

---

# Ground Based Augmentation System

## GBAS

# Controllo del Traffico Aereo - ICAO/RNP

**Air Traffic Service:**

ATS

**Air Traffic Control**

ATC

**Flight Information Service**

FIS

**Servizio di Allarme**

AL

- Prevenire collisioni tra aeromobili
- Prevenire collisioni tra aeromobili e ostacoli nell'area di manovra
- Incrementare e mantenere un flusso ordinato del traffico aereo

- Fornire avvisi ed informazioni utili alla sicura ed efficiente condotta dei veicoli

- Notificare alle appropriate organizzazioni gli aeromobili che necessitano di ricerca e soccorso

Richiede tre funzioni Basilari

CNS

- Comunicazione: Realizza lo scambio di informazioni tra Aeromobili e stazioni di terra
- Navigazione: Permettono di seguire una traiettoria governando il trasferimento dall'origine alla destinazione
- Sorveglianza: Il sistema di sorveglianza consente di Conoscere la posizione dei vari Aeromobili

- Autonoma
- Radio assistita
- Satellitare

I GBAS SI INQUADRANO NELLA TERZA CATEGORIA

**Radiotecnica e Radiolocalizzazione**

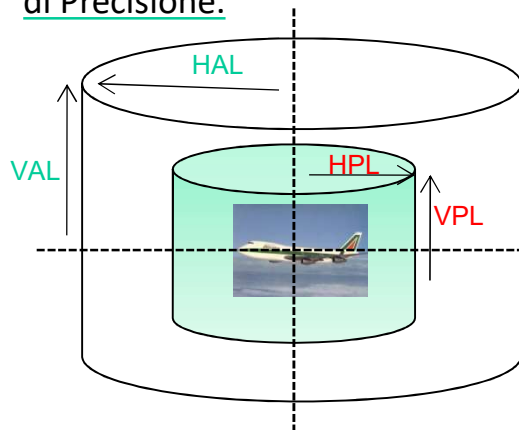
# ICAO/Categorie di Avvicinamento

International Civil  
Aviation Organization

APV: Approach with Vertical Guidance

CAT : categoria di aeroporto; con le categorie vengono identificati gli aeroporti attrezzati agli avvicinamenti con bassa visibilità: CAT III è la più avanzata, in cui è possibile atterrare anche in condizioni di visibilità molto ridotta NdR. Sono Avvicinamenti di Precisione.

RNP	Categoria	Precisione orizz / vert	Integrità/ Tempo di allarme	Disponibilità	Continuità
0.3/125	APV I	±0.3 NM 125 ft	1-10 <sup>-5</sup> /h	0.95	1-10 <sup>-4</sup> /h
0.03/50	APV II	±0.03 NM 50 ft	1-3,5x10 <sup>-7</sup> /h 6 sec	0.9975	1-10 <sup>-5</sup> /h
0.02/40	CAT I	±0.02 NM 40 ft	1-3,5x10 <sup>-7</sup> /h 6 sec	0.9975	1-10 <sup>-5</sup> /h
0.01/15	CAT II	±0.01 NM 15 ft	1-2,5x10 <sup>-9</sup> /h 6 sec	0.9985	1-10 <sup>-5</sup> /h
0.003/0	CAT III	±0.003 NM	1-2x10 <sup>-9</sup> /h 1 sec	0.999	1-10 <sup>-5</sup> /h



