las principales entidades de información es de los clientes (aerolíneas, aviación general, arrendatarios, propietarios de vehículos), ya que con base a los servicios que se les proporcionan, se formalizan los contratos de crédito, se puede obtener el monto de facturación, los pagos que realizan, en qué aeropuertos realizan sus operaciones aéreas, el tipo de aeronaves que utilizan y las tarifas por los servicios aeroportuarios que serán aplicados.

Por otra parte, los empleados, quienes forman el capital más importante de la Organización, es necesario llevar el control de su desarrollo y formación profesional, así como los sueldos y salarios que deberán pagarse por los días y horas extraordinarias laboradas.

El manejo de información de los activos como son los edificios terminales, pistas, hangares, vehículos de servicio, equipo especializado, etc. son importantes para el registro y control contable de la depreciación de los bienes del organismo.

Finalmente, el control de los ingresos y egresos que realiza ASA a través de la facturación por los servicios aeroportuarios, rentas, suministro de combustibles y el pago a proveedores, principalmente a PEMEX.

### **Arquitectura de Aplicaciones**

Las aplicaciones empresariales que en ASA apoyan a la operación de los procesos sustantivos y de apoyo son el ERP Oracle Financials, el Sistema de Administración y Manejo de Combustibles (SIAMCO), el Sistema de Control de Combustibles en Plataforma (SCCP) y el Sistema de Nómina y Recursos Humanos (Meta4).

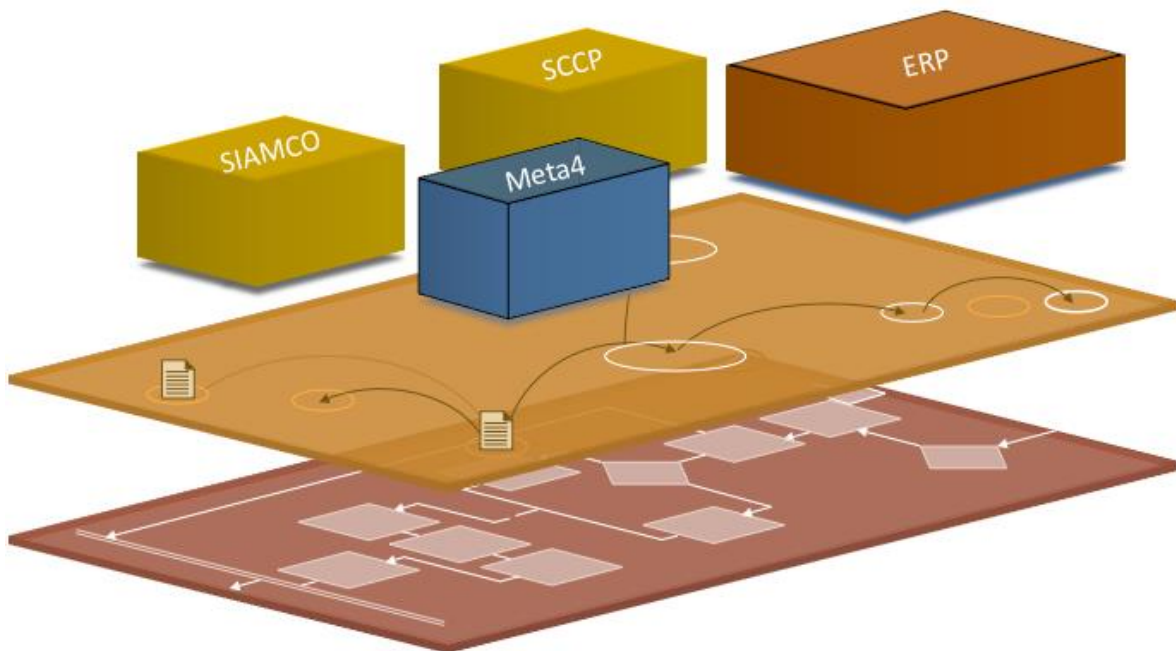


Fig.16. Aplicaciones, procesos, procedimientos  
Elaborado por: El autor

El sistema ERP ORACLE Financials, es un sistema integral financiero, que adopta las mejores prácticas para el control y seguimiento de los ingresos y egresos del negocio, proporcionando los informes de actividades (estado de resultados financieros) de ASA, que permiten la toma de decisiones para hacer eficiente el gasto y la cobranza con los clientes, así como el cumplimiento normativo de la Secretaria de Hacienda y Crédito Público, al registro de la Contabilidad Gubernamental.

Los Módulos con los que cuenta el sistema ERP es:

- Cuentas por pagar (Account Payable - AP)
  - Contratos
- Cuentas por cobrar (Account Receivable - AR)
  - Servicios Aeroportuarios
  - Combustibles y Gasolineras
  - Renta de locales comerciales
  - Conceptos varios
- Compras (Purchase Order - PO)

- Compras a PEMEX
- Compras de bienes
- Manejo de Efectivo (Cash Management - CM)
- Estados de cuenta bancarios
- Inventarios (INV)
- Registro contable de inventarios de combustibles
- Inventario de almacén central
- Activo Fijo (Fix Asset - FA)
- Administración de Propiedades (Property Management - PM)
- Contabilidad y Presupuestos (General Ledger -GL)

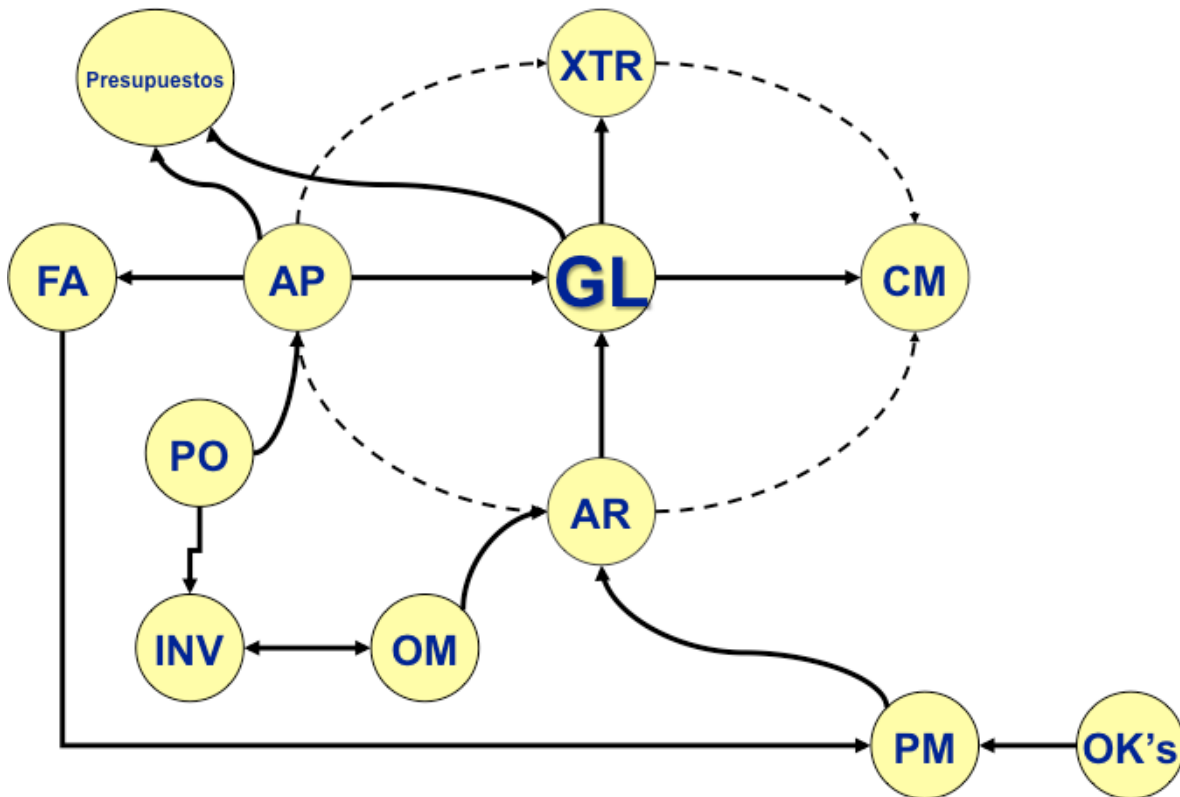


Fig. 17. Módulos del ERP ORACLE Financials implementados en ASA  
 Elaborado por: Subdirección de Informática

El Sistema de Administración y Manejo de Combustibles SIAMCO, registra todos los movimientos de combustible de aviación (entradas y salidas) en la Planta de Combustibles, con el objeto de obtener los balances que apoyan en la programación de nuevas compras con

el proveedor PEMEX, así como controlar las mermas o robo de combustibles. Los módulos del sistema son:

- Recepciones de combustible de PEMEX.
- Ventas de combustibles.
- Traspasos de combustibles entre plantas.
- Rellenos de autotanques.
- Succiones de combustibles a las aeronaves.
- Registro de existencias de combustibles en tanques de almacenamiento.
- Control de inventarios de combustibles (Balances).

El SIAMCO se encuentra integrado con el Sistema de Control de Combustibles en Plataforma SCCP, para registrar la información de todos los servicios suministrados a las aeronaves obteniendo con ello, las salidas de combustibles.

Por otro lado, el SCCP también está integrado al sistema integral financiero ERP ORACLE, para la generación de las facturas del combustible o de aquellos servicios que son pagados de contado; también se retroalimenta del ERP ORACLE para la actualización de las tarifas de combustible vigentes y con esa información realizar el cálculo por la venta, de acuerdo al tipo de cliente, número de litros, el horario y el aeropuerto

El SCCP, apoya en el proceso de despacho de combustibles, ya que registra de manera automática los litros suministrados desde el medidor electrónico instalado en el autotanque o dispensador, así mismo calcula el cobro de los servicios y puede realizarse el pago con tarjeta de crédito o débito, con el uso de la terminal punto de venta (TPV) instalada en el mismo vehículo. La tecnología de comunicaciones que es utilizada para la transmisión de datos, es por señal de telefonía celular GPRS.





Fig. 18. Vehículo autotankue y vehículo dispensador de combustible de aviación.

Fuente: Fototeca ASA



Fig 19. Equipo de cómputo, terminal punto de venta e impresora del Sistema de Control de Combustibles en Plataforma SCCP.

Fuente: Fototeca ASA.

El sistema Meta4 de Nómina y Recursos Humanos, lleva el registro de los empleados asignados a cada aeropuerto, así como el registro de asistencia y horarios laborados, para calcular el pago por horas extras trabajadas. El sistema Meta4 envía la información al sistema integral financiero ORACLE ERP, para generar la póliza contable de gastos, por concepto de nómina. Por otra parte, el sistema Meta4 registra la capacitación proporcionada a cada trabajador, como parte de su expediente para efectos de promoción y profesionalización de los empleados.

Todos los sistemas empresariales comparten información de manera automatizada, mediante interfases, que mantiene de manera íntegra y consistente la información, evitando errores e inconsistencias con la información.

El sistema InforEAM, registra todos los activos que se tienen en los aeropuertos y estaciones de combustibles, con el propósito de programar los mantenimientos preventivos y correctivos de automóviles, equipos, mobiliario, tanques, filtros, etc.

En todo el Organismo, se utiliza el sistema SigmaDoc para el control de documentos de manera electrónica, lo que permite de manera digital, llevar el seguimiento de asuntos y oficios que son turnados para su atención a las diferentes áreas.

Un mapa de relación entre las aplicaciones empresariales y los procesos de combustibles, lo podemos visualizar de la siguiente manera:

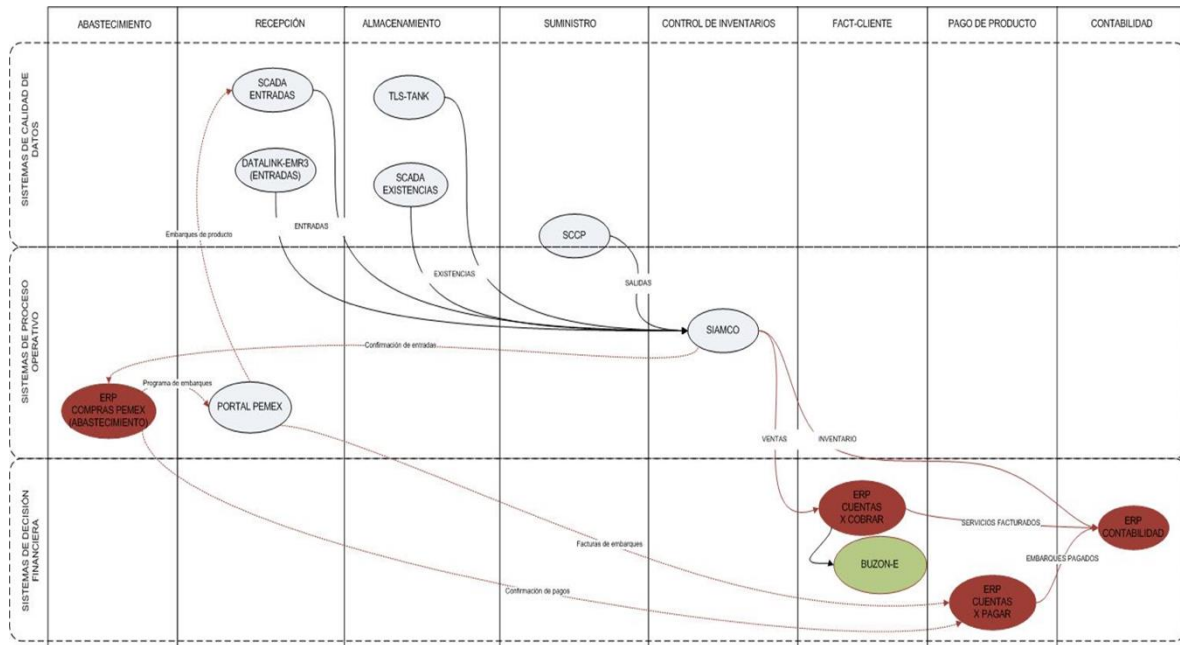


Fig. 20. Mapeo de procesos con aplicaciones utilizadas por la Dirección de Combustibles  
Elaborado por: Subdirección de Informática, ASA.

Se puede observar que en el proceso de RECEPCIÓN de combustible, se utilizan los sistemas de información: SCADA, DataLink Inventarios y Portal PEMEX.

Para el proceso de SUMINISTRO, el Sistema de Control de Combustibles en Plataforma (SCCP) y para el CONTROL DE INVENTARIOS el Sistema de Administración y Manejo de Combustibles (SIAMCO), compartiendo información entre las aplicaciones, mediante interfaces punto a punto.

Por otra parte, se identifican aplicaciones que, por su cantidad de información o usuarios, no tienen un impacto mayor en el Organismo, tales como el sistema de mantenimiento INFOR EAM y los sistemas de seguridad aeroportuaria, como el Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) y el Control de Acceso.

Proceso	Área	Aplicación que soporta
Suministro de Combustibles	Dirección de Combustibles / Gerencia de Gestión Operativa	SCCP
Control de Inventarios de Combustibles	Dirección de Combustibles / Gerencia de Gestión Operativa	SCADA SIAMCO

Proceso	Área	Aplicación que soporta
Compras a PEMEX	Dirección de Combustibles / Gerencia de Análisis Operacional	SIAMCO ERP ORACLE Portal PEMEX
Facturación y Cobranza	Subdirección de Finanzas / Gerencia de Ingresos	ERP ORACLE Facturación Electrónica
Control de Activos y Almacén	Subdirección de Administración / Gerencia de Recursos Materiales	ERP ORACLE
Pago de Nómina y Control de Recursos Humanos	Subdirección de Administración / Gerencia de Recursos Humanos / Gerencia de Capacitación	Meta4
Pago de Impuestos	Subdirección de Finanzas / Gerencia de Contabilidad	ERP ORACLE
Control Presupuestal	Subdirección de Finanzas / Gerencia de Presupuestos	ERP ORACLE
Estado de Resultados	Subdirección de Finanzas / Gerencia de Contabilidad	ERP ORACLE
Estadísticas Aeroportuarias	Subdirección de Operaciones y Servicios	ERP ORACLE Excel
Seguimiento Asuntos Jurídicos	Dirección de Asuntos Jurídicos	Sistema ASA
Control y gestión Documental	Todas las áreas	SigmaDOC
Control de mantenimiento activos	Dirección de Combustibles / Gerencia de Ingeniería Subdirección de Operaciones / Gerencia de Mantenimiento	Infor EAM
Control de Obras	Subdirección de Construcción y Supervisión	Project Excel Autocad
Capacitación personal externo	Dirección de Investigación e Instrucción	Excel
Certificación de Aeropuertos	Dirección Técnica y de Consultoría	Excel

Proceso	Área	Aplicación que soporta
Servicios al pasajero	Subdirección de Operaciones Dirección de Comunicación Corporativa	Página Web
Seguridad aeroportuaria	Dirección de Combustibles Subdirección de Operaciones	CCTV Control de Acceso Telefonía IP
Operación aeroportuaria	Subdirección de Operaciones	ERP
Comunicación Interna	Todas las áreas	Correo Electrónico Lync Portal Interno

Tabla 4. Relación de Aplicaciones, procesos y áreas interrelacionadas  
Elaborado por: El autor

### Arquitectura de Tecnología.

La infraestructura tecnológica que se utiliza para soportar la operación de las aplicaciones empresariales, se divide en:

- Cableado Estructurado
- Centro de cómputo
- Telecomunicaciones
- Telefonía
- Infraestructura de cómputo
- Seguridad Informática
- Aplicaciones y sistemas de información

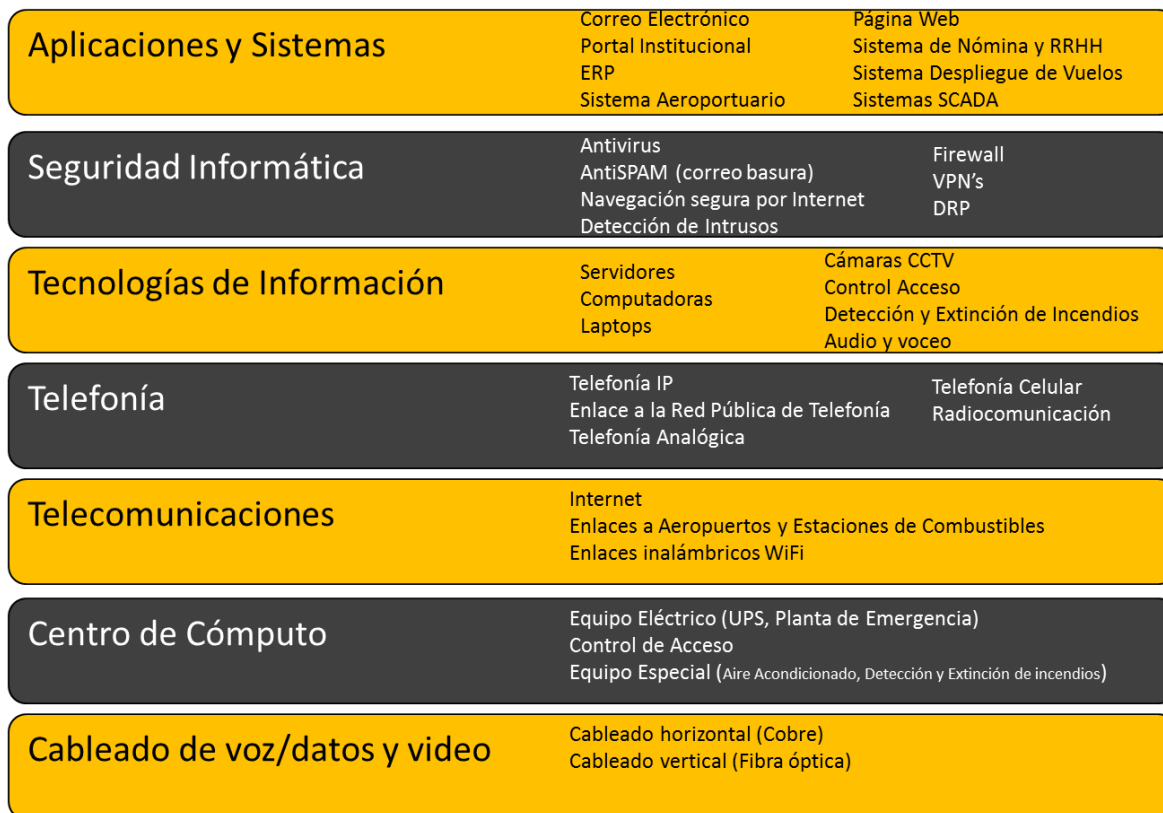


Fig. 21. Agrupación de infraestructura tecnológica y sistemas de información de los aeropuertos.

