

Altimetría

1. **Introducción:** conocerás las unidades de medida utilizadas en aviación relacionadas con altimetría y entenderás cómo funciona un altímetro. Esto es importante para poder entender el resto del seminario.
2. **Terminología:** explicaremos la diferencia entre varios términos utilizados en altimetría que tienen un significado muy diferente pero parecen iguales.
3. **Códigos Q:** explicaremos los tres códigos Q aplicables a altimetría. Es necesario que aprendas a diferenciarlos.
4. **Altitud, nivel y capa de transición:** explicaremos por qué es necesario establecer cada uno de los mismos y la importancia de utilizarlos correctamente.
5. **Procedimientos de reglaje de altímetro:** explicaremos cómo las aeronaves deben utilizar su altímetro en función de la fase de vuelo en la que se encuentren.

Introducción

Unidades y atmósfera ISA

En aviación es necesario establecer la posición vertical de las aeronaves de forma precisa y común con el objetivo de que:

- Vuelen **separadas del terreno**.
- Vuelen **separadas entre ellas**, asegurando la separación mínima vertical.

Las **unidades de medida** utilizadas para expresar la posición vertical de una aeronave son:

- **Pies (ft):** mundialmente la más extendida. ($1\text{ m} = 3,28\text{ ft}$)
- **Metros (m):** utilizado en algunos países de Europa del Este y Asia.

El instrumento primario utilizado en las aeronaves para mostrar la posición vertical es el **altímetro**, también denominado altímetro barométrico, ya que utiliza la presión atmosférica para mostrar la posición vertical. La presión atmosférica puede medirse en:

- **Milibares (mb):** mundialmente la más extendida.
- **Hectopascales (hPa):** es equivalente a milibares. ($1\text{ mb} = 1\text{ hPa}$)
- **Pulgadas de mercurio (in Hg):** utilizado en algunos países de América. ($1013,25\text{ mb} =$

29,92 in Hg)

Por normativa, todos los instrumentos de presión están calibrados según la **atmósfera ISA**, una atmósfera modelo necesaria para que todos los instrumentos montados en aeronaves tengan una referencia común. Cualquier diferencia con respecto a la atmósfera ISA en el día a día provocará que los altímetros arrojen cierto error en su indicación.

Los valores de la atmósfera ISA son:

- Presión a nivel medio del mar: **1013,25 mb**.
- 1 mb = 27 ft (gradiente no lineal)
- Temperatura a nivel medio del mar: 15º C.
- La temperatura disminuye 1,98º C por cada 1000 ft hasta -56,5º C, después permanece constante.

Altímetro barométrico

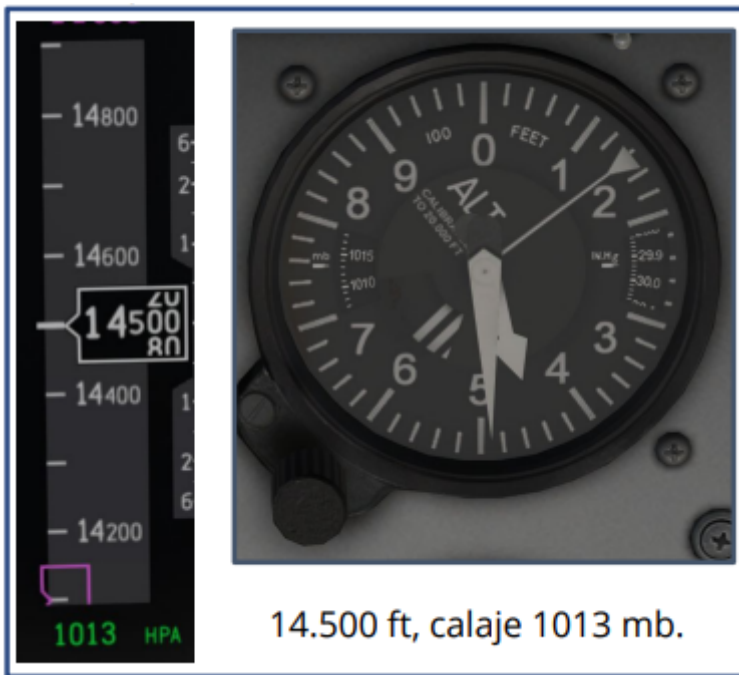
El **altímetro barométrico** es el instrumento utilizado para medir la posición vertical de una aeronave.