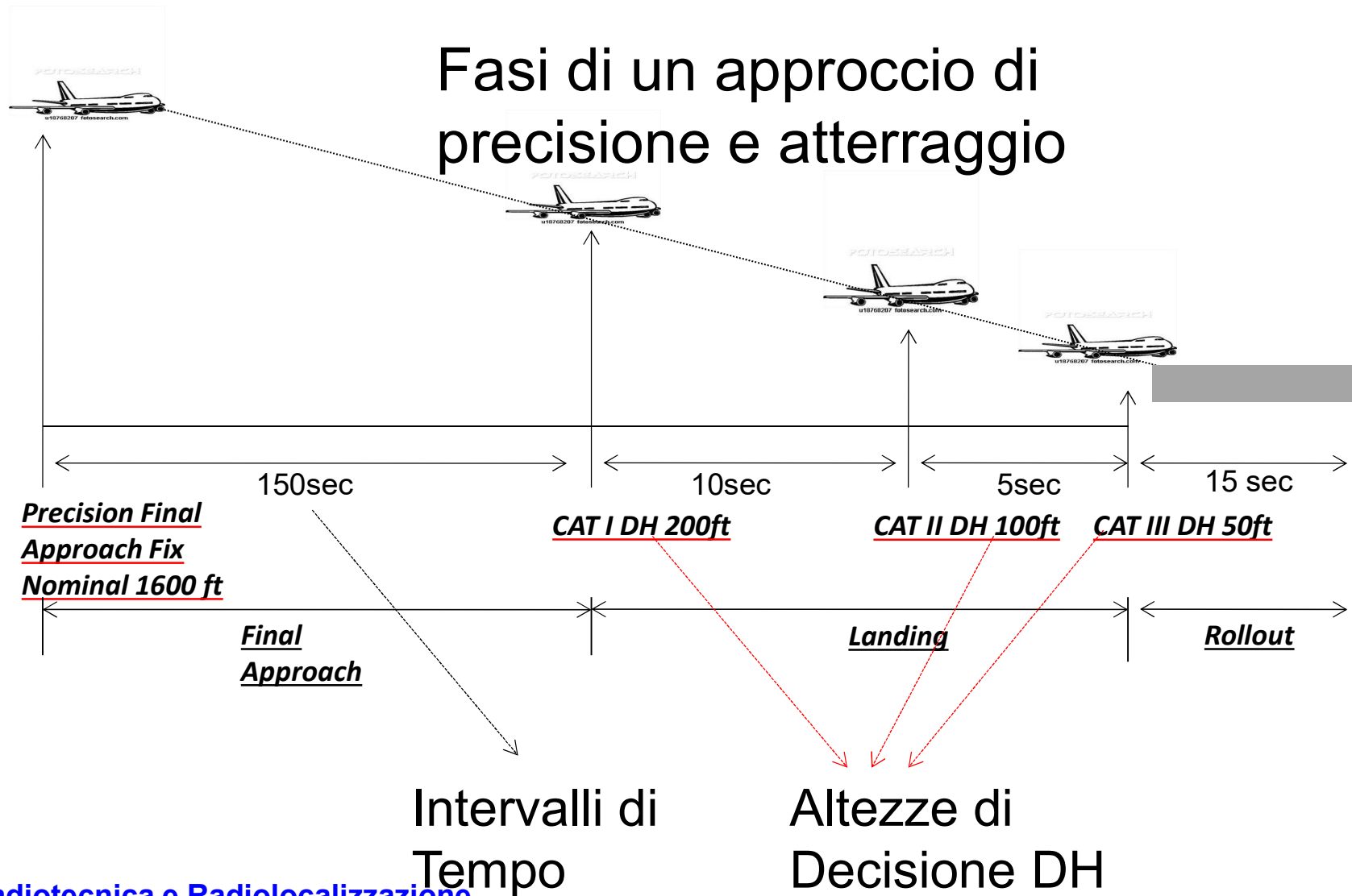
definiscono le semidimensioni di un volume entro il quale l'aeromobile deve mantenere la propria posizione durante l'avvicinamento con un margine di probabilità del 95% (tunnel di contenimento interno). Un secondo volume di contenimento (tunnel esterno) rappresenta il limite massimo entro cui si deve trovare l'aeromobile con una probabilità che sfiora il 100%.

VAL / HAL definiscono Alarm Level

VPL / HPL definiscono il Protection Level

Radiotecnica e Radiolocalizzazione

# ICAO/Approccio di Precisione



# GNSS Augmentation

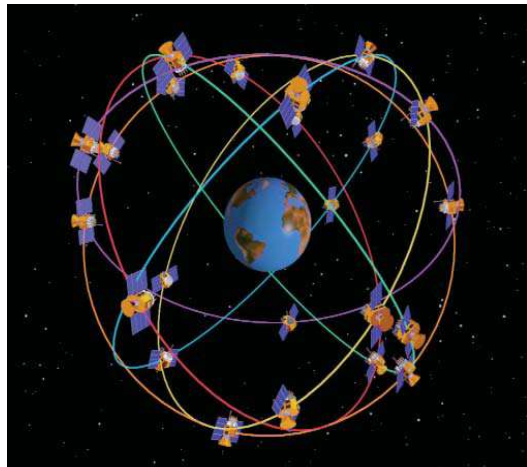
---

## Global Navigation Satellite System

\* **Galileo:** Europa



- Concepiti per usi civili
- Può supportare tutte le operazioni sino ad avvicinamenti CAT I



