
Il sistema GALILEO

La storia di Galileo (I)

- 19/12/1994 : Council Resolution on the European contribution to the development of a GNSS
 - Initiate or support work on GNSS1
 - Initiate & support preparatory work on GNSS2
- 4/12/1996 : Commission communication on European space strategy
 - Commission action plan to the Council due in 1997
- 21/10/1997 : Transport commissioner communication
 - Sets conditions for international co-operation on GNSS2 (preferred option)
 - Proposes a European system if conditions can't be met
- 21/01/1998 : European Commission communication
 - Takes notes of current European contribution to GNSS 1 (EGNOS)
 - Advocates joint development of a civil GNSS 2 with international partners
- 17/03/1998 : Counsel of EU Ministres
 - Recommendations for a future approach to GNSS
 - Intensification of contacts with the USA and Russia
 - Speed up works on options for a European Satellite Navigation system
- March to November 1998
 - Increase in contacts with international partners
 - ESA (European Space Agency) launches technical studies
- 18/06/1998 : Tripartite Agreement between EC, ESA & Eurocontrol
- July to December 1998: GNSS-2 Forum
- 10/02/1999 : Commission communication “Galileo - involving Europe in a new generation of satellite navigation services”
 - “The Commission has now come out in favour of the development of an integrated European system, Galileo...”
- 12/05/1999 : ESA approves initial investment in Galileo
- 16/06/1999 : Alcatel Space Signs EGNOS development contract

RadioTecnica e RadioLocalizzazione

La storia di Galileo (II)

- 17/06/1999 : 1st phase of Galileo launched
 - EU Ministers of Transportation decide to release € 40 millions.
 - The other € 40 millions will be brought by ESA
 - The first phase of the project should conclude in late 2000
- December 1999: Beginning of the Galileo “definition phase”
 - Kick-Off EC contracts : GALA, Geminus, SAGA, Integ, Gust, Sargal.
 - Kick-Off ESA GalileoSat contract
- May 2000: WRC Istanbul
 - Agreement to allocate new frequency bands dedicated to new satellite radionavigation services.
 - Europe completes frequencies application by 13/02/2001.
 - Allocated frequencies MUST be used before 13/02/2006 : At least one satellite must be transmitting SIS by this date.
- 21/12/2000 : Counsel of the Ministers of transport (EC)
 - Decision on development phase postponed to 04/2001
- 15/03/2001 : Industry indicates willingness to invest € 200 M in the development phase.
- 05/04/2001 : Counsel of the Ministers of transport (EC)
 - Conditional launch of the development phase, release of € 200 M (50% EC & 50% ESA). Confirmation needed in December.
- 15/11/2001 : Counsel of the Ministers of research (ESA)
 - More than € 500 M are subscribed for the development phase
- December 2001: Strong US lobbying
- 06/12/2001 : Counsel of the Ministers of transport (EC)
 - Decision on € 550 M financing of the development phase postponed to 03/2002.
- 26 March 2002 : **Galileo is officially launched !**

RadioTecnica e RadioLocalizzazione

GNSS è usato ovunque... e da tutti!

- Il GPS ha dimostrato i vantaggi della navigazione satellitare al punto tale che il GPS è considerato in USA come la quinta utilità primaria dopo acqua, elettricità, gas e telefono.
- Utenti US militari e civili sono diventati considerevolmente dipendenti dal sistema.
- In europa, il Libro Bianco CEE sulle politiche dei Trasporti Europei per il 2010 identifica nel GNSS una tecnologia critica che può rivoluzionare l'infrastruttura dei trasporti europea.
- Le applicazioni civili sono in crescita continua, ... e stanno diventando una **componente fondamentale della Infrastruttura Globale dell'Informazione**.
- Si sono calcolati oltre 6 milioni di utenti GNSS in Europa nel 2001 e studi stimano che si arriverà ad oltre 250 milioni nel 2020.
- A livello mondiale, ci si aspetta di raggiungere 800 milioni di utenti. Ciò implica che nel futuro l'uso personale della navigazione satellitare diventerà diffuso quanto oggi il telefono cellulare.

Motivazioni per GALILEO

- **Oggi esiste un solo GNSS operativo: il GPS**

- Qualunque interruzione del servizio GPS, intenzionale o non intenzionale, causerebbe conseguenze economiche ed organizzative drammatiche, specialmente se non c'è un allarme o una informazione immediata sugli errori da aspettarsi.
- Inoltre, il GPS è soggetto ad una assenza totale di garanzia e responsabilità, non essendo queste compatibili con gli obiettivi militari del sistema

- **Ed è vulnerabile:...**

- Diversi casi di interruzioni del servizio GPS si sono verificati negli anni passati
- il DOT Volpe Report (Agosto 2001) dice:

“The GPS system cannot serve as a sole source for position location or precision timing for certain critical applications.”