Es un instrumento que obtiene la presión estática en la posición de la aeronave, la compara con la presión calada por el piloto en el instrumento y muestra el resultado en pies (ft) o metros (m).

- La ventanita donde el piloto cala la presión se llama “ventanilla de Kollsman”.
- La presión estática es sentida a través de las tomas estáticas de la aeronave.
- En función de qué presión se cale en el altímetro, se obtendrán diferentes lecturas:
 - Si se cala con la presión a nivel del mar, se obtendrá la distancia con respecto a nivel del mar.
 - Si se cala con cualquier otra presión, se obtendrá la distancia con respecto a dicha presión.

Existen altímetros analógicos y digitales:

- Analógicos: altitud leída a través de agujas.
 - Aguja corta: miles de pies.
 - Aguja larga: cientos de pies.
 - Aguja fina y de fondo: diez miles de pies.
 - Bandera rayada: en algunos altímetros aparece cuando la lectura es inferior a 10 000 ft.
- Digitales: lectura directa de la altitud.



Terminología

Existen varios términos que aparentemente son iguales o muy parecidos pero cuyo significado difiere y es necesario conocer bien:

- **Altitud** (Altitude): distancia vertical de una aeronave con respecto al **nivel medio del mar** (MSL).
- **Altura** (Height): distancia vertical de una aeronave con respecto a una **referencia exacta**.

- Generalmente, en la aviación la referencia suele ser un aeródromo o un umbral.
- También utilizado para expresar la distancia vertical de obstáculos, construcciones... con respecto al terreno.

- **Elevación** (Elevation): distancia vertical desde el nivel medio del mar (MSL) a un determinado punto en la superficie del terreno.

- Generalmente utilizado para referenciar aeródromos o umbrales.

- **Nivel de vuelo** (Flight Level - FL): distancia vertical de una aeronave con respecto la presión de **1013,25 mb**.

- La presión 1013,25 mb. es la presión estándar a nivel medio del mar, definida por ISA.
- Se expresa en hectopies. Ejemplos:

- Altímetro marcando 6.500 ft. Nivel de vuelo: FL65.
- Altímetro marcando 10.000 ft. Nivel de vuelo: FL100

- **Nivel** (Level): **término genérico** para referirse a la posición vertical de una aeronave en vuelo, pudiendo ser indistintamente altitud, altura o nivel de vuelo.

Códigos Q

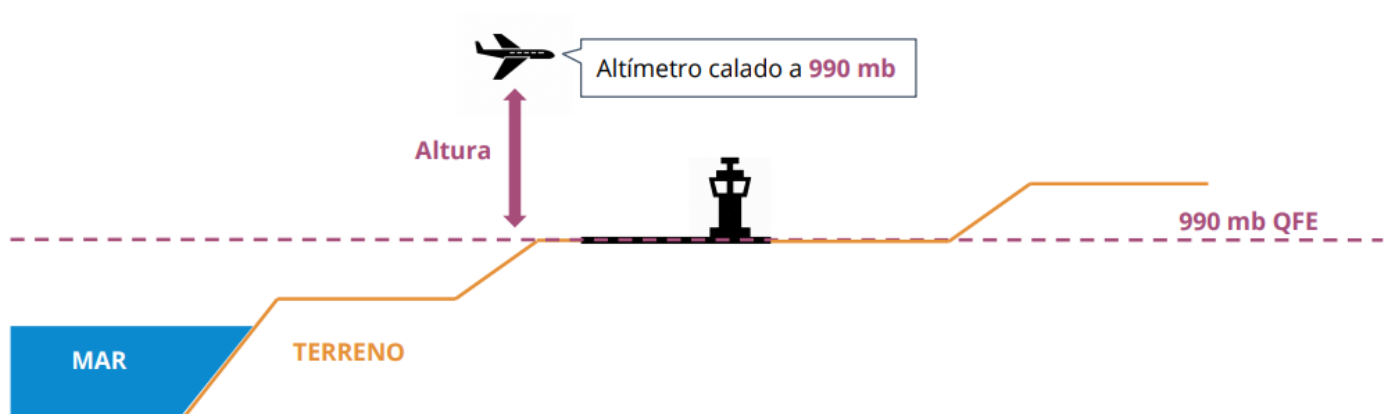
QFE

El **QFE** es la presión atmosférica medida en el aeródromo.