## GPS/GLONASS/GALILEO

\* **GPS** ( Global Positioning System ) - US

\* **GLONASS** ( GLObal Navigation Satellite System ) - Russia



- Concepiti durante la Guerra fredda
- Gli attuali sistemi satellitari non soddisfano completamente i requisiti RNP stabiliti dall'ICAO senza opportuni **sistemi di potenziamento**



*Augmentation Systems*

# GNSS Augmentation Systems

## 1. **ABAS** (**A**vionic **B**ased **A**ugmentation **S**ystem) agiscono sul segmento utente

- **RAIM** (**R**eceiver **A**utonomous **A**ugmentation)

Avendo più di 4 SV in visibilità, attraverso un opportuno software, che elabora tutte le possibili combinazioni dei 4, dal loro confronto si riesce ad escludere, se presente, il SV in avaria.

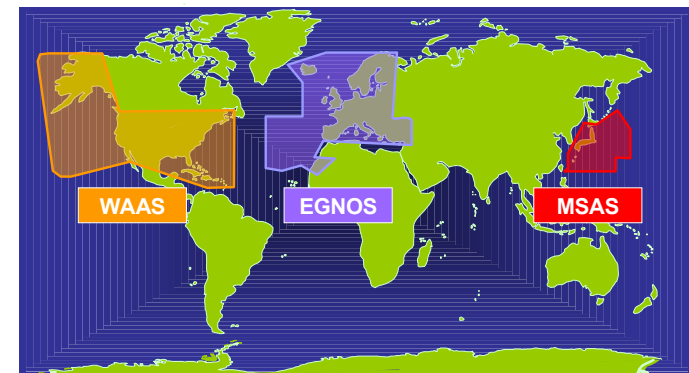
- **AAIM** (**A**ircraft **A**utonomous **A**ugmentation **S**ystem)

Utilizza informazioni ricavate da altri sensori di bordo, quali altimetro barometrico, orologio o sistema inerziale

## 2. **SBAS** (**S**atellite **B**ased **A**ugmentation **S**ystem) si basano sull'utilizzo di satelliti geostazionari

- Stazioni al suolo effettuano misure di distanza dai satelliti in vista
- Trasmettono i dati ad una stazione di controllo centrale MCC (*Mission Control Center*)
- Questa trasmette agli utenti le correzioni da apportare e dati di integrità attraverso SV Geostazionari

- il **WAAS** (**W**ide **A**rea **A**ugmentation **S**ystem) - Stati Uniti;
- l'**EGNOS** (**E**uropean **G**eostationary **N**avigation **O**verlay **S**ervice) - Europa;
- il **MSAS** (**M**ulti **S**atellite-based **A**ugmentation **S**ystem) - Pacifico.



## Radiotecnica e Radiolocalizzazione

# GBAS: Introduzione

---

## 3. GBAS (Ground Based Augmentation System)

- Stazioni monitoraggio al suolo collocate nelle aree critiche laddove è necessaria una maggiore precisione e affidabilità del sistema satellitare
- Supporta un aeromobile nell'avvicinamento, nell'atterraggio, nel decollo, e in tutte le operazioni in superficie all'interno della sua area di copertura

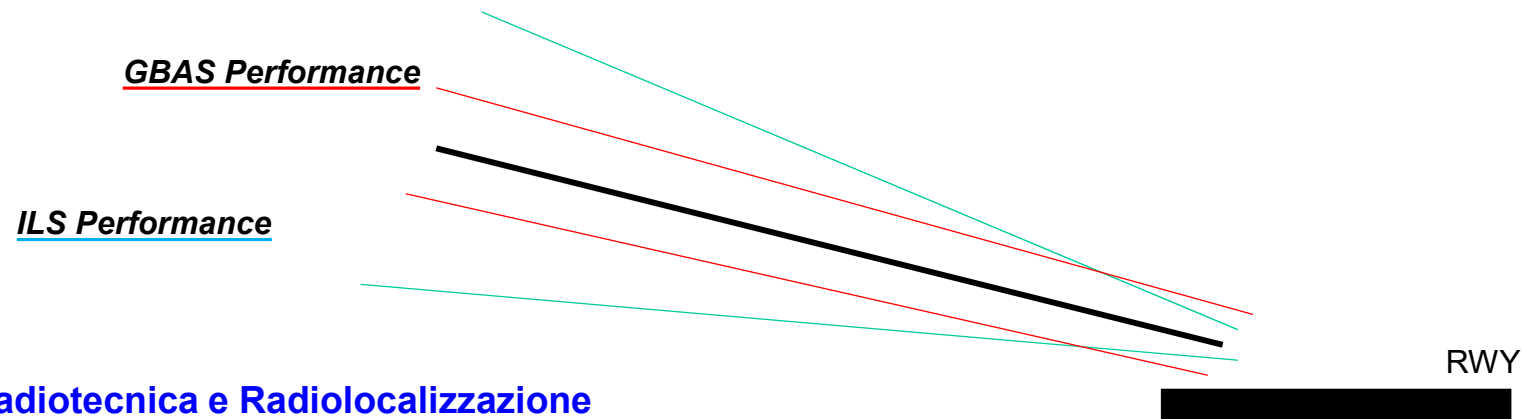
➔ ILS- Instrumental Landing System      ➔ GBAS