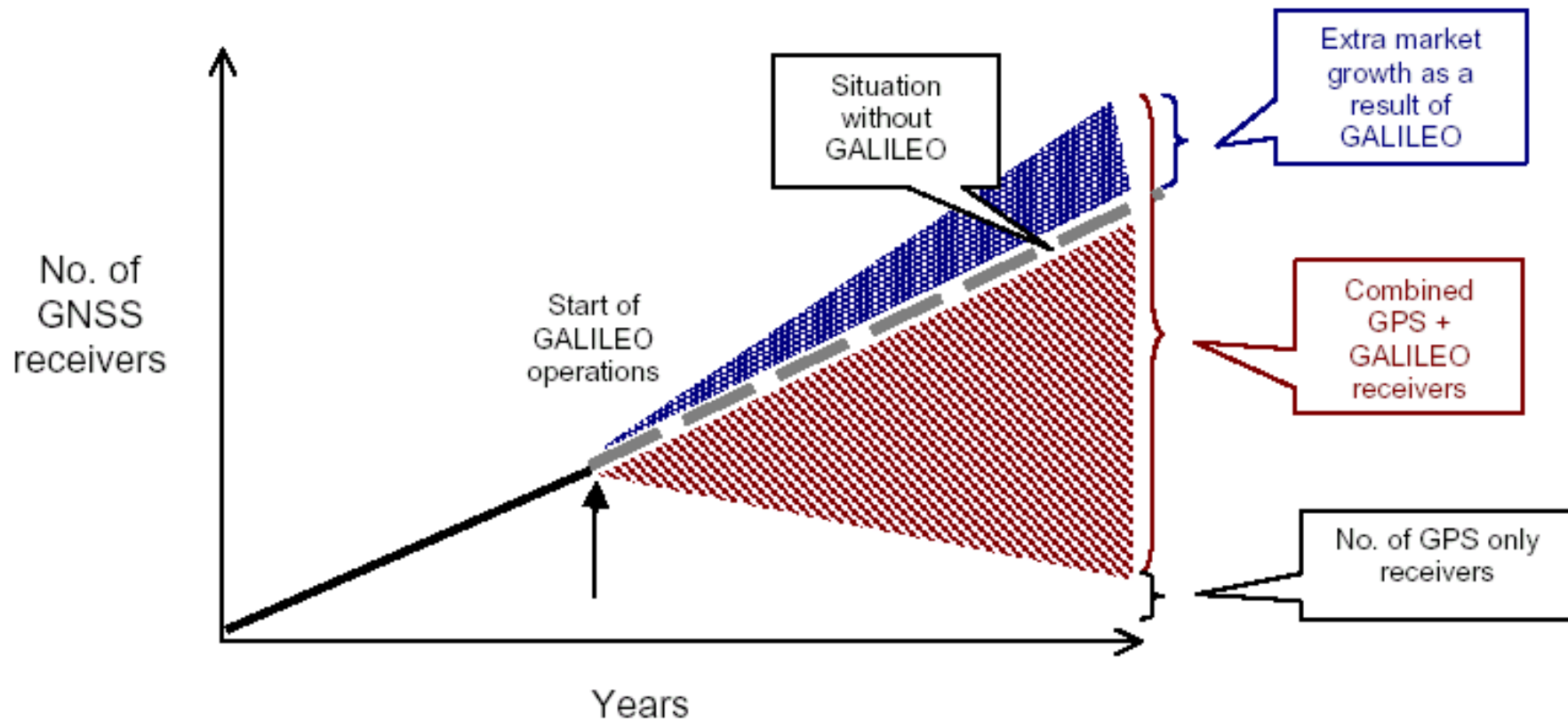
- **L'Europa deve sviluppare GALILEO per**

- Non essere totalmente dipendente dal GPS.
- Avere il controllo di una tecnologia così vitale per la società futura
- Non restare dipendente dal monopolio americano

- **Ricadute di Galileo per l'Europa:**

- Tecnologica : indipendenza e competitività delle industrie high-tech europee
- Economica : il mercato di apparecchiature e servizi è stimato in circa 10 Miliardi di €10 per anno, con la creazione in Europa di oltre 100 000 posti di lavoro di alto livello
- Strategico/politica : le politiche CEE future su Trasporti, pesca, agricoltura, sviluppo regionale dipenderanno da Galileo; e posseder una tecnologia