La infraestructura de almacenamiento y procesamiento, se aloja en el centro de datos de ASA, en las instalaciones de Oficinas Generales, el cual cuenta con los elementos de redundancia eléctrica, regulación y alimentación de energía de emergencia, aire acondicionado de precisión, detección y extinción de incendios, control de acceso y seguridad.

### Centro de Datos

En el centro de datos de ASA, se hospedan más de 60 servidores de cómputo físicos y 50 servidores virtuales. El espacio de almacenamiento total de los servidores acumula 35 TB. Se encuentran hospedados servidores con otras aplicaciones, como el Correo Electrónico, Mensajería Instantánea, Tarifador telefónico, Web Page, Intranet, etc.

En el mismo centro de datos, se encuentran instalados los principales equipos de telecomunicaciones (switch core, conmutadores y ruteadores) para los servicios de red y de telefonía.

Los principales servidores de cómputo procesan las peticiones de operación de base de datos del SIAMCO, SCCP y Meta4.

El ERP ORACLE Financials está hospedado en un centro de datos externo, certificado en TIER III, ISAE 3402, SSAE 16 e ISO9001. La empresa que proporciona los servicios de hospedaje de los equipos de cómputo de los ambientes de pruebas, control de calidad y producción de ORACLE ERP es KIO, en el que sus instalaciones se encuentran en Huixquilucan Estado de México. Se tienen dos enlaces de comunicaciones redundantes desde ASA hacia ese centro de datos, para establecer las comunicaciones con el sistema integral financiero ORACLE ERP.

### **Infraestructura de Telecomunicaciones**

Todos los aeropuertos y estaciones de combustibles se encuentran comunicados en una red privada con tecnología MPLS, la cual es proporcionada por TELMEX/Uninet en las 61 localidades del país en el que ASA tiene presencia. La WAN, tiene un ancho de banda de 2 Mbps en cada punto (aeropuerto o estación de combustibles), con redundancia por ADSL (cableado telefónico), en caso que la comunicación con el nodo principal tenga algún problema.

Algunos puntos de los aeropuertos, por sus extensiones requieren de tecnología inalámbrica para comunicar los diferentes edificios en los terrenos del aeropuerto.

La red local LAN, conecta 14 edificios del campus de ASA, con equipos de comunicaciones de alta capacidad y Fibra Óptica.

ASA cuenta con 1,400 equipos de cómputo conectados en la red de comunicaciones, divididos en 750 equipos para Oficinas Generales y 650 equipos en los aeropuertos y estaciones de combustibles.

El Internet es proporcionado de manera centralizada, a través de un enlace de microondas hacia el carrier o proveedor del servicio. El ancho de banda para el servicio de Internet es de 40 Mbps.

La seguridad informática que requieren los equipos de cómputo de ASA, es protegida por equipo firewall, que controla el acceso y salida de la red de telecomunicaciones de ASA. Existen equipos VPN que son utilizados para la conexión segura desde cualquier parte de Internet a la red de comunicaciones de ASA con ello aprovechar los servicios como Telefonía IP y acceso a los aplicativos para soporte y mantenimiento remoto.

Las comunicaciones son el elemento más importante, ya que además de proveer el acceso a las aplicaciones empresariales, se proporciona el servicio de telefonía digital IP, herramienta de comunicación indispensable para la operación aeroportuaria.

Otro de los servicios que se transmiten por la red de comunicaciones es el CCTV digital, con el cual se puede monitorear las cámaras de los aeropuertos y estaciones de combustibles, apoyando en la seguridad y vigilancia de los sitios.



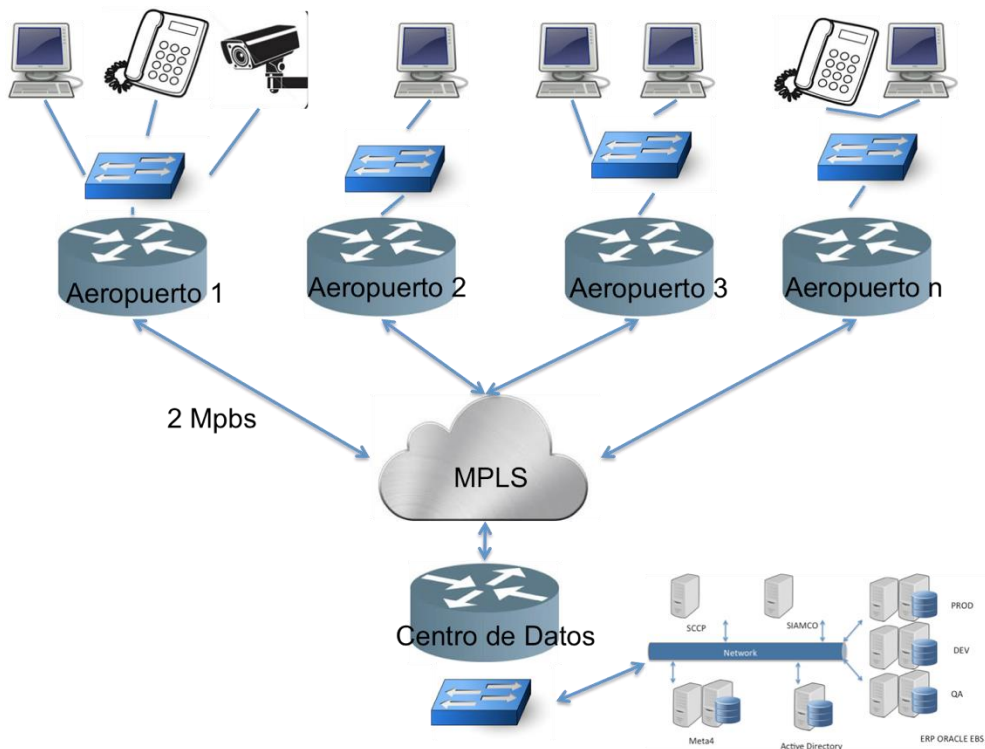


Fig. 22. Esquema de operación de comunicaciones con los aeropuertos y el Centro de Datos en ASA.

Elaborado por: El autor.

### Comunicaciones entre los aeropuertos y estaciones de combustibles

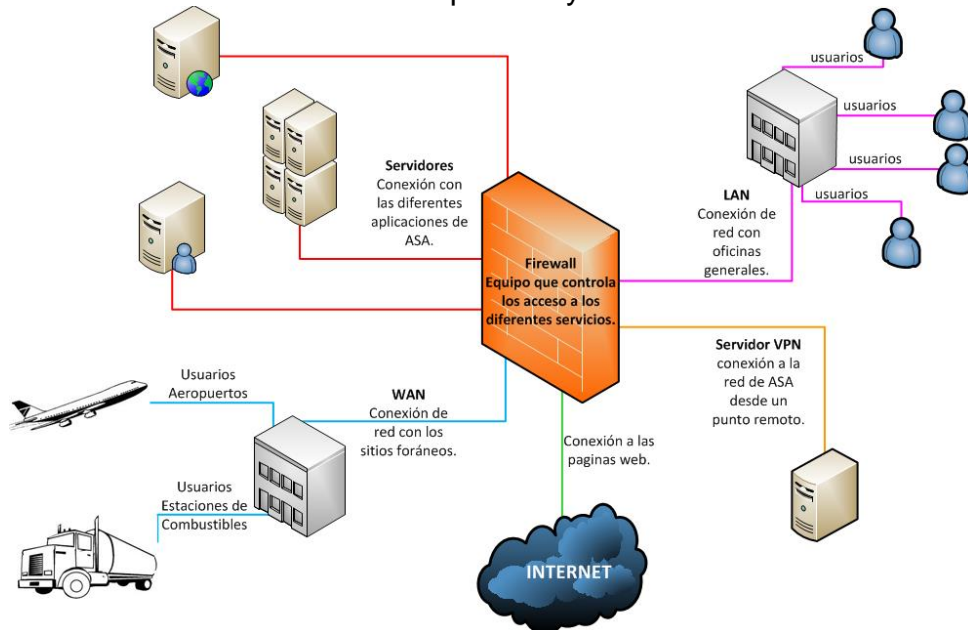


Fig. 23. Salida a Internet de los equipos de comunicaciones, utilizando equipo Firewall para proteger la red.

Elaborado por: Subdirección de Informática, ASA

Un caso especial de comunicaciones es con el Sistema de Control de Combustibles en Plataforma, ya que la transmisión de información es utilizando la red de telefonía celular a nivel nacional, para lo cual el proveedor del servicio proporciona una APN (Access Point Name), con el cual se conecta a la red de ASA y es transmitida la información a los servidores de bases de datos de esa aplicación, para su posterior procesamiento. Así mismo, si se requiere una transacción bancaria para el registro de un pago con tarjeta de crédito o débito, se realiza la conexión a través de un túnel VPN hacia el switch del banco adquirente, quien realizará la transacción bancaria.

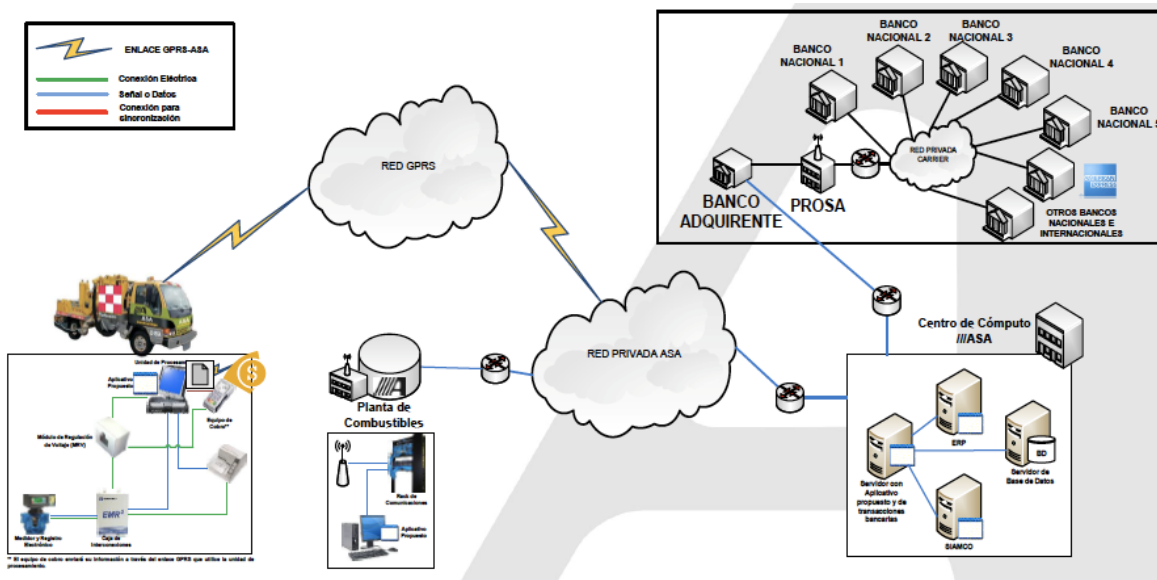


Fig. 24. Arquitectura tecnológica para el SCCP.  
Elaborado por: Subdirección de Informática, ASA

El acceso a las aplicaciones de SIAMCO y Meta4, están relacionados a los usuarios del Directorio Activo de Windows Server, por lo que el servidor de dominio es indispensable para poder acceder a las funcionalidades de esos sistemas.

Aplicación empresarial	Tecnología	Proveedor	Centro de Cómputo
ERPv12	ORACLE EBS	SONDA	KIO
SCCP / FUELGATE	.NET / SQLServer	ATIO	ASA
SIAMCO	JAVA, SQLServer	CIATEQ	ASA
SCADA	IFIX GE	MetrikaLab	ASA
Meta4	Meta4, SQLserver	Meta4	ASA

Tabla 5. Relación de proveedores de cada aplicación  
Elaborado por: El autor

Aplicación	Servidor	DBMS	SO	Tamaño	Registros	Centro Datos
ERP	srverp	ORACLE	RedHat Linux	1 TB	53 Millions	KIO
SIAMCO	flyer	SQLServer 2005	Windows Server 2003 SP 2	15 GB	28 Millions	ASA
SCCP	srvsq1	SQLServer 2008 R2	Windows Server 2008 R2	18 GB	33 Millions	ASA
Meta4	srvsq1nom	SQLServer 2005	Windows Server 2008 SP3	20 GB	20 Millions	ASA

Tabla 6. Tecnologías utilizadas por aplicación  
Elaborado por: El autor

En la siguiente tabla se presenta el alcance y tecnologías utilizadas para los principales sistemas de información en ASA

ERPv12	SIAMCO	SCCP	SCADA	Nómina y Recursos Humanos
Control de Ingresos y Egresos	Control de Inventarios de Combustibles	Automatización en el registro de despacho de combustibles	Automatización en el registro de existencias de combustibles	Control de incidencias, pago de nómina y seguimiento a RRHH
Oficinas Generales, Aeropuertos y Estaciones de Combustibles	Estaciones de Combustibles	Todos los aeropuertos y Estaciones de Combustibles	8 Estaciones (MEX, CUN, GDL, MTY, PVR, TIJ, OAX, TLC)	Oficinas Generales
Adq: 2003 Prod: 2006 Reimpl: 2013	Des: 2005 Prod: 2008-2009	Adq: 2011 Prod: 2012-2013	Adq: 2004 Prod: 2004-2008	Adq: 2009 Prod: 2010
ORACLE	ASA/CIATEQ	ATIO/ FUELGATE	GE/CIATEQ	Meta4

Tabla 7. Información de aplicativos en ASA  
Elaborado por: El autor

Un diagrama conceptual de los servidores de almacenamiento de las aplicaciones empresariales es el siguiente:

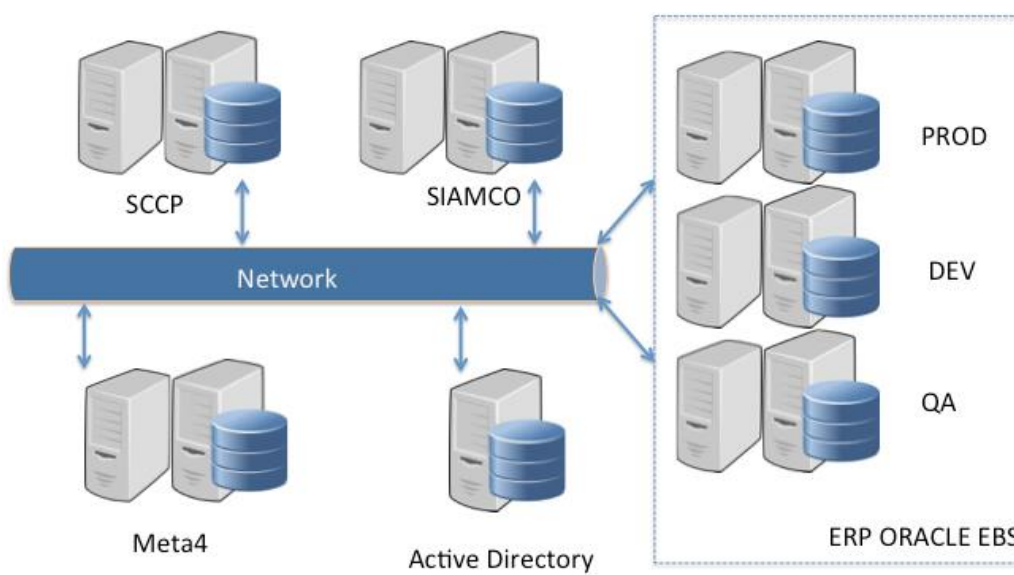


Fig. 25. Equipos utilizados para las aplicaciones críticas del Organismo. El ERP ORACLE se encuentra en otro centro de datos.

Elaborado por: El autor.

