

IPN

**Instituto Politécnico Nacional
Escuela Superior de Ingeniería
Mecánica y Eléctrica
E. S. I. M. E. Unidad Ticomán**

**Seminario de Titulación:
"Sistemas Aeroportuarios"**

**"Propuesta para la Configuración de una
Plataforma Temporal en el Aeropuerto
Internacional de Mazatlán".**

TESINA

**Que para Obtener el Título de:
INGENIERO EN AERONÁUTICA**

**Presentan:
Colín Vázquez Omar
Maximiliano Alonso Oscar
Valencia Galicia Jacobo**

**Asesores:
M. en C. Alonso Pérez Esquivel
Ing. Juan Gerardo Sánchez Cornejo**

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

UNIDAD TICOMÁN

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE: INGENIERO EN AERONÁUTICA
POR LA OPCIÓN DE TITULACIÓN: SEMINARIO
DEBERÁN PRESENTAR: LOS CC. PASANTES:
COLÍN VÁZQUEZ OMAR
MAXIMILIANO ALONSO OSCAR
VALENCIA GALICIA JACOBO

“PROPUESTA PARA LA CONFIGURACIÓN DE UNA PLATAFORMA TEMPORAL EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE MAZATLÁN”

CAPÍTULO I	INTRODUCCIÓN
CAPÍTULO II	PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN
CAPÍTULO III	MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL
CAPÍTULO IV	METODOLOGÍA
CAPÍTULO V	DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE CONFIGURACIÓN DE LA PLATAFORMA
	ANÁLISIS DE RESULTADOS
	CONCLUSIONES
	RECOMENDACIONES
	REFERENCIAS
	ACRÓNIMOS/GLOSARIO

México, DF., a 23 de agosto de 2010.

A S E S O R E S


ING. JUAN GERARDO SÁNCHEZ CORNEJO


M. EN C. ALONSO PÉREZ ESQUIVEL

Vo. Bo.


ING. MIGUEL ÁLVAREZ MONTALVO
DIRECTOR



I. P. N.
ESCUELA SUPERIOR DE
INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD TICOMÁN
DIRECCIÓN

ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN	VI
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.	
1.1 Antecedentes, evolución y situación actual del "Aeropuerto Internacional de Mazatlán".	1
1.1.1 Programa Maestro de Desarrollo.	5
1.2 Objetivo General.	6
1.3 Objetivos Particulares.	7
1.4 Justificación.	9
1.5 Alcance.	10
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL.	
2.1 Marco Legal y Normativo.	11
2.1.1 Bases Normativas.	11
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.	15
3.1 Diagrama de flujo.	17
CAPÍTULO IV. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE CONFIGURACIÓN DE LA PLATAFORMA.	
4.1 Programa Maestro de Desarrollo.	17
4.1.1 Visión actual.	
4.2 Plano de la segunda etapa del PMD.	19
4.3 Tendencia de los principales fabricantes de aeronaves a nivel mundial.	21
4.3.1 Airbus y Boeing.	22
4.3.2 Bombardier y Embraer.	23
4.3.3 Demanda en la fabricación mundial de aeronaves, Airbus y Boeing.	25
4.3.4 Situación de las principales aeronaves demandadas en espera de ser entregadas de 2007 a 2009.	26
4.3.5 Cifras al año 2014.	27
4.4 Emplazamiento de la nueva plataforma.	28
4.4.1 Propuesta de configuración.	29
4.4.2 Requisitos de diseño.	30
4.4.3 Configuración geométrica.	30
4.4.4 Flexibilidad.	31
4.5 Características comunes de diseño.	33

4.5.1 Pavimento.	33
4.5.2 Pendientes de la plataforma.	35
4.6 Dimensiones de la plataforma.	36
4.6.1 Consideraciones generales.	36
4.6.2 Área de la plataforma.	36
4.7 Señales en plataforma.	37
4.7.1 Línea guía de puesto de estacionamiento.	37
4.7.2 Tipo de señales en los puestos de estacionamiento.	38
4.7.3 Línea de guía secundaria.	39
4.7.4 Características de las líneas guía.	40
4.7.5 Líneas de seguridad en la plataforma.	40
4.7.6 Líneas de margen libre para los extremos de ala.	41
4.7.7 Designador de puesto de estacionamiento.	42
4.7.8 Área de estacionamiento para equipo de apoyo.	43
4.7.9 Áreas restringidas de puesto de estacionamiento.	44
4.7.10 Vialidades.	45
4.7.11 Línea límite para vehículos.	45
4.7.12 Cruce hacia el área de estacionamiento de aeronaves.	46
4.7.13 Marca de para vehículos.	46
4.8 Características relativas a maniobras.	47
4.9 Dimensiones de señales en plataforma.	49
4.9.1 Dimensiones de las líneas guía.	49
4.9.2 Dimensiones del designador de puesto de estacionamiento.	49
4.9.3 Dimensiones de marcas de atraque.	50
4.9.4 Distancias entre líneas guía.	50
4.9.5 Distancias entre líneas guía y designador de puesto de estacionamiento.	51
4.10 Requisitos en cuanto a distancias libres.	52
4.10.1 Márgenes de separación en los puestos de estacionamiento.	
4.10.2 Distancias mínimas entre puntas de ala.	53
4.11 Requisitos en cuanto a las actividades de las aeronaves en tierra.	54
4.11.1 Propuesta de configuración.	
CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS.	56
CONCLUSIONES.	58
RECOMENDACIONES.	59
ACRÓNIMOS/GLOSARIO.	60
REFERENCIAS.	61

RELACIÓN DE TABLAS

No.	Descripción de la Tabla	Página
1	Ficha Técnica del Aeropuerto Internacional de Mazatlán, Sinaloa	VIII
2	Clave de Referencia de los Aeropuertos/Ejemplos de Aeronaves que Operan en Aeropuerto Internacional de Mazatlán	IX
3	Aeronaves que Operan Actualmente en el Aeropuerto Internacional de Mazatlán.	3
4	Operadores regulares en el Aeropuerto Internacional de Mazatlán.	4
5	Operadores de Fletamento en el Aeropuerto Internacional de Mazatlán.	5
6	Cantidad de Aeronaves solicitadas desde 2006 hasta Agosto de 2008, incluyendo las variaciones en los periodos durante este último año	24
7	Estatus de entrega de aeronaves	26
8	Proyección de tendencias para la previsión de aeronaves al año 2014	27
9	Designadores para los puestos de estacionamiento	32
10	ACN	33
11	Especificaciones de aeronaves que podrán utilizar la plataforma.	48
12	Claves y márgenes de seguridad mínimos.	52

RELACIÓN DE ILUSTRACIONES

No.	Descripción de la Ilustración	Página
1	Plataforma Actual.	18
2	Ampliación de la plataforma.	19
3	Nueva Plataforma Temporal.	20
4	Propuesta de Configuración con 5 Puestos de Estacionamiento	29
5	Resultado del estudio de resistencia de suelos realizado por personal del Aeropuerto Internacional de Mazatlán.	34
6	Línea guía de puesto de estacionamiento.	37
7	Líneas de Entrada.	38
8	Línea de guía secundaria.	39
9	Línea de margen libre para los extremos de Ala.	41
10	Designador de puestos de estacionamiento.	42
11	Área de Estacionamiento para equipo de apoyo.	43
12	Áreas Restringidas de puesto de estacionamiento.	44
13	Vialidad de automóviles.	45
14	Límite para vehículos.	45
15	Cruce Hacia el Área de Estacionamiento de Aeronaves.	46
16	Marca de parada para vehículos	46
17	Dimensiones de Líneas Guía.	49
18	Dimensiones de Señales en Plataforma.	49
19	Dimensiones de Marcas de Atraque.	50
20	Distancias Entre Líneas Guía.	50
21	Distancias Entre Líneas Guía y Designador de Puesto de Estacionamiento.	51

22	Distancias mínimas entre puntas de ala.	53
23	Dimensiones del Área de Apoyo.	54
24	Propuesta de Configuración con 4 B373-800 en los Puestos de Estacionamiento.	55
25	Área de Ampliación de Vialidades.	59

INTRODUCCIÓN.

El Aeropuerto Internacional de Mazatlán, se ubica como el segundo aeropuerto con mayor tráfico de pasajeros en el estado de Sinaloa¹, sin embargo representa uno de los aeropuertos con mayor potencial de crecimiento en la costa del pacifico mexicano ya que además de ser una de las zonas turísticas más visitadas de México; Mazatlán se destaca por su producción pesquera. De los pasajeros que lo visitan el 53% son de origen nacional y el 47% restante internacional, los cuales principalmente arriban procedentes de Estados Unidos y Canadá.

El tráfico de pasajeros en el Aeropuerto Internacional de Mazatlán se ha incrementado de manera significativa en los últimos años. De acuerdo con datos del Grupo OMA (Operadora Mexicana de Aeropuertos) el tráfico de pasajeros en el año 2002 fue de 710,273 y para el año 2009 se atendieron 743,556 pasajeros lo cual representa un incremento del 4.69% en 7 años lo que significa un aumento promedio de 4755 pasajeros transportados cada año durante ese lapso de tiempo.

Las obras de ampliación y modernización del edificio terminal permitieron desarrollar confortables espacios para ofrecer un mayor número de productos y servicios, se incluyeron Salones VIP y se desarrolló una nueva área de servicios turísticos para atender a los visitantes así como un área de mostradores para atención a los pasajeros de vuelos de fletamento.

¹ Datos proporcionados por el Grupo OMA, www.oma.aero

Actualmente el aeropuerto presenta un promedio de 60 operaciones diarias en un periodo pico entre las 10hrs y las 15hrs. La demanda promedio por hora (12 operaciones) excede la capacidad de su plataforma comercial, aunado a que el mayor incremento de operaciones se presenta en las temporadas vacacionales de: invierno, semana santa y verano, las cuales aumentan la afluencia de vuelos de fletamento o vuelos "Charter" del extranjero, principalmente de Estados Unidos y Canadá.

Las temporadas vacacionales son las siguientes:

- Invierno: 1 de diciembre al 7 de enero.
- Semana Santa: variable (entre el mes de marzo y abril).
- Verano: 1 de julio al 30 de agosto.²

² Datos obtenidos de los periodos de embargo de AeroMexico y Mexicana de Aviación.

Ficha técnica del Aeropuerto Internacional de Mazatlán.

Referencia OACI	MMMZ
Clave de Referencia	4D
Dimensión de Pista	2700m x 60m
Aeronave Critica	B747-400
Capacidad de Pista (# de operaciones por hora pico)	24 operaciones/hora
Horario de Operación	24 horas
Puestos de Estacionamiento en la Plataforma de Aviación Comercial	4 de contacto (Pasillo telescópico) ³ 6 falso contacto ⁴
Puestos de Estacionamiento en la Plataforma de Aviación General	58 para aeronaves ⁵ 3 para helicópteros
Dimensión de Terreno del Aeropuerto	471ha
Dimensión de Terminal de Pasajeros	18012.5m ²

Tabla 1. Ficha técnica del Aeropuerto Internacional de Mazatlán, Sinaloa

³ Se entiende por puesto de estacionamiento de contacto aquel que facilita el ascenso y descenso directo de pasajeros hacia el edificio terminal mediante ayudas mecánicas (pasillos telescópicos). Las aeronaves que pueden ser alojadas en este tipo de puestos de estacionamiento en el Aeropuerto Internacional de Mazatlán son clave B, C y D.

⁴ Se entiende por puesto de estacionamiento de falso contacto aquella en la cual se realiza el ascenso y descenso de pasajeros a través de la plataforma del aeropuerto, es decir los pasajeros arribarán al edificio terminal mediante sus propios medios. Las aeronaves que pueden ser alojadas en este tipo de puestos de estacionamiento en el Aeropuerto Internacional de Mazatlán son clave A, B y C.

⁵ Las aeronaves que pueden ser alojadas en este tipo de plataforma en el Aeropuerto Internacional de Mazatlán son clave A.

A continuación se presenta a detalle una tabla con las claves de referencia de la OACI de su Anexo 14, Volumen 1, en esta tabla se incluyen ejemplos de las aeronaves que actualmente operan en el Aeropuerto Internacional de Mazatlán.