Consideraciones:

- Un altímetro calado a QFE muestra la **altura** con respecto al aeródromo.
- El QFE rara vez se utiliza para la operación de una aeronave. En España no se utiliza.
- Cuando la aeronave esté en tierra en el aeródromo, el altímetro marcará 0 ft con QFE calado.
- Puede ser útil para tránsito local en circuito o haciendo tomas y despegues.
- Es utilizado por el servicio MET del aeródromo para calcular el QNH.

En este ejemplo a continuación, la presión atmosférica medida ahora en el aeródromo es 990 mb:



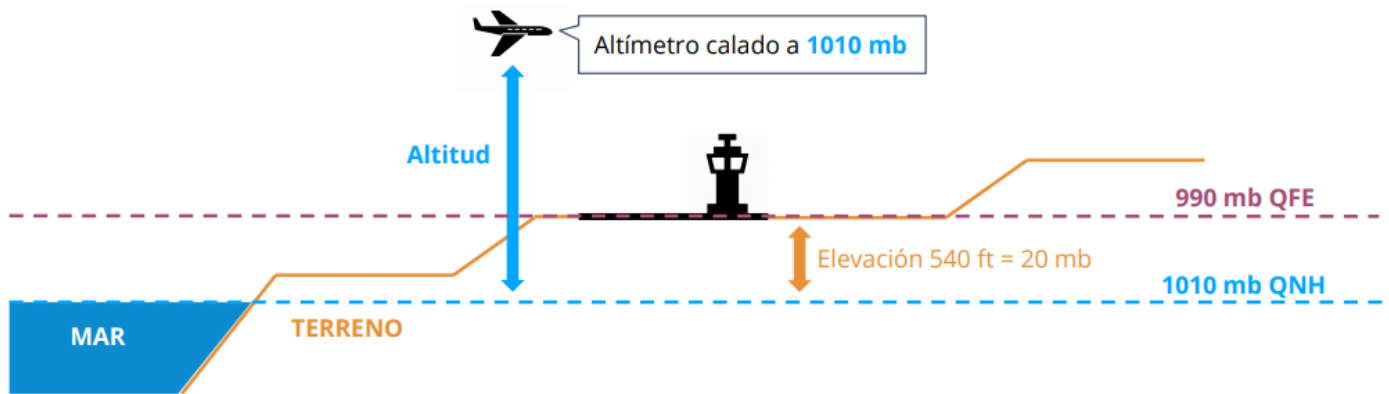
QNH

El **QNH** es la presión atmosférica en el aeródromo reducida al nivel medio del mar.

Consideraciones:

- Un altímetro calado a QNH muestra la altitud con respecto al nivel medio del mar.
- Es utilizado por aeronaves que vuelan cerca del terreno, en las fases de ascenso inicial o aproximación final, que es cuando la aeronave necesita una lectura de altímetro que permita referenciar la elevación del aeródromo y obstáculos cercanos.
- Cuando la aeronave esté en tierra en el aeródromo, el altímetro marcará la elevación del aeródromo con QNH calado.
- Es calculado por el servicio MET a partir del QFE.

Siguiendo con el ejemplo anterior, en este aeródromo con elevación de 540 ft donde el QFE era 990 mb, es posible calcular el QNH: $540 \text{ ft} / 27 \text{ ft} = 20 \text{ mb}$.