### **Análisis de GAP o de brecha.**

En los procesos identificados en ASA para su operación de Combustibles y Aeroportuaria, se han cubierto las necesidades actuales con las tecnologías de información y comunicaciones que apoyan su operación; sin embargo, ASA participa en el desarrollo y ampliación de los aeropuertos del país, lo que involucra que deberá considerarse la modernización en el ámbito de operación, seguridad y servicio al cliente principal: EL PASAJERO.

El proceso básico de un pasajero que tomará un vuelo de salida, al llegar al aeropuerto es:

- 1.- Identifica accesos al edificio terminal
- 2.- Localiza áreas de documentación
- 3.- Realiza documentación con aerolínea
- 4.- Entrega equipaje para su documentación y transporte hacia el avión
- 5.- Solicita informes sobre el estado del vuelo
- 6.- Realiza ingreso por filtros de revisión
- 7- Revisa en pantallas de información de vuelos, hora y puerta de abordaje al avión
- 8.- Documenta en mostrador de abordaje

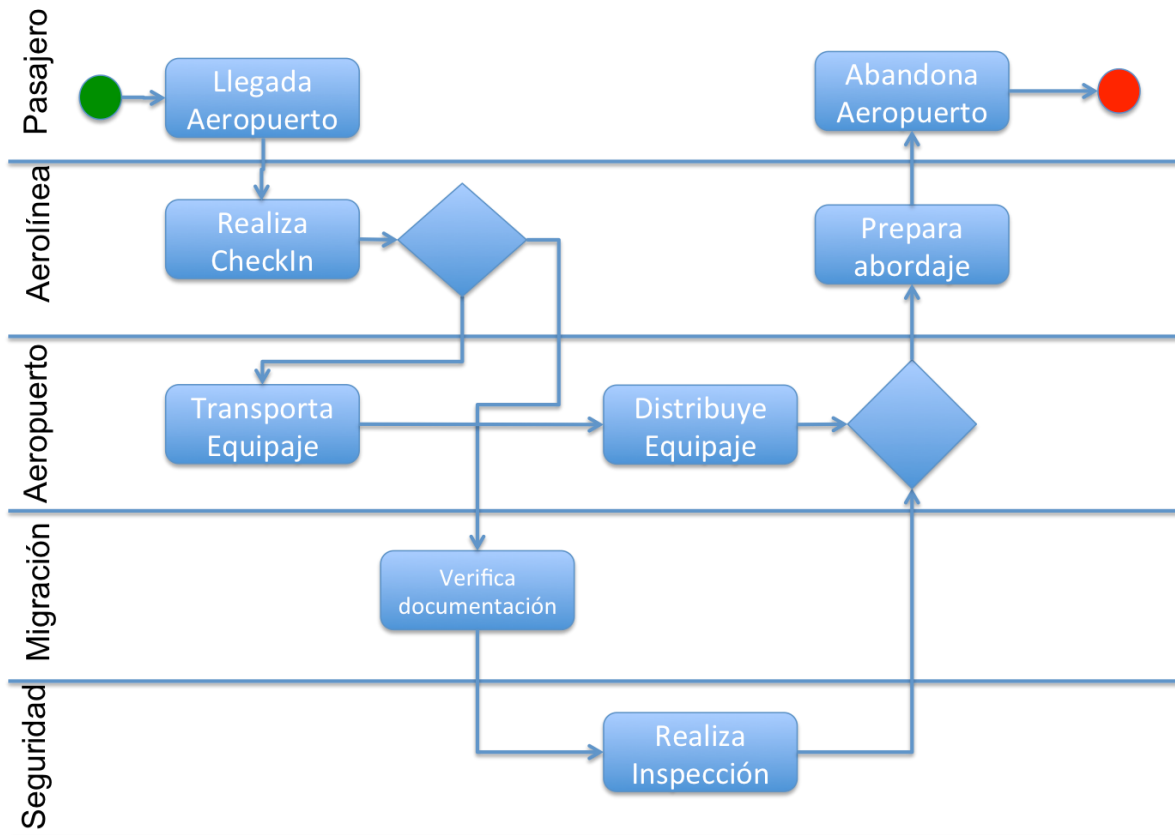


Fig. 26. Proceso básico del pasajero que tiene vuelo de salida  
Elaborado por: El autor

Cuando un pasajero arriba al aeropuerto:

- 1.- Realiza revisión documental de ingreso al país por migración
- 2.- Recoge maletas en bandas de equipaje
- 3.- Realiza revisión por aduanas
- 4.- Solicita información de transporte, hospedaje o renta de autos.

Los servicios al pasajero y que son susceptibles de automatizarse, se clasifican en:

- Disponibilidad de lugares de estacionamiento vehicular
- Documentación de vuelo y equipaje
- Trazabilidad de equipaje
- Información de vuelos
  - o A tiempo, demorado, cancelado
- Información de reclamo de bandas de equipaje

- Audio y Voceo en la terminal para anuncios de salidas, llegadas y avisos de emergencia
- Quioscos de información
  - o Aerolíneas, taxis, transporte público, hoteles, restaurantes, tiendas, etc.
- Publicidad
- Redes de inalámbricas para conexión a Internet en cualquier parte del aeropuerto
- Telefonía pública

Así mismo, es de considerar los sistemas para la seguridad aeroportuaria, como los sistemas de detección y extinción de incendios, Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), Control de Acceso, control automatizado del equipamiento electromecánico del edificio (elevadores, escaleras eléctricas, bandas de equipaje, etc.). El proveer estos servicios, se vuelven críticos en su disponibilidad, confidencialidad e integridad, componentes intrínsecos de la Seguridad de la Información.

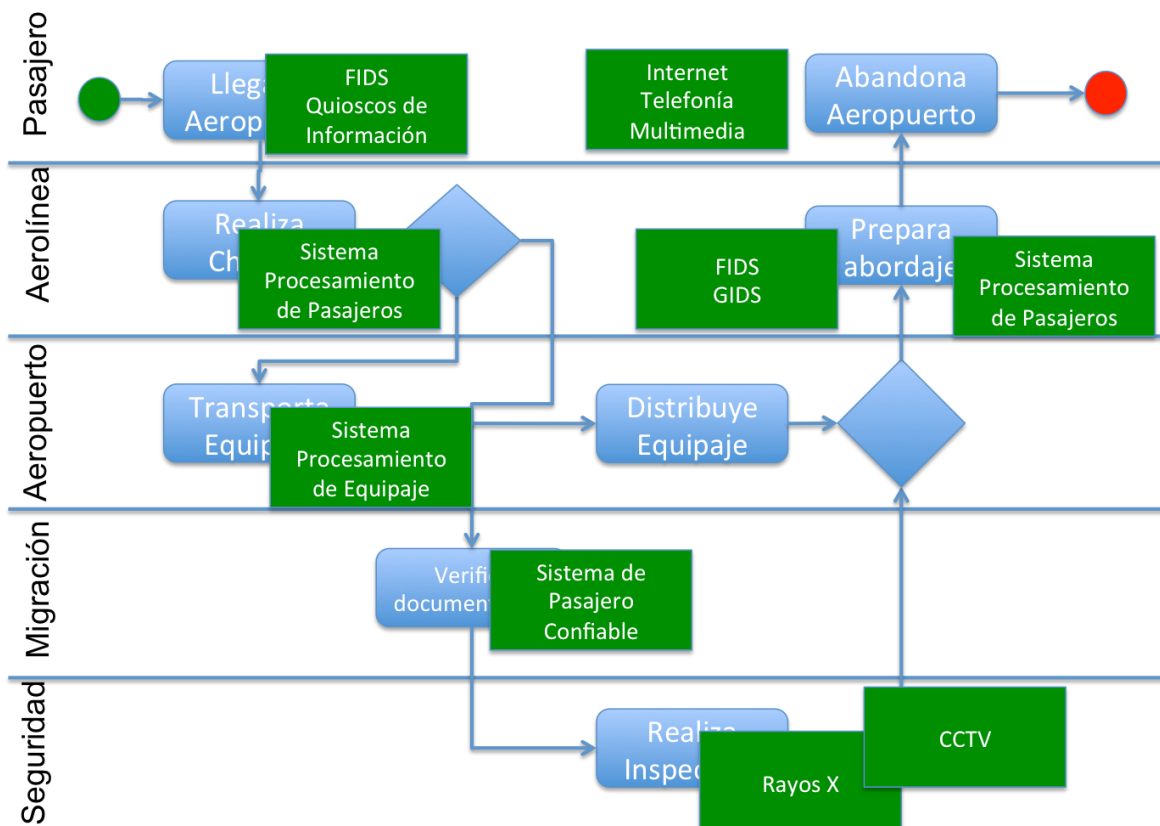


Fig. 27. Proceso de pasajero en vuelo de salida, con el uso y apoyo de Tecnologías de Información.

Elaborado por: El autor.



**Capítulo 3**

**Propuesta de arquitectura  
empresarial para la construcción y  
ampliación de instalaciones  
aeroportuarias.**





## Capítulo 3: Propuesta de arquitectura empresarial para la construcción y ampliación de instalaciones aeroportuarias.

Las instalaciones del edificio terminal de un aeropuerto, es la principal conexión entre el acceso de tierra hacia las aeronaves, es la interface con los componentes para el proceso de pasajeros y su equipaje y el abordaje del vuelo a la aeronave. El edificio incluye facilidades y amenidades para el proceso del registro de pasajeros, su equipaje, carga, administración del aeropuerto, operaciones y mantenimiento. Actualmente, ASA no cuenta con tecnologías que apoyen los procesos que se realizan en el edificio terminal, por lo que es importante incluir en los desarrollos, ampliaciones y construcción de nuevos aeropuertos, las tecnologías que soporten la operación aeroportuaria, con el objetivo de ser eficientes, ofrecer una mejor experiencia al pasajero y garantizar la seguridad de pasajeros, personal de aerolíneas y personal de servicios auxiliares.

Los elementos que se consideran para la construcción de un aeropuerto, son:

- Volumen de pasajeros
- Área de servicios y amenidades
- Características de los pasajeros
- Servicios de vuelos nacionales y/o internacionales
- Políticas y procedimientos de operación
- Rutas de las aerolíneas
- Volumen de Carga a transportar

Además de considerar estos elementos, se deben evaluar otras características como pueden ser:

- Perfil de la población que será atendida
- Ingreso per-cápita y crecimiento potencial
- Localización geográfica del aeropuerto, relativa a otros aeropuertos con similares características.

-Grado de actividad comercial e industrial que puede generar transporte aéreo

-Proximidad a regiones recreativas o turísticas.

El Edificio Terminal, requiere de servicios para la seguridad a los pasajeros, así como ofrecer una experiencia confortable a los usuarios de los aeropuertos, por lo que se debe armonizar la cuestión de arquitectura (luz, ventilación, espacios) con los servicios que ofrece un aeropuerto moderno. Estos elementos son importantes, ya que eso definirá los espacios a construir o ampliar y ello determinará cuantos metros de cable serán utilizados, número de cámaras, pantallas, mostradores, teléfonos, computadoras, antenas de redes inalámbricas, consolas de voceo, serán instalados y con ello derivar el total de nodos, equipo de telecomunicaciones y servicios de tecnologías que se ofrecerán en el aeropuerto.

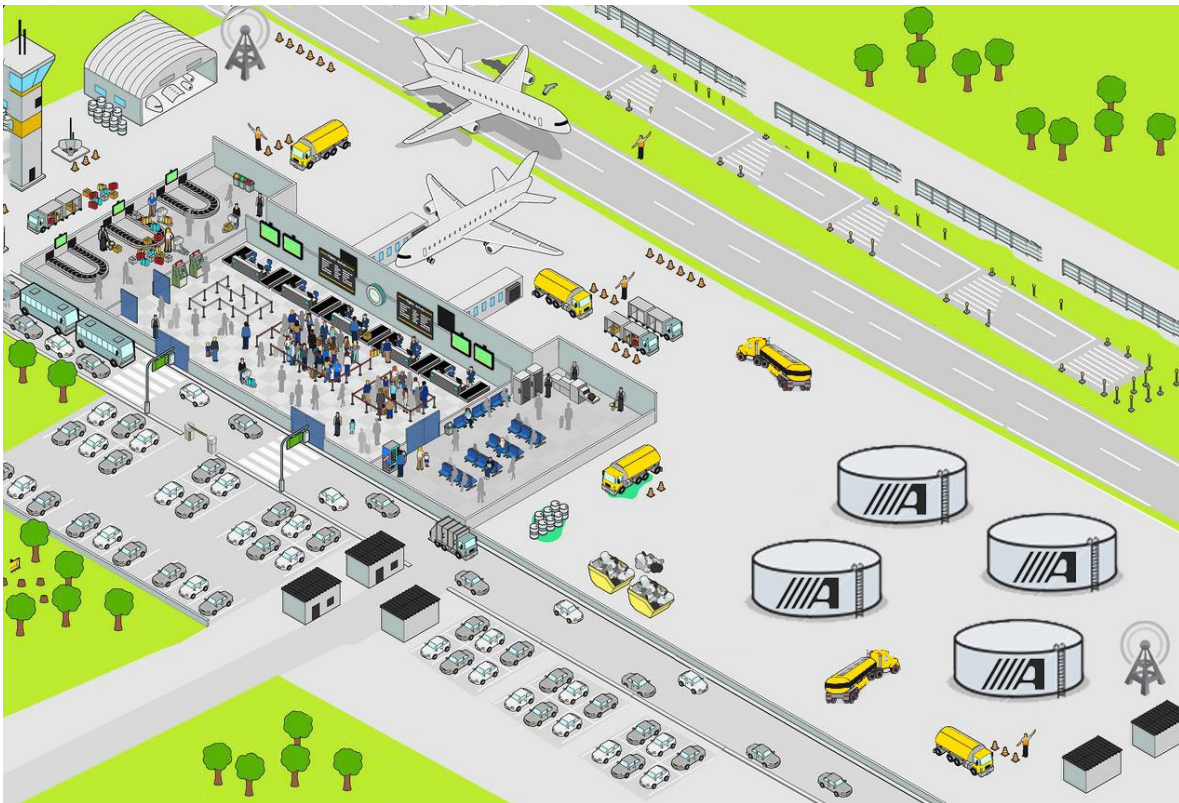


Fig. 28. Gráfico de servicios en los aeropuertos de ASA

Elaborado por: El autor

Los principios guía que son claves para el diseño y construcción de la terminal aérea que se deberán considerar son:

- Proveer un ambiente seguro, cómodo y acústicamente agradable para el personal, los pasajeros y visitantes.
- Ser versátiles y flexibles durante la construcción para dar cabida a las futuras modificaciones.
- Proporcionar la mayor cantidad de puestos de estacionamiento para aeronaves en un área tan compacta como sea posible.
- Consolidar las operaciones de los pasajeros en el menor número de terminales y satélites como sea posible.
- Limitar la distancia que camina pasajero y el tiempo de viaje.
- Crear un recorrido que al pasajero le resulte intuitivo, lineal y minimizar los cambios de nivel.
- Optimizar la fluidez en el paseo por las zonas comerciales, así como la accesibilidad y visibilidad de las mismas.
- Proporcionar una estrategia directa para la distribución de bienes, servicios y sistemas de construcción.
- Proporcionar instalaciones eficientes diseñadas para soportar operaciones de (terminal) central.
- Ofrecer flexibilidad en términos de estrategia de tareas de las líneas aéreas.
- Construir un edificio que comprenda provisiones para cambios físicos y que sea capaz de experimentar ampliaciones manteniendo al mínimo las interrupciones en las operaciones.
- Poner énfasis en la ubicación y visibilidad de los accesos al transporte público.

- Asegurar que la vista de la terminal no quede oscurecida por los estacionamientos.
- Optimizar el uso de la luz natural, estrategias de iluminación eléctrica determinadas por la arquitectura y de la ventilación para reducir los costos de energía y mejorar el ambiente interno.
- Ser funcional y económico de mantener.
- Ser rentable, en términos de inversión en capital, operación y mantenimiento.
- Integrar y contribuir a los diversos requerimientos y estrategias de sustentabilidad del sitio.
- Integrar distintos sistemas de control de construcción para crear un enfoque de Edificio Inteligente.
- *Incorporar sistemas de seguridad y de protección a la vida en caso de incendios, que cumplan con los estándares internacionales para proteger a los ocupantes y al inmueble.*
- Incorporar sistemas de iluminación artificial de alta eficiencia y larga duración con controles digitales.
- Minimizar la contaminación lumínica.
- Proporcionar infraestructura flexible, así como un inmueble apto para albergar *los sistemas de comunicación modernos*, con espacio para crecer al menos en un 25%.
- Proporcionar un inmueble e infraestructura adecuados para tener sistemas modernos de manejo de equipaje.
- Proporcionar controles digitales para servicios e interfaces con control de rampa integrado para el inicio y el cierre de servicios en las salas de espera y las puertas de embarque.
- Proporcionar las instalaciones adecuadas para alojar el equipo de los servicios, con por lo menos un 25% de espacio para crecer.

- Proporcionar sistemas de transportación vertical altamente eficientes, incluyendo ascensores, escaleras mecánicas y pasarelas móviles con accionamientos de velocidad variable.

Actividad en el Edificio Terminal	Área beneficiada	Tecnología
Documentación del pasajero	Aerolíneas	Sistemas de Registro de Pasajeros Quioscos de autoservicio en documentación
Información al pasajero	Pasajeros	Disponibilidad de espacios de estacionamiento vehicular Sistema de Despliegue de Vuelos Sistemas de Despliegue de bandas de equipaje Trazabilidad de equipaje Quioscos de información Pantallas de publicidad Audio y voiceo
Seguridad operacional	Seguridad Aeroportuaria	CCTV Control de Acceso Detección y Extinción de Incendios Control automatizado de instalaciones eléctricas del edificio Detección de explosivos

Actividad en el Edificio Terminal	Área beneficiada	Tecnología
		Sistemas de Rayos X Trazabilidad de equipaje Sistema de Radiocomunicación
Operación Aeroportuaria	Operaciones Aeroportuarias	Base de Datos Operacional Sistema de control de franjas horarias (SLOTS) Gestión de Recursos del Aeropuerto

Tabla 7. Tecnologías en el Aeropuerto y áreas usuarias

Elaborado por: El autor.

### **Principios de Arquitectura**

Con base en lo explicado anteriormente, el objetivo de realizar una Arquitectura Empresarial para ASA, será para maximizar el beneficio y satisfacción de los pasajeros con procesos simplificados, así como mejorar la eficiencia operativa de las instalaciones aeroportuarias y reducción de costos, contemplando las arquitecturas de las aplicaciones, información y de infraestructura tecnológica, requeridas para la modernización de los aeropuertos en México.