Clave de Referencia.⁶

Núm. de clave	Longitud de campo de referencia	Letra de clave	Envergadura	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal	Aeronaves en operación con esa clave de referencia
1	Menos de 800m	A	Hasta 15m	Hasta 4.5m	Cessna Caravan 208
2	Desde 800m hasta 1200m	B	Desde 15m hasta 24	Desde 4.5m hasta 6m	ERJ 145, CRJ 200
3	Desde 1200m hasta 1800m	C	Desde 24m hasta 36m	Desde 6m hasta 9m	A320, A319, B737-700/800/900, B717, Fokker 100
4	Desde 1800m en adelante	D	Desde 36m hasta 52	Desde 9m hasta 14m	A310-300
		E	Desde 52m hasta 65m	Desde 9m hasta 14m	
		F	Desde 65m hasta 80m	Desde 14m hasta 16m	

Tabla 2. Clave de referencia de los Aeropuertos/Ejemplos de Aeronaves que operan en el Aeropuerto Internacional de Mazatlán

⁶ Anexo 14, Volumen 1, Página 1-8.

En base al actual PMD (Programa Maestro de Desarrollo) se construirá una nueva plataforma temporal en el Aeropuerto Internacional de Mazatlán. Es por ello que en esta tesina se desarrolla el proyecto que expone el PMD, proponiendo la mejor configuración que se puede dar a esta nueva plataforma temporal programada para construirse en el año 2014.

La nueva configuración que se propone tiene como objetivos el estacionamiento de aeronaves en/con:

- Servicio regular.
- Servicio de fletamento.
- Demora.
- Pernocta.

El uso que tendrá esta nueva configuración que se propone permitirá dar la mayor flexibilidad a la plataforma es decir; explotar de manera adecuada sus dimensiones en lo que respecta al estacionamiento de distintos tipos de aeronaves cumpliendo con los objetivos que se mencionan anteriormente.

La metodología general consistió en recopilar la bibliografía existente como lo es el Reglamento de la Ley de Aeropuertos, normatividad internacional que contiene normas y métodos recomendados relativos a los aeródromos, como los es el Anexo 14 de la OACI, el Manual de Diseño de Aeródromos Parte 2, para configurar plataformas y puestos de estacionamiento, así como en llevar a cabo una estancia en el Aeropuerto Internacional de Mazatlán para detectar posibles aéreas de oportunidad en el proyecto en base a los bosquejos que presenta el actual PMD del Aeropuerto Internacional de Mazatlán, midiendo tiempos y movimientos. Todo ello arrojó las directrices para el desarrollo del presente trabajo.

I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.

1.1 Antecedentes, evolución y situación actual del “Aeropuerto Internacional de Mazatlán”.

Los registros históricos sobre la aviación en el puerto de Mazatlán se remontan al año 1955, en la cual se usaban como aeródromo los terrenos adyacentes a la “Plaza Machado” actualmente este lugar forma parte del centro histórico de Mazatlán.

En el año 1975, el Gobierno Federal asignó los terrenos que actualmente ocupan las instalaciones del Aeropuerto Internacional de Mazatlán; 11km al este del centro de Mazatlán, ya que las autoridades donaron a la Universidad de Sinaloa los terrenos que ocupaba el aeropuerto de Mazatlán para la creación de más infraestructura de universitaria.

El nombre oficial del aeropuerto es; “Aeropuerto Internacional de Mazatlán”¹.

El turismo y la pesca han sido desde esa época una de las principales actividades económicas de Mazatlán; ya en la región se concentra el 70 por ciento de la actividad pesquera del estado. Este aeropuerto fue uno de los primeros dentro de la República Mexicana en recibir vuelos directos desde el extranjero, fue Continental Airlines la primera en volar desde el Aeropuerto Internacional de Houston a mediados del año 1988 con una frecuencia diaria, conservando su servicio hasta el día de hoy con mayor presencia y frecuencias en el aeropuerto.

¹ Nombre oficial dado por el PIA de México. Marzo 18-2004.

Mazatlán al tener Aeropuerto Internacional; coadyuva en el desarrollo del turismo en el puerto; por eso la industria hotelera, ha logrado avances significativos para postrarse como una de las principales actividades económicas en el Estado.

El Aeropuerto Internacional de Mazatlán ha impactado en el desarrollo de nuevos mercados y nichos de desarrollo para nuevas líneas aéreas.

Con el constante y sostenido incremento de turistas que arriban al puerto de Mazatlán, el aeropuerto debe de ser capaz de atender el incremento en las operaciones y demanda que tienen las líneas aéreas para arribar al puerto.

El edificio terminal cuenta con puestos de estacionamiento de contacto y falso contacto lo cual le permite dar cabida de manera regular a 10 aeronaves de manera simultánea sólo si sus características cumplen con la "Letra clave" de la Clave de Referencia del Aeródromo debido a la mezcla de aeronaves que se tiene.

La operación de aeronaves en el Aeropuerto de Mazatlán actualmente se desarrolla de la siguiente manera:

Aeronaves clave 2B, 3C; operan diariamente durante el periodo pico de operaciones.

Aeronaves clave 4D, operan únicamente en las temporadas vacacionales, al arribar una aeronave de este tipo sólo deja disponibles 6 puestos de estacionamiento, para una demanda promedio de 12 operaciones por hora en periodo pico y temporada alta.

Aeronaves que operan en el Aeropuerto Internacional de Mazatlán
Clave D: A310-300
Clave C: A320, A319, B737-300/700/800, B717, Fokker 100
Clave B: ERJ145, CRJ200
Clave A: Cessna Caravan 208

Tabla 1. Aeronaves que Operan Actualmente en el Aeropuerto Internacional de Mazatlán.

Operadores Regulares en el Aeropuerto Internacional de Mazatlán	
Aerolínea	Equipo
AeroMexico Connect	ERJ 145
Mexicana Click	B717/Fokker 100
Mexicana Link	CRJ 200
Viva Aerobus	B737-300
Volaris	A320
Alaska Airlines	B737-700/800
US Airways	A320
Continental Airlines	ERJ 145, B737-700
Aero Servicios Guerrero	Cessna Caravan 208
Aero Calafia	Cessna Caravan 208
Frontier Airlines	A320

Tabla 2. Operadores regulares en el Aeropuerto Internacional de Mazatlán.

Operadores de fletamento en el Aeropuerto Internacional de Mazatlán	
Aerolínea	Equipo
Sun Country	B737-700
Sky Service	B737-700
Air Transat	A310
WestJet Airlines	B737-700
NWA (North West Airlines)	A320

Tabla 3. Operadores de fletamento en el Aeropuerto Internacional de Mazatlán.

1.1.1 Programa Maestro de Desarrollo.

En base a los puntos descritos en párrafos anteriores y ante el hecho de la construcción de la nueva plataforma temporal en base al PMD, éste proyecta una plataforma que dará cabida a 4 aeronaves en un terreno que se ubica en la zona oeste del aeropuerto, los documentos no presentan una configuración precisa por lo que esta propuesta de tesina cubre las necesidades actuales del aeropuerto y tiene un valor agregado presentando una mejor optimización del espacio asignado.

El superar las expectativas y brindar una mayor optimización de los recursos dará a este proyecto sustento para configurar la nueva plataforma del Aeropuerto Internacional de Mazatlán.

1.2 Objetivo General.

Proponer la Configuración para la nueva Plataforma Temporal del Aeropuerto Internacional de Mazatlán con base en el actual proyecto del PMD del aeropuerto. La configuración propuesta de la Plataforma Temporal toma sus bases en las tendencias de los operadores y fabricantes de aeronaves, así como en el sostenido y constante incremento de operaciones, lo cual permitirá incrementar la capacidad de la plataforma de 10 puestos de estacionamiento a 14.

1.3 Objetivos Particulares.

Capítulo I:

Mostrar el panorama de la situación actual del Aeropuerto Internacional de Mazatlán, presentando sus características físicas y planes futuros de desarrollo en base a su Programa Maestro de Desarrollo.

Capítulo II:

Documentar la normatividad nacional e internacional así como sus contenidos que se tomarán para establecer las bases de la configuración a la "Plataforma Temporal" que presenta esta tesina.

Capítulo III:

Presenta la conceptualización y proyección de la configuración de la "Plataforma Temporal", las bases de sustento de las cuales surge la propuesta de configuración.

Capítulo IV:

Muestra la configuración propuesta a la "Plataforma Temporal", datos específicos de diseño y señalamientos, mediante planos describe cada uno de los espacios que la conforman al igual que sus objetivos.

Capítulo V:

Se dan recomendaciones y futuras mejoras para la actual plataforma comercial del Aeropuerto Internacional de Mazatlán en conjunto con la nueva "Plataforma Temporal" lo que permitirá un crecimiento balanceado y racional de las instalaciones aeroportuarias.

1.4 Justificación.

Con base al PMD del Aeropuerto Internacional de Mazatlán se construirá una nueva plataforma temporal, la configuración que se propone en esta tesina, toma sus directrices en los contenidos de la normatividad nacional e internacional, así como en las tendencias que tienen hoy en día los operadores aéreos para ser mucho más rentables, buscando un uso racional de los nuevos espacios así como concluyendo con la emisión de recomendaciones para mejorar el uso de la actual plataforma comercial.

La configuración que se presenta dará un incremento en la capacidad de los puestos de estacionamiento, permitirá aumentar las operaciones del aeropuerto, cubrir la necesidad actual y futura. La nueva plataforma temporal del Aeropuerto Internacional de Mazatlán permitirá atender aeronaves tales como los B747-200, B737-800, A320 y menores, ya que son los equipos más utilizados actualmente por las aerolíneas y tienen el mayor potencial producción en el futuro, por lo que se considera factible el desarrollo de esta propuesta.

1.5 Alcance.

Este estudio propone una configuración para la nueva plataforma que se construirá en base al PMD en el Aeropuerto Internacional de Mazatlán.

La configuración propuesta se denomina "Plataforma Temporal", los beneficios que esta traerá al Aeropuerto Internacional de Mazatlán son; una flexibilidad total en el uso de sus espacios lo que incrementará la capacidad de la actual plataforma comercial y permitirá un uso racional de la superficie con la mezcla de aeronaves que hoy en día se tiene y la que está prevista por parte de los operadores y fabricantes. En la plataforma temporal se estacionarán aeronaves en servicio regular, de fletamento, pernocta y con demora.

Esta plataforma únicamente tendrá posiciones de falso contacto, los beneficios y aportaciones de diseño se establecen con base en la normatividad nacional e internacional que contienen normas y métodos recomendados.

Se concluye con la emisión de recomendaciones que mejoren la explotación de los recursos, lo que permitirá dar un balance óptimo y flexibilidad a las plataformas para atender la demanda actual y futura.

II. MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL.

2.1 Marco Legal y Normativo.

Sobre la base de las Normas y los Métodos recomendados internacionales emitidos por la OACI², la normatividad nacional regida por la SCT³ que regula y controla la operación de los aeródromos civiles, así como la información documentada en el Programa Maestro de Desarrollo del Aeropuerto Internacional de Mazatlán; esta tesina: documenta y fundamenta su Marco Legal y Normativo para la configuración de una nueva "Plataforma Temporal".

2.1.1 Bases Normativas.

Con el fin de desarrollar la configuración más viable, que adopte y proyecte las necesidades que el Aeropuerto Internacional de Mazatlán requiere en la actualidad y a futuro, la tesina parte de los principios de seguridad, eficiencia y calidad estipulados en la Ley de Aeropuertos⁴ y en su Reglamento⁵.

² Organización de Aviación Civil Internacional.

³ Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

⁴ Ley publicada en el DOF el día 22 de diciembre de 1995. Última reforma 21-01-2009.

⁵ Reglamento de la Ley de Aeropuertos publicado en el DOF el día 17 de febrero de 2000. Última reforma 09-09-2009.

Estos principios han sido desarrollados a lo largo del capítulo 4 mediante el uso de las normas y recomendaciones que estipula la OACI en el Anexo 14 "Aeródromos", en su sección de plataformas y sistemas de guía. De donde se retoma que la Letra Clave aplicable al Aeropuerto Internacional de Mazatlán debido a las características que presenta es "D" y por consecuencia el margen de distancia mínima que deberá existir entre aeronaves y edificios para el emplazamiento de un puesto de estacionamiento en plataformas es de 4.5 m.