Limiti Tecnici:

- *L'interferenza nella banda VHF*
- *multipath*
- *limitato numero di canali disponibili*

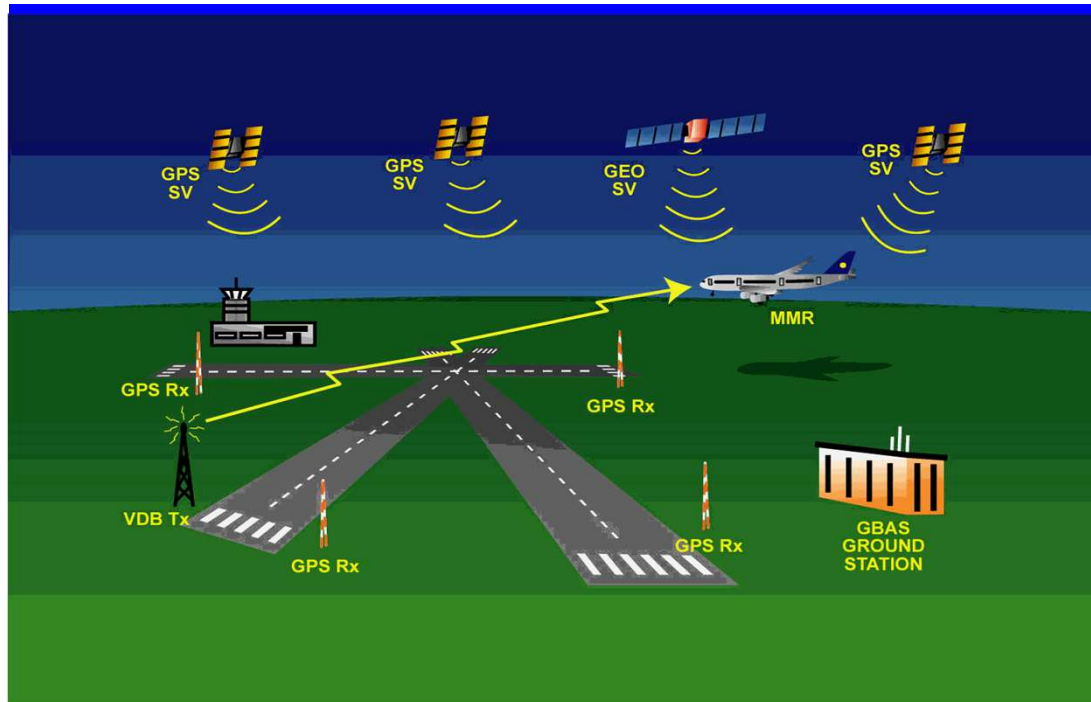
Vantaggi:

- *Una stazione di terra GBAS sarà in grado di supportare molteplici piste di atterraggio*
- *I requisiti di gestione e controllo saranno ridotti rispetto all' ILS*
- *Un segnale stabile, e meno soggetto a interferenze*



**Radiotecnica e Radiolocalizzazione**

# GBAS: Sotto-sistema di Terra



## Principio:

- GNSS Rx (Posizione nota) misurano gli pseudorange dai satelliti in vista
- Li inviano alla stazione di processing
- Confronta le misure ridondanti
- Rileva eventuali anomalie
- Calcola le correzioni differenziali
- Le trasmette al VDB Tx.
- Questo diffonde i messaggi di correzione ed integrità nonché il (Final Approach Segment, FAS).

