



INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION

A United Nations Specialized Agency

Planes Maestros Conceptos de Planificación Aeroportuaria (Lado Aire y Tierra)

Lima, 17 de Junio de 2013

CONCEPTOS DE PLANIFICACION



EL PLAN MAS EFICIENTE, ES AQUEL QUE PROPORCIONA LA CAPACIDAD NECESARIA PARA EL MOVIMIENTO DE

- AERONAVES
- PASAJEROS
- MERCANCIAS
- VEHICULOS

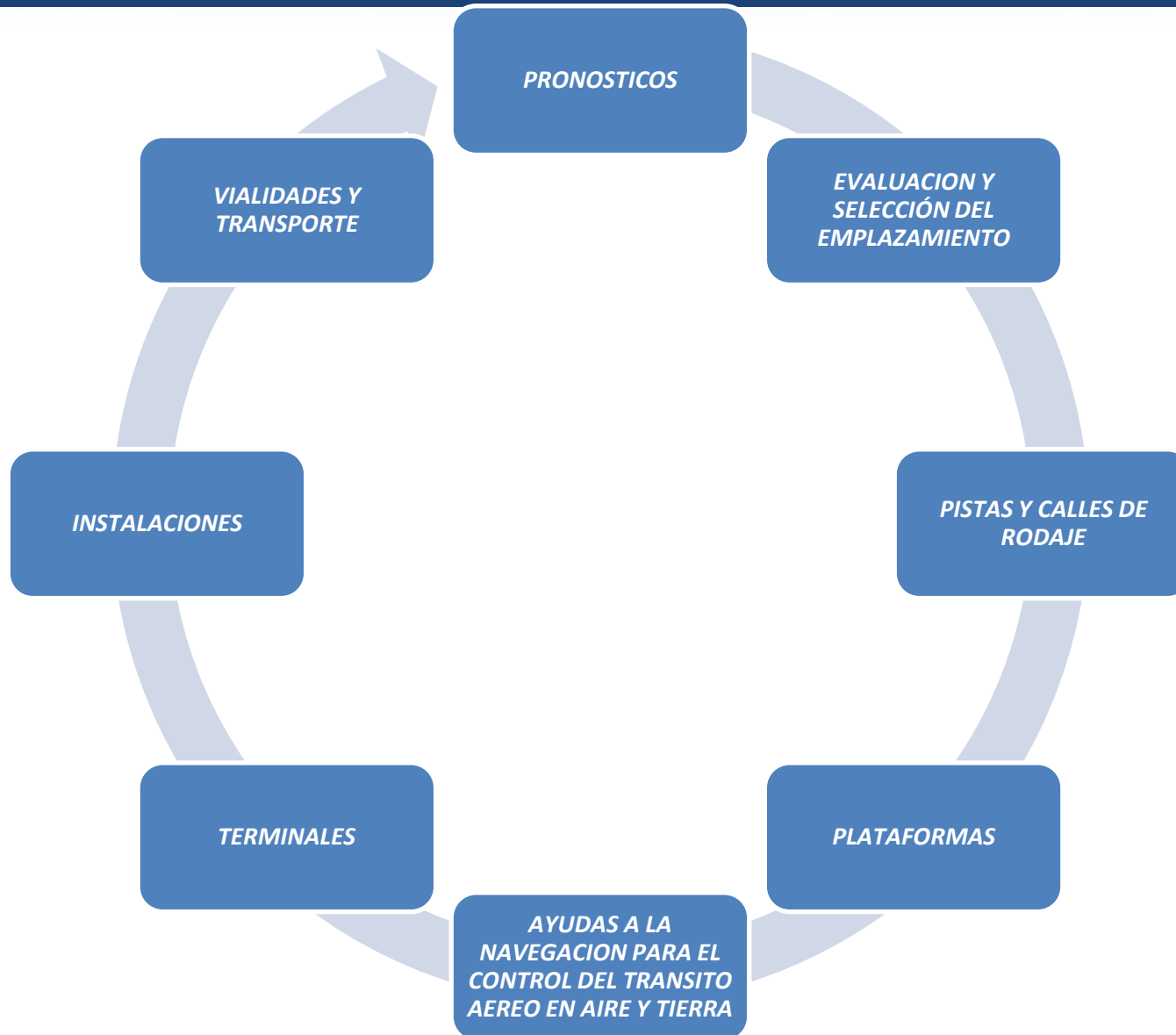
AL MISMO TIEMPO, PROPORCIONA MAXIMA COMODIDAD

- A LOS PASAJEROS
- A LOS EXPLOTADORES
- AL PERSONAL

Y DESDE EL PUNTO DE VISTA ECONOMICO

- MENOR INVERSION DE CAPITAL
- MENOR GASTO DE EXPLOTACION

Planificación: Tópicos a Desarrollar



PRONOSTICOS - Generalidades



PREVISIONES Y PRONOSTICOS (algunos conceptos)

DEMANDA

- ✦ PASAJEROS
- ✦ CARGA

HORA DE PUNTA

- ✦ 30ma hora
- ✦ 40ma hora

OTROS DATOS BASICOS (si se Dispone)

- ✦ Vuelos, PAX, carga en el día Medio del mes punta
- ✦ PAX, carga, anuales
- ✦ Vuelos en hora punta
- ✦ Número de Líneas Aéreas
- ✦ Tipo y Número de Aeronaves
- ✦ Número de visitantes y de trabajadores

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CRECIMIENTO

METODOS DE PRONOSTICACION

ACI LAC: Consejo Internacional de Aeropuertos Latinoamérica – Informe 2011



ACI-LAC Informe de Tráfico Resumen 2011			
TAMAÑO DEL AEROPUERTO	Número de Aeropuertos	2011	% Cambio
PASAJEROS INTERNACIONALES			
> 10 MM	9	50 171 110	11.3
4-10 MM	17	31 219 195	
1-4 MM	41	30 537 553	1.2
< 1 MM	166	8 162 547	(2.7)
ALL	233	120 090 405	6.9
PASAJEROS DOMESTICOS			
> 10 MM	9	109 157 062	12.5
4-10 MM	17	84 443 703	11.1
1-4 MM	41	49 639 898	8.7
< 1 MM	166	32 224 110	9.0
ALL	233	275 464 773	11.0
TOTAL PASAJEROS			
> 10 MM	9	161 802 024	10.5
4-10 MM	17	121 951 625	10.3
1-4 MM	41	83 893 704	5.5
< 1 MM	166	41 753 330	5.9
ALL	233	409 400 683	9.0
TOTAL CARGO			
ALL	233	6 171 238	7.2
TOTAL MOVIMIENTO DE AERONAVES			
ALL	233	7 057 303	7.2

ACI LAC - Mayor Movimiento de pasajeros en Aeropuertos - Sudamérica



PAX	AIRPORT	2011	2010	Var
(> 10 mpa)	GRU (BRA)	30,408,811	27,432,346	10.90%
(> 10 mpa)	BOG (COL)	20,316,465	18,762,502	8.30%
(> 10 mpa)	CGH (BRA)	16,690,241	15,441,789	8.10%
(> 10 mpa)	BSB (BRA)	15,801,122	14,824,113	6.60%
(> 10 mpa)	GIG (BRA)	15,203,761	12,605,637	20.60%
(> 10 mpa)	SCL (CHI)	12,105,524	10,315,319	17.40%
(> 10 mpa)	LIM (PER)	11,794,818	10,281,369	14.70%
(4 - 10 mpa)	CCS (VEN)	9,907,776	8,912,869	11.00%
(4 - 10 mpa)	CNF (BRA)	9,878,087	7,599,323	30.00%
(4 - 10 mpa)	EZE (ARG)	8,276,159	8,786,807	-6.00%

ACI – FASTEST GROWING AIRPORTS



TOP 25 FASTEST GROWING AIRPORTS in 2010 (WITH OVER 5 MILLION PAX)

RANK	CITY		CODE	PASSENGERS	% CHG	REG	WORLD RANK
1	ISTANBUL		SAW	11 598 026	74.7	EUR	121
2	CAMPINAS	←	VCP	5 591 163	57.8	LAC	212
3	RIO DE JANEIRO	←	SDU	7 833 588	53.5	LAC	175
4	CHARLEROI		CRL	5 182 168	31.7	EUR	229
5	MOSCOW		SVO	19 329 185	30.9	EUR	68
6	BELO HORIZONTE	←	CNF	7 599 323	29.5	LAC	178
7	BOGOTA	←	BOG	18 762 502	26.8	LAC	72
8	PHUKET		HKT	7 313 783	26.5	ASP	185
9	SHANGHAI		PVG	40 578 621	26.4	ASP	20
10	MUSCAT		MCT	5 751 516	26.2	MEA	209
11	ANKARA		ESB	7 788 214	25.9	EUR	176
12	ST PETERSBURG		LED	8 443 753	24.9	EUR	160
13	MEDAN		MES	6 189 575	24.9	ASP	202
14	SHANGHAI		SHA	31 298 812	24.8	ASP	41
15	MILWAUKEE WI		MKE	9 848 377	24.1	NAM	133
16	COLOMBO		CMB	5 259 648	24.0	ASP	226
17	SÃO PAULO	←	GRU	27 432 346	22.8	LAC	47
18	MASHHAD		MHD	5 920 416	22.5	MEA	206
19	MOSCOW		VKO	9 460 292	22.4	EUR	138
20	HA NOI		HAN	9 519 839	21.5	ASP	135
21	FORTALEZA	←	FOR	5 441 732	20.6	LAC	220
22	IZMIR		ADB	7 518 333	20.2	EUR	182
23	ANTALYA		AYT	22 078 962	20.0	EUR	60
24	HURGHADA		HRG	8 059 849	19.8	AFR	170
25	DOHA		DOH	15 863 053	19.5	MEA	92

ANÁLISIS DE DEMANDA



ANÁLISIS DE:

Demanda
Hoy
(Histórica y Actual)

PROYECCIÓN DE:

Demanda
Futura
(Act. Aer. en Zona)

Pax

Ops

Carga

Volumen Anual

Hora Pico

Operación

Volumen Anual

Hora Pico

Operación

¿Cómo contarlos?

FAA

Turismo

Tránsitos

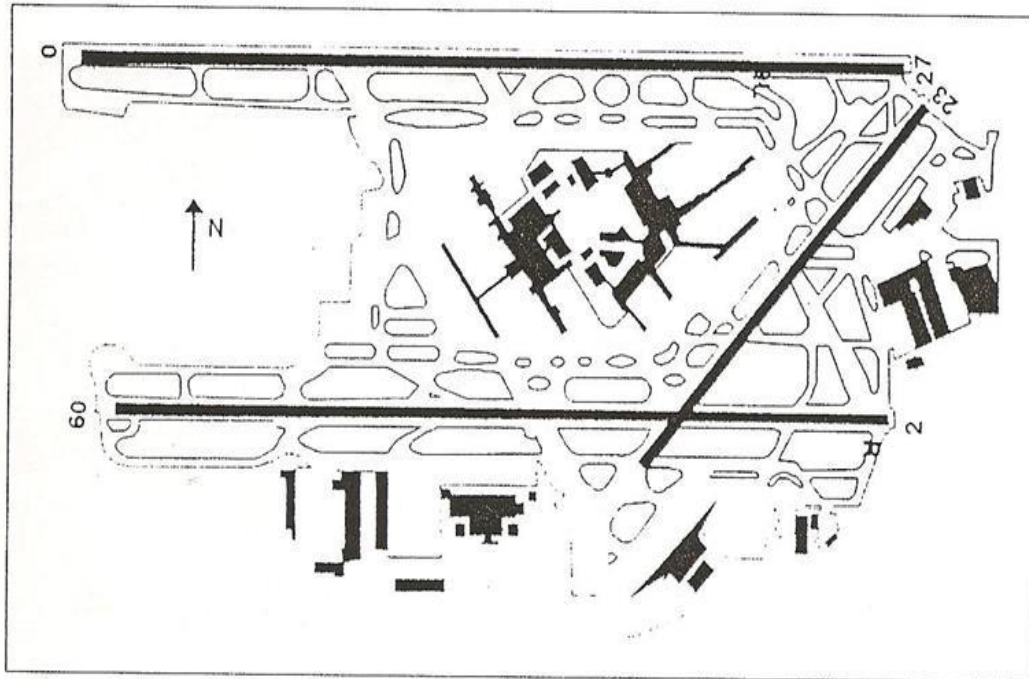
Arribos Cabotaje

HIPÓTESIS DE TRÁFICO

Condiciones operativas (Tipos, Usos, Tiempos, Modos, etc.)

HP Dp (20° - 4 2 HP/día: 4% días (14/15 días al año))

AEROPUERTO LONDRES HEATHROW



Emplazamiento general de Londres/Heathrow

Características

Superficie

- 1200 Ha.

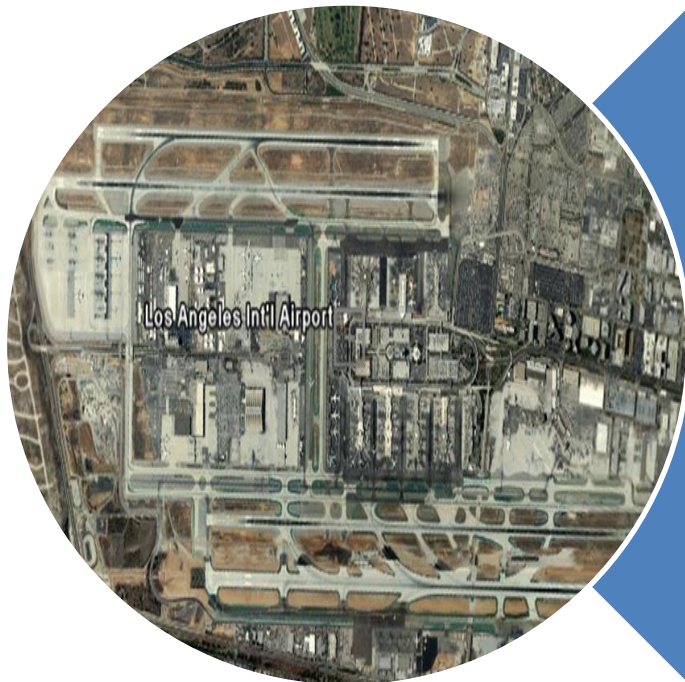
Configuración

- 3 Pistas (2 par)

Capacidad

- 84 Movimientos
- 42d/42a
- 65,8 MPAX

AEROPUERTO DE LOS ANGELES



Características

- Superficie
 - 1473 Ha.
- Configuración
 - 4 Pistas paralelas
- Capacidad
 - 155 Movimientos
- Máxima Capacidad
 - 81d/80a
 - 59 MPAX

AEROPUERTO DALLAS FWH



Características

- Superficie
 - 7568 Ha.
- Configuración
 - 8 Pistas (6/2 paralelas)
- Máxima Capacidad
 - 140d/120a
- Capacidad
 - 260 Movimientos
 - 57 MPAX