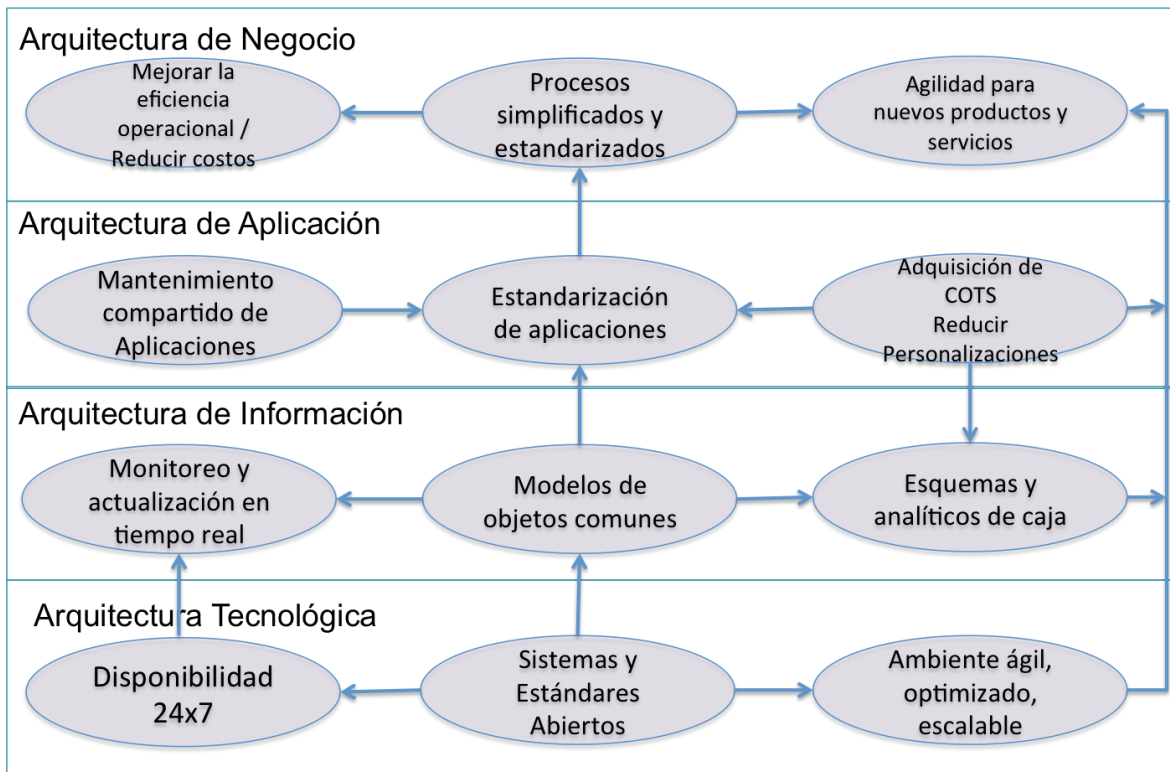


Fig. 29. Principios de Arquitectura

Elaborado por: El Autor

### Arquitectura de Aplicaciones propuesta

Con el propósito de incorporar las tecnologías en beneficio de la operación aeroportuaria y del pasajero, es importante integrar tecnologías y aplicaciones que actualmente no cuenta ASA.

Dentro de esas aplicaciones, las podemos agrupar en:

- Sistemas para líneas aéreas
  - o Sistemas de procesamiento de Pasajeros
  - o Sistemas de autoservicio de documentación
- Sistemas del Aeropuerto
  - o Sistema Aeroportuario (AODB), Sistema de Despliegue de vuelos (Flight Information Display System -FIDS-), Sistema de audio y voceo, reloj digital, sistemas de documentación de pasajeros.
- Sistemas Administrativos

- Sistemas ERP, Sistema de Nómina, Correo Electrónico, Página Web
- Sistemas para la Seguridad Aeroportuaria
  - CCTV, Control de acceso, Detección de Incendios
  - Sistemas SCADA
    - Control de Iluminación, monitoreo y control de elevadores, escaleras eléctricas, aire acondicionado, sistema de bandas de revisión de equipaje, plantas de tratamiento de agua, planta de combustibles de aviación, por mencionar los más relevantes.

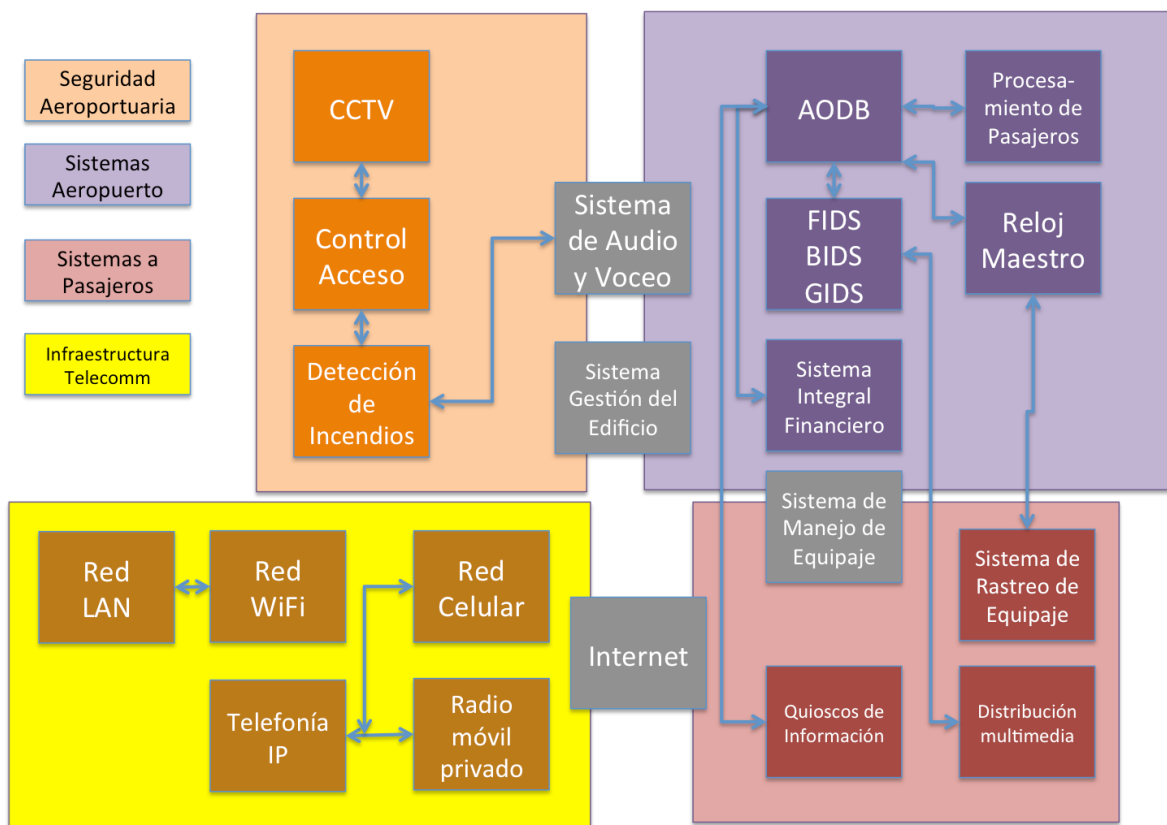


Fig. 30. Clasificación de los sistemas de información e infraestructura en un aeropuerto.

Elaborado por: El autor

Con los dispositivos de comunicación instalados y configurados en un aeropuerto, así como un centro de datos, es posible proveer de los servicios a usuarios de:



### **Sistemas para Seguridad Aeroportuaria.**

El Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) es una tecnología de video vigilancia, diseñada para supervisar las actividades que realiza la gente en las instalaciones del aeropuerto. El sistema de cámaras estará interconectado en la misma red de voz, datos y video del aeropuerto y estarán conectadas a los monitores en los cuartos de vigilancia y control del aeropuerto, donde los operadores podrán estar monitoreando las posibles anomalías que surjan en el aeropuerto.

Es necesario considerar el equipamiento para la grabación de los videos, para en caso de requerirse, acceder a los videos históricos y realizar la revisión de sucesos pasados. El sistema de video vigilancia, deberá contar con software que permita análisis de video identificando objetos olvidados en el aeropuerto, personas que están deambulando en lugares no permitidos, accesos a zonas restringidas, etc. Así mismo, deberá ser capaz de armar la secuencia de imágenes de todas las cámaras involucradas en un suceso, para monitorear y revisar los eventos de mayor importancia en la seguridad aeroportuaria.

El sistema de control de acceso es un sistema que, a través de dispositivos como lectores de tarjetas y huellas digitales, permitirá el acceso del personal a zonas restringidas o de alta seguridad en el aeropuerto. Si el sistema de control de acceso no permite la entrada o salida de personal, estará bloqueando las puertas, mediante electroimanes, que serán liberados siempre y cuando el usuario cumpla con los requisitos de autenticación. Los sistemas de control de acceso, verificarán de acuerdo a los privilegios de cada persona los puntos y puertas que podrá acceder en el aeropuerto. Un ejemplo claro, es que, si la persona de mantenimiento eléctrico quisiera acceder a los cuartos de telecomunicaciones, éste no podrá realizarlo por no permitirle acceso a esas instalaciones y solo a los cuartos de equipamiento eléctrico del aeropuerto.

Los Sistemas de Seguridad deberán estar Integrados: el CCTV integrado con el control de acceso y detección de intrusos en el perímetro que abarca las áreas críticas del aeropuerto, capaces de análisis avanzado y procesamiento de imágenes, así como su integración con el Sistema de detección y extinción de incendios.

De esta manera, en caso de que suene una alarma de detección de incendios, el sistema de CCTV pueda girar la cámara de manera automática y enviar la señal hacia los operadores de la seguridad del aeropuerto; por otro lado, deberá liberar las puertas de acceso para permitir la evacuación de la gente sin mayor contratiempo. Adicional a esa integración, deberá estar integrado el sistema de Audio y Voceo del aeropuerto, para emitir las alertas y mensajes de emergencia correspondientes.

### **Sistemas tipo SCADA**

SCADA es el acrónimo de Supervisory Control And Data Aquisition (por sus siglas en inglés). Los sistemas SCADA permiten controlar y supervisar a través de un software procesos industriales a distancia.

Este tipo de sistemas son utilizados en los aeropuertos, para poder monitorear el funcionamiento y operación de diversos equipos electromecánicos, como son: Sistema de clasificación de equipaje, bandas de reclamo de equipaje, escaleras eléctricas, elevadores, bombas de agua, sistemas de aire acondicionado del aeropuerto, por mencionar algunos.

Los operadores de estos equipamientos podrán tomar acciones de manera remota a donde se encuentran instalados los equipos o podrán recibir alarmas sobre posibles fallas en esos equipos. Este concepto se aplicará en un futuro con mayor alcance, con el Internet de las Cosas (IoT), en el cual mayor cantidad de dispositivos estarán emitiendo alguna señal, dato o estatus para que se integre a tableros de decisión o sistemas de información que apoye en la operación del aeropuerto.

## **Sistemas de Terminal Aérea**

La operación aeroportuaria, requiere de alta coordinación entre todos los prestadores de servicios en un aeropuerto, por lo que se apoyan en sistemas de información que provean de elementos de decisión para contar con una operación eficiente y segura.

El sistema principal que se utilizará en un aeropuerto la Base de Datos Operacional o AODB que significa Airport Operational Database por sus siglas en inglés. La AODB es una base de datos centralizada que registrará información de los vuelos como es la hora de aterrizaje, hora de despegue, puerta de embarque de pasajeros, aerolínea, tipo de avión, cantidad de pasajeros, origen y destino del vuelo, vuelo nacional o internacional, entre los datos más relevantes.

Con esta información es posible proporcionar información a las aerolíneas para que personal en tierra proporcione apoyo a sus pasajeros, es posible desplegar la información en las pantallas de información de vuelos (FIDS), así como coordinar con los servicios en tierra las horas en las que deberá atenderse el vuelo, tales como carga y descarga de equipaje, limpieza del avión, carga de suministros y alimentos y carga de combustibles. Por otra parte, con esa misma información es posible que se preparen otros servicios en el aeropuerto como es Migración y aduanas, bandas de reclamo de equipaje, seguridad y revisión de pasajeros.

La información registrada de vuelos en el sistema AODB permite que los sistemas de audio y voice tomen la información y de manera automática anuncien la salida y/o llegada de vuelos en las salas de última espera. La AODB es el sistema de información más importante para las operaciones aeroportuarias.

## **Los Sistemas Administrativos**

Para llevar el registro contable y financiero del aeropuerto, de los ingresos que percibe, es necesario implementar un sistema financiero tipo ERP que lleve el

control de los presupuestos, ingresos y egresos, control de los inventarios de activo fijo, compras, pagos de nómina y la contabilidad.

Los ingresos de un aeropuerto son por el aterrizaje de los aviones en pista, el tiempo que permanecen estacionados en la puerta de embarque, el uso de hangares y pernoctas de aviones, la renta de locales comerciales, renta de espacios para publicidad y la renta de mostradores y oficinas.

Un sistema probado internacionalmente, para tener el control de los flujos de efectivo, permitirá contar con la balanza financiera en tiempo real y con ello además dar cumplimiento al pago de impuestos y reportes contables hacia la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Una herramienta de trabajo muy útil es el correo electrónico institucional, así como sistemas de mensajería instantánea que promueva la eficiencia en las actividades del personal administrativo del aeropuerto, por lo que se deberá considerar un sistema robusto de correo electrónico en el aeropuerto.

### **Arquitectura de Información propuesta. Integración entre aplicaciones**

Las aplicaciones comparten datos, catálogos e información para su procesamiento, por lo que deberán utilizarse tecnologías de integración de tipo BUS de datos que mantenga la consistencia e integridad de la información, evitando duplicidad e inconsistencia. Se deben eliminar las interfaces punto a punto entre las aplicaciones.

El dato más básico para todos los sistemas es la fecha y hora, ya que todos deberán estar sincronizados en milisegundos, ya que la veracidad y coordinación de eventos en el aeropuerto, dependen del reloj central. De esta manera el sistema de reloj maestro, comparte la información de la fecha y hora con todos los aplicativos así con equipos de telecomunicaciones y cómputo.

Otro ejemplo, en el sistema de la Base de Datos Operacional, en el cual se registran todos los aterrizajes y despegues de las aeronaves en los horarios definidos, así como las aerolíneas que registran a los pasajeros y equipaje que abordan las aeronaves ;esta información deberá ser compartida con el despliegue de información dinámica en las pantallas, tales como las Pantallas de Información de Vuelos (FIDS Flight Information Display System), Información de Reclamo de Equipaje (BIDS Baggage Information Display System) , Información en Puertas de Embarque (GIDS Gate Information Display System) y estos sistemas a su vez con el Sistema de Quioscos de Información y con el Sistema de Anuncios Públicos y Notificación Masiva (Audio y Voceo), para el informe auditivo de salidas y llegadas de vuelos de manera automatizada, utilizando la información almacenada en FIDS.

Por otra parte, la información almacenada en la Base de Datos Operacional, es requerida para la facturación de los servicios aeroportuarios en el Sistema Integral Financiero, ya que se cobra de acuerdo al tiempo de estacionamiento de la aeronave en la posición de embarque del aeropuerto, el tipo de vuelo (Nacional o Internacional), el tonelaje de la aeronave y el número de pasajeros que abordaron el vuelo para el cobro de la Tarifa de Uso de Aeropuerto (TUA).

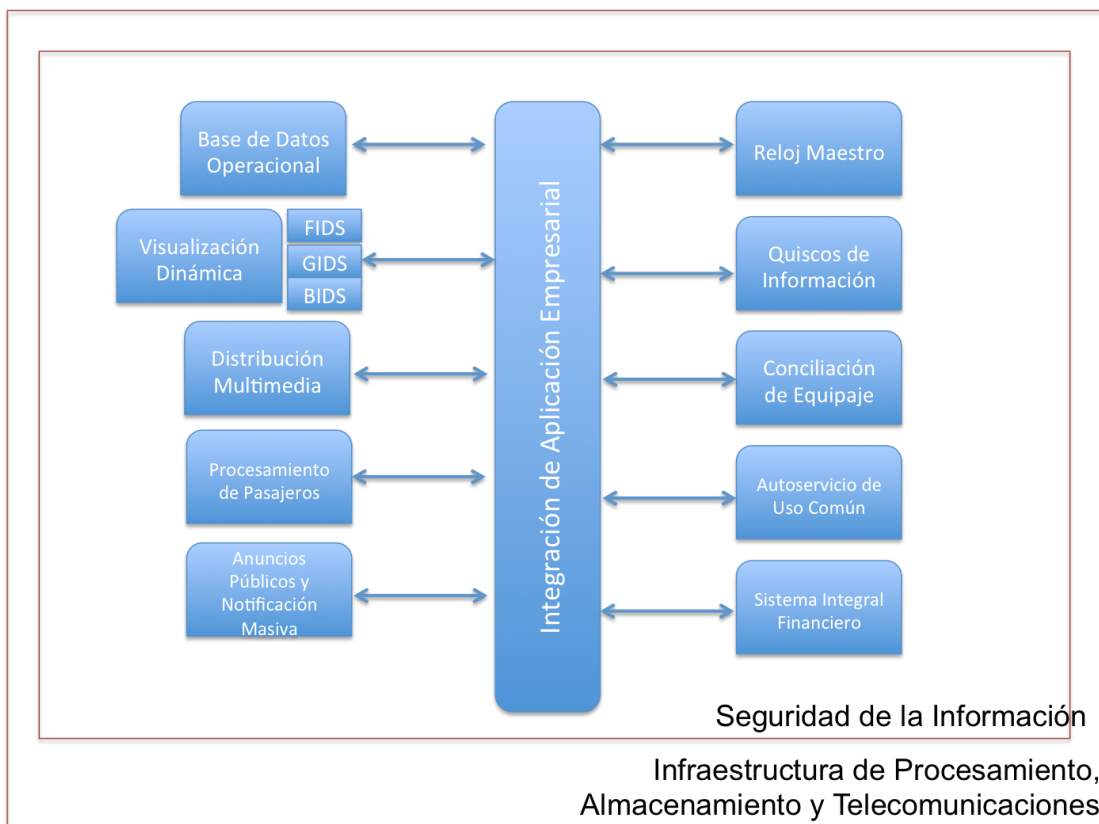


Fig. 31. Integración de aplicaciones

Elaborado por: El autor

Todos estos componentes tecnológicos, deberán contar con las herramientas de hardware y software para la seguridad de la información, así como de los procedimientos y reglas de operación que den la garantía de seguridad de la información con confidencialidad, integridad y disponibilidad que un aeropuerto con operaciones críticas requiere.