Aunado a ello se contempla el Manual de Diseño de Aeródromos Parte II⁶, con el fin de aplicar los conceptos de configuración geométrica de acuerdo a las dimensiones dadas para la plataforma, pues con este aspecto y el de segregación de aeronaves que operan. Es posible aplicar el concepto de flexibilidad que conlleva a la determinación más factible del número de puestos de estacionamiento necesarios.

Por otra parte en la sección de "Sistemas Guía" del Anexo 14, indica la importancia de un sistema que conduzca a las aeronaves hasta su atraque. Por consecuencia, se emplea el Manual de Diseño de Aeródromos Parte IV⁷. Debido a que en su contenido especifica a detalle las señales que deben existir en Plataforma.

No obstante, al no tener aplicabilidad todas las señales contenidas en este documento aplican a la configuración que planteamos; por ello, únicamente se utilizan los conceptos de líneas de entrada, de guía secundaria, de seguridad en la plataforma, de margen libre para los extremos del ala, de límite para el equipo y líneas para el paso de pasajeros.

⁶ Documento 9157, Manual de Diseño de Aeródromos Parte II: Calles de Rodaje, Plataformas y Apartaderos de Espera 4a. edición del año 2005.

⁷ Documento 9157, Manual de Diseño de Aeródromos Parte IV, Ayudas Visuales 4ª, edición, 2004.

Las características de color, tipo y tamaño de las líneas guía se especifican en este mismo documento. Describiéndolas como líneas continuas amarillas con un ancho de 15 cm como mínimo y 30 cm como máximo. Para los demás tipos de líneas se emplea el Manual de Marcas y Señales de Plataforma de ACI⁸. El cual especifica minuciosamente la utilización de los colores, tamaños así como si deberán ser continuas o a trazos. Las líneas que utiliza nuestra configuración son las siguientes:

- Amarillas: indican líneas centrales de las calles de rodaje y marcas de parada.
- Blancas: indican marcas destinadas a regular tráfico de vehículos y su estacionamiento.
- Rojas: indican advertencia así como bordes y límites donde el cruce está prohibido.
- Líneas centrales amarillas con bordes negros: se utilizan para marcas amarillas y blancas sobre pavimento en colores claros.
- Líneas centrales rojas con bordes blancos: se utilizan para marcas rojas sobre pavimento de color obscuro.

⁸ Airports Council International (por sus siglas en ingles)

El tamaño de las líneas varía en cuatro clasificaciones que son de 10cm, 20cm, 2m y 4m según aplique. Mientras que para el uso de líneas secundarias, estas deberán ser líneas no continuas.

Una vez aplicadas estas normas y recomendaciones a la configuración de la nueva plataforma en el Aeropuerto Internacional de Mazatlán, las aeronaves podrán maniobrar con plena y total seguridad, los vehículos que operen para brindar servicios complementarios y aeroportuarios llevarán a cabo sus tareas sin percances.

La flexibilidad de la plataforma será tal que permitirá una segregación de aeronaves simultáneamente muy eficiente que permitirá un uso adecuado de los recursos y de cada espacio disponible en plataforma, así como su incremento en capacidad y con ello una mejora en la calidad del servicio de plataformas que al día de hoy ofrece el Aeropuerto Internacional de Mazatlán.

III. METODOLOGÍA.

A continuación se describe de forma breve; los pasos a seguir para determinar la configuración de la nueva "Plataforma Temporal" del Aeropuerto Internacional de Mazatlán.

La metodología que se consideró para desarrollar el proyecto de la configuración de la nueva "Plataforma Temporal" consistió en obtener las dimensiones del terreno en el cual se construirá la nueva plataforma, estas dimensiones están dentro del actual Programa Maestro de Desarrollo, el cual como ya se mencionó no tiene configurada la plataforma.

Al tener las dimensiones establecidas, se comenzó a recabar la información documental tanto nacional como internacional que contiene las normas y métodos recomendados para configurar plataformas:

El orden de las fuentes consultadas es el siguiente:

Para fundamentar el marco teórico y referencial se realizó una investigación detallada de todos los documentos que contuvieran temas relacionados con la configuración de plataformas y que formarán parte de la Normatividad Internacional emitida por la OACI y la Normatividad Nacional publicada en el Diario Oficial de la Federación respectivamente.

A partir de esta premisa se comenzó por indagar la normatividad nacional dentro de los artículos de la Ley de Aeropuertos y su Reglamento a la par del Anexo 14 "Aeródromos". El resultado fue muy limitado a nivel nacional, por tal motivo se retomaron únicamente los principios de seguridad, eficiencia y calidad que ahí se proponen.

Por el lado contrario el Anexo 14 resulto la base de esta tesina, por las recomendaciones a plataformas de su capítulo 3, y su listado de Publicaciones relacionadas con las especificaciones de este Anexo. Los documentos utilizados de este listado para el desarrollo de esta tesina fueron la parte II y parte IV del manual de Diseño de Aeródromos. De la parte II; Calles de rodaje, plataformas y apartaderos de espera: se retoman los conceptos de plataforma y su clasificación, configuración geométrica y flexibilidad. De la parte IV; Ayudas Visuales: se retoman las señales que debe contener una plataforma para su operación, tipos, y tamaños, este manual se complementa a la par con el Manual de Marcas y señales de ACI, en el cual se especifican colores, tamaño y tipo de líneas para todo el tipo de señales en plataforma.

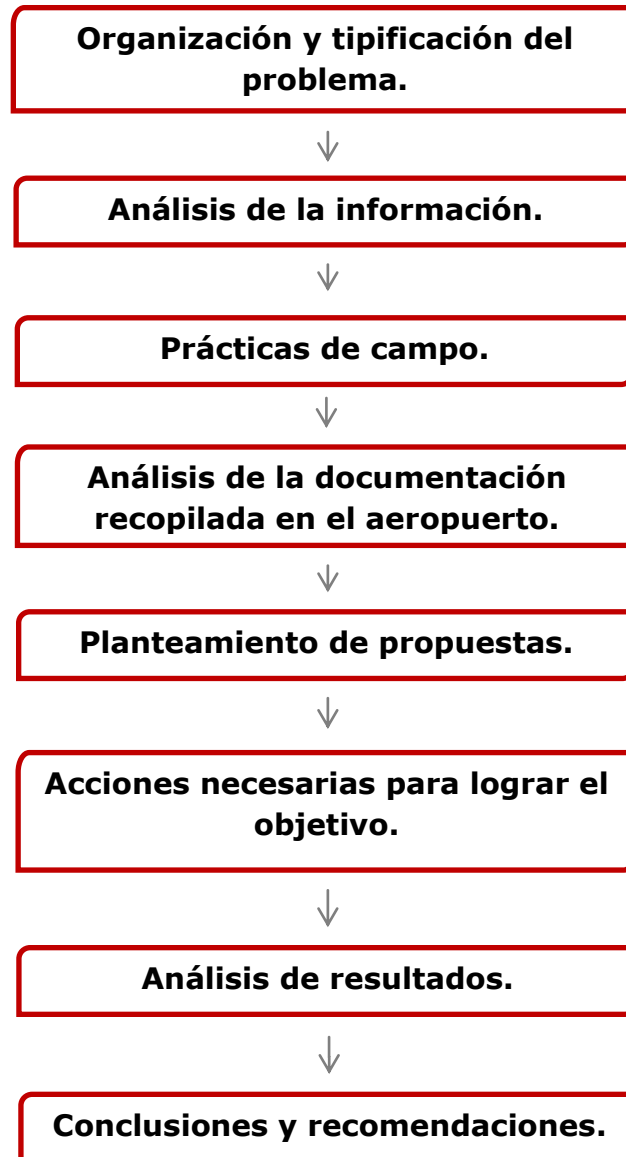
Estos datos son la base para desarrollar el proyecto, la nueva plataforma temporal se ubicará a un lado de la actual plataforma comercial por lo que se debe de tomar en cuenta la interrelación que existirá entre estas dos plataformas y la conjunción en sus operaciones, ya que el flujo y tráfico de aeronaves es un punto primordial para el diseño.

Al tener un bagaje sobre las señales, es necesario buscar la mejor manera de explotar de manera racional la nueva plataforma, por lo que es necesario ver las previsiones del tráfico aéreo y las tendencias que tienen los fabricantes de aeronaves y las necesidades de los operadores aéreos.

Se concluye con la determinación en la cantidad de puestos de estacionamiento y la flexibilidad que tendrán con el arribo de las aeronaves.

Todo lo anterior basado en las normas y métodos recomendado, lo cual da un valor agregado a este proyecto ya que ofrece un cumplimiento total ante cualquier proceso de certificación por parte del aeropuerto.

3.1 Diagrama de Flujo



IV. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE CONFIGURACIÓN DE LA PLATAFORMA.

4.1 Programa Maestro de Desarrollo.

4.1.1 Visión actual.

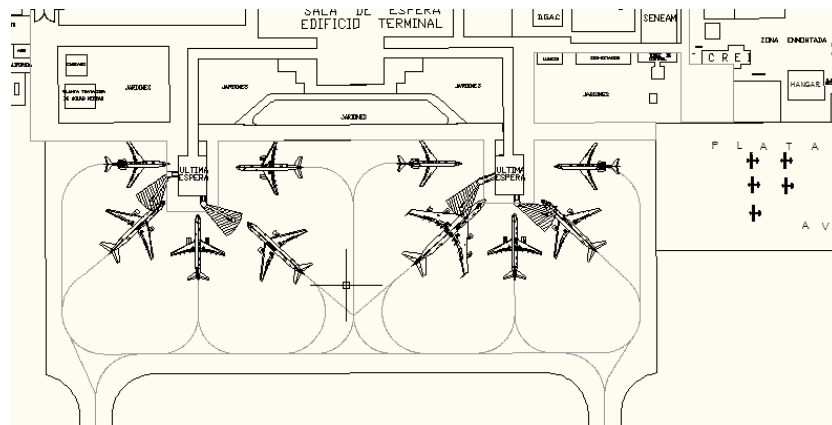


Ilustración 1 Plataforma actual.

El Programa Maestro de Desarrollo del Aeropuerto Internacional de Mazatlán presenta fases de construcciones y ampliaciones, en las cuales se proyecta un crecimiento infraestructural en forma lógica y ordenada, en sincronía con el plano de demanda que se espera tener en los próximos años.

En el PMD⁹ del Aeropuerto Internacional de Mazatlán se consideran varias fases a seguir en los próximos años, en donde la construcción de una nueva plataforma en la parte oeste del aeropuerto se encuentra ilustrada en la 2º fase. Es una de las etapas más próximas en iniciarse, en aproximadamente 5 años, así como también es una de las etapas que tendrá mayor impacto en el desarrollo y capacidad de la parte operativa.

⁹ Plan Maestro de Desarrollo.

4.2 Plano de la segunda etapa del PMD.

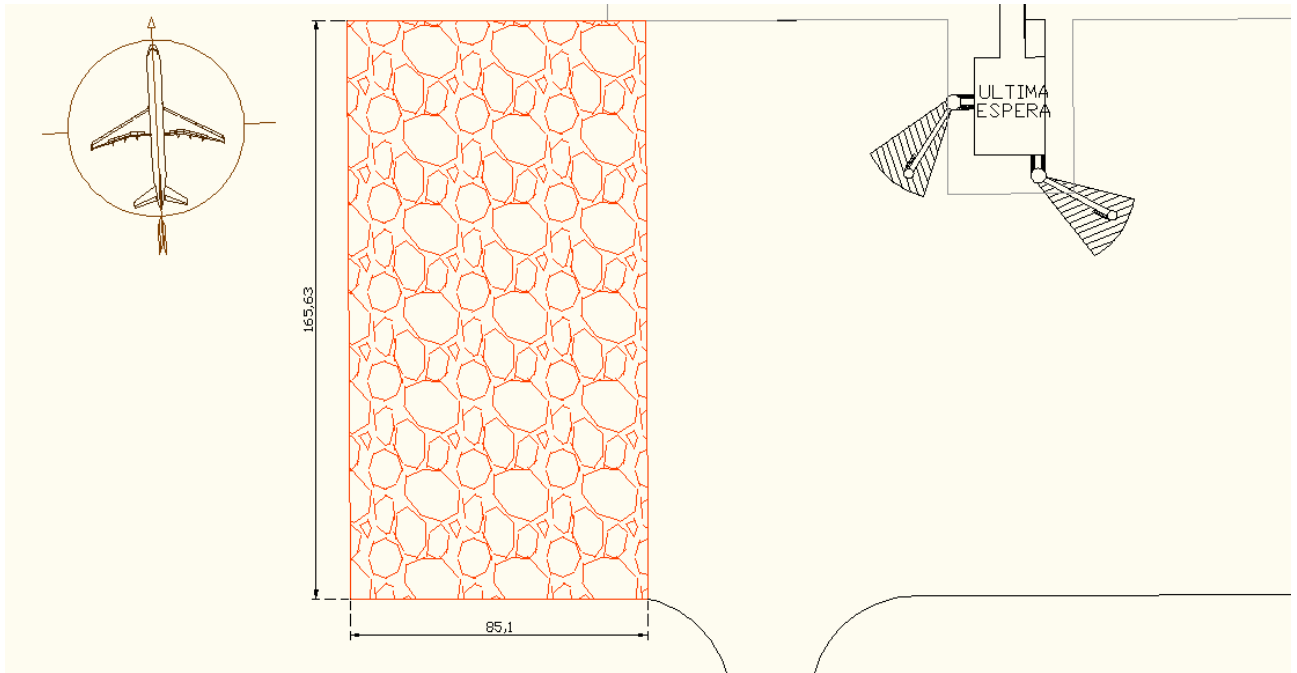


Ilustración 2 Ampliación de la plataforma. La zona en color anaranjado muestra el área de ampliación. Escala en metros (m).