PRINCIPALES AREAS DE TRABAJO LADO TIERRA

- TIPO DE TERMINALES
- PROCESOS
- NIVEL DE SERVICIO (CAPACIDAD)
- SUBSISTEMAS
- PARKING
- TERMINAL DE CARGAS

AEROPUERTO



Aeropuerto: Infraestructura + espacio aéreo

Lado aire + Lado tierra

Área terminal es la interfase entre ambos

Nexo entre distintos medios de transporte

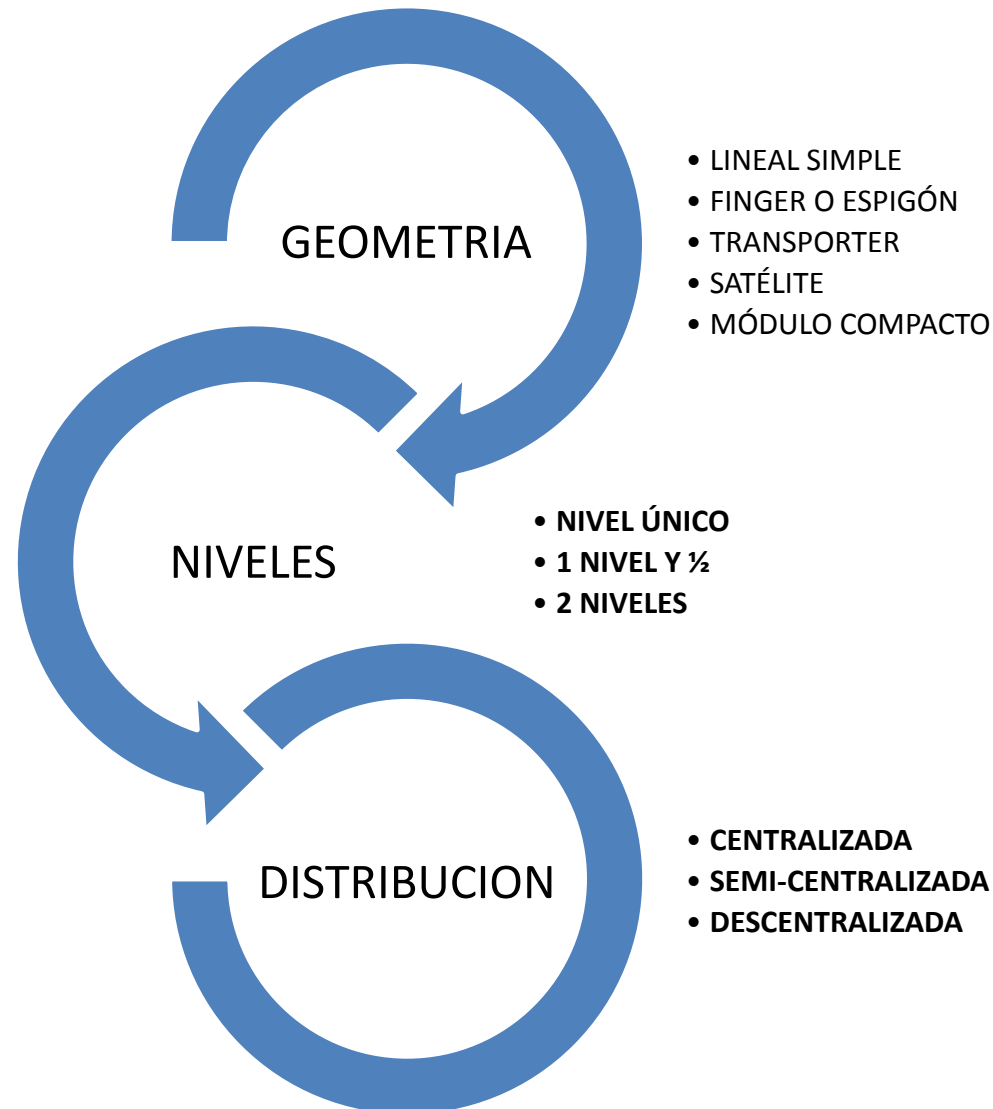
Dos realidades:

- *AD Antiguos (condicionamiento recíproco)*
- *AD Nuevos (sin condicionamientos, pistas paralelas)*

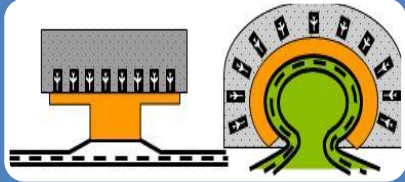
Benchmark en la planificación

Evaluar en el mundo lo que existe, tecnologías novedosas, etc.

Terminal de Pasajeros - Clasificación

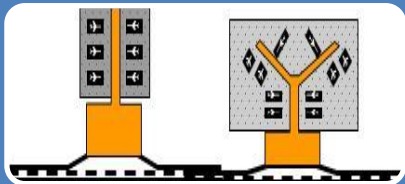


Terminal de Pasajeros- Geometría



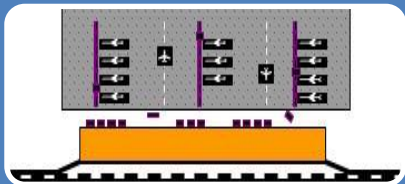
TIPO SIMPLE LINEAL

- Edificio paralelo a plataforma, las aeronaves estacionan en forma perpendicular.



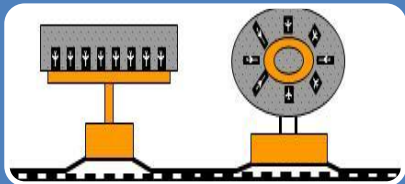
TIPO FINGER O ESPIGÓN

- Edificio central para proceso de pasajeros, conectado a espigón para embarques.



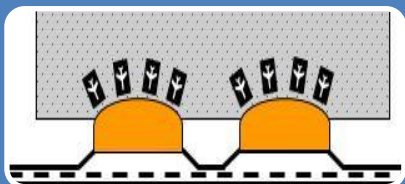
TIPO TRANSPORTER

- Edificio central para proceso de pasajeros, que son transportados a las aeronaves mediante vehículos que funcionan como puentes aéreos móviles.



TIPO SATELITE

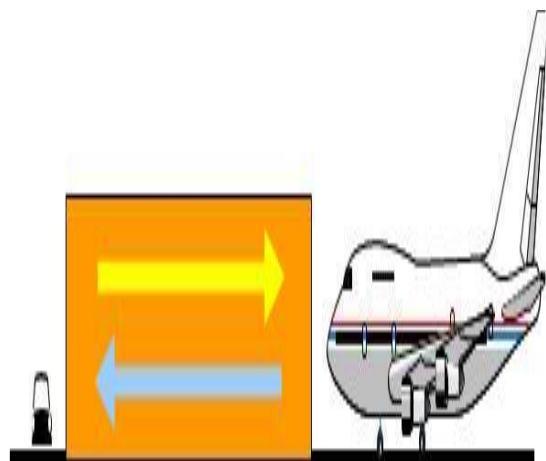
- Edificio central para proceso de pasajeros y satélite para embarque. El satélite puede estar vinculado mediante un túnel o medios mecánicos.



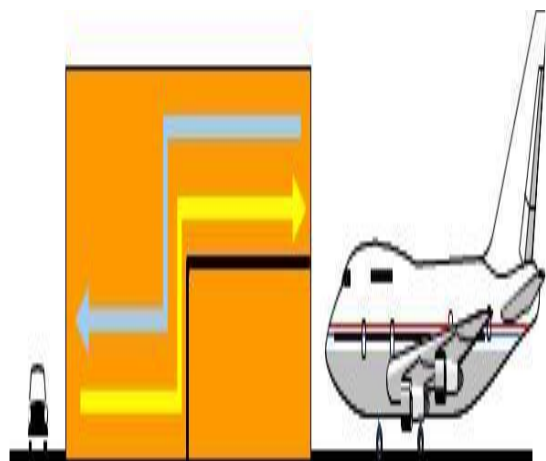
TIPO MÓDULO COMPACTO

- Edificios modulares construidos en etapas a medida que el aeropuerto se desarrolla.

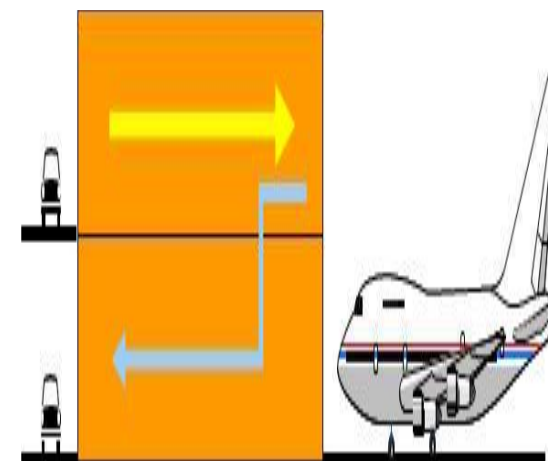
Terminales de Pasajeros - Niveles



Nivel Único

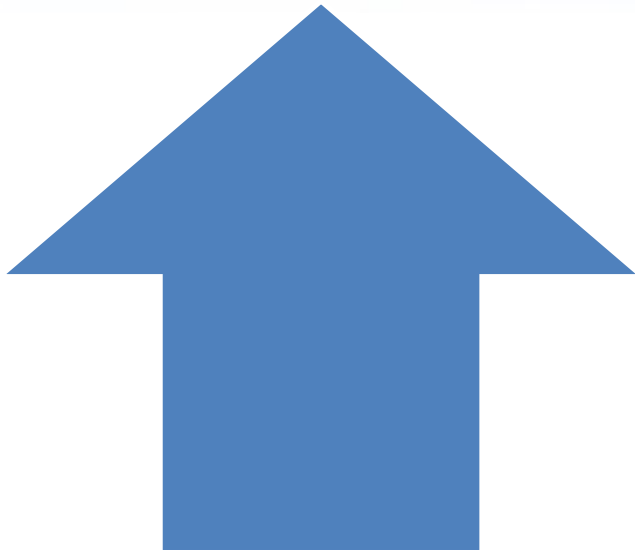


1 Nivel y medio



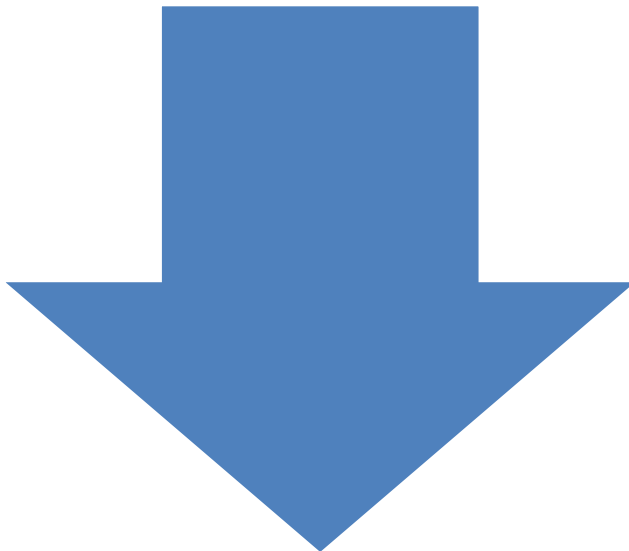
2 Niveles o mas

Terminales de Pasajeros – Procesos y esperas (Nacional e Internacional)



Pasajeros en Partidas

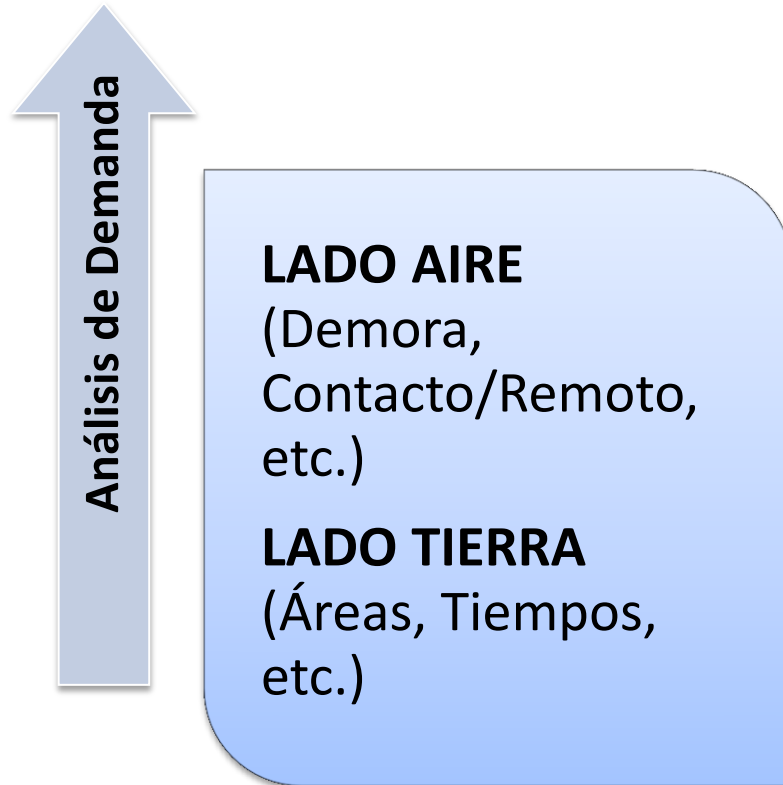
- Acceso a Terminal, Estacionamiento, veredas, etc.
- Hall de Partidas y Check in
- Procesos de Control
- Área de Embarques y Gates
- Acceso a Aeronave



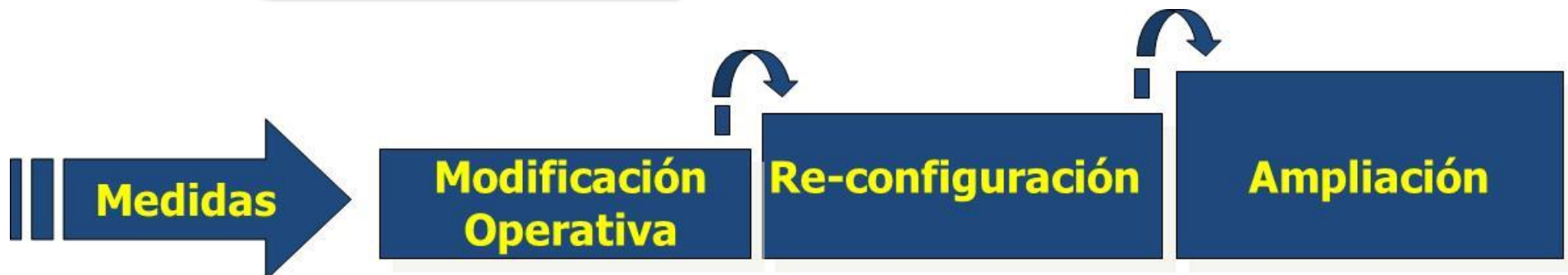
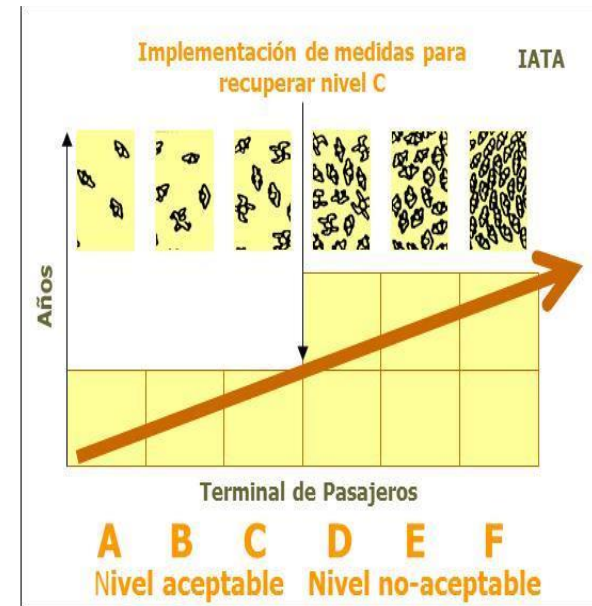
Pasajeros en Arribos

- Acceso a Terminal desde Aeronave
- Procesos de Control y Tránsitos
- Reclamo Equipaje
- Procesos de Control
- Hall Arribos y Salida de Terminal

Nivel de calidad de servicio IATA



Estudio de Capacidad



Referencias Generales



SUPERFICIE POR PHP

- INTERNACIONAL 25 – 35 M2
- DOMESTICO 10 – 20 M2

SUPERFICIE POR GATE

- INTERNACIONAL 5.000 M2
- DOMESTICO 2.500 M2

GATES

- 500.000 Pax/año
- 200.000/400.000 Pax/año (USA)

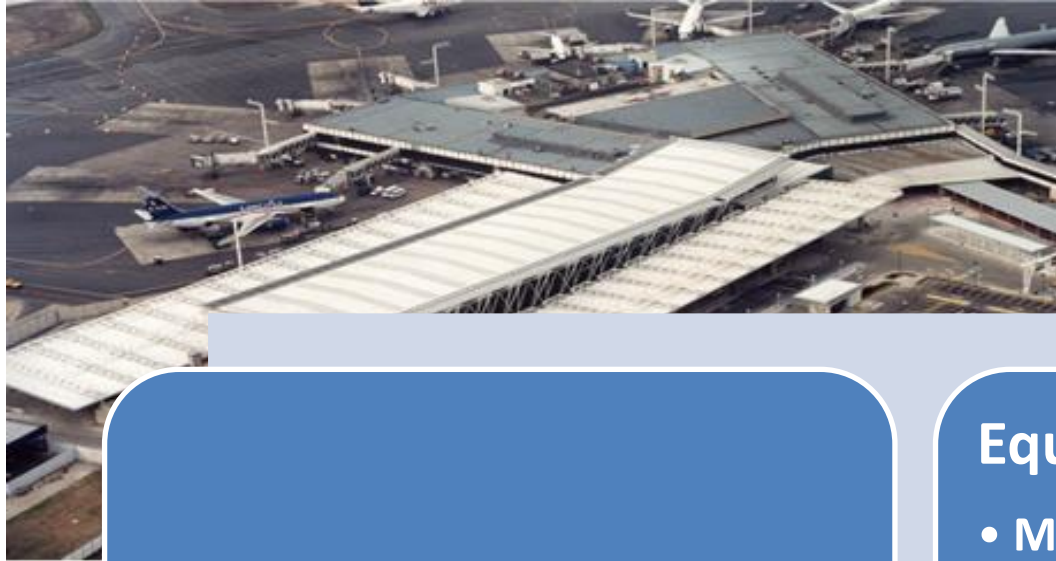
PROGRAMACION DE AREA

- UNIDADES
- TRAFICO 40 – 60 %
- COMERCIAL 20 – 30 %
- ADMINISTRATIVA 10 – 20 %
- TECNICA 10 %
- Áreas (Constructivas y Aeroportuarias, Totales, Por PHP, etc.)