## Componenti:

- 1 (**Monitoring Station**” o **GMS**) ricezione del segnale VDB, e GPS, monitoraggio delle prestazioni del sistema di navigazione GPS + GBAS.
- 2 (**Reference Station**”) generazione e trasmissione del segnale di augmentation VDB (VHF Data Broadcast).  
Si compone di:
  - ricevitori GNSS di riferimento;
  - stazione di data processing;
  - stazione VDB per la diffusione agli utenti dei messaggi di correzione ed integrità in banda VHF

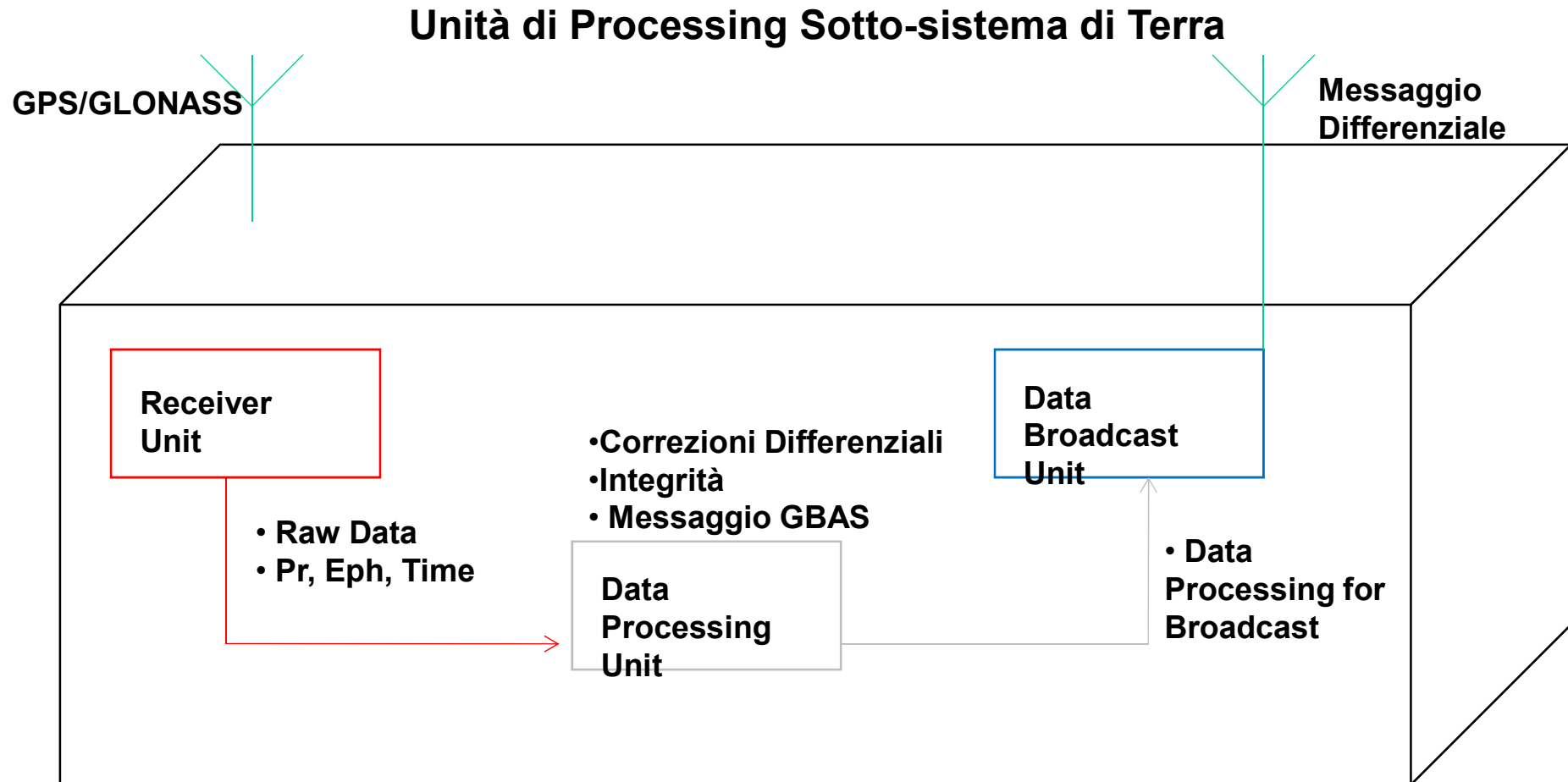
## Caratteristiche Segnale VDB

- **Banda** 108-118 MHz