En el plano actual de la segunda etapa, se muestra una ampliación de la plataforma comercial hacia el lado oeste.

Este nuevo proyecto plantea para dar cabida a 3 aeronaves de proporciones máximas similares a las del Boeing 737-700 y el equipo A320.

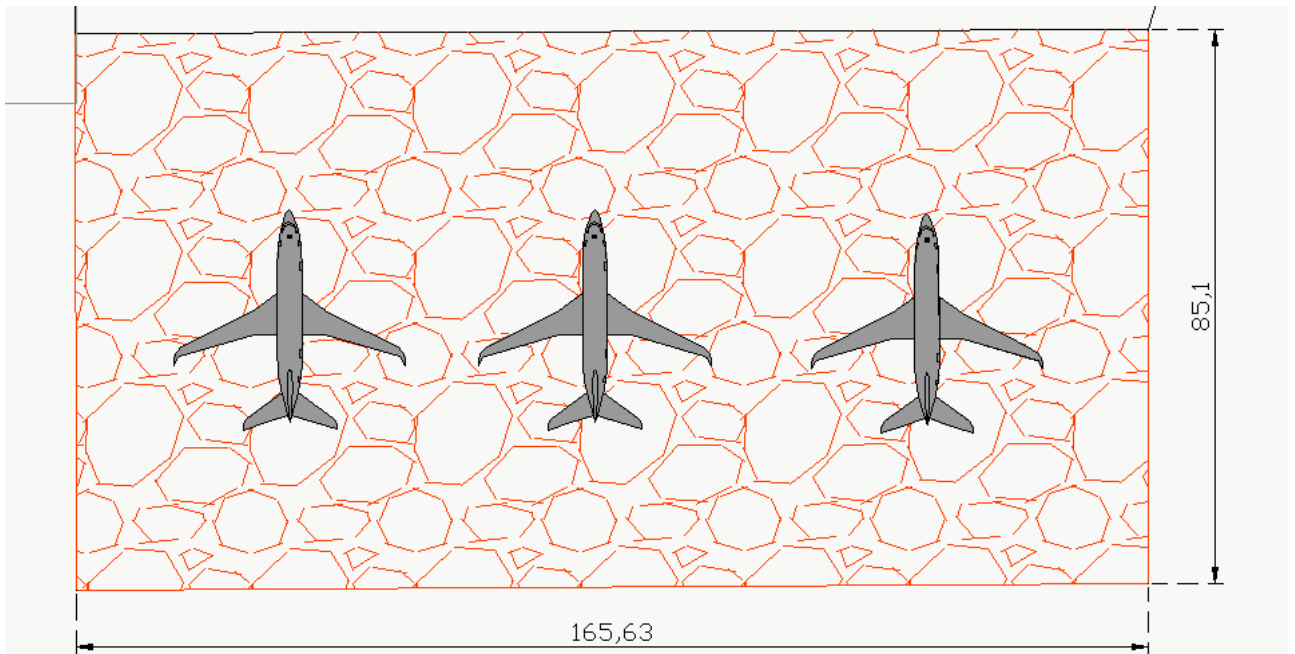


Ilustración 3 Nueva plataforma temporal. Escala en metros (m).

4.3 Tendencia de los principales fabricantes de aeronaves a nivel mundial.

Los fabricantes líderes del mercado de aeronaves comerciales de pasajeros y de carga, reflejan una tendencia en la construcción de los distintos modelos de aeronaves así como de sus componentes; basándose en las directrices que los operadores requieren. Algunos de ellos demandan aeronaves de mayores magnitudes exigiendo mayor capacidad y rendimiento, mientras que por otro lado algunos otros, situados en diferentes condiciones geográficas requieren aeronaves de menores magnitudes por rentabilidad.

La tendencia pronosticada en la fabricación de aeronaves es un factor sumamente importante para la configuración de una nueva plataforma, nos permite visualizar el tipo de equipo que las aerolíneas planean utilizar y que han sido solicitadas a los fabricantes para poder llevar a cabo sus operaciones en los próximos años.

Una vez tomado en cuenta este aspecto, se brinda a lo largo de esta tesina las herramientas sustentables para tomar la mejor decisión en la propuesta de configuración de la nueva plataforma.

A continuación se muestra la tendencia de acuerdo a la demanda de mercado pronosticada para los próximos 20 años de los cuatro principales fabricantes de aeronaves que operan en el Aeropuerto Internacional de Mazatlán: Boeing, Airbus, Bombardier y Embraer. La configuración de esta nueva plataforma se ha planteado para que sea utilizada por aeronaves con capacidad que puede variar en un rango de 50 hasta 150 pasajeros.

4.3.1 Airbus y Boeing.

Debido a que la construcción de una aeronave requiere largos periodos de tiempo e inversión, ha sido primordial para ambas compañías con el fin de permanecer y trascender en la Industria Aeronáutica Internacional un adecuado equilibrio en la fabricación de equipos que al final rindan en la productividad y cumplan con los objetivos de los usuarios, como lo son aerolíneas, taxis aéreos, etc.

En un enfoque directamente sobre la zona geográfica a la que pertenece el Estado de Sinaloa, América Latina, donde ambas compañías han estimado que la demanda que requerirá tendrá una variación entre 1,640 y 1,700 aviones nuevos hasta el 2030. Por lo cual esta región se ha convertido en un mercado con un potencial de crecimiento muy alto en la compra de aviones nuevos para los próximos 20 años, lo cual, representa aproximadamente 150,000 millones de dólares en negocios únicamente en esta zona para Airbus y Boeing únicamente.

Airbus en específico es líder en esta región al concentrar un 65 por ciento del mercado latinoamericano de aeronaves, por lo cual estima que la demanda regional crecerá poco más del 5 por ciento anual en los siguientes años.

Si bien esta configuración no contempla en su diseño aeronaves Airbus, no es porque no tengan operación alguna en el Aeropuerto en cuestión. El motivo se debe a que en la plataforma de pasajeros existente resulta más factible despachar este tipo de aeronaves por su envergadura, longitud y altura, es decir por sus dimensiones.

4.3.2 Bombardier y Embraer.

Actualmente Bombardier y Embraer forman parte de los dos principales fabricantes de aeronaves de magnitudes medianas y pequeñas; con capacidad de entre 20 y 150 pasajeros en promedio.

En base al pronóstico de demanda de aeronaves comerciales durante 2010. Bombardier ha publicado que para el segmento de las aeronaves comerciales de entre 20 y 149 pasajeros, se tendrá una demanda equivalente a 12,400 entregas de aviones nuevos en un periodo de 20 años comprendido entre 2009 y 2028. A pesar de la existencia de factores que afectan la producción de la compañía, los fundamentos de la industria a largo plazo permanecen positivos la demanda esperada está tasada en \$589 billones de dólares estadounidenses aproximadamente.

- En el segmento de 20 a 59 asientos, Bombardier pronostica la entrega de 300 aeronaves.
- En el segmento de 60 a 99 asientos, Bombardier pronostica la entrega de 5,800 aeronaves.
- Y finalmente en el segmento de 100 a 149 asientos, el pronóstico establece la entrega de 6,300 aeronaves.

Por su parte la compañía Brasileña Embraer entregó un total de 48 aeronaves en el tercer trimestre del año 2008, una más que en el mismo periodo del ejercicio precedente.

El grupo reafirmó su previsión de entregas para el ejercicio completo de 195 a 200 aviones en 2008 y anticipó la existencia de una demanda de 875 nuevos aviones en ésta región durante los próximos 2 años, de los cuales espera fabricar únicamente para un solo país.

- 120 unidades con capacidad para entre 30 y 60 pasajeros,
- 295 unidades para entre 61 y 69 pasajeros
- 460 para entre 91 y 120 pasajeros.

4.3.3 Demanda en la fabricación mundial de aeronaves, Airbus y Boeing.

Aeronave programada	Número de aeronaves ordenadas en 2006	Número de aeronaves ordenadas en 2007	Aeronaves ordenadas en bruto durante Enero - Agosto 2008	Aeronaves netas ordenadas de Enero - Agosto 2008
737	739	850	453	452
747	72	25	2	2
767	12	36	2	2
777	75	143	48	48
787	160	369	79	78
A310	0	0	0	-5
A318	4	13	5	-7
A319	252	185	27	27
A320	322	676	389	389
A321	105	40	39	39
A330	104	202	136	133
A340	15	23	0	-3
A350	15	281	155	132
A380	17	33	3	3
Total	1,892	2,876	1,338	1,290

Tabla 6. Cantidad de aeronaves solicitadas desde 2006 hasta Agosto de 2008, incluyendo las variaciones en los pedidos durante este último año.

4.3.4 Situación de las principales aeronaves demandadas en espera de ser entregadas de 2007 a 2009.

Modelo de aeronave	Backlog ¹⁰ en Diciembre 07	Backlog en Agosto 31, 2008	Cambios desde el Inicio de 2009	Cambios Desde Agosto 07 (Número)
A318	50	29	-21	-25
A319	557	485	-72	-63
A320	1,662	1,929	267	608
A321	243	260	17	40
A310*	5	0	-5	-5
A330	355	441	86	136
A340	41	32	-9	-17
A350	320	452	132	224
A380	188	186	-2	21
Total Airbus	3,421	3,814	393	919
737	2,076	2,284	208	565
747	125	115	-10	-3
767	52	46	-6	-10
777	357	356	-1	10
787	817	895	78	211
Total Boeing	3,427	3,696	269	773
Total Backlog	6,848	7,510	662	1,692

Tabla 7. Estatus de entrega de aeronaves.

¹⁰ Backlog: Acumulados.

4.3.5 Cifras al año 2014.

Previsión de Aeronaves al año 2014	
Boeing	6190.33 unidades
Airbus	5525.33 unidades

Tabla 8 Proyección de Tendencias para la previsión de aeronaves al año 2014.

Como se puede apreciar los indicadores apuntan a que las líneas aéreas necesitan una mayor cantidad de aeronaves de cabina angosta, como lo son aeronaves entre los 45 y 120 pasajeros, ya que las estrategias comerciales que les permitirán subsistir en el mercado requieren que estas oferten una mayor cantidad de frecuencias.

El reflejo de esta información se puede apreciar en la tendencia que tienen las líneas aéreas mexicanas que operan en el Aeropuerto Internacional de Mazatlán, ejemplo de esto es que los transportistas aéreos en el país operan en una gran mayoría sus vuelos a Mazatlán en aeronaves de 45 plazas, lo cual le permite tener una mayor cantidad de frecuencias, este tipo de aeronave sustituyo a aeronaves del tipo B737-700, con los ERJ 145, se duplicaron los vuelos y esto permitió el crecimiento de los destinos que enlazan al puerto de Mazatlán con el resto de la República Mexicana. Por otra parte, otras aerolíneas han tomado las mismas previsiones y ahora todas las operaciones que llevan a cabo en Mazatlán se realizan en equipos CRJ 200 y B717.