Como dato importante, en encuesta realizada por la empresa SITA, sobre las tendencias de TI en los aeropuertos, se identificaron tres grandes rubros donde los responsables de tecnologías en los aeropuertos están invirtiendo como prioridad para el 2016: 59% en procesamiento de pasajeros, 50% en la seguridad de pasajeros y aeropuerto y 41% en operaciones aeroportuarias. En los aeropuertos de México, se ha invertido poco en tecnologías, por lo que estas recomendaciones son importantes en su implementación para el futuro inmediato, más si el proyecto

más importante del país se desarrollará en los próximos 5 años con el Nuevo Aeropuerto Internacional de la Cd. de México (NAICM).

### **Arquitectura de Tecnología propuesta**

Los aeropuertos requieren de infraestructura y servicios de TIC's, para contar con una operación segura y eficiente. El edificio terminal del aeropuerto, para proporcionar una buena experiencia a los usuarios y/o pasajeros en el tiempo que permanecen en las instalaciones, deberá contar con servicios que apoyen la estancia y se aprovechen las tecnologías de información para incrementar los ingresos del aeropuerto.

En el diseño y planeación de ampliaciones o desarrollos de nuevas instalaciones aeroportuarias, deberá considerarse desde el inicio del proyecto, incluir la infraestructura de tecnologías de información y comunicaciones en los proyectos ejecutivos, ya que deberán tomarse en cuenta en los espacios arquitectónicos del edificio terminal, las trayectorias del cableado vertical y horizontal, los cuartos de telecomunicaciones, las necesidades eléctricas para alimentar los equipos de telecomunicaciones y cómputo, así como el centro de datos donde serán hospedados los equipos centrales de comunicaciones, almacenamiento y procesamiento.

En el desarrollo del proyecto arquitectónico, se deberán considerar la cantidad de nodos o conexiones a la red de telecomunicaciones que existirán en una distancia de 90 metros, ya que de esa zona dependerán los servicios; por ejemplo, en la zona de documentación de pasajeros deberá considerarse lo siguiente:

- Número de mostradores
- Conectividad con balanzas de equipaje
- Equipo a instalar en mostradores

Computadora

Impresora

Lector de códigos

Teléfono

- Número de cámaras de CCTV a instalar en la zona.
- Número de pantallas de despliegue de vuelos (FIDS) a instalar en esa área.
- Número de pantallas de publicidad a instalar
- Número de bocinas o altoparlantes que serán utilizados
- Sistema de voceo (consolas de voceo)
- Oficinas de atención al público
- Mostradores o quioscos de autoservicio

Entre más nodos se requieran, más será la cantidad de cables que deberán ser soportados por las canaletas y/o charolas que guiarán el cableado hacia el destino en las instalaciones del aeropuerto, por lo que nuevamente es el diseño y utilización de materiales que se deben considerar en los proyectos arquitectónicos, permitiendo además un crecimiento del 25% en caso de que la demanda de servicios de red se incremente con el tiempo.

Por otra parte, la infraestructura de telecomunicaciones deberá ser redundante, es decir deberá considerarse un doble anillo de fibra óptica para darle continuidad en las operaciones del aeropuerto, así como dos centros de datos que respalden la información crítica del aeropuerto, preferentemente los equipos críticos deberán estar instalados en un centro de datos externo, por lo que el diseño de los espacios que serán ocupados en el aeropuerto, también debe ser considerados. El centro de datos o centro de cómputo, es una sala de gran tamaño que hospeda en ese sitio los equipos de telecomunicaciones y servidores de cómputo que procesan los datos del aeropuerto.

El centro de datos, deberá considerar doble acometida eléctrica, detección y extinción de incendios con elementos que no dañen al equipamiento electrónico, piso y techo falso, aire acondicionado redundante de precisión, que controle temperatura y humedad al interior del centro, generadores de electricidad



redundantes, para que se activen en caso de una contingencia de alimentación de energía, unidades de energía (UPS) para soportar la carga de los equipos de telecomunicaciones y servidores en caso de corte de energía y que se normalice la energía con las plantas generadoras de emergencia. En la parte de seguridad del centro de datos, deberá considerarse que cuente con sistema de video vigilancia, sensores de movimiento, control de acceso biométrico y puertas con cerraduras electromagnéticas, ya que no cualquier persona deberá tener acceso al punto más importante de la operación del aeropuerto.

La instrumentación de Planes de Recuperación de Desastres (DRP), deberá ser parte de la mitigación de riesgos de posibles pérdidas de información y dar la continuidad en los servicios de los sistemas de información.

La red dorsal de comunicaciones es una red convergente, única y robusta de alta capacidad, para la transmisión de voz, datos y video que son operados en el aeropuerto; para proveer un alto desempeño, disponibilidad y redundancia, es importante contar con una arquitectura de tres capas. La primera capa se instalarán los equipos de comunicaciones centrales redundantes, configurados en cuartos de comunicaciones independientes, que operen a través de Fibra Óptica y que, en caso de falla del equipo principal, la red de telecomunicaciones pueda seguir operando, logrando una disponibilidad de la red del 99.99% en un periodo de 30 días.

Como segunda capa, se instalarán equipos de distribución en cuartos de comunicaciones secundarios, lo que permitirá distribuir el tráfico de la red, optimizando los tiempos de respuesta. Finalmente, la capa de equipos de comunicación para el acceso, en el cual se conectaran los servicios finales, tales como los nodos para equipo de cómputo, telefonía IP, redes inalámbricas, pantallas de despliegue de vuelos, controladoras de acceso, cámaras de circuito cerrado de televisión y monitoreo de sensores y actuadores de sistemas tipo SCADA.

Cada uno de los servicios que utilizarán la red de comunicaciones, se deberán configurar de manera independiente como redes lógicas utilizando VLAN (Red de Área Local Virtual), optimizando la calidad de transmisión de datos y proporcionando seguridad lógica al tráfico de red.

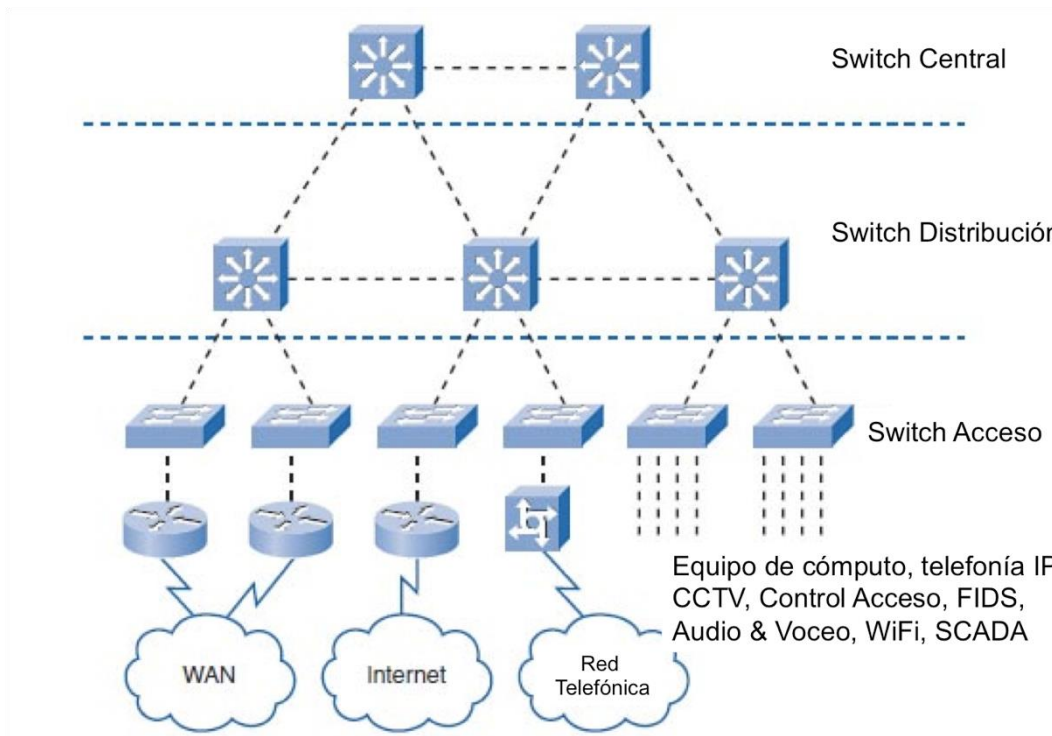


Fig. 32. Arquitectura Tecnológica de comunicaciones propuesta.

Elaborado por: El autor

La infraestructura de comunicaciones instalada en el aeropuerto, puede ser aprovechada como parte de la generación de ingresos comerciales por el aeropuerto, ya que los servicios de voz (telefonía), datos (internet, redes privadas) y video (acceso de visualización de las cámaras del CCTV instalado), pueden ser ofertados en la renta de los espacios comerciales del aeropuerto, como valor agregado. Así mismo, puede ofertarse espacio de hospedaje para equipamiento de servidores de cómputo y equipos de comunicaciones, en el Centro de Datos del aeropuerto hacia terceros, como aerolíneas, empresas arrendadoras de autos,

bancos, restaurantes, etc. Estos servicios agregan un valor económico a los ingresos no aeroportuarios de ASA.

Recordemos que las instalaciones de los aeropuertos, son puntos utilizados para ataques maliciosos, tanto en el mundo físico como en el virtual, por lo que la seguridad es uno de los puntos principales por integrar en la arquitectura tecnológica.

### Matriz de brechas, soluciones y dependencias

Con lo que se ha revisado, podemos resumir en la Matriz de brechas, los elementos de cada arquitectura que deberán ser considerados en su implementación en los aeropuertos.

No	Arquitectura	Brecha	Solución	Dependencia
1	Negocio	Nuevo proceso de registro de pasajeros	Modelado del proceso	Acuerdo con aerolíneas
2	Negocio	Proceso para el Control de operaciones aeroportuarios	Modelado de proceso	Aprobación por el área de Operaciones
3	Negocio	Rastreo de equipaje en tiempo real	Modelado de proceso	Acuerdo con aerolíneas
4	Negocio	Proceso de pasajeros en migración y aduanas	Modelado de proceso	Acuerdo con autoridades federales
4	Aplicación	Aplicación para el proceso de pasajeros	Sistemas de tipo COTS o desarrollos particulares	
5	Aplicación	Aplicación para el seguimiento del	Sistemas tipo COTS	3

No	Arquitectura	Brecha	Solución	Dependencia
		equipaje en el aeropuerto		
6	Aplicación	Sistema para los quioscos de información	Sistemas tipo COTS	
7	Aplicación	Aplicación para el despliegue de información de vuelos	Sistemas tipo COTS	
8	Aplicación	Aplicación para el anuncio de información de vuelos	Sistemas de tipo COTS	
9	Información	Integración de información del sistema de vuelos con el sistema de audio y voice	Software	
10	Información	Integración de aplicaciones	Software de integración	
11	Infraestructura	Equipo de telecomunicaciones común	Una sola red de telecomunicaciones	
12	Infraestructura	Equipo de telefonía celular común	Antenas distribuidas en el aeropuerto	Autorización por entidades regulatorias
13	Infraestructura	Centro de datos redundante	Desarrollo de dos centros de datos	Diseño arquitectónico

No	Arquitectura	Brecha	Solución	Dependencia
14	Infraestructura	Redes inalámbricas con cobertura en todo el edificio	Instalación de equipamiento	
15	Infraestructura & Aplicación	Integración de Control de Accesos con CCTV	Instalación y configuración de aplicaciones	Integración de diferentes soluciones
16	Infraestructura & Aplicación	Integración Control de Acceso con Sistemas de Detección de Incendios	Instalación y configuración de aplicaciones	Integración de diferentes soluciones
17	Infraestructura	Pantallas de información de vuelos	Instalación de equipos	
18	Infraestructura	Equipamiento de Seguridad de la información	Instalación de equipos dedicados (firewall, IDS, IPS, VPN)	
19	Infraestructura & Aplicación	Sistemas de audio y voceo integrado a sistemas de información de vuelos	Instalación y configuración de equipos	
20	Infraestructura	Sistemas de Control y Adquisición de Datos en los sistemas electromecánicos del aeropuerto	Instalación y configuración de equipos	

Tabla 9. Matriz de Brechas.  
Elaborado por: El autor

.



# **Capítulo 4**

## **Modelo de gobierno para la operación de TICs en los aeropuertos.**



## Capítulo 4: Modelo de gobierno para la operación de las TICs en los aeropuertos.

Con el propósito de gestionar las tecnologías de información de manera eficaz y eficiente, es importante aplicar la gobernabilidad o gobernanza, en el cual quede establecido quiénes y cómo se tomarán las decisiones que impacten de manera positiva en la operación de los aeropuertos, con la implementación de los sistemas de información y la infraestructura tecnológica.

### Definiciones

1. Gobernanza corporativa: el aprovisionamiento de la estructura para determinar los objetivos organizacionales y monitorear su desempeño, asegurando que estos se cumplan. OCDE.
2. La especificación de un marco de rendición de cuentas y derechos de decisión para fomentar un comportamiento deseable en el uso de las TICs. Weill & Ross.
3. La gobernanza está constituida por las estructuras de liderazgo y procesos que aseguren que las TICs de la organización sostienen y extienden la estrategia y objetivos de la organización. ITG.

Una vez que se tengan las arquitecturas de aplicaciones, información e infraestructura tecnológica instalados, integrados y operando de manera óptima y segura, es necesario considerar la parte estratégica y de gobierno de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones en el marco de operación de Aeropuertos y Servicios Auxiliares, así como la operación de las tecnologías propuestas, por lo que, dentro de todo el proyecto, se deberá establecer el modelo de Gobierno que será implementado.



ASA, como una empresa paraestatal del Gobierno Federal, está dentro de las políticas públicas que desarrolla la Secretaría de la Función Pública y en particular con el control y gobernanza en materia de Tecnologías de Información y Comunicaciones, la Unidad de Gobierno Digital, quien ha instruido a que todas las entidades y dependencias del gobierno federal, se apeguen al Manual Administrativo de Aplicación General en materia de Tecnologías de Información y Comunicaciones y Seguridad de la Información (MAAGTIC-SI).

El MAAGTIC-SI es un esfuerzo de constante evolución, el cual toma como referencia las mejores prácticas internacionales en materia de control y gobierno de las tecnologías de información y comunicaciones, tales como COBIT, ITIL, ISO 27000, ISO 20000, PMI, entre otros.

En este manual, se especifican 9 procesos que deben ser documentados y medidos, de acuerdo a los indicadores establecidos.

Los 9 procesos del MAAGTIC-SI vigentes son:

- 1.- Planeación Estratégica.
- 2.- Administración del Presupuesto y Contrataciones.
- 3.- Proceso de Administración de Servicios.
- 4.- Proceso de Administración de la Configuración.
- 5.- Proceso Administración de la Seguridad de la Información.
- 6.- Proceso de Administración de Proyectos.
- 7.- Proceso de Administración de Proveedores.
- 8.- Proceso de Administración de la Operación.
- 9.- Proceso de Operación de los Controles de Seguridad de la Información y del ERISC.

Es obligatorio para los funcionarios que desarrollan sus actividades en la Administración Pública Federal, en las áreas de TICs, el cabal cumplimiento a los

lineamientos establecidos en ese manual, ya que son auditables por los Órganos Internos de Control y la Auditoría Superior de la Federación.

Por lo anterior, la estructura de personal del área de Informática, que deberá vigilar el cumplimiento a niveles de operación óptimos, cumplimiento de contratos por los proveedores de servicios y el estricto control en la seguridad de la información, se propone una estructura organizacional que cubra todos estos aspectos.

Partiendo de las mejores prácticas y el cumplimiento a la normatividad vigente, se identifican dos dominios funcionales, que tendrán como objetivo asegurar que los procesos se alineen a la operación y los servicios que se proporcionarán en los aeropuertos. Estos dominios se definen de la siguiente manera:

- Dominio Operativo (Administración y servicios institucionales), el cual operará la infraestructura instalada, supervisará y evaluará los servicios en materia de TICs.

- Dominio Normativo Estratégico, que proveerá las normas y lineamientos que deberán cumplir, así como el diseño de la estratégica que seguirá el Organismo para mejorar los procesos y los servicios.

### **Dominio Operativo**

Para proporcionar eficientemente los servicios que se proponen, desde la operación de la infraestructura instalada, la seguridad de la información hasta la continuidad y disponibilidad de los servicios, se requiere de un marco estructurado para disminuir los riesgos en la operación del aeropuerto.

Los procesos de soporte a los servicios, alineados al MAAGTICSI son:

- Proceso de Administración de Servicios.
- Proceso de Administración de la Configuración.
- Proceso Administración de la Seguridad de la Información

- Proceso de Operación de los Controles de Seguridad de la Información y del ERISC.

### **Dominio Estratégico**

La Organización de TICs de ASA, debe desarrollar la visión, estrategia y controles necesarios, para que pueda contribuir de mejor manera al logro de los objetivos de ASA. Los procesos que se tomarán como referencia del MAAGTICSI son:

- Planeación Estratégica.
- Administración del Presupuesto y Contrataciones.
- Proceso de Administración de Proyectos.
- Proceso de Administración de Proveedores.
- Proceso de Operación de los Controles de Seguridad de la Información y del ERISC.

Algunas de las ventajas de utilizar MAAGTIC-SI para la alineación de la organización de TI con el negocio en cuanto al soporte y la entrega del servicio son:

- Es un conjunto de mejores prácticas de la industria de TI, es decir, que la realización de estos procesos de TI proporcionan una manera óptima en tiempo y costo para el fin para el cual fueron realizados.

- Es escalable, adaptándose a las particularidades y complejidad de las organizaciones.