- **Copertura** 23 NM

## Radiotecnica e Radiolocalizzazione



# GBAS: Processing Sotto-sistema di Terra



# GBAS: Esempio Toulouse (Francia)



GPS Reference Receivers



VDB TX antenna

Sito GBAS



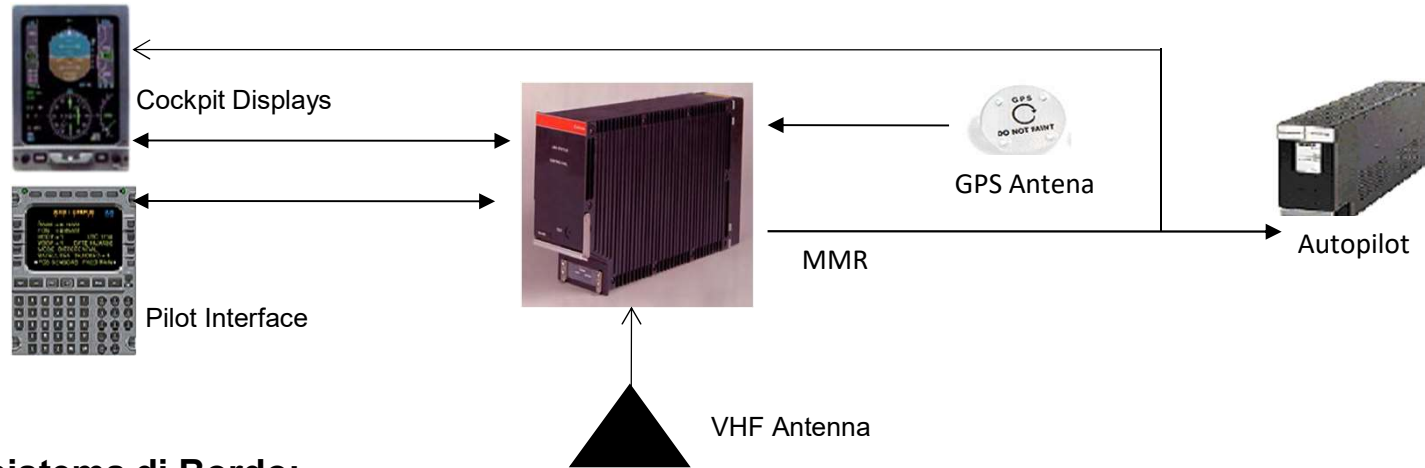
## Componenti:

- 4 GPS Reference Receivers
- Processing units
- 1 VDB Tx and 1 VDB Rx antenna
- Maintenance and Air Traffic Control Units

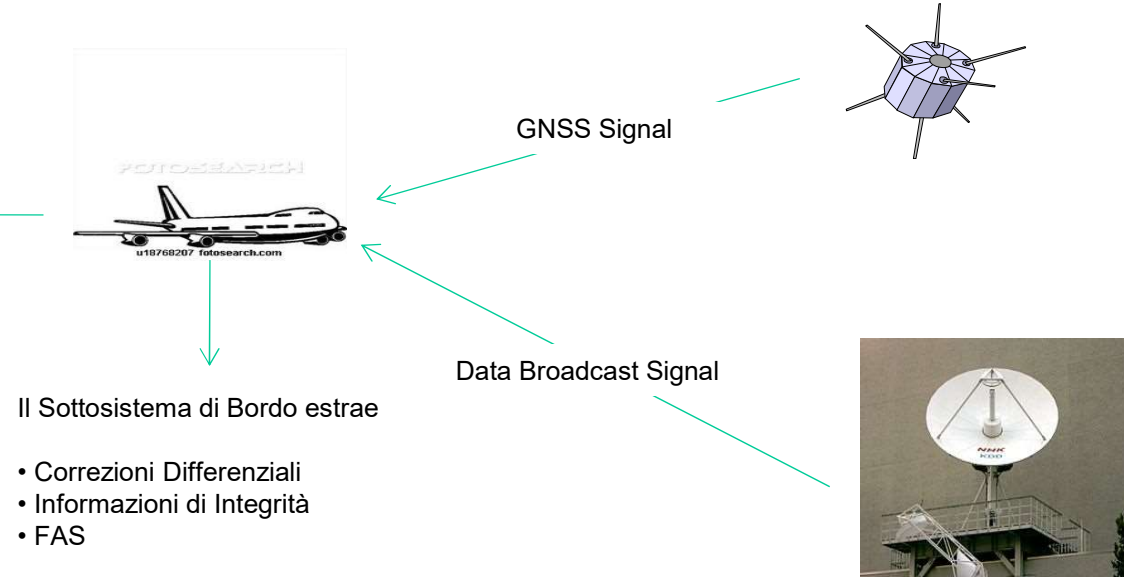
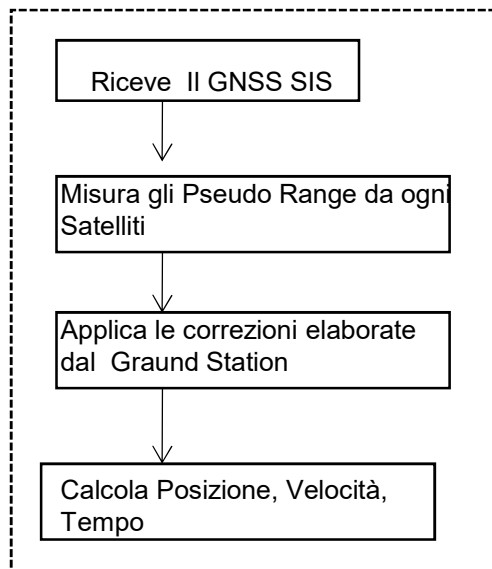
**Radiotecnica e Radiolocalizzazione**