Por su parte las líneas aéreas internacionales, toman los mismos postulados, utilizan una mezcla aeronaves como el B737-700/800 y el ERJ 145 para conectar el sur de los Estados Unidos con el puerto de Mazatlán.

Por las razones expuestas, la configuración que se tendrá en la nueva plataforma temporal será orientada a recibir a aeronaves de clave B, C y E.

4.4 Emplazamiento de la nueva plataforma.

El PMD muestra una ampliación en la plataforma comercial orientada hacia el lado oeste, como se muestra en la figura número 2, en la cual no se contempla como configuración definitiva la mostrada en el PMD No estando documentada como una configuración final o decisiva, este trabajo de investigación propone una configuración para la plataforma, que tenga la capacidad de recibir aeronaves de mayor tamaño, la cual haga aprovechar este nuevo espacio operacional.

En las siguientes páginas se muestra el cómo y por qué se debería configurar de una forma distinta la plataforma, cuales son las ventajas y la manera en que ésta se apega a las recomendaciones contenidas en el Anexo 14 de la OACI, así como a las que se encuentran en el Manual de Diseño de Aeródromo de la OACI, en su parte II y IV.

El desarrollo y configuración de la nueva plataforma temporal mejorará el progreso de las operaciones y el aprovechamiento de los espacios en el Aeropuerto.

4.4.1 Propuesta de configuración.

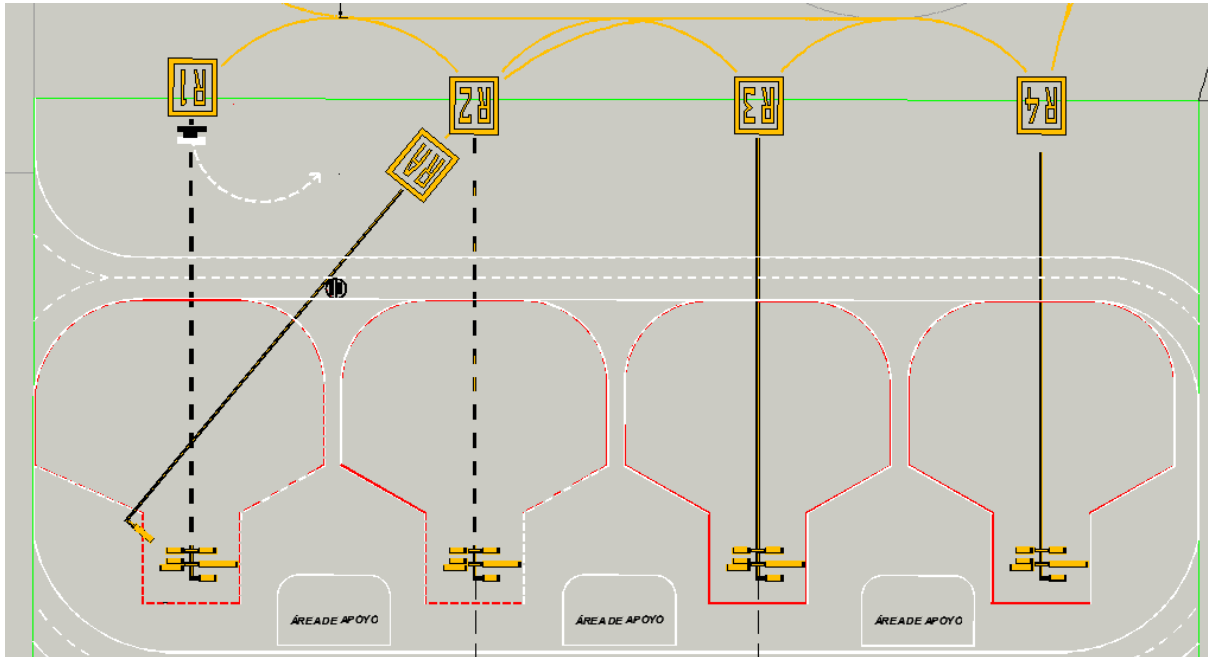


Ilustración 4 Propuesta de configuración con 5 puestos de estacionamiento (R1, R2, R3, R4, RA).

4.4.2 Requisitos de diseño.

El diseño de una plataforma exige la evaluación de numerosas características relacionadas entre sí. Esta plataforma tiene las posibilidades de cumplir con las numerosas características generales de diseño relacionadas con la seguridad, eficacia, configuración geométrica, flexibilidad e ingeniería.

4.4.3 Configuración geométrica.

La longitud y ancho del terreno disponible para el emplazamiento de la nueva plataforma es de 165.63 m y 85.1 m respectivamente. Por tal motivo representa un factor de carácter geométrico que hay que adecuar al tipo de configuración que se desea implementar.

Este aspecto delimita la superficie total que se tiene para los puestos de estacionamiento, las calles de acceso a los puestos de estacionamiento, calles de rodaje en la plataforma, vialidades, etc. De acuerdo a las aeronaves que operan el Aeropuerto Internacional de Mazatlán.

Por lo tanto, la superficie total que se necesita para el establecimiento de la nueva plataforma no solo depende del tamaño de las aeronave y las distancias libres, sino también de la disposición geométrica de las calles de acceso al puesto de estacionamiento de aeronaves, de otras calles de rodaje, de barreras contra el flujo de los motores, zonas utilizadas para estacionamiento de vehículos de servicio y caminos utilizados para el desplazamiento de los vehículos, personal operativo y de mantenimiento.

4.4.4 Flexibilidad.

El número y dimensiones de los puestos de estacionamiento de aeronaves se ajustan al número y tamaño de los tipos de aeronaves que se espera que utilicen la plataforma. Dicha plataforma tendrá cinco puestos de estacionamiento y podrá utilizar dichos puestos para aeronaves de tipo B, C y E dando así una mayor flexibilidad en la utilización de la plataforma y teniendo en cuenta que todos los puestos de estacionamiento darán pauta a una combinación de estos dos primeros tipos de aeronave, haciendo esto en sincronía con la demanda.

Es posible la utilización de los 4 puestos de estacionamiento principales (R1 a R4) con 4 aeronaves B737-800 a la vez sin causar afectaciones entre un puesto y otro, para la utilización de la posición RA será necesario restringir el uso de dos puestos de estacionamiento, R1 y R2, ya que es el espacio destinado para la atención a un B747-200, en esta situación es posible utilizar también en sincronía las posiciones R3 y R4 con la aeronave máxima destinada en esos puestos (B737-800) o la que la demanda exija en la operación.

Las aeronaves para las cuales se enfoca cada plataforma se muestra en la siguiente tabla.

Designadores para los puestos de estacionamiento				
R 1	R 2	R 3	R 4	R A
F 100	F100	F100	F100	B747-200
ERJ-145	ERJ-145	ERJ-145	ERJ-145	
B737-200	B737-200	B737-200	B737-200	
B373-300	B373-300	B373-300	B373-300	
B737-700	B737-700	B737-700	B737-700	
B737-800	B737-800	B737-800	B737-800	
A318	A318	A318	A318	
A319	A319	A319	A319	
A320-200	A320-200	A320-200	A320-200	

Tabla 9. Designadores para los puestos de estacionamiento.

4.5 Características comunes de diseño.

4.5.1 Pavimento.

La elección de la superficie se ha determinado tomando en cuenta los ACN de los equipos que operan en el aeropuerto, también se consideró un estudio de suelos hecho por el personal del Aeropuerto Internacional de Mazatlán.

La siguiente tabla muestra los ACN de los equipos que se utilizarán en la plataforma.

Equipo	ACN ¹¹ Coeficiente para pavimentos rígido (Alto)
A310-300	44
A320, A319	35, 39
B737-300/700/800	35, 38, 44
B717	32
Fokker 100: 25	25
ERJ 145	18
CRJ 200	18
Cessna Caravan 208	4
B747-200B	45

Tabla 40. ACN.

¹¹ Valores obtenidos de www.embraer.com, www.boeing.com, www.airbus.com

La superficie para esta plataforma seguirá el mismo patrón de la plataforma comercial actual, teniendo un PCN. 46/R/A/W/T.

P A V I M E N T O R I G I D O																
D E T E R M I N A C I O N D E L A R E S I S T E N C I A																
CAPA	PARAMETRO	ESPECIFICACION	PLAT COMERCIAL PCA. 15						PLAT COMERCIAL PCA. 16							
			CALIDAD			ESPESOR (cm)	FACTOR DE EQUIVALENCIA	ESPESOR EQUIVALENTE DE LA CAPA	CALIDAD			ESPESOR (cm)	FACTOR DE EQUIVALENCIA	ESPESOR EQUIVALENTE DE LA CAPA		
MTRA	CUMPLIMIENTO	APORTACION	CALIFICACION	MTRA	CUMPLIMIENTO				APORTACION	CALIFICACION						
HIDRACION HIDRULICO (Losa)	MOD DE RUPTURA (kg/cm ²)	45	42.9	95%	0.40	38%	30	-----	47.2	105%	0.40	42%	30	-----		
	AGRIETAMIENTO (%)	0	5%	95%	0.40	38%			5%	95%	0.40	38%				
	DESGASTE (%)	0	1%	99%	0.20	20%			1%	99%	0.20	20%				
			PUNTUACION			96%	30	1.00	29	PUNTUACION			100%	30	1.00	30
Cimiento (Sub-base)	ESTABILIZADO	100	0	0%	0.42	0%	20	-----	0	0%	0.42	0%	20	-----		
	Granulometria	EN RANGO	----	80%	0.09	7%			----	80%	0.09	7%				
	CBR	min (%)	80	110	100%	0.25			25%	100	100%	0.25			25%	
	Eq. de Arena	min (%)	40	52	100%	0.03			3%	52	100%	0.03			3%	
	Lim. Liq.	max (%)	25	22.0	100%	0.03			3%	18.0	100%	0.03			3%	
	Ind. Plast.	max (%)	6	0.0	100%	0.06			6%	0.0	100%	0.06			6%	
	Des. Angeles	max (%)	35	13.0	100%	0.06			6%	12.0	100%	0.06			6%	
	For de particula	max (%)	40	24.0	100%	0.06			6%	26.0	100%	0.06			6%	
	Compactacion	min (%)	100	100	CU CORRECTO	AP CORRECTA			-----	100	CU CORRECTO	AP CORRECTA			-----	
	HUMEDADES (%)	DE CAMPO	0.8	SUELO EN ESTADO					1.2	SUELO EN ESTADO						
		OPTIMA	6.5	SOLIDO					6.5	SOLIDO						
	SUCS	GW-GH+2+YLHPIAS GRAVAS+ARENAS C/POCO+SINFIBROS														
			PUNTUACION			56%	20	1.00	11	PUNTUACION			56%	20	1.00	11
			ESPESOR EQUIVALENTE DEL SONDEO					29	ESPESOR EQUIVALENTE DEL SONDEO					30		
TERRENO DE FUNDACION (SUBRAST. o Terr. Nat.)	M. DE REACCION (Mpa/m)	-----	128				142									
	Compactacion min (%)	-----	--				--									
	suelo cohesivo	95														
	suelo friccionante	98														
	Mod Elastico (MPa)	-----	110.0				180.0									
	HUMEDADES (%)	DE CAMPO	14.8				18.3									
	OPTIMA	20.0				21.6										
Lim. Liq. (%)	-----	40.0	SUELO EN ESTADO			38.0	SUELO EN ESTADO									
Ind. Plast. (%)	-----	12.0	SOLIDO			14.0	SEMI-SOLIDO									
EVALUACION NUMERICA DEL PCN			43					49								
ZONA			PLAT COMERCIAL					PLAT COMERCIAL								
PCN			46 / R / A / W / T													

Ilustración 5. Resultado del estudio de resistencia de suelos realizado por personal del Aeropuerto Internacional de Mazatlán.

De acuerdo al ACN de las aeronaves y al PCN obtenido en el estudio, la plataforma no tendría problema alguno para recibir a las aeronaves que se precisan para los nuevos puestos de estacionamiento. Teniendo en cuenta el método ACN-PCN en el que se establece que el PCN deberá ser mayor al ACN, aquí se cumple este principio.

4.5.2 Pendientes de la plataforma.

Con el fin de impedir la acumulación de agua en la superficie de la plataforma, permitir el desagüe eficaz de aguas pluviales, maniobrabilidad y abastecimiento de combustible; la plataforma tendrá una pendiente entre 0.5% al 1% en los puesto de estacionamiento, y no mayores al 1.5% en el resto de la plataforma.