- Es independiente de la tecnología.

- Opera la infraestructura instalada, supervisa y evalúa los servicios en materia de tecnologías de comunicación e información.

- Asegura las consideraciones de requerimientos funcionales y no funcionales

- Garantiza que los servicios son examinados apropiadamente antes de su uso en la operación

- Examina los posibles riesgos y su impacto en la infraestructura causada por nuevos sistemas o actualización de los mismos.

- Reduce la ocurrencia de riesgos en las Tecnologías de Información como son:

- Fallas en los proyectos
- Desperdicio en inversiones
- Brechas en la seguridad
- Caídas de sistemas
- Fallas por parte de los proveedores de servicios al entender los requerimientos del cliente

Tomando en consideración los dos dominios (Dominio Normativo Estratégico y Dominio Operativo), se propone una estructura organizacional alineada, que opere de manera eficiente los servicios tecnológicos de ASA, contando con una Coordinación General de TICs y en el dominio Normativo a los responsables de:

- Planeación de TICs
- Normatividad Organizacional
- Administración de proyectos
- Desarrollo Informático
- Estándares y evolución tecnológica
- Seguridad de la Información

Por otra parte, en el Dominio Operativo:

Servicios Institucionales

Operaciones

Administración de Niveles de Servicio

Servicio a Clientes

Unidad Funcional	Descripción General de Funciones
Planeación de TICs	Elabora normas y lineamientos que deben seguir las Unidades Administrativas.:

Unidad Funcional	Descripción General de Funciones
	<p>-Diseña y establece la estrategia de la Organización para mejorar los servicios y facilitar los procesos</p> <p>-Proponer y apoyar en la contratación y adquisición de servicios de TI</p>
Normatividad Organizacional	Establece el modelo de gobernabilidad más adecuado para la organización de TI, considerando los procesos correspondientes, la estandarización y homologación de actividades y el análisis evolutivo del mismo
Administración de Proyectos	Provee asesoría y servicios de apoyo para el desarrollo efectivo de los proyectos a fin de dar cumplimiento a la metodología para la implementación de proyectos y facilitar la toma de decisiones.
Desarrollo Informático	Provee el desarrollo y mantenimiento de las aplicaciones requeridas por las Unidades ya sea desarrollos internamente o por terceros
Estándares y Evolución Tecnológica	Elabora los estándares en materia de tecnologías de comunicación e información.
Seguridad de la Información	Dirigir la implantación de las medidas de control y seguridad en los sistemas, bienes y servicios informáticos en la organización a fin de controlar la seguridad de tecnologías de información y telecomunicaciones, minimizando los riesgos inherentes.
Servicios Institucionales	-Administra y da soporte a la infraestructura

Unidad Funcional	Descripción General de Funciones
	<p>instalada. -Supervisa y evalúa la seguridad sobre la</p> <p>Infraestructura tecnológica instalada.</p> <p>-Supervisa y evalúa los servicios en materia de tecnologías de comunicación e información (incluso los proporcionados por terceros).</p> <p>-Supervisa y evalúa los estándares en materia de tecnologías de comunicación e información</p> <p>-Supervisa la ejecución adecuada de los Niveles de Servicio.</p> <p>-Mantiene la capacidad, disponibilidad y continuidad de los servicios e infraestructura de la Organización.</p> <p>-Garantizar la continuidad operativa de la infraestructura tecnológica mediante la administración y el control de cambios, así como de la configuración de cualquier componente tecnológico</p>
Operaciones	<p>Se encarga de coordinar la gestión de los procesos de capacidad continuidad y disponibilidad siendo para estos la mesa de ayuda un punto de contacto clave para que estos procesos puedan ser monitoreados y ejecutados.</p>

Unidad Funcional	Descripción General de Funciones
Administración de Niveles de servicio	Tiene como responsabilidades el establecimiento de la estrategia para gestionar los mecanismos adecuados, para definir, monitorear los servicios de escritorio, para que estos se ejecuten de una manera eficiente y eficaz sin descuidar la calidad del servicio.
Servicio a Clientes	Establecer los mecanismos adecuados para definir, negociar, acordar, y administrar la calidad y costo de los servicios de comunicaciones e información y controlar el cumplimiento de las políticas normas y estándares de atención a clientes/usuarios.

Tabla 10. Funciones propuestas para cada responsable en la organización de la Subdirección de Informática

Elaborado por: El autor

### **Organigrama propuesto**

A manera gráfica, representaremos la propuesta de Organización del área de la Subdirección de Informática, de la siguiente manera:

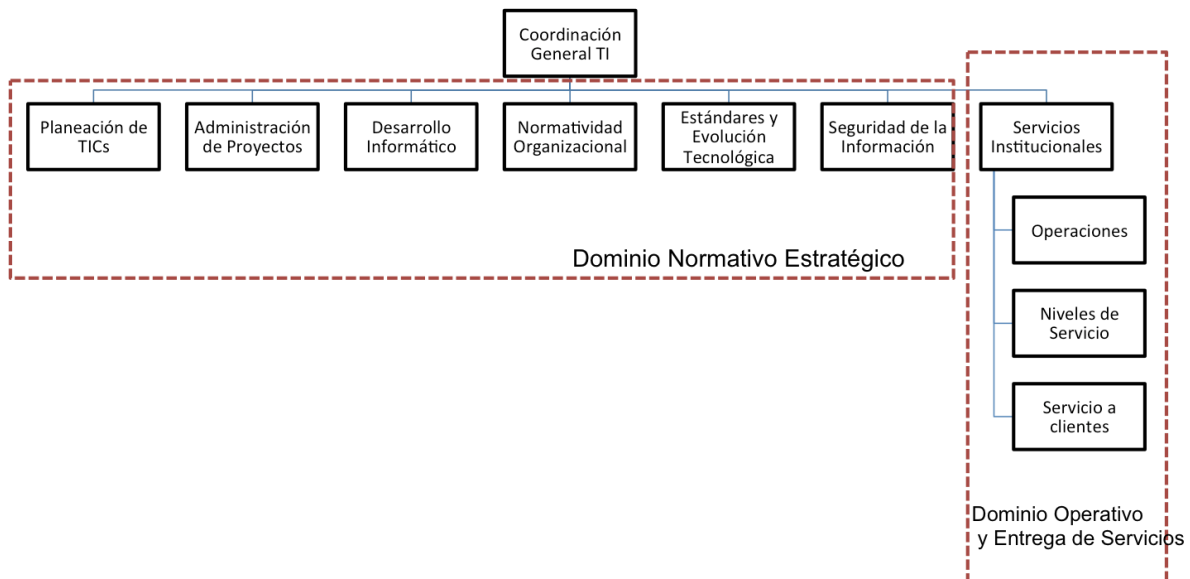


Fig. 33. Organigrama funcional propuesto

Elaborado por: El autor

Los servicios institucionales, atienden cada uno de los componentes de la infraestructura tecnológica presentada, por lo que por ejemplo, existirá un responsable especializado que atenderá el Centro de Datos, las Telecomunicaciones, telefonía IP, los equipos de seguridad física y lógica, tales como el Circuito Cerrado de Televisión y los controles de Acceso, por mencionar algunos.



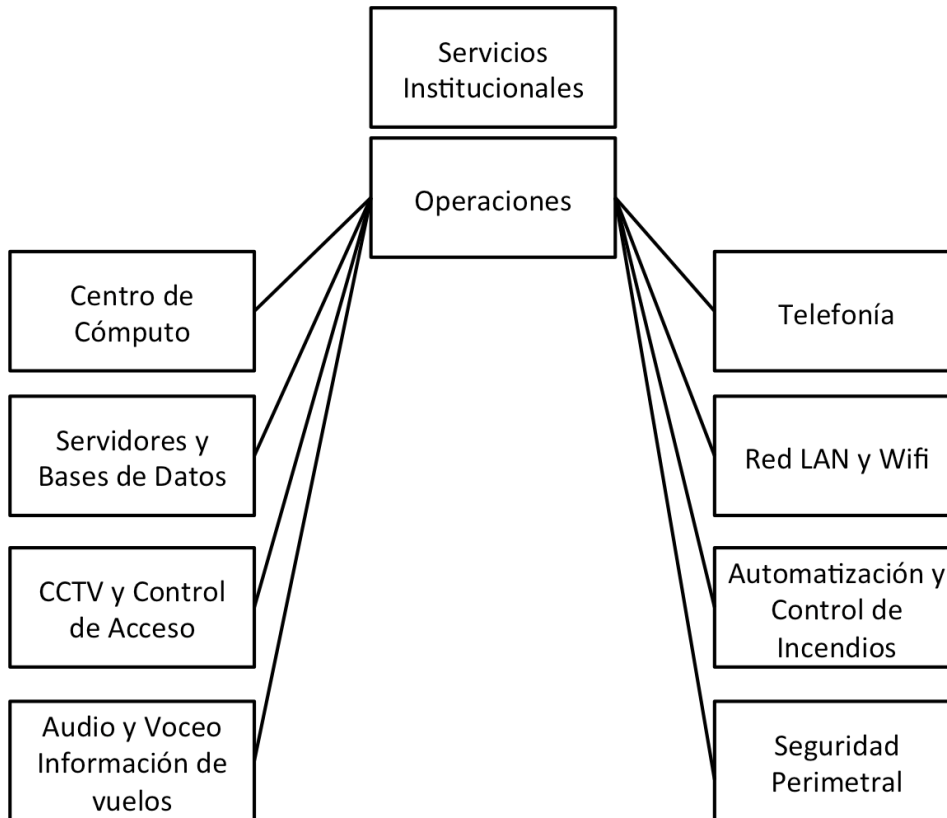


Fig. 34. Especialistas por área de infraestructura tecnológica, coordinada por el responsable de Operaciones

Elaborado por: El autor

### Comités

Para poder realizar la toma de decisiones de alto impacto para ASA y su operación, es necesario involucrar a los funcionarios de Alto Nivel en comités de gobierno, por lo que se proponen organizar los siguientes:

- 1.- Comité de Seguridad
- 2.- Comité de Cambios
- 3.- Comité de Estrategia
- 4.- Comité de Tecnología

La responsabilidad de cada uno de ellos sería:

Nombre del Comité	Responsabilidad
Comité de Seguridad	Es un comité permanente dirigido por el Gerente de

	Seguridad de la información, que se encarga de establecer las políticas e iniciativas de Seguridad Informática y de vigilar el cumplimiento de las mismas
Comité de Cambios	Este comité se encarga de vigilar la adecuada operación de la implementación de cambios significativos en la infraestructura o sistemas de información, que se caractericen por tener un impacto complejo o considerable y/o necesiten recursos de construcción o de tiempo de ejecución
Comité de Estrategia	Es un cuerpo representativo permanente, encaminado a la definición de la estrategia de TI, así como de los proyectos y programas de tecnologías de información.
Comité de Tecnología	Es un comité permanente dirigido por el Gerente de Estándares y Evolución de Tecnología responsable de la aprobación de las políticas y estándares de arquitectura, y vigilar su cumplimiento.  Así mismo, es consultado para el por los usuarios de los aeropuertos. Siempre buscando la compatibilidad, coherencia e integración con plataforma tecnológica existente asesoramiento en el análisis de factibilidad Tecnológica, diseño, implementación de los nuevos servicios de tecnología requeridos

Tabla 11. Relación de comités para el Gobierno de TICs en ASA

Elaborado por: El autor

### *Comité de Seguridad*

Los objetivos de este comité, están proveer la construcción de los siguientes elementos:

-Una estrategia comprensiva de seguridad vinculada con los objetivos del negocio.

-Políticas de seguridad vigentes que se ocupen de cada aspecto de la estrategia del negocio, controles y regulación

-Un conjunto completo de estándares para que cada política de la organización contemple la seguridad informática. La conformación del comité de Seguridad de la Información, la responsabilidad de la alta Dirección para el adecuado funcionamiento del mismo

La conformación del comité de Seguridad de la Información, será responsabilidad de la alta Dirección para el adecuado funcionamiento del mismo. Los participantes de este comité incluyen miembros de la organización de TI, representantes claves de ASA, así como al representante de Seguridad del ASA.

### Responsabilidades del Comité

- Relacionar los objetivos de Seguridad informática con los objetivos de la Organización e integrar estas relaciones en macro-procesos.
- Revisar y aprobar la Política de Seguridad de la Información.
- Supervisar la implementación de la Política de Seguridad de la Información.
- Proporcionar a ASA, direcciones claras en materia de Seguridad Informática, además de brindar apoyo en la administración de iniciativas de Seguridad.
- Aprobar la asignación de roles y responsabilidades específicas para la Seguridad de la Información en ASA
- Iniciar y fomentar programas para mantener la conciencia de Seguridad de la Información dentro de ASA
- Asegurar la implementación de los controles de Seguridad de la Información.

Frecuencia de reunión recomendada: Trimestral

### *Comité de Tecnología*

Objetivo: Asegurar el análisis de factibilidad Tecnológica, diseño, e implementación de nuevos servicios de tecnología requeridos por los usuarios del AICM. Siempre buscando la compatibilidad, coherencia e integración con plataforma tecnológica existente

Participantes:

- Coordinación de TI
- Gerente de Planeación de TI
- Gerente de Estándares y Evolución Tecnológica
- Gerente de Desarrollo Informático.
- Gerente de Servicios Institucionales
- Gerente de Operaciones

Funciones

- Identificar y resolver brechas en la Arquitectura
- Integrar la Arquitectura de los diferentes grupos/clientes soportados
- Elaborar recomendaciones a los Comités de Estrategia, Seguridad y Cambios.
  
- Aprobación de Nuevos servicios de Tecnología de Información

Frecuencia de reunión propuesta: Mensual

### *Comité de Administración de Cambios*

Objetivo: Vigilar la adecuada operación de la implementación de cambios significativos en la infraestructura o sistemas de información, que se caractericen por tener un impacto complejo o considerable y/o necesiten recursos de 'construcción o de tiempo de ejecución.

Participantes:

- Coordinación de TI
- Servicios Institucionales
- Gerente de Operaciones en su rol de Administrador de Cambios
- Representantes de las Unidades de TI. (Normatividad Organizacional, Administración de proyectos, Desarrollo Informático, Estándares y Evolución tecnológica, Seguridad Informática)
- Representantes de las Unidades de Negocios

Funciones:

- Dar prioridad a las iniciativas de operaciones
- Seguimiento a la operación y desempeño del servicio
- Decisión sobre cambios significativos que se caractericen por tener un impacto complejo o considerable y/o necesitan recursos de 'construcción' o de 'tiempo de ejecución'

Frecuencia de reunión propuesta: Mensual o por solicitud de un cambio emergente de alto impacto.

#### *Comité de Estrategia*

Objetivo: Definir la estrategia de TI, así como de los proyectos y programas de tecnologías de información

Participantes:

- Coordinación de TI

- Gerentes de Unidades de Negocio de TI:
- Gerente de Servicios Institucionales o Gerente de Operaciones o Gerente de Administración de Proyectos o Gerente de Seguridad o Gerente de evolución Tecnológica
- Directores o Gerentes de las Unidades de Negocio de ASA

Participantes bajo invitación:

- Órgano Interno de Control
- Unidades involucradas en proyectos específicos
- Subdirección de Finanzas.
- Dirección de Asuntos Jurídicos

Funciones

- Revisa la estrategia de TICs, prioridades y alineación al negocio.
- Revisa los procesos de Gobierno
- Asegura que los proyectos cumplan continuamente los requerimientos de negocio Monitorea los conflictos de recursos, prioridades entre las divisiones de la empresa, la función de TICs y la organización
- Recomienda y solicita cambios a los planes estratégicos (prioridades, financiamiento, enfoques de tecnología, recursos, etc.)
- Comunica las metas estratégicas
- Ayuda a verificar la disponibilidad de los recursos, habilidades e infraestructura de TI adecuada para cumplir los objetivos estratégicos.
- Analiza los riesgos de TICs, incluyendo los riesgos de cumplimiento

Frecuencia de reunión propuesta: Trimestral

## Los beneficios de las tecnologías de información en Aeropuertos

### Pasajeros



Fig. 35. Sistemas de información de vuelos en aeropuertos

Fuente: Fototeca ASA

Regularmente los pasajeros están en promedio en los aeropuertos 3 horas antes de partir de un vuelo, en algunas ocasiones para vuelos de conexión los pasajeros están hasta 9 horas en espera de abordar un nuevo vuelo a su nuevo destino.

La manera en que se pueden aprovechar los recursos de infraestructura en el aeropuerto y atención a los pasajeros, sería ofrecer los siguientes servicios:

- Salas de navegación a Internet, con servicios de impresión y asesoría personalizada
- Servicio de Internet Wifi gratuito en todo el edificio terminal
- Salas de capacitación sobre herramientas de tecnologías de información y comunicaciones, con sesiones de no más de 1 hora, de diversos contenidos que promuevan el uso y aprovechamiento de las Tecnologías de Información, con el fin de reducir la brecha digital.
- Quioscos de información sobre los servicios que oferta el aeropuerto, con capacidad de ofrecer contenidos para personas con capacidades diferentes (débiles visuales, débiles auditivos o personas con alguna discapacidad motriz).
- Identificar al pasajero de manera personalizada, enviándole mensajes de bienvenida al aeropuerto, utilizando la identificación de su equipo telefónico.

- Información del estatus de su vuelo, notificándole a sus teléfonos inteligentes de manera automática, utilizando señales Wifi o Bluetooth.
- Notificándole al pasajero en qué banda de equipaje se encuentra su maleta para que pueda recogerla, así como la rastreabilidad de la misma cuando deja el equipaje en documentación.
- Permitir al pasajero abordar o pasar a las zonas restringidas, utilizando su equipo telefónico.
- Promover las ofertas personalizadas de las tiendas existentes en la parte comercial del aeropuerto, a través de mensajes a sus equipos celulares, de acuerdo a sus preferencias de consumos, invitando al pasajero a consumir o adquirir los bienes y servicios del aeropuerto.
- Proveer de información sobre los sistemas de transporte para llegar o salir del aeropuerto, tales como metro, autobuses y taxis.
- Mapas interactivos para identificar el comercio o mostrador que el usuario está requiriendo y esté más cercano al lugar donde se encuentre del aeropuerto.
- Registro y check-in como autoservicio, agilizando los procesos de registro y confirmación de viaje, así como la documentación del equipaje que será transportado junto con el pasajero.
- Trazabilidad en todo momento del equipaje en las instalaciones del aeropuerto, proporcionando certeza al pasajero que su equipaje fue cargado en el mismo avión.