TERMINAL DE PASAJEROS



Terminal de Pasajeros



Edificios Terminales



Equipamientos Especiales

- Mangas
- BHS
- Sistemas IT
- People Movers



Operaciones de Carga y Logística



TERMINAL Y PLATAFORMA DE CARGA

**Proceso de
mercaderías
nacionales e
internacionales**

**Operaciones de
importación
y exportación**

**Intercambio terrestre-
aéreo-terrestre**

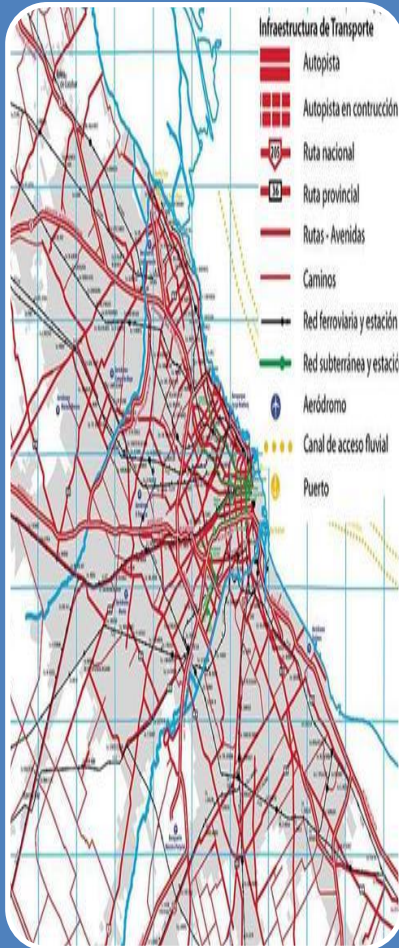
**Instalaciones de
despacho y depósitos**



TERMINAL Y PLATAFORMA DE CARGA

- Acceso vehicular externo propio
- Conexión con otros medios de transporte (camión, tren, barco, etc.)
- Vinculación directa y lineal con plataforma
- Separación de áreas públicas y estériles
- Flexibilidad para ampliar y re-funcionalizar
- Vinculación con zona franca
- Incorporación de procesos y controles
- Integración de áreas especiales (fríos, vivos, peligrosos, etc.)

ACCESO Y VIALIDADES



- Dimensionar acorde al volumen y modalidad de uso del aeropuerto
- Evitar cruces de flujos internacional/cabotaje, arribos/partidas
- Calcular largos de vereda y # de carriles
- Separar vialidades de servicio y públicas
- Planificación acorde con plan de transportes regionales



ESTACIONAMIENTO

- Público, de empleados, de carga, etc.
- Corta y larga estadía
- Ticket y pago flexible

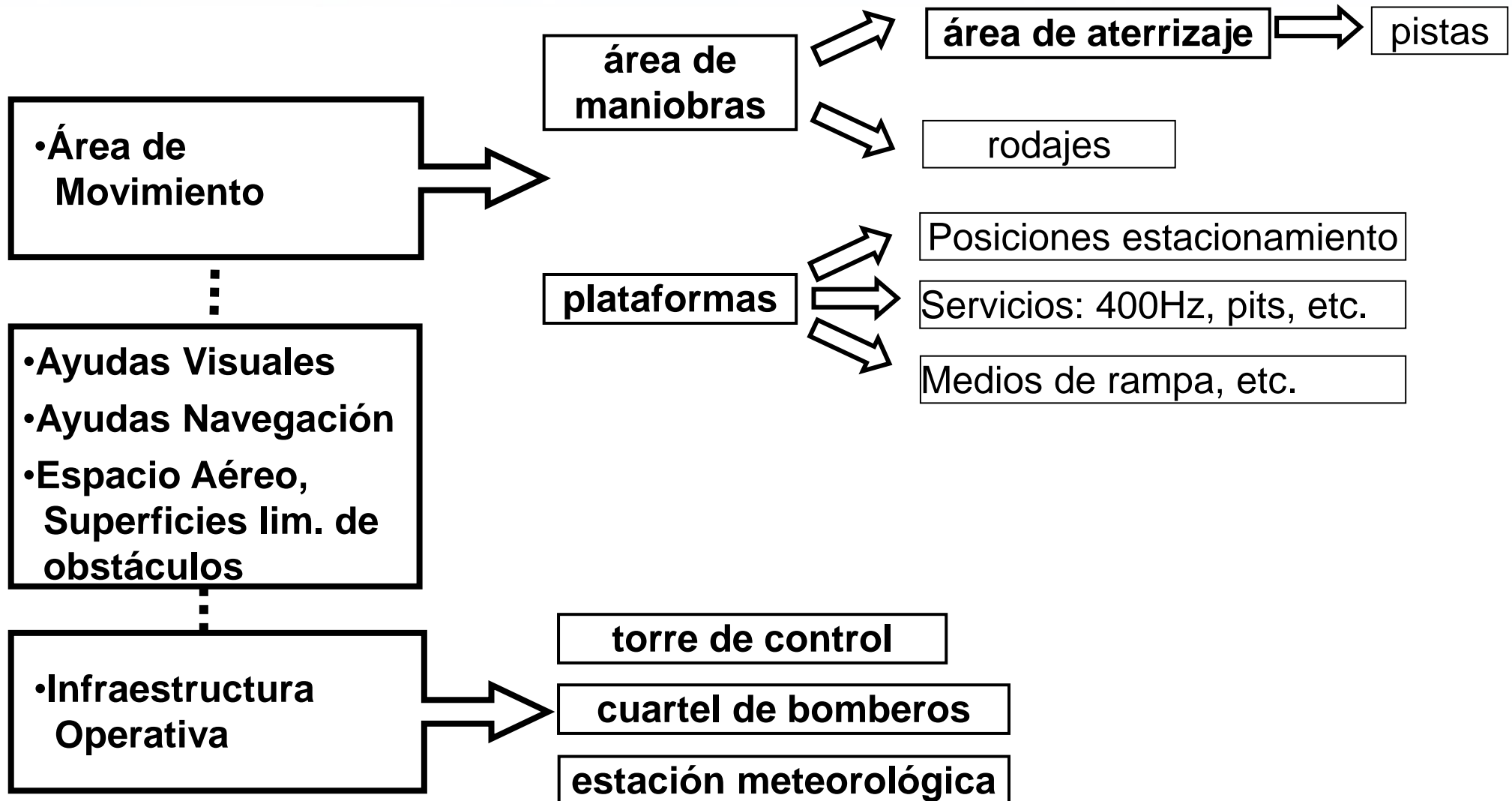
ANÁLISIS DE DEMANDA

- Pasajeros A&S, Numero de Acompañantes,
- Porcentaje de PAX según tipo de vehículo,
- Porcentaje tipo de estacionamiento, circulaciones internas.

PRINCIPALES AREAS DE TRABAJO LADO AIRE

- **PISTAS (RWY)**
- **RODAJES (TWY)**
- **PLATAFORMAS (APRON)**
- **DISEÑO DE POSICIONES, MANGAS, MANIOBRAS**
- **PITS COMBUSTIBLE, 400 HZ., MEDIOS DE RAMPA, ETC.**
- **SERVICIO CONTRA INCENDIO (SEI), METEO**
- **AYUDAS VISUALES NOCTURNAS Y DIURNAS**
- **TORRE DE VUELO (TWR)**
- **EVALUACION DE LAS SUP. DE OBSTACULOS, ETC**

COMPOSICIÓN DEL LADO AIRE



CONCEPTOS GENERALES

Principales áreas de pista



RWY: Pista

**TWY: Calle
de Rodaje**

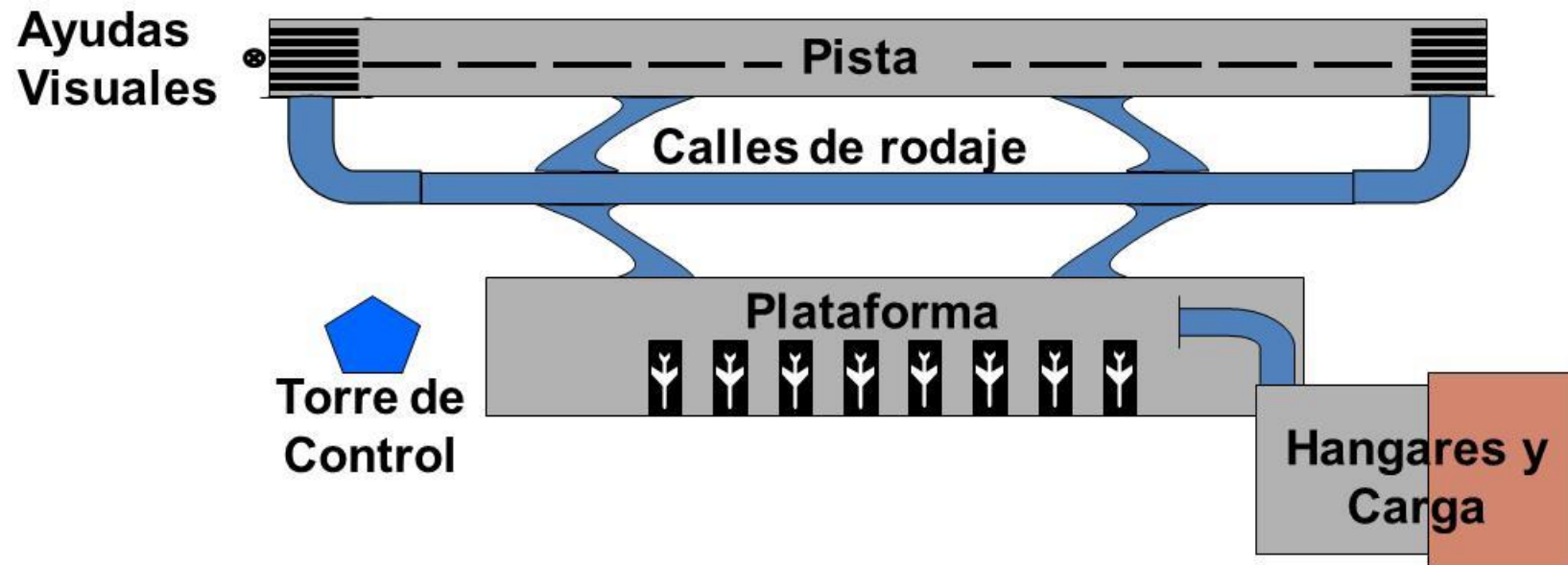
**APRON:
Plataforma**

**RESA: Zona
de
Seguridad
en extremo
de pista**

**SWY: Zona
de Parada**

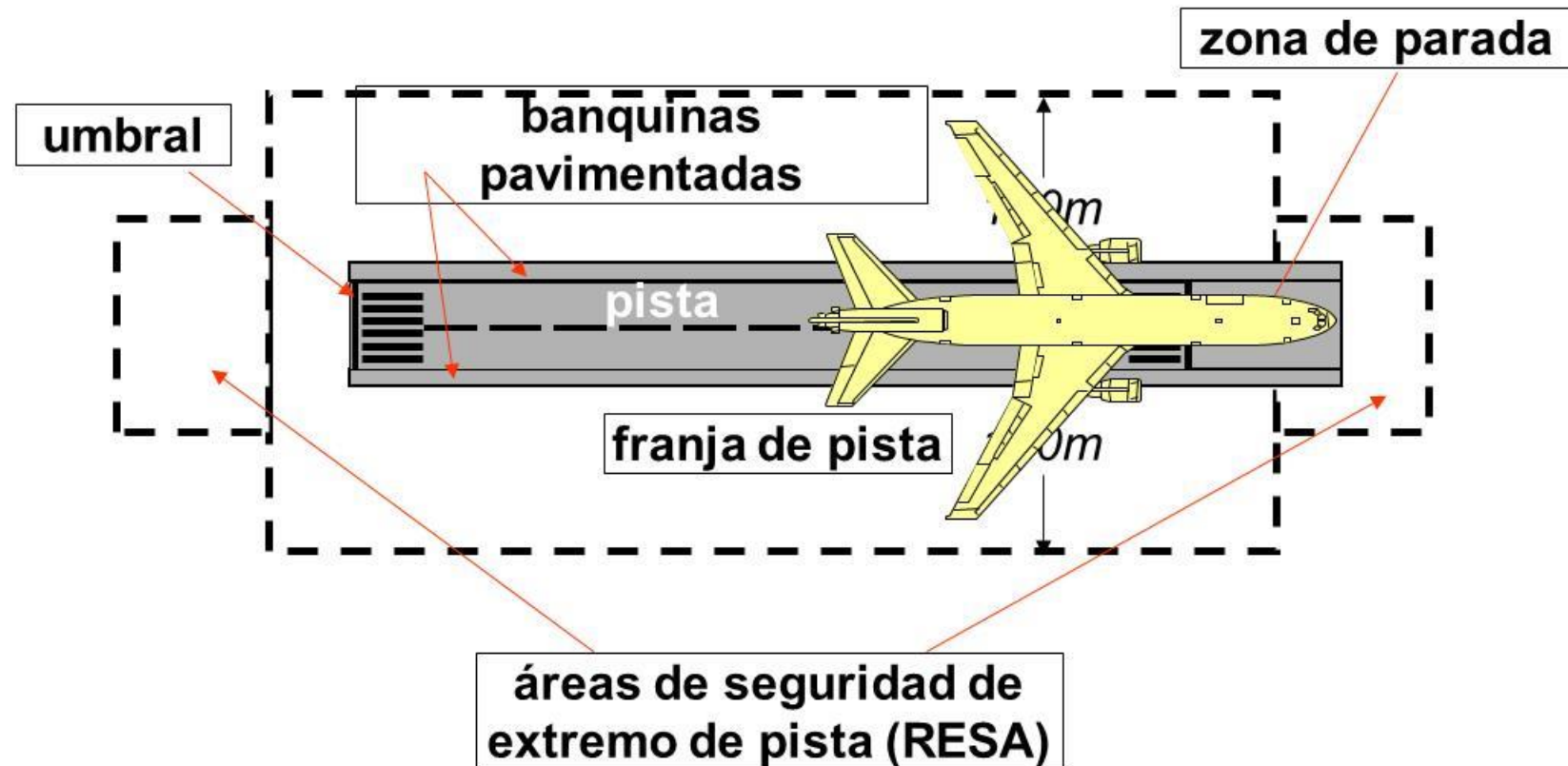
**CWY:
Superficie
libre de
obstáculos**

COMPOSICIÓN DEL LADO AIRE (principales subsistemas)