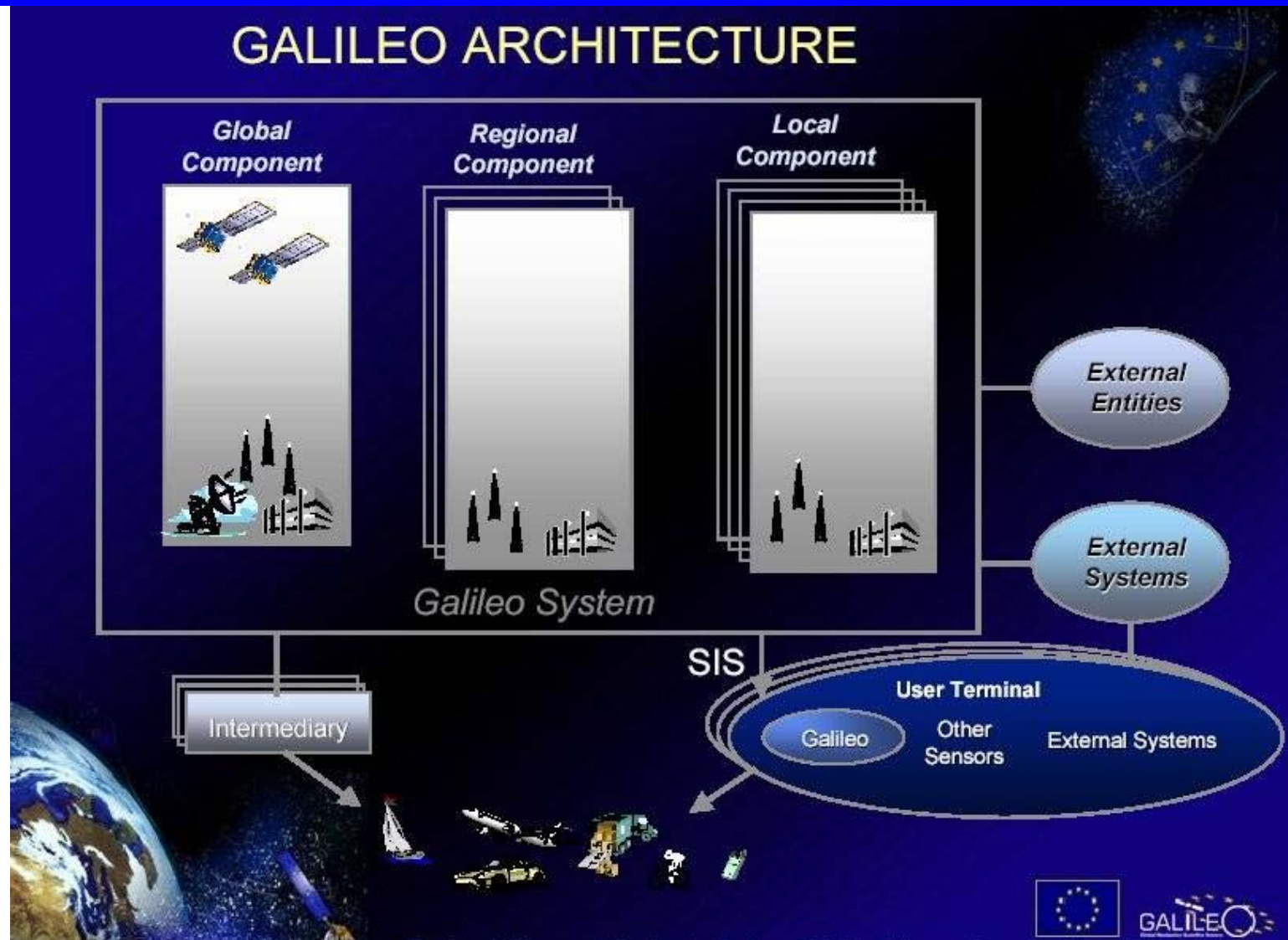
Galileo amplierà il mercato GNSS globale



Definizione di GALILEO ad alto livello

- Galileo è il contributo europeo al GNSS
- Galileo una infrastruttura globale, comprendente:
 - una costellazione di satelliti MEO
 - il ground segment ad essa associato
- Galileo indipendente da altri sistemi globali di radio-navigazione (primo fra tutti il GPS), ma è interoperabile con esso
- Galileo è un sistema civile, che opera sotto il controllo pubblico
- Il programma Galileo include anche lo sviluppo di ricevitori, applicazioni e servizi
- Il programma Galileo è gestito e finanziato congiuntamente da CEE ed ESA
- Galileo deve essere un sistema funzionante in piena autonomia
- I servizi “open” di Galileo devono essere competitivi con i servizi confrontabili della prossima generazione di GPS
- Galileo offrirà nuove caratteristiche per migliorare e garantire servizi (integrity...)
- Galileo servirà un ampio spettro di applicazioni, fornendo 5 servizi di riferimento

