

# TUTORIAL DE VUELO

## BOEING 737-800NG



**Antonio de Castro**  
**ALZ150**  
**IVAO 170017**

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/> or send a letter to Creative Commons, 444 Castro Street, Suite 900, Mountain View, California, 94041, USA.

Tutorial de vuelo Boeing 737NG by Antonio de Castro is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported License](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/).

## INDICE:

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>DATOS TÉCNICOS, DIMENSIONES DEL AVIÓN</b>	<b>4-7</b>
<b>PLANIFICACION DE VUELOS</b>	<b>8-32</b>
<b>PLAN DE VUELO.</b>	<b>9-11</b>
<b>DISTANCIA, EN MILLAS.</b>	<b>12</b>
<b>CARGA DEL AVIÓN:</b>	<b>13-21</b>
<b>CARGA DE PAGO (PAYLOAD).</b>	<b>13-14</b>
<b>CALCULO DE FUEL.</b>	<b>15-21</b>
<b>INFORMACIÓN DE LOS AEROPUERTOS DE SALIDA LLEGADA Y ALTERNATIVO</b>	<b>22-29</b>
<b>METEOROLOGÍA.</b>	<b>30-31</b>
<b>DATOS DEL VUELO</b>	<b>32</b>
<b>PREPARACION PRE VUELO</b>	<b>33-42</b>
<b>FMC</b>	<b>43-92</b>
<b>DESCRIPCION FMC</b>	<b>43-47</b>
<b>ALINEAR INERCIALES</b>	<b>48-53</b>
<b>NAVEGACION HORIZONTAL</b>	<b>54-78</b>
<b>PERFORMANCES Y NAVEGACION VERTICAL</b>	<b>79-92</b>
<b>CONFIGURACION DE COCKPIT</b>	<b>93-100</b>
<b>RETROCESO (PUSHBACK) Y PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE</b>	<b>101-114</b>
<b>RODAJE</b>	<b>115-126</b>
<b>VUELO DE EJEMPLO</b>	<b>127-199</b>
<b>GESTIÓN DE VUELO.</b>	<b>128-133</b>
<b>VELOCIDAD DE MANIOBRA.</b>	<b>134-135</b>
<b>LIMITACIONES DEL AVIÓN.</b>	<b>136</b>
<b>FASES DE VUELO:</b>	<b>137</b>
<b>DESPEGUE Y ASCENSO INICIAL</b>	<b>138-145</b>
<b>ASCENSO</b>	<b>146-150</b>
<b>CRUCERO</b>	<b>151-159</b>
<b>DESCENSO</b>	<b>160-166</b>
<b>ESPERAS</b>	<b>167-170</b>
<b>APROXIMACION</b>	<b>170-190</b>
<b>FRUSTRADA</b>	<b>191-192</b>
<b>ATERRIAJE</b>	<b>193-198</b>
<b>RODAJE A PLATAFORMA Y APAGADO DE MOTORES</b>	<b>198-199</b>
<b>LECTURAS RECOMENDADAS</b>	<b>200</b>

# INTRODUCCION

Hace unos días, en el foro de Alándalus, v.a., pude leer la petición de un compañero (Miguel, ALZ 721), sobre donde encontrar manuales para aprender a volar los reactores usando el FMC. Dicha petición me hizo pensar en hacer algo mas completo.

Un manual dirigido a los novatos; por supuesto, en donde encuentren las claves para volar el avión. Un manual, en donde, se intenta dar las razones de porque hacer esto y no lo otro. Los demás, pilotos más avezados en el simulador, no esperéis encontrar un manual de vuelo para poder sentarse ante los mandos de un avión real ni para aclarar todas la dudas que el avión pueda generar. Sin embargo, he procurado añadir datos que os pueden ser útiles.

Normalmente, en los manuales de los “aviones de pago” hay tutoriales de vuelo con una programación completa del FMC desde la salida hasta la llegada, pero es raro encontrar en estos manuales alternativas a otros modos de gestión de vuelo. Ello hace, que en muchas ocasiones, el piloto mas novato no sepa que hacer ante una instrucción del ATC o frente a una respuesta anómala del avión en un procedimiento publicado y la actitud del piloto sea decir “el avión está haciendo lo que marca el FMC” o cualquier cosa parecida, olvidando que el que manda y pilota el avión es el piloto, nunca el FMC.

Vamos a intentar hacer un manual de vuelo instrumental con el BOEING737-800NG, para uso de los pilotos. Por supuesto, no soy piloto, ni lo he sido, ni lo seré, quede ello claro por delante. Los conocimientos vertidos acá, son el resultado de muchas horas de estudio de manuales publicados en los propios aviones del simulador, los procedimientos de entrenamiento que tiene publicada la BOEING; así como todo el material que he podido obtener vía Internet. Intentaré entrar en detalles teóricos que a veces no están bien simulados, pero, para todos aquellos que se quieran aproximar a la realidad, puedan ser interesantes.

En la simulación, creo que hemos visto de todo. Aquellos que se atreven a hacer un Madrid Nueva York en una Cessna 172 o pilotos que aterrizan un 747, o intentan aterrizar, en una pista de césped de no mas 500 pies. Obviamente para esas personas este manual no aportará nada de interés

Estos conocimientos, absolutamente teóricos, he intentado llevarlos a la práctica dentro del simulador, para simular la realidad en algo que no lo es.

Apelo a la benevolencia y generosidad de todos los lectores. He intentado no cometer errores de bulto, pero es posible que algunas cosas se hayan escapado, cosas que pudieran llegar a ser objeto de crítica. Las críticas son siempre positivas, cuando su afán es constructivo. Entre todos podemos mejorar un documento que sea útil a todos los miembros de IVAO.

Agradecimientos tengo muchos. Agradecer a todos aquellos que me animan, cuando estoy haciéndolo, con su apoyo. Agradecimiento a todos aquellos que tienen la santa paciencia de leérselo y, encima, me felicitan. Y por supuesto, un AGRADECIMIENTO, con mayúsculas a las personas que con su paciencia, su conocimiento y su consejo (Alejandro, Chema, Elías, José Luis y otros) me han ayudado a realizar este trabajo.

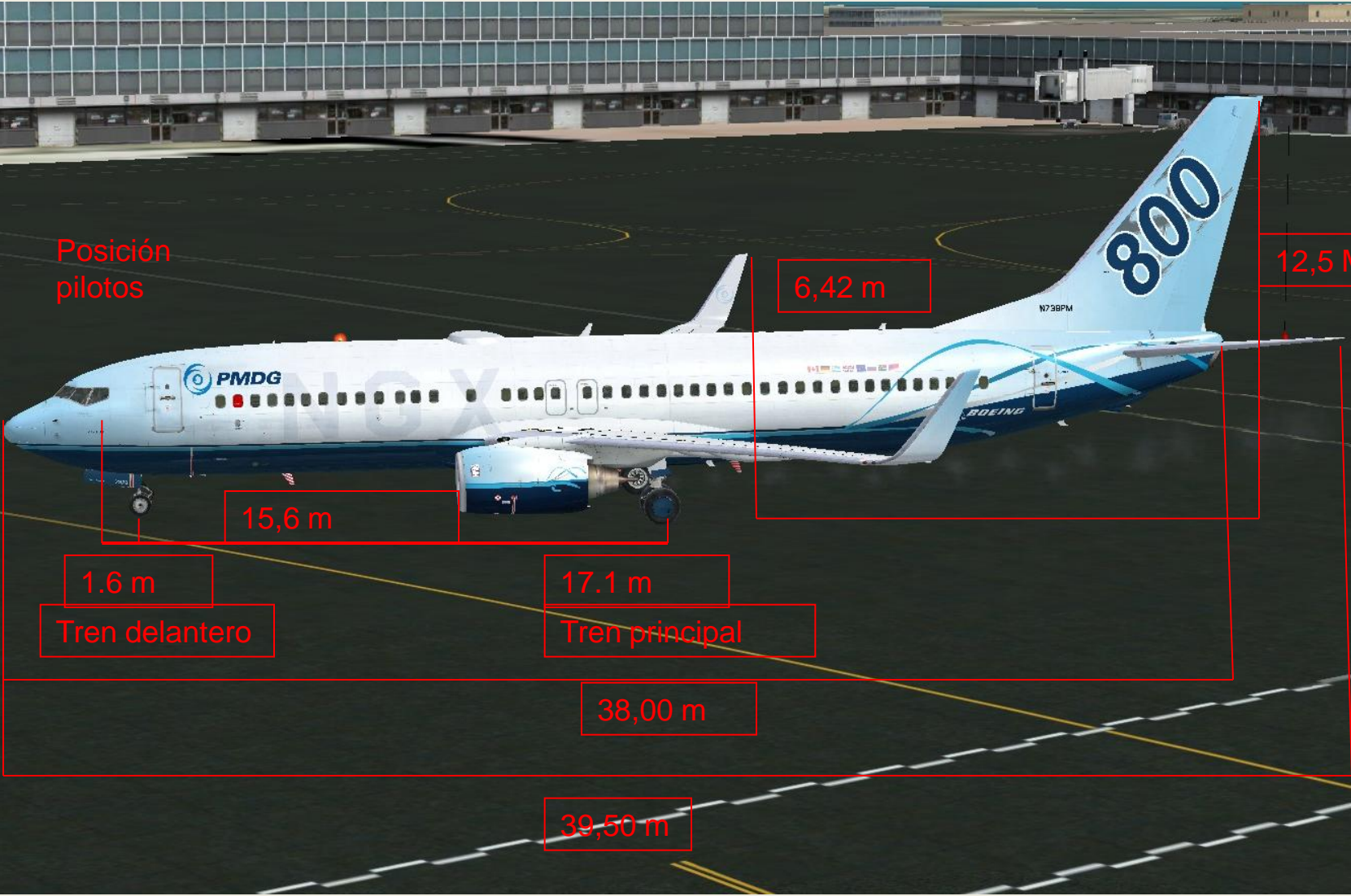
**Gracias a todos.**

## **Datos técnicos, dimensiones del avión**

# Datos técnicos del BOEING 737-800 (publicados por BOEING <http://www.boeing.com/commercial/737family/winglets/wing3.html>)

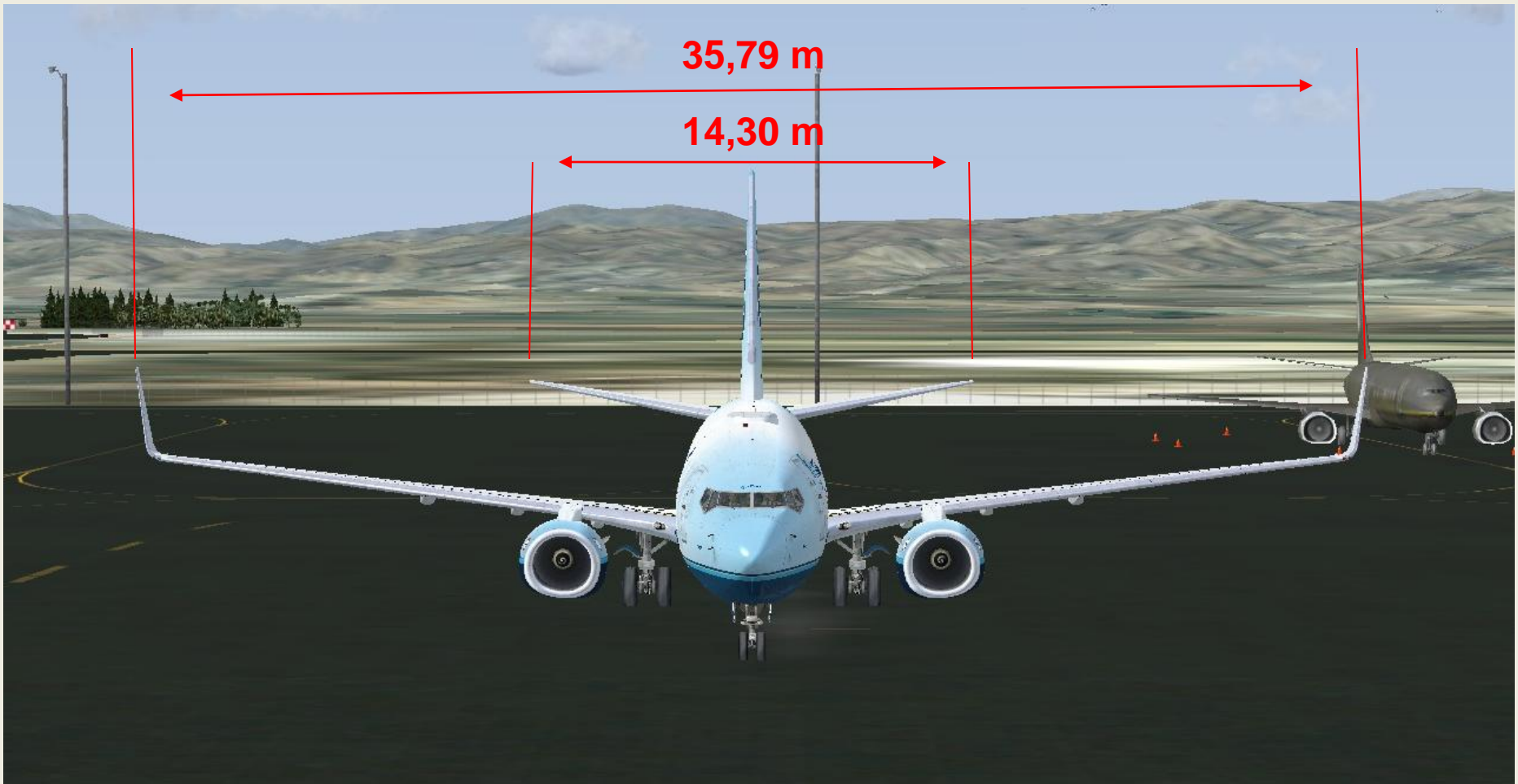
Passengers	
Typical 2-class configuration	162
Typical 1-class configuration	189
Cargo	1,555 cu ft (44 cu m)
Engines	CFMI CFM56-7
(maximum thrust)	27,300 lb
Maximum Fuel Capacity	6,875 U.S. gal (26,020 L)
Maximum Takeoff Weight	174,200 lb (79,010 kg)
Maximum Range	3,115 nautical miles (5,765 km) [2-class with winglets]
Typical Cruise Speed (at 35,000 feet)	0.785 Mach
Maximum speed	Mach 0.82 (544 mph, 876 km/h, 473 kt).
Maximum flight level	41,000 feet (12,500 m)
Basic Dimensions	
Wing Span	112 ft 7 in (34.3 m)
With Winglets	117 ft 5 in (35.8 m)
Overall Length	129 ft 6 in (39.5 m)
Tail Height	41 ft 2 in (12.5 m)
Interior Cabin Width	11 ft 7 in (3.53 m)

# DIMENSIONES DEL AVION



La posición de los pilotos esta 1.6 m por delante de la rueda de morro

# DIMENSIONES DEL AVION



## **PLANIFICACION DE VUELO:**

- 1. Plan de vuelo.**
- 2. Distancia, en millas.**
- 3. Carga del avión:**
  - a) Carga de pago.**
  - b) Calculo de Fuel.**
- 4. Información de los aeropuertos de salida.**
- 5. Llegada y alternativo.**
- 6. Meteorología.**
- 7. Datos del vuelo.**

Vamos a hacer un vuelo desde **Málaga a Lisboa** (alternativo LPPR)

Numero de vuelo **ALZ0542**

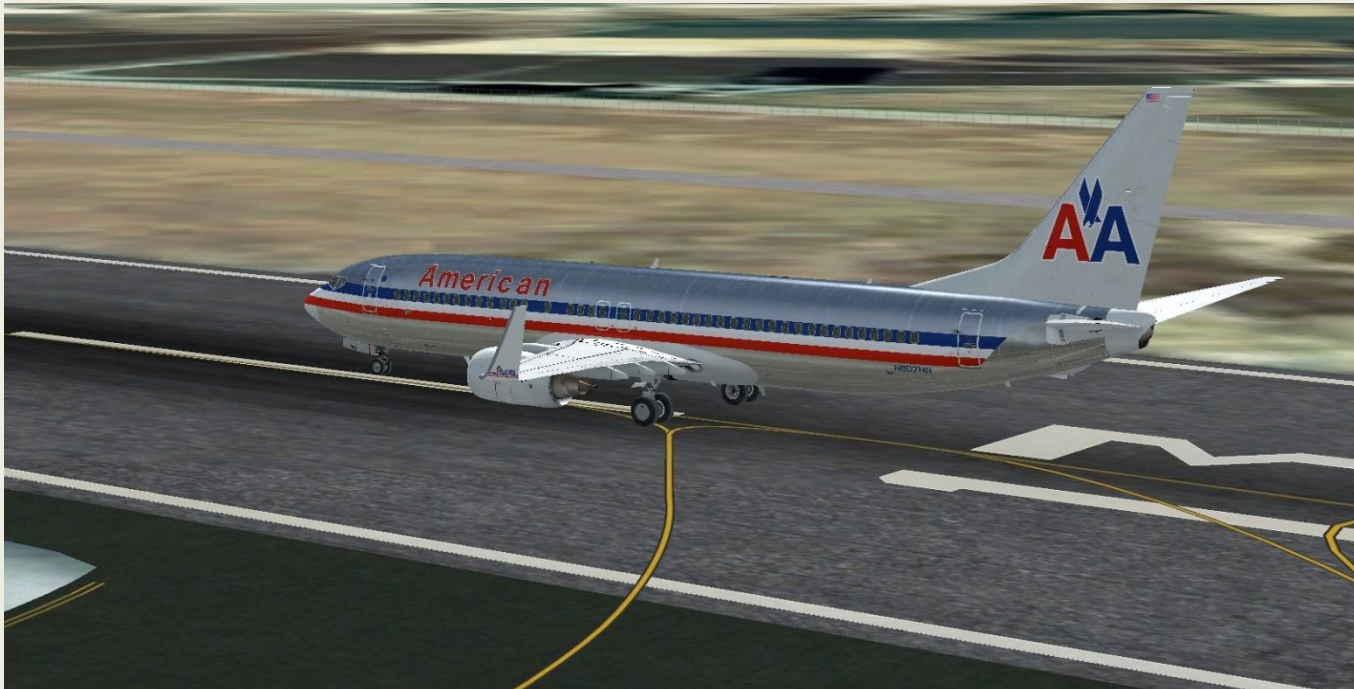
Tenemos el avión (**BOEING 737NG 800 con Winglets**) en el aeropuerto de Málaga Puerta G2 (C3 en el escenario de AIRHISPANIA)

Desde el propio simulador se puede configurar las unidades de medida (libras o kilos, metros o pies, etc.) eligiendo según preferencias. En este caso he puesto libras y pies.



Cuando planificamos un vuelo deberemos comprobar algunos detalles que nos ayudarán a realizar vuelos placenteros y seguros, sin sobresaltos innecesarios:

- A. Plan de vuelo.
- B. Distancia, en millas.
- C. Carga del avión (Fuel necesario + carga de pago).
- D. Información de los aeropuertos de salida, llegada y alternativo.
- E. Meteorología.



## Plan de vuelo

El **plan de vuelo** (*flight plan*) es el informe donde se indican todos los datos referentes a un vuelo. En éste, además de información técnica añadida por el piloto debe constar el lugar de salida, destino, altitud, velocidad de crucero, y todos los puntos por donde pasará la aeronave.

La identificación o matrícula de la aeronave.

La altitud o nivel de vuelo a volar.

Velocidad de crucero.

Aeropuertos de salida, llegada y alternativos.

Ruta; incluyendo los puntos de ruta (waypoints) y las aerovías

El equipo de navegación que se cuenta a bordo de la aeronave y el tipo de transpondedor.

El equipo de salvamento que se encuentra a bordo.

Tipo de vuelo.

Número de tripulantes y pasajeros.

Categoría de la estela turbulenta (Ligera, Media, Pesada)

Tiempo estimado en ruta (EET) y autonomía.

Para mas detalles ver curso de formación de IVAO

## **Distancia, en millas.**

Lo primero es saber el alcance máximo de vuelo de este avión.

Si volvemos a la información técnica de avión, el rango máximo es 3,115 millas náuticas(5,765 km).

El vuelo que queremos realizar (LEMG LPPT) son 336 millas; incluyendo la SID y la STAR.

El Alternativo será Oporto (LPPR) con una distancia de 172 millas.

La distancia total del vuelo será 508 millas; lo cual esta muy por debajo del alcance máximo certificado para este avión.

## **Carga del avión (carga de pago + FUEL necesario)**

El peso en vacío del avión es 91,305 libras (41,415 Kg.). A este peso habrá que añadir la carga útil (pasajeros y carga), llamado en inglés payload (carga de pago) y el fuel necesario para llegar a cumplimentar el vuelo en su totalidad. Normalmente deberemos mantener un equilibrio entre ambos conceptos; a mayor carga de pago menos combustible y viceversa.

Para este vuelo llevaremos 92 pasajeros (16193 libras. El cálculo se hace considerando que cada pasajero tiene un peso medio de 176 libras (80 Kg.) por pasajero) y 7200 libras en compartimiento delantero de carga y 4500 libras en el compartimento trasero; lo cual supone una carga de pago de 27893 libras (12652 Kg.)

# Carga del avión (carga de pago + FUEL necesario)

## Algunas definiciones

*Peso en vacío operativo (DOW)* es el peso básico de la aeronave cuando esté listo para la operación, incluida la tripulación, pero con exclusión de cualquier carga o combustible utilizable.

*Peso con cero combustible (ZFW)* es la suma de Peso en vacío y carga útil, es decir, el peso de la carga de un avión, con exclusión de cualquier combustible utilizable.

*Peso de rampa* es el peso de una aeronave en el edificio terminal cuando esté listo para la salida.

*Peso de liberación del freno* es el peso de una aeronave en el inicio de una pista de despegue, justo antes de soltar el freno para el despegue. Este es el peso rampa menos el combustible utilizado para APU y rodaje.

*Peso de despegue* es el peso de un avión que despegue a medio camino a lo largo de una pista de aterrizaje. Pocos sistemas de planificación de vuelos calculan el peso de despegue real..

*Peso de aterrizaje (LW)* es el peso del avión cuando aterriza. Este es el peso de liberación de frenos, menos el combustible quemado durante el vuelo.

Para planear los pesos del avión deberemos conocer los pesos máximos operacionales

PESOS	LIBRAS/KILOGRAMOS
Peso en vacío	91,305 /41,415
Máximo peso de taxi	156,000/70,760
Máximo peso de despegue (MTOW)	155,500/70,533
Máximo peso de aterrizaje (MLW)	144,000/65,317
Máximo peso con cero combustible (MZFW)	136,000/61,688

# Cálculo de combustible

Deberemos calcular el combustible necesario para el vuelo desglosándolo en varios capítulos:

1. APU: lo fija la compañía, suele ser 220 libras (100Kg)
2. TAXI: 1500 libras/h (680 Kg/h). Se suele calcular según el tiempo predecible de rodaje
3. VIAJE: Combustible necesario para ir desde el aeropuerto de salida al de llegada.
4. CONTINGENCIA: 5% del combustible del viaje
5. ALTERNATIVO: Combustible necesario para llegar al alternativo desde el aeropuerto de destino.
6. RESERVA: Combustible necesario para volar una espera a 1500 AGL próxima al aeropuerto alternativo. Otro concepto de Reserva es calcular un porcentaje de tiempo (por lo general un 10%; es decir, un vuelo de 10 horas necesita unas reservas suficientes para volar durante una hora mas).
7. ADICIONAL: Solo si no hay programado alternativo. Se calcula como una espera a 1500 AGL durante 15 minutos próximo al aeropuerto de destino ó el combustible necesario para llegar después de fallo de un motor/despresurización desde le punto crítico (mas o menos desde la mitad de la ruta).
8. EXTRA: Cantidad de combustible de más decidido por el comandante en función de las características propias del vuelo.

Para hacer estos cálculos usaremos las tablas publicadas por BOEING para tal efecto. Los usuarios de B737NG de PMDG para FSX las pueden encontrar en manuales de vuelo en la carpeta de PMDG bajo el titulo PMDG-NGX- FCOMv1. o en la página

[http://www.captainpilot.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=30&Itemid=67](http://www.captainpilot.com/index.php?option=com_content&view=article&id=30&Itemid=67)

## Cálculo de combustible

Los cálculos los hacemos desde la página Captainpilot.com, Boeing, FLIGHT CREW OPERATIONAL, solo para el 737 800 NG

[http://www.captainpilot.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=30&Itemid=67](http://www.captainpilot.com/index.php?option=com_content&view=article&id=30&Itemid=67)

### Short Trip Fuel and Time Ground to Air Miles Conversion

AIR DISTANCE (NM)					GROUND DISTANCE (NM)	AIR DISTANCE (NM)				
HEADWIND COMPONENT (KTS)						TAILWIND COMPONENT (KTS)				
100	80	60	40	20	20	40	60	80	100	
93	80	69	61	55	50	46	42	39	36	34
160	143	129	118	108	100	93	87	82	77	73
225	205	188	173	161	150	141	132	125	118	112
290	266	246	228	213	200	188	178	169	160	153
353	326	303	283	265	250	236	224	213	203	194
416	386	360	338	318	300	284	270	257	245	235
478	446	417	392	370	350	332	316	301	288	276
542	506	474	447	422	400	380	362	346	331	317
606	567	532	502	474	450	428	408	390	373	358
672	629	591	557	527	500	476	454	434	415	398

Primero convertimos la ruta en millas aéreas (AMC) valorando el viento en cara, en cola o no viento. Por ejemplo una ruta de 350 millas con viento cara de 40 nudos se transformara en 392 NM efectivas; si, por el contrario, esos 40 nudos los tenemos en cola, las millas se reducirán a 316 NM efectivas. En nuestro caso, lo haremos sin meteorología; lo cual, 350 millas son 350 millas efectivas.

## Cálculo de combustible

Ahora, iremos haciendo el calculo a la inversa; es decir, calculamos el combustible desde el aeropuerto alternativo hasta el de salida debido a que BOEING nos proporciona solo el peso de aterrizaje en las tablas correspondientes.

Vemos el ZFW que nos correspondería en el aeropuerto alternativo (aeropuerto más lejano); es decir, como si llegáramos al alternativo sin combustible. Eso lo podemos ver en el FMC después de poner el carga de pago con combustible cero. En este caso, las tablas vienen en kilos; por ello haremos el calculo en kilos y luego lo podemos pasar a libras (mediante tablas de conversión). En otros documentos de Boeing esos datos vienen en libras (para pasarlos a kilos usaríamos las tablas de conversión a la inversa).

En nuestro caso, 92 pax, 3266 Kg en compartimento anterior y 2041 Kg en el posterior. Ello da un ZFW de 54065 Kg.

Vamos a la tabla de Esperas planeadas. Miramos en la fila de peso que marca 55 (55000 Kg.) y la columna correspondiente a1500 AGL La cifra que sale es 2100 libras por hora. Como el cálculo lo hacemos sobre media hora, dividimos por 2; 1050 Kg. para reservas

### Holding Planning Flaps Up

WEIGHT (1000 KG)	TOTAL FUEL FLOW (KG/HR)								
	PRESSURE ALTITUDE (FT)								
	1500	5000	10000	15000	20000	25000	30000	35000	41000
85	3080	3030	3020	2990	2970	2980	3080		
80	2910	2870	2840	2830	2780	2790	2860	3130	
75	2750	2700	2670	2650	2600	2600	2660	2800	
70	2590	2540	2500	2480	2430	2420	2470	2550	
65	2420	2370	2340	2310	2270	2230	2280	2330	
60	2260	2210	2180	2140	2110	2050	2090	2130	
55	2100	2050	2010	1980	1940	1890	1910	1940	2110
50	1950	1890	1850	1810	1780	1730	1750	1770	1890
45	1790	1730	1690	1680	1640	1610	1590	1590	1670
40	1670	1620	1560	1520	1480	1450	1440	1420	1480

This table includes 5% additional fuel for holding in a racetrack pattern.

## Cálculo de combustible

Añadimos el combustible calculado al ZFW (en este caso será 55,115 kg). La distancia al alternativo es 172 millas. En la tabla vemos que, nuestra distancia esta intermedia entre 150 y 200 millas. Trasladamos nuestro datos a la columna 55 de landing weight y el fuel necesario para distancias entre 150 y 200 NM (1300 – 1600 Kg (1.3/1.6)) Si hacemos una interpolación sabremos que necesitamos 1.450 Kg. para llegar al aeropuerto alternativo desde el de llegada

### Trip Fuel and Time Required

AIR DIST (NM)		LANDING WEIGHT (1000 KG)							TIME (HRS:MIN)
		40	45	50	55	60	65	70	
50	FUEL (1000 KG)	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0:14
	ALT (FT)	12000	12000	11000	11000	9000	9000	8000	
100	FUEL (1000 KG)	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	0:22
	ALT (FT)	19000	18000	18000	18000	17000	17000	17000	
150	FUEL (1000 KG)	1.1	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4	1.5	0:30
	ALT (FT)	26000	25000	25000	24000	23000	22000	22000	
200	FUEL (1000 KG)	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	1.7	1.8	0:37
	ALT (FT)	35000	30000	28000	27000	26000	26000	26000	
250	FUEL (1000 KG)	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	0:44
	ALT (FT)	40000	37000	36000	35000	34000	31000	30000	
300	FUEL (1000 KG)	1.7	1.8	1.9	2.1	2.2	2.3	2.4	0:50
	ALT (FT)	41000	40000	39000	37000	35000	34000	32000	
350	FUEL (1000 KG)	1.9	2.0	2.2	2.3	2.4	2.6	2.7	0:56
	ALT (FT)	41000	40000	40000	38000	36000	35000	33000	
400	FUEL (1000 KG)	2.1	2.2	2.4	2.5	2.7	2.9	3.0	1:03
	ALT (FT)	41000	40000	40000	38000	36000	35000	33000	
450	FUEL (1000 KG)	2.3	2.5	2.6	2.8	3.0	3.1	3.3	1:10
	ALT (FT)	41000	41000	40000	38000	36000	35000	34000	
500	FUEL (1000 KG)	2.5	2.7	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	1:17
	ALT (FT)	41000	41000	40000	38000	36000	35000	34000	

Based on 280/.78 climb, Long Range Cruise and .78/280/250 descent.

# Cálculo de combustible

Añadiendo el peso al alternativo y reserva obtenemos un peso de 56,560 kg, que corresponderá con el peso de aterrizaje en el aeropuerto de llegada. La distancia para el viaje son 336 millas. En la tabla vemos que, nuestra distancia está intermedia entre 300 y 350 millas. Volvamos a la tabla; ajustamos nuestro datos a un viaje de 350 millas y 55000 kilos de landing weight, ello nos da 2,200 Kg. de combustible para el viaje (se llama trip fuel). Le añadimos a esa cantidad el 5%, para calcular el combustible de contingencia (en nuestro caso deberemos añadir 110 kg.).

**Trip Fuel and Time Required**

AIR DIST (NM)		LANDING WEIGHT (1000 KG)							TIME (HRS:MIN)
		40	45	50	55	60	65	70	
50	FUEL (1000 KG)	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0:14
	ALT (FT)	12000	12000	11000	11000	9000	9000	8000	
100	FUEL (1000 KG)	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	0:22
	ALT (FT)	19000	18000	18000	18000	17000	17000	17000	
150	FUEL (1000 KG)	1.1	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4	1.5	0:30
	ALT (FT)	26000	25000	25000	24000	23000	22000	22000	
200	FUEL (1000 KG)	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	1.7	1.8	0:37
	ALT (FT)	35000	30000	28000	27000	26000	26000	26000	
250	FUEL (1000 KG)	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	0:44
	ALT (FT)	40000	37000	36000	35000	34000	31000	30000	
300	FUEL (1000 KG)	1.7	1.8	1.9	2.1	2.2	2.3	2.4	0:50
	ALT (FT)	41000	40000	39000	37000	35000	34000	32000	
350	FUEL (1000 KG)	1.9	2.0	2.2	2.3	2.4	2.6	2.7	0:56
	ALT (FT)	41000	40000	40000	38000	36000	35000	33000	
400	FUEL (1000 KG)	2.1	2.2	2.4	2.5	2.7	2.9	3.0	1:03
	ALT (FT)	41000	40000	40000	38000	36000	35000	33000	
450	FUEL (1000 KG)	2.3	2.5	2.6	2.8	3.0	3.1	3.3	1:10
	ALT (FT)	41000	41000	40000	38000	36000	35000	34000	
500	FUEL (1000 KG)	2.5	2.7	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	1:17
	ALT (FT)	41000	41000	40000	38000	36000	35000	34000	

Based on 280/.78 climb, Long Range Cruise and .78/280/250 descent.

## Calculo de combustible

Solo nos queda añadir el fuel para el rodaje y APU. El rodaje lo vamos a estimar en 12 minutos (en aeropuertos congestionados podríamos añadir media hora o mas) para 12 minutos el combustible necesario sería 136 Kg y 200 Kg para APU.

Asi tendríamos para este viaje

	Combustible necesario (en Kg)
APU	200
Taxi	136
Trip	2,200
Contingencia	110
Alternativo	1,450
Reservas	1,050
Adicional	No necesario en este vuelo
Extra	0
Total	5,146

Se ha tenido en cuenta un viaje relativamente corto. Si el viaje es más largo deberíamos irnos a la tabla de cálculo de fuel de largo radio (long trip fuel).