COMPOSICIÓN DEL LADO AIRE

Subsistema lado aire - pista





DESPEGUE

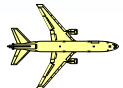
- **TORA - Take off runway available**
- **TODA - Take off distance available**
- **ASDA - Aceleration - stop distance available**

ATERRIZAJE

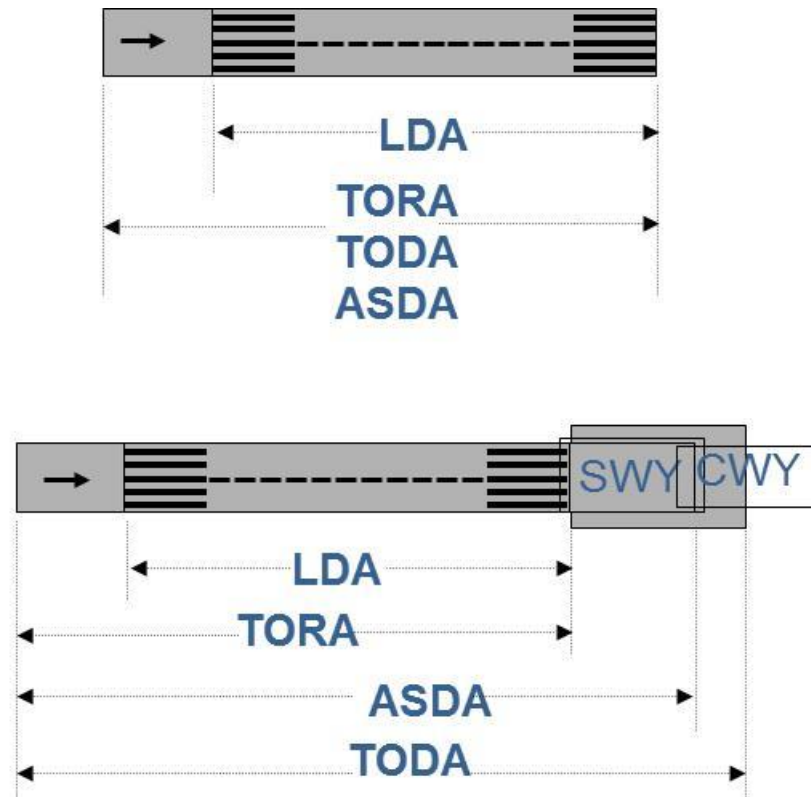
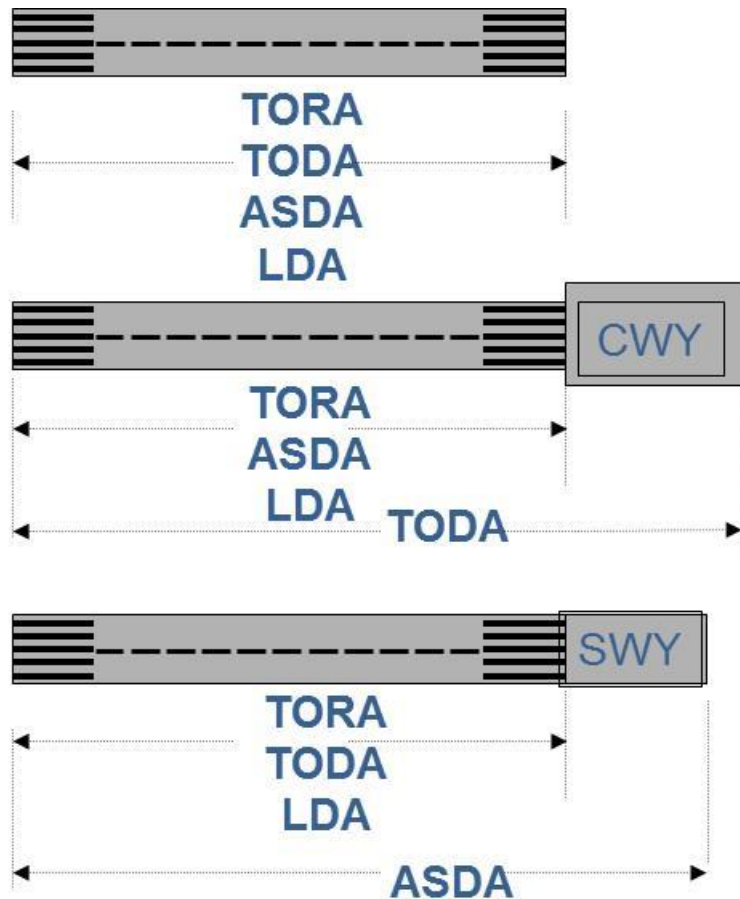
- **LDA - Landing distance available**

Concepto Generales

Distancias declaradas de pista



Dirección de la operación



L. C. R.

Es la longitud de campo de referencia de una aeronave, valor emitido por el fabricante de la misma, y es la longitud de pista necesaria para despegar en condiciones de atmosfera estándar, sin viento, sin pendiente de pista y con el MTOW homologado.

Determinación de la Longitud de las Pistas



Método Generalizado de OACI, correcciones por *(no se utiliza)*

- Elevación: 7% por cada 300 metros
- Temperatura: 1% por cada grado centígrado de diferencia
- Pendiente: 10% por cada 1% de pendiente de pista

Concepto de pista, SWY, CWY, como etapas a largo plazo

Inversión inicial en construcción y mantenimiento, prever el suficiente espacio ampliaciones en función del crecimiento, si bien las ACFT tienden a menor LCR, es posible plantear vuelos no stop futuros

Es importante prever con un margen razonable para adquirir o reservar el terreno necesario para futuras ampliaciones de pistas, ayudas visuales, radioayudas y la protección de las superficies limitadoras de obstáculo

Superficie necesaria



Además de la normalización de toda la operación, se debe garantizar la operación de las aeronaves con falla de un motor.

Los FACTORES que intervienen en la actuación son numerosos:

- Empuje de los motores
- Temperatura
- Altitud
- Presión
- Flaps (mayor apertura, menor recorrido pero menos ascenso)
- Pendiente de pista
- Viento
- Peso y C.G.
- Velocidad

Superficie necesaria

Situación Crítica en Despegue



Un avión acelera en pista y súbitamente falla un motor (el mas alejado del eje longitudinal, motor critico), ocurre:

- Perdida de aceleración (necesitara mas tiempo y distancia para una V_i)
- Se generara un Momento que producirá un giro en la dirección del fallo
- Para ello, habrá que compensar con el timón (Fuerza aerodinámica)
- La norma establece que de continuar el despegue se debe tener este control aerodinámico

VEF: Es la velocidad de fallo de motor (Engine Failure)

V1: Es la velocidad de decisión que se debe alcanzar al momento de la falla del motor critico para tomar la decisión de abortar o continuar el despegue. V1, además debe tener en cuenta el tiempo de decidir ΔV (velocidad ganada en el tiempo "t" hasta la toma de la decisión de frenar. Entonces $V1 = VEF + \Delta V$

Superficie necesaria

Situación Crítica en Despegue



Velocidad Mínima de Control en suelo VMCG, aeronave es controlable con la fuerza de los pedales (rueda de proa)

Alcanzada V1, el piloto debe continuar y despegar, y ser capaz de controlar la aeronave en el suelo, se exige $VEF \geq VMCG$

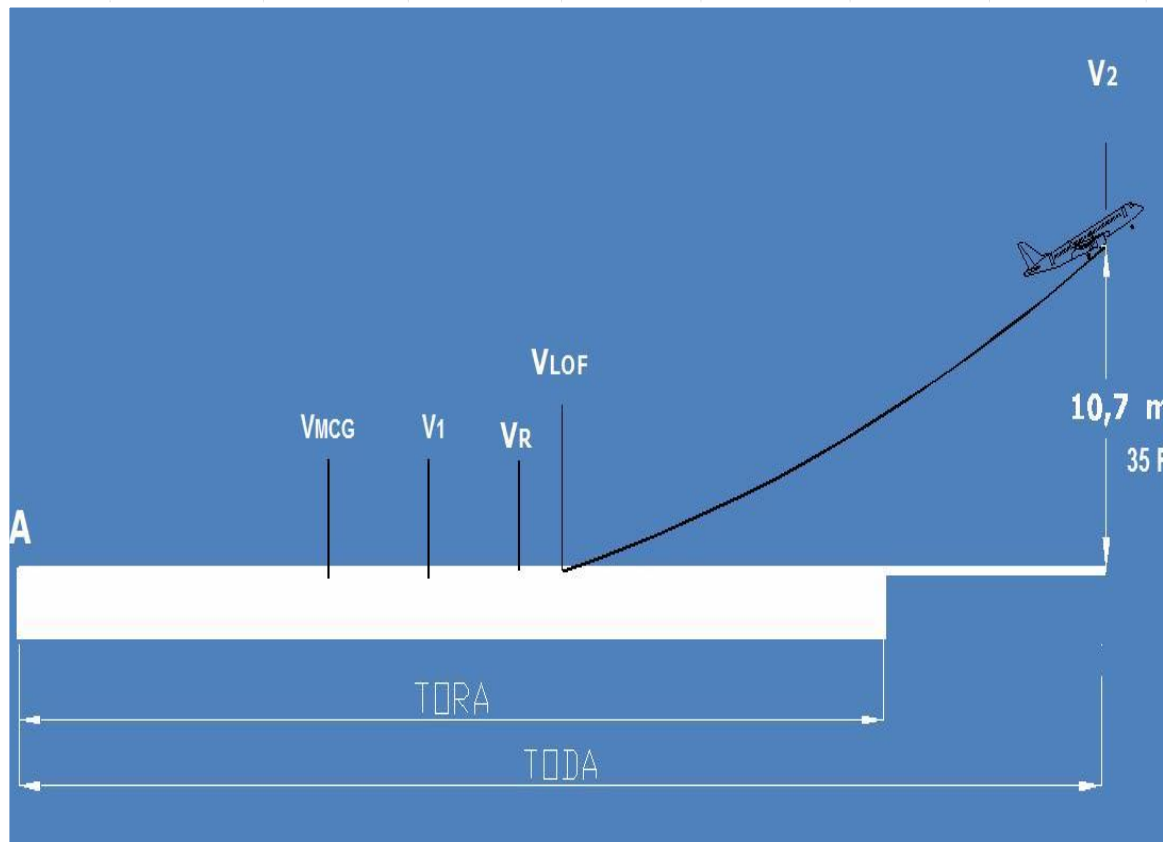
Equivalente a $V1 = VMCG + \Delta V$

Por consiguiente $V1 \geq VEF \geq VMCG$

Definida V1 la operación se efectuara con criterio de pista compensada o no compensada

Superficie necesaria

Situación Crítica en Despegue- Pista no compensada



Todos los motores en marcha

VMCG: Velocidad Mínima de Control en Suelo

V1: Velocidad de decisión

VR: Velocidad de rotación

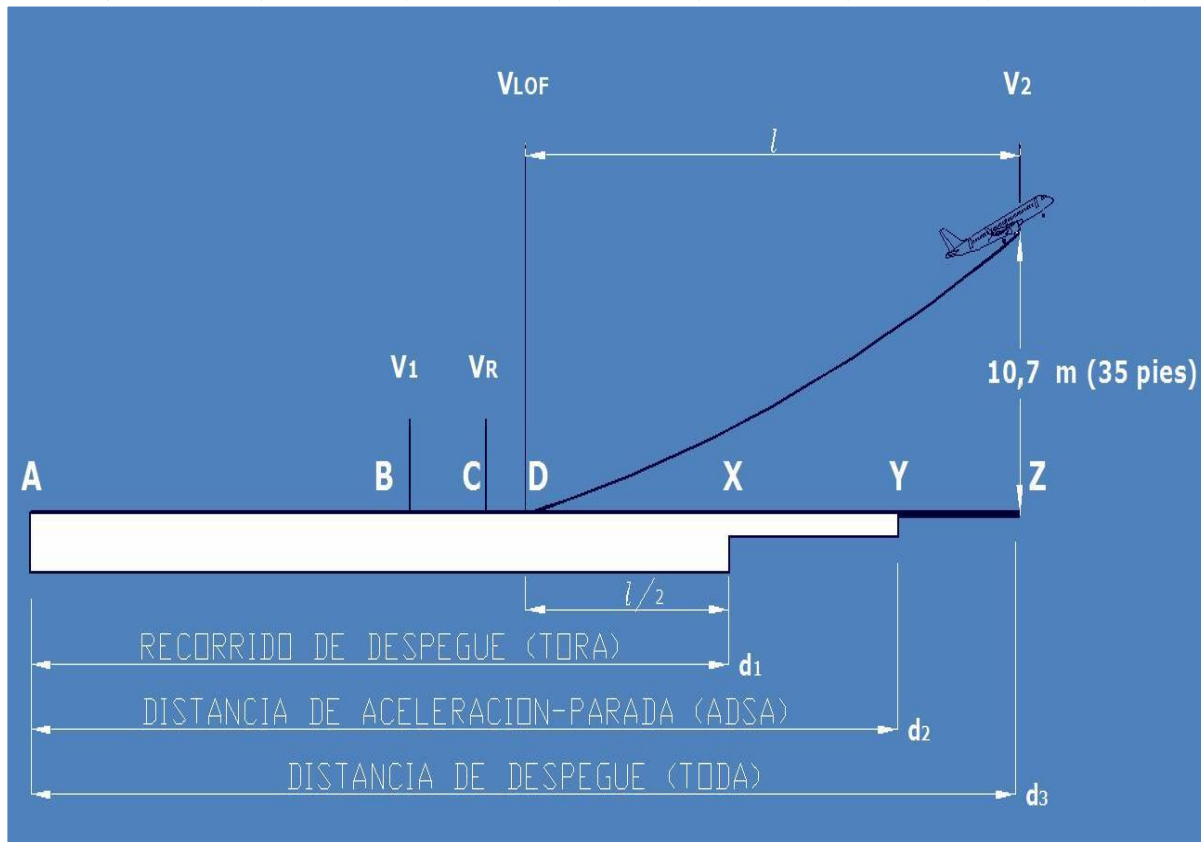
VLOF: Velocidad de despegue

V2: Velocidad segura de despegue (2do. segmento)

$V1 \geq VMCG$

Superficie necesaria

Situación Crítica en Despegue- Pista compensada



Motor Crítico inactivo (n-1)

V1: Velocidad de decisión (FAR)

VR: Velocidad de rotación

VLOF: Velocidad de sustentación

V2: Velocidad segura de despegue

VEF: Velocidad Falla Motor Crítico (Engine Failure)

VMCG: Velocidad Min. Contr. en Suelo

$V_1 \geq V_{EF} \geq V_{MCG}$

Superficie necesaria

Longitud de Pistas



747-400

Airplane Characteristics for
Airport Planning

Manual de características de las aeronaves para la planificación de aeropuertos. (Airplane Characteristics for Airport Planning).