IL sistema GALILEO



RadioTecnica e RadioLocalizzazione

Architettura di Galileo

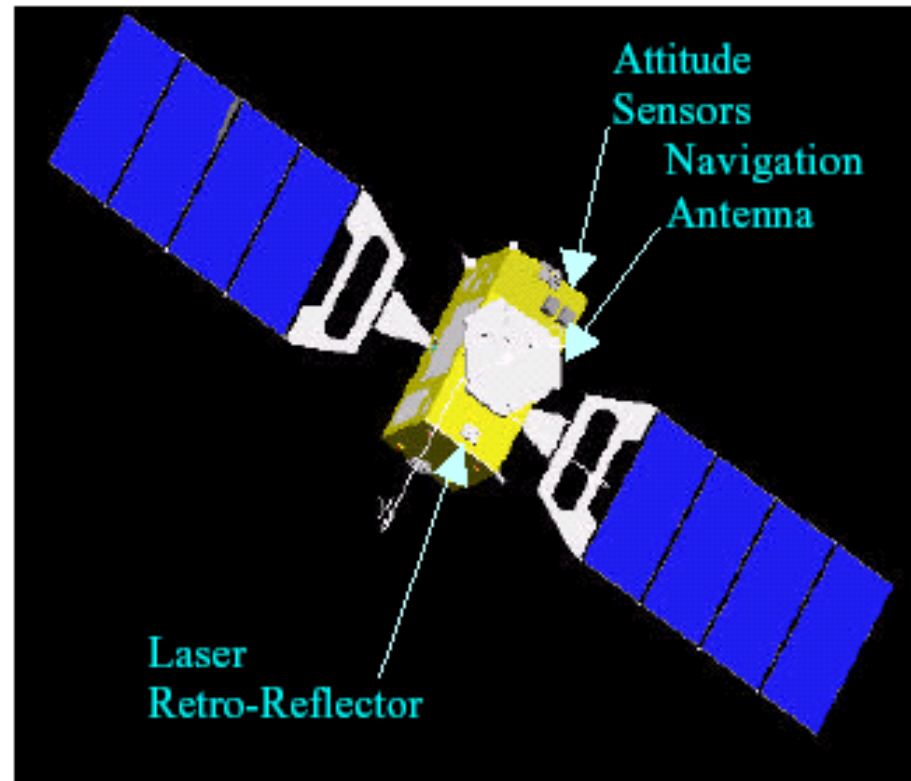
- 3 componenti :
 - il “global component” : costellazione + control segment
 - il “regional component” : rete di integrity monitoring
 - il “local component” : “augmentations” per migliorare availability, accuracy o integrity

- Inoltre:
 - User segment (terminali utente)
 - Service centres

Il “Global component” di Galileo (I)

Parte 1: Costellazione

- 30 Satelliti MEO
(27 operativi + 3 riserve attive)
- 3 piani orbitali
- 56 gradi di inclinazione
- 23616 km di altitudine



Il “Global component” di Galileo (II)

Parte 2: Ground Segment

- 1 rete globale di 20 “Sensor Stations” (GSS) di Galileo
- 2 Control Centres (GCC) di Galileo realizzati su territorio Europeo:
 - Calcolo delle orbite dei satelliti
 - Calcolo delle informazioni di integrità
 - Sincronizzazione in tempo del segnale di tutti i satelliti e degli orologi delle stazioni di terra
 - Gestione degli allarmi
 - ecc.
- 5 stazioni di up-link in banda S e 10 stazioni di up-link in banda distribuite su tutto il globo
- Interfaccia con i “service centres” (SAR, commerciali...)
- Interfaccia con le reti regionali di integrità

Il “Regional component” di Galileo

- Il “regional component” di Galileo racchiude:
 - segmenti non europei, specificamente mirati a fornire i dati di integrità a livello regionale.
 - EGNOS, che fornisce (a livello regionale) dati di integrità e correzioni differenziali per i sistemi GPS e GLONASS.