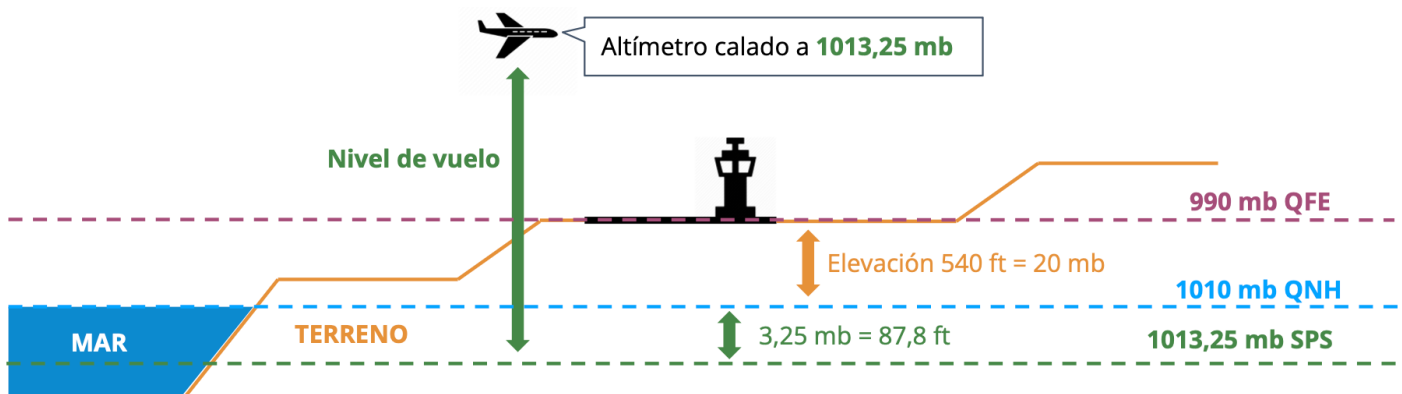
QNE y SPS

El **SPS** (Standard Pressure Setting) es el valor de presión estándar de la atmósfera ISA a nivel de mar: 1013,25 mb. Por otro lado, la altitud de presión (también llamada **QNE** o **nivel de vuelo**) es la altitud cuya presión que rodea el avión se encuentra en la atmósfera tipo.

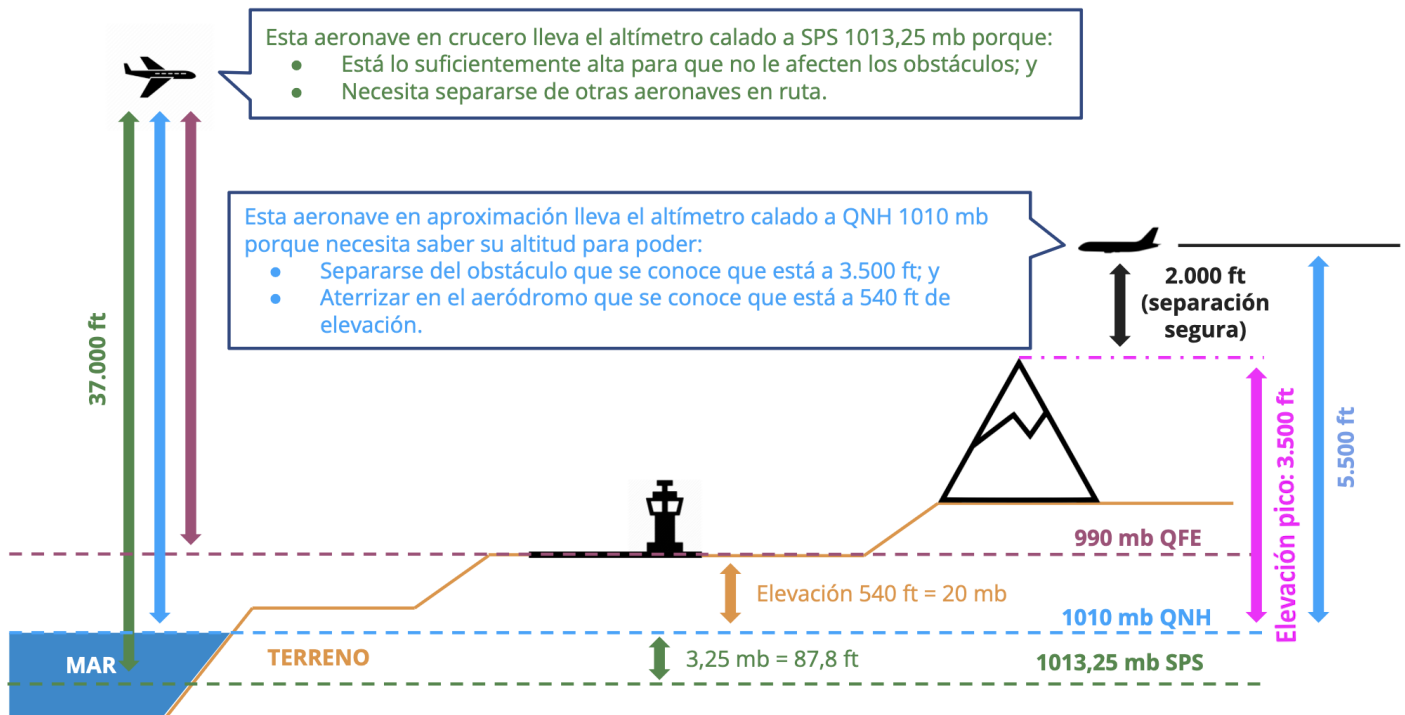
Consideraciones:

- Un altímetro calado a SPS muestra el **nivel de vuelo** o **altitud de presión**.
- Es utilizado por aeronaves que vuelan en la fase de ruta y lo suficientemente alto donde los obstáculos no son problema. Como están en fase de ruta, carece de sentido que todas las aeronaves tengan que estar cambiando el calaje de altímetro a medida que se mueven, ya que la presión atmosférica va variando en la superficie de la tierra. Por este motivo, se establece que todas las aeronaves vuelen con SPS y de esta forma se puede establecer la separación vertical mínima entre ellas.