- Es el manual publicado por el fabricante de la aeronave, con la información de sus principales características (Dimensiones, Pesos, Datos operativos, ACN, etc.)
- CAPITULO 3:
 - Información general
 - Ábacos de Carga Paga
 - Ábacos de longitud de despegue FAR
 - Ábacos de longitud de aterrizaje FAR
 - Altitud y velocidad de Crucero, 200 NM alternativa, 45 min. extras

Superficie necesaria

Longitud de Pistas



Para el cálculo de carga máxima al despegue de las aeronaves, se deben considerar los siguientes datos:

Longitud de la pista actual y propuesta

Elevación de referencia aeródromo (AIP)

Pendiente de referencia (OACI)

Temperatura de referencia (OACI)

Temperatura estándar: + 14,9 °C

Viento

Superficie necesaria

Longitud de Pistas



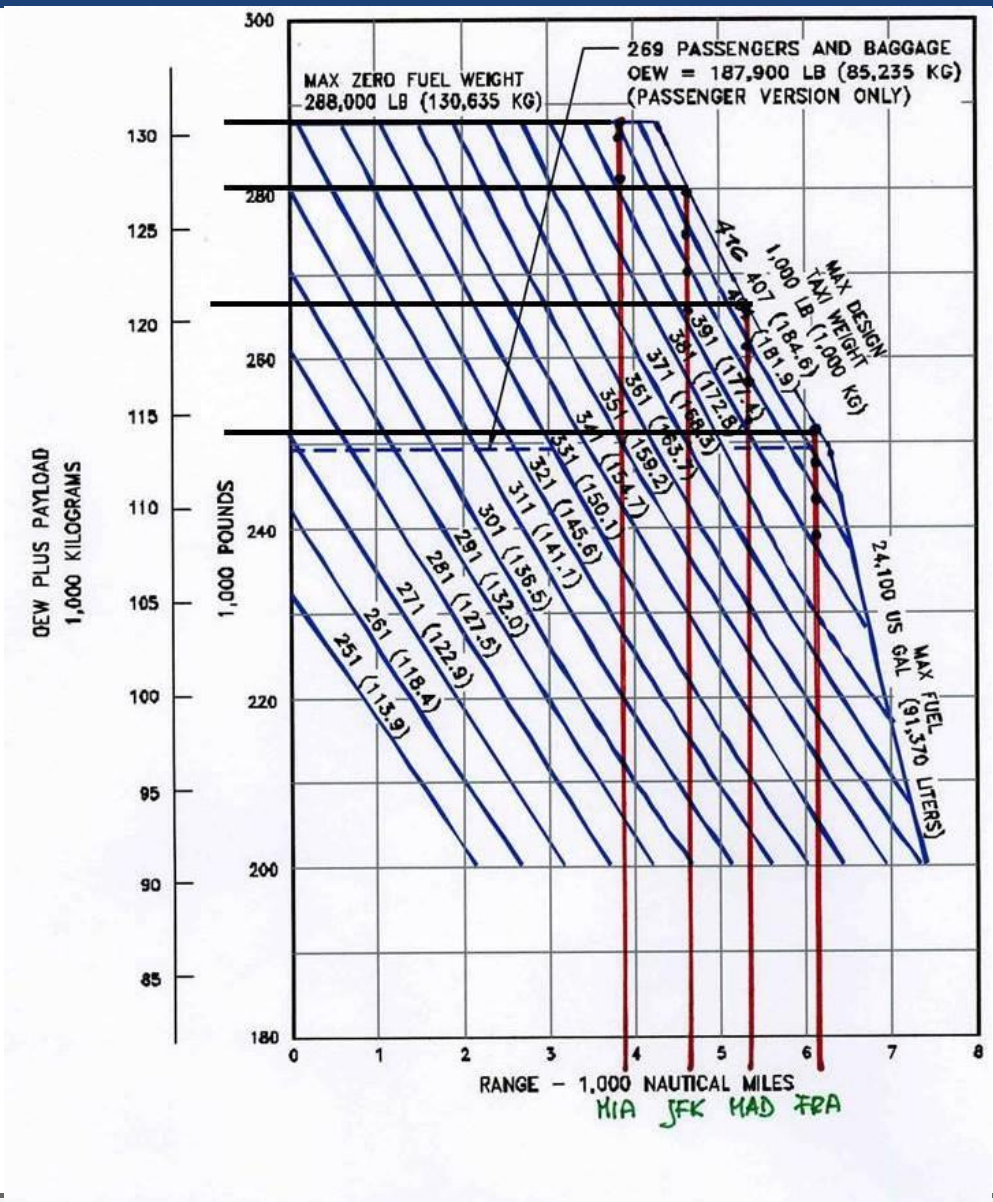
Largo de pista m.	B767-300ER - Carga máx. al despegue (M.T.O.W.) Libras x 1000/toneladas	
	Condiciones ISA	ISA + 17° C
3000	400/181,7	395/179
3200	416/189	405/183,8
Beneficios de carga al despegue	16/7,3	10/4,8

Metodología

Para cada tipo de aeronave, se calculan los valores de máxima carga al despegue (MTOW) para ambas longitudes de pista y condiciones atmosféricas, ISA e ISA +15°C (o 17°C).

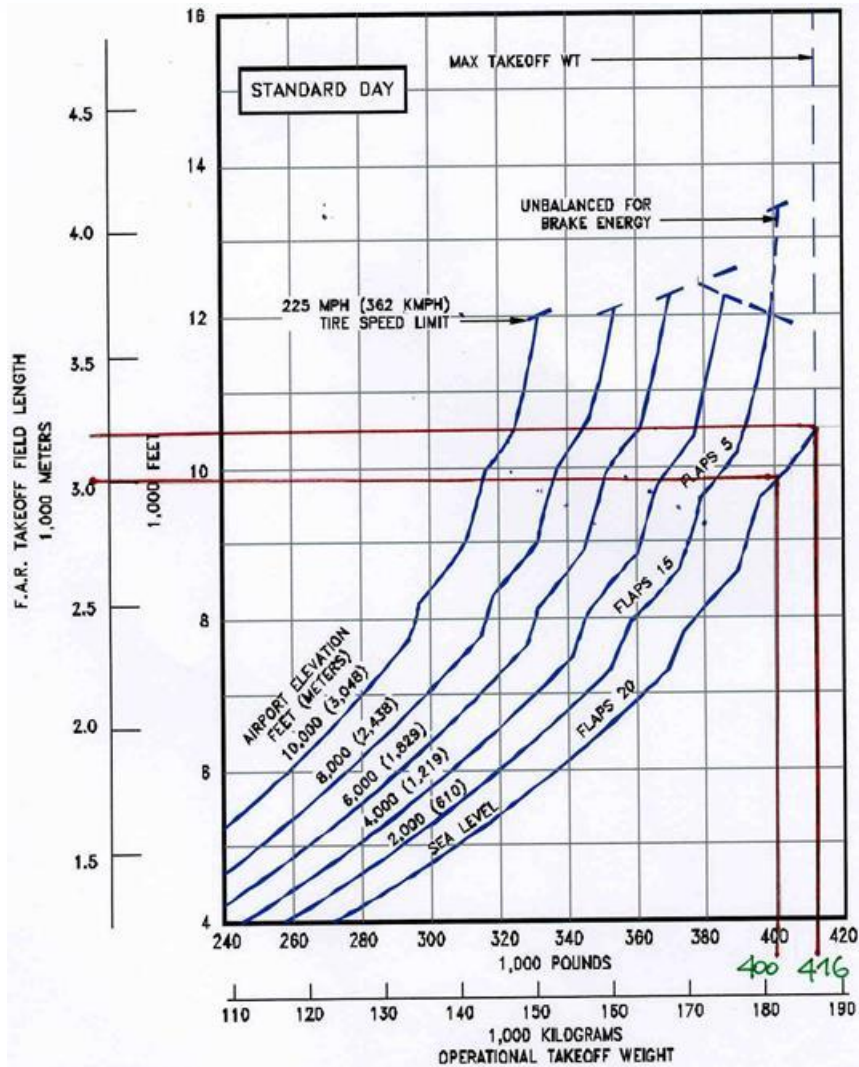
Los datos son obtenidos a través de los nomogramas del fabricante de la aeronave (Ej. B767-300 ER).

Determinación de la Longitud de Pistas

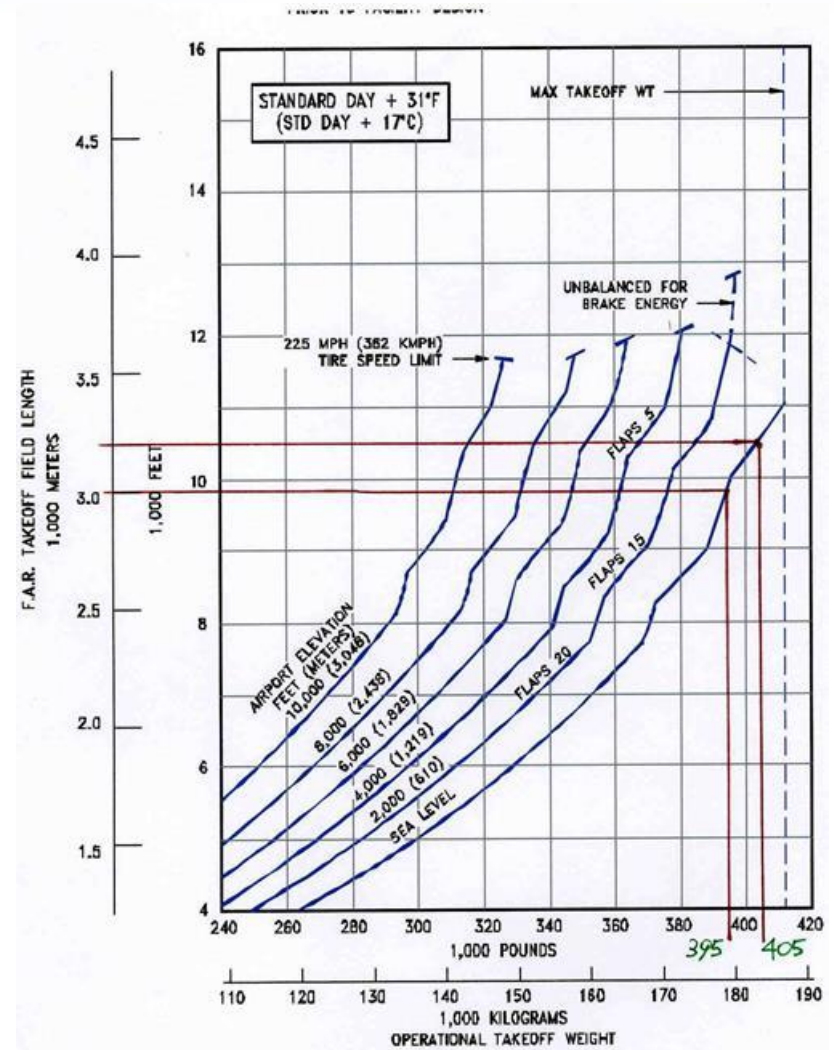


3.2.4 PAYLOAD/RANGE FOR LONG-RANGE CRUISE
MODEL 767-300ER, -300 FREIGHTER

Determinación de la Longitud de Pistas



3.3.13 F.A.R. TAKEOFF RUNWAY LENGTH REQUIREMENTS - STANDARD DAY
MODEL 767-300ER, -300 FREIGHTER (CF6-80C2B4, PW4056, RB211-524G ENGINES)



3.3.14 F.A.R. TAKEOFF RUNWAY LENGTH REQUIREMENTS
STANDARD DAY + 31°F (STD + 17°C)
MODEL 767-300ER, -300 FREIGHTER (CF6-80C2B4, PW4052, RB211-524G ENGINES)

Superficie necesaria

Orientación y número de las pistas



Componente de viento transversal	Longitud de Campo Referencia
37 Km/h (20 nudos)	1500 m o mayor
14 Km/h (13 nudos)	1200 m a 1500 exclusive
10 Km/h (10 nudos)	menor de 1200

- 1) De acuerdo a los vientos predominantes (velocidad y dirección)
- 2) En función de la topografía del terreno
- 3) En forma grafica

Las pistas se denominan de acuerdo al NORTE MAGNÉTICO, por ejemplo:

- 130°= 13 310°= 31
- 050°= 05 230°= 23



Pistas y Calles de Rodaje



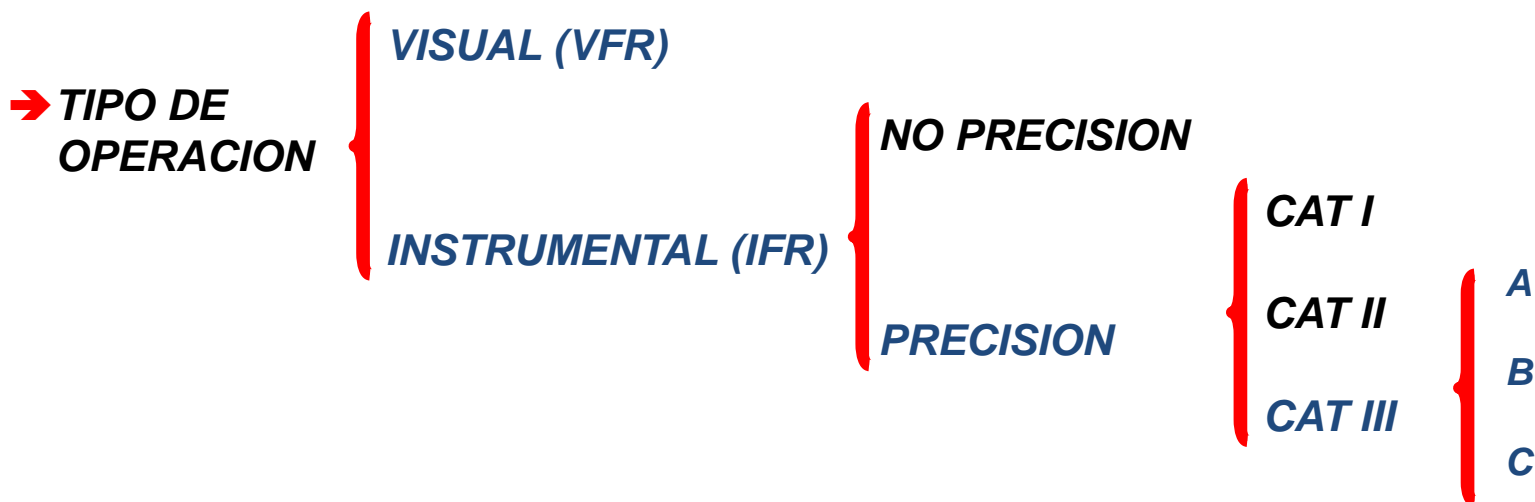
Clasificación de AD

✈ **LA INFRAESTRUCTURA DE UN AEROPUERTO, SE ESTABLECE EN FUNCION DE LA AERONAVE CRITICA Y SE CARACTERIZA POR EL NUMERO Y LETRA DE CLAVE**

➔ **NUMERO DE CLAVE: 1,2,3,4**

➔ **LETRA DE CLAVE: A,B,C,D,E,F**

✈ **LA CATEGORIA OPERATIVA DE UN AEROPUERTO, SE ESTABLECE POR EL TIPO DE OPERACIÓN QUE SE LLEVA A CABO, Y SE DEFINE DE LA SIGUIENTE MANERA**