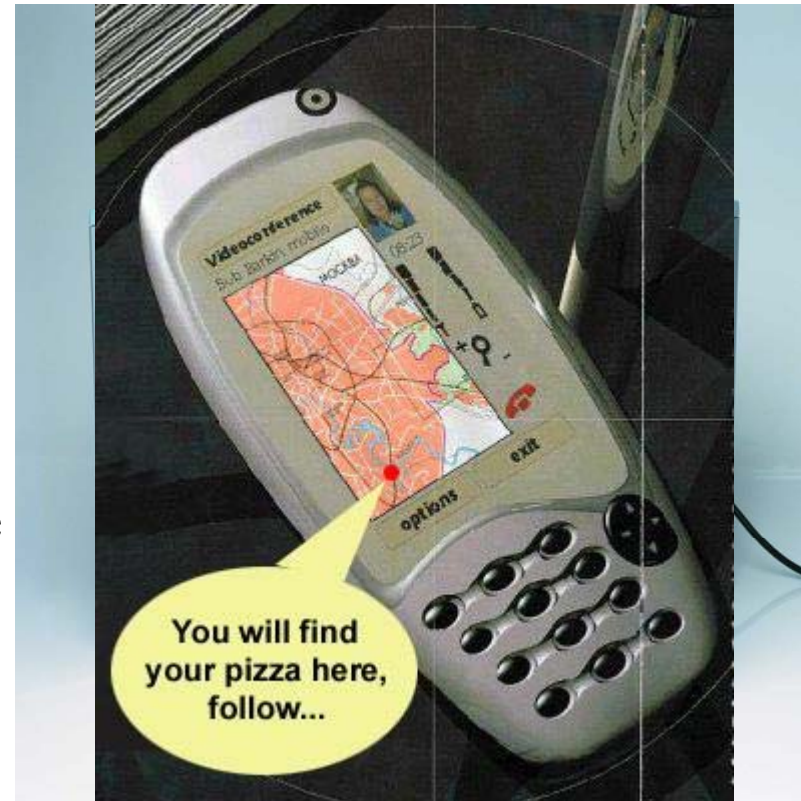
Il “Local component” di Galileo

- Mira a migliorare localmente:
 - Accuratezza
 - Integrità (ivi incluso il “time to alarm”)
 - Disponibilità (ivi incluso il tempo di acquisizione & riacquisizione)
- Inoltre, è possibile incrementare localmente il servizio di Galileo aggiungendo :
 - dati commerciali
 - Posizionamento Enhanced / hybridised (con GSM / UMTS)
 - Pseudoliti

Il “User segment” di Galileo

Ricevitori

- Ancora non disponibili
- Ricevitori integrati GPS/Galileo
- Ricevitori integrati con unità mobili GSM e UMTS
- Primo “breadboard” di ricevitore Galileo sviluppato da THALES Navigation
- In Italia Laben

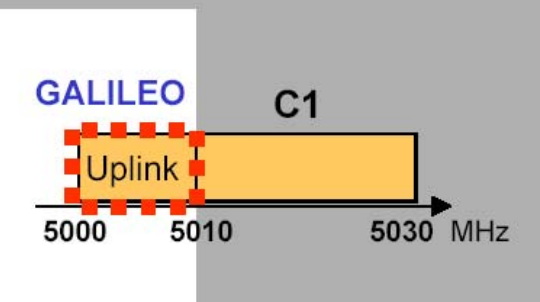
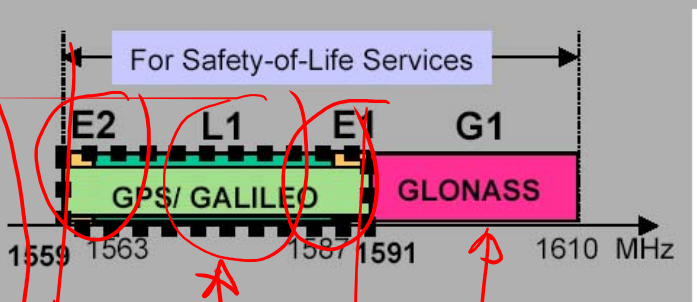
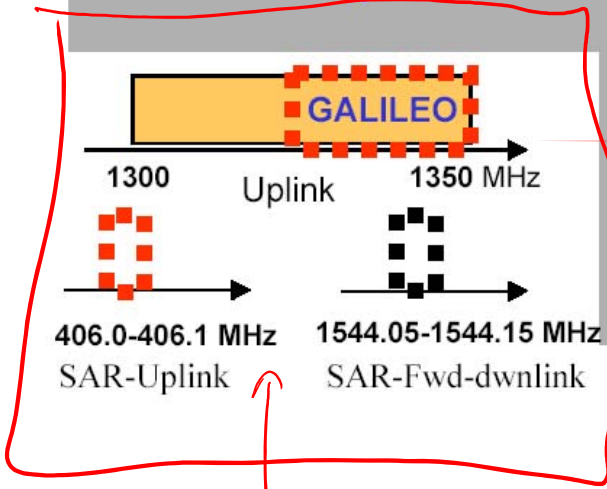
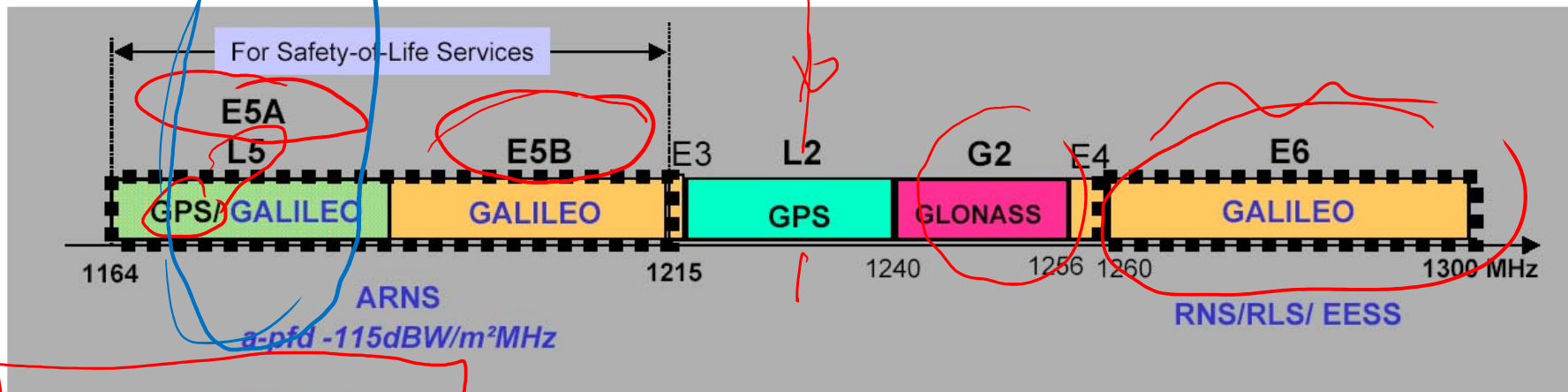