## Trabajadores



Fig. 36. TOCA. Técnico Operativo de Combustible de Aviación.

Fuente: Fototeca ASA

- Utilizar las salas de cómputo para promover capacitación de diversos temas.
- Promover con el personal de bajos recursos o niveles académicos, el aprovechamiento de la infraestructura de comunicaciones y cómputo para cursos como el uso del correo electrónico, la búsqueda de información en internet y la interacción con servicios del aeropuerto.
- Aprovechar las instalaciones de las redes inalámbricas para una mayor colaboración y comunicación con sus colaboradores.
- Integrar en una sola plataforma de comunicaciones, la telefonía celular, radios de comunicación VHF y telefonía local, para contar con una comunicación integral.
- Aportar sus conocimientos y experiencias a una base de conocimiento, que permita documentar de manera electrónica los aciertos y errores en las actividades que se realizan en el aeropuerto, para realizar más eficazmente las tareas y actividades del aeropuerto.

## Operación y Seguridad Aeroportuaria

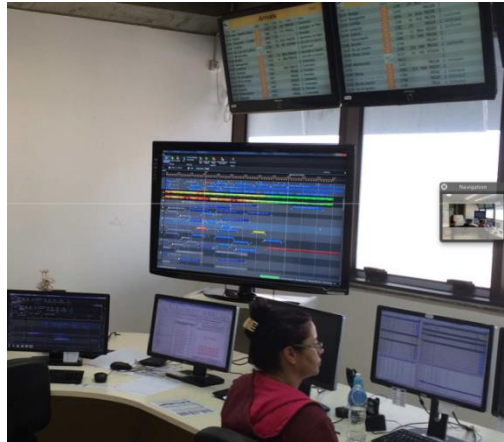


Fig. 37. Monitoreo de instalaciones aeroportuarias

Fuente: Internet

- Obtener la información de vuelos y navegación aérea para programar los recursos del aeropuerto como son: pistas, espacios de estacionamiento de aeronaves, bandas de equipajes, zonas de documentación, personal de seguridad y de aduanas.
- Integrar la información de vuelos para anunciar el estado de los vuelos a los pasajeros en el aeropuerto.
- Promover la colaboración con otras áreas que operan en el aeropuerto, compartiendo la información de vuelos, tales como: Combustibles, servicios de limpieza, transporte de equipaje, servicios de alimentos y supervisión operativa.
- Registrar la información de los pasajeros, verificando de manera automática contra lo registrado en la aerolínea.
- En caso de emergencia en el aeropuerto, emitir las alertas en el sistema de audio, pantallas y orientar a los usuarios del aeropuerto en las acciones a seguir.

## Arrendatarios y Aerolíneas



Fig. 38. Terminal 2 Aeropuerto Internacional Cd. de México

Fuente: Fototeca ASA

- Obtener información de los pasajeros, que cuentan con teléfonos inteligentes para enviarles promociones y mensajes de bienvenida a sus tiendas y mostradores.
- Promover sus productos en las pantallas de publicidad, dirigiéndolos en las zonas que mayor impacto podría tener, integrando información de la operación aeroportuaria, para saber si son vuelos nacionales o internacionales, así como los horarios en que puede tener mayor impacto el mensaje de publicidad.
- De acuerdo a la información de pasajeros por día y hora, que se obtiene de los sistemas aeroportuarios, poder programar los horarios de apertura y cierre de los comercios, así como lanzar ofertas y promociones.
- Generar programas de lealtad con los trabajadores y personal que labora en el aeropuerto.
- Patrocinar los equipos de cómputo de las aulas de capacitación, que estarían utilizando los pasajeros y público en general.
- Generar contenidos en el sitio web del aeropuerto, para proveer información de los destinos de vuelos a los pasajeros, tales como clima, tipo de cambio, lugares importantes, etc.
- Facilitar el registro y documentación del equipaje de manera automática en módulos automatizados instalados en el aeropuerto.

- Proporcionar el servicio de rastreabilidad de vuelos, hora estimada de llegada al destino en los equipos móviles de los pasajeros.
- Proporcionar el servicio de rastreabilidad del equipaje documentado por los pasajeros.
- Compartir la información de los pasajeros por parte de la aerolínea a los servicios de seguridad del aeropuerto.

La automatización y compartir información de un aeropuerto, permite realizar una colaboración directa de todos los involucrados en la operación aeroportuaria, de forma eficiente, moderna y segura.



## **Conclusiones**

## Conclusiones

La modernización y construcción de las instalaciones aeroportuarias, deberán considerar un modelo de Arquitectura Empresarial, donde cada uno de los elementos que se incluyen en el aeropuerto, agrega valor a la operación y procesos sustantivos del aeropuerto. Este trabajo reflejó la aplicación del concepto de Arquitectura Empresarial con el uso de las Tecnologías de Información y Comunicaciones en un aeropuerto, resaltando el valor, beneficios, eficiencia y seguridad que aportan las TICs en un aeropuerto.

Partimos desde la misión y visión de Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA), pasando por sus objetivos institucionales y el Plan Institucional de ASA, con el propósito de ir relacionando desde el más alto nivel de la estrategia institucional, hasta los componentes operativos que aportan y se alinean a esa estrategia.

Comúnmente las TICs son observadas como un gasto y no como una inversión, así mismo, no se les da el valor real de lo que aportan. Con los beneficios por sector explicados en el presente documento, podrá darse una idea el lector de todos los beneficios y logros que puede promover las TICs en un aeropuerto.

El documento aún puede enriquecerse mucho más con el detalle de estándares, normas y recomendaciones técnicas, pero el propósito del mismo es dar una visión que cada elemento tecnológico instalado en el aeropuerto tiene una razón de valor y aporta de manera directa a la satisfacción de los pasajeros, trabajadores y personal de servicios que trabaja en el aeropuerto. Así mismo, esto refleja ingresos económicos al aeropuerto con el apoyo de las TICs.

El modelo de Arquitectura Empresarial propuesto con este trabajo, pretende que se aplique una visión integral, desde los objetivos institucionales, los procesos, estructuras organizacionales, hasta las aplicaciones e infraestructura tecnológicas

que se podrían ser utilizadas para el beneficio en la operación de los aeropuertos de México.

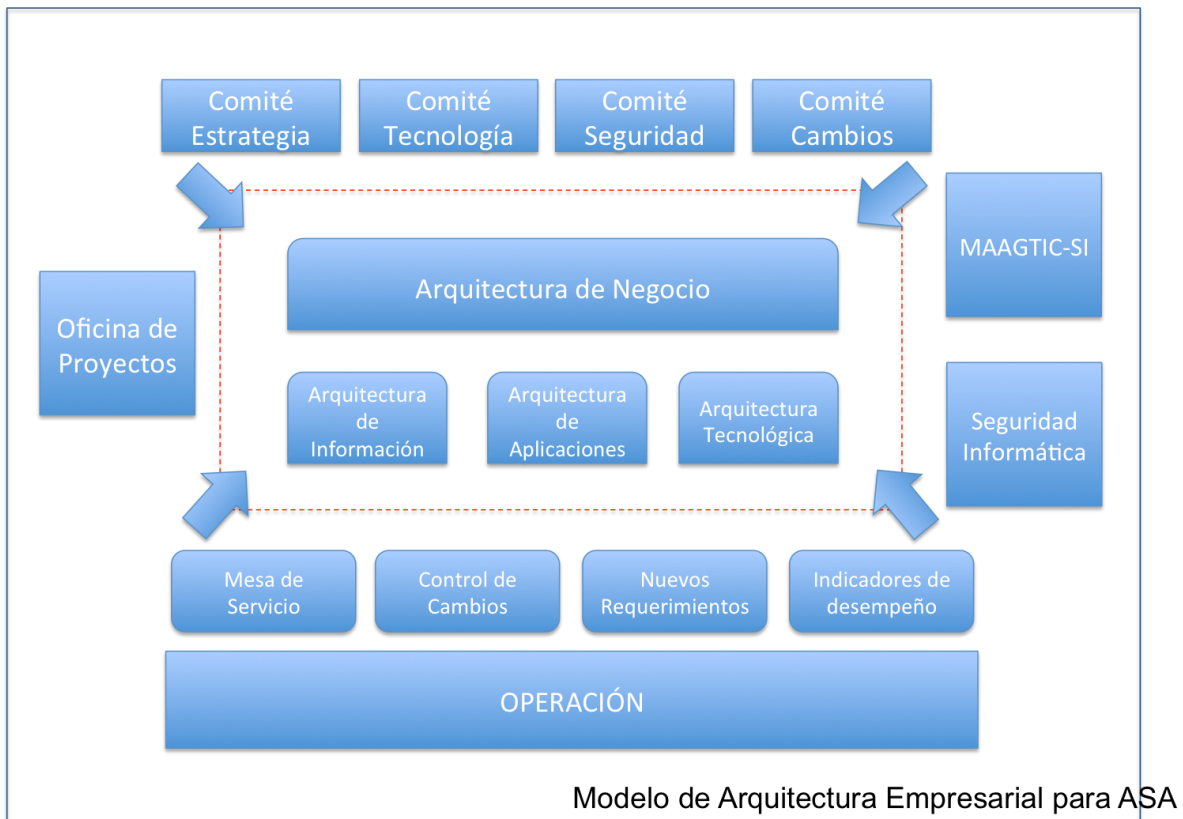


Fig. 39. Modelo de Arquitectura Empresarial para ASA

Elaborado por: El autor

Los Aeropuertos siempre serán instalaciones de vanguardia, que promuevan el uso y extensión de las TICs, por lo que siempre deberá apoyarse e incentivarse con inversión, proyectos de tecnología que incrementen el desarrollo aeroportuario nacional.

Por último, mencionar que estos conceptos tecnológicos aplicados en los aeropuertos, fueron planteados por el autor con los consultores expertos en

tecnologías de la empresa ARUP<sup>9</sup> en los años 2013 y 2014, quienes fueron contratados por ASA, para el desarrollo del plan maestro del proyecto del Nuevo Aeropuerto Internacional de la Cd. de México (NAICM), a construirse en los próximos 5 años y que la inversión en materia tecnológica no rebasará el 8% del costo total de la construcción del nuevo aeropuerto y sin estos elementos, la operación aeroportuaria no podría tener su mejor imagen, desempeño y seguridad a toda la comunidad que participa en un aeropuerto.

Cada uno de los elementos expuestos en este trabajo, es producto de la experiencia en la operación tecnológica del autor, trabajando en Aeropuertos y Servicios Auxiliares como Gerente de Sistemas y Subdirector de Informática, así como las recomendaciones de Arquitectura Empresarial, revisadas en la Maestría en Dirección Estratégica de TICs, por lo que pretende ser una referencia para que ASA y los grupos aeroportuarios en México, tomen en cuenta en un futuro inmediato, para la modernización y eficiencia de los aeropuertos en el país, con las tecnologías de información y comunicaciones.

---

<sup>9</sup> ARUP. Empresa inglesa, internacionalmente reconocida para el diseño de instalaciones y edificaciones complejas, tales como aeropuertos, rascacielos, puertos marinos, etc.. Más información en <http://www.arup.com>



## Bibliografía

- 1. Edward Brian (2005) The Modern Airport Terminal. Great Britain, Spon Press.
- 2. Jack van't Wout, Marteen Waage, Herman Hartman, Max Stahlecker, Aadlert Hofman (2010), The Integrated Architecture Framework Explained: Why, What, How, Springer.
- 3. Jeanne W. Ross, Peter Weill, David C. Robertson (2006) Enterprise Architecture as Strategy. Harvard Business Review Press.
- 4. Jim May, (2014), Building Enterprise Architecture TJ Parro, Windsor Corp LTD.
- 5. Kazda, Antonin and Caves, Robert E (2007) Airport Design and Operation. Netherland, Pergamon.
- 6. Mark Deakin (2014) Smart Cities: Governing, Modeling and Analysing the Transition, Routledge.
- 7. Philippe Desfray, Gilbert Raymond (2014), Modeling Enterprise Architecture with TOGAF A practical guide using UML and BPMN, Elsevier.
- 8. Richard de Neufville, Amadeo Odoni, Peter Belobaba, Tom Reynolds, (2013)  
• Airport Systems: Planning, Design and Management 2 Ed, McGraw-Hill Companies, Inc.
- 9. Robert Horonjeff, Francis McKelvey, William Sproule, Seth Young, (2010) Planing & Design of Airports McGraw-Hill Companies, Inc.

- 10. Scott A. Bernard, (2012) An Introduction to Enterprise Architecture: Third Edition, AuthorHouse.
- 11. Van Haren, (2011) TOGAF The Open Group Architecture Framework Versión 9.1, Van Haren Publishing; 10th New edition edition.
- Referencias web
- 12. Aeropuertos y Servicios Auxiliares, ASA. Fecha de consulta 15 de octubre de 2015. Sitio Web: <http://www.asa.gob.mx>
- 13. Aeropuerto Internacional de la Cd. de México, AICM. Fecha de consulta 15 de octubre de 2015. Sitio Web: <http://www.aicm.com.mx>.
- 14. Airport IT Trends Survey 2016, SITA. Fecha de consulta 1 de noviembre de 2016. Sitio Web: <https://www.sita.aero/globalassets/docs/surveys--reports/airport-it-trends-survey-2016.pdf>.
- 15. Manual Administrativo de Aplicación General en materia de Tecnologías de Información y Comunicaciones y Seguridad de la Información, MAAGTIC-SI. Fecha de consulta 26 de septiembre de 2016. Sitio Web: <http://www.gob.mx/cidge/documentos/infografias-del-maagtici>.
- 16. Plan Nacional de Desarrollo, Presidencia de la República. Fecha de consulta 13 de marzo de 2015. Sitio Web: <http://pnd.gob.mx>.
- 17. Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes, SCT. Fecha de consulta 13 de marzo de 2015. Sitio Web: [http://www.sct.gob.mx/fileadmin/banners/Programa\\_Sectorial\\_de\\_Comunicaciones\\_y\\_Transportes.pdf](http://www.sct.gob.mx/fileadmin/banners/Programa_Sectorial_de_Comunicaciones_y_Transportes.pdf).

- 18. The Open Group Architecture Framework, TOGAF 9.1. Fecha de consulta 20 de agosto de 2016. Sitio Web: <http://pubs.opengroup.org/architecture/togaf9-doc/arch/>.



## Anexos



## Anexos

### Anexo I Relación de Aeropuertos en México, códigos IATA y OACI

Aeropuerto	Ciudad	Estado	ICAO	IATA
Aeropuerto Internacional General Juan N. Álvarez	Acapulco	Guerrero	MMAA	ACA
Aeropuerto Internacional de Aguascalientes	Aguascalientes	Aguascalientes	MMAS	AGU
Aeropuerto Internacional Ing. Alberto Acuña Ongay	Campeche	Campeche	MMCP	CPE
Aeropuerto Internacional de Cancún	Cancún	Quintana Roo	MMUN	CUN
Aeropuerto Internacional de Chetumal	Chetumal	Quintana Roo	MMCM	CTM
Aeropuerto Internacional General Roberto Fierro Villalobos	Chihuahua	Chihuahua	MMCU	CUU
Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México	Ciudad de México	Ciudad de México	MMMX	MEX
Aeropuerto Internacional de Ciudad del Carmen	Ciudad del Carmen	Campeche	MMCE	CME
Aeropuerto Internacional Abraham González	Ciudad Juárez	Chihuahua	MMCS	CJS
Aeropuerto Internacional de Ciudad Obregón	Ciudad Obregón	Sonora	MMCN	CEN
Aeropuerto Internacional General Pedro José Méndez	Ciudad Victoria	Tamaulipas	MMCV	CVM
Aeropuerto Nacional Licenciado Miguel de la Madrid	Colima	Colima	MMIA	CLQ
Aeropuerto Nacional de Comitán	Comitán	Chiapas	MMCO	CJT
Aeropuerto Internacional de Cozumel	Cozumel	Quintana Roo	MMCZ	CZM
Aeropuerto Internacional General Mariano Matamoros	Cuernavaca	CVJ	MMCJ	CVJ
Aeropuerto Internacional Federal de Culiacán	Culiacán	Sinaloa	MMCL	CUL
Aeropuerto Internacional de Durango	Durango	Durango	MMDO	DGO
Aeropuerto Internacional de Guadalajara	Guadalajara	Jalisco	MMGL	GDL
Aeropuerto Internacional General José María Yáñez	Guaymas	Sonora	MMGM	GYM
Aeropuerto Internacional General Ignacio Pesqueira García	Hermosillo	Sonora	MMHO	HMO
Aeropuerto Internacional de Bahías de Huatulco	Huatulco	Oaxaca	MMBT	HUX
Aeropuerto Internacional de Ixtapa-Zihuatanejo	Ixtapa-Zihuatanejo	Guerrero	MMZH	ZIH
Aeropuerto Internacional Manuel Márquez de León	La Paz	Baja California Sur	MMLP	LAP