# Cálculo de combustible

Para aquellos que no dispongan de las tablas para toda la gama de 737, o sean mas comodones, se pueden descargar una calculadora de combustible en la página:

<http://www.volny.cz/fs2002/B737FPL/B737FPL.htm>

O usar algún addon, como TOPCAT. Estos programas hacen una aproximación bastante aceptable del combustible necesario

**BOEING 737 FUEL PLANNER**

737 Type: 737-200, 737-300, 737-400, 737-500, 737-600, 737-700, 737-800, 737-900

Unit Setting: KG, LB (reading data error)

Weight Limits: MZFW 000000, MTOW 000000

Payload Setting: 1-9, CLR, out of range

PSX 000, CG1 000000, CG2 000000

Get payload from FS, weight from FS loaded

TOTAL PAYLOAD WEIGHT 000000

Zero Fuel Weight (ZFW) 059800 (out of range)

Takeoff Weight (TOW) 059800 (out of range)

Flight Setting: 1-9, 0, CLR, out of range

ALT 00000, DST 0000, AAT 000, APU 000, TXI 000, COF 000000

Calculate fuel

Calculated Fuel: % LEFT TANK 000, % CTR TANK 000, % RIGHT TANK 000, TOTAL FUEL 000000 (out of MTC)

Load calculated fuel into aircraft tanks, fuel into FS loaded

Help, About, Settings, Minimize, Close

**BOEING 737 FUEL PLANNER**

737 Type: 737-200, 737-300, 737-400, 737-500, 737-600, 737-700, 737-800, 737-900

Unit Setting: KG, LB

Weight Limits: MZFW 000000, MTOW 000000

Payload Setting: 1-9, CLR, out of range

PSX 000, CG1 000000, CG2 000000

Get payload from FS, weight from FS loaded

TOTAL PAYLOAD WEIGHT 000000

Zero Fuel Weight (ZFW) 054080 (out of range)

Takeoff Weight (TOW) 059270 (out of range)

Flight Setting: 1-9, 0, CLR, out of range

ALT 00000, DST 0000, AAT 000, APU 000, TXI 000, COF 000000

Calculate fuel

Calculated Fuel: % LEFT TANK 000, % CTR TANK 000, % RIGHT TANK 000, TOTAL FUEL 000000 (out of MTC)

Load calculated fuel into aircraft tanks, fuel into FS loaded

Help, About, Settings, Minimize, Close

# Información de los aeropuertos de salida, llegada y alternativo

Deberemos estudiar las características específicas de los aeropuertos para el avión concreto que vamos a utilizar. Como ya se sabe (o se debe saber), la información detallada de los aeropuertos se encuentra en la sección AIP de cada país, publicada por los organismos competentes. Esta información se pueden encontrar en el apartado datos del aeródromo, es conveniente leerse toda esta información, pero para lo que nos ocupa, nos vamos a centrar en:

1. Resistencia de la pista (sistema PCN/ACN, CBR)
2. Características de la pista: Distancias declaradas.
3. Otros datos.

# Información de los aeropuertos de salida, llegada y alternativo

## Resistencia de la pista (sistema PCN/ACN, CBR)

### Sistema ACN-PCN

Se trata de un sistema para informar de la capacidad de un pavimento aeroportuario para recibir un determinado tipo de avión. Esto se hace a través de las cifras llamadas ACN y PCN. El ACN (Aircraft Classification Number) es una cifra que indica el efecto relativo de una aeronave sobre un pavimento para una determinada resistencia normalizada del terreno. El PCN (Pavement Classification Number) es una cifra que indica la resistencia de un pavimento para poderlo utilizar sin restricciones.

Ambas cifras, aunque relativas, son comparables y así cuando el ACN de un avión es igual o inferior al PCN del pavimento del aeropuerto, la aeronave puede operar sobre ese pavimento. Esto puede dar lugar a un sistema de cálculo de pavimentos, ya que si conocemos el ACN del avión más crítico que va a operar sobre el pavimento, bastará determinar el espesor del mismo de forma que el PCN sea superior o igual al ACN crítico.

Es decir; el PCN de un pavimento indica la capacidad que tiene este para recibir un determinado avión. De este modo, se puede conocer la capacidad de operación de determinada aeronave en determinado aeropuerto. Esto se producirá siempre que  $ACN \leq PCN$

### CBR

Para determinar la resistencia del suelo sobre el que se asienta la estructura (pista, rodaje, plataforma, etc.) se calcula un índice llamado CBR (California Bearing Ratio).

El valor de CBR obtenido forma parte integral del diseño de los pavimentos flexibles.

Se clasifican en:

1. Code A – Resistencia Alta - CBR 15.
2. Code B – Resistencia Media - CBR 10.
3. Code C – Resistencia Baja - CBR 6.
4. Code D – Resistencia ultra Baja - CBR 3.

A la información de PCN se deben añadir unas letras referidas a:

1. Tipo de pavimento: F, pavimento flexible. R pavimento rígido.
2. Resistencia del terreno de fundación: al ser CBR=8 se considera que es un terreno de resistencia media ( $8 < \text{CBR} < 13$ ): letra B.
3. Presión de inflado de los neumáticos: consideramos que no hay límite en la presión de inflado, así que se añade la letra W.
4. Método de evaluación del PCN: T, si se evalúa mediante estudios técnicos. U, basado en el tipo de avión que normalmente usa el aeropuerto

## Tipos de pavimento:

La misión de los pavimentos de pistas y plataformas es la de transmitir las cargas de los trenes de aterrizaje de los aviones al terreno. Existen dos tipos principalmente:

- a) Pavimentos flexibles
- b) Pavimentos rígidos

**PAVIMENTO FLEXIBLE** Está formado por una capa de rodadura asfáltica de unos 10-16 cm. de espesor, apoyado sobre una capa de firme, y cuando las condiciones del terreno de fundación lo requieren, se añade una capa de cemento.

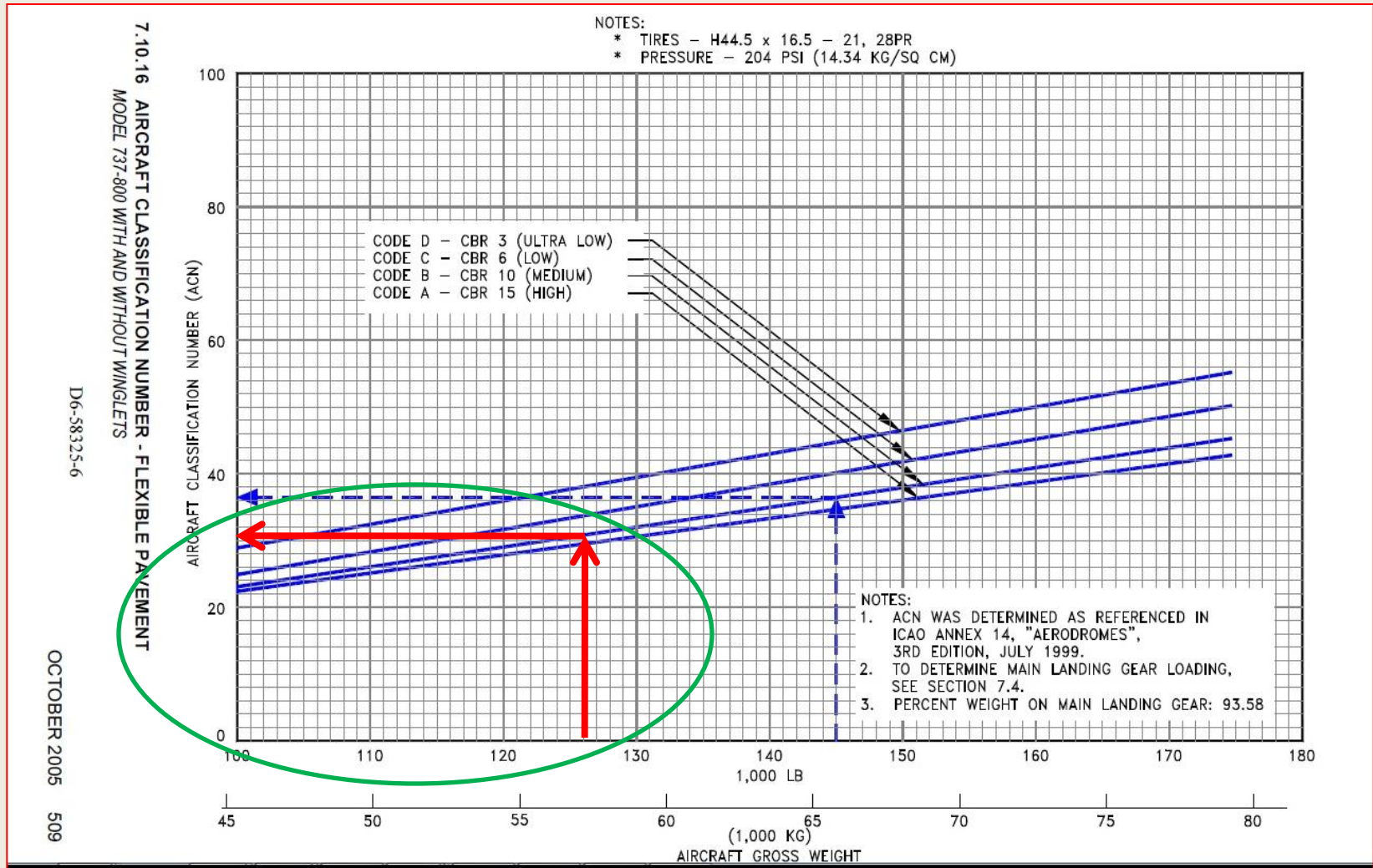
**PAVIMENTO RÍGIDO** Están formados por una losa de hormigón en masa, apoyada sobre un cemento estabilizado, en la mayoría de los casos, y con una posible capa de drenaje, especialmente en plataformas, que va apoyada sobre el terreno.

Todos estos datos están recogidos en datos del aeródromo. En las páginas siguientes podéis ver esa información para los aeropuertos que tenemos previstos.

En esta gráfica podemos ver como calcular el **ACN (aircraft classification number)** y comprobar que en esta situación el avión es apto para tomar en el aeropuerto elegido.

Nuestro avión tiene actualmente un peso bruto de 131.100 libras, el consumo estimado de combustible en el vuelo es de 5000 libras, con lo cual podemos suponer que el peso bruto en destino será de 126000 libras.

En la imagen inferior (flechas rojas), hemos buscado el peso bruto que corresponde a la toma, en la línea segunda (la correspondiente a CODE B) buscamos cual se corresponde. Desde allí buscamos que correspondería a nuestro avión; este siempre debe ser inferior al PCN (en Lisboa y en Oporto es de 80 en Málaga 78). Como se puede ver, en nuestro caso el ACN es aproximadamente de 30 (ACN < PCN)



# Información de los aeropuertos de salida, llegada y alternativo

## Longitud de la pista

En el manual operativo del 737, en sus diferentes versiones, aparece la tabla de especificaciones para despegue y aterrizaje.

La longitud mínima de pista de 3800 pies (1159 m); sin embargo, el cálculo de la capacidad de las diferentes pistas depende de:

1. Altitud del campo.
2. Temperatura.
3. Pendiente de la pista (uphill o downhill). En el simulador siempre es 0%.
4. Dirección e intensidad del viento.
5. Grados de flap al aterrizaje.
6. Estado del anti skid de los frenos de las ruedas (operativo o inoperativo).
7. Condición de la pista (seca, limpia, mojada, contaminada (nieve)).
8. Peso de aterrizaje.
9. Velocidad de aproximación.

Todos estos parámetros se pueden ver en las tablas disponibles de BOEING, en donde podemos comprobar si la pista disponible es aceptable

## → 12. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PISTA

## RUNWAY PHYSICAL CHARACTERISTICS

RWY	Orientación Direction	DIM (m)	THR PSN	THR ELEV TDZ ELEV	SWY (m)	CWY (m)	Franja (m) Strip (m)	OFZ	RESA (m)	RWY/SWY SFC PCN
13	131.56° GEO 133° MAG	3200 x 45	364104.32N 0043045.34W	THR: 15.8 m/52 ft TDZ: 15.8 m/52 ft	No	250 x 150	3320 x 300	No	200 x 150	RWY: Asfalto/Asphalt PCN 78/F/A/W/T SWY: No
31	311.58° GEO 313° MAG	3200 x 45	363955.47N 0042908.96W	THR: 9.4 m/31 ft TDZ: 11.3 m/37 ft	No	219 x 150	3320 x 300	No	159 x 150	RWY: Asfalto/Asphalt PCN 78/F/A/W/T SWY: No

Observaciones: Ninguna.

Remarks: None.

**DISTANCIAS DECLARADAS:****DESPEGUE:**

- TORA (RECORRIDO DE DESPEGUE DISPONIBLE):** Se trata de la longitud de pista declarada disponible y adecuada para el recorrido de un avión que despegue.
- SWY (ZONA DE PARADA):** La zona de parada es un área al final de la pista que la prolonga y tiene al menos su misma anchura. Además, es capaz de soportar el peso de una aeronave sin sufrir daños. Normalmente se usa para aumentar la longitud de la pista para, en un despegue abortado, ayudar a frenar.
- CWY (ZONA LIBRE DE OBSTACULOS):** área rectangular preparada como zona adecuada, sobre la cual el avión puede efectuar el ascenso inicial.
- TODA (DISTANCIA DE DESPEGUE DISPONIBLE):** Es la longitud del recorrido de despegue disponible (TORA) más la longitud de la zona libre de obstáculos (CWY).
- ASDA (DISTANCIA DE ACELERACION-PARADA DISPONIBLE):** Longitud del recorrido de despegue disponible (TORA) más la longitud de zona de parada (SWY), si la hubiera.

**ATERRIAJE:**

- LDA (DISTANCIA DE ATERRIAJE DISPONIBLE):** Es la longitud de la pista que se ha declarado disponible y adecuada para el recorrido en tierra de un avión que aterrisa.

# INFORMACIÓN DE INTERES SOBRE ZONAS CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO DE UNA PISTA

En las pistas de aterrizaje de cualquier aeropuerto, tenemos una zona diseñada para facilitar las operaciones aéreas con seguridad. Comprenden dos categorías:

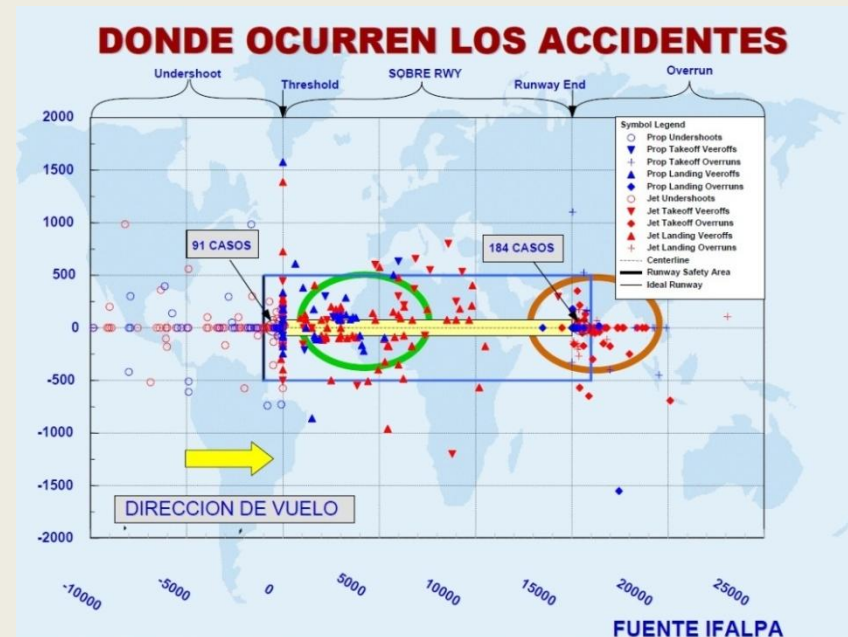
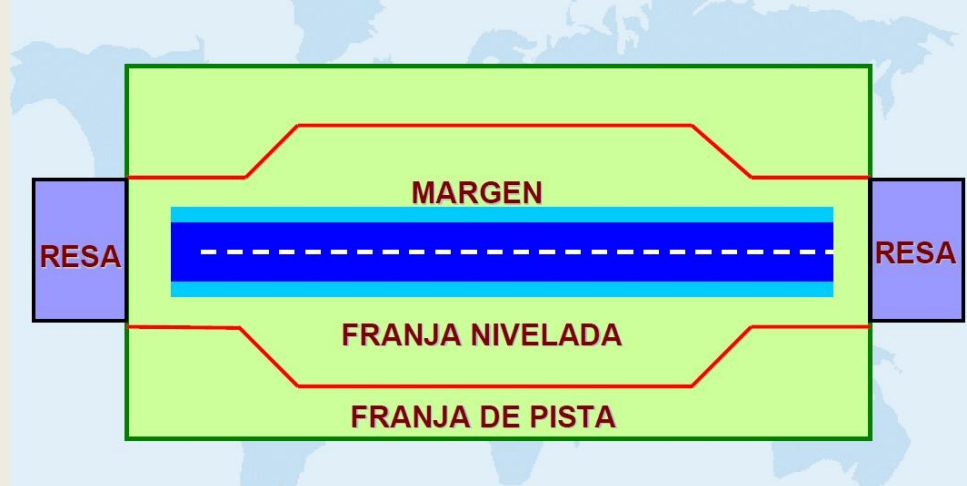
1. **RSA** (Runway Safety Area, Área de seguridad): Se trata de zonas que bordean los laterales de la pista:

a) **MARGEN**: Es una banda de terreno o pavimento que rodea el pavimento de las pistas y rodajes, soporta el peso de las aeronaves y reduce el riesgo de daños en la transición entre la pista y el terreno adyacente.

b) **FRANJA**: Terreno que rodea a las pistas que se caracterizan por conservar su integridad estructural y rigidez hasta una carga máxima conveniente, deformándose y cediendo con el impacto de una carga mayor, de manera que represente un peligro mínimo para los aviones (este concepto se denomina franjibilidad). La parte más cercana a la pista se llama **FRANJA NIVELADA** y la más lejana **FRANJA DE PISTA**. En esta zona no se permiten objetos fijos o móviles, con excepción de las ayudas visuales requeridas para la navegación aérea y que satisfagan los requisitos de franjibilidad.

2. **RESA** (Runway End Safety Area, Área de Seguridad de extremo de pista): Es una estructura construida en el extremo de la pista preparada para reducir el riesgo de daños de una aeronave que efectúe un aterrizaje demasiado corto o demasiado largo, sin intensificar la desaceleración de los aviones.

En la imagen de la izquierda abajo se puede ver un gráfico que representa la acumulación de accidentes.



Tomado de Curso rápido sobre anexo 14 y documentos afines por Jocuadrado

Por último, solo nos queda comprobar si la pistas de los aeropuertos de salida, llegada y, alternativo son aptas para nuestro avión.

LEMG:

RWY 13/21

Longitud 10,499 pies (3,200 m)

PCN 78 /F/A/W/T

SWY: no

LPPT:

RWY 03/21

longitud 12.484 pies (3805 m)

PCN 80 /F/B/W/T

SWY: no

LPPR

RWY 17/35

longitud 11.417 pies (3480 m)

PCN 80 /F/C/W/T

SWY: No disponible

En Málaga la pista tiene un PCN de 78, es flexible, de categoría alta, presión de neumáticos alta y evaluado técnicamente. No hay zona de parada

En Lisboa la pista tiene un PCN de 80, es flexible, de categoría media, presión de neumáticos alta y evaluado técnicamente

En Oporto la pista tiene una PCN de 80, es flexible, de categoría baja, presión de neumáticos alta y evaluado técnicamente. ACN es 30, menor que PCN.

# METEOROLOGIA

En la preparación deberemos conocer los datos meteorológicos en el vuelo.

**METAR** es un informe meteorológico aeronáutico que nos proporciona la meteorología reinante en un aeropuerto determinado en un momento dado. Los datos son obtenidos de la estación meteorológica local ubicada en el aeropuerto.

Típicamente, los metars, se emiten cada media hora o una hora (depende del aeródromo); sin embargo, si las condiciones cambian significativamente, pueden actualizarse con reportes llamados SPECI.

**SPECI** es el nombre en código dado al METAR emitido en una rutina no programada especial, ocasionada por cambios en las condiciones meteorológicas. La sigla **SPECI** se traduce como *Selección Especial del Reporte Meteorológico para la Aviación*.

**TAFOR** (TAF) es un informe similar al METAR, pero a diferencia de este, señala la previsión meteorológica para las siguientes horas.

**Meteorología en vuelo** Es la información meteorológica que vamos tener en el vuelo (viento en altura (aloft wind), turbulencias, nubes, tormentas etc.)

# METEOROLOGIA

La meteorología en ruta la podemos encontrar en:

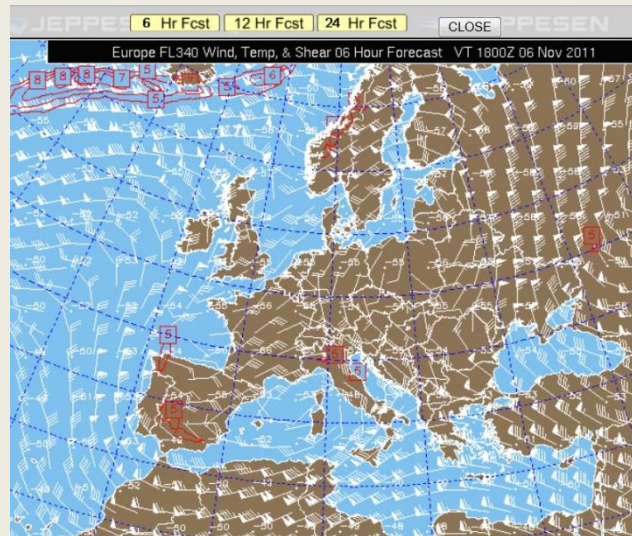
<http://jeppesen.com/aviation/personal/weather-help.jsp>

<http://euro.wx.propilots.net/>

En esta Web podremos encontrar todos los datos meteorológico para la ruta que estamos planeando:

1. Surface WX
2. Wx depiction
3. Surface Wx 24 Hour Forecast
4. Icing Maps
5. Turbulence Maps
6. High Level Significant Forecast

En la imagen se puede ver como ejemplo una de las cartas meteorológicas que usaremos para preparar el vuelo.



Para aprender a decodificar estos mapas podeis usar menu derecha de pagina jeppesen

**Ruta:** SVL UM744 ESP nivel par

**Cartas:** aeropuerto salida y llegada

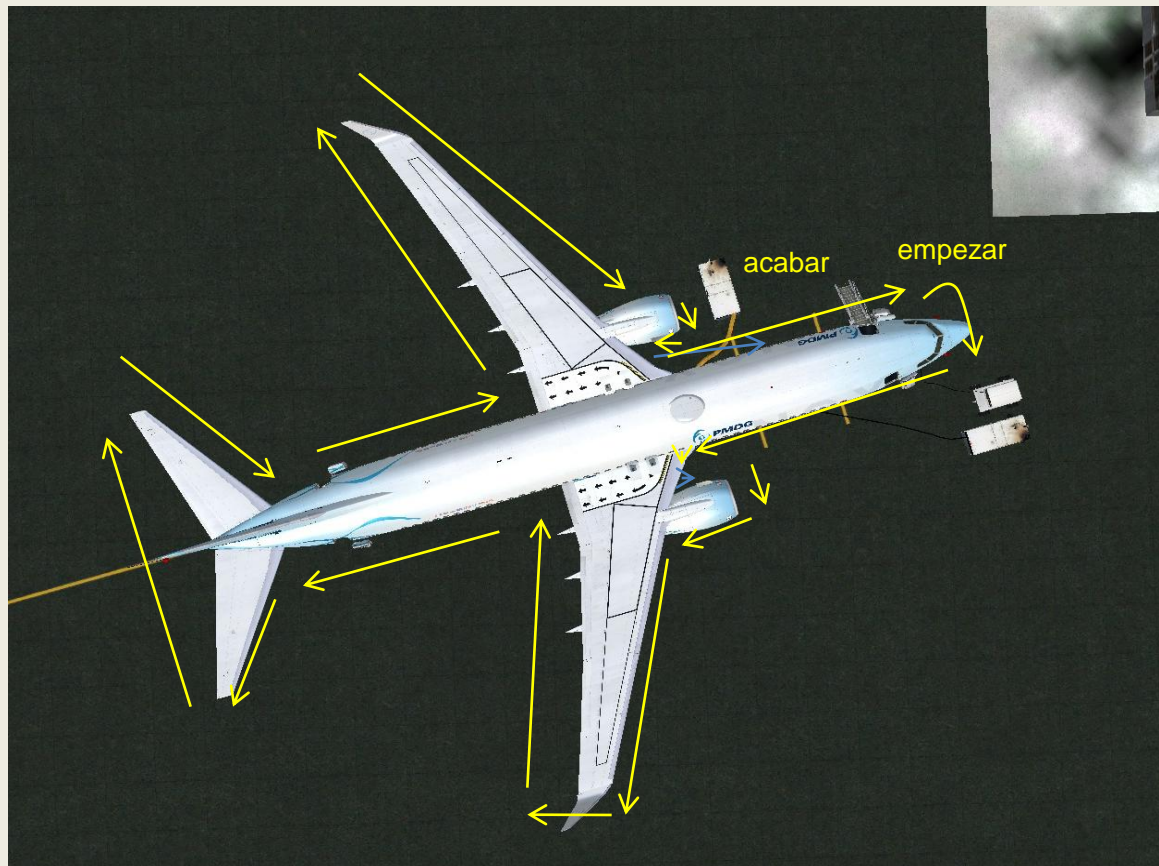
**Combustible y carga de pago:** Para este vuelo llevaremos 11.345 libras (5,500 Kg) de combustible, 7 pasajeros en business y 85 en turista. Carga compartimento anterior 7200 libras y carga compartimento posterior 4500 libras, ello hace que ZFW (el peso del combustible cero (ZFW) de un avión es el peso total del avión y todo su contenido, menos el peso total del combustible a bordo.) sea 119.1 libras y GW (peso de la aeronave bruto, es el peso total del avión en cualquier momento durante la operación de vuelo o en tierra) 130.6 libras, el cual siempre debe estar por debajo del MTOW (peso máximo en el despegue) que en este avión es 173.0 -174.7 libras (según modelo).



# **PREPARACION PRE VUELO**

# INSPECCION EXTERIOR

Al asumir el avión hay que hacer la inspección externa del avión. Es función del segundo



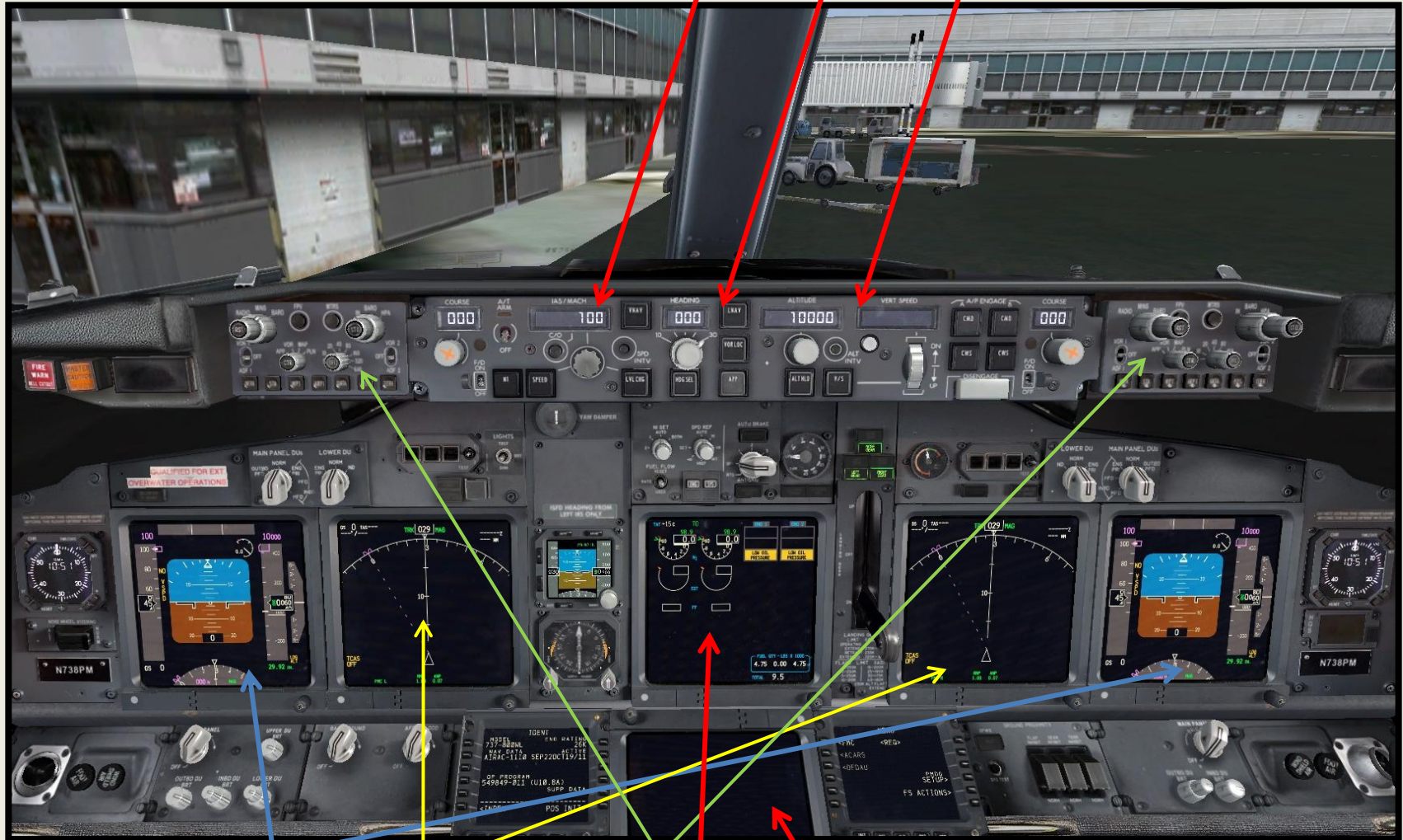
Esa inspección se empieza por el lado izquierdo del fuselaje y acaba por lado derecho. Una vez acabado subimos a la cabina y procedemos a la preparación de vuelo. Esta es una descripción rápida, aquellos que deseen aprender mas sobre la inspección externa, les recomiendo esta página de SMARTCOCKPIT: <http://www.smartcockpit.com/pdf/plane/boeing/B737/misc/0001/>

# Conozcamos el avión que vamos a volar

## Panel frontal

MCP (Mode control Panel) y piloto automático

Velocidad Rumbo Altitud



EFIS

EADIs o PFD

EHSIs

Botones EFIS

EICAS superior inferior

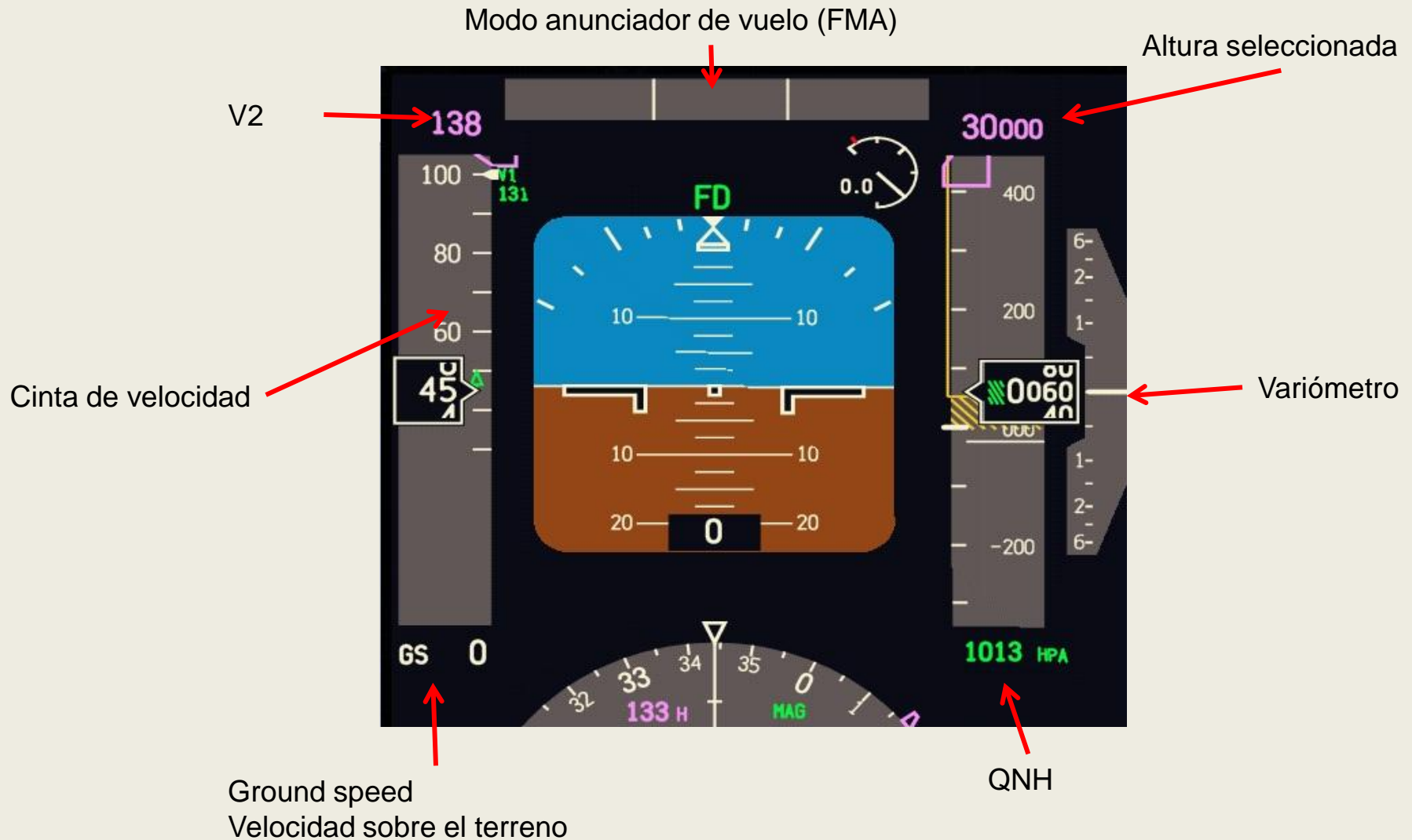


En el lado derecho del yoke (columna de mando) hay unos números, el amigo Agustín Contreras me explicó para que servían:

“Como bien comentas pueden servir para muchas cosas, la más habitual recordatorio del número de vuelo. Hay gente que se pone la Vref, Vfly... la cuestión es que los de Boeing lo pusieron ahí para ser utilizado a modo de recordatorio”.