I “Service centres” di Galileo

- I “Service centres” si interfacciano con gli utenti per tutti i servizi previsti :
 - Informazione e garanzia del livello di prestazioni e disponibilità del servizio
 - Sottoscrizioni e controllo di accesso
 - Gestione di rischi, assicurazioni, responsabilità.
 - Gestione di licenze e certificati.
 - Interfaccia commerciale.
 - Supporto allo sviluppo di applicazioni.

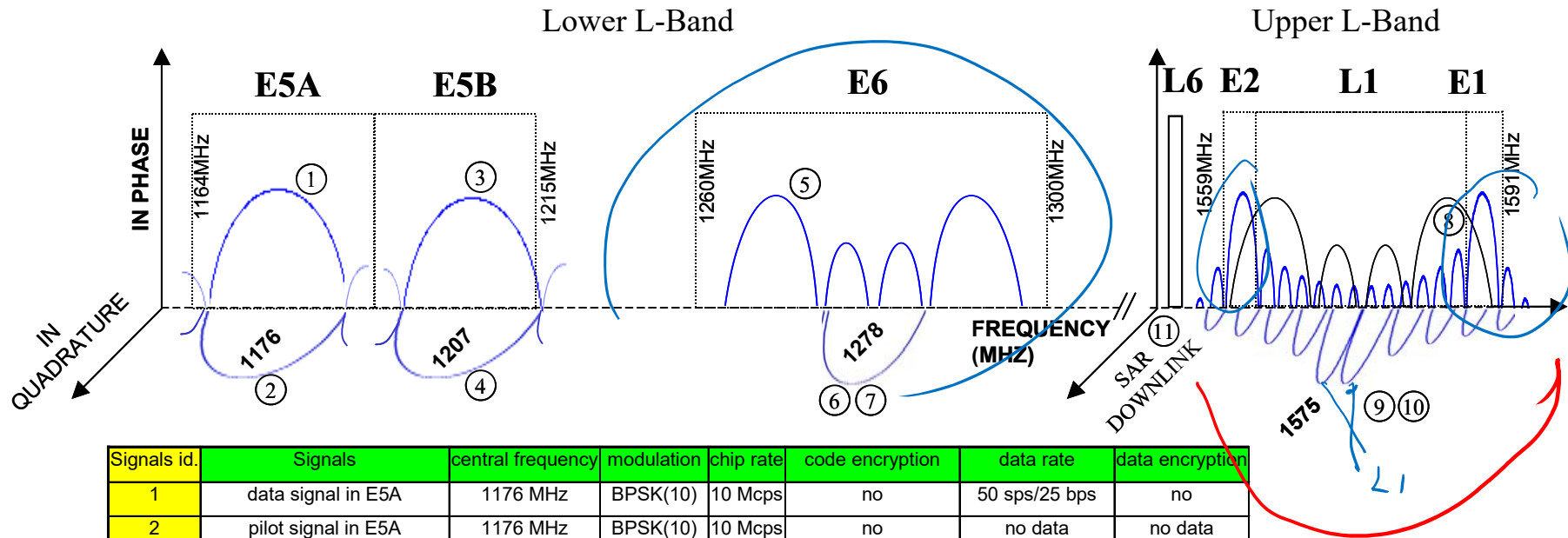
Allocazione dello spettro per GNSS

Bande di Frequenza per i Sistemi di Radio-Navigazione Satellitare (RNSS)