<b>Aeropuerto</b>	<b>Ciudad</b>	<b>Estado</b>	<b>ICAO</b>	<b>IATA</b>
Aeropuerto Nacional de Lázaro Cárdenas	Lázaro Cárdenas	Michoacán	MMLC	LZC
Aeropuerto Internacional Del Bajío	Silao	Guanajuato	MMLO	BJX
Aeropuerto Internacional de Loreto	Loreto	Baja California Sur	MMLT	LTO
Aeropuerto Internacional de Los Cabos	San José del Cabo	Baja California Sur	MMSD	SJD
Aeropuerto Internacional Federal del Valle del Fuerte	Los Mochis	Sinaloa	MMLM	LMM
Aeropuerto Internacional Playa de Oro	Manzanillo	Colima	MMZO	ZLO
Aeropuerto Internacional General Servando Canales	Matamoros	Tamaulipas	MMMA	MAM
Aeropuerto Internacional General Rafael Buelna	Mazatlán	Sinaloa	MMMZ	MZT
Aeropuerto Internacional de Mérida	Mérida	Yucatán	MMMD	MID
Aeropuerto Internacional General Rodolfo Sánchez Taboada	Mexicali	Baja California	MMML	MXL
Aeropuerto Internacional de Minatitlán	Minatitlán	Veracruz	MMMT	MTT
Aeropuerto Internacional de Monterrey	Monterrey	Nuevo León	MMMY	MTY
Aeropuerto Internacional General Francisco J. Mujica	Morelia	MLM		MLM
Aeropuerto Internacional de Nogales	Nogales	Sonora	MMNG	NOG
Aeropuerto Internacional Quetzalcóatl	Nuevo Laredo	Tamaulipas	MMNL	NLD
Aeropuerto Internacional Xoxocotlán	Oaxaca	Oaxaca	MMOX	OAX
Aeropuerto Nacional Ing. Juan Guillermo Villasana	Pachuca	Hidalgo	MMPC	PCA
Aeropuerto Internacional de Palenque	Palenque	Chiapas	MMPQ	PQM
Aeropuerto Nacional El Tajín	Poza Rica	Veracruz	MMPA	PAZ
Aeropuerto Internacional de Puebla	Puebla	Puebla		PBC
Aeropuerto Internacional de Puerto Escondido	Puerto Escondido	Oaxaca	MMPS	PXM
Aeropuerto Internacional de Mar de Cortés	Puerto Peñasco	Sonora	MMPE	PPE
Aeropuerto Internacional Licenciado Gustavo Díaz Ordaz	Puerto Vallarta	Jalisco	MMPR	PVR
Aeropuerto Intercontinental de Querétaro	Querétaro	Querétaro	MMQT	QRO
Aeropuerto Internacional General Lucio Blanco	Reynosa	Tamaulipas	MMRX	REX
Aeropuerto Nacional de San Cristóbal de las Casas	San Cristóbal de las Casas	Chiapas	MMSC	SZT
Aeropuerto Internacional de San Luis Potosí	San Luis Potosí	San Luis Potosí	MMSP	SLP
Aeropuerto Internacional de Tampico	Tampico	Tamaulipas	MMTM	TAM
Aeropuerto Nacional de Tamuín	Tamuín	San Luis Potosí	MMTN	TSL
Aeropuerto Internacional de Tapachula	Tapachula	Chiapas	MMTP	TAP
Aeropuerto Nacional de Tehuacán	Tehuacán	Puebla	MMHC	TCN
Aeropuerto Internacional Amado Nervo	Tepic	Nayarit	MMEP	TPQ
Aeropuerto Internacional de Tijuana	Tijuana	Baja California	MMTJ	TIJ

<b>Aeropuerto</b>	<b>Ciudad</b>	<b>Estado</b>	<b>ICAO</b>	<b>IATA</b>
Aeropuerto Internacional Lic. Adolfo López Mateos	Toluca	México	MMTO	TLC
Aeropuerto Internacional De Torreón Francisco Sarabia	Torreón	Coahuila	MMTC	TRC
Aeropuerto Internacional de Tuxtla	Tuxtla Gutiérrez	Chiapas	MMTG	TGZ
Aeropuerto Internacional de Uruapan	Uruapan	Michoacán	MMPN	UPN
Aeropuerto Internacional General Heriberto Jara	Veracruz	Veracruz	MMVR	VER
Aeropuerto Internacional Carlos Rovirosa Pérez	Villahermosa	Tabasco	MMVA	VSA
Aeropuerto Internacional General Leobardo C. Ruiz	Zacatecas	Zacatecas	MMZC	ZCL

## Anexo 2. El marco de referencia TOGAF

### **TOGAF**

TOGAF es un marco de referencia estándar global, basado en el consenso y no propietario de alguna marca o tecnología, que ayuda a las organizaciones a desarrollar una Arquitectura Empresarial. Actualmente se encuentra en la versión 9.1. Es proporcionado gratuitamente por The Open Group en su sitio web ([www.opengroup.org](http://www.opengroup.org)).

TOGAF consta de tres elementos principales:

- Método de Desarrollo de Arquitectura (ADM)
- Enterprise Continuum
- Base de Recursos

El componente clave es el ADM, una metodología que proporciona un proceso paso a paso para desarrollar Arquitectura Empresarial (ver Figura 1). El ADM está soportado por Enterprise Continuum (una forma de repositorio virtual en el que se almacenan todos los conjuntos arquitectónicos) y la Base de recursos (un conjunto de documentos de antecedentes, guías de buenas prácticas y plantillas) que se incorporan al ADM

### ***El método de desarrollo de la arquitectura (ADM)***

La estructura básica de la ADM consiste en una serie de fases, etiquetadas de la A a la H, que iterativamente se realizan ciclos en un proceso paso a paso. Este proceso iterativo es importante, no sólo repitiendo alrededor del ciclo completo, sino también entre fases y dentro de fases. A medida que se llevan a cabo y completan las fases, se hace hincapié en la validación frecuente de los resultados en función



de las expectativas y requisitos originales. Al inicio de cada ciclo completo del ADM, una institución debe tomar decisiones cuidadosas sobre el alcance de la obra arquitectónica, el nivel de detalle a considerar y los horizontes temporales que se están tomando en cuenta. De esta manera, un proceso de reenfoque arquitectónico puede ser implementado por ciclos repetidos de las fases A a H.

Se considera que la Fase Preliminar ,es particularmente importante ya que es la etapa en la que la organización gana el "convencimiento" de los altos directivos y define cómo se va a realizar el trabajo de arquitectura. Hay tres aspectos principales: elegir una metodología, definir el alcance arquitectónico y los principios arquitectónicos centrales. Los principios son reglas generales y directrices para la manera en que la empresa manejará su arquitectura y la implementación subyacente. Los ejemplos incluyen: "la empresa debe cumplir con la ley" y "los datos son un activo y se define de forma coherente en toda la organización".

La elección de una metodología incluye el trabajo necesario para adaptar el ADM a las necesidades de la organización en particular (por ejemplo, algunas organizaciones utilizan el ADM con el conjunto de productos definidos de Zachman). Las preguntas sobre la disponibilidad de recursos suficientes para emprender el proceso de arquitectura, y el retorno de la inversión, contarán en esta etapa. Definir bien el alcance es particularmente importante y un esfuerzo considerable debe ser puesto en conseguir este derecho al comienzo del proceso arquitectónico.

Las preguntas de alcance probablemente incluirán:

- ¿Qué partes de nuestra organización debemos incluir como parte de la "empresa"?

- ¿Qué dominios arquitectónicos estamos describiendo? (En general, se considera que una Arquitectura Empresarial completa se compone de cuatro dominios elementales: negocio, datos, aplicaciones y tecnología)

- ¿A qué nivel de detalle deben ir los procesos de arquitectura?

- ¿Qué escala de tiempo estamos considerando? Esta fase preliminar es también el lugar donde las cuestiones de gobernanza y el control del proyecto debe ser resuelto y es cuando se crea una Junta de Arquitectura para supervisar el proceso.

La Fase A es el inicio del ciclo ADM y se centra en el desarrollo de una Visión Arquitectónica. Esta es la etapa en la que se consideran la misión de la organización, los grandes impulsores estratégicos de imagen y los objetivos de negocio. El proyecto de arquitectura se establece formalmente y se perfecciona aún más el alcance. Si aún no están disponibles, se desarrollan, documentan y aclaran detalladamente los principios, las visiones, las metas y los impulsores estratégicos de negocio detallados. Esta fase también incluye un primer intento de describir una descripción de alto nivel de las arquitecturas de referencia ("as is") y de objetivo ("to be"). Éstas son descripciones del esquema desarrolladas de un negocio y una perspectiva de la tecnología y se construyen sobre en fases subsecuentes. Esta etapa también incluye un proceso de construcción de consenso organizacional alrededor de la visión emergente.

TOGAF aborda cuatro dominios de arquitectura elemental que corresponden a dominios similares que a menudo son considerados importantes por una variedad de métodos y marcos de Arquitectura Empresarial. Equivalen a colecciones de diferentes puntos de vista de diferentes grupos clave de partes interesadas (stakeholders) en la organización y pueden resumirse como:

- Arquitectura empresarial: define la estrategia de negocio, la gobernanza, la organización y los procesos de negocio

- Arquitectura de datos: define la estructura de los activos de datos lógicos y físicos de una organización y los sistemas de gestión de datos.

- Arquitectura de aplicaciones: define la arquitectura de las aplicaciones de TI que se implementan y sus interacciones y relaciones con los procesos de negocio.

- Arquitectura Tecnológica: describe las capacidades de software y hardware e incluye redes, middleware, estándares, etc.

Cada uno de estos dominios de arquitectura se maneja en una fase diferente: la Arquitectura de Negocio se maneja en la fase B del ADM; los dominios de datos y aplicaciones se manejan juntos en la fase C; la tecnología se maneja en la fase D.

La primera vez que se lleva a cabo el proceso ADM, el arquitecto comenzará con la arquitectura básica proporcionada por TOGAF. Esto se conoce como la Fundación y se explica a continuación. Cada una de las fases A a H contiene pasos detallados que llevan al arquitecto a través de los procesos necesarios para esa fase particular. En cada fase, el estado arquitectónico de la línea de base (el actual, tal como está) se considera junto con el estado de destino o estado deseado. Una descripción detallada de estos pasos individuales está más allá del alcance de esta introducción, pero como un ejemplo ilustrativo un pequeño conjunto de las etapas emprendidas en la fase C (para tratar con el dominio de Datos) incluyen:

- Desarrollar un modelo de datos empresariales (entidades, atributos, relaciones)

- Dibujar diagramas entidad-relación para ilustrar las vistas de los datos dirigidos a diferentes partes interesadas

- Desarrollar modelos de procesos de gestión de datos (por ejemplo, ciclo de vida de los datos, seguridad)
- Revisar y validar principios de datos

La mayoría de las fases implican una cantidad considerable de modelado y generan mucha documentación - cada una tiene un conjunto definido de documentos de entrada y genera un conjunto definido de documentos de salida, muchos de los cuales se alimentan de la siguiente fase del ADM como entradas.

La Fase E (Oportunidades y Soluciones) identifica grandes paquetes de trabajo y proyectos y es la primera fase directamente relacionada con la implementación. La Fase F (Planificación de la migración) tiene como objetivo ordenar estos paquetes de trabajo de implementación en un orden de prioridad y producir una hoja de ruta de implementación. La fase de Gobernanza de la Implementación (G) reúne toda la información necesaria para el manejo exitoso de los diferentes proyectos de implementación. Finalmente, el ADM alcanza la fase H, que se centra en determinar las circunstancias bajo las cuales la Arquitectura Empresarial cambiará después de la implementación y establecer procesos para controlar ésta.

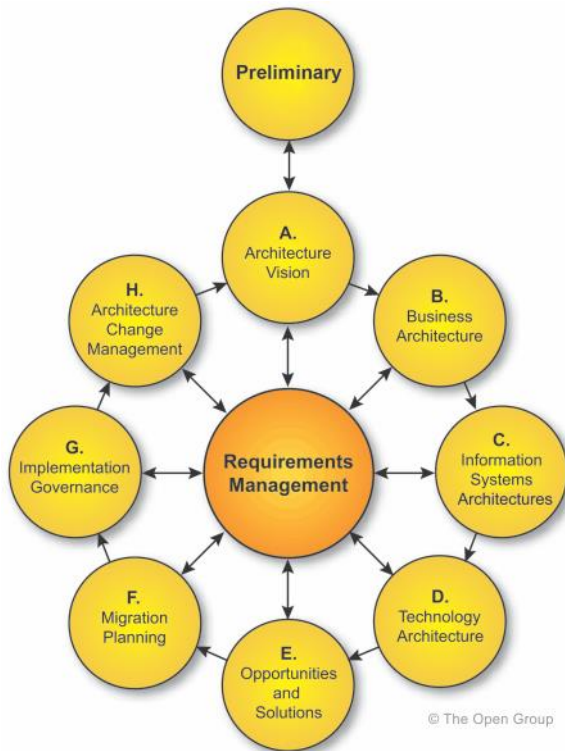


Fig 1. Método de Desarrollo de Arquitectura ADM.

La Figura 1 muestra la importancia que se asigna a la gestión de los requisitos al situar este proceso en el centro. Se trata de un proceso continuo y dinámico que garantiza que cada fase del ADM esté plenamente en contacto con cualquier desarrollo en curso en los requisitos arquitectónicos, empresariales o estratégicos de la organización. Es probable que estos requisitos sean fluidos porque la arquitectura es una actividad que se ocupa de la incertidumbre y el cambio. Cada fase del ADM incluye una salida que se relaciona con estos requerimientos [por ejemplo, la fase A (Visión de Arquitectura) incluye la salida de requerimientos de negocios de alto nivel, posiblemente generados por una técnica como los escenarios empresariales]. La ingeniería de requisitos - el proceso formal de recopilar y trabajar con los negocios y los requisitos estratégicos - es un área activa de trabajo emergente asociado con una serie de herramientas (como RequisitePro de IBM y Calibre de Borland) y procedimientos. El Open Group no

exige ninguna técnica en particular para la ingeniería de requisitos, aunque recomienda el uso de escenarios empresariales.

### ***El Enterprise Continuum***

Enterprise Continuum es un repositorio virtual de activos arquitectónicos -modelos, patrones, descripciones de negocios, etc.- tomado de dentro de la organización y de la industria informática en general. Estos son similares a los bloques de construcción de arquitectura reutilizables. El uso del término "continuum" en lugar de simplemente "repositorio" es deliberado, ya que enfatiza el papel multidimensional del Continuo cambio de la Empresa, como un recurso de información estructurado que existe en parte para ayudar a la comunicación. Los activos arquitectónicos dentro del Continuum no se depositan simplemente porque son percibidos de hecho como "fijos" en un punto particular que tenga un alcance de muy genérico a muy específico. El Open Group argumenta que el concepto de "continuum" ayuda a proporcionar un lenguaje consistente para el uso de los arquitectos (tanto dentro como fuera de la organización) y que: "saber" donde en el continuum que está "evita que la gente hable con propósitos cruzados". Esto se ilustra mejor observando uno de los dos continuum principales: el Continuum de la Arquitectura (Figura 2).

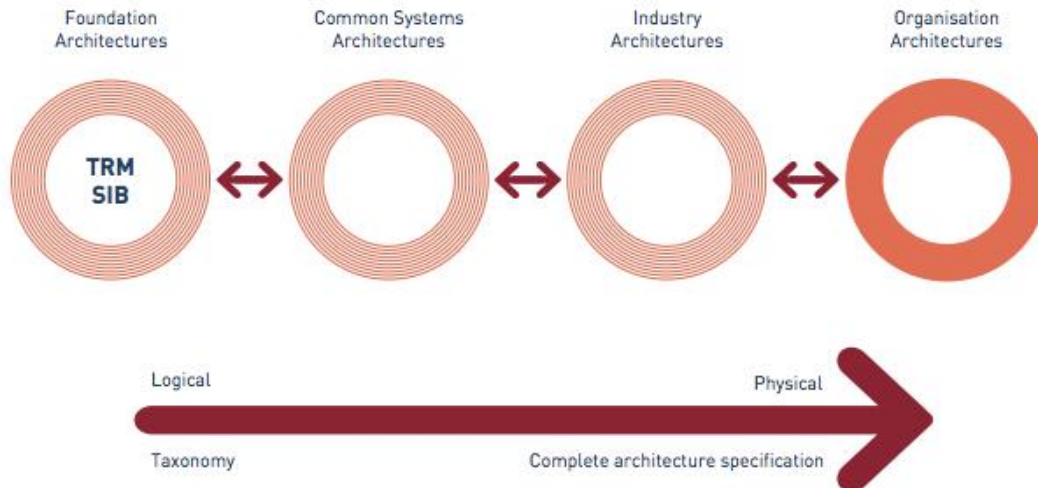


Fig 2. Arquitectura Continuum simplificada TOGAF

Lo que esto muestra es la forma en que las arquitecturas pueden clasificarse desde lo genérico hasta lo muy específico. El proceso arquitectónico lleva al arquitecto de arquitecturas genéricas (a la izquierda), a través de una etapa de refinamiento, a una arquitectura más específica. Las necesidades particulares de la empresa y las necesidades empresariales se abordan cada vez más a medida que uno se mueve de izquierda a derecha. Es importante notar que las cuatro etapas mostradas (fundación, común, industria y empresa) son sólo algunos de los puntos en el continuum - es posible que muchos otros existan.

Para que este proceso sea manejable, el arquitecto buscará los elementos y activos más genéricos y reutilizables hacia la izquierda del continuum. La Arquitectura de la Fundación, que se sitúa en la extrema izquierda del continuum, representa una especie de bloque de construcción fundamental sobre el que pueden basarse otras arquitecturas más específicas. El proceso ADM lleva al arquitecto de esta Fundación a una solución específica de la empresa.

TOGAF proporciona su Arquitectura de la Fundación en la forma del Modelo de Referencia Técnica (TRM) y de la Base de Información de Estándares (SIB). El TRM proporciona una arquitectura modelo y una taxonomía. El SIB proporciona una

base de datos de estándares para los sistemas de información y esto se lleva a cabo en línea por The Open Group. Estos estándares vienen de una variedad de fuentes como ISO, IEEE, W3C, etc.

Además, Enterprise Continuum también contiene el Continuum de Soluciones, que se encuentra en paralelo con el Continuum de Arquitectura. El Continuum de Soluciones proporciona una manera consistente de describir y comprender las soluciones reales, es decir, de limitar los productos, sistemas, software, aplicaciones y servicios que están disponibles para proporcionar implementaciones. El Continuum de Arquitectura guía y soporta el Continuum de Soluciones y viceversa.

### ***La Base de Recursos (Resource Base)***

El elemento final de TOGAF es la Base de Recursos, un conjunto de recursos que incluyen directrices, artículos, listas de verificación, plantillas e información de fondo. Todo esto ayuda a apoyar al arquitecto a través del proceso de llevar a cabo el ADM y desarrollar una arquitectura específica de la empresa. Algunos ejemplos clave del material incluido en la Base de Recursos, son:

- Junta de Arquitectura: un conjunto de directrices para el establecimiento de un consejo de gobierno para supervisar el proceso de arquitectura.
- Marco de Habilidades de Arquitectura: directrices que describen los requisitos de experiencia para el personal que realiza trabajos de arquitectura
- Principios de arquitectura: directrices para el desarrollo de un conjunto de principios rectores para la Arquitectura Empresarial.
- Glosario.