4.6 Dimensiones de la plataforma.

4.6.1 Consideraciones generales.

Aeronaves de mayor utilización en la actualidad para la determinación del equipo de mayor dimensión permisible en estos puestos de estacionamiento.

Tendencia de fabricación de los principales Industriales de Aeronaves a Nivel Mundial.

Pronostico de utilización de aeronaves de las compañías nacionales e internacionales operantes en el aeropuerto.

Dimensión y las características relativas a las maniobras de la aeronave de máxima envergadura que utilizara la plataforma.

Separación de aeronaves y repartición de los espacios de acuerdo al tamaño de las aeronaves y clave de referencia.

Número de puestos de estacionamiento que ayude a la atención de una mayor cantidad de aeronaves.

La plataforma temporal tendrá el fin de llevar a cabo servicios de embarque y desembarque de pasajeros, así como también servicios de pernoctas para aeronaves. La aeronave de mayor tamaño considerada para su operación en plataforma, será el Equipo Boeing 737-800.

4.6.2 Área de la plataforma.

El área total será de 14,095.113 m², dimensiones de 165.63 m de longitud por 85.1 m de ancho.

4.7 Señales en Plataforma.

Señal. Símbolo o grupo de símbolos expuestos en la superficie del área de movimiento a fin de transmitir información aeronáutica.

4.7.1 Línea guía de puesto de estacionamiento.

El objetivo primordial de una guía en los puestos de estacionamiento es lograr que las aeronaves puedan maniobrar sin peligro en el puesto de estacionamiento. Y puedan establecer con precisión la posición correcta.



Ilustración 6 Línea guía de puesto de estacionamiento.

4.7.2 Tipo de señales en los puestos de estacionamiento.

Las señales en un puesto de estacionamiento consisten en líneas guía que sirven para indicar la trayectoria que ha de seguir una aeronave hacia un puesto de estacionamiento. Se clasifican en líneas de entrada, líneas de viraje y líneas de salida.

En la configuración planteada para la nueva plataforma las líneas utilizadas son únicamente de entrada. No habrá líneas de viraje ni de salida y los conductores de los tractores utilizarán las líneas de entrada durante la maniobra de retroceso.

A. Líneas de entrada

Consisten en líneas guía que dirigen a la aeronave desde las calles de rodaje de la plataforma hasta un puesto de estacionamiento.

Este tipo de líneas pueden ser de entrada sencilla y de entrada desplazada.

En esta configuración se utilizan líneas de entrada sencilla, ya que de esta manera se permite a las aeronaves virar en la forma más natural posible evitando a su vez cualquier posible confusión en la operación.

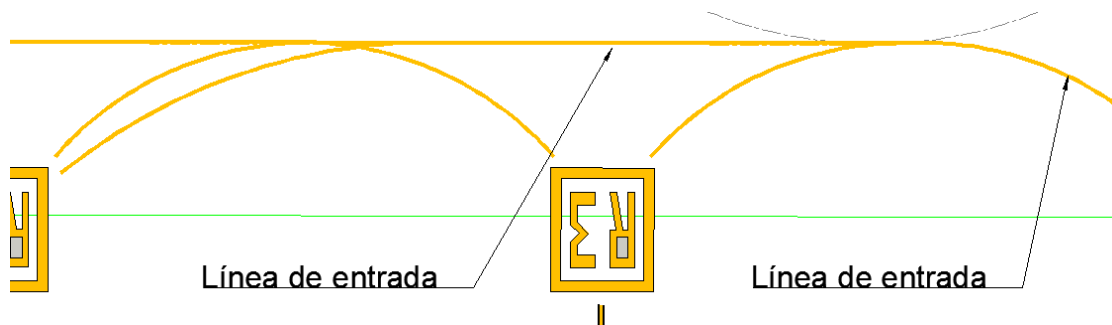


Ilustración 7 Líneas de entrada.

4.7.3 Líneas de guía secundaria.

La duplicación de la guía o línea de guía secundaria, aplica cuando las aeronaves deben de estar alineadas con precisión en un puesto de estacionamiento y, cuando el puesto de estacionamiento para una aeronave de grandes dimensiones debe ser utilizada por más de una aeronave pequeña simultáneamente.

En el caso de la nueva plataforma temporal en el Aeropuerto Internacional Mazatlán. Se ha planteado que un B747 ocupe el espacio de dos puestos de estacionamiento.

Los puestos de estacionamiento son nombrados como "puestos de estacionamiento superpuestos". R1 y R2.

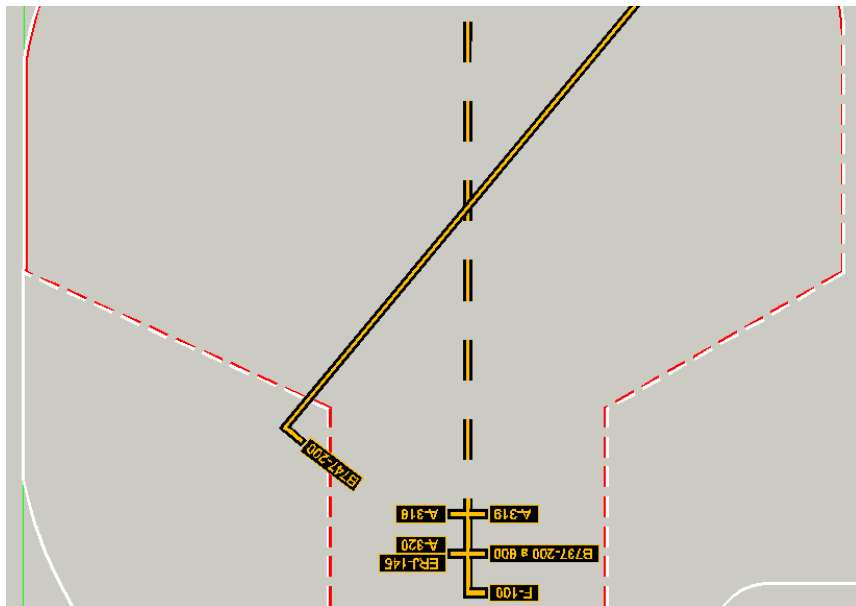


Ilustración 8 Línea de guía secundaria.

4.7.4 Características de las líneas Guía.

Son líneas de trazo continuo de color amarillo, de 15 cm de ancho, siendo preferente cuando sea posible un ancho de 30 cm. Cuando existan líneas de guía secundarias, estas deben ser de trazos discontinuos para poder distinguirlas de la línea principal. Además de indicarse claramente el tipo de aeronave que ha de seguir determinada línea guía.

4.7.5 Líneas de seguridad en la plataforma.

La utilidad de este tipo de líneas permite marcar los límites del área de estacionamiento para equipo terrestre, vialidades de servicio y de pasajeros, etc. Tiene como cualidad ser más angostas y de un color distinto al de las líneas de guía de las aeronaves.

4.7.6 Líneas de margen libre para los extremos de ala.

Estas líneas delimitan la zona con el margen de seguridad necesario, de la trayectoria que sigue el extremo del ala de la aeronave más crítica.

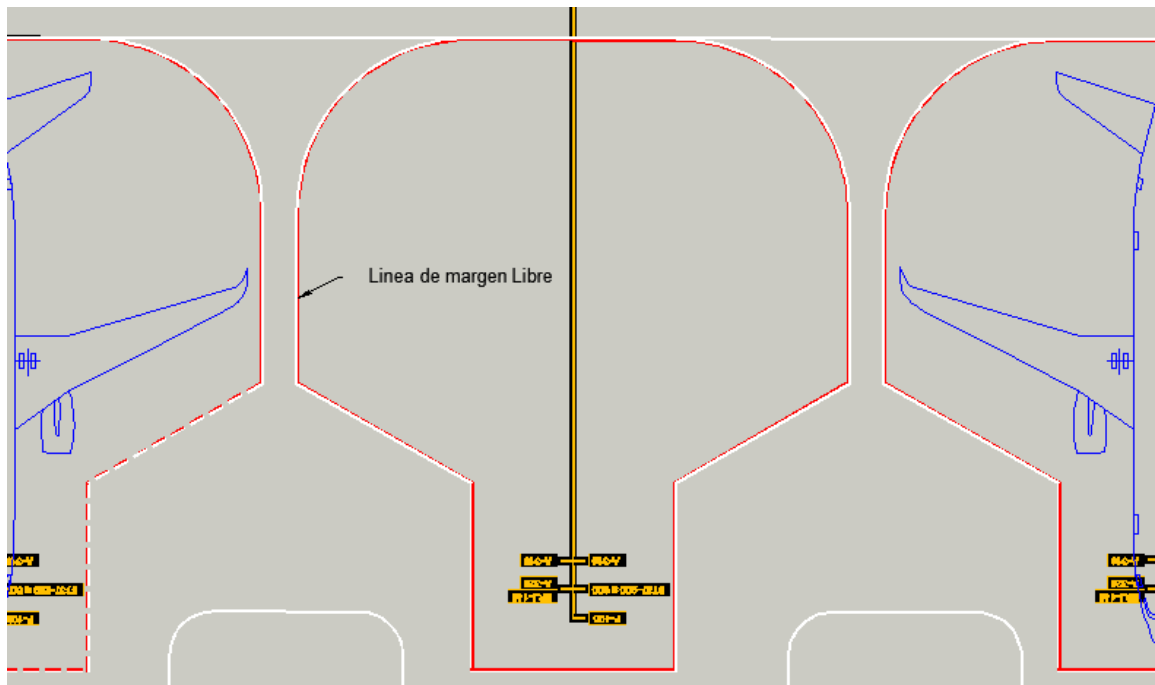


Ilustración 9 Línea de margen libre para los extremos de ala.

4.7.7 Designador de puesto de estacionamiento.

El letrero de identificación de puesto de estacionamiento de aeronaves está colocado de tal manera que sea claramente visible desde el puesto de pilotaje de la aeronave antes de entrar en puesto.

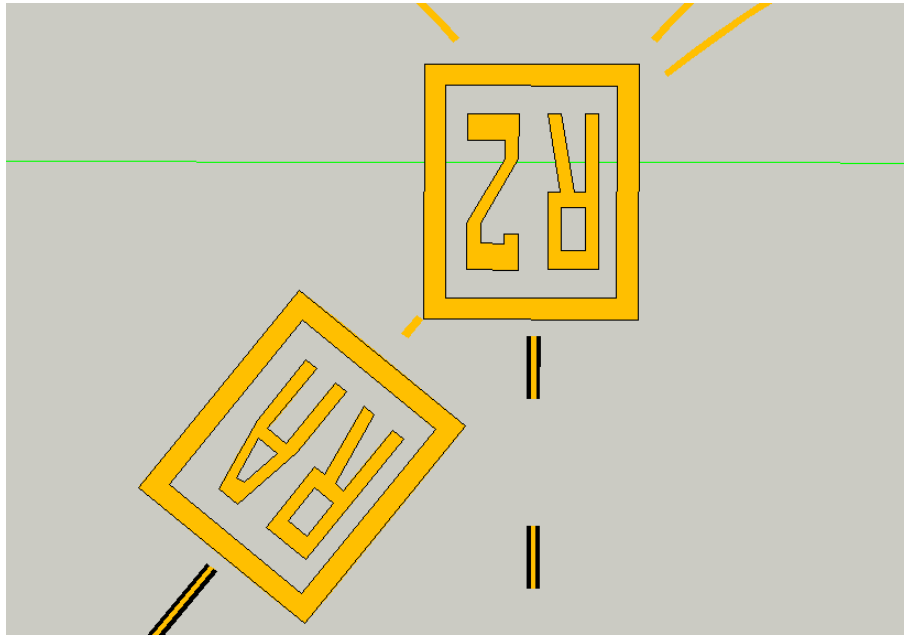


Ilustración 10 Designador de puestos de estacionamiento.

4.7.8 Área de estacionamiento para equipo de apoyo.

Estas líneas se utilizan para indicar los límites de las áreas previstas para el estacionamiento de vehículos y equipo de servicio de aeronaves, vehículos para el suministro de combustible, traslado de pasajeros, limpieza, etc. Por seguridad es importante identificar el lado de la línea en que puedan estacionarse sin peligro los vehículos.