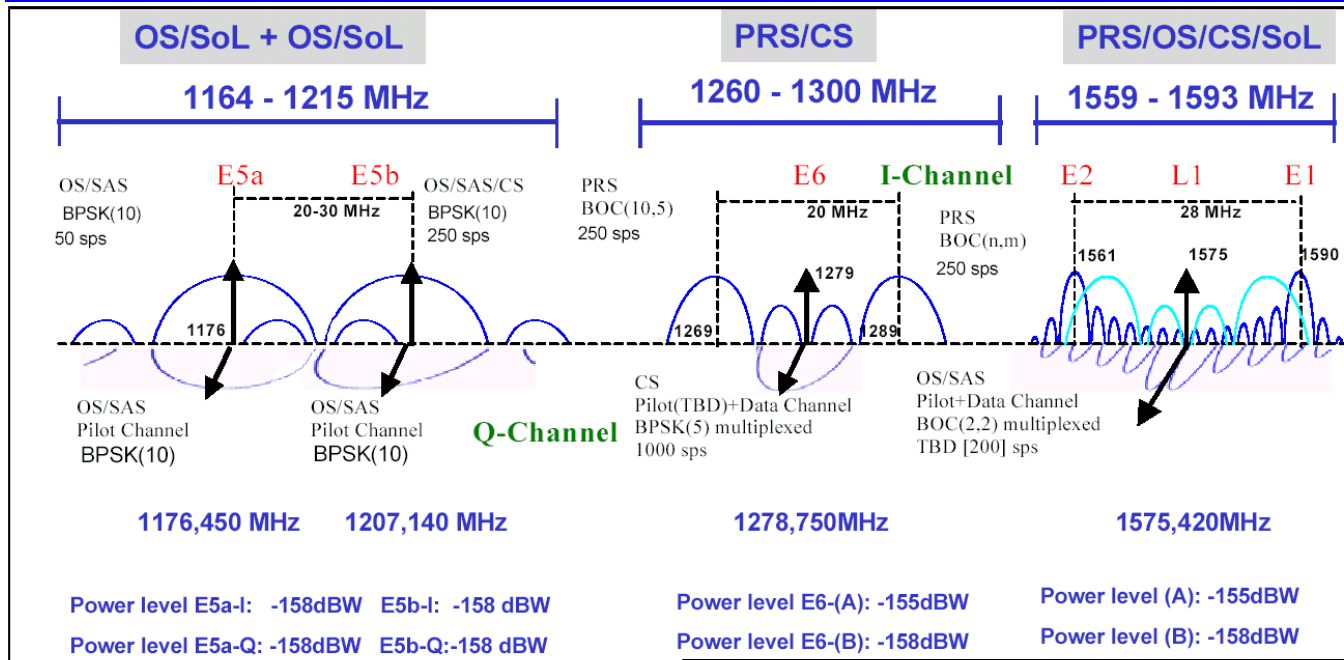
RadioTecnica e RadioLocalizzazione

I segnali GALILEO



Signals id.	Signals	central frequency	modulation	chip rate	code encryption	data rate	data encryption
1	data signal in E5A	1176 MHz	BPSK(10)	10 Mcps	no	50 sps/25 bps	no
2	pilot signal in E5A	1176 MHz	BPSK(10)	10 Mcps	no	no data	no data
3	data signal in E5B	1207 MHz	BPSK(10)	10 Mcps	no	250 sps/125 bps	no
4	pilot signal in E5B	1207 MHz	BPSK(10)	10 Mcps	no	no data	no data
5	split-spectrum signal in E6	1278 MHz	BOC(10,5)	5 Mcps	Yes – governmental approved	250 sps/125 bps	yes
6	commercial data signal in E6	1278 MHz	BPSK(5)	5 Mcps	Yes - commercial	1000 sps/500 bps	yes
7	commercial pilot signal in E6	1278 MHz	BPSK(5)	5 Mcps	Yes – commercial	no data	no data
8	split-spectrum signal in L1	1575 MHz	BOC(n,m)	m Mcps	Yes – governmental approved	250 sps/125 bps	yes
9	data signal in L1	1575 MHz	BOC(2,2)	2 Mcps	no	200 sps/100 bps	no
10	pilot signal in L1	1575 MHz	BOC(2,2)	2 Mcps	no	no data	no data