Gracias Agustín

# EADI (electronic Attitude director indicator) o PFD (Primary Flight Display)



Para mayor información sobre esta imagen y las siguientes es recomendable leerse las explicaciones que vienen en los manuales del avión.

# EHSI (electronic horizontal System indicator)

Velocidad

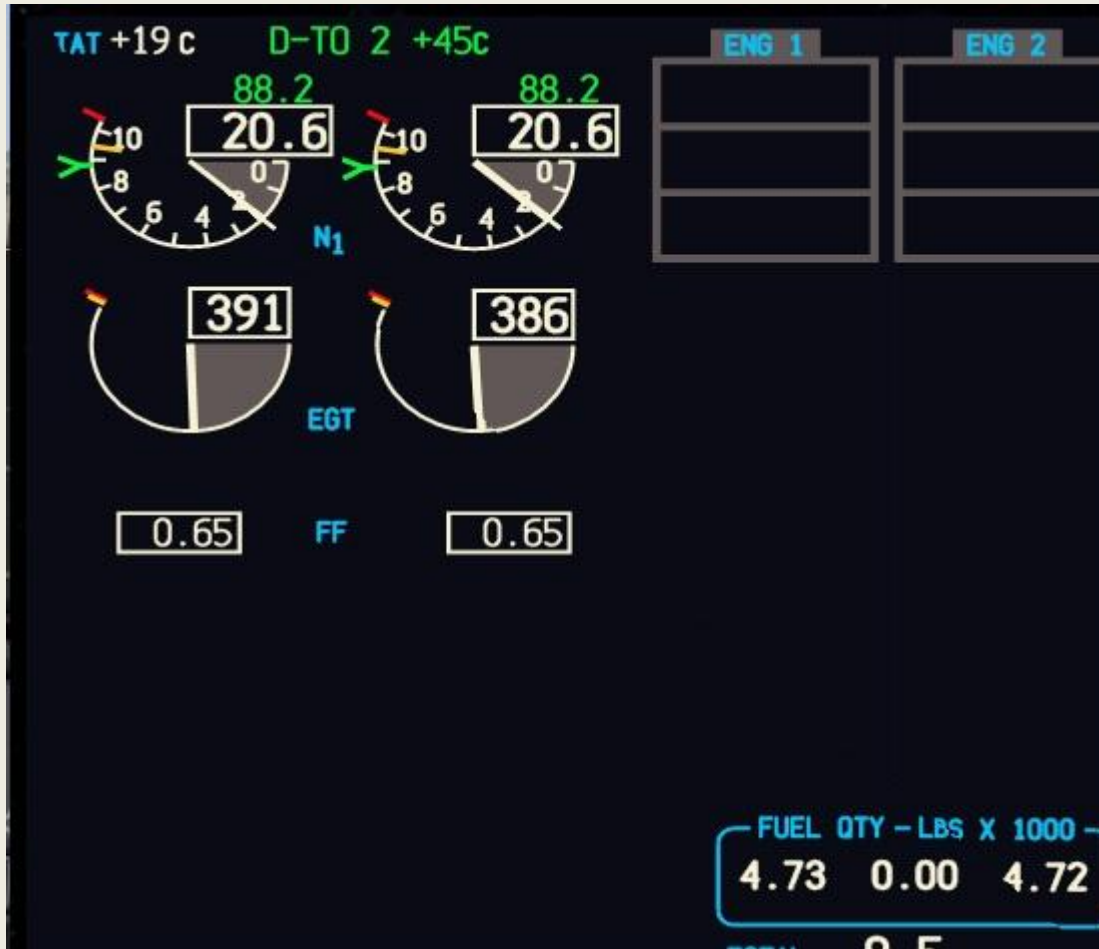
Próximo punto (ETE y distancia)

Viento (dirección e intensidad)

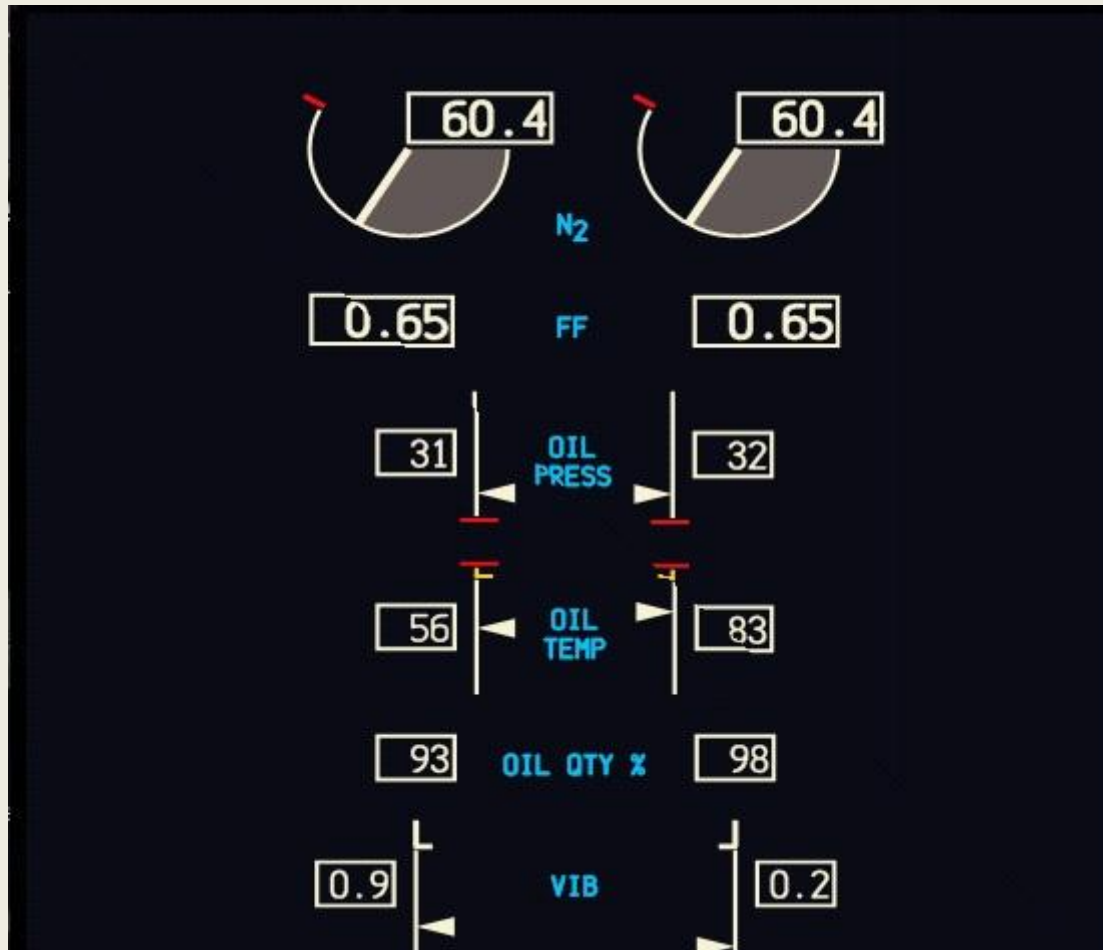
Datos de ruta horizontal



# EICAS (engine indicating and crew alerting system) SUPERIOR



# EICAS (engine indicating and crew alerting system) INFERIOR



# PANEL SUPERIOR OVERHEAD



Ya lo veremos detenidamente  
mas adelante

# PEDESTAL PANEL RADIOS



## **FMC**

- 1. DESCRIPCION FMC**
- 2. ALINEAR INERCIALES**
- 3. NAVEGACION HORIZONTAL**
- 4. PERFORMANCES Y NAVEGACION VERTICAL**

Ha llegado el momento de empezar a preparar el FMC. Las características de este difieren ligeramente de un simulador a otro; por ejemplo en FS9 se abre con mayúsculas-6 y en FSX se utiliza mayúsculas-3)

Habrá que seleccionar la función correcta. En el FSX funciona FMC, opciones del setup y acciones del avión; mientras, en el FS9, tienes activos FMC y ACARS (en donde se puede inicializar un vuelo). Aquí vemos la pantalla del FSX No dispongo de la imagen del FS9 pero podéis explorar las diferentes opciones.

Vamos a aclarar algunos conceptos de terminología



Veréis unas barritas horizontales a ambos lados del FMC. Se llaman tecla de selección (LSK), hay seis a cada lado. Las del lado izquierdo se denominan LSK 1L hasta LSK 6L. Las del derecho se llaman LSK 1R hasta LSK 6R

LSK1L →  
LSK2L →  
LSK3L →  
LSK4L →  
LSK5L →  
LSK6L →

← LSK1R  
← LSK2R  
← LSK3R  
← LSK4R  
← LSK5L  
← LSK6L



En la parte inferior, tenemos una serie de teclas para abrir diferentes paginas o aceptar ordenes (comando EXEC) y un teclado alfanumérico para introducir datos en el FMC

Aquí hay un espacio llamado scratchpad (bloc de notas). Allí escribiremos todos los datos necesarios para programar el vuelo, empleando el teclado del FMC

Si deseáis utilizar el teclado del ordenador, en FSX pulsáis directamente sobre el scratchpad y sale un rectángulo verde y ya podeis escribir. En el FS9 pulsáis el lateral derecho del FMC

Al abrir el FMC por primera vez en el vuelo sale esta pagina por defecto, El aspecto es diferente según se trate de FSX o FS9

Pulsaremos LSK1L para abrir el FMC



# Programación FMC (incluye tres apartados)

1. ALINEAR INERCIALES (en puridad, habría que decir que este apartado no pertenece al FMC; de hecho, se alinean en el panel superior, pero dado que habrá que usar alguna función del FMC he preferido ponerlo aquí por motivos didácticos).
2. NAVEGACION LATERAL o CONFIGURACION DE RUTA
3. PRESTACIONES (PERFORMANCES) DEL AVION E INICIALIZACION DEL TRAZADO VERTICAL

A partir de ahora vamos a dedicarnos a la programación completa del FMC

**ALINEAR INERCIALES**

## ALINEAR INERCIALES

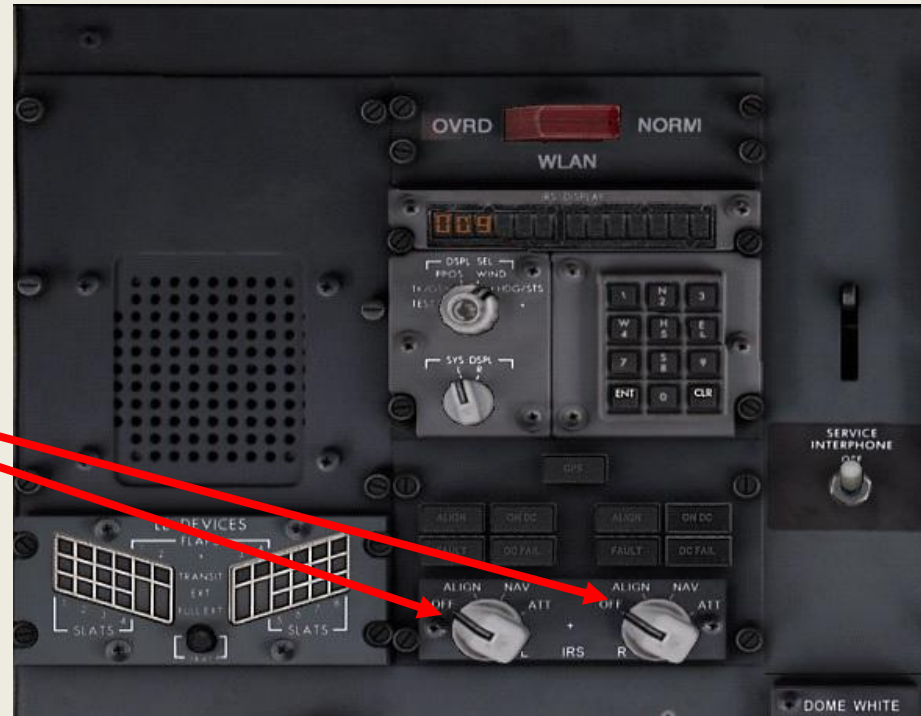
Antes de empezar a operar con el FMC, deberemos alinear el sistema de posicionamiento inercial.

Siempre hay que hacerlo con el avión parado. Y debéis hacerlo antes de empezar cada vuelo

# Preparación de los INERCIALES

Antes de cada vuelo es recomendable alinear los sistemas de posicionamiento inercial. En los simuladores, existen tres opciones (instantáneo, rápido y real) En el primer caso, todo se hace de modo instantáneo; en el segundo, los inerciales se alinean en 30 segundos, y en el último caso, se tarda unos 10 minutos.

En el panel superior, esquina superior izquierda del mismo, tenemos el sistema inercial. Para alinearlos, empezamos situando ambos interruptores en OFF.





Al seleccionar FMC, la primera página que aparece es la pagina IDENT. Aquí vemos el tipo y datos del avión y ciclo de airac.

Para ir a la siguiente pagina, pulsamos POS INIT (LSK 6R ).

Ahora situamos los interruptores del IRS en la posición ALIGN.

Vemos que en el FMC, página POS INIT, aparece una línea para introducir la posición de los inerciales. Ello es muy fácil, pulsando en LSK1R copiamos en el scrachtpad la información de la ultima posición, luego trasladamos esa información hasta la posición de los inerciales pulsando LSK4R



Mientras los inerciales se alinean, en las pantallas del EFIS veremos esta imagen

Situamos los interruptores de los IRS en NAV, y esperamos unos diez minutos hasta que finalice el proceso; mientras podemos ir preparando otras cosas del vuelo, una vez alineados, se apaga el letrero de ALIGN y las pantallas del EFIS muestran su aspecto normal



# **NAVEGACION LATERAL o CONFIGURACION DE RUTA**

# NAVEGACION LATERAL o CONFIGURACION DE RUTA

Un plan de vuelo contiene una serie de puntos de ruta (waypoints), unidos (o no) por aerovías para salir de un aeropuerto y llegar a otro. Esta es la ruta del plan de vuelo, la cual se va a introducir en el FMC para que el avión sepa desde donde hasta donde volar. Obviamente, SID, STAR y procedimientos de aproximación, si los hubiera, también hay que introducirlos para completar la información horizontal que precisa el avión





Después de alinear el sistema IRS, deberemos ir a la siguiente pagina, ROUTE, ello lo logramos pulsando en LSK 6R



## PANTALLA DE RUTA (RTE).

Existen al menos dos opciones para introducir las rutas. Esta es la primera y la más frecuentemente usada entre la gente de IVAO

Inicialmente hay dos páginas.

La primera (en donde nos encontramos) sirve para empezar a introducir los primeros datos de la ruta; esto es, aeropuerto de salida (esquina superior izquierda) y aeropuerto de destino (esquina superior derecha)

Para ello, escribimos LEMG con el teclado del FMC y pulsamos LSK1L para situarlo en el campo correcto. Luego hacemos lo mismo para el aeropuerto de destino (LPPT) y pulsamos LSK1R para ponerlo en su sitio.

Los dos campos siguientes, CO ROUTE sirve para introducir los datos de un vuelo grabado previamente (el formato varía en cada simulador y avión, por ejemplo LEMGLPPT001) útilísimo si tienes rutas guardadas con anterioridad y FLT NO. el número de vuelo, por ejemplo ALZ0542.

Estos dos últimos campos no son necesarios para programar el FMC (se pueden dejar en blanco).



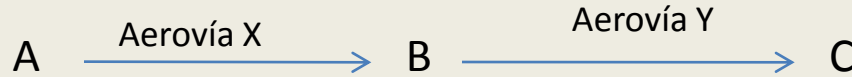
Ya hemos completado la primera pantalla de ruta habiendo introducido los aeropuertos de salida y llegada.

Vemos, en la esquina superior derecha, que hay un 1/2. Significa que en esta pantalla hay dos páginas y que estamos la primera, para pasar a la segunda, simplemente se pulsa NEXT PAGE (si hubiera mas, podriamos navegar por ellas dando a NEXT PAGE sucesivamente) Para volver atrás pulsar PREV PAGE.

Ya vamos avanzando, después de introducir los dos aeropuertos (Origen y destino) tendremos que introducir los diferentes puntos de ruta y las aerovias que los comunican. Para poder ver la pagina donde están esos campos de ruta tenemos que pulsar NEXT PAGE para ir a la segunda pantalla de la ruta. Cuando acabemos de meter la ruta es posible que nos llegemos a encontrar 10 o 15 paginas en la ruta

AEROPUERTO  
SALIDA

## ESQUEMA DE UNA RUTA



AEROPUERTO  
LLEGADA

Una ruta típica es:

1. aeropuerto de salida
2. SID
3. primer punto de la ruta (normalmente coincide con el ultimo punto de la SID)
4. Aerovía
5. Ultimo punto de esa aerovía
6. Primer punto de la aerovía siguiente (normalmente coincide con el ultimo punto)
7. Aerovía siguiente
8. Ultimo punto de esa aerovía
9. Y así sucesivamente
10. STAR suele coincidir con el ultimo punto de la ruta)
11. APP y toma en aeropuerto de llegada



## RTE

La página 2 de 2.

Arriba a la izquierda pone VIA, aerovía que vamos a usar

Arriba a la derecha pone TO, punto final de esa aerovia.

Solo en el primer punto obviaremos el campo VIA y pondremos el primer punto del plan de vuelo. En nuestro caso Sevilla (SVL). De este modo le indicamos al FMC donde empieza nuestra ruta.



Ahora pulsamos LSK1R para ponerlo en TO

Cuando hay mas de un VOR (o punto de ruta), sale una pantalla preguntando cual se desea. Normalmente, suele ser el primero, pero prefiero confirmar con la frecuencia del VOR (en este caso, 113.70) Pulsamos LSK1L para seleccionarlo



Ya tenemos el primer punto introducido. Veréis que pone en VIA DIRECT Y en TO SVL

SIGAMOS



Escribimos la aerovía y la pulsamos LSK2L para introducirla. Luego el ultimo punto de ruta de esa aerovía (ESP) y pulsamos LKS2R.

En rutas mas largas, usando otras aerovías, iremos haciendo lo mismo, siguiente aerovía, ultimo punto de la nueva aerovía y así sucesivamente



Ya solo queda activar la ruta pulsando ACTIVATE en LSK6R y veréis que se enciende el botón EXEC. Lo pulsáis y ya está. Ruta introducida en el FMC



Una vez introducidos todos los datos de la ruta, pulsamos la tecla LEGS para ver la ruta completa y como hay varias paginas (en este caso 2) pulsaremos NEXT PAGE o PREV PAGE todas las veces necesarias para ver la ruta completa. En la introducción de los puntos de ruta, solo pusimos como punto de entrada SVL, aerovía UM744 y salida aerovía y último punto de ruta ESP. Al mirar las diferentes paginas de la pantalla LGS podemos ver todos los puntos intermedios del vuelo. Saber esto es importante para ciertos eventos de vuelo; como volar a directos. Otro punto que hay que conocer es cuando sale una discontinuidad en la ruta del plan de vuelo (ya se explicará como corregirlo).





## DEP/ARR

Una vez completada la ruta, si hay ATC pedimos la autorización de salida para saber la pista en uso, la SID que vamos a usar y el nivel inicial. En caso de no haber controlador decidimos según el metar la pista en servicio.

Abrimos la página DEP ARR, saliéndonos un pantalla como la de la imagen.

Pulsamos LSK1L para abrir la página de salidas (departures) del aeropuerto de Málaga

Por ahora, vamos a olvidar la llegada, ya que lo correcto es programarlo en vuelo cuando sepamos con exactitud Pista y STAR (especialmente si hay controlador). Hay algunos pilotos que lo hacen antes de salir (se puede hacer conociendo METAR Y TAFOR).



En LEMG DEPARTURES hay dos columnas. La columna de la izquierda marca todas las SIDs disponibles, fijaros que en la esquina superior derecha marca 1/6 que significa que en LEMG DEPARTURES hay 6 paginas.

La columna de la derecha enseña las pistas disponibles (13 y 31).

En este tutorial no hay controlador.

Vamos a despegar por la pista 13 y la SID será SVL1A.

Para seleccionar la pista, pulsamos LSK1R



En el FMC obtenemos las SIDs correspondientes a una pista concreta.

Al seleccionar la pista 13, cambia el número de paginas de esa pantalla. Buscamos la SID que esta en la página 3 y seleccionamos SVL1A pulsando LSK2L.



Finalmente tenemos esta pantalla, en donde se puede ver la pista y SID seleccionadas.

Solo nos queda pulsar EXEC para que los cambios se graben en el vuelo. Sabemos que lo hemos hecho bien porque la palabra SEL en SID y pista se cambian a ACT (active).

Estos cambios son reversibles. Si nos equivocamos se puede anular el cambio mientras se tiene el SEL en pantalla pulsando sobre ERASE (borrar o cancelar).



Abrimos la pagina LEG, vemos que hay tres páginas. Dando a NEXT PAGE vamos a ver la ruta completa que tenemos preparada hasta ESP. Hay tres columnas la de la izquierda muestra todos los puntos que vamos a sobrevolar; no hay discontinuidades (ya pondré algún ejemplo para ver como se hace). La columna del centro muestra las distancias entre cada punto. La columna de la derecha vamos a olvidarlas, por el momento

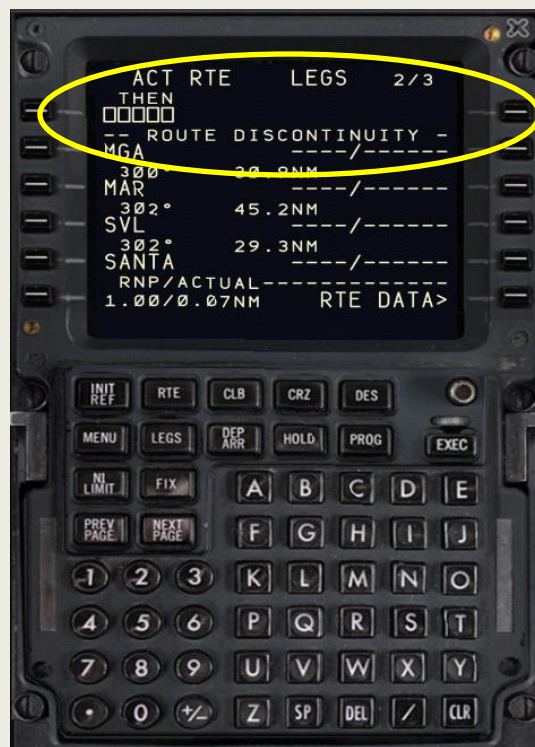


Veamos el tema de las discontinuidades de la ruta.  
Hemos cambiado ligeramente la ruta para forzar la discontinuidad.

MGA UM744 ESP

La introducimos esta ruta en el FMC como ya hemos visto y después añadimos la SID SVL1A.

Abrimos LEGS y vemos en la primera página la SID y los puntos MGA33 ALORA SVL en la página 2 hay una discontinuidad en la ruta que introducimos desde MGA





Si intentamos corregir el plan de vuelo copiando directamente MGA en el punto de discontinuidad sale un pantalla con una advertencia

DISCO INSRTD AFTR MGA (discontinuidad insertada después de MGA)

Si miráis la página 1, el ultimo punto es SVL y en la página 2, SVL esta detrás de MAR. El FMC dice que hay discontinuidades insertadas después de MGA.

Podríamos hacer con MAR lo mismo que hicimos con MGA, pero estaríamos dando un rodeo inútil, ir a Sevilla para volver a Málaga y otra vez a Sevilla.

SOLUCIÓN



Simplemente buscamos el punto siguiente a SVL y lo copiamos en donde figura MGA, en este caso SANTA.

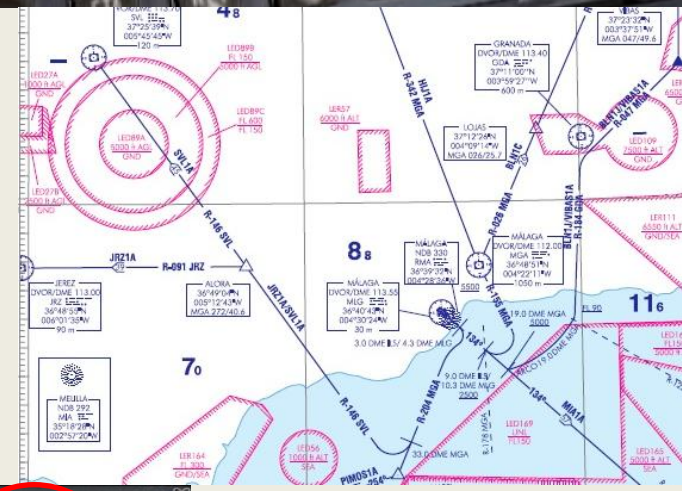
La discontinuidad queda resuelta y pulsamos EXEC para que se acepten los cambios de la ruta.

Lógicamente, aquí solo figura una situación concreta. Hay que introducir rutas para ir depurando estas técnicas hasta conseguir hacerlo casi automáticamente.

Solo nos queda comprobar con la carta de salida que el FMC esta correctamente configurado (este paso también se hace en la realidad).



Para ello vamos a los controles del EFIS y pasamos de la vista MAP (mapa) a PLN (plan) si os fijáis en el EHSI sale dibujada la salida



MODIFICADO DE AENA

Si miráis la carta de salida SVL1A, en AENA veréis que el procedimiento de salida es idéntico a lo que se ve en EHSI. Al mismo tiempo, hay que chequear el perfil vertical (en la página LEGS, columna de la derecha del FMC) y comprobar que se cumplen las restricciones de altura.



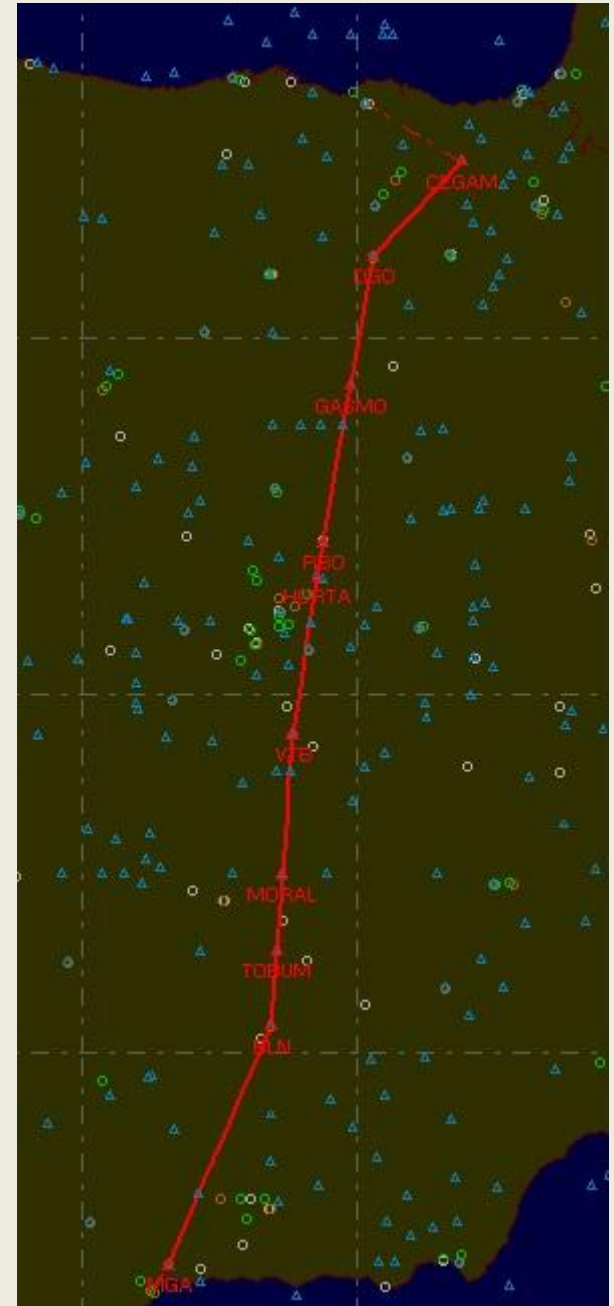
NO OLVIDAR CAMBIAR PLN A MAP en los controles del EFIS.

Vamos a ver otra ruta un poquito más larga y con mas detalles. Veremos la introducción del plan de vuelo tal como se suele hacer en los vuelos reales (al menos en BOEING). Las pistas de salida y llegada las podemos conocer, antes de hablar con el controlador, con la información meteorológica previa al vuelo.

La nueva ruta es Málaga (LEMG) Bilbao (LEBB)

- a. SALIDA (SID) BLN1J para la pista 13.
- b. BLN UN865 VTB UN867 DGO UL176 CEGAM
- c. LLEGADA (STAR) CEGAM1Q para la pista 30.

NIVEL PAR



Primera página de ruta,  
introducimos aeropuerto  
de salida LEMG y  
llegada LEBB



Luego vamos a la página de salidas y llegadas. Seleccionamos LSK1L para las salidas de Málaga. Seleccionamos la pista 13 y la SID BLN1J y pulsamos EXEC para activarlas.



Volvemos a RUTA (RTE) y pasamos a la página 2. Vemos en la primera línea, en VIA BLN1J y en TO BLN.

En LSK2L hemos introducido la primera aerovía y vemos que en la columna TO hay 5 cuadraditos, olvidémoslo por ahora.

En el scrachtpad hemos escrito la siguiente aerovía. Ahora pulsamos en LSK3L. Seguimos haciéndolo así hasta que escribimos la última aerovía (las vamos aceptando pulsando en el LSK izquierda (L) que corresponda. Una vez introducida esta última en la columna de la derecha ponemos el punto en donde queremos acabar (en nuestro caso, UL176 y acabamos en CEGAM).

Hay que fijarse que, en ocasiones, los puntos de intersección de las aerovías no son correctos, en ese caso habrá que corregirlo a mano.



Vamos metiendo las aerovías sucesivas y el FMC introduce automáticamente los puntos de intersección entre las diferentes aerovías.

Por ultimo, pasamos al pag DEP/ARR he introducimos la llegada desde GEGAM (CEGA1Q). Eso lo sabemos por la información meteorológica del aeropuerto de llegada. Si hay controlador que decide otra pista, corregiremos esos datos antes de empezar la STAR. Una vez metidos todos los datos, volvemos a la página RTE, damos a ACTIVATE y EXEC

En la imagen podemos ver la ruta completa.

Pasamos a la pagina de LEGS para ver si hay discontinuidades



En LEGS hay una discontinuidad entre SARRA y CI30.  
Para quitar la discontinuidad, pulsamos en LSK5L (CI30).

Aparece en el screenpad CI30. Entonces pulsamos en LSK4L y la discontinuidad desaparece. Solo queda pulsar EXEC para aceptar los cambios.



En LEGS tenemos toda la ruta y en la pantalla del EHSI (modo PLN) podemos ir viendo toda la ruta pulsando la tecla STEP (LSK6R) en el FMC



Este ultimo método es el que yo uso habitualmente. El esquema es simple:

1. RTE (pág. 1) aeropuerto salida y llegada.
2. DEP/ARR seleccionar pista de salida y SID.
3. RTE (pág. 2 y siguientes) Aerovías consecutivas y poner ultimo punto.
4. DEP/ARR STAR y pista.
5. Revisar discontinuidades en LEGS.

# PROGRAMACION DE PRESTACIONES (PERFORMANCES) E INICIALIZACION DEL TRAZADO VERTICAL



La inicialización correcta de las performances del avión es fundamental. Para ello tenemos PERF INIT.

Hay dos páginas. La primera para introducir pesos, FL, CI y alt trans. La segunda para ver los límites de las performances (olvidemos por ahora esta página y volvamos a la primera).

En la tabla de abajo podemos ver todos los detalles del avión



Aircraft Details 'EC-ACP'					
Type	<b>Boeing 737-800</b>	Dry Operating Weight (DOW)	<b>91900 lb</b>	Weight units	<b>Pounds (lb)</b>
Engines	<b>CFM56-7B26</b>	Max Zero-Fuel Weight (MZFW)	<b>138000 lb</b>	Length units	<b>Feet (ft)</b>
Configuration	<b>iFly Dual Class</b>	Max Take-Off Weight (MTOW)	<b>173000 lb</b>	Pressure units	<b>Hectopascal (hPa)</b>
Cabin layout	<b>C12 Y148</b>	Max Landing Weight (MLW)	<b>146300 lb</b>	Fuel quantity	<b>Gallons (gal)</b>
Passenger capacity	<b>160</b>	Allow Assumed / Flex Temp. Take-Off	<b>YES</b>	Remarks <input type="text"/>	
Cargo capacity	<b>44282 lb</b>	Allow De-Rated Take-Off	<b>YES</b>		
Fuel capacity	<b>45067 lb</b>	Allow combination of both	<b>YES</b>		
SELCAL code	<b>GN-CS</b>				

INIT REF (pág. 1) sale la pantalla de inicialización de las performances y trazado vertical.

Normalmente, en los PMDG si se pulsa en LSK3L el propio programa pone el ZFW en el scrachtpad. Simplemente se vuelve a pulsar LSK3L y se introduce automáticamente GW y ZFW Estos datos los podéis encontrar también en addones específicos o en el menú avión combustible y carga.



# Introducimos los datos que faltan en el FMC para las performances y trazado vertical

Combustible (en este caso en libras).