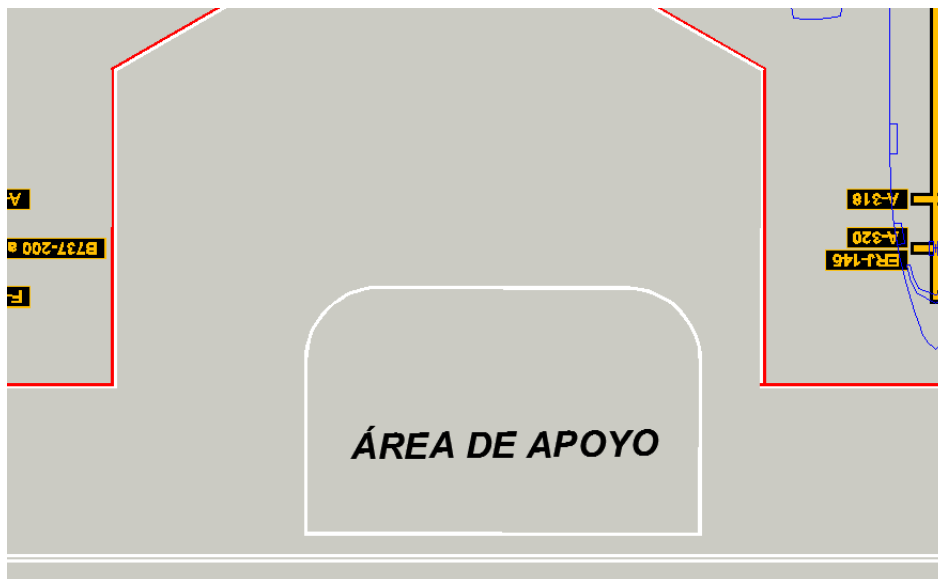


Ilustración 11 Área de estacionamiento para equipo de apoyo.

4.7.10 Vialidades.

Espacios destinados para la movilidad de vehículos de apoyo.

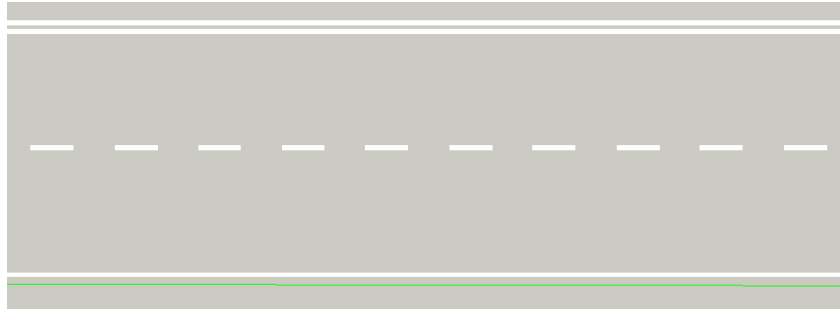


Ilustración 13 Vialidad para automóviles.

4.7.11 Línea límite para vehículos.

Donde una vialidad también representa un límite para vehículos, la señales con doble línea en vialidades no deberán cruzarse, la razón de las limitaciones pueden variar, la limitación más común es para dejar suficiente espacio para para las aeronaves.



Ilustración 14 Límite para vehículos.

4.7.12 Cruce hacia el área de estacionamiento de aeronaves.

Esta marca es utilizada como una señal de separación que indica precaución para los conductores de los vehículos en plataforma, debido al constante cruce de aeronaves en esa zona hacia los puestos de estacionamiento.

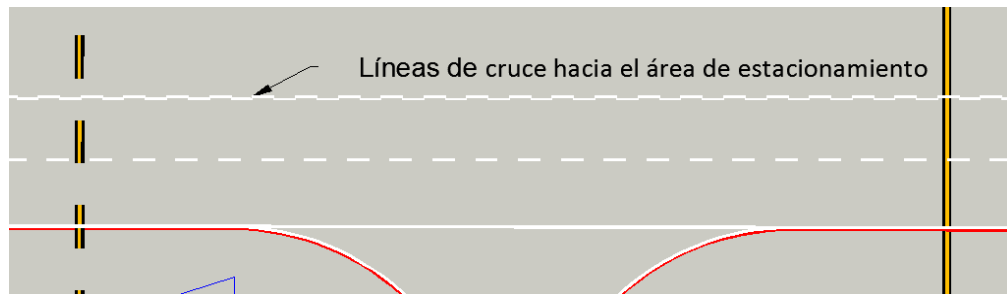


Ilustración 15 Cruce hacia el área de estacionamiento de aeronaves.

4.7.13 Marca de parada para vehículos.



Ilustración 16 Marca de parada para vehículos.

4.8 Características relativas a maniobras.

Las características de maniobrabilidad de toda aeronave dependen directamente del radio de viraje (R), que a su vez depende de la posición del centro de viraje.

Para la determinación de los radios de giro de las aeronaves de mayores dimensiones se ha tomado como referencia el centro de viraje, que es el punto en torno al cual gira la aeronave. Es el punto que se encuentra situado a lo largo del eje del tren de aterrizaje principal a una distancia variable del eje del fuselaje, el cual a su vez, depende del ángulo de deflexión del tren de nariz en que se lleve a cabo la maniobra de viraje.

Los radios de giro aplicados a esta propuesta han sido tomados de los manuales de operación de las aeronaves para las que está destinada esta plataforma.

La tabla mostrada, contiene longitud, envergadura, radio de giro, Angulo de deflexión y las observaciones del radio utilizado de las aeronaves que operarán la nueva plataforma. El radio de viraje se ha tomado en base al ángulo máximo de deflexión permitido de cada aeronave.

Tipo de Aeronave	Longitud (l)	Envergadura (S)	Radio de giro
B737-300	33.4 m	28.88 m	19.2 m
B737-700 con Winglets	33.6 m	35.8 m	21.5 m
B737-800 con Winglets	33.6 m	39.47 m	<u>22.3 m</u>
B717	37.8 m	28.4 m	20.1 m
MD-80	39.75 m	32.85 m	21.6 m
B747-200	70.66 m	59.64 m	40.00 m

Tabla 51. Especificaciones de aeronaves que podrán utilizar la plataforma.

4.9.3 Dimensiones de marcas de atraque.

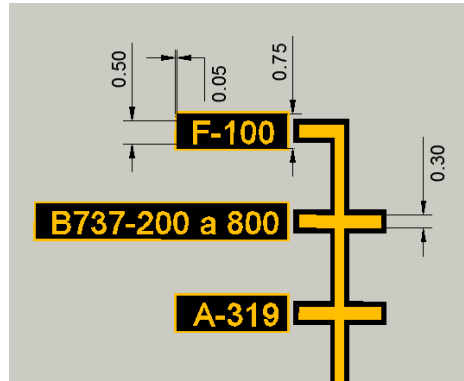


Ilustración 19 Dimensiones de marcas de atraque. Escala en metros (m).

4.9.4 Distancias entre líneas guía.

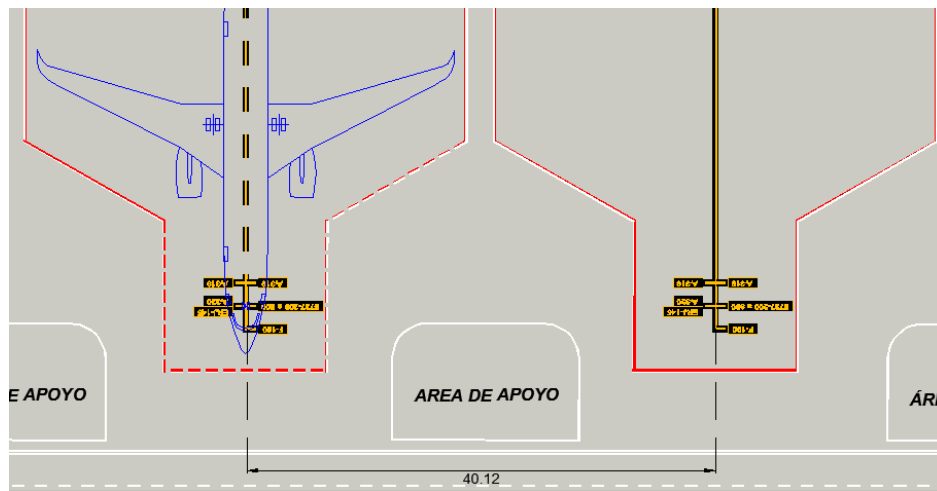


Ilustración 20 Distancias entre líneas guía. Escala en metros (m).

4.9.5 Distancias entre líneas guía y designador de puesto de estacionamiento.

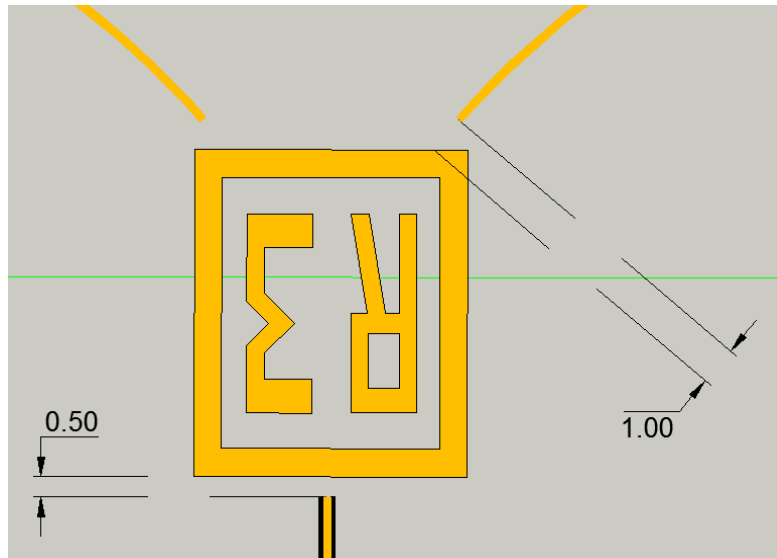


Ilustración 21 Distancias entre líneas guía y designador de puesto de estacionamiento.
Escala en metros (m).

4.10 Requisitos en cuanto a distancias libres.

4.10.1 Márgenes de separación en los puestos de estacionamiento.

Cada puesto de estacionamiento de aeronaves tendrá los siguientes márgenes mínimos de separación entre aeronaves que se encuentren utilizando el puesto, aeronave en otro puesto de estacionamiento u otros objetos adyacentes de acuerdo con lo recomendado en el Anexo 14 de la OACI:

Clave	Margen
A	3 m
B	3 m
C	4.5 m
D	7.5 m

Tabla 12. Claves y márgenes de seguridad mínimos.

4.10.2 Distancias Mínimas entre puntas de ala.

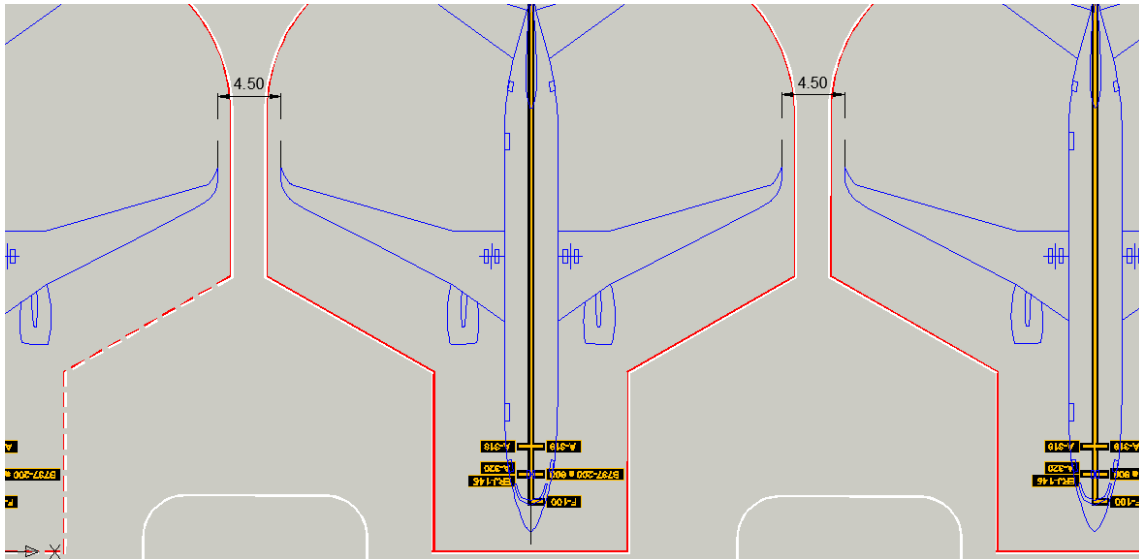


Ilustración 22 Distancias mínimas entre puntas de ala. Escala en metros (m).