# GBAS: Sotto-sistema di Bordo

## Componenti:



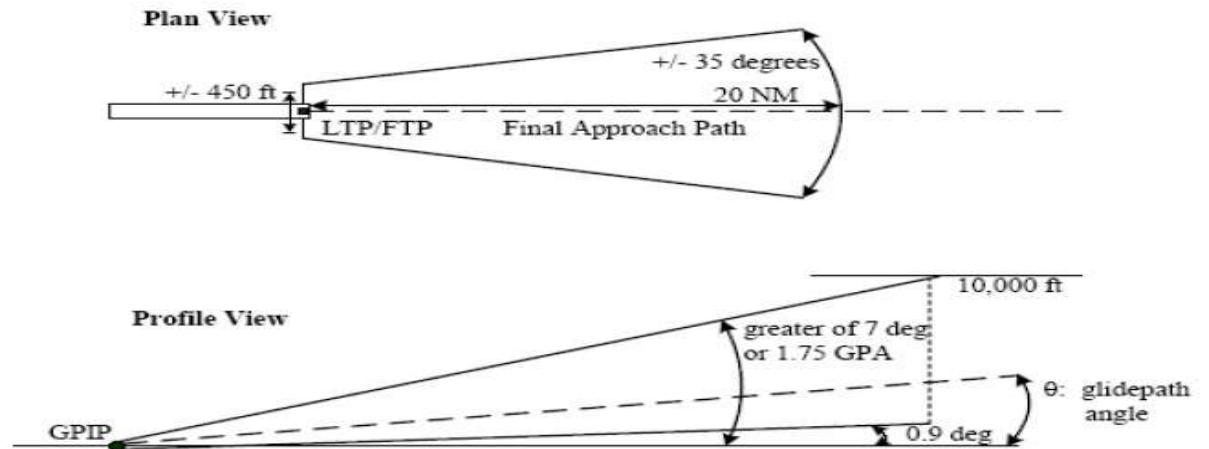
## Processing Sotto-sistema di Bordo:



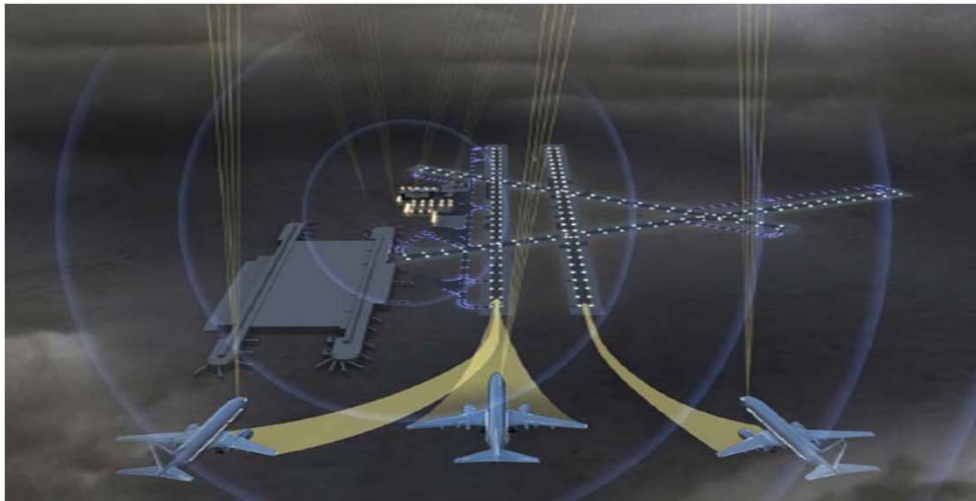
## Radiotecnica e Radiolocalizzazione

# GBAS: Volumi di Servizio

Si riportano in figura i volumi di servizio minimi (all'interno dei quali devono essere assicurati i requisiti di accuratezza, integrità e continuità).