Combustible de reserva (lbs) o colocar las reservas que previamente hayamos calculado

Índice de coste 80

Para rellenar estos datos, disponemos de la información de combustible total (11345 libras) Este avión puede tomar con una reserva de 5000 o 3000 libras (esto parece una LOW COST). El cost Index 80 es razonable en el simulador, en la realidad depende de cada compañía. La aerovía que vamos a tomar es nivel par en sentido este oeste.



Nivel de crucero en pies, en nuestro caso a 34000 (FL340)

introducir el viento crucero (lo encontraremos en las páginas de meteorología, ya vistas anteriormente)

Altura de transición según carta (en LEMG 6000)

Un dato que deberéis recordar es CG (esquina superior izquierda) para usarlo posteriormente. Pulsamos EXEC, y luego pulsamos N1 LIMIT para llegar a la siguiente página

Índice de coste es una medida para valorar la eficiencia del avión. Se puede poner entre 0 y 500. A mayor numero más rápido vuela el avión y más combustible consume. Números pequeños, más despacio y menor consumo. Normalmente es un dato propio de cada compañía. Como ejemplo, CI 0 velocidad de crucero 0.61, CI 255 crucero a 0.811. CI 80 velocidad 0.787

La entrada de reserva es meramente consultiva, que no afecta nada en el combustible del sistema. Si el avión empieza a usar el combustible por debajo de este valor, recibirá un mensaje en el scrachtpad diciendo USO DE COMBUSTIBLE RSV. Si el combustible en destino se prevé que sea por debajo de 2.000 libras, con independencia de reserva que se haya indicado, se verá un mensaje de COMBUSTIBLE INSUFICIENTE.

# Página N1 LIMIT

En esta página le vamos a indicar al avión cual es la potencia de empuje para el despegue y ascenso inicial que deseamos en este vuelo. Para los más novatos usar el empuje normal

Vamos a un poco de teoría.

Cuando el peso real de despegue es menor que el peso máximo permitido se puede realizar el despegue con empuje reducido; llamado temperatura flexible (Airbus) o reducido (BOEING).

Esta técnica de reducir el empuje esta diseñada para proteger el motor y prolongar su vida útil

Los criterios para aplicar empuje reducido son:

1. Pista no contaminada por agua, agua nieve o nieve.
2. No se contemplen procedimientos especiales en caso de fallo de motor.
3. Longitud adecuada de pistas:
  - a) Pistas a nivel del mar de 5400 pies o mas
  - b) Pistas a 5000 pies o superior de 7100 pies o mas.
  - c) Pistas entre nivel del mar y 5000 pies, añadir 340 pies a la longitud de la pista por cada 1000 pies de altitud.
4. Estos datos de pistas son válidos para viento en calma o viento en cara. Para vientos en cola, sumar a la longitud de campo 130 ft por cada nudo de viento de cola.
5. No exista el riesgo potencial de cizalladuras (windshear).

El empuje reducido en BOEING se puede obtener de dos maneras.



# TEMPERATURA ASUMIDA

La primera es la temperatura asumida que consiste en engañar al motor, haciéndole creer que la temperatura exterior es superior a la real. La base de esta técnica tiene su origen en una propiedad física: a mayor temperatura ambiental menor densidad tiene el aire y menor capacidad de empuje necesitan los motores. Por tanto, si a través del FMC configuramos el despegue asumiendo una temperatura mayor a la real, a los motores les llegará la señal de reducir su empuje. Para calcular la máxima temperatura asumida es necesario usar unas tablas publicadas por BOEING (en la realidad, las compañías disponen de tablas individualizadas para cada aeropuerto en donde operan).

Una vez calculada esa temperatura se introduce en el FMC esquina superior izquierda.

Veamos un ejemplo: en la imagen superior derecha tenemos preparado un despegue con potencia normal. El avión en este caso aplicara una N1 del 99.0% y ajustara las velocidades V1, VR y V2 a esa potencia determinada.

Hemos decidido, según tablas, que podemos aplicar una temperatura asumida de 36°C, frente a los 15°C de temperatura en el aeropuerto. Para ello escribimos 36 en el scratchpad, y lo situamos en la esquina superior izquierda pulsando LSK1L. Vemos que los datos de N1 LIMIT cambian, reduciéndose N1 a 94.8%. Podéis hacer pruebas cambiando las temperaturas asumidas para ver los reajustes en la potencia.



En la tabla inferior podemos ver datos de despegue en condiciones normales y con diferentes temperaturas asumidas

En esta tabla, de izquierda a derecha, configuración de despegue, diferentes temperaturas, los límites de peso operativos, velocidades de despegue, pista restante y % de N1 que vamos a usar.

Estos datos están calculados usando un addon recomendado por PMDG (TOPCAT)

Take-Off Weight (lb)  Auto Max

Flaps Config

Thrust Config

Air Conditioning

Anti Ice

Clear

**Perf. Limit Weight: 173721 lb** **FLAPS 5 TO**

OAT	Limit (lb)	Code	V1	VR	V2	Margin	N1
+15°C	173000	MTOW	139	139	146	4627ft	98.0%
D-TO	Limit (lb)	Code	V1	VR	V2	Margin	N1
+49°C	146431	OBS(A)	142	142	144	3030ft	92.7%
+50°C	145052	OBS(A)	142	142	144	2934ft	92.6%
+51°C	143674	OBS(A)	142	142	144	2835ft	92.4%

Lo importante es saber que se dispone de pista suficiente para el despegue. Esto se mira en MARGIN (margen).

## MODO DE REDUCCION DE POTENCIA FIJA FIXED DERATE MODE

La segunda técnica de reducción de potencia (derate) consiste en cambiar la potencia de los motores en el FMC usando la opción DERATE.

En condiciones normales este avión va motorizado con una planta de potencia de 26000 libras de empuje (26K) por motor, pero lo podemos reducir a 24000 libras (24K) o 22000 (22K). En casos excepcionales se puede aumentar la potencia a 27000 libras de potencia.

En la figura hemos seleccionado TO-2; es decir, hemos aplicado una reducción fija de empuje para el despegue de 22000 libras. El % de N1 se ha reducido a 91.9.

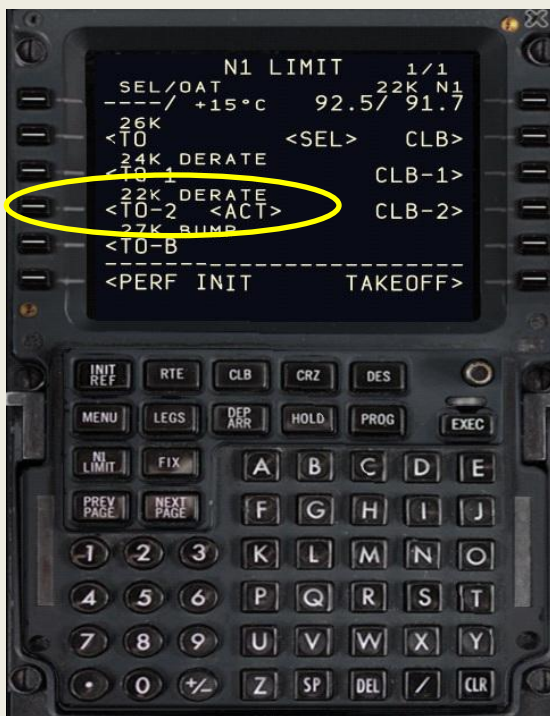
La pista restante después del despegue 4587 pies (margen suficiente para despegar con empuje reducido)

TO-1 supone aplicar un empuje de 24000 libras



# COMBINAR EMPUJE REDUCIDO FIJO Y TEMPERATURA ASUMIDA

Ambos métodos de reducción de empuje (temperatura asumida y DERATE) pueden ser usados en combinación. Para ello, primero seleccionamos el derate correspondiente (en nuestro caso TO-2) así obtenemos una reducción de N1 a 91.7%. Luego en temperatura asumida indicamos 45°C, con lo cual la potencia de empuje en el despegue se redujo aun más (N1 87.3). El margen de pista restante sigue siendo superior a 2800 pies)



Así mismo, la vida del motor se puede prolongar también aplicando un empuje reducido durante el ascenso.

El FMC proporciona dos opciones de empuje de ascenso reducido (en la página N1 LIMIT):

CLB-1 Genera una reducción de potencia de, aproximadamente, un 10% del empuje de ascenso.

CLB-2 reducción en la potencia de subida del 20%.

La potencia de ascenso reducido es seleccionada automáticamente por la FMC; aunque la selección final la hace el piloto, dependiendo de la cantidad de reducción de empuje para el despegue hecho ya sea por la reducción de potencia fija o por temperatura asumida o la combinación de ambos. Estas restricciones se eliminarán progresivamente a medida que el avión ascienda hasta que el empuje de ascenso se restaura al valor normal.



En nuestro vuelo, seleccionamos CLB-1 y solo nos resta pulsar LSK6R para abrir la pagina de despegue (TAKEOFF)

# TAKEOFF REF

En la página de DESPEGUE (TAKEOFF) hay dos páginas. En la primera, introducimos los flaps que vamos a usar en el despegue (LSK1L), al poner los flaps, en la columna de la derecha salen las tres velocidades que el piloto debe conocer para el despegue calculadas, para transferirlas al FMC, simplemente pulsar LSK1R, LSK2R y LSK3R.

En la tercera línea esta el centro de gravedad (CG) según la pagina de carga (LSK3L). Al introducir ese dato, justo a la derecha de CG, aparecerá el trim que necesitamos para el despegue.

En la segunda página, viento en la pista de despegue, las condiciones de pista (seca, contaminada por agua, etc.) y las restricciones de aceleración después del despegue, por ejemplo, para reducción de ruidos (lo veremos mas detenidamente cuando estudiemos el despegue).

Siempre se introducen primero los datos de la segunda página antes que los de la primera.



# TAKEOFF REFERENCE

Primero completamos la página 2



Aquí podemos ver algunos datos (no imprescindibles, se pueden dejar sin modificar para los más novatos, aunque ello afectará a las performances del avión).

Viento en pista (formato dirección/intensidad). En nuestro caso tendremos un viento 140° 3 nudos. Datos de la pista (seca, contaminada, etc.) Pondremos seca (DRY).

Pendiente de pista (RW SLOPE). En el simulador siempre es 0%.

Los campos de aceleración indican que altitud debemos alcanzar para la modificación de la actitud de morro y aumento a velocidad limpia (Ya lo hablaremos en el despegue) pongamos 1000 AGL en altura de aceleración (ACCEL HT), mantenemos la reducción con CLB-1 a 1500 AGL. El campo EO ACCEL HT se refiere a procedimiento con fallo de motor (algo que se escapa a las intenciones de este manual). En los procedimientos de BOEING, se admite una mínima de 400AGL (dejémoslo en 800)



# TAKEOFF REFERENCE

Completada la página 2, volvemos a la 1. En esta página hay una serie de entradas necesarias para calcular las performances del avión para el despegue.

1º FLAPS: Flaps 5 es una posición estándar de flaps para el despegue. Se escribe en el scratchpad 5 y luego se pulsa LSK1L para situarlo en el FMC. Una vez introducido los flaps que se van a usar en el despegue, aparece, en la columna de la derecha (justo debajo de QRH) las velocidades de despegue (V1, VR y V2). Solo nos queda transferirlas al FMC pulsando en LSK1R, LSK2R y LSK3R. Estas velocidades se podrán ver en el PFD. También es posible calcularlas con las tablas de BOEING, TOPCAT, etc. y ponerlas a mano.



2º Centro de gravedad. Para introducirlo hay dos opciones. La primera (solo en PMDG, en IFLY usar la aplicación de IFLY Configurator) es pulsar dos veces en LSK3L; automáticamente entra el CG. La otra opción, para mi mas correcta, es poner en el scratchpad el CG calculado en PERF INIT. Una vez introducido este dato, justo a la derecha aparecen los ajustes de TRIM para el despegue. En nuestro caso, CG 20.2 y TRIM 5.61



Si ahora pulsamos la página LEGS, podemos ver todos los datos de vuelo  
Punto de vuelo, distancia desde la actual posición al siguiente punto velocidad y altitud.



# **CONFIGURACIÓN DE COCKPIT**

Ya tenemos inicializado el FMC y listo para usar. Solo introducir algunos datos en el MCP (siglas de mode control panel)

Aunque no es imprescindible en este momento, simplemente para acostumbrarnos a usarlo, abriremos las páginas de CLB (ascenso), CRZ (crucero), DES (descenso) y PROG (progreso del vuelo). No olvidar que en algunos FMC, las tres primeras páginas vienen englobadas bajo el botón VNAV y se accederá a cada una con NEXT PAGE. Durante el vuelo, es posible abrir cualquiera de estas páginas para ver la información al respecto. Además, podemos cambiar algunos parámetros de vuelo (velocidad, altitud, etc.).



En la página PROG podemos ver una información muy exacta de cómo progresa el vuelo (próximo punto, hora estimada y distancia, combustible estimado, etc.)

El siguiente paso es indicar en el MCP los datos necesarios para el vuelo

Por defecto la imagen que aparece es esta



SALIDA SEVILLA UNO ALPHA (SVL1A)

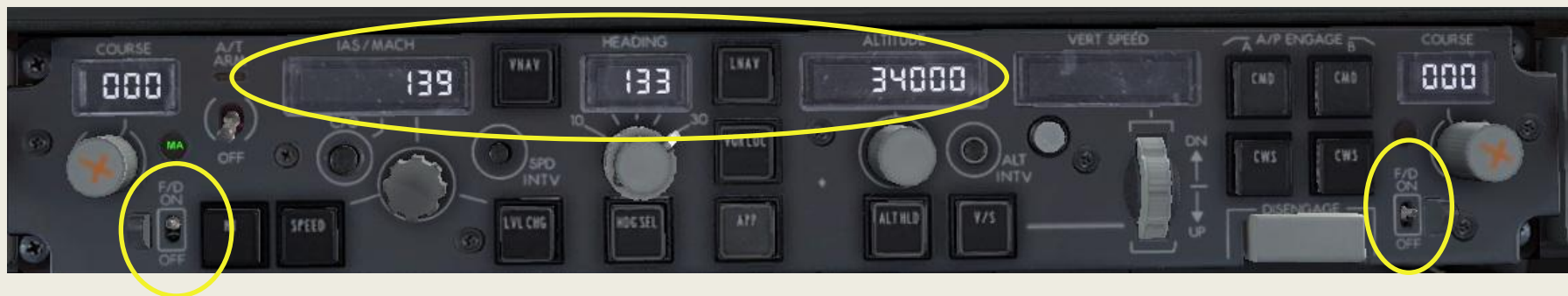
Subir en rumbo de pista hasta 3.0 DME ILS RWY 31/4.3 DME MLG.

Virar a la derecha hasta interceptar y seguir R-204 MGA directo a 33.0 DME MGA. Virar a la derecha hasta interceptar y seguir R-146 SVL directo a ALORA. Directo al VOR/DME SVL.

Pendiente mínima 5,1% hasta FL80.

Teniendo en cuenta el procedimiento de salida, configuraremos el MCP de la manera siguiente:

En HEADING debemos indicar el rumbo de pista (133 para la pista 13), en IAS la V2 calculada en el FMC (en nuestro caso 138) y en altitud, lo autorizado por el controlador, si lo hubiera (sin control podéis poner final si lo deseáis, que es lo que vamos a hacer para facilitar las tareas, salvo que la carta limite el ascenso). En este momento (para no olvidarlo) encendemos el FD (en FSX con PMDG e IFLY primero el FD correspondiente al piloto y después el 2º oficial). El MCP debería quedar así



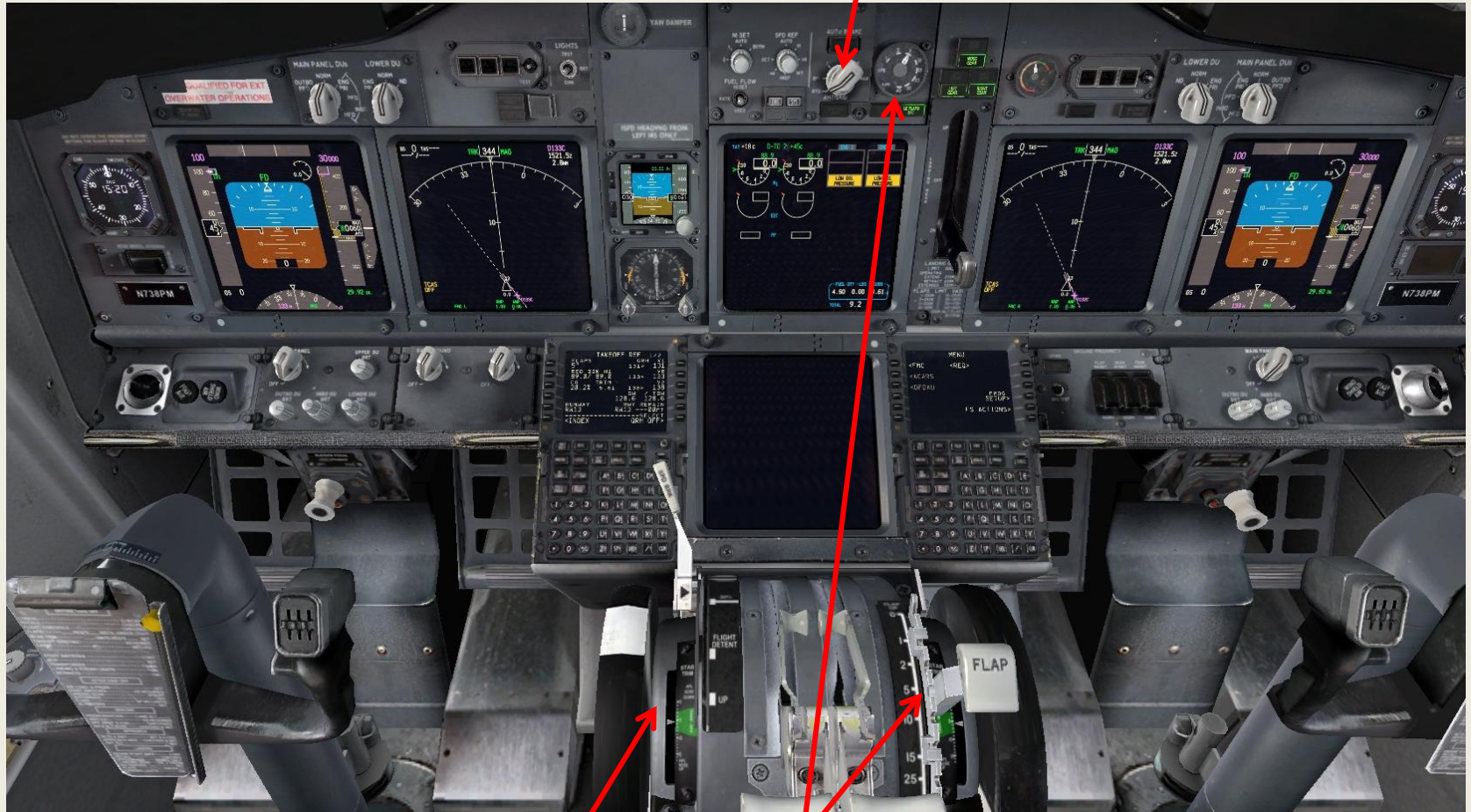
Confirmamos que

TRIM en 5.61

FLAPS 5

Autofrenos en RTO (rejected takeoff)

Autofrenos



TRIM

FLAPS

# En el panel de radio asegurarse que:

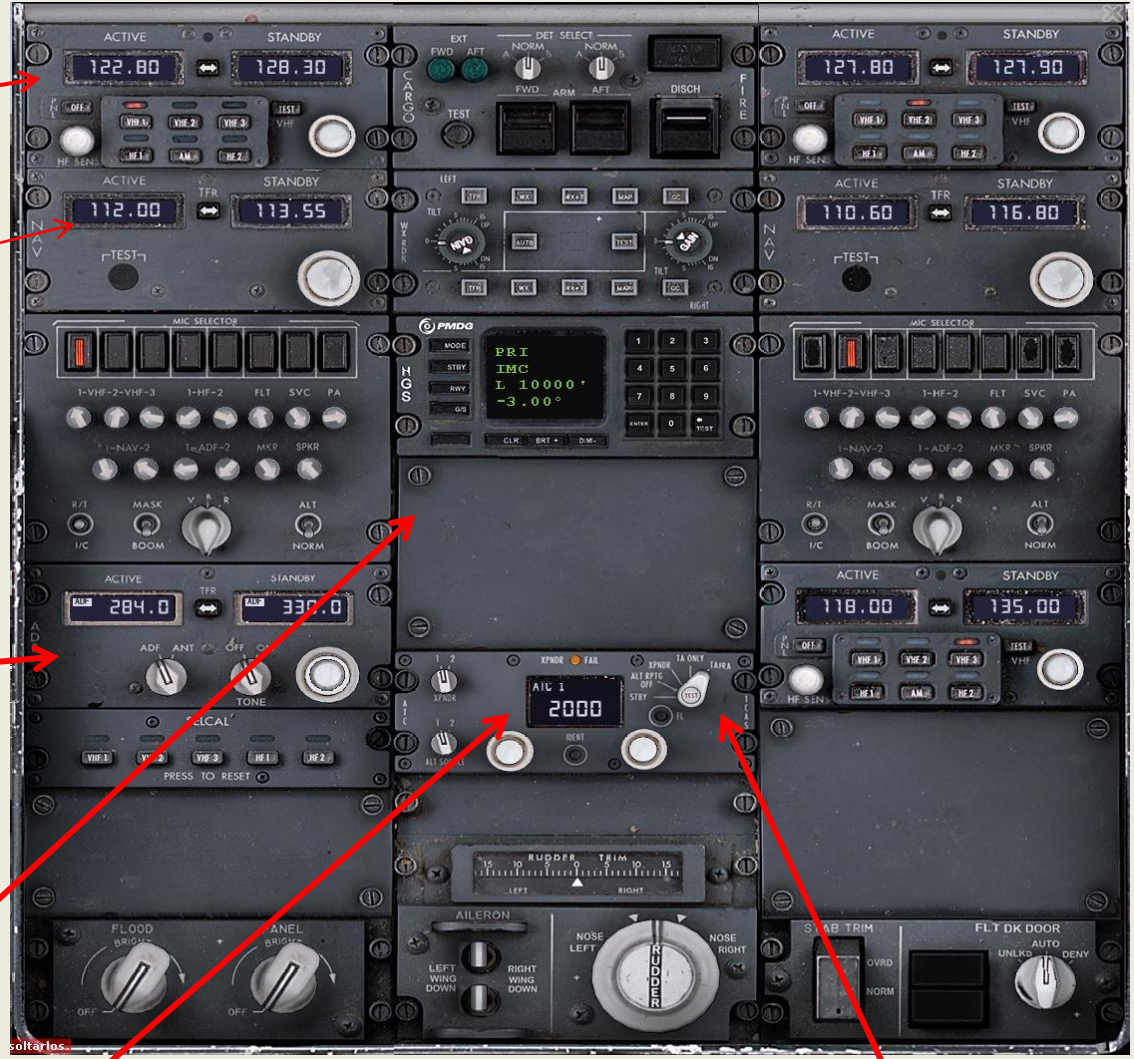
COM1 tener puesta la frecuencia de UNICOM o la frecuencia del ATC activo. En la frecuencia STANDBY podéis poner la frecuencia del siguiente ATC y pulsando la flecha bidireccional la cambias rápidamente y sin dificultad.

NAV1 la frecuencia del primer VOR. En este caso MGA 112.0

Cada avión tiene un sistema. Normalmente se pone la frecuencia en la parte STANDBY usando los mandos que hay al lado. Luego se pulsa la flechita bidireccional para cambiar a ACTIVE

NDB 1

HUD GUIDE SYSTEM (HGS) Para usar con el HUD. En la tercera línea hay que poner las características de la pista



Transponder 2000 o asignado por el ATC

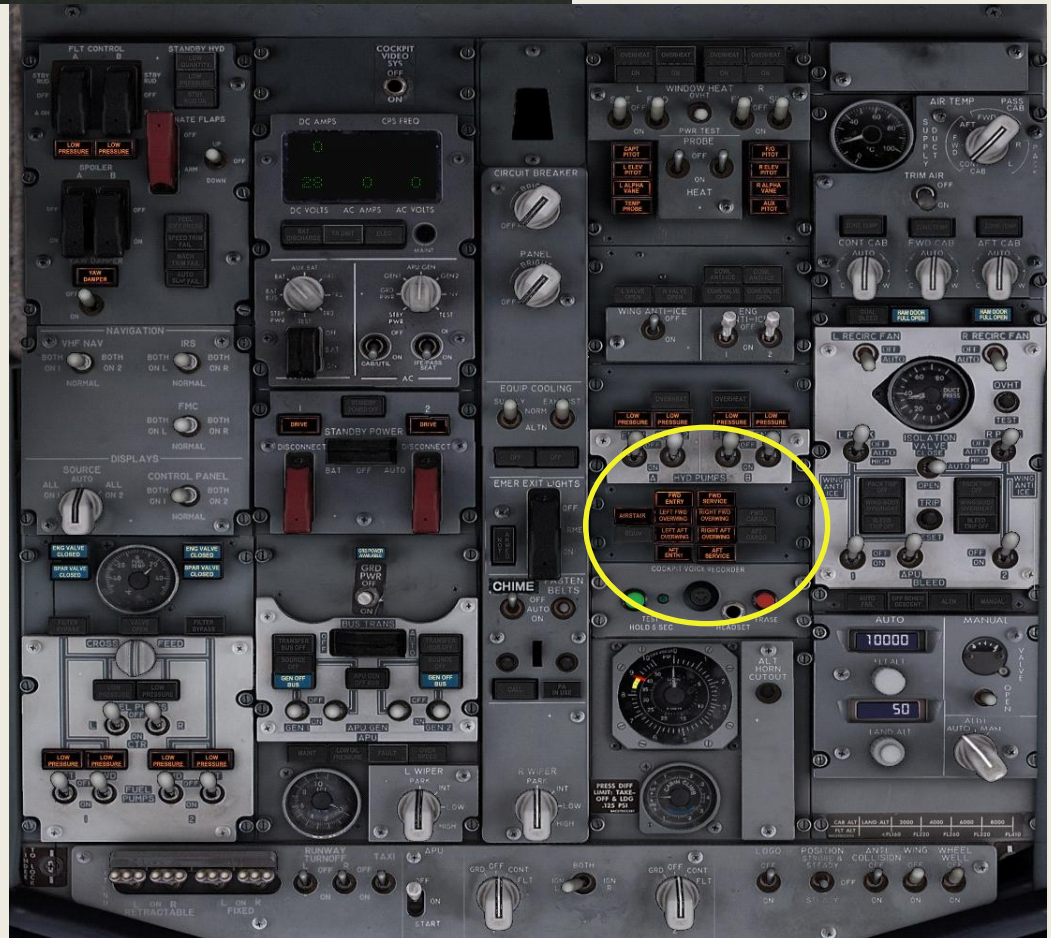
Encendido el TCAS

Como en este vuelo vamos a hacer algunos ejercicios, como es posible que andemos cortos de combustibles, vamos a añadir combustible hasta 12000 libras en total, Luego, en el FMC página INIT PERF damos doble clic en ZWF y EXEC y todos los datos se actualizan. En las imágenes podemos ver los cambios en el peso bruto y en las velocidades de despegue





Ya estamos listos para los procedimientos de salida. Antes de proceder al retroceso y turbinas nos tenemos que asegurar que las puertas están cerradas, y alrededor del avión todo libre. La situación de las puertas las podemos ver en el OVERHEAD anterior, comprobar que las luces en este panel están apagadas. En la imagen superior podemos ver en la vista externa que el avión esta rodeado de los servicios aeroportuarios y todas las puertas abiertas

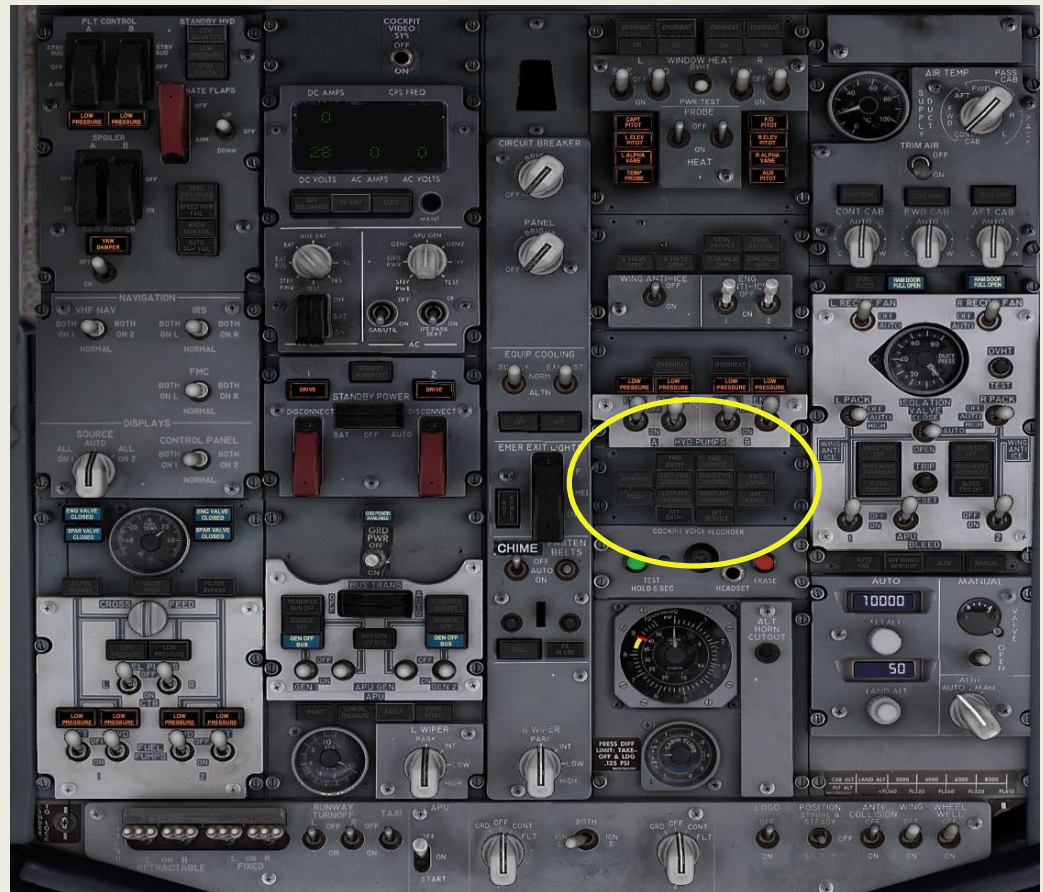




Puertas cerradas y alrededor del avión todo libre.

La situación de las puertas las podemos ver en el OVERHEAD anterior, comprobar que las luces en este panel están apagadas.

En la imagen superior podemos ver en la vista externa, cerca del avión con calzo puestos, están el remolque que usaremos para el retroceso y la unidad de potencia externa (GPU) que nos proporciona energía hasta que energicemos el avión mediante la puesta en marcha de APU.



# RETROCESO (PUSHBACK) Y PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE



## RETROCESO (PUSHBACK) Y PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE

Antes de seguir adelante , es necesario dar una pequeñas pinceladas teóricas sobre los motores. Los reactores disponen de motores principales (dos, tres o cuatro turbinas) y un motor auxiliar en cola, denominado APU

Los reactores comerciales, hoy en día, como planta motriz principal utilizan un tipo de motor llamado Turbofan. Es en esencia un turborreactor al que se le acopla un ventilador (fan en ingles) en la parte delantera para generar flujo de aire y empuje. Hay 4 tipos de turbofán: de bajo índice de derivación, de alto índice de derivación, Propfan (unducted fan) y turbofán de índice de ultra-elevada de derivación. En el avión que estamos hablando (Boeing 738 NG) el motor es un turbofan de alto índice derivación (CFM 56-7B27) con una potencia de empuje máximo de 26000 libras por motor (5480 libras de empuje en crucero).

Estos motores turbofan comenzaron a usar el sistema de flujo axial, que mantiene la corriente de aire comprimido presionada hacia el eje de la turbina, por lo que el aire sale propulsado con mayor velocidad y con menos tendencia a dispersarse de la corriente de salida. Esto incrementa notablemente la eficiencia.

Otro gran avance del Turbofan fue la introducción del sistema de doble flujo en el cual, el ventilador frontal es mucho más grande ya que permite que una corriente de aire circule a alta velocidad por las paredes externas del motor, sin ser comprimido o calentado por los componentes internos. Esto permite que este aire se mantenga frío y avance a una velocidad relativamente igual al aire caliente del interior, haciendo que cuando los dos flujos se encuentren en la tobera de escape, formen un torrente que amplifica la magnitud del flujo de salida y a la vez lo convierte en un flujo más estrecho, aumentando la velocidad total del aire de salida. Este tipo de motor tiene una gran entrega de empuje, permitiendo el desarrollo de aviones con capacidad de carga y transporte de pasajeros mucho más grande, y al nivel que conocemos en la actualidad (WIKIPEDIA).



## RETROCESO (PUSHBACK) Y PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE

Para energizar adecuadamente el avión, antes de encender los motores, se dispone de una unidad auxiliar de potencia (APU) que lleva el propio avión, situada en la cola. Este dispositivo proporciona una fuente auxiliar de alimentación de CA, suministra el aire comprimido necesario para el arranque del motor e neumáticos.

El APU se puede usar, en suelo y, ocasionalmente durante el vuelo en condiciones de fallo de motor para suministro eléctrico y neumático.