Para los puestos de estacionamiento de esta plataforma es necesaria una separación mínima entre puntas de ala de 4.5 metros, debido a que la clave de la aeronave de mayor envergadura que será utilizada es clave C.

4.11 Requisitos en cuanto a las actividades de las aeronaves en tierra.

Cada uno de los puestos de estacionamiento cuenta con el espacio requerido por la aeronave de mayor tamaño para que el aeropuerto, la aerolínea o un prestador de servicios a terceros puedan brindar los servicios pertinentes en plataforma; el espacio entre puestos de estacionamiento da coyuntura para el emplezamiento de tres áreas de apoyo, en las cuales el prestador de servicios de apoyo en tierra podrá colocar autos porta equipaje, escalerillas y de más equipo necesario para el embarque y desembarque de pasajeros en los puestos de estacionamiento.

Cada área de apoyo cuenta con un total de 155 m² y al haber tres áreas de este tipo se brindan 465 m² en total para equipo de apoyo, reduciendo el tiempo de traslado de estos equipos hacia la aeronave.

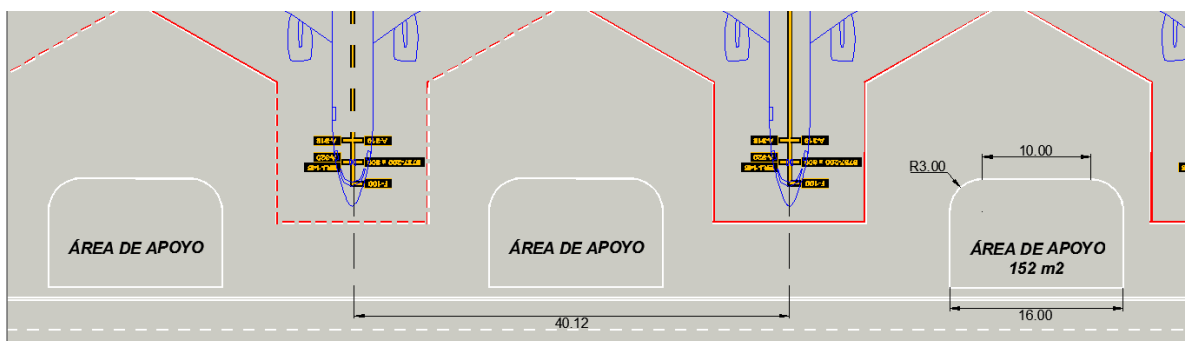


Ilustración 23 Dimensiones del área de apoyo. Escala en metros (m).

4.11.1 Propuesta de configuración.

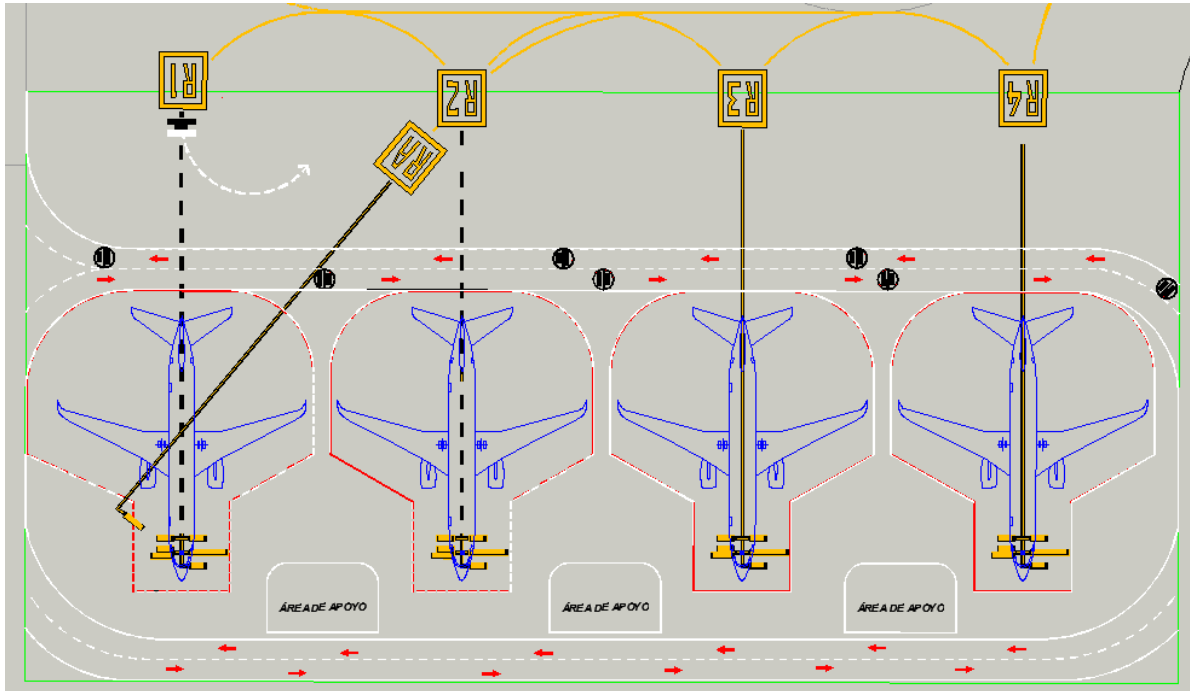


Ilustración 24 Propuesta de configuración con 4 B373-800 En los puestos de estacionamiento.

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Cada una de las señales, áreas y la organización de los espacios en el área de la plataforma están directamente referenciados a manuales internacionales, de los cuales su fin es el de brindar la información necesaria para la configuración nuevas plataformas.

La configuración propuesta para la nueva plataforma temporal del Aeropuerto Internacional de Mazatlán cumple con el contenido de las fuentes documentales que dieron las bases para la configuración, como lo son el Anexo 14 de la OACI, El Manual de Diseño de Aeródromos en su parte 2 y 4, así como también el Manual Apron Markings and Signs editado por la ACI¹².

La distancia de separación entre aeronaves propuesta es de cumpliendo con los recomendado en el manual Apron Markings and Signs y lo recomendado en el Anexo 14 de la OACI, al cumplir con esta recomendación se da un rango aceptable de seguridad en los puestos de estacionamiento.

Las señales en los puestos de estacionamiento así como todas las expresadas en el desarrollo, cumplen con lo marcado en los manuales citados en párrafos anteriores, las consideraciones tomadas cubren los principales requisitos de seguridad y cada señal sigue la recomendación marcada.

Por otra parte, al cumplir con el dimensionamiento dado en el PMD del Aeropuerto Internacional de Mazatlán y dando una configuración que da mayor flexibilidad al área designada para la nueva plataforma, da un valor agregado a este proyecto.

¹² Airports Conuncil International, por sus siglas en ingles.

La nueva plataforma temporal permitirá tener un uso múltiple, con la facultad de atender una aeronave B747-200 sin restringir el uso de los demás puestos.

El número de puestos de estacionamiento es amplio en cuanto al espacio que se tiene, en él se han cumplido las recomendaciones del Anexo 14 de la OACI, del Manual de Diseño de Aeródromos parte 4, en este último se muestran las especificaciones de configuración, el uso de señales y marcas necesarias en los puestos.

Para el dimensionamiento de señales y separaciones se han acatado las recomendaciones aplicables a esta plataforma contenidas en el Manual Apron Markings and Signs, en donde se muestran el por qué y en qué casos es necesaria cada una de las señales en los puestos de estacionamiento.

Por todo lo anterior, esta propuesta de configuración cumple con los principios de seguridad, eficiencia y calidad que deben de predominar en un aeropuerto de nivel internacional.

CONCLUSIONES.

Al aplicarse esta configuración se aprovecharán los nuevos espacios con una distribución óptima la cual ayudará a explotar a su máxima capacidad los puestos de estacionamiento tanto nuevos como los ya existentes.

La configuración propuesta está enfocada para aeronaves de nueva generación, así como también se encuentra prevista de una forma lógica y ordenada que continúe brindando un buen servicio a los pasajeros.

Esta configuración brinda un margen de recepción a aeronaves más grandes en comparación a lo que se tenía planeado, como lo es el equipo B737-800 con winglets, así como una posición secundaria con la capacidad de recibir un B747-200.

La seguridad no queda de lado en esta propuesta debido a que responde a las recomendaciones contenidas en el ANEXO 14 de la OACI, con esto se contribuye a la disminución de incidentes en puestos de estacionamiento y zonas aledañas a esta.

RECOMENDACIONES.

Es recomendable que se utilicen los nuevos puestos de estacionamiento para aeronaves de tipo A, de esta forma se utilizarán de una manera más adecuada las posiciones de contacto.

Debería planearse y construirse un gaseoducto antes de la construcción de la plataforma, de esta forma se reducirían riesgos y tiempos en el abastecimiento de combustibles una vez que se ponga en operación la plataforma.

Es recomendable que la transportación de pasajeros de la aeronave al edificio terminal sea a través de autobuses con características específicas para éste fin.

Es recomendable ampliar la vialidad como lo muestra está la figura, con el fin de aprovechar correctamente los espacios y tener áreas exclusivas para el movimiento de vehículos de apoyo en tierra, con esto se evita el tener vehículos por toda el área operativa, reduciendo los niveles de incidentes y colisiones que se puede tener entre los mismo vehículos y/o con aeronaves.

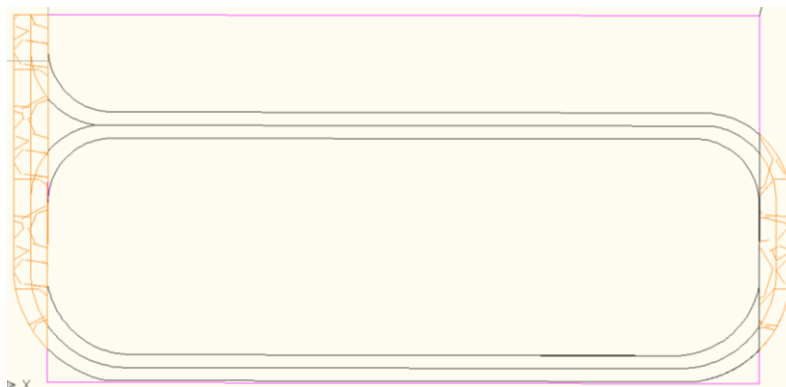


Ilustración 25 Área de ampliación de vialidades.

El Área en color anaranjado muestra la propuesta de ampliación en la vialidad

ACRÓNIMOS/GLOSARIO.

ACN: Número de Clasificación de Aeronaves

ACI: Airports Council International

ha: hectáreas (Unidad de medida)

Lbs: libras (Unidad de medida)

m: Metros (Unidad de medida)

m2: Metros cuadrados (Unidad de medida)

MZT: Aeropuerto Internacional de Mazatlán

MMMZ: Designador OACI para el Aeropuerto Internacional de Mazatlán

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional

OMA: Operadora Mexicana de Aeropuertos

PCN: Número de Clasificación de Pavimentos

PMD: Programa Maestro de Desarrollo

SCT: Secretaria de Comunicaciones y Transportes

REFERENCIAS.

- Ley de Aeropuertos, Capítulo 3 "Operaciones e Infraestructura".
- Anexo 14, OACI.
- Manual de Planificación de Aeropuertos, Parte 2
- Manual de Diseño de Aródromos, Parte 4
- Manual de Diseño de Aeródromos, Parte 2.
- Flight Manual, Boeing 737-700
- Flight Manual, Boeing 737-800
- Flight Manual, Embreer 145ER.
- Flight Manual, Airbus 320.
- Flight Manual, Boeing 717
- Flight Manual, MD – 80
- Flight Manual, B747-200
- Apron Markings and Signs HANDBOOK - 2nd Edition 09 (editado por ACI).
- Apron Markings and Signs HANDBOOK - 2nd Edition 01 (editado por ACI y IATA).