Siguiendo con el ejemplo anterior, se incluye la superficie de presión estándar en el esquema.



Resumen



Altitud, nivel y capa de transición

Necesidad de establecer altitud, nivel y capa de transición

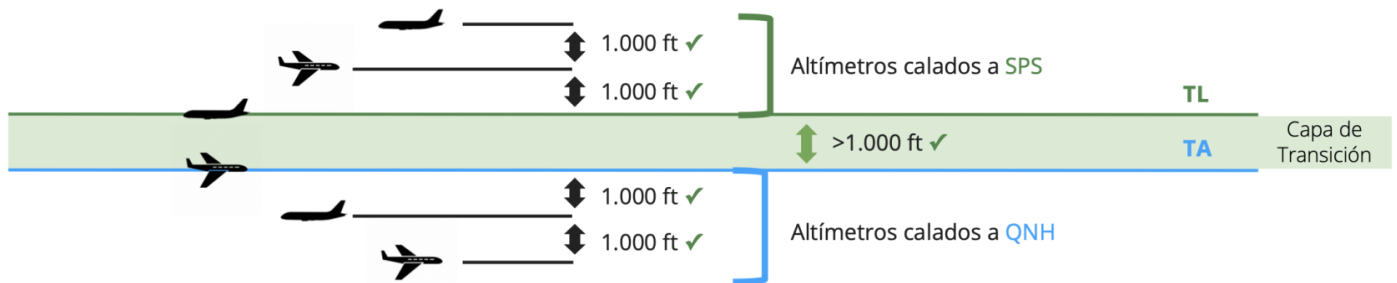
Dado que el altímetro puede calarse a diferentes presiones, ha sido necesario establecer una normativa aplicable a todas las aeronaves que describe cómo ha de realizarse el calaje de altímetro, llamado **procedimiento de reglaje de altímetro**.

De las diapositivas anteriores se deduce que:

- Las aeronaves operando en las proximidades de los aeropuertos a bajo nivel necesitan conocer el **QNH** local para poder calarlo, separarse de obstáculos, volar por encima de altitudes mínimas... etc.
- Las aeronaves operando a un nivel lo suficientemente alto como para que los obstáculos no sean problema necesitan volar todas con SPS para poder separarse entre ellas de forma efectiva.

Es por ello que se definen **tres términos**:

- **Altitud de transición** (Transition Altitude - TA)
- **Nivel de transición** (Transition Level - TL)
- **Capa de transición** (transition layer).



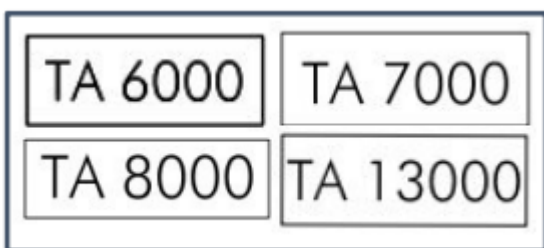
Altitud y Nivel de Transición

La **altitud de transición** (TA) es:

- La **altitud a y por debajo de la cual las aeronaves expresarán su posición vertical en términos de altitud, es decir, tendrán calado el altímetro a QNH.**
- Como mínimo 3.000 ft.
- Una altitud **fija** y redondeada definida en el AIP para cada aeródromo:

- Puede encontrarse en la parte superior de cada ficha de navegación del aeródromo.
- En España es 6.000 ft, excepto (debido a terreno alto):

- TMA de Madrid y aeródromo de Málaga: 13.000 ft.
- Granada: 7.000 ft.
- Andorra-La Seu D'Urgell: 8.000 ft.