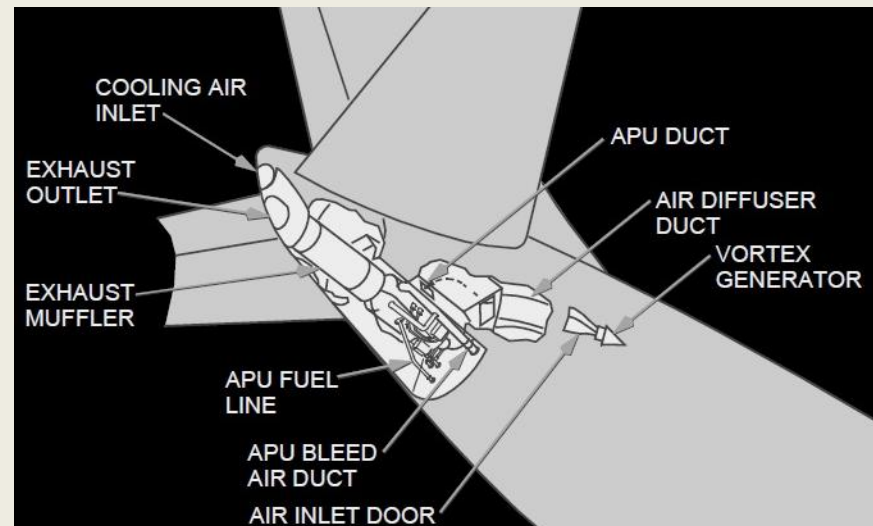
Las limitaciones de APU en vuelo son:

APU bleed + carga eléctrica: Altitud máxima 10000 pies

APU bleed: Altitud máxima 17000 pies

APU carga eléctrica: Altitud máxima 41000 pies

Ya volveremos a ello mas adelante





## Motor Turbofan: Componentes

**Ventilador:** situado al frente del motor.

**Compresores:** Se suelen utilizar compresores de alta y de baja presión en distintos ejes. La función de estos compresores es aumentar de modo significativo la presión y la temperatura del aire.

**Cámara de combustión:** Es el lugar donde se quema continuamente el combustible en el aire comprimido

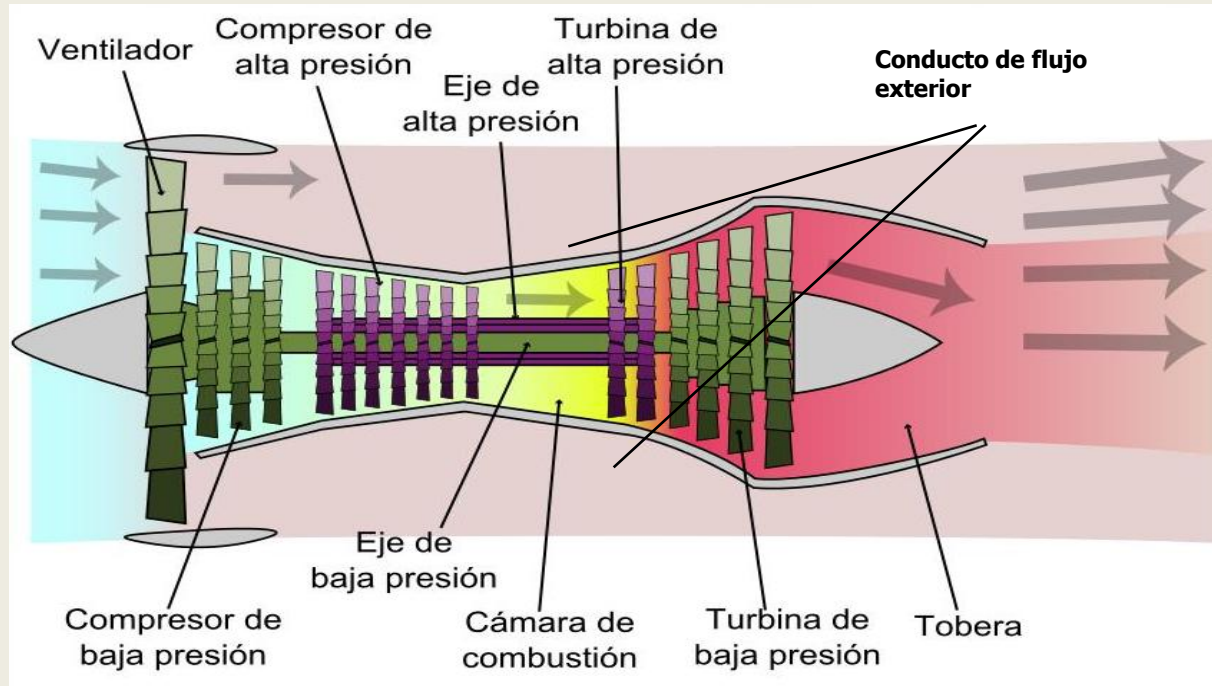
**Turbinas de alta y baja presión:** Actúan como un molino de viento, extrayendo la energía de los gases calientes producidos en la cámara de combustión. Esta energía es utilizada para mover el compresor a través del rotor, ventiladores de derivación, hélices o incluso convertir la energía para utilizarla en otro lugar a través de una caja de accesorios con distintas salidas; por ejemplo, sistemas hidráulicos (turbinas 5 y 9), sistema eléctrico, etc.. El aire relativamente frío puede ser utilizado para refrigerar la cámara de combustión y los álabes de la turbina e impedir que se fundan.

**Toberas:** En aviones subsónicos (es el nuestro) el extremo es convergente. En los supersónicos, el extremo de la tobera primero es convergente y luego divergente (llamada tobera de LAVAL)

**Ejes** Dentro del motor hay dos ejes concéntricos, uno dentro del otro, y el interior más largo. Estos ejes transportan la energía desde la turbina al compresor. El eje interior (secundario) tiene en un extremo el fan, después un compresor de álabes de baja presión hasta la turbina de baja presión. El eje externo (primario) une el compresor de alta con la turbina de alta.

**Conducto del flujo secundario:** rodea concéntricamente al núcleo del motor. Sus paredes interna y externa están cuidadosamente perfiladas para minimizar la pérdida de energía del flujo secundario de aire y optimizar su mezcla con el escape del flujo primario. El flujo de aire que genera el ventilador se deriva en un 70% al conducto de flujo secundario y el 30% restante al interior.

En la pagina podemos ver gráficamente el diseño de un turbofan

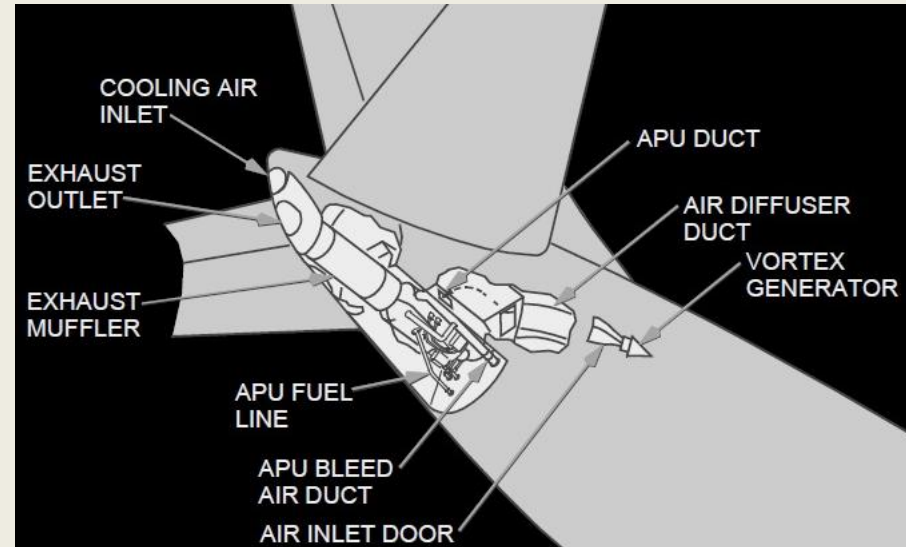


Turbofan de alto índice de derivación

## RETROCESO (PUSHBACK) Y PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE

Para poder operar con la planta motriz principal deberemos disponer de energía eléctrica y energía hidráulica, ello lo podríamos conseguir desde cualquier fuente; sin embargo, y por razones obvias, previamente al retroceso, tenemos que independizar al avión de sus conexiones con tierra. Para ello lo haremos usando el motor auxiliar. En condiciones normales, se puede encender la APU desde el principio de la preparación del vuelo

Si no es preciso, retroceso, el arranque de los motores se puede hacer mediante la GPU (por supuesto los packs en off)



La energía eléctrica necesaria para el arranque de APU se puede hacer de dos maneras:

**Disponiendo de GPU** que da electricidad desde el exterior (una vez arrancada la APU se dispone de la energía suficiente y se desconecta la GPU).

**Usando las baterías del avión.** En caso de estar en un aeropuerto que no disponga de GPU, se puede hacer el arranque de APU directamente desde las baterías que lleva el avión. En este caso, no esperéis mucho rato en encender APU, ya que la batería se descarga y entonces es imposible arrancar APU.

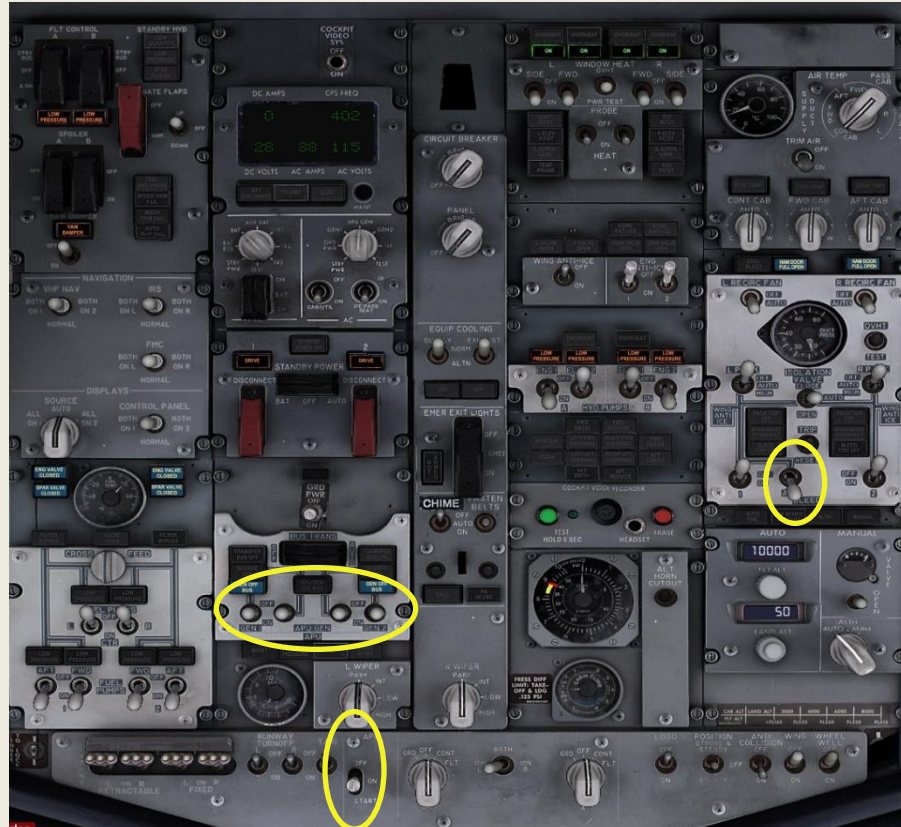
Para el encendido desde la APU, esta mueve el eje primario. El compresor de alta comienza a meter aire comprimido en la cámara de combustión. Cuando se llega, aproximadamente, a un 30% de la velocidad total de dicho eje, se abre el paso de combustible y comienza la combustión. Entonces se desacopla la APU y el motor ya puede funcionar autónomamente, ya que crea su propio flujo de aire para mantener la combustión.

# RETROCESO (PUSHBACK) Y PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE

## APU (Auxiliar Power UNIT)

Pulsamos el interruptor APU hasta la posición de START, luego queda en ON

Cuando APU esta en marcha (suele tardar unos dos minutos) se encienden unas luces azules en APU GEN OFF BUS, pulsamos ambos APU GEN y la luz se apaga (como en la imagen)  
Posteriormente ponemos APU BLEED en ON



Con APU en marcha, listos para retroceso

El retroceso se puede hacer:

Con el propio simulador (pulsando may-P 1 ó 2)

Con el IVAP

Desde comandos del propio avión  
(solo en FSX)

# RETROCESO (PUSHBACK)



# RETROCESO (PUSHBACK) Y PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE

Durante el retroceso, asegurarnos que

- WINDOW HEAT ON
- PROBES ON
- HIDRAULIC PUMP ON
- ELECTRIC HIDRAULIC PUMP OFF
- RECIRC FAN ON
- ISOLATION VALVE AUTO
- PACKs OFF
- BLEED motores OFF
- YAW DAWPER ON
- ANTICOLLISION LIGHTS ON
- Resto de luces exteriores OFF

- En el arranque:
- BLEED Motores -> ON
  - ELECTRIC HID. PUMP derecha -> ON



## **RETROCESO (PUSHBACK) Y PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE**

Acabado el retroceso, APU funcionando podemos plantearnos arrancar los motores.

### **PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE:**

Acabado el retroceso, APU funcionando podemos plantearnos arrancar los motores.

### **PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE:**

Primero arrancar el motor 2 y luego el 1

Puede efectuarse de tres formas distintas:

Con conexión neumática a equipo de tierra.

Mediante el A.P.U. (este va a ser el método elegido)

Mediante otro motor del avión que ya haya sido arrancado previamente.

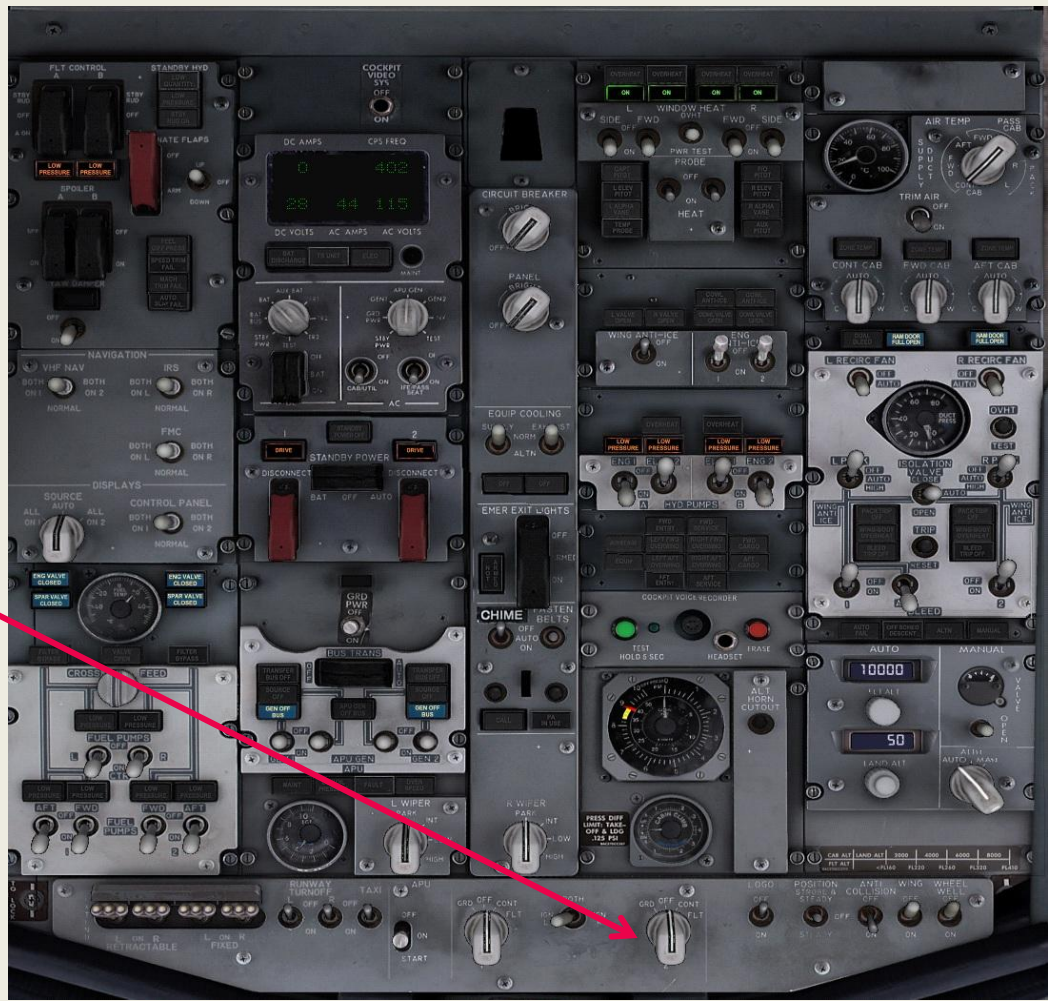
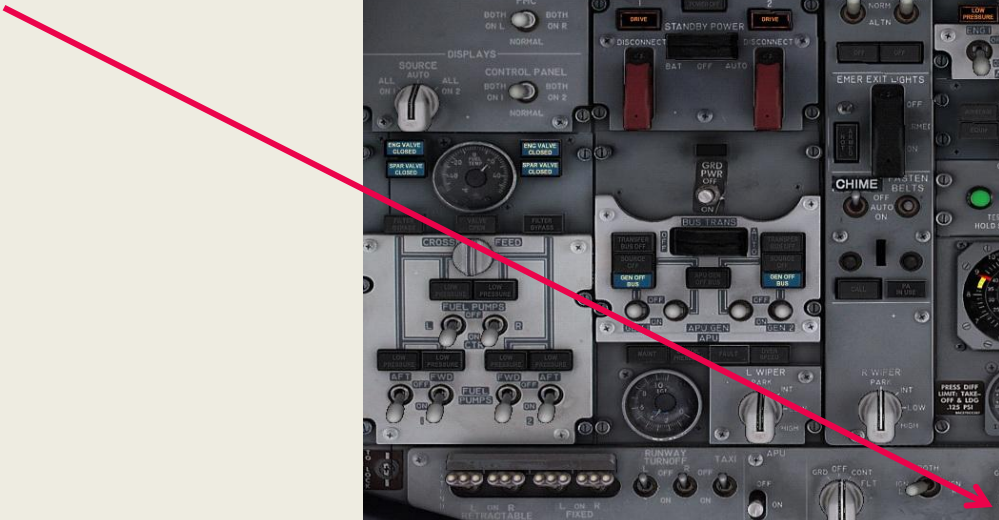
1. Palanca de gases en la posición más atrasada (ralentí).
2. Accionar (y mantener) el interruptor de arranque ("Start") del motor que se va a arrancar; poniendo el conmutador de ignición en posición GND
3. Comprobar que:
4. Se enciende el aviso de "Start Valve Open".
5. Gira el eje de alta potencia (N2).
6. Sube la presión de aceite.
7. Que también gira (en los motores de dos ejes) el eje de baja potencia (N1).
8. Al alcanzar el régimen especificado de N2 (aprox. el 20%) abrir la válvula de corte de combustible
9. ("Fuel ShutOff Valve"). El circuito de ignición se cierra, la chispa enciende la mezcla en la cámara
10. de combustión y el motor se acelera.
11. Comprobar que:
12. Sube el "Fuel Flow".
13. Sube la EGT.
14. Cese del accionamiento del interruptor de arranque (aprox. entre el 30% y el 40% de N2).
15. Comprobar que:
16. Si el arranque es mediante neumático sube la presión neumática y se apaga el aviso de
17. "Start Valve Open" .
18. No se enciende el aviso de baja presión de aceite ("Oil Press. Low").
19. El motor gira normalmente y los parámetros de ralentí están estabilizados.
20. Ignición en "Cont" u "OFF".

Proceder igual para el motor 1

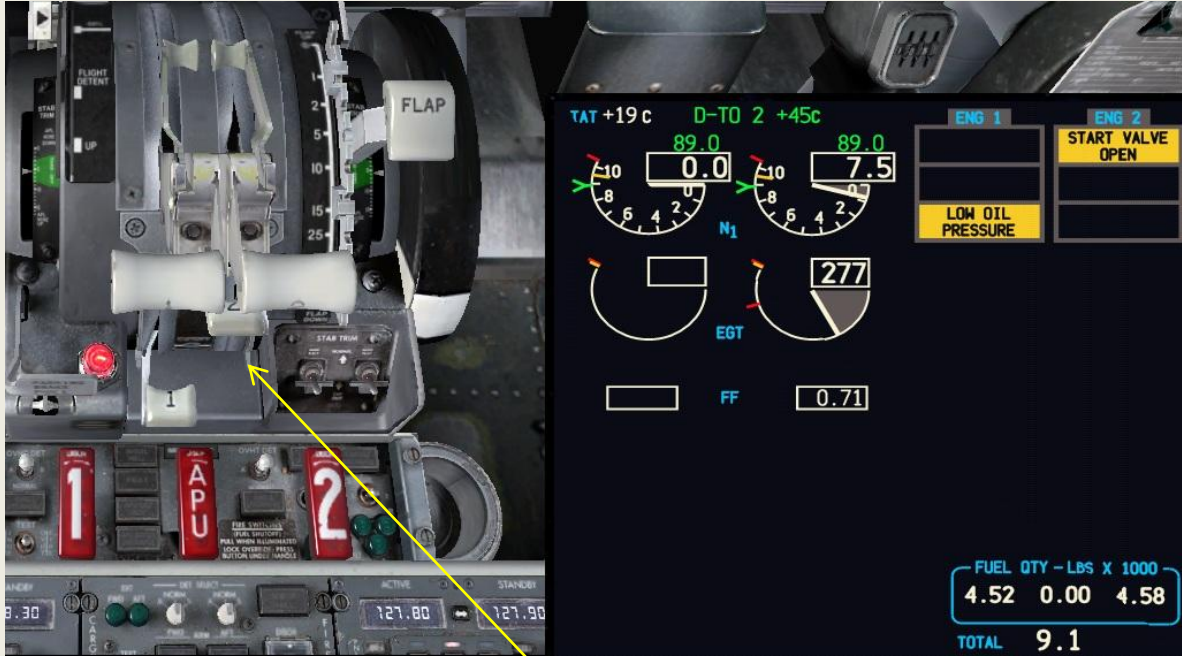
# PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE (En imágenes)

## ARRANQUE MOTOR 2

PRIMERO: Start en posición GND

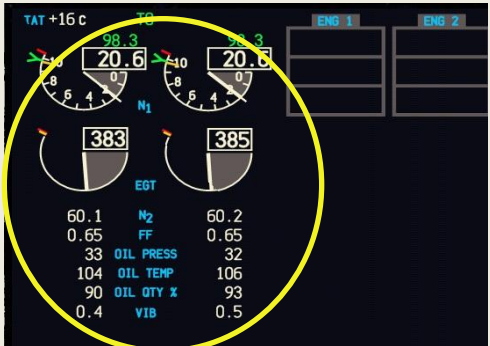


# PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE (En imágenes)



EICAS SUPERIOR

Segundo: Al alcanzar N2 20% (en EICAS INFERIOR) poner la válvula de combustible correspondiente al motor derecho en **ON**. Si se quiere ver en el EICAS inferior los datos del motos (N2, etc.) pulsar una vez en **ENG**. Si se pulsa dos veces ENG, esos datos aparecerán el EICAS superior



EICAS SUPERIOR



EICAS INFERIOR

# PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE (En imágenes)

¿Que significan estos datos?

**N1** velocidad de rotación del compresor de baja y se presenta en el indicador como un porcentaje

**N2** velocidad de rotación del compresor de alta presión y se presenta en el indicador como un porcentaje

**EGT** temperatura de gases de escape

**EPR** es el cociente entre la presión de la descarga de la turbina y la presión de entrada del compresor

**FF** flujo del motor (libras por hora)

**VIB** vibraciones del motor (en una escala de 0 a 5)



Esperar que el motor 2 se estabilice (se comprueba en EICAS)

Conmutador de ignición en posición OFF o CONT

Encender BLEED AIR motor 2 y GEN motor 2

Repetir el procedimiento para el motor 1

# PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE (en imágenes)

GEN motores en ON

Poner ambos PACKs en ON,

Ambos BLEED de motores están ON

APU BLEED y APU están OFF. Se debería esperar 1 minuto entre el APU BLEED OFF y APU OFF.

Ambos interruptores de ignición en CONT/OFF

ELECTRIC HIDRAULIC PUMP ON

Comprobar que no hay ninguna luz amarilla

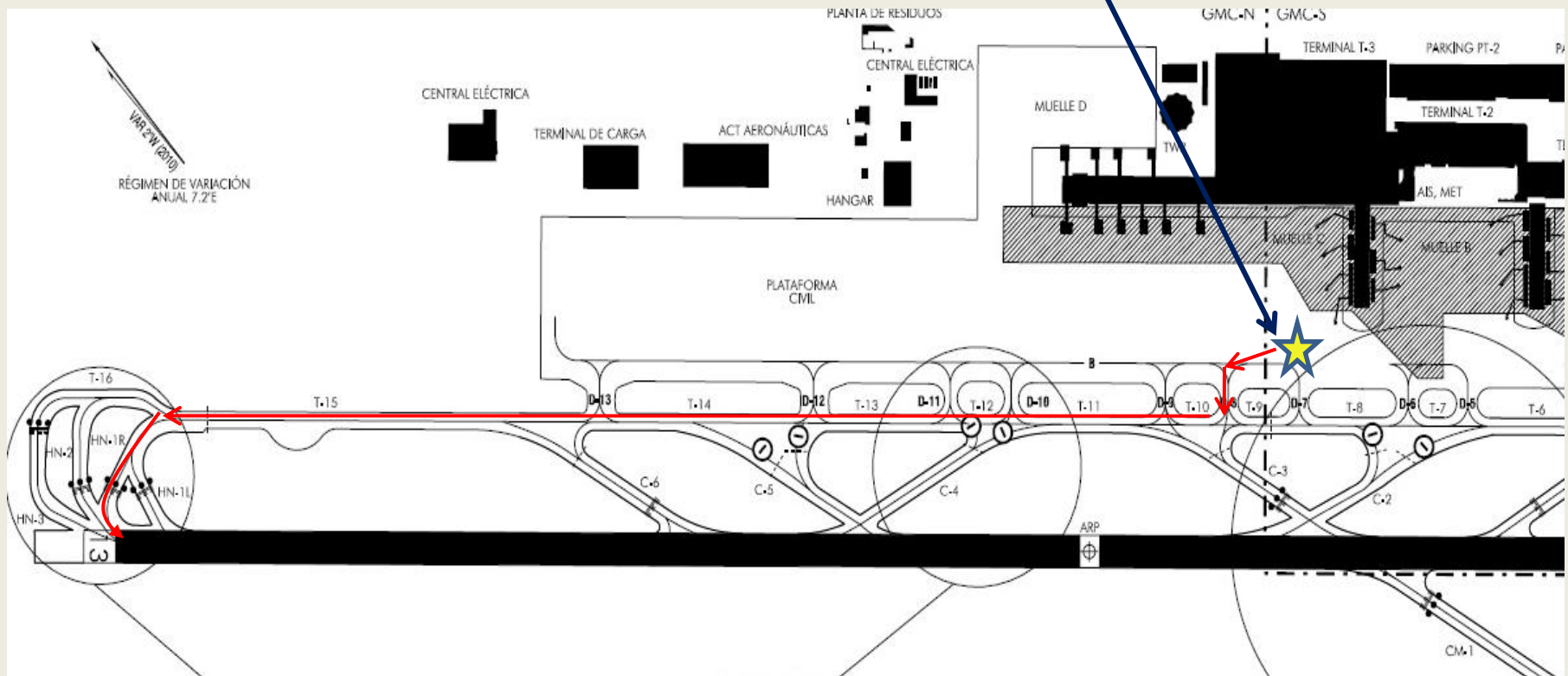


Ya están en marcha los dos motores y podemos seguir los procedimientos de rodaje

## **PROCEDIMIENTO DE RODAJE**

# PROCEDIMIENTO DE RODAJE

Estamos aqui



Ruta de Rodaje: D8, T, HN1R punto de espera 13

# PROCEDIMIENTO DE RODAJE

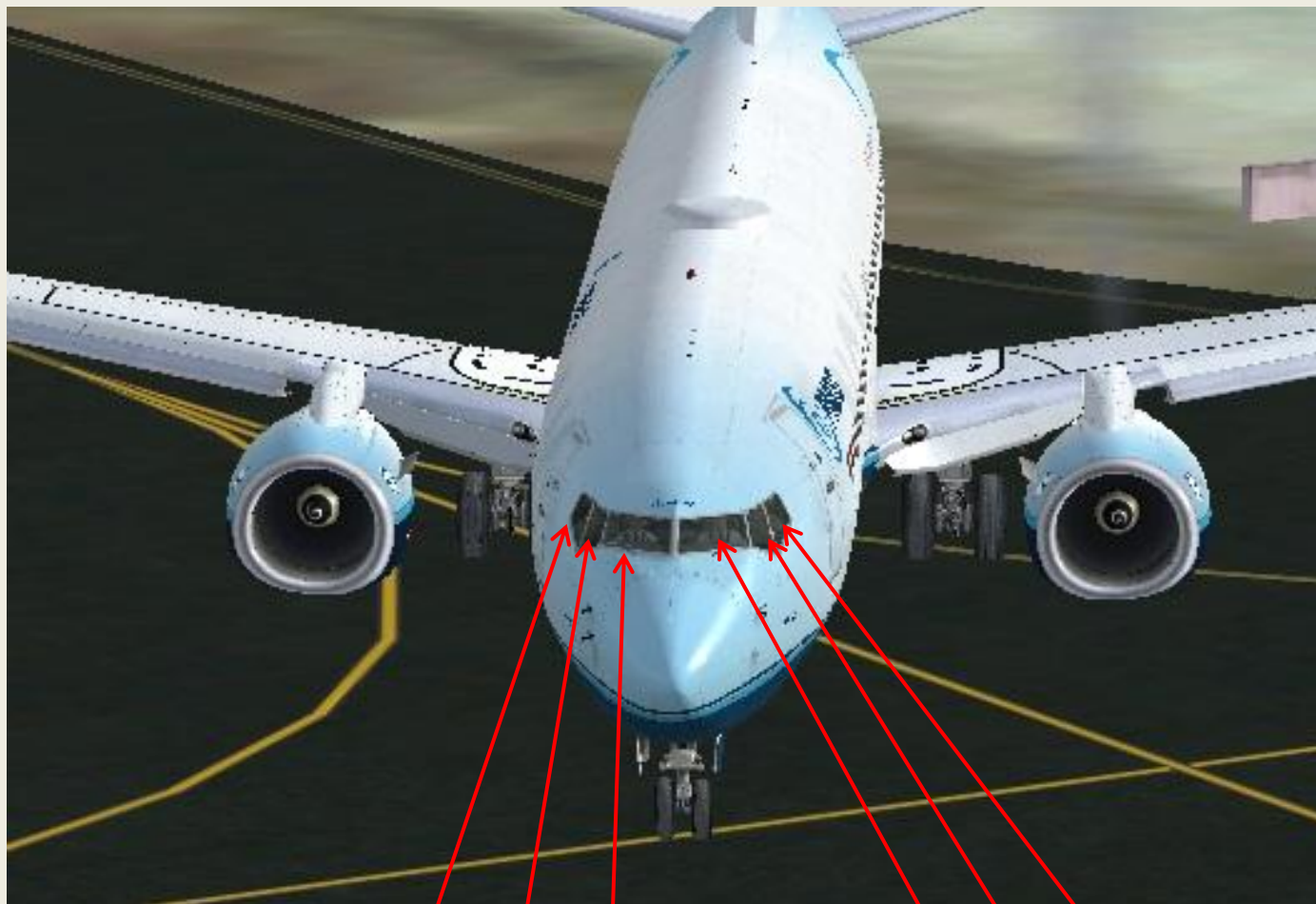
Vamos a rodar desde el punto en el que hemos acabado el retroceso hasta el punto de espera de la pista 13 (pista14 en el simulador si no está actualizado). Para llegar al punto de espera deberemos entrar en la vía de rodaje T por la puerta D8 y llegar a HN1R (en el simulador solo hay dos puntos de espera HN1R y HN1L, si habéis descargado el escenario de Málaga de Airhispania tendréis el escenario como se ve en la carta de rodaje)

Si os fijáis, para entrar a la rodadura, hay que hacer dos virajes de 90º; primero a la izquierda y luego a la derecha y luego virar de nuevo a la izquierda para llegar al punto de espera.

Rodar bien es importante (al menos en la realidad, en la simulación, si te sales de la pista con el tren principal no pasa nada). Pero, en este tutorial, vamos a aplicar las normas mas cercanas a la realidad.