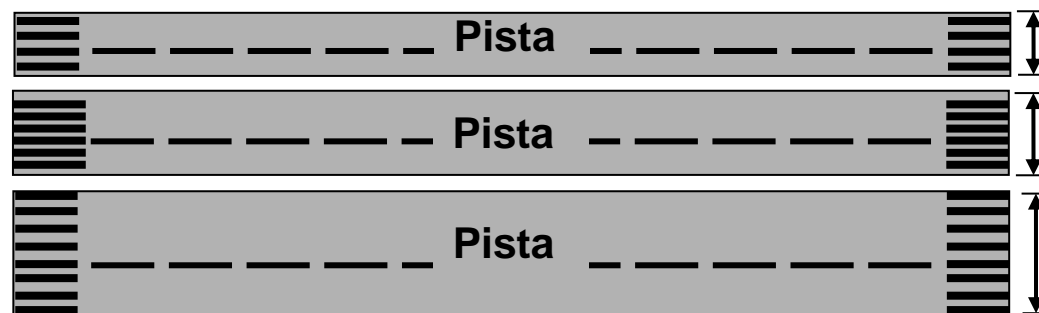
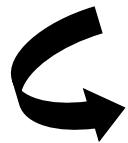


Clasificación de un Aeropuerto



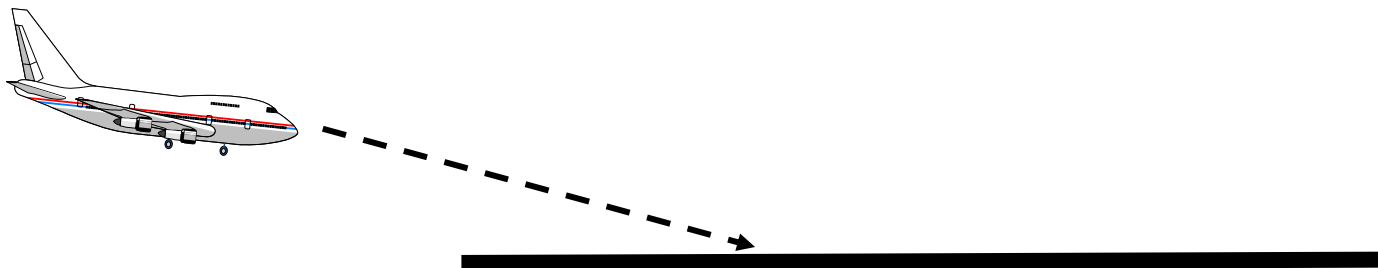
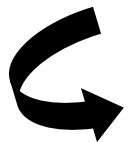
✈ Clasificación según dimensiones físicas (INFRAESTRUCTURA)=

CLAVE DE REFERENCIA DE OACI (Letra y Número)



✈ Clasificación según tipo de OPERACIONES de aproximación=

CATEGORIA DE APROXIMACION DE OACI



Clasificación de aeródromos

Por dimensiones físicas (Infraestructura)



Clave de Referencia del Aeródromo

NÚMERO DE CLAVE	Longitud de campo de referencia del avión crítico	LETRA DE CLAVE	Envergadura del avión	Distancia exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal
1	Menos de 800m	A	Hasta 15m	Hasta 4,5m (exclusive)
2	800m - 1200m (exclusive)	B	15m - 24m (exclusive)	4,5m - 6m (exclusive)
3	1200m - 1800m (exclusive)	C	24m - 36m (exclusive)	6m - 9m (exclusive)
4	Desde 1800m en adelante	D	36m - 52m (exclusive)	9m - 14m (exclusive)
		E	52m - 65m (exclusive)	9m - 14m (exclusive)
		F	65m - 80m (exclusive)	14m - 16m (exclusive)

Clasificación de aeródromos

Composición del Lado Aire



SUBSISTEMAS LADO AIRE - Ancho de la pista (OACI)

Número de clave	Letra de Clave					
	A	B	C	D	E	F
1	18 m	18 m	23 m	***	***	***
2	23 m	23 m	30 m	***	***	***
3	30 m	30 m	30 m	45 m	***	***
4	***	***	45 m	45 m	45 m	60 m



Clave B



Clave C



Clave D



Clave E



Clave F

Clasificación de aeródromos

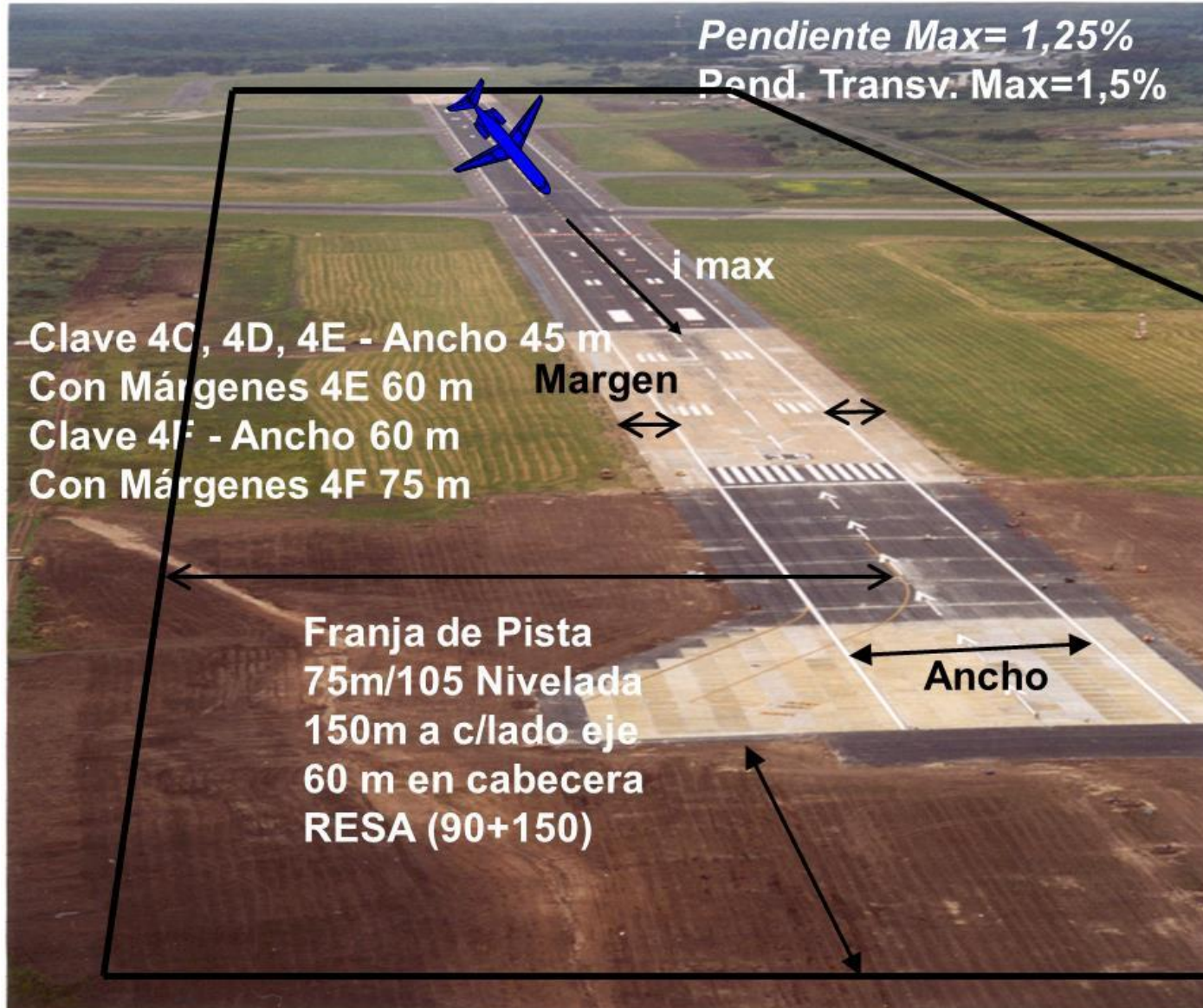
Características Geométricas - Pistas



	NUMERO DE CLAVE			
	1	2	3	4
PISTA				
Pendiente longitudinal máxima	1,5%	1,5%	1,25%	1,25%
Gradiente máximo efectivo	2%	2%	1%	1%
Cambio máximo longitudinal de la rasante	2%	2%	1,5%	1,5%
Pendiente Transversal máxima	2 % si la letra de clave es A o B ; 1,5% con letra de clave C , D o E .			
ANCHURA DE LA FRANJA DE LA PISTA				
Pista de precisión o no	150 m	150 m	300 m	300 m
Pista de Vuelo Visual	60 m	80 m	150 m	150 m
FRANJA				
Pendiente longitudinal máxima	2%	2%	1,75%	1,5%
Pendiente Transversal máxima	3%	3%	2,5%	2,5%

Clasificación de aeródromos

Características Geométricas - Pistas



Estructura típica de pavimento

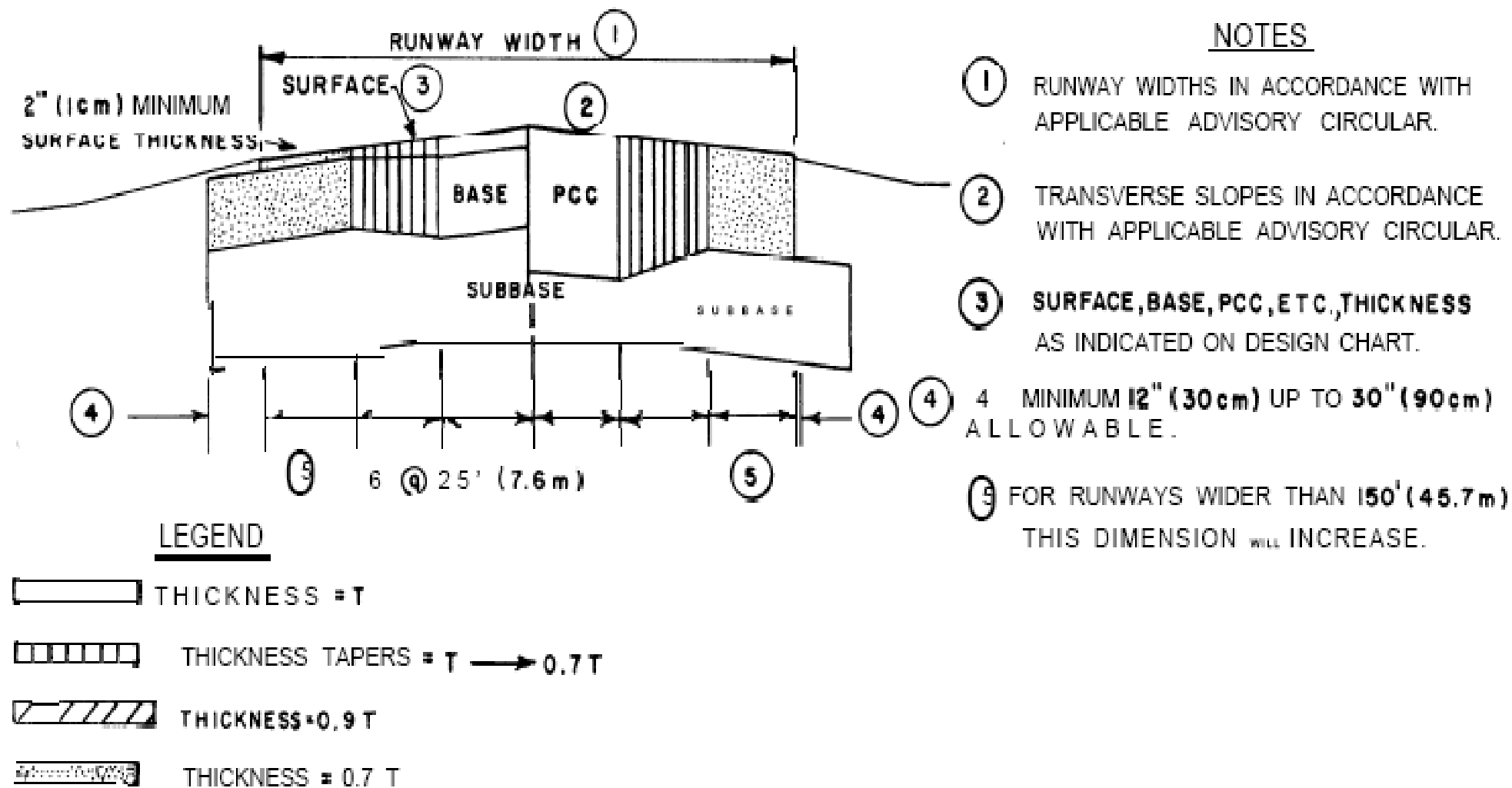


FIGURE 3-1. TYPICAL PLAN AND CROSS SECTION FOR RUNWAY PAVEMENT

Calles de Rodaje

Criterios de Diseño



Menor distancia de Rodaje

- *Menor tiempo de rodaje*
- *Menor Consumo de Combustible*
- *Menor Temperatura en los neumáticos (debe ser < de 120°C)*

Distancia Máxima Aceptable

- *5 Km (WB) trayectos directos*
- *Debe reducirse si la Aeronave debe frenar repetidamente*

Estrategias para reducir la distancia de rodaje

- *Incluir salidas de alta velocidad (además aumenta la capacidad 10%)*
- *Implementar despegues desde intersecciones*

Requisitos Fundamentales

Reducir restricciones de movimiento en Pistas y Calles de Rodaje

Mantener Flujo uniforme y continuo, >eficiencia, >seguridad

Capacidad para atender salidas y llegadas sin demoras significativas

Principios de Planificación

Menor Flexibilidad, es el primer elemento a tener en cuenta

Las proyecciones de trafico deben identificar

Tipo de aeronave

Tener en cuenta si evolucionará de clase C a E (distancias)

Variaciones en el ritmo de los movimientos

Construcción por etapas

**Orientación
corto/mediano/largo plazo**

**Reducción de costos
iniciales de inversión**

**Planificación cuidada se van
incorporando los sistemas**

Calles De Rodaje

Tabla Doc. Parte 2, separación MINIMA entre calles de rodaje/objetos



Tabla 1-4. Separación mínima entre calles de rodaje y entre calles de rodaje y objetos (dimensiones en metros)

Separación	Letra de clave				↓	↓
	A	B	C	D	E	F
Entre eje de calle de rodaje/calle de rodaje en la plataforma y eje de calle de rodaje:						
envergadura (Y)	15,00	24,00	36	52,0	65,0	80,0
+ desviación lateral máxima (X)	1,50	2,25	3	4,5	4,5	4,5
+ incremento (Z)	7,25	7,25	5	10,0	10,5	13,0
separación total (V)	23,75	33,50	44	66,5	→ 80,0	97,5
Entre eje de calle de rodaje y objeto:						
½ envergadura (Y)	7,50	12,00	18	26,0	32,5	40,0
+ desviación lateral máxima (X)	1,50	2,25	3	4,5	4,5	4,5
+ incremento (Z)	7,25	7,25	5	10,0	10,5	13,0
Separación total (V)	16,25	21,50	26	40,5	47,5	57,5
Entre eje de calle de rodaje en la plataforma y objeto:						
½ envergadura (Y)	7,50	12,00	18	26,0	32,5	40,0
+ desviación lateral máxima (X)	1,50	2,25	3	4,5	4,5	4,5
+ incremento (Z)	7,25	7,25	5	10,0	10,5	13,0
Separación total (V)	16,25	21,50	26	40,5	→ 47,5	57,5
Entre eje de calle de acceso al puesto de estacionamiento de aeronaves y objeto:						
½ envergadura (Y)	7,5	12,00	18,0	26,0	32,5	40,0
+ desviación del tren de aterrizaje	1,5	1,50	2,0	2,5	2,5	3,0
+ incremento (Z)	3,0	3,00	4,5	7,5	7,5	7,5
Separación total (V)	12,0	16,50	24,5	36,0	→ 42,5	50,5