El **nivel de transición** (TL) es:

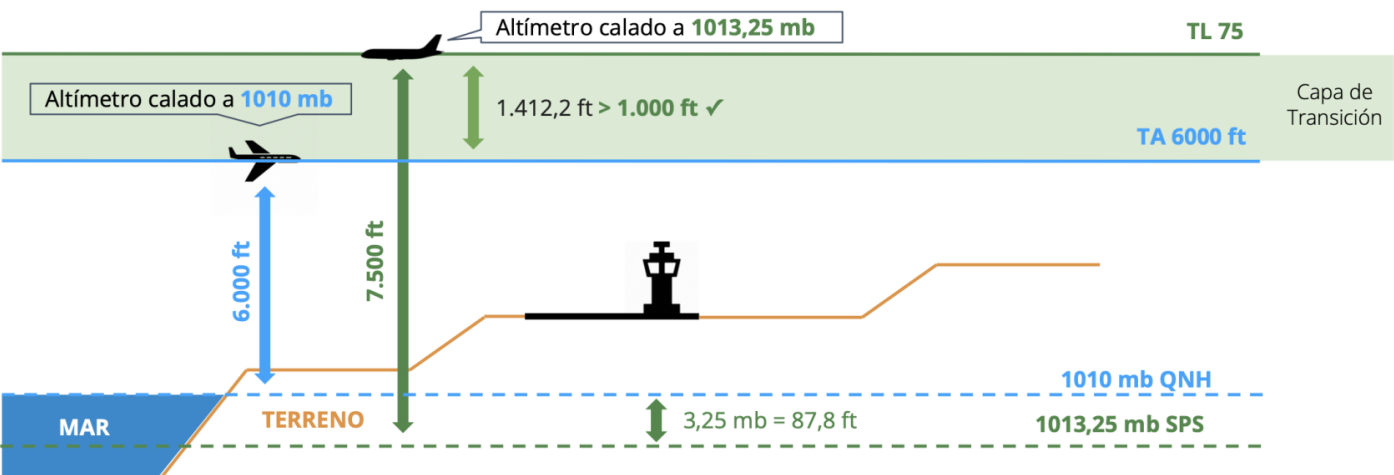
- El **nivel de vuelo a y por encima del cual las aeronaves expresarán su posición vertical en términos de nivel de vuelo, es decir, tendrán calado el altímetro a SPS.**
- Por definición, también es el nivel de vuelo más bajo utilizable.
- Un nivel de vuelo que **varía en función del QNH**, en incrementos de medio nivel.
- El controlador es responsable de establecer el nivel de transición y transmitirlo a las aeronaves a través del ATIS o comunicaciones por voz cuando sea necesario.

ATIS
eu16.ts.iviao.aero/LEPA_S_TWR Palma
South Tower Information VICTOR
recorded at 2017z LEPA 052000Z
VRB02KT 9999 FEW035 15/11 Q1019
NOSIG ARR RWY 24L / DEP RWY 24R /
TRL FL070 TA 6000ft RMK ENGLISH?
PLEASE SPEAK SLOW AND CALM |
Road to ADC ---NOTAM ES081401/20
IN FORCE. CONF. WRL CONFIRM ATIS
INFO VICTOR on initial contact

Capa de transición

La capa de transición es:

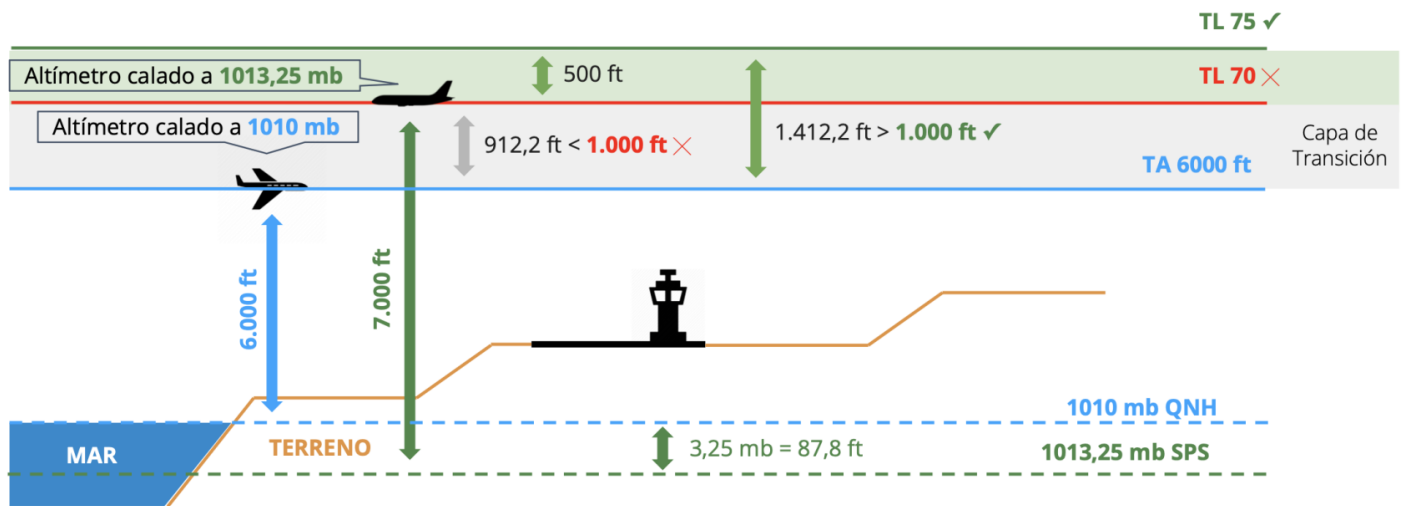
- La distancia vertical entre la altitud de transición y el nivel de transición.
- Esta capa medirá verticalmente lo mínimo posible, pero como mínimo 1.000 ft verticales:
 - Esto se consigue ajustando el nivel de transición, ya que la altitud de transición es fija.
 - De esta forma, una aeronave volando en la altitud de transición y otra volando en el nivel de transición estarán siempre separadas por, como mínimo, 1.000 ft, aunque ambas aeronaves tengan calajes de altímetro diferentes.



Ejemplo: capa de transición demasiado pequeña, QNH bajo

El ejemplo a continuación muestra un nivel de transición **incorrecto**, ya que debido al QNH actual la capa de transición resulta tener una distancia vertical menor a 1.000 ft.

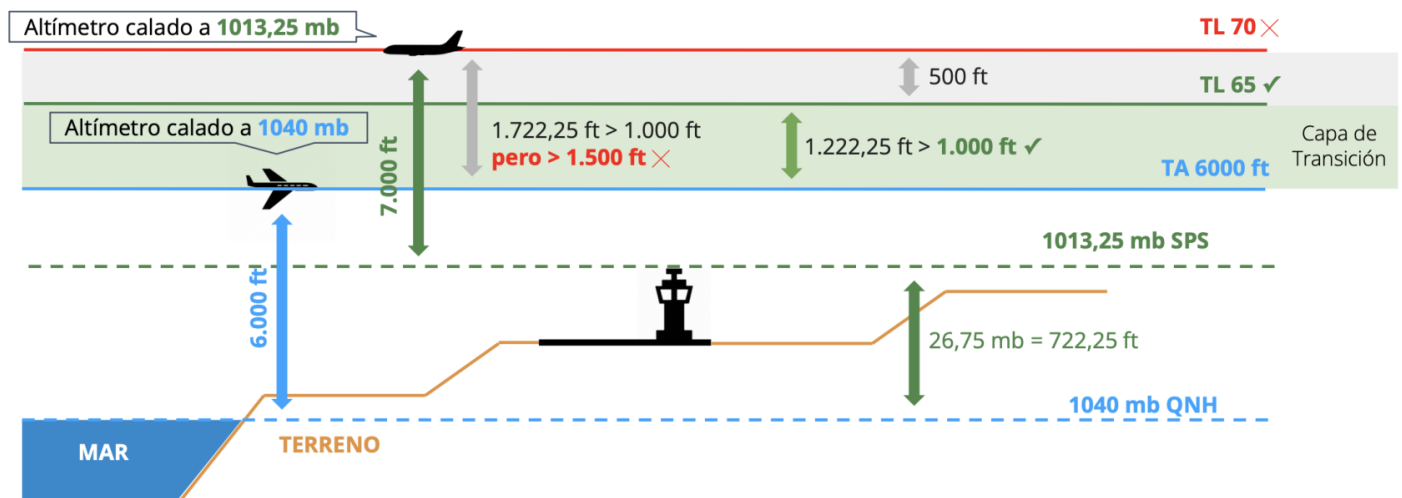
En este caso sería necesario aumentar el nivel de transición para que la capa de transición pueda medir verticalmente como mínimo 1.000 ft. El nivel de transición correcto es FL 75.



Ejemplo: capa de transición demasiado grande, QNH alto

El ejemplo a continuación muestra un nivel de transición **incorrecto**, ya que debido al QNH actual la capa de transición resulta tener una distancia vertical mucho mayor a 1.000 ft, concretamente 1.843,75 ft.