En la cabina de vuelo (cockpit), hay 6 ventanillas (3 para el piloto y otras 3 para el copiloto)

# PROCEDIMIENTO DE RODAJE



Ventanilla 3R

2R

1R

Ventanilla 1L

2L

3L

NOMENCLATURA DE LAS VENTANILLAS (vista exterior)

# PROCEDIMIENTO DE RODAJE



NOMENCLATURA DE LAS VENTANILLAS (vista interior)

# PROCEDIMIENTO DE RODAJE

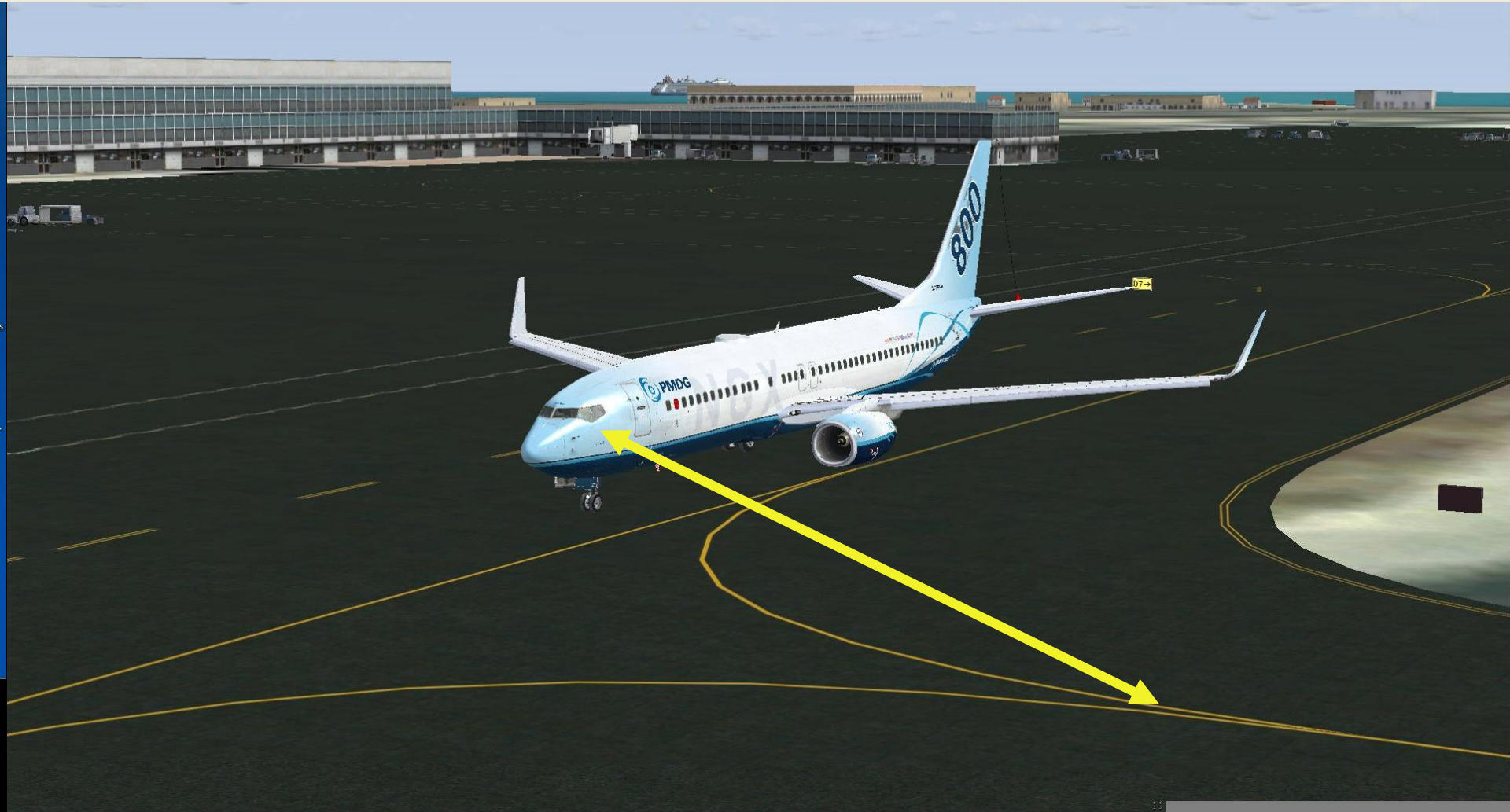
## NORMAS DE RODAJE

La **velocidad de rodaje** deben ser controlada durante nuestro rodaje, sobre todo cuando la pista activa está a cierta distancia de la puerta de embarque. La velocidad de rodaje normal es de, aproximadamente, hasta 20 nudos. En las rutas de rodaje largo recto, se puede rodar hasta 30 nudos máximo . Al acercarse a un viraje, la velocidad debe reducirse hasta 10 nudos o menos

**Virajes de menos de 90 grados:** Para estos virajes, sobrepasar con las ruedas de morro un poco más allá de la línea central. Lo suficiente para mantener el tren de aterrizaje principal cerca de la línea central.

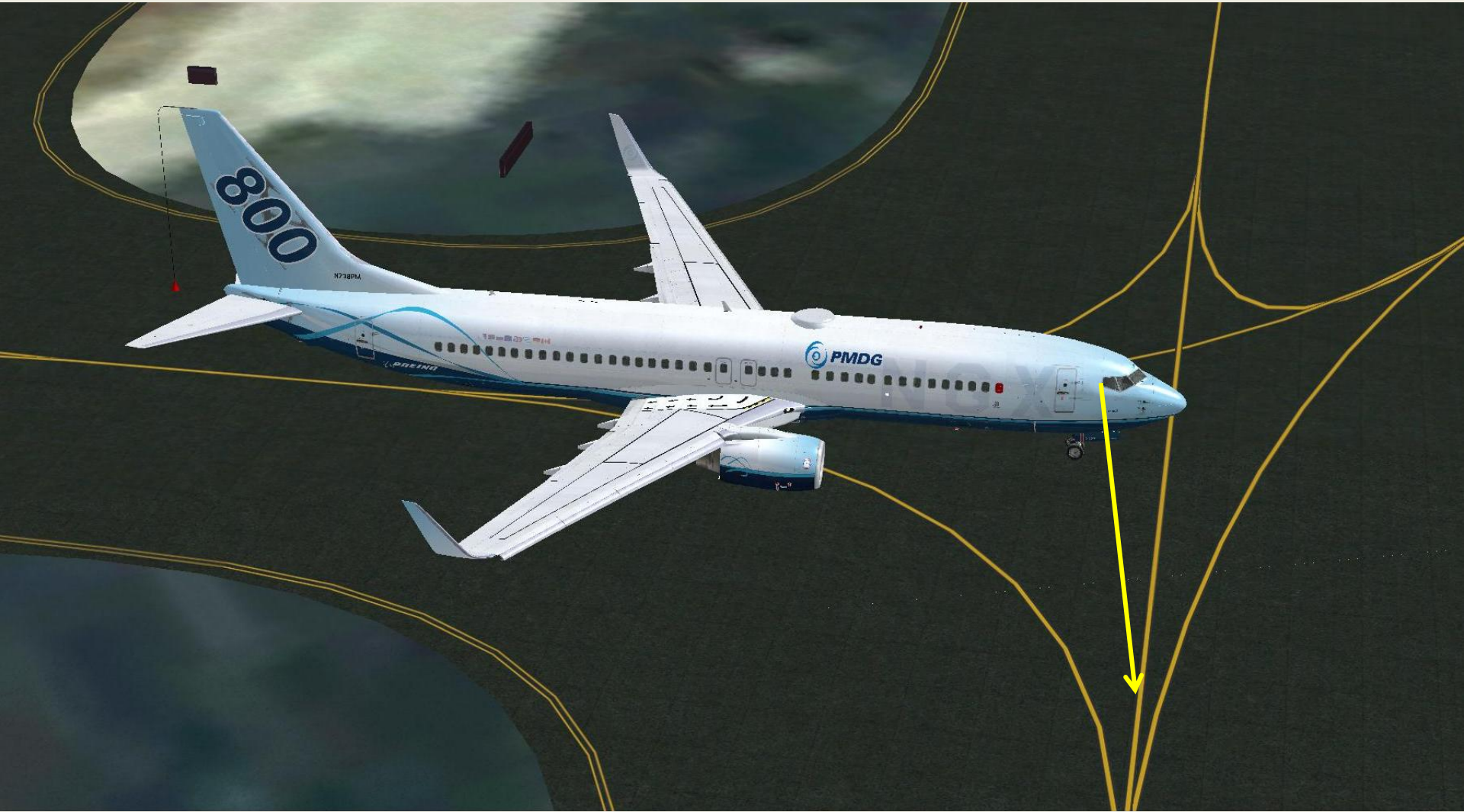
**Virajes de 90 grados o mas:** En estos virajes hay que tener referencias dentro de la cabina del avión, Como el piloto va adelantado 1.6 m en relación al eje delantero una buena opción es usar la ventanilla 3 como punto de referencia (3L para virajes a la izquierda, 3R para virajes a la derecha). Cuando la línea central de la calle por donde debemos virar se acerca aproximadamente el centro de la ventana número tres, iniciar el viraje usando toda la capacidad de giro del tren delantero. A medida que el avión se va centrando en la nueva pista ajustar el giro de la rueda de morro para ir centrándolo a la línea central de la nueva rodadura

# PROCEDIMIENTO DE RODAJE



Primer viraje: a la izquierda para pasar por D8. Vemos como se aproxima la línea central de D8 hacia las ventanillas de la izquierda, listos para virar a izquierda 90°

# PROCEDIMIENTO DE RODAJE



Segundo viraje: a la derecha para seguir la rodadura T.

# PROCEDIMIENTO DE RODAJE



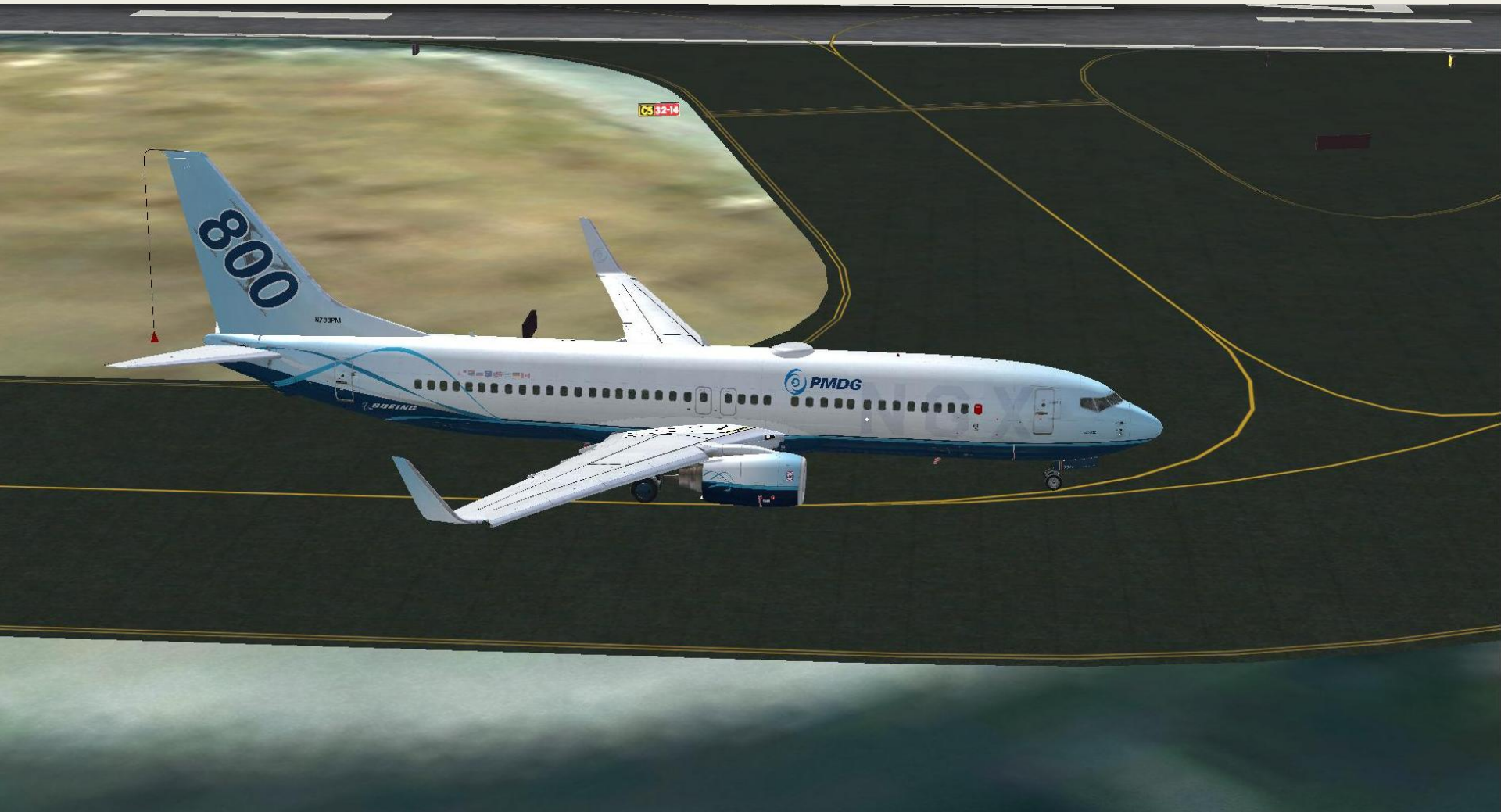
Segundo viraje visto desde la cabina. La línea central de la rodadura T esta alcanzando la ventanilla 3R, es el momento adecuado para empezar a virar (siempre por debajo de los 10 nudos)

# PROCEDIMIENTO DE RODAJE



Rodando por T, procurando mantener la velocidad controlada

# PROCEDIMIENTO DE RODAJE



Llegando a punto de espera, preparándonos para virar a la izquierda en dos ocasiones hasta alinear

# PROCEDIMIENTO DE RODAJE



Por fin, ALINEADOS Y LISTOS PARA DESPEGAR  
Recordar en este momento Transpondedor en modo C



## VUELO DE EJEMPLO

Antes de seguir adelante, vamos a ver algunos aspectos teóricos :

1. Gestión de vuelo.
2. Velocidad de maniobra.
3. Limitaciones del avión.
4. Fases de vuelo.

## Gestión de vuelo

Para volar el avión, el piloto debe decidir en cada momento como quiere llevar el avión. Esta gestión la podemos hacer de dos maneras: automática o manual. Para ello disponemos de una serie de herramientas que nos permiten comunicarnos con el avión (yoke, palancas de potencia, pedales, botones del MCP, etc.), transmitirle nuestra intenciones y que la aeronave las ejecute. Vamos a entretenernos en ellas.



# Gestión de vuelo manual

La gestión de vuelo manual es idéntica a la que podíamos tener con una pequeña avioneta; teniendo en cuenta los cambios obvios, debidos a las inercias, velocidades etc., que diferencian a una avioneta de estas aeronaves, para podernos anticipar adecuadamente a los requerimientos del procedimiento que vamos a volar.

Vuelvo a insistir, es el piloto quien esta al mando, no el avión ni sus instrumentos.

Para el vuelo manual disponemos de herramientas que nos permitirán realizar el mismo adecuadamente. Para el alabeo, la actitud de morro y para mantener vuelo recto y nivelado usaremos el YOKE, trimando adecuadamente el avión.

Si queremos hacer un vuelo estrictamente manual usaremos el panel de radio sintonizar las radio ayudas necesarias para el vuelo y luego podremos seguir las mismas con el RMI del avión.

Obviamente se puede hacer un vuelo largo, pero no es lógico usar este método con todas las ayudas que dispone la aeronave; sin embargo, para gustos están los colores.



## Gestión de vuelo manual

La segunda herramienta que podemos usar para un vuelo manual serán las barras de comando del director de vuelo.

Ya hemos visto como, al programar completamente un vuelo en el FMC hemos introducido la ruta, la altitud y velocidades. Cuando tenemos conectado el FD, vemos que en PFD aparecen dos rayas (vertical y horizontal) formando una cruz. Se trata de las barras de comando del director de vuelo reflejan una guía para seguir adecuadamente el plan de vuelo previsto sin necesidad de conectar el piloto automático; esto es, vuelo manual.

La barra horizontal da información sobre el ascenso o descenso, indicándonos si es necesario o no modificar la actitud del morro. Veréis que en la pantalla del PFD (ahora solo me refiero la horizontal) tenéis dos señales, la rosa (es el indicador del FD) y una negra con halo blanco que es la posición exacta del morro respecto al horizonte artificial (esto es, la actitud (pitch) del avión). El trabajo del piloto es conseguir que ambas marcas coincidan lo más exactamente posible.

La línea rosa vertical da información sobre el rumbo que lleva o debe llevar la aeronave. Si se desvía hacia la derecha o hacia la izquierda, el piloto debe alabear adecuadamente a fin de capturarla y volverla a centrar.

Fijaros si esta herramienta es importante que, en caso de frustrada, nos aporta una valiosísima información sobre como realizar esta, por ejemplo.



# Gestión de vuelo manual

La tercera ayuda que disponemos para el vuelo manual es el CWS (control wheel steering). ¿Qué es el CWS? Es un modo de vuelo en el cual el piloto maneja el modo alabeo y/o actitud, pero estas indicaciones son compensadas por el propio avión.

Para activar este modo se presiona CWS en el MCP.

En el PFD se lee en amarillo CWS R y/o CWS P.

El primero se refiere al alabeo (ROLL). El piloto hace el alabeo con el YOKE hasta alcanzar los grados deseados y el PA mantiene constante el alabeo. Para que este modo este funcionando correctamente se debe alabeo entre 6° y 30°. Por debajo de los 6° el avión activa el modo de HDG HOLD y mantiene las alas niveladas.

El segundo controla la actitud de morro (PITCH). El piloto automático mantendrá una actitud de morro constante determinada por el piloto al mover hacia adelante o atrás el YOKE. Para ello el estabilizador del trim de PA trabajara en limites de  $\pm 22^\circ$ .

Cuando tenemos el modo CWS activo el pitch y el alabeo permanecerán constantes en la posición que desee el piloto.

Podemos combinar ambos modos de uso del piloto automático CMD y CWS.

Si tenemos presionado CWS y deseamos mantener el rumbo, presionamos CMD y luego HDG. Movemos el yoke adelante o atrás y se activa el CWS P. En el PFD veremos en verde la indicación de CMD y HDG SEL y CWS P en amarillo. (PA maneja HDG y el piloto maneja el pitch).

Con CMD activo, VNAV, LVL CHG o V/S activos y queremos tener mando sobre la navegación lateral forzamos un poquito en la columna de mando el alabeo y se enciende en el PDF CMD y comandos de pitch en verde y CWS R en amarillo (el AP manda sobre sobre el pitch y el piloto sobre la navegación horizontal).

En el panel frontal, se enciende la alarma A/P P/RST.



# Gestión de vuelo automático

Para volar en modo automático deberemos usar el piloto automático y seleccionar un modo determinado de control instrumental.

Para ello usaremos el piloto automático en CMD (A o B, es indiferente).

El primer método que podemos usar son los modos LNAV y VNAV.

Si deseamos que sea el FMC quien dirija la aeronave, tanto en modo horizontal (LNAV) como vertical (VNAV), pulsaremos los botones correspondientes en el MCP para activar el modo LNAV y VNAV. El FMC asume el control del avión y prosigue el vuelo tal como previamente lo habíamos introducido.

Con este modo, el avión ajusta automáticamente la velocidad y V/S para el ascenso y/o el descenso y la velocidad de crucero. Así como todo lo relacionado con la navegación lateral (virajes en diferentes puntos de ruta, etc.).

En el FMC podemos modificar ciertos parámetros; como es el de la velocidad (cambiando los valores en la página correspondiente (CLB, CRZ o DESC), nuevos puntos (en LEGS). Ya veremos algo de ello mas adelante y como combinar con otros modos de vuelo.



# Gestión de vuelo automático

La segunda opción es usar los diferentes modos del MCP. El MCP se puede considerar como una interface para que el piloto pueda interaccionar con el avión.

Existen varios modos:

1. Modo LNAV y VNAV (ya visto en la página anterior).
2. Modo velocidad: La velocidad la mantendremos mediante IAS/MACH.
3. Modo rumbo: El rumbo con HDG SEL.
4. Modos de Ascenso o descenso: Modo LVL CHG o Modo V/S. La diferencia entre LVL CHG y V/S es que en el primero la velocidad permanece constante (la que tengamos marcado) y los pies de ascenso/descenso variables. En el segundo modo (V/S) el variómetro estará fijo y la velocidad del avión variara.
5. La altitud de crucero se mantendrá con el botón ALTITUDE. Si por algún motivo deseamos detener el ascenso/descenso pulsamos la tecla ALT HLD.

Podemos usar varias combinaciones. Por ejemplo, deseamos que la navegación lateral sea controlada por el FMC y el ascenso controlado por nosotros. Simplemente mantendremos pulsado LNAV y modificaremos la altitud mediante el modo LVL CHG o V/S y ajustaremos la velocidad en IAS/MACH. Si por el contrario, deseamos tener solo el control de la navegación lateral, pulsaremos VNAV y seleccionaremos el rumbo pulsando posteriormente el botón HDG SEL.



## VELOCIDAD DE MANIOBRA

Posición Flaps	Todos los pesos
Flaps UP	VREF 40 + 70
Flaps 1	VREF 40 + 50
Flaps 5	VREF 40 + 30
Flaps 10	VREF 40 + 30
Flaps 15	VREF 40 + 20
Flaps 25	VREF 40 + 10
Flaps 30	VREF 30
Flaps 40	VREF 40

La VREF la podéis encontrar en el FMC en la página de APPROACH.

Para los más novatos, en el FMC pulsáis INDEX (LSK6L) y os salen todas las opciones (ver pagina siguiente)

Página INDEX  
Pulsáis LSK5L (APPROACH)



Aquí tenéis la página APPROACH  
Podéis ver la VREF para 15°, 30° y 40° de flaps



Pulsáis INDEX



En estas imágenes las unidades están en Kg.

# Limitaciones del avión

		LIMITACIONES
Pendiente pista		+/- 2%
Máximo componente de viento en cola para despegue/aterrizaje		10 nudos
Viento cruzado		36 nudos
Aterrizaje automático:	Viento en cara Viento cruzado Viento en cola	25 nudos 20 nudos 10 nudos
Piloto automático	En despegue: No conectar debajo de En aterrizaje: desconectar	400 pies 50 pies inferior a MDA
Velocidades	VMO En turbulencias Altitud máxima para extensión flaps Flaps 1 Flaps 2 Flaps 5 Flaps 10 Flaps 15 Flaps 25 Flaps 30 Flaps 40 Tren aterrizaje Velocidad máxima neumaticos en tierra	340 nudos/.82 M 280 Kias/.76M 20,000 pies 250 nudos 250 nudos 250 nudos 210 nudos 200 nudos 190 nudos 175 nudos 162 nudos 270 nudos/.82M 195 nudos

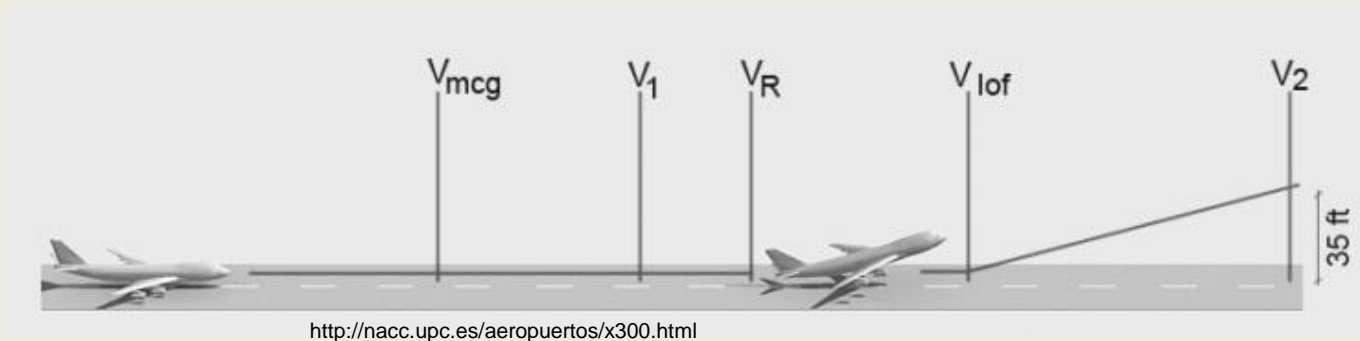
## Fases de vuelo

1. DESPEGUE Y ASCENSO INICIAL
2. ASCENSO
3. CRUCERO
4. DESCENSO
5. APROXIMACION
6. ATERRIZAJE

Opcionalmente:

- a) ESPERAS
- b) FRUSTRADA

# DESPEGUE Y ASCENSO INICIAL



En el FMC hemos calculado las velocidades del despegue  $V_1$ ,  $V_R$  y  $V_2$ . Si lo queremos complicar, estas velocidades se pueden calcular empleando las tablas de BOEING (en este caso aplicaremos las tablas de velocidades dependiendo de los flaps que vamos a usar, ajustando la temperatura, altitud, pendiente de la pista y viento).

Durante la carrera de despegue tendremos que tener en cuenta algunas consideraciones:

1. Aplicamos potencia hasta que se alcanza el 40% en N1.
2. Esperamos que ambos motores se estabilicen (esta fase del despegue se puede hacer con frenos aplicados). Liberamos frenos, si es preciso, y pulsamos TOGA.
3. En el esquema de arriba, vemos varias velocidades:

□  **$V_{mCG}$**  (velocidad mínima de control en tierra) es la velocidad mínima para obtener mando sobre los timones de dirección. Se calcula en tablas teniendo en cuenta temperaturas y altitud del campo (para 15° C y altitud 0 pies, la  $V_{mCG}$  es 104 nudos).

□  **$V_1$**  (velocidad decisión) velocidad crítica en despegue, si el motor falla antes de llegar a ella, obligatoriamente hay que abortar el despegue, mientras que si el motor falla después, obligatoriamente hay que continuarlo e irse al aire para volver a aterrizar después.

□  **$V_R$**  velocidad de rotación.

□  **$V_{lof}$**  (lift-off o despegue) Se alcanza 3 o 4 segundos después de haber superado la  $V_R$ . Es el momento en el cual el avión despegue de la pista.

□  **$V_2$**  (velocidad mínima de seguridad), debe alcanzarse al superar los 35 pies sobre la pista.

## DESPEGUE Y ASCENSO INICIAL

Si seguimos hablando de un modo absolutamente teórico, el despegue lo podemos considerar en 4 segmentos (no obstante, en el momento del despegue lo único que le preocupa al piloto es irse al aire con seguridad):

- **1º Segmento:** Desde que se liberan frenos hasta alcanzar  $V_2$ . Superando  $V_1$ , el avión tiene potencia de despegue. Flaps en posición de despegue.
- **2º Segmento:** Empieza desde el momento de recoger el tren y acaba al alcanzar la altitud de aceleración. Flaps en posición despegue.
- **3º Segmento:** Empieza al nivelar el avión y acaba cuando se alcanza el comienzo del segmento final. Se limpia el avión.
- **4º Segmento:** Se empieza a ascender de nuevo, configuración de crucero, y finaliza al superar los 1500 pies.

Note: For an immediate turn after takeoff, maintain initial climb speed with takeoff flaps while maneuvering. Follow AFDS bank limits.

Engage the autopilot when above minimum altitude for autopilot engagement (2 engines) or after a roll mode and LVL CHG are engaged (1 engine).

### Flaps up

- Select VNAV (2 engines)
- At flaps up speed, select LVL CHG (1 engine)
- Select CON thrust (1 engine)
- Do the NNC (as needed)
- Do the After Takeoff checklist

### Initial climb speed

- V2+15 to V2+25 knots, or
- V2 to V2+20 knots (1 engine)

### Thrust reduction height

- Select or verify climb thrust (2 engines)

### Take-off roll

- Set takeoff thrust by 60 knots
- Monitor airspeed
- Maintain light forward pressure

### Acceleration height

- Set flaps up maneuvering speed
- Retract flaps on schedule

### Positive rate of climb

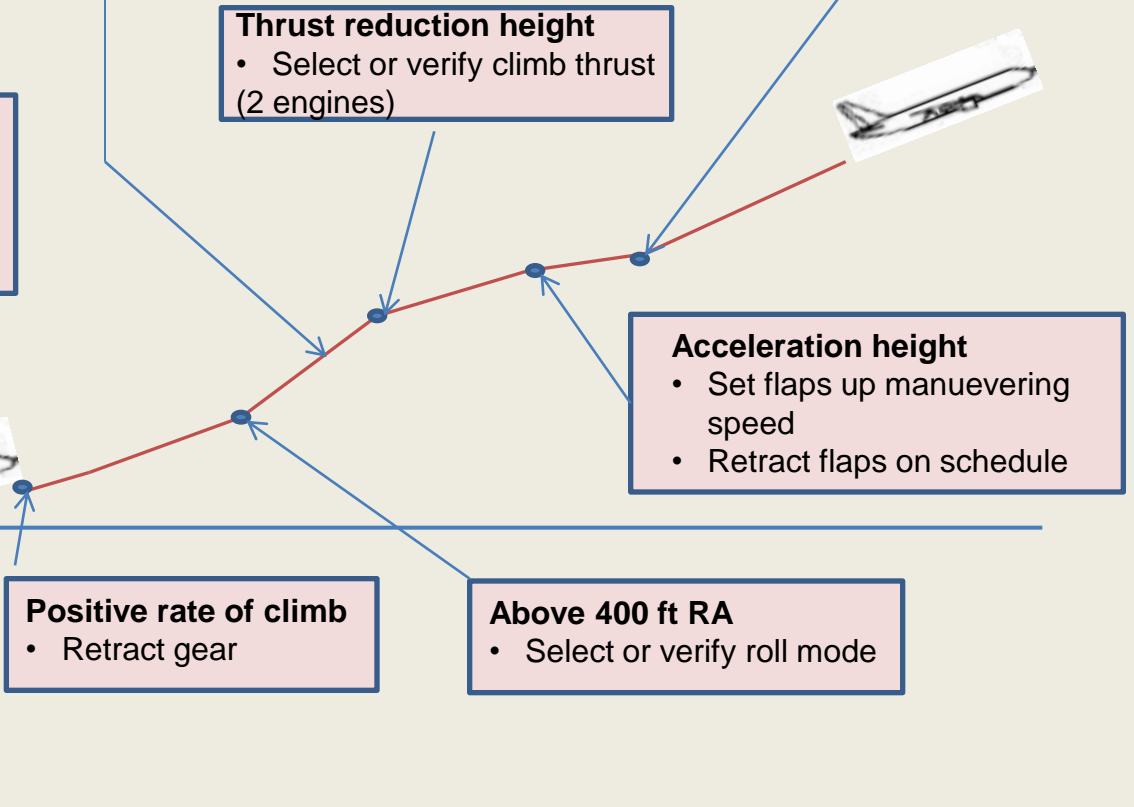
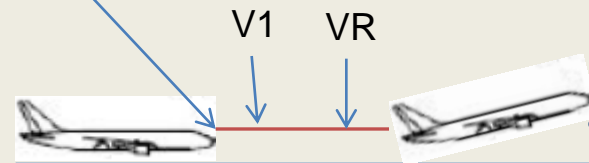
- Retract gear

### Above 400 ft RA

- Select or verify roll mode

### Thrust set

- Manually advance thrust to stabilize
- Push TO/GA



# DESPEGUE Y ASCENSO INICIAL

Durante el despegue, siempre es recomendable usar el autothrottle (AT) y el Flight director (FD); aunque no se debe hacer caso de las barras de comando del FD hasta superar la velocidad de Litloff.

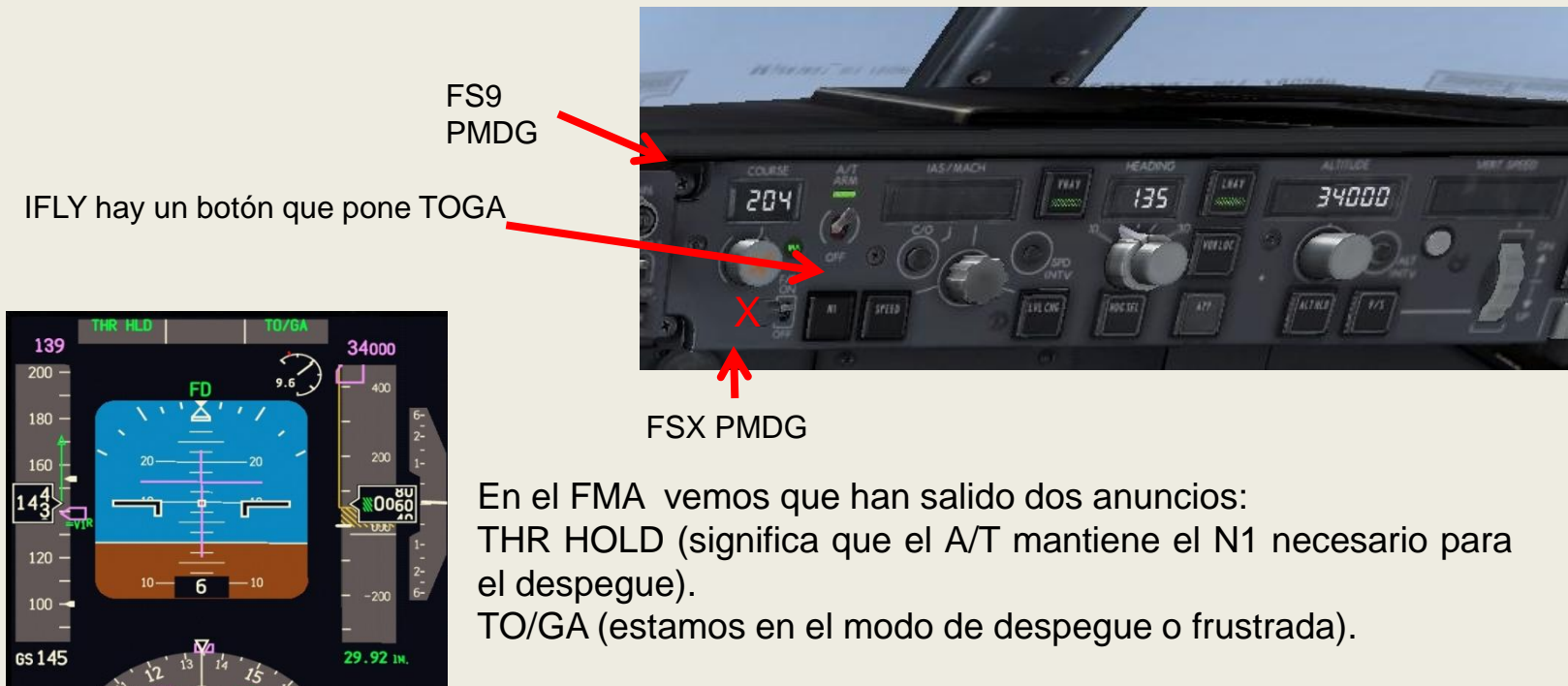
Asegurarse de la configuración de despegue:

- ❖ flaps necesarios (en este caso usamos FLAP 5).
- ❖ Frenos automáticos en RTO.
- ❖ V2 en MCP.
- ❖ El procedimiento de salida esta adecuadamente puesto en el FMC (CDU).