Calles de Rodaje

Distancias Principales

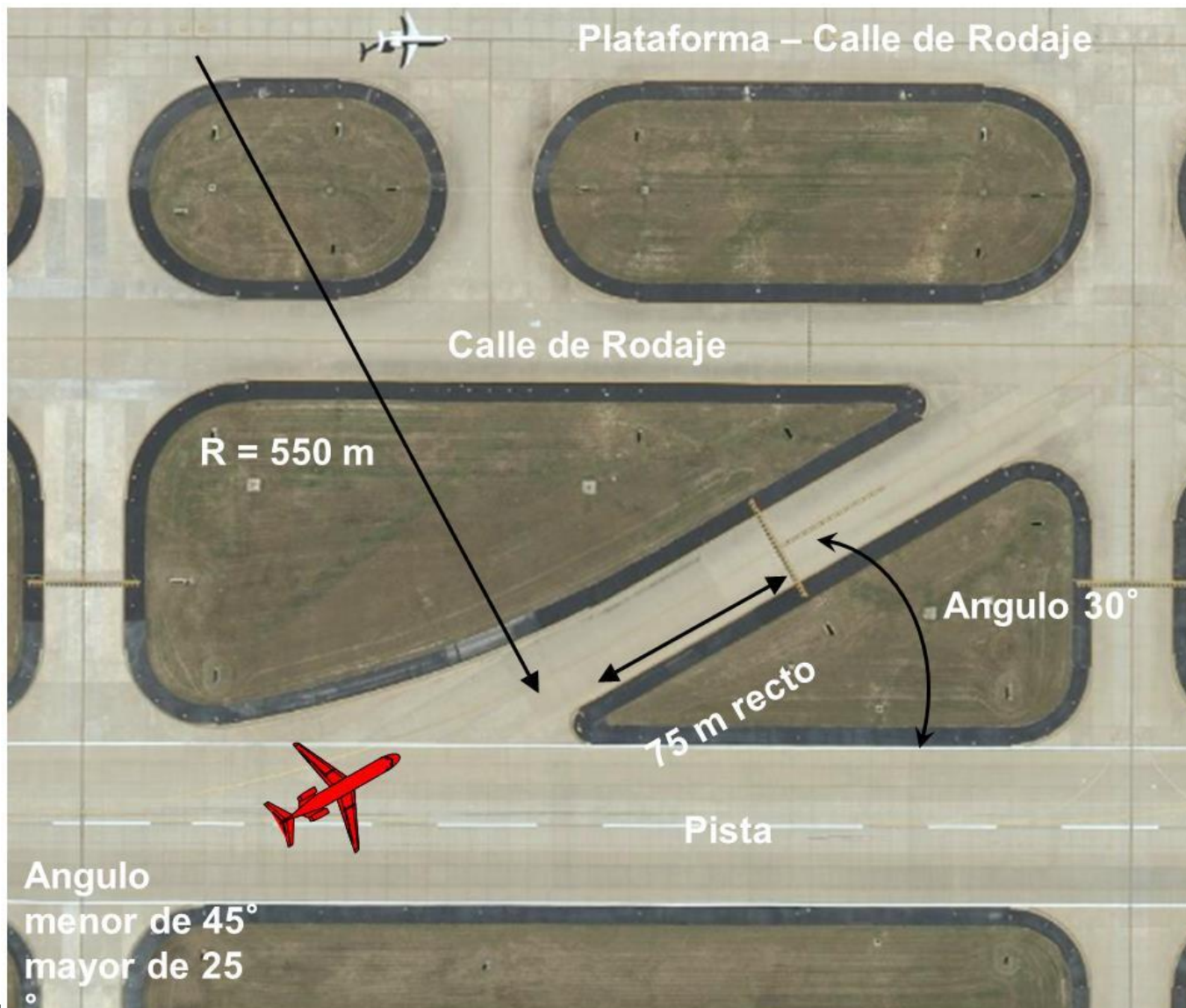


Distancia entre calles =
Envergadura(65 -
80)+desviación lateral
máx. (4,5)+incremento
(10,5 - 13)

Distancia a objeto =
Semi Envergadura +
desviación lateral
máx.+ incremento



Calles de Salida de Alta Velocidad



Clave 1 y 2

- Radio 275
- Angulo 45°
- Desarrollo $\approx 230\text{m}$
- Tramo recto 35 m
- Velocidad 65 Km/h

Clave 3 y 4

- Radio 550
- Angulo 30°
- Desarrollo $\approx 300\text{m}$
- Tramo recto 75 m
- Velocidad 95 Km/h

Calles de Rodaje en Puente



Calle de rodaje

Calle de rodaje

Calle de rodaje en Puente

Calles de Rodaje en Puente



Calles de Rodaje

Características



LETRA DE CLAVE	ANCHURA DE LA CALLES DE RODAJES	ANCHURA TOTAL CON MARGENES
A	7,5 metros	--
B	10,5 metros	--
C	15 a 18 metros	25 m.
D	18 a 23 metros	38 m.
E	23 metros	44 m.
F	25 metros	60 m.

Nota: Las cifras anteriores se refieren a la porcion recta de la calle de rodaje

Plataformas



FUNCION

Embarque y desembarque de pasajeros y carga

Abastecimiento de combustible

Estacionamiento y mantenimiento de las aeronaves

Equipos de rampa

DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO

Dimensiones para las aeronaves que operan

Tipo y cantidad de terminales

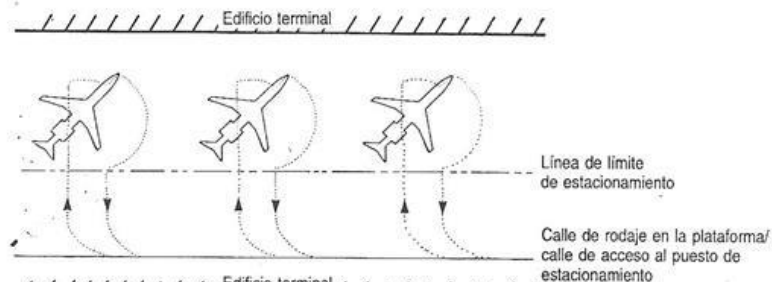
Layout - posiciones con manga o remotas

Hora pico de ocupación para el dimensionamiento

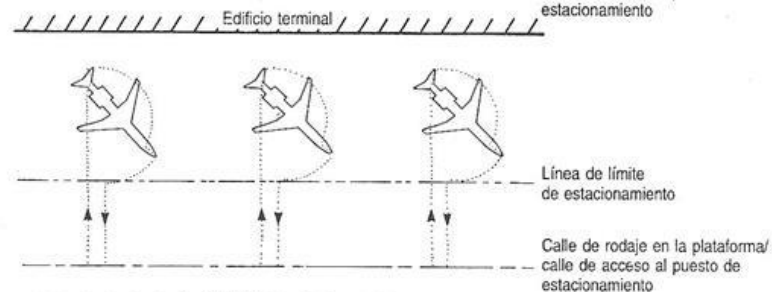
Plataformas - Estacionamiento



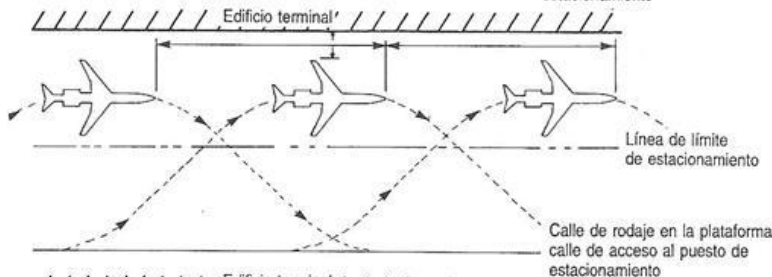
a) Entrada y salida en rodaje (estacionamiento en ángulo con proa hacia adentro)



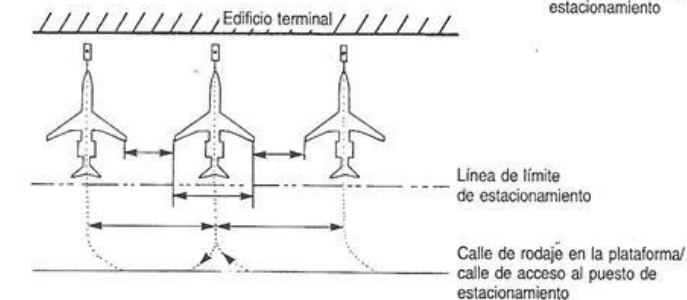
b) Entrada y salida en rodaje (estacionamiento en ángulo con proa hacia afuera)



c) Entrada y salida en rodaje (estacionamiento en paralelo)