En este caso sería necesario disminuir el nivel de transición para que la capa de transición mida lo mínimo verticalmente posible pero, al menos, 1 000 ft. El nivel de transición correcto es FL 65.



SOP para definir el nivel de transición

Una vez entendido el motivo por el cual es necesario establecer un nivel de transición diferente según el QNH local, el Dpto. ATC de la división cuenta con esta simple tabla publicada en los **SOPs de controlador** para que cada uno sepa qué nivel de transición tiene que establecer en función del QNH y sin necesidad de hacer cálculos matemáticos.

Notas:

- TRL significa nivel de transición (TL).

QNH (hPa)	De 942 a 959	De 960 a 977	De 978 a 995	De 996 a 1013	De 1014 a 1031	De 1032 a 1050
Aeropuertos españoles con TA 6000 FT						
TRL	090	085	080	075	070	065
Aeropuerto de Granada (TA 7000 FT)						
TRL	100	095	090	085	080	075
Aeropuerto de La Seu D'Urgell (TA 8000FT)						
TRL	110	105	100	095	090	085
TMA DE Madrid y Aeropuerto de Málaga (TA 13000FT)						
TRL	160	155	150	145	140	135

Procedimientos de reglaje de altímetro

En general

Las aeronaves **en tierra** tendrán calado el altímetro al **QNH local**.

Las aeronaves **cambiarán el calaje de altímetro** sin necesidad de ninguna instrucción ATC:

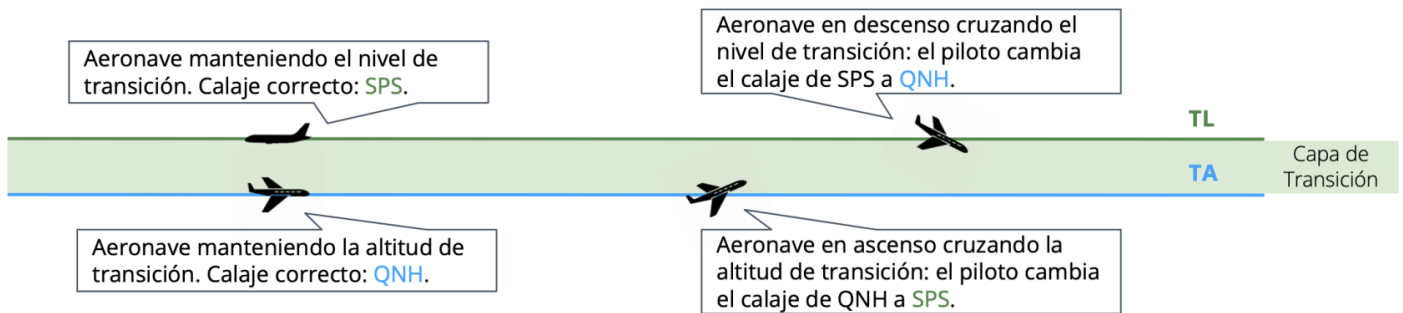
- De QNH a SPS: en la altitud de transición EN ASCENSO.
- De SPS a QNH: en el nivel de transición EN DESCENSO.

Cuando estén **pasando por la capa de transición** las aeronaves expresarán su posición vertical en términos de:

- Nivel de vuelo, cuando estén en ASCENSO.
- Altitud, cuando estén en DESCENSO.

Cuando estén **volando en la capa de transición** (no recomendable) expresarán su posición vertical en términos de:

- Altitud, si no han sobrepasado el nivel de transición en ascenso.
- Nivel de vuelo, si no ha abandonado la altitud de transición en descenso.



En Europa

Al respecto de lo estipulado anteriormente, es importante recalcar que en toda Europa (y por tanto en España) **se permite que las aeronaves cambien el calaje:**

● De QNH a SPS:

- Aunque todavía no hayan alcanzado la altitud de transición.
- Si están por encima de 3.000 ft AAL (sobre el aeródromo de salida); y
- Hayan sido **autorizados** a ascender a un **nivel de vuelo**

● De SPS a QNH:

- Aunque todavía no hayan alcanzado el nivel de transición, siempre y cuando...
- Estén **autorizados** a descender a una **altitud**.

En caso de nivelarse, será necesario que vuelvan a calar el altímetro en función su posición con respecto a la altitud y nivel de transición, según las normas explicadas anteriormente.