Alineados en la pista, aplicamos potencia lentamente hasta que ambos motores se estabilicen al 40% de N1, soltamos frenos (en caso de tenerlos pisados), pulsamos el botón de TOGA (cada simulador lo tiene en un sitio diferente). Si queréis usar los comandos del teclado usar la combinación de CTR+Mayusculas+G. En la imagen de abajo podéis ver el comando en cada simulador.

FS9 PMDG

IFLY hay un botón que pone TOGA



FSX PMDG

En el FMA vemos que han salido dos anuncios:  
THR HOLD (significa que el A/T mantiene el N1 necesario para el despegue).  
TO/GA (estamos en el modo de despegue o frustrada).

## DESPEGUE Y ASCENSO INICIAL

Al dar potencia, se debe aplicar una ligera presión de la columna de mando (cuernos, yoke) hacia adelante para evitar que la rueda de morro se levante. Al llegar a la  $V_{mcg}$  aflojar esa presión y dirigir el avión con timones de dirección bien alineados en la pista. Al alcanzar la  $V_r$  se procede a la rotación tirando de la columna de mando hacia atrás con suavidad. Hasta superar los 35 pies no poner más de  $7^\circ$ - $9^\circ$  de morro arriba para evitar dar con la cola del avión en la pista. Con flaps 5, la actitud de morro arriba al alcanzar el liftoff debe ser de  $8^\circ$  (recordar que en este avión (B738NG) una rotación de  $11^\circ$  supone rozar la cola en la pista). Después de superar los 35 pies deberemos estar en  $V_2$ . subir el morro hasta  $15^\circ$  -  $16^\circ$  y dejar acelerar el avión hasta  $V_2+15$ . Con ascenso positivo, subir el tren. Normalmente, el modo VNAV suele estar armado durante el despegue y se activa superando los 400 pies AGL. Alcanzando la altitud de aceleración, el avión baja ligeramente el morro para acelerar y poder limpiar el avión, según el esquema previsto en la cinta de velocidad (en la página siguiente veremos el esquema de retirada de flaps en el caso, que por algún motivo este dato haya desaparecido de la cinta de velocidad). Luego ya procedemos al ascenso, mediante el empuje seleccionado.



## DESPEGUE Y ASCENSO INICIAL

A veces, las velocidades grabadas en la cinta de velocidades se pierden. En estos casos, deberemos conocer las velocidades para limpiar el avión.

Flaps de despegue	En la cinta de velocidad	Velocidad de transición de flaps	Flaps seleccionados
5	V2+15	V2+15	1
1	1	Vref 40 + 50	Up

El alabeo esta limitado a 15º hasta alcanzar V2+15

# DESPEGUE Y ASCENSO INICIAL

## DIRECTRICES PARA DESPEGUE CON VIENTO CRUZADO

Estas directrices son una ayuda para que cada piloto desarrolle sus normas de operación en caso de viento cruzado. Estas normas se basan en las condiciones mas adversas.

Condiciones pista	Componente de viento cruzado
Seca	Sin winglets 36
	Con winglets 34
Mojada	25
Encharcamiento/aguanieve	15
Nieve	25
hielo	15

Importante hacer un buen alineamiento a la pista y aplicación simétrica muy suave de potencia.

Usar en estos casos la máxima potencia de motores .

Ligera aplicación de la columna de control hacia adelante hasta 80 nudos.

Cualquier desviación de la línea central debe ser corregida con extrema suavidad, evitando el exceso de control de la rueda de morro.

Entre VR y Voff, corregir el desplazamiento del viento con timones de dirección, manteniendo las alas niveladas.

Evitar la rotación durante un ráfaga. Si esta ocurre cerca de la VR, retrasar la rotación. Este retraso permite una mayor de la aceleración y mejorando el margen de tail clearance.

Nunca superar  $V_{ref} + 20$ .

# DESPEGUE Y ASCENSO INICIAL

Ascenso positivo, tren arriba.

Superando los 35 pies, para abandonar el efecto suelo, actitud de morro sobre  $15^{\circ}$  -  $18^{\circ}$ . Aumentar la velocidad y proceder a limpiar la aeronave.



# ASCENSO

Si hemos indicado reducción de empuje para el ascenso en la pagina N1 LIMIT, el avión iniciará el ascenso con una reducción del 10% (CLB1) o 20% (CLB2). Estas reducciones irán desapareciendo gradualmente hasta que la potencia de ascenso normal sea restaurada.

El esquema de ascenso viene determinado en el FMC; incluyendo todas las restricciones de altitud.

En caso de no disponibilidad de datos en el FMC, podemos mantener el siguiente esquema:

Debajo de 10000 pies: 250 nudos/ Vref40 + 70

Encima de 10000 pies: 280 nudos/0.78 M





# ASCENSO

Ejemplo2.- Iniciada la fase de ascenso podemos cambiar el modo (recordar, es un ejemplo). En este otro caso hemos decidido que el FMC gestione VNAV y LNAV. El avión completará la SID de manera automática.



En el PFD vemos FMA: N1, VNAV SPD y LNAV en verde.  
Si miramos el MCP, vemos que CMD A, LNAV y VNAV están conectados.  
La altitud esta a FL 340.

# ASCENSO

No siempre se puede subir directamente a nivel final. Si por cualquier motivo, indicaciones de control o necesidades de tráfico, hemos tenido que subir a un nivel intermedio; por ejemplo, al nivel inicial, al ser autorizado a continuar el ascenso ponemos el nuevo nivel en el MCP (casilla altitud, en este caso FL340) y pulsamos el botón ALT INTV. Inmediatamente el avión comienza a ascender de nuevo.



El interruptor ALT INTV permite también controlar las restricciones de altitud en ascenso y descenso. Pulsándolo en dos ocasiones, se elimina la primera restricción y el avión sube o baja hasta la siguiente restricción. Muy útil para usarlo en situaciones de descenso. De la misma manera, podemos intervenir en la velocidad usando SPD INTV.

# ASCENSO

En el EHSI podemos ver donde esta el punto donde finaliza el ascenso (T/C) y un arco verde que indica en que punto de la ruta habremos alcanzado el ascenso actual hasta la altitud que tenemos marcada.



En el EFIS podemos poner la presión atmosférica en IN o HPA. Pulsando con el ratón en el círculo exterior ajustamos las unidades de medida. En círculo interior se puede subir o bajar la presión. Al sobrepasar la altura de transición, parpadea la presión en el PFD. Pulsamos en el centro del botón y se establece la presión estándar (STD).



Presión atmosférica en pulgadas (IN).



Presión atmosférica en hectopascales o milibares (HPA).



Valoraremos:

- a. Altitud
- b. Velocidad
- c. Combustible
- d. Otros aspectos

# CRUCERO

## Altitud

La altitud máxima es la altitud más alta a la cual puede operar el avión. En este modelo está certificado para altitud máxima de 41000 pies.

La altitud óptima es la altitud de crucero en la cual el avión opera con los mínimos costes; está determinada por distancia a volar, índice de coste y peso total (GW). En cada vuelo, la altitud óptima va a ir incrementándose a medida que el avión pierde peso por consumo de combustible (especialmente en vuelos de largo radio). El segmento de crucero mínimo es 1 minuto. En los vuelos cortos, la altitud de crucero se determina equilibrando entre los costes mínimos y los requerimientos de tiempo mínimo de crucero.

En el FMC se indica la altitud óptima, siempre inferior a la altitud máxima certificada (estructural).

Así mismo, tendremos que tener en cuenta la **Altitud limitada por empuje** (es la altitud a la que se dispone de suficiente empuje para proporcionar una determinada tasa mínima de ascenso).

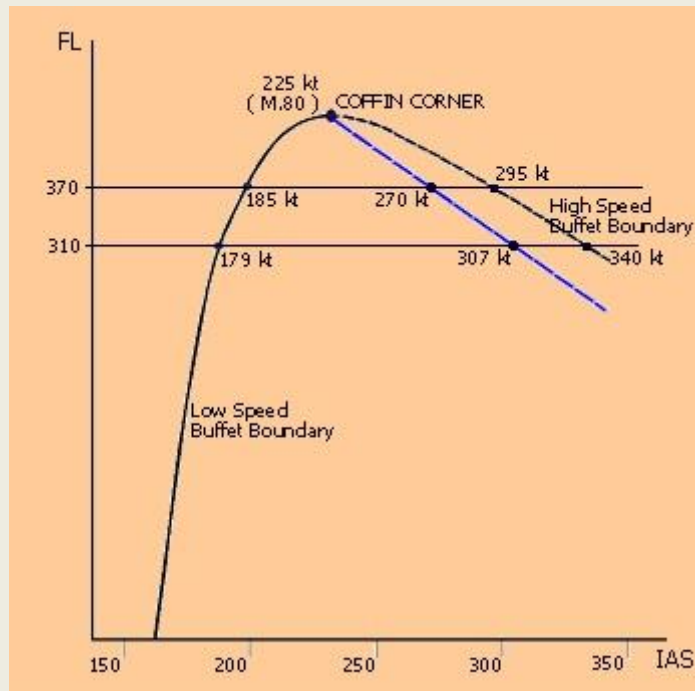
Otro concepto importante es la **Altitud de maniobra limitada o Buffet** (altitud en la que el margen de maniobra es menor a la especificada para este avión). Vuelos por encima de la altitud óptima van pueden producir una reducción de maniobra por limitación del margen de potencia. Además, estos márgenes se verán ampliamente reducidos por bajas temperatura o turbulencias.

Explicaremos un poquito esto del BUFFET.

# CRUCERO

## Altitud

Antes de alcanzar la pérdida el avión se verá afectado por fenómenos y comportamientos particulares (alabeo, cabeceo, vibraciones, sacudidas, temblores, etc.), que están indicando la proximidad de una condición crítica. A esto se lo conoce como Initial Buffet Boundary y a su velocidad correspondiente como Initial Buffet Speed. El conocimiento de estos fenómenos es importante tanto para percibir la proximidad de la pérdida por baja velocidad (Low speed stall) como para sentir la proximidad de la pérdida por alta velocidad (high speed stall). Buffet se puede traducir al español como bataneo (Es una inestabilidad de altas frecuencias causada por la desconexión del flujo de aire de un flap u oscilaciones de onda de choque). Se trata de una vibración forzada aleatoria.



# CRUCERO

## Velocidad

La velocidad de crucero es calculada automáticamente por el FMC y se puede ver en la página de crucero (CRZ).

Por defecto, la velocidad de crucero es establecida en el modo económico (ECON) y se calcula en función del peso total, altitud de crucero, índice de coste y componente de viento.

Sin embargo, el piloto puede manipular esta velocidad mediante correcciones en el FMC (crucero de radio largo, modo de fallo de motor, sobrescribiendo un MACH fijo o el valor del CAS (Velocidad calibrada) en la página de crucero, etc.).

# CRUCERO

## Combustible

El combustible necesario esta basado en ciertas condiciones asumidas (peso despegue, altitud y velocidad de crucero, ruta, viento en ruta, temperatura). Estas condiciones pueden cambiar (temperatura superior a la planeada, menor altitud de crucero, crucero 2000 pies por encima de la altitud óptima, velocidad superior, componente de viento en cara mas fuerte de lo esperado, etc.)

¿Como penalizan estas situaciones el consumo de combustible?

Condiciones	Incremento de combustible (%)
ISA + 10°C	1
2000 pies encima/debajo de la altitud optima	1 – 2
4000 pies encima/debajo de la altitud optima	3 – 5
8000 pies encima/debajo de la altitud optima	8 – 14
Velocidad crucero 0.01M por encima LRC	1 - 2

En el calculo de combustible, podemos añadir extras para minimizar estas penalizaciones

## CRUCERO

En este vuelo, nuestro nivel de crucero es FL340 (6000 pies inferior a la altitud óptima). Ello supone aproximadamente un 6% de penalización en combustible. El fuel calculado para el vuelo completo es de 11,345 libras, para compensar esta penalización hemos añadido un extra de 655 libras (hasta completar las 12,000 libras de fuel).

# CRUCERO

## Otros aspectos

### Puntos de ruta

Se pueden introducir manualmente nuevos puntos en la ruta:

- **VOR y NDB:** simplemente introducir el identificador de la radioayuda. Por ejemplo, el VOR de FARO (VFA). Se introduce VFA y ya está.
- **Nombres de fijos:** Se introducen de la misma manera.
- **Puntos definidos por latitud/longitud:** con el formato N (S) BBBB.BW (S) CCCCC.C (N3657.7W00657.7). En el FMC aparece como WPT01, WPT02, etc.
- **Puntos de Radial (marcación)/distancia referida a VOR (NDB):** Formato VFA310/10 (nombre de la radioayuda, radial (marcación) / distancia en millas En el FMC aparece como VFA01, etc.

Usando este método es posible introducir un arco DME, introduciendo varios puntos sobre un fijo determinado con radiales crecientes o decrecientes a una distancia fija.

- **Intersección entre dos radioayudas:** permite poner un punto ficticio en el punto de intersección de dos radiales (marcaciones de dos radioayudas. Formato VOR1 (NDB1) radial (marcación)/ VOR 2 (NDB2) radial (marcación). Por ejemplo ESP 200/VFA 330. Se vea con el nombre de la primera radioayuda (en este caso como ESP01, etc.).

# CRUCERO

## PREPARACIÓN DE LA LLEGADA

Si no lo hemos hecho previamente, durante el crucero es un buen momento de preparar la llegada.

- 1) Para ello, abrimos la página de DEP/ARR.
- 2) Seleccionamos las llegadas de LPPT (LSK2R).
- 3) Recordar que es importante el orden.
- 4) Seleccionamos en la columna derecha la pista correcta, indicando que tipo de aproximación deseamos (ILS, VOR, NDB); en este caso usaremos el ILS para la pista 03 (ILS03).
- 5) En la columna de la izquierda seleccionamos la STAR correcta. Para nosotros ESP7A.
- 6) En el último lugar seleccionamos el IAF (CP).
- 7) Presionamos la tecla EXEC y activamos la llegada completa.



# CRUCERO

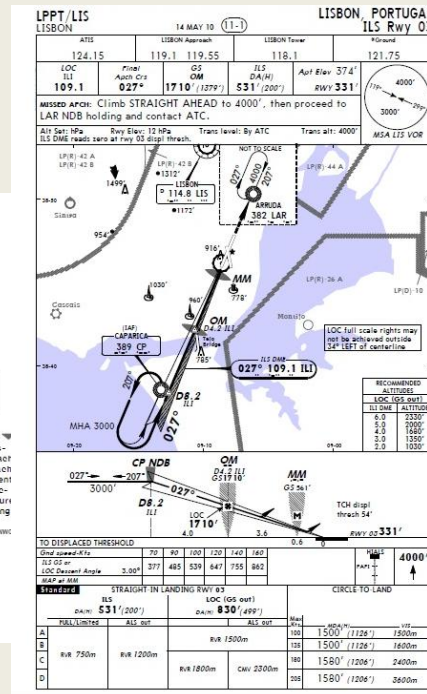
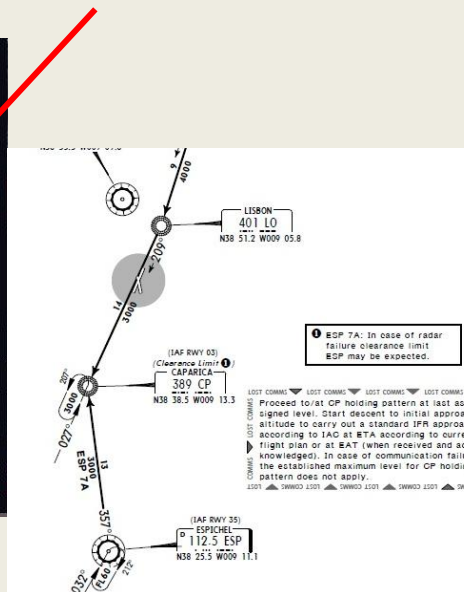
# PREPARACIÓN DE LA LLEGADA

- Comprobamos en el FMC que no hay discontinuidades, en el modo PLAN (recordar que para ver punto a punto en la pagina LEGS hay que pulsar LSK6R (STEP).
- Confirmamos con la carta que los datos son correctos. Velocidades y alturas se pueden introducir aplicando el siguiente formato
  - Velocidad y altura: **XXX/YYYY**
  - Velocidad: **XXX/**
  - Altura: **/YYYY**

Veréis que los demás datos se actualizan automáticamente.

No olvidar que este procedimiento lo podéis hacer, también, antes de salir siempre que dispongamos de la información meteorológica completa. Si en vuelo, hay que cambiar los datos de la llegada, hacer el procedimiento descrito.

Los circulitos verdes que veis en el EHSI corresponden a puntos de desaceleración. Veis uno después de ESP.



# DESCENSO

Antes de iniciar el descenso deberemos abrir la página DES en el FMC para indicarle los datos necesarios.



En la pantalla de descenso disponemos de mucha información (recordar que estos datos se pueden modificar):

1. E/D ALT: Final del descenso.
2. TGT SPD: Velocidad a mantener.
3. SPD REST: Restricciones de velocidad en el descenso.
4. TO T/D: Distancia al punto de inicio del descenso y una estimación de la hora de llegada a dicho punto.
5. FPA: Angulo de descenso actual.
6. V/B: Perfil vertical de descenso.
7. V/S: Velocidad requerida para cumplir con V/B.

Ahora hablaremos del FORECAST

# DESCENSO

Durante el descenso es necesario decirle al avión cuál es el nivel de transición, para que, una vez alcanzado este pongamos el QNH necesario y que así la altitud sea correcta (evitaremos conflictos en la llegada).



Para ello abrimos la pagina de descenso (DES). Vemos en LSK6L FORECAST, lo pulsamos.

1. En LSK1L viene el nivel de transición. Es 1000 pies superior a la altura de transición (se deberán tener en cuenta los cambios en QNH). En este caso, con QNH 1013, en Lisboa la altura de transición es de 4000, con lo cual tendremos un nivel de transición de 5000 pies. Recordar, por encima son niveles de vuelo y por debajo altitudes.
2. En LSK1R vemos TAI ON/OFF. Aquí deberemos indicar las altitudes esperadas en donde se deban usar los anti hielo.
3. ISA DEV: media de las condiciones atmosféricas estándar.
4. QNH: Calado del altímetro en llegada.
5. Después se dispone de tres campos para introducir el pronostico de viento (velocidad, dirección y altitud). Entre las diferentes entradas, el FMC hace una interpolación lineal.



# DESCENSO

## Velocidad

La velocidad de descenso establecida por el FMC es el descenso más económico desde la altitud de crucero a la altitud de transición del aeropuerto de llegada. Una vez allí, la velocidad se ajusta a las restricciones del aeropuerto, menos 10 nudos.

Según necesidades, se puede modificar esta velocidad de descenso económico en la página de DES estableciendo los valores de Mach, MACH/IAS o IAS.

## Senda de descenso

La senda de descenso es el método más económico establecida por el FMC desde la altitud de crucero hasta, al menos, un límite de altitud relacionado con un punto de la ruta.

La senda se establece según un esquema de velocidad de descenso.

En la página DESCENT FORECAST se reflejan los diferentes datos (altitud en donde se sospecha que los anti hielos serán necesarios, QNH de llegada, viento a diferentes altitudes) que previamente se han introducido en el FMC.

Los límites de descenso y velocidad pueden ser introducidos automática ó manualmente.

El plan de descenso debe ser realizado de tal manera que, si planeamos una llegada directa a la pista, estemos en una velocidad operacional de flaps arriba 12 millas fuera de la pista. Si debemos hacer una aproximación abeam esta velocidad deberá estar establecida unas 8 millas fuera.

Un buen modo de chequear que el plan de descenso es correcto es estar a 10,000 pies AGL a 250 nudos 30 millas antes de llegar al campo.

A veces perder velocidad puede ser difícil. Un buen consejo es planificar sabiendo que:

- Para reducir de 280 a 250 nudos se suele precisar 2NM y 25 segundos.
- Para reducir a velocidad de flaps arriba, se suele tardar 3NM y 35 segundos.

Usando speedbrakes estos tiempos y distancias se pueden reducir al 50%.

**RECORDAR**, los descensos se deben hacer siempre con configuración limpia. Solo extender flaps en la zona terminal del aeropuerto, y siempre que las condiciones lo requieran. Normalmente se deben seleccionar flaps 5 antes de llegar al fijo de aproximación o justo antes de entrar en viento en cola para una aproximación visual.

# DESCENSO

Velocidad objetivo	Ratio de descenso (típico)	
	Limpio	Con speedbrake
0,78M/280 nudos	2200 ppm	3100 ppm
250 nudos	1700 ppm	2300 ppm
VREF 40 + 70	1100 ppm	1400 ppm

Ppm = pies por minuto

Normalmente, el descenso se hace con la potencia en IDLE y configuración limpia (no speedbrakes).

Los speedbrakes deben ser usados para corregir el perfil de descenso si prevemos que llegaremos demasiado altos o demasiado rápidos.

El procedimiento de descenso es iniciado justo antes que el avión abandone el nivel de crucero y finaliza al alcanzar 10000 pies MSL o al alcanzar el nivel de transición (elegir siempre el inferior). A partir de ese punto estaremos en la fase de aproximación.

# DESCENSO

La gestión del descenso la podemos hacer mediante:

1. FMC (existen tres modos disponibles de descenso (ECON, RTA y velocidad seleccionada)
2. LVL CHG
3. V/S
4. CWS P

En el EHSI podemos ver el punto de inicio de descenso T/D



# DESCENSO

En el MCP ponemos la altitud a la que deseamos descender o a la altitud autorizada. Si no hay controlador, es una buena idea poner la altitud del IAF.

El EHSI nos marca el T/D a unas 15 millas

En nuestro caso hemos puesto 3000.

Si la gestión de descenso la vamos a hacer con el FMC, deberemos mantener LNAV y VNAV encendidas.

Haber comprobado en la pagina LEGS la velocidad y altitud de la carta de llegada (STAR y carta de aproximación instrumental (IAC) que corresponda a la pista elegida (ILS, VOR, NDB).

Esperamos que el avión alcance el T/D.



# DESCENSO

En este otro caso, el descenso lo hacemos usando el LVL CHG. Recordar que en este modo la velocidad permanece constante y el cabeceo se modifica.

Hemos ajustado la altitud a FL050 (nivel de transición en LPPT) para pasar a ese nivel sobre ESP.

Pulsamos LVL CHG, ajustamos la velocidad de descenso en IAS/MACH 280 nudos y el avión desciende.

Notar que al pulsar en LVL CHG se enciende la luz de dicho botón y se apaga la VNAV. ¿qué significa? El piloto lleva el control de la velocidad y altitud; mientras que la navegación horizontal es controlada por el FMC. Como podeis ver, en el FMA LNAV y MCP SPD en verde

Si vemos que quedamos altos, aumentamos la velocidad del avión (siempre como límite la  $V_{mo}$  (velocidad máxima de operación)).

Si vamos bajos, podemos reducir la velocidad para que se disminuya la tasa de descenso.

Otros modos de descenso es con V/S y CWS P. En este caso mantendremos constante los pies de descenso (V/S) o los grados de cabeceo del avión CWS P, pero la velocidad debe de ser controlada por el piloto, extendiendo speedbrakes según se necesite.

Recordar, por debajo de 10000 pies, velocidad de 250 nudos o inferior.



# ESPERAS

1. Preparar la entrada de la espera reduciendo a la velocidad de la espera 3 minutos antes de llegar al fijo de la espera, así, el avión, cruzará el fijo a/o por debajo de la velocidad máxima de la espera.
2. Si la espera esta programada en el FMC, este determina la velocidad óptima de la espera basada en el gasto de combustible y capacidad de velocidad, pero nunca por debajo de la velocidad mínima de maniobra (flaps arriba). Así mismo determina la duración de los tramos.
3. Si la espera no esta programada en el FMC, el tramo inicial de outbound debe ser volado entre 1 minuto y minuto y medio a la altitud requerida. Los tiempos posteriores de outbound serán ajustados para volar un tramo inbound de tiempo correcto.
4. La velocidad adecuada para consumir el mínimo de combustible a baja altitud es la correspondiente a FLAPS UP.
5. Por encima de FL250 usar Vref 40 + 100 nudos para conseguir el margen adecuado de buffet.
6. En caso de turbulencias severas o presencia de hielo, siempre Flaps UP.

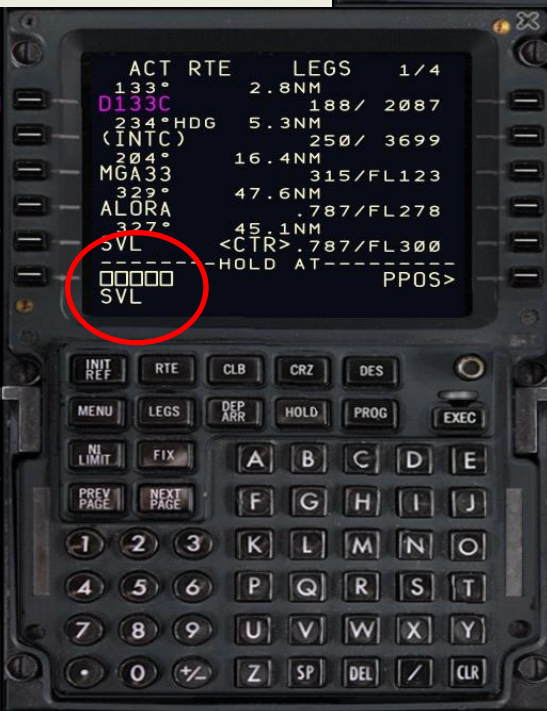
## Velocidades máximas de la espera ICAO

Altitud	Velocidad
14,000 pies o menos MSL	230
Encima de 14,000 y 20,000 pies MSL	240
Encima de 20,000 pies y 34,000 pies MSL	265
Encima de 34,000 pies MSL	0.83M

## FAA

Altitud	Velocidad
6,000 pies o menos MSL	200
Encima de 6,000 y 14,000 pies MSL	230 (210 Washington y Nueva York)
Encima de 14,000 pies MSL	265

# ESPERAS



¿Cómo programar la espera en el FMC?

En el FMC pulsamos la página HOLD. Nos aparece la página de esperas. El FMC ya tiene introducida la espera de la frustrada y aparece NEXT HOLD. Pulsamos LSK6L. Aparecen 5 cuadraditos en LSK6L. Debajo, en el scratchpad, escribimos el fijo de la espera. En nuestro caso SVL



# ESPERAS



Es importante recordar, o saber, que la entrada en las esperas el avión (tanto PMDG o IFLY) solo lo hacen bien cuando se trata de una entrada directa. En las otras entradas (gota ó paralela) se debe usar el HDG SEL o CWS R.

Para salir de la espera debéis tener en cuenta varias cosas para evitar problemas:

Estar volando el tramo Inbound.

Usar el comando EXIT HOLD para seguir el vuelo con LNAV (FMC).

Si recibís una indicación de rumbo del controlador usar HDG SEL.

# APROXIMACIÓN

Antes de iniciar la aproximación, deberemos hacer un pequeño briefing:

1. Meteorología de la llegada.
2. Tipo de aproximación y disponibilidad de cartas.
3. Frecuencias de VORs NDB, ILS, etc.
4. Altitudes mínimas de seguridad.
5. El procedimiento de aproximación.
6. Perfil vertical y restricciones de velocidad.
7. MAP/DA y procedimiento de frustrada.
8. Procedimiento de rodaje a parking.

## **Categoría de avión:**

Los aviones se clasifican según velocidad y/o peso máximo de aterrizaje

Categoría	IAS
C	121 nudos o mas pero menos 141 nudos
D	141 nudos o mas pero menos 166 nudos

# APROXIMACIÓN INICIAL

Antes de llegar al área terminal chequear que la DA/MAP esta puesta.

Verificar que la estación de ayuda (ILS, GLS, VOR o ADF) esta correctamente sintonizada. Para las aproximaciones ILS, sintonizar la frecuencia del ILS en **NAV1 y NAV2 (siempre en las dos)**. Una vez autorizada la aproximación o a un segmento concreto de la aproximación, descender a la altitud mínima de dicho segmento o a la altitud autorizada hasta cruzar el fijo de aproximación inicial.

Si se desea usar la trayectoria del VNAV, todas las altitudes y restricciones de velocidad **deben ser introducidas en el FMC a mano**. Es posible que usando el FMC, algunas altitudes pueden ser superiores a la mínima publicada; ya el VNAV esta diseñado para optimizar el descenso.

Si la aproximación inicial contempla algún viraje de procedimiento, este es calculado en el FMC a 170 nudos de velocidad. Estos virajes deben de ser monitorizados con el modo MAP del EHSI para asegurarnos que quedamos dentro del espacio protegido para la aproximación.

Mantener una **aproximación estable** (se refiere a velocidad, rating de descenso y la trayectoria vertical y lateral en configuración de descenso, lo veremos en la siguiente página). Si no se reúnen estos requisitos, estamos hablando de una **aproximación inestable**. Nunca intentar aterrizar es esta situación.

Todas las aproximaciones deben ser estables a 1000 pies AFE (about field elevation) en vuelo IMC o a 500 pies AFE bajo reglas VMC.

Es recomendable que el tramo final sea tal que, la aeronave, pueda interceptar el rumbo del localizador ILS o la derrota de aproximación final MLS a un ángulo no superior a 30° y proporcionar por lo menos 2 km (1,0 NM) de vuelo en línea recta y horizontal antes de interceptar el rumbo del localizador ILS o la derrota de aproximación final MLS. La planificación de la aproximación debe prever que la aeronave pueda establecerse en el rumbo del localizador ILS o en la derrota de aproximación final MLS en vuelo horizontal por lo menos 3,7 km (2,0 NM) antes de interceptar la trayectoria de planeo ILS (GS) o el ángulo de elevación MLS especificado.

# APROXIMACIÓN FINAL

Se considera una aproximación estable cuando **se cumplen TODOS** los requisitos siguientes:

1. El avión esta la trayectoria de vuelo correcta, precisando solo pequeñas correcciones en heading y pitch para mantenerlo en la trayectoria adecuada.
2. Estar en la velocidad de aproximación (se permite +10 nudos – 5 nudos si la velocidad tiende hacia la velocidad de aproximación).
3. Configuración correcta de aterrizaje.
4. Tasa de descenso menor de 1000 pies.
5. Empuje de motores apropiado para la configuración actual.
6. Usando ILS y GLS se debe volar con una desviación máxima de un punto de la senda de planeo y/o localizador.
7. Si usamos una app IAN (Integrated Approach Navigation) y FAC (Final Approach Course; solo con el 737 PMDG en FSX) desviación de un punto de la senda de planeo.
8. Durante un circling, a 300 pies AGL las alas deben de estar niveladas en final.

Si no se cumplen todos estos requisitos a 1000 pies AFE en IMC o 500 pies AGL proceder a una aproximación frustrada.

Al cruzar el umbral, el avión debe de estar:

1. A una velocidad de aproximación estabilizada dentro de +10 nudos hasta que se detiene la tasa de descenso al hacer el flare.
2. Una trayectoria estabilizada usando maniobras normales.
3. Posicionado para tomar dentro de los 3000 pies de la pista o en el primer tercio de la pista (el que sea menor).

Si alguno de estos criterios no se puede cumplir proceder a frustrada (go around).

# APROXIMACIÓN

## Extensión de FLAPS

Durante la aproximación, la selección de cada posición de flaps debe ser hecha antes de desacelerar a la nueva posición. Para ello es necesario fijarse en la cinta de velocidad en el EADI.

Posición actual de flaps	En cinta de velocidad se ve	Flaps seleccionados	Comando de velocidad de flaps seleccionado
UP	"UP"	1	"1"
1	"1"	5	"5"
5	"5"	15	"15"
15	"15"	30 – 40	Vref 30 o Vref 40 añadiendo componente de viento

**IMPORTANTE:** En fallo de sistemas hidráulicos no siempre se puede usar FULL FLAPS. Si falla el sistema B o los sistemas A y B, planear la toma con FLAPS 15. Si el fallo es en el sistema A, no hay limitación.

# APROXIMACIÓN

## Corrección de velocidad por viento

Para garantizar una velocidad mínima de seguridad en el aterrizaje hay que tener en cuenta los cambios que el viento pueden ocasionar sobre la misma. Hay que hacer ciertas correcciones:

1. La mínima velocidad de aterrizaje es  $V_{ref} + 5$ .
2. Si hay viento en cara, se pone la  $V_{ref}$  + la mitad del viento notificado.
3. Si viento cruzado, en  $45^\circ$  añadir un 35% del viento a la  $V_{ref}$ .
4. Si viento cruzado de  $90^\circ$ , añadir 0 nudos a la  $V_{ref}$ .
5. Viento cruzado variando entre  $45^\circ$  y  $90^\circ$  interpolar valores entre 35% y 50%.
6. Viento cruzado entre  $45^\circ$  -  $0^\circ$  interpolar valores entre 35% y 0%.
7. Si hay notificadas ráfagas, la diferencia de la ráfaga con el viento en cara + el 50% del viento en cara.
8. Siempre mantener  $V_{ref} + 20$  o el máximo de los flaps de aterrizaje menos 5 (el valor inferior).
9. Como regla general, el 50% de viento en cara (valorando el ángulo de incidencia del viento sobre el avión, no es lo mismo un viento completamente en cara que el viento que incide sobre  $30^\circ$ ) añadiendo la diferencia entre la ráfaga (si existe) y el viento en cara.

Veamos algunos ejemplos:

# APROXIMACIÓN

## Corrección de velocidad por viento

Vamos a aterrizar en la pista 36 de un aeropuerto determinado.