d) Entrada en rodaje/ salida por empuje



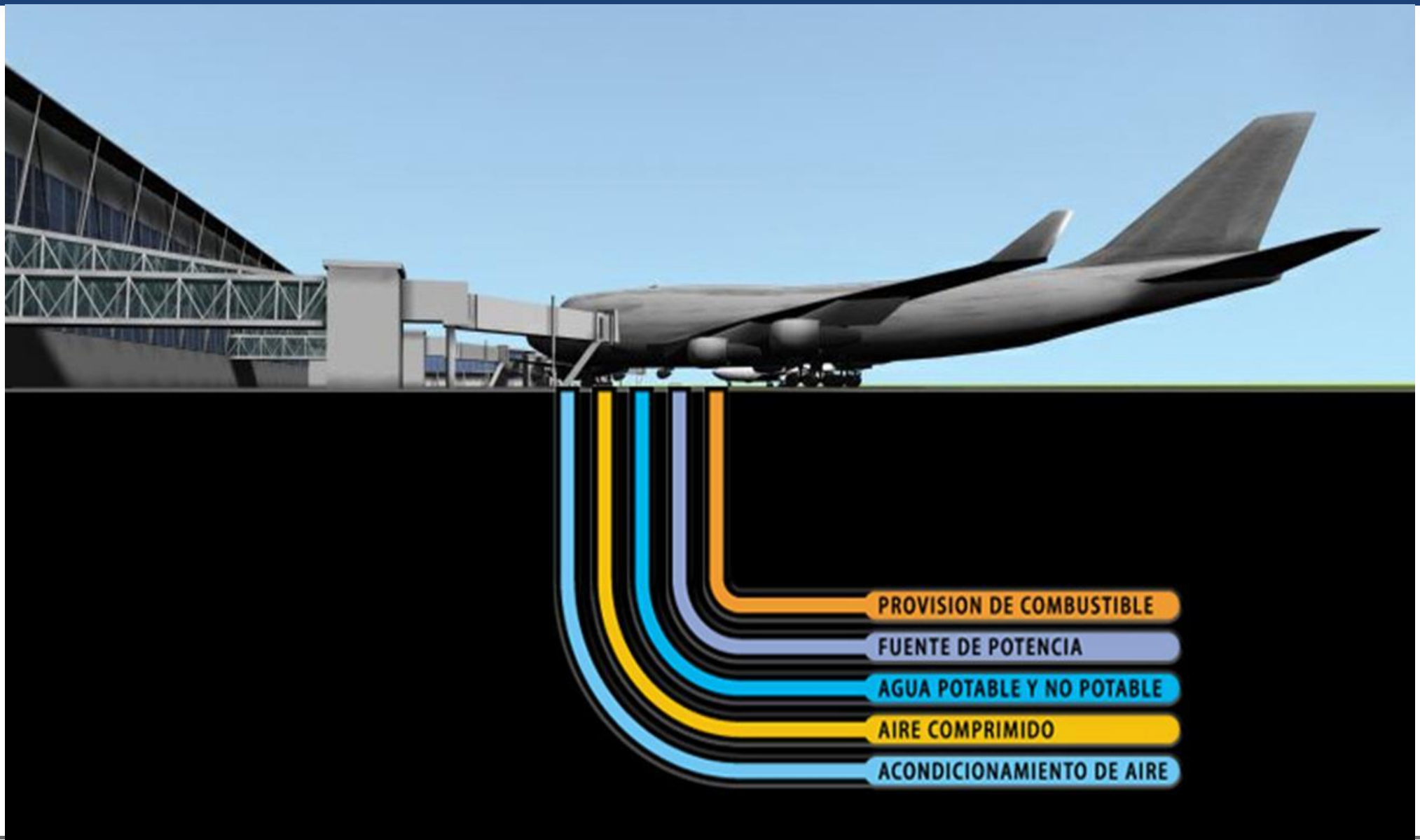
Entrada y salida autónoma

- Proa hacia adentro
- Proa hacia afuera
- Paralelo a la Terminal

Entrada autónoma y salida

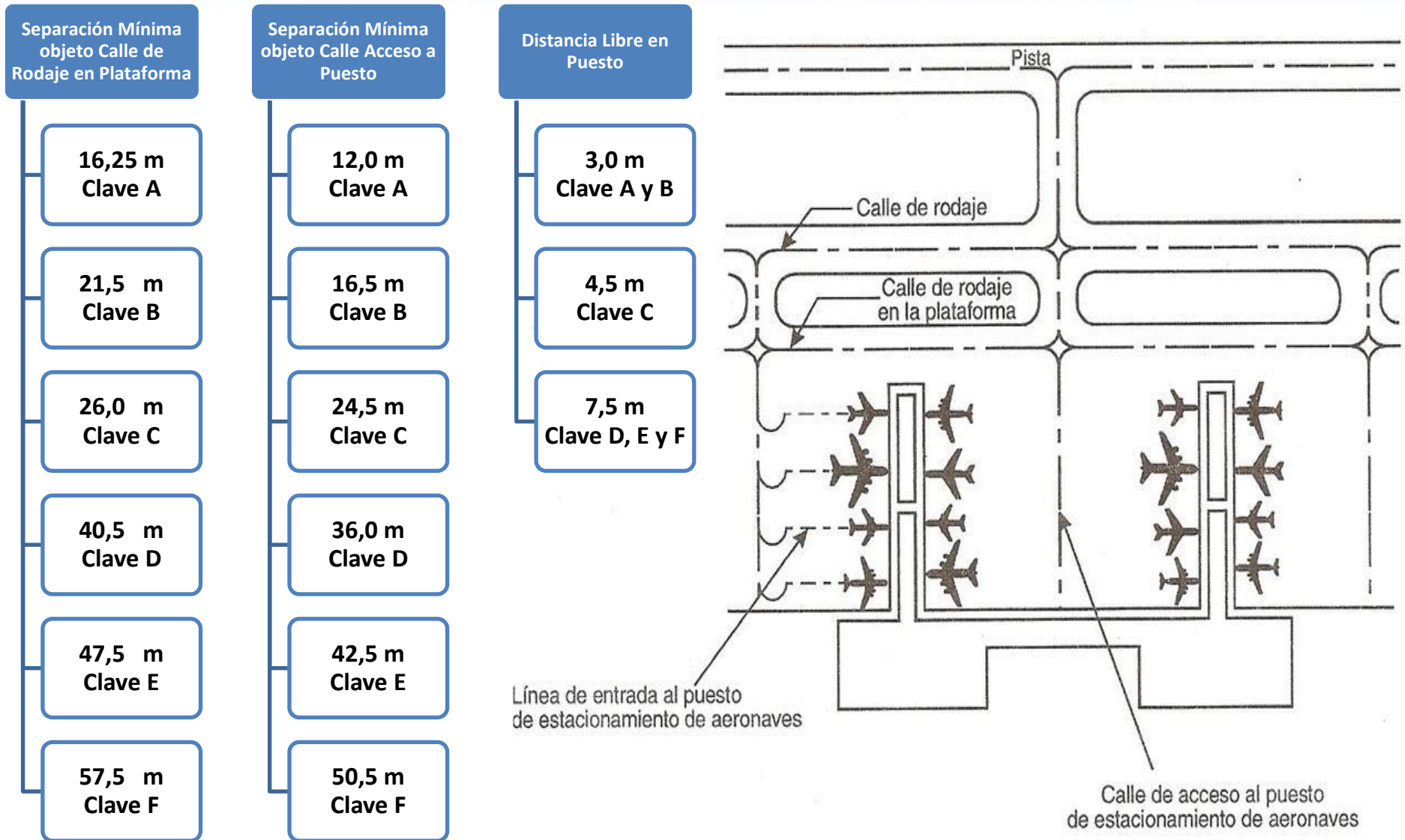
- Con tractor
- Proa hacia adentro

Servicios para aeronaves en plataforma



Plataforma

Distancias mínimas para maniobras



Plataformas



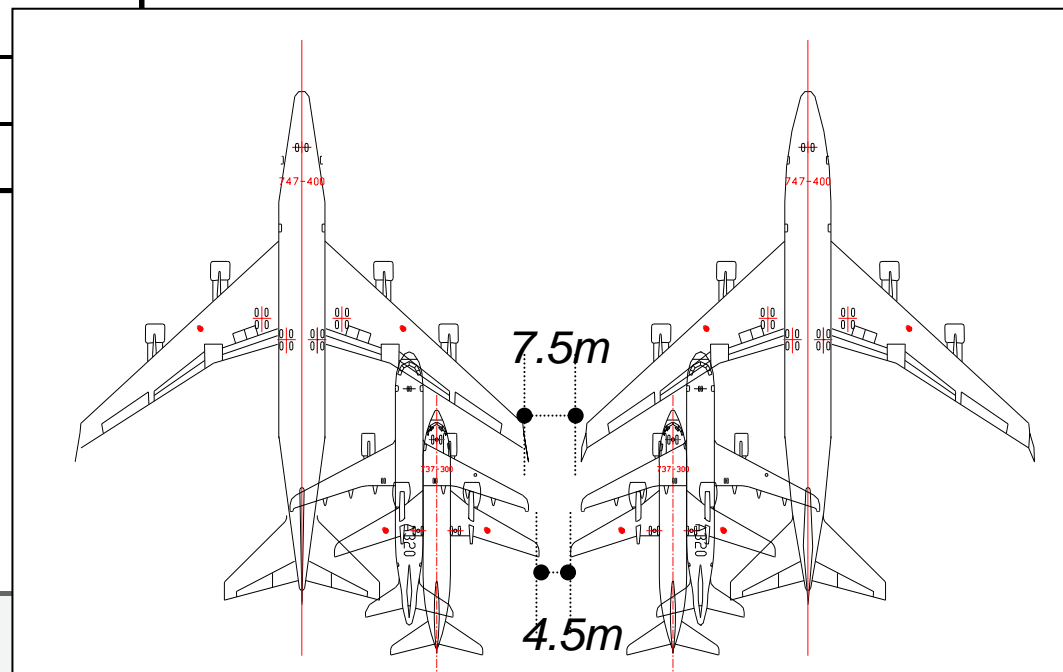
✈ DISTANCIAS MINIMAS ENTRE AERONAVE EN ESTACIONAMIENTO (aeronave – objeto)

Letra de clave	Márgenes de separación de estacionamiento de aeronaves
A	3m
B	3m
C	4,5m
D	7,5m
E	7,5m
F	7,5m

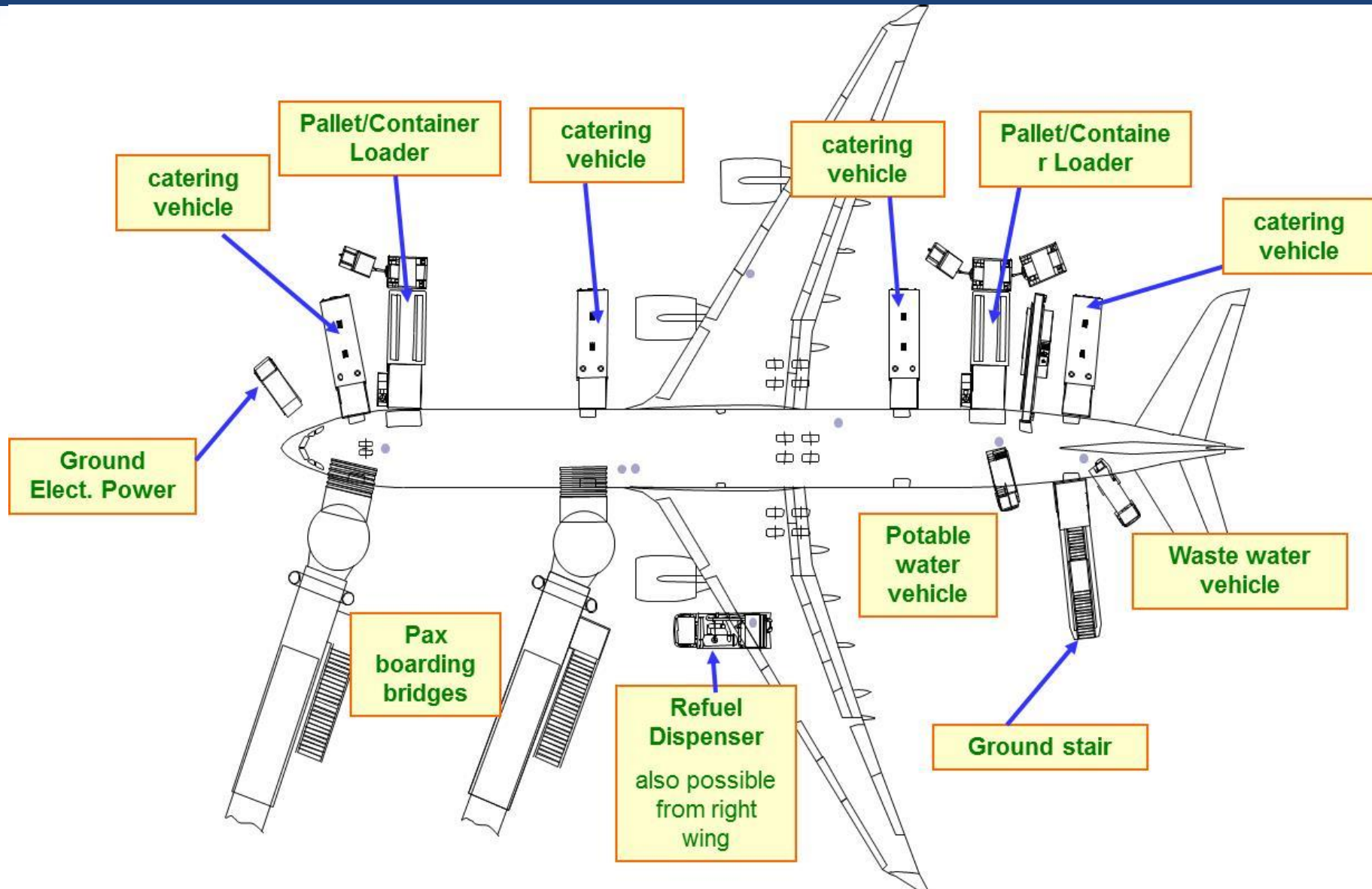
Concepto:

La eficiencia del diseño se mide en Toneladas por m² de plataforma

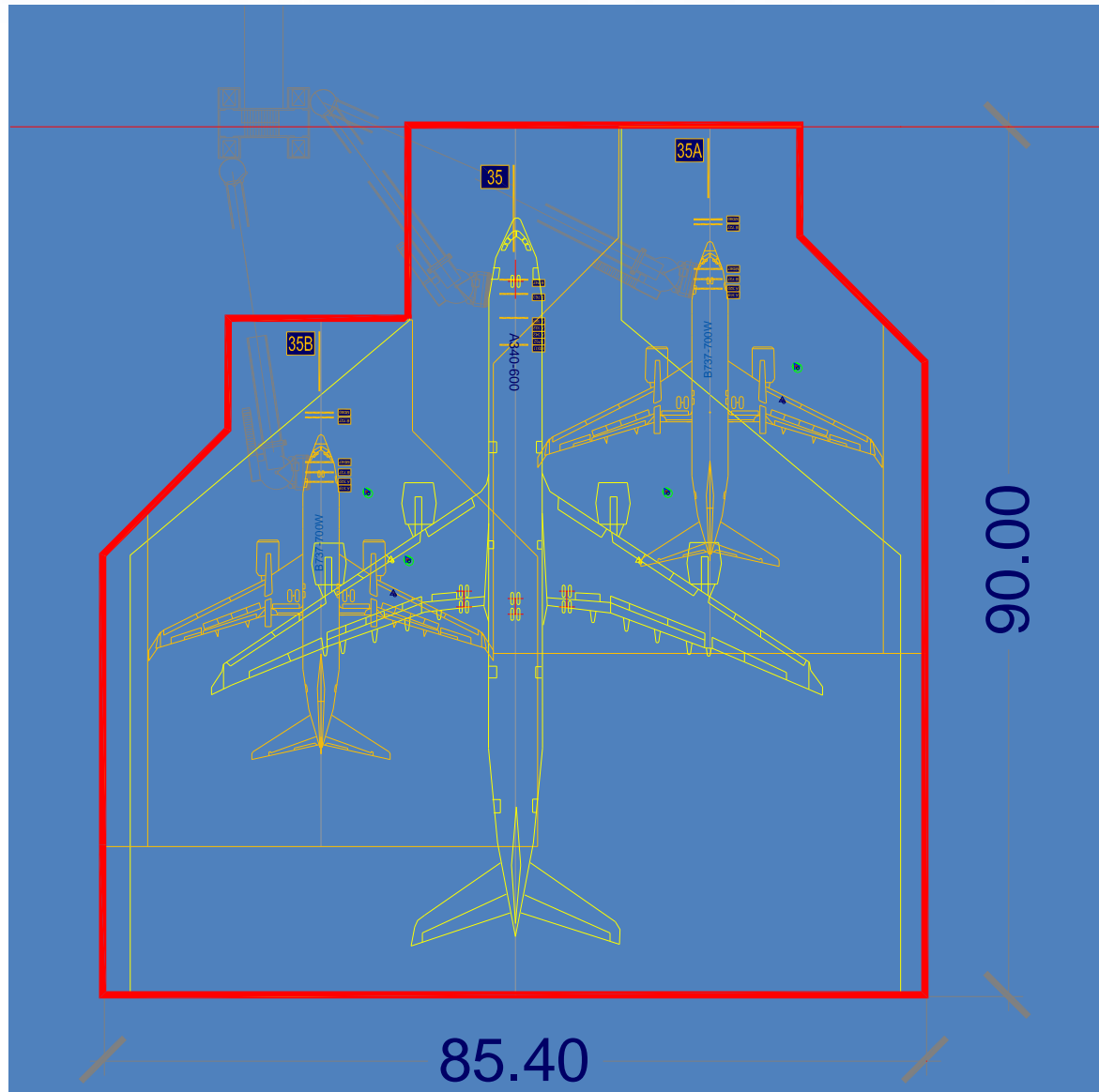
...también se consideran para distancias entre rodajes de plataforma y objetos



A340-600 Plan típico de plataforma



Plataformas (Sistema MARS)

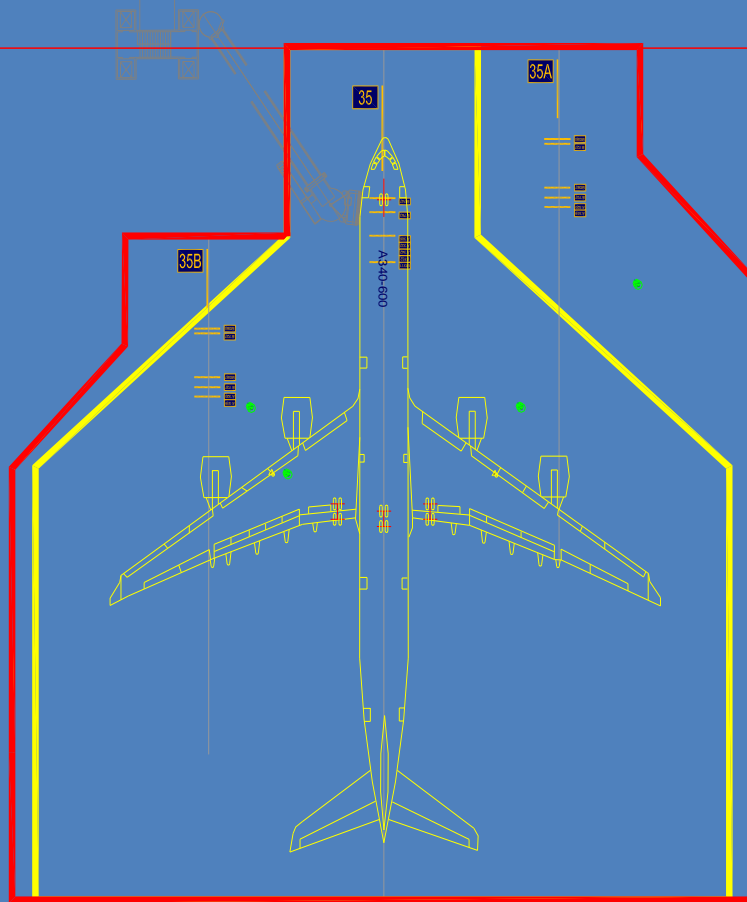


Configuración:

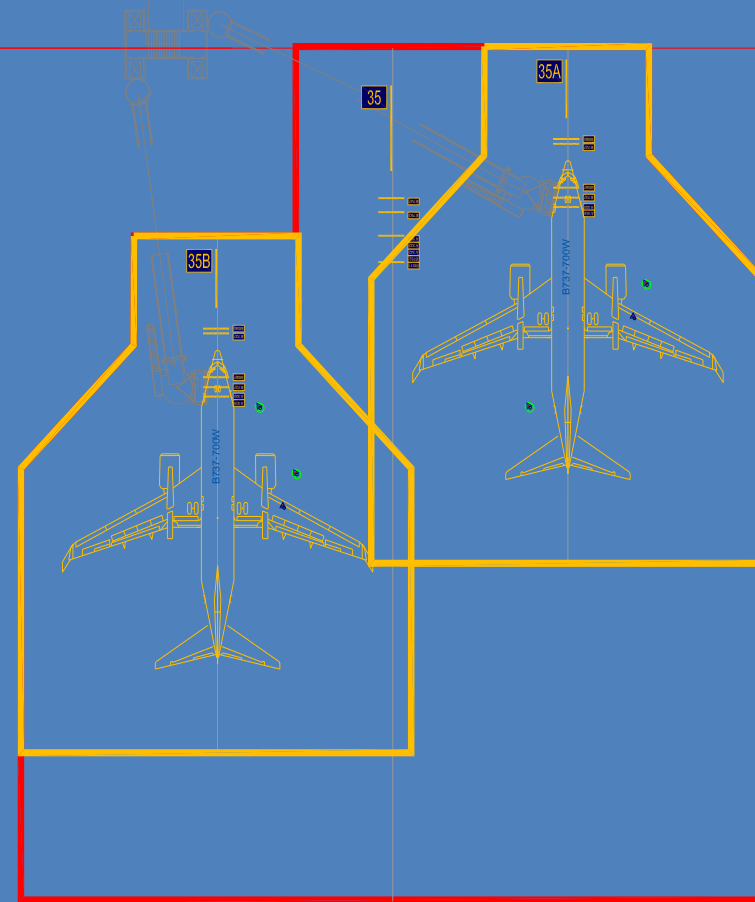
- 1 Clase E**
- 2 Clase C**

Plataformas (Sistema MARS)

Esquema típico de posiciones flexibles MARS



✈ Un Clave E



✈ Dos Clave C



North American
Central American
and Caribbean
(NACC) Office
Mexico City

South American
(SAM) Office
Lima

ICAO
Headquarters
Montreal

Western and
Central African
(WACAF) Office
Dakar

European and
North Atlantic
(EUR/NAT) Office
Paris

Middle East
(MID) Office
Cairo

Eastern and
Southern African
(ESAF) Office
Nairobi

Asia and Pacific
(APAC) Office
Bangkok

Gracias

www.lima.icao.int

icaosam@icao.int