Il GBAS nel suo volume di servizio può servire contemporaneamente un numero di utenti illimitato.



## Prestazioni

Attualmente il sistema GBAS è in grado di supportare avvicinamenti di precisione sino alla CAT I.

Sono inoltre in fase di studio sistemi GBAS dalle prestazioni più avanzate, CAT II e III

È previsto che a medio-lungo termine il GBAS potrà supportare procedure avanzate quali avvicinamenti curvilinei e su piste parallele

## Radiotecnica e Radiolocalizzazione

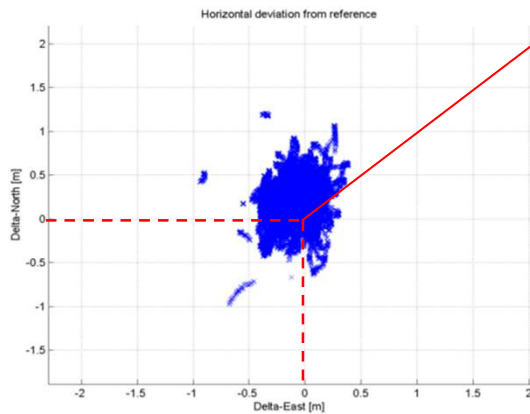
# GBAS: misure presso Aeroporto di Linate

## Componenti

Ground Monitoring Station comprende le seguenti unità:

- Ricevitore GNSS : riceve il SIS di GPS/GEO
- Unità Locale di Controllo
- Unità di memorizzazione.
- Ricevitore VHF : riceve i messaggi trasmessi una stazione di riferimento GBAS (CAT-1)

### da Variabilità dati di posizione

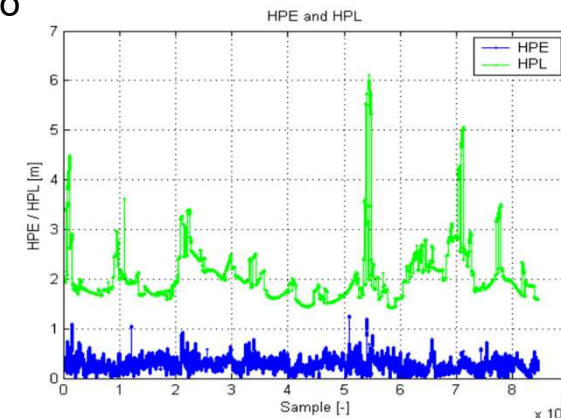
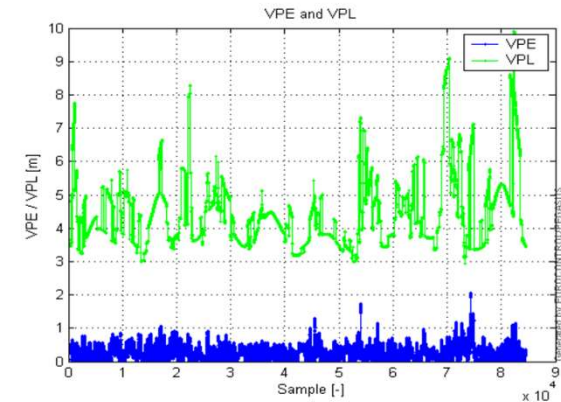


Riferimento

Errore Posizionamento  
Orizzontale  $\pm 1$ m

### • Integrità

Errore di posizione  
inferiore al relativo livello  
di protezione



### • Conclusioni

Tutti i test soddisfano la categoria di volo richiesta. Infatti la precisione per gli avvicinamenti CAT-I è in orizzontale di 0.02 NM (37.04 m) ed è ampiamente verificata; l'accuratezza verticale che è di 40 ft (12.19 m) risulta anch'essa rispettata.

## Radiotecnica e Radiolocalizzazione