**1. Viento notificado 360 a 16 nudos.**

La corrección de viento será 8 nudos (50% del viento notificado).

La velocidad de aproximación debería ser  $V_{ref} + 8$  nudos.

**2. Viento notificado en calma.**

La corrección de viento es cero.

Velocidad de aproximación  $V_{ref} + 5$  nudos.

**3. Viento notificado 360 a 20 nudos con ráfagas de 30**

Para calcular la influencia de la ráfaga sobre la velocidad de aproximación, tenemos que ver cuantos nudos de diferencia hay entre las mismas y el viento notificado. En este caso las ráfagas son de 30 nudos, el viento de 20, la diferencia es 10 nudos. Para determinar la velocidad de aproximación tenemos que añadir el 50% del viento notificado (en este caso 10 nudos) y la diferencia de la ráfaga con el mismo (10 nudos), la velocidad de aproximación sera  $V_{ref} + 20$  nudos (10 nudos del viento + 10 nudos de la ráfaga).

**4. Viento notificado 060 a 24.**

Aquí es necesario interpolar entre 35% de los 45° y 0% de los 90°, la corrección de viento será aproximadamente un 25%; es decir, velocidad de aproximación =  $V_{ref} + 6$ .

**5. Viento notificado 090 a 15 nudos.**

Viento completamente cruzado. Adición de viento 0 nudos. Velocidad de aproximación =  $V_{ref} + 0$ .

**6. Viento cruzado 090 a 15 nudos, ráfagas a 25 nudos.**

La diferencia es de 10 nudos (25 – 10). Velocidad de aproximación =  $V_{ref} + 10$

# APROXIMACIÓN

## Ver situación Vertical (Vertical Situation Display, VSD)

Una opción disponible solo en FSX, tanto en PMDG como en IFLY (Pronto será implementada para IFLY en FS9) es el uso de VSD. Es muy útil en aproximaciones. En el panel de botones de EFIS pulsar en CTR en modo MAP. En las dos imágenes de abajo vemos el VSD. En la primera nos marca como es el descenso, marcando en una línea entrecortada color magenta se ve la altitud seleccionada para el IAF. En la segunda, vemos el perfil de descenso con el terreno.

Código de colores de terreno:

Verde: terreno a 250 – 500 pies o mas debajo de la aeronave

Ámbar (amarillo): terreno desde 250 – 500 pies hasta 2000 pies por encima de aeroplano.

Rojo: mas de 2000 pies encima del avión.



# APROXIMACIÓN

## Tipos de aproximación

### ➤ Aproximaciones instrumentales.

- 1) **ILS**
- 2) **GABS**: sistema de corrección y aumentación de señales de los sistemas globales de navegación por satélite (GNSS) a través de una red de receptores terrestres transmitiendo en las bandas VHF y UHF.
- 3) **Aproximación instrumental usando VNAV.**
- 4) **Localizador**
- 5) **Otras aproximaciones No ILS** (VOR, NDB, LOC).
- 6) **PAR**: aproximación de precisión radar.

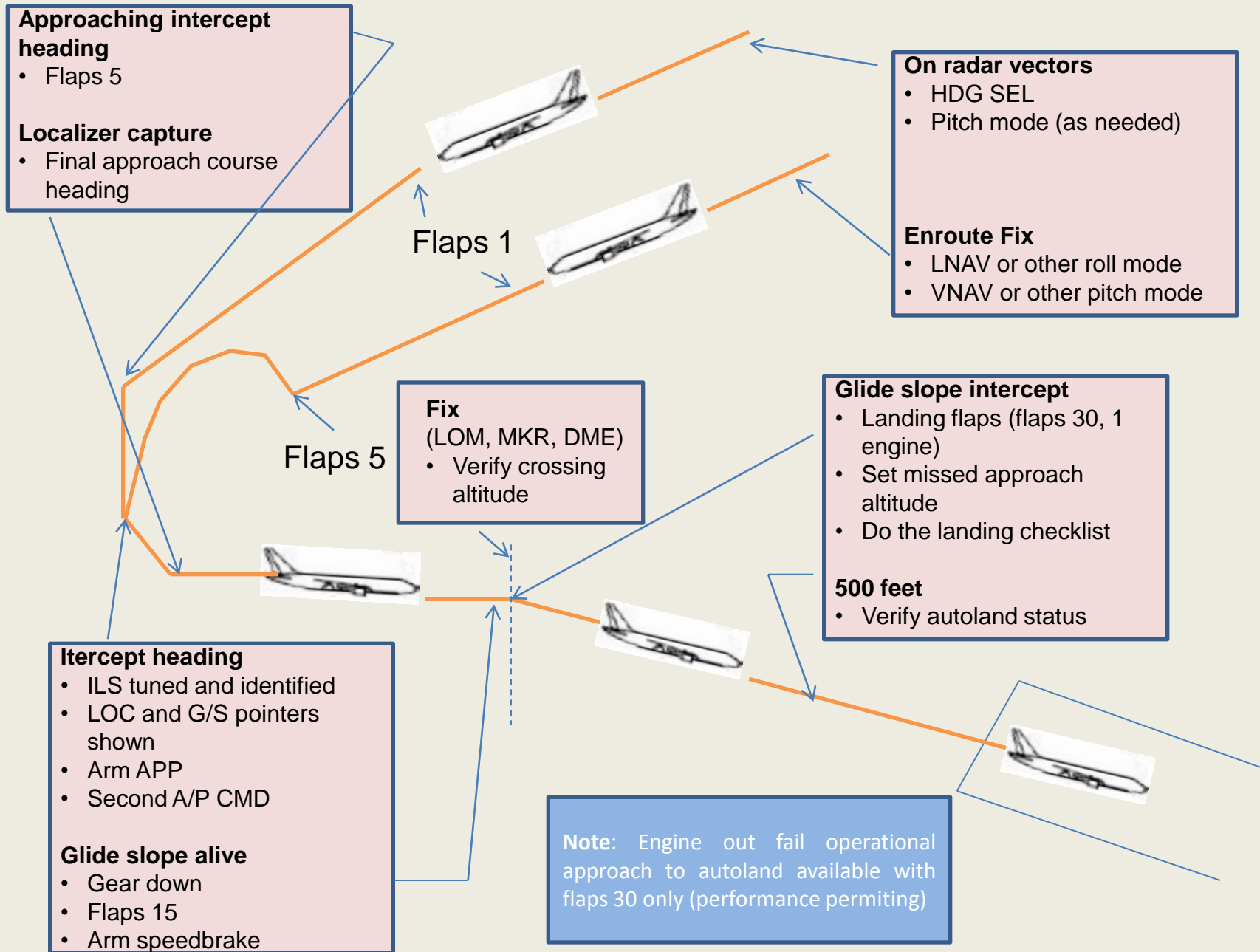
### ➤ Aproximaciones visuales.

# APROXIMACIÓN INSTRUMENTAL ILS o GABS

- ❑ Previamente a empezar los virajes de procedimiento (si se precisan) y la aproximación inicial, el avión debe de estar configurado con flaps 5. Si el procedimiento completo de llegada al localizador y punto de captura de senda de planeo ha sido seleccionado en el FMC, la fase de aproximación inicial puede ser hecha usando LNAV y VNAV.
- ❑ En COURSE (tanto en el piloto como en el copiloto) poner el curso de aproximación final.
- ❑ El procedimiento de aproximación puede ser gestionado de diferentes maneras:
  - Navegación lateral mediante HDG SEL ,LNAV o CWS R. Una llamada de atención: Cuando se usa el modo LNAV para interceptar el curso de aproximación final, este puede ser volado en paralelo sin capturarlo. Para evitarlo es preferible **usar HDG SEL para capturar el localizador.**
  - Navegación vertical mediante VNAV, LVL CHG (para cambios de altitud de 1000 pies o más) o V/S (para cambios más pequeños).
  - Ajustar el rango de la vista de mapa adecuadamente.
  - Cuando estemos en rumbo de interceptación y autorizado para la aproximación, seleccionamos el modo VOR/LOC en el MCP y comprobamos que VOR/LOC está armado en el PFD.
  - Solo conectar el modo APP cuando:
    1. el ILS está sintonizado e identificado.
    2. El avión esta inbound para interceptar el heading
    3. Localizador capturado y GS aparece en la posición adecuada.
    4. Autorización para la aproximación recibida.
- ❑ Usar la vista de mapa para tener conciencia de la distancia al fijo de aproximación final.
- ❑ Cuando la senda de planeo comienza a moverse (GS alive), extender tren, Flaps 15, velocidad de flaps 15 y spoilers armados.
- ❑ Cuando la GS está centrada, seleccionar FLAPS de aterrizaje y Vref + 5 o la corrección de viento adecuada.
- ❑ Poner altitud de frustrada en el MCP.

En algunos aeropuertos existe una variante de aproximación ILS. En este caso, cuando el avión se estabiliza en localizador la indicación VOR/LOC cambia a FAC (final approach course). Con los datos que el avión dispone en el FMC, se auto calcula un descenso con una pendiente de 3° para llegar a unos 50 pies sobre el punto de contacto. (Como advertencia, yo solo lo he visto simulado en el 737-800 NG de PMDG en el FSX, en los demás aviones o simuladores no se si está).

En la pagina siguiente podéis ver de una manera grafica el procedimiento de aproximación ILS.



# APROXIMACIÓN INSTRUMENTAL ILS o GABS



Volando la llegada. La gestión la hacemos con el MCP. Altura 3000 pies, IAS 180 y el rumbo con HDG SEL. Aún no hemos puesto en ambos COURSE el rumbo de pista.

# APROXIMACIÓN INSTRUMENTAL ILS o GABS

En el EHSI, hemos seleccionado la pantalla de APP. Si se desea, se puede dejar la pantalla MAP, en el FMA veremos los marcadores de localizador y GS. Abajo podemos ver que estamos en una aproximación estable, completamente establecidos en el ILS, con lo cuál podremos seguir hacia la pista,



# RECORDAR

Especialmente para los pilotos mas noveles, cuando pasamos a modo manual y seguimos la aproximación, si nos desplazamos arriba/abajo en la senda de planeo, ésta la ajustaremos con la palanca de gases (Siempre es igual, velocidad vertical con gases). Antes de modificar el empuje, fijaros en la potencia actual (% de N1) y hacer cambios porcentuales de 4 % – 5 %. Por ejemplo, si la potencia actual es de 60% y nos hemos bajado de senda, aumentar la potencia a 65%, veréis que en unos segundos disminuye la velocidad vertical. Esperáis a que se corrija la desviación de la senda y volvéis a ajustar la potencia al 60%. Si vais altos, reducir la potencia a 55 %.

**NO HAGAIS CAMBIOS BRUSCOS EN LA PALANCA DE GASES.  
FIJAROS SIEMPRE EN N1.**

## APROXIMACIÓN INSTRUMENTAL usando VNAV

❑ En la aproximación inicial, el avión debe de estar configurado en flaps 5. La fase de aproximación inicial puede ser hecha usando LNAV y VNAV.

❑ El procedimiento de aproximación puede ser gestionado de diferentes maneras:

1. Navegación lateral mediante HDG SEL ,LNAV o CWS R.
2. Navegación vertical mediante VNAV, LVL CHG (para cambios de altitud de 1000 pies o mas) o V/S (para cambios mas pequeños).
3. Ajustar el rango de la vista de mapa adecuadamente.

❑ Cuando estemos en rumbo de interceptación y autorizado para la aproximación y dos millas antes de llegar al FAF configuramos el avión extendiendo el tren, Flaps 15, velocidad de flaps 15 y spoilers armados.

❑ Pasando el FAF, seleccionar FLAPS de aterrizaje y  $V_{ref} + 5$  o la corrección de viento adecuada.

❑ Al alcanzar la MDA + 50 pies se decide frustrar (aproximación inestable) o continuar el procedimiento de aterrizaje (aproximación estable).

En la pagina siguiente podéis ver de una manera grafica el procedimiento de aproximación usando VNAV. Muy parecido es el procedimiento con V/S (ver esquema en la página correspondiente)

**Approaching intercept heading**

- Flaps 5

**On radar vectors**

- HDG SEL
- Pitch mode (as needed)

**Enroute Fix**

- LNAV or other roll mode
- VNAV or other pitch mode

**Descend to DA(H) or MDA(H)**

- Landing flaps (2 engines)
- Monitor VNAV path
- Do the landing checklist

**300 feet below Missed Approach Altitude**

- Set missed approach altitude

**At DA(H) or MDA(H)**

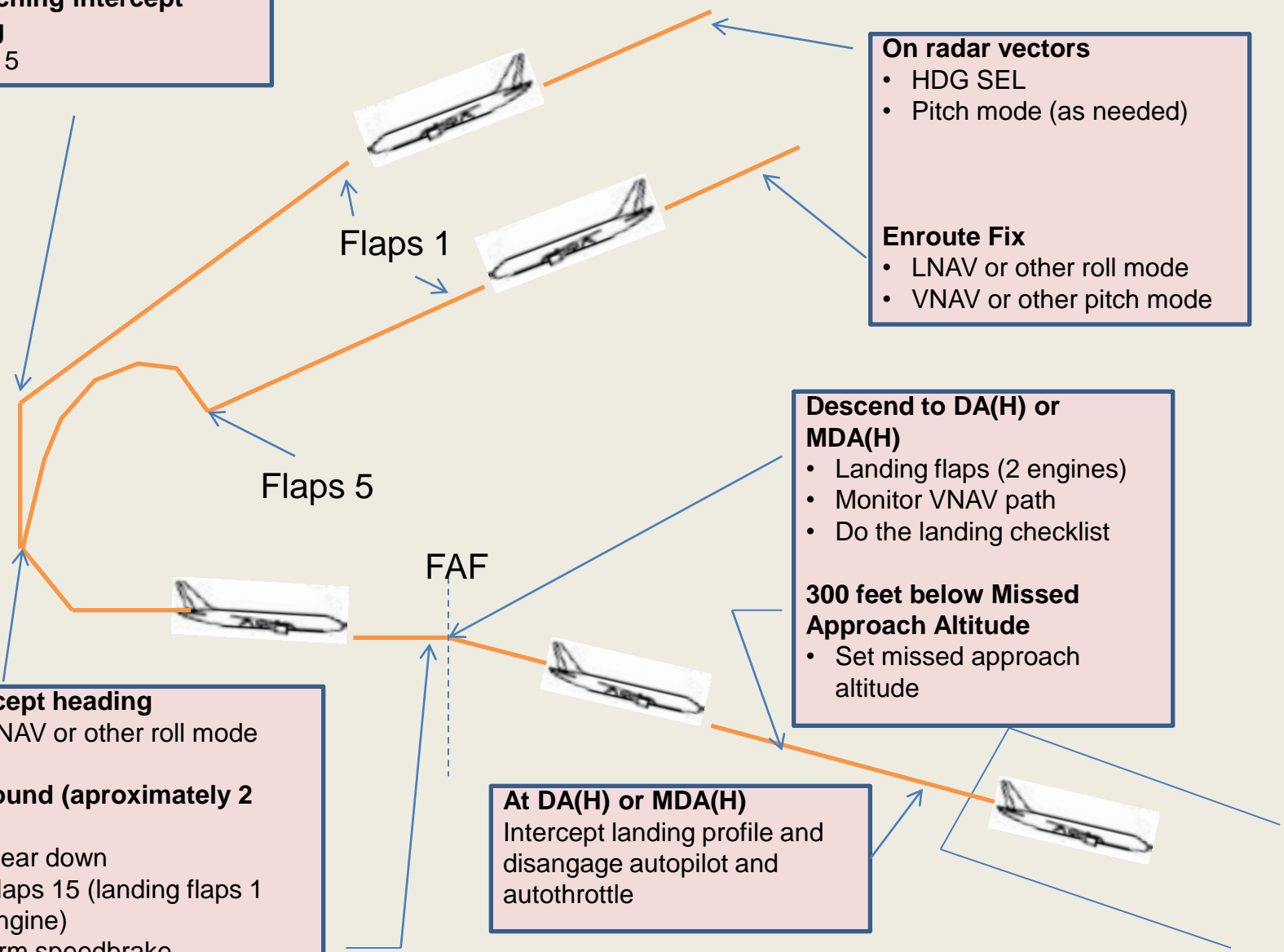
Intercept landing profile and disengage autopilot and autothrottle

**Intercept heading**

- LNAV or other roll mode

**Inbound (aproximately 2 NM)**

- Gear down
- Flaps 15 (landing flaps 1 engine)
- Arm speedbrake
- Set DA(H) or MDA(H)
- Select VNAV
- Speed intervention (as installed)





## **APROXIMACIÓN INSTRUMENTAL usando LOCALIZADOR**

Si hacemos una aproximación al localizador usando el VNAV PTH, procederemos siguiendo el mismo esquema que el descrito para la aproximación VNAV.

## APROXIMACIÓN INSTRUMENTAL usando VOR o NDB

Para las aproximaciones de no precisión hay que saber algunas cosas.

- A. El MAPt y MDA están representados en la carta de aproximación.
- B. Si el procedimiento tiene un fijo de aproximación final, el MAPt puede estar cerca del umbral de la pista, en el umbral de la pista o que se encuentre sobre una instalación de radio en el campo.
- C. Para las instalaciones del aeropuerto (VOR o NDB), que no tienen un fijo de aproximación final, la propia instalación es el MAPt y en la mayoría de los casos está más allá del umbral de la pista.
- D. En estas aproximaciones, para decidir seguir con el aterrizaje o frustrar deberemos usar el **VDP** (**V**isual **D**escent **P**oint, ver manual de aproximaciones publicado en IVAO España). El procedimiento es no descender nunca de la MDA hasta superar el VDP y tener las referencias visuales necesarias. A continuación continuar el descenso hasta la pista, siempre con referencias visuales. En caso de no existir esas referencias visuales, proceder a la frustrada.
- E. La configuración del avión es similar a la descrita en las páginas anteriores.

## APROXIMACIÓN VISUAL

1. Al realizar una aproximación visual (y solo en este caso) el FD debe de estar en posición OFF.
2. Justo antes de incorporarse al viento en cola poner flaps 5. Superando el umbral de la pista en servicio descender a 1500 pies AGL.
3. Antes de virar a base, tren abajo, Flaps 15, spoilers armados, descenso a discreción.
4. En base, configuración de aterrizaje.
5. En final usar el sistema VASI o PAPI de la pista para optimizar la senda de planeo y aterrizar con seguridad.

En la página siguiente disponéis de un esquema

**Before turning base or initiating the turn to base**

- Gear down
- Flaps 15 (landing flaps for 1 engine)
- Arm speedbrake
- Start descent as needed



**Entering downwind**

- Flaps 5

1500 FT

**Base**

- Landing flaps (2 engine)
- Do the landing checklist

**700-500 feet**  
Stabilized on profile



2 NM

2- 2 ½ NM



## **MOTOR Y AL AIRE (GO AROUND) Y APROXIMACIÓN FRUSTRADA (MISSED APPROACH)**

1. Motor y al aire y la aproximación frustrada normalmente se ejecuta siguiendo la maniobra publicada para la aproximación autorizada.
2. Pulsar el interruptor TO/GA, seleccionar flaps 15.
3. Verificar que la potencia aumenta y que la rotación esta en actitud de motor y al aire.
4. Con ascenso positivo, tren arriba.
5. Verificar si la potencia es suficiente; en caso negativo hacer los controles necesarios.
6. Comprobar que la altitud de frustrada esta puesta en el MCP y es correcta.
7. Sobre 400 pies AGL seleccionar LNAV o HDG SEL y el modo de alabeo que deseemos y comprobar que esta puesto en el FMA.
8. Alcanzando la altura de aceleración, limpiar el avión según el esquema establecido.
9. Después de retraer flaps seleccionar LVL CHG o VNAV.
10. Comprobar que el empuje esta en CLIMB y la altitud de aproximación fallida está capturada.

En la página siguiente podéis ver el esquema de la frustrada

### Initiation

- Push TO/GA, flaps 15 (flaps 1, 1 engine)
- Verify go-around altitude
- Verify or adjust thrust as needed
- Positive rate of climb – gear up

### Acceleration height

- Set speed for planned flap setting (1 engine)
- Retract flaps on schedule

### After planned flaps set and at or above flap maneuvering speed

- Select LVL CHG or VNAV
- Verify climb thrust (CON thrust, 1 engine)
- Verify altitude capture
- Do the after takeoff checklist

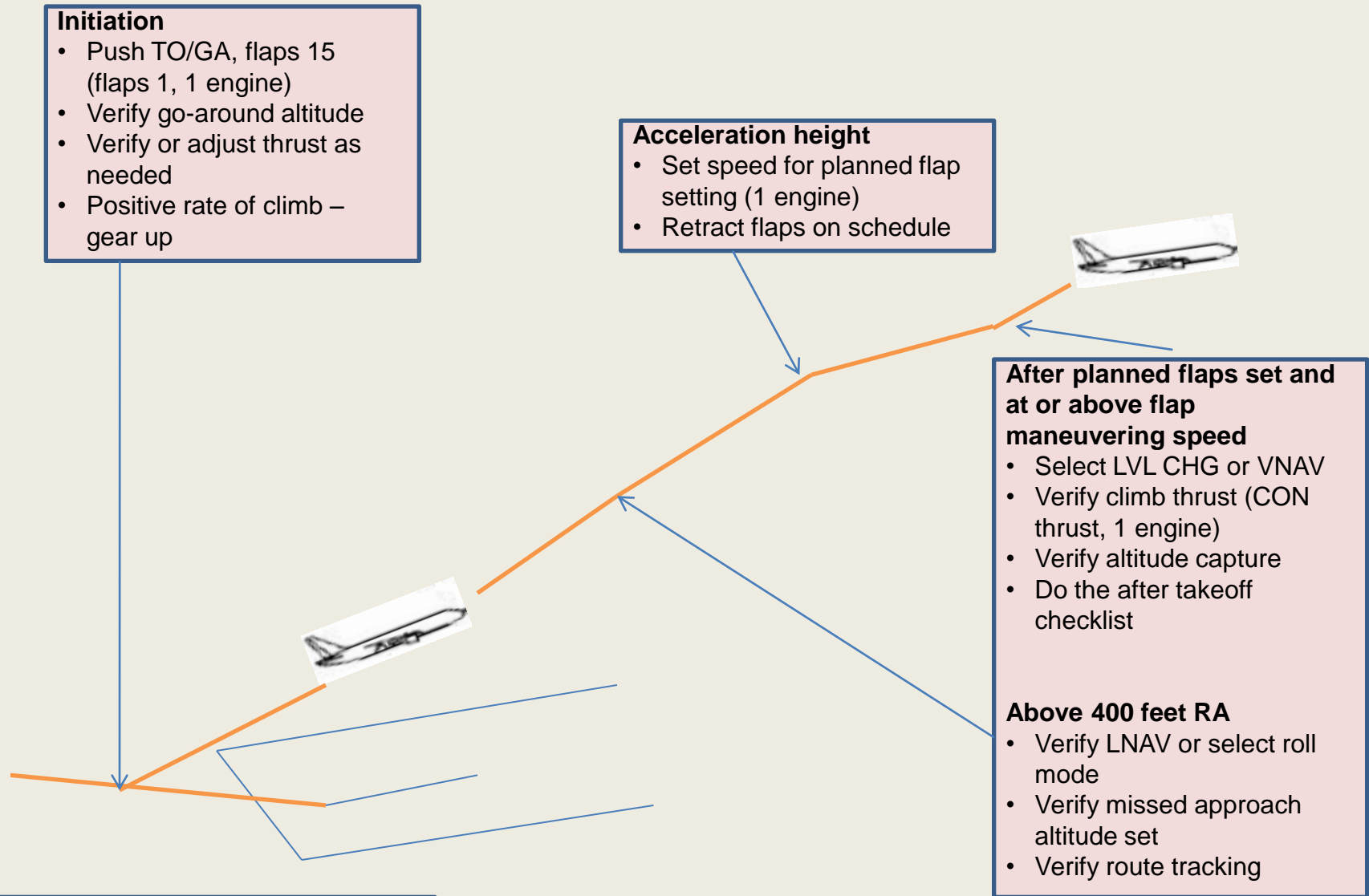
### Above 400 feet RA

- Verify LNAV or select roll mode
- Verify missed approach altitude set
- Verify route tracking

### For a manual go-around:

- Rotate manually
- Select or verify go-around thrust
- Engage autopilot as needed

**Note:** Any time the airspeed is below the yop of the amber band, limit bank angle to 15°.



# ATERRIZAJE

El aterrizaje es la última fase del vuelo. Para culminar adecuadamente nuestro vuelo deberemos tener en cuenta varias cosas:

- Primero, para facilitar las cosas durante los momentos finales del vuelo, es necesario haber hecho una buena aproximación final para asegurarnos que la senda hasta el umbral está libre de obstáculos.
- Segundo, el piloto debe seleccionar el punto de la pista donde desea tomar (normalmente en el primer tercio o en los primeros 1000 pies, siempre el menor).
- Tercero, cuando se planea hacer una toma manual desde una aproximación con el piloto automático conectado, la transición a manual debe realizarse con la suficiente antelación que permita al piloto asumir el control absoluto del avión antes de comenzar la recogida.
- Cuarto, la desconexión del piloto automático y los gases en autothrottle debe llevarse a cabo una o dos millas antes del umbral o cuando estemos situados a 300 – 600 pies sobre la elevación del campo.
- Quinto, las velocidades deben ser estrictamente controladas. En autoland, el autothrottle retrasa las palancas a IDLE en el momento de la toma. Los 5 nudos añadidos a la  $V_{ref}$  son eliminados durante la recogida. Si el autotrottle es desconectado previamente a la toma, se deben mantener las correcciones de viento hasta el comienzo de la recogida; sin embargo, la corrección de viento por ráfagas se debe mantener hasta que el avión está en la pista.

Ya se ha dicho, que al pasar el umbral de pista, la aeronave debe estar situada a 50 pies sobre la elevación del campo. La actitud de morro debe ser  $2^{\circ}$  -  $4^{\circ}$ . El tiempo de recogida variará entre 4 – 8 segundos, y este tiempo siempre estará en función de la velocidad de aproximación. Justo en el momento del aterrizaje, la actitud debe ser  $4^{\circ}$  -  $7^{\circ}$  morro arriba (RECORDAR, en este modelo  $11^{\circ}$  supone dar con la cola en la pista).

La aproximación para el aterrizaje puede ser:

- Visual.
- Precisión.

# ATERRIZAJE

## APROXIMACIÓN VISUAL

Para proceder al aterrizaje visual dispones de un sistema de luces que nos indican una proyección visual de la senda de planeo, normalmente alineada para alcanzar la pista entre 1000 y 1800 pies después del umbral: **LUCES VASI**

Las luces VASI (suelen ser cuatro (en dos filas de dos) ó seis luces (en tres filas de dos)).

Los VASI de dos filas ayudan a la tripulación a valorar la diferencia entre la senda visual percibida por el piloto y la senda del tren; dando como resultado una aproximación normal sobre el umbral de la pista, con una pendiente de 3°.

Cuando el VASI dispone de tres filas. El piloto dispone de dos sendas de planeo visual. La senda obtenida entre las dos primeras filas de luces es de 3°; mientras que, cuando la senda es calculada entre la fila media y última, la pendiente es 3.25°.

La actitud del avión está basadas para tomas con flaps 30 o flaps 40 y  $V_{ref} + 5$ . La actitud del avión debe ser reducida 1° por cada 5 nudos de más.

	Flaps 30		Tren principal sobre umbral		Punto de toma desde umbral
	Senda visual (en grados)	Actitud del avión (en grados)	Altura ojo piloto (pies)	Altura tren principal (pies)	
737 800	3.0	2.4 / 3.6	49 / 50	34 / 33	651 / 633

	Flaps 40		Tren principal sobre umbral		Punto de toma desde umbral
	Senda visual (en grados)	Actitud del avión (en grados)	Altura ojo piloto (pies)	Altura tren principal (pies)	
737 800	3.0	1.4 / 2.7	49 / 50	35 / 34	671 / 649

# ATERRIZAJE

## APROXIMACIÓN DE PRECISIÓN USANDO INDICADOR DE SENDA

Para hacer una aproximación de precisión usaremos un sistema de luces llamado **PAPI** y las marcas de la pista (ver el manual de BOEING)

A un lado de la pista (normalmente a la izquierda) suele haber una fila de luces (cuatro) similares a las VASi. Se llaman PAPI (Precision Approach Path Indicator).

Cuando el avión esta en una senda de  $3^\circ$ , el piloto ve dos verdes y dos rojas. La geometría de estas luces están preparadas para que el avión toque en los primeros 1000 y 1500 pies desde el umbral.



# ATERRIZAJE

## RECOGIDA (FLARE) Y TOMA (TOUCHDOWN)

1. Cuando el umbral de la pista es superado por el morro del avión, el piloto mira al final de la pista para facilitar los cambios de actitud (pitch), mantener una velocidad y tasa de descenso constante. Cuando el tren principal está a 20 pies sobre la pista aumentar el pitch a 2° - 3°. Esto disminuye la tasa de descenso. En el manual de BOEING Flight Crew Training Manual hay tablas para ajustar la actitude de morro en función del peso.
2. Hacer movimientos muy suaves para evitar el exceso de rotación y dar con la cola en la pista.
3. Un cosa muy importante es NO TOCAR EL TRIM durante la recogida o la toma.
4. Después de iniciar la recogida, retardar las palancas de gases a IDLE. Lo ideal es que el contacto de las ruedas en la pista coincida con la posición IDLE.
5. Durante la toma el avión puede rebotar en la pista. En estos casos, establecer una actitud normal de aterrizaje (actitud morro arriba) y ajustar la velocidad necesaria para controlar el descenso. Si el rebote es fuerte proceder a motor y al aire, según los procedimientos ya descritos. Es importante no recoger el tren hasta que estemos en ascenso positivo; ya que otro rebote se puede producir en ese instante.
6. Para mantener la aeronave en el centro de la pista, los timones de dirección son efectivos hasta los 60 nudos aproximadamente (quiero resaltar una cosa, en el 737 de PMDG los autobrakes hay que ponerlos en OFF; ya que no lo hace automáticamente). Luego usar los pedales de freno y asegurarnos que los spoilers están en posición abajo. Al alcanzar la velocidad de taxi, se puede dirigir el avión usando el control de la rueda de morro.

## Rodaje a plataforma y motores apagados

Obviamente, las técnicas de rodaje ya han sido descritas anteriormente; por lo cual no nos vamos a entretener mas en este tema.

Abandonando pista deberemos realizar algunas acciones:

1. Encender APU (dar dos veces con el ratón izquierdo) en el interruptor del APU
2. Interruptores de PROBE HEAT en OFF.
3. Apagar las luces de aterrizaje y encender las luces de rodaje.
4. Las luces de posición en posición STEADY.
5. Asegurarse que los selectores de ENGINE START están en OFF.
6. Seleccionar FLAPS arriba.
7. Transpondedor en STANDBY.

# Rodaje a plataforma y motores apagados

Una vez en plataforma procederemos al procedimiento de APAGADO

1. Poner frenos de parking.
2. Interruptores de APU GEN en ON.
3. En el pedestal, las bombas de paso de combustible en OFF.
4. Las luces de anticollisión rojas en OFF.
5. Los interruptores de Bombas de combustible en OFF en el panel superior.
6. Dejar los interruptores de Engine Hydraulic PUMP en ON
7. Interruptores Electric Demand PUMP en OFF.
8. Poner la ISOLATION VALVE en ON.
9. APU BLEED en ON.
10. Ambos FD en OFF.
11. EN FSX, abrir FMC MENU FS ACTIONS en la página GROUN CONNECTIONS poner calzos dando a LSK1L.
12. Si deseamos apagar APU, comprobar que hay potencia externa (PWU) en el aeropuerto. Apagar APU BLEED y un minuto después mover APU a posición OFF. Si vamos a hacer otro vuelo, este paso no es necesario.
13. Rotar ambos selectores de modo de IRS a OFF.
14. Interruptores de WINDOWS HEAT en OFF.
15. PACK en OFF.
16. En el último vuelo del día, verificar que APU y GRD POWER están en OFF.
17. Interruptor de batería en OFF.
18. Toda la cabina apagada.



## Rodaje a plataforma y motores apagados

En situación de COOL AND DARK, abandonamos el avión.  
Bienvenidos a Lisboa y ahora a probar nuevos vuelos.



# LECTURAS RECOMENDADAS

Obviamente, en este manual faltan muchas cosas; especialmente todo lo relacionado con los sistemas del avión y los Procedimientos No Normales (NNP). He pensado que ciertas cosas no tendrían cabida en este manual por su extensión, pero que puede ser interesante para alguien. Aquí tenéis toda la información necesaria

Sobre el avión

<http://www.boeing.com/commercial/737family/winglets/wing3.html>.

**Ivao: Cursos de formación.**

[http://www.captainpilot.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=30&Itemid=67](http://www.captainpilot.com/index.php?option=com_content&view=article&id=30&Itemid=67).

PMDG-NGX- FCOMv1.

PMDG-NGX- FCOMv2.

PMDG-NGX- TUTORIAL1.

Manuales de IFLY.

Boeing Flight Crew Operation Manual.

BOEING Flight Crew Training Manual.

<http://www.smartcockpit.com/>

<http://bsas-vac.tripod.com/Dfc/Vuelo3/Vs/vs2.htm>.

<http://es.scribd.com/doc/39851352/52126-737-FMC-Guide-1208452126>.

Sobre las infraestructuras

<http://www.docstoc.com/docs/29558773/Instalaciones-Aeroportuarias---CALCULO-DE-PAVIMENTOS-ESTUDIO-DE-ACCIONES-SOBRE-ESTRUCTURA>.

<http://nacc.upc.es/aeropuertos/x300.html>.

Sobre meteorología

<http://jeppesen.com/aviation/personal/weather-help.jsp>.