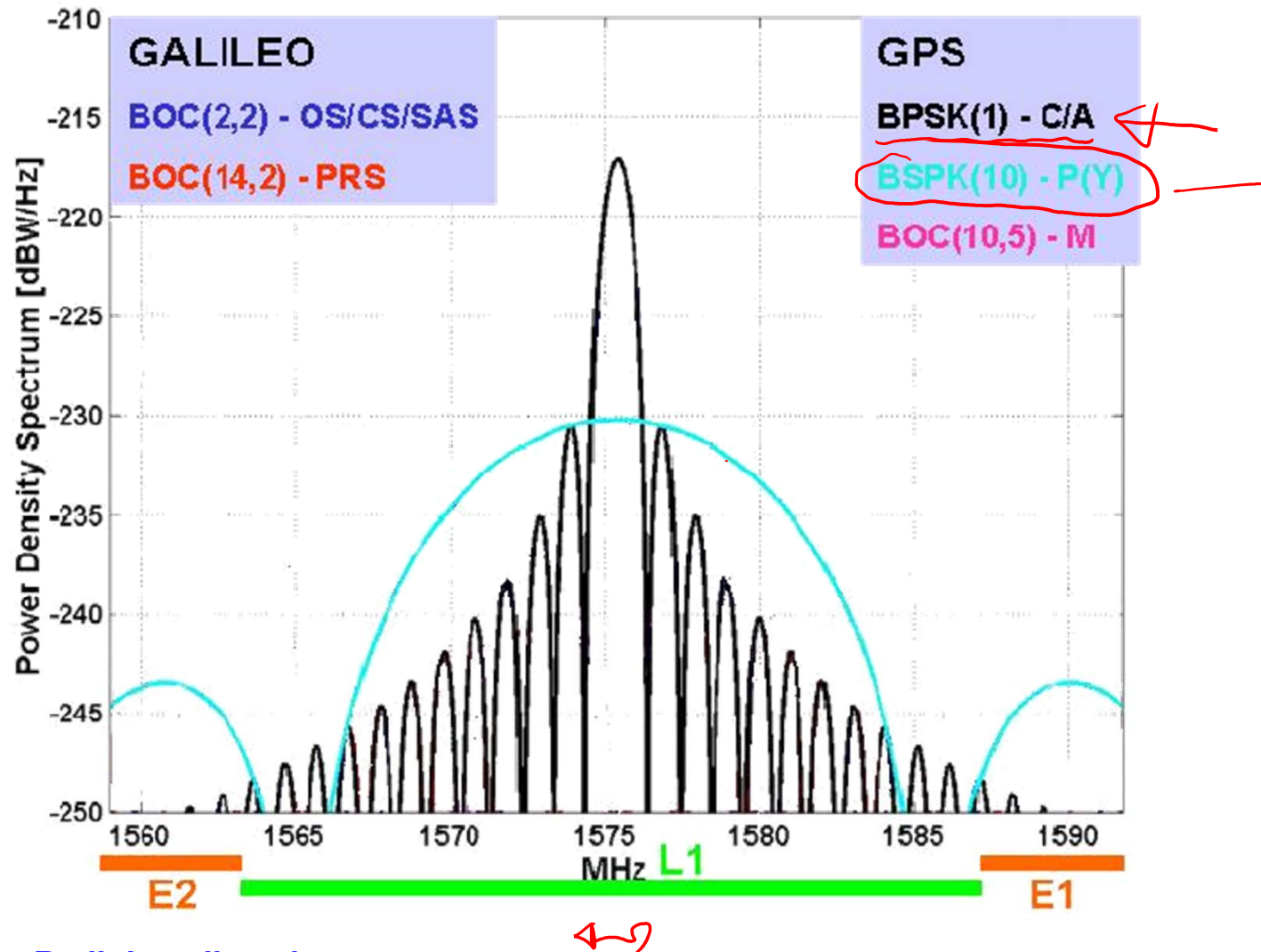
I segnali Galileo in relazione ai servizi



Freq. Band	Carr. Freq. [MHz]	BW [MHz]	Power [dBW]	Ch.	Pow [%]	Chip Shaping	Service
E5a	1176.450	24	-155	I	50	RECT(10)	OS, SAS
				Q	50	RECT(10)	OS, SAS
E5b	1207.140	24	-155	I	50	RECT(10)	OS, SAS
				Q	50	RECT(10)	OS, SAS
E6	1278.750	40	-152	A	50	BOC(10,5)	PRS
				B	25	RECT(5)	CS
				C	25	RECT(5)	CS
L1	1575.42	32.736	-152	A	50	BOC(10,5) or BOC(14,2)	PRS
				B	25	BOC(2,2)	OS, SAS, CS
				C	25	BOC(2,2)	OS, SAS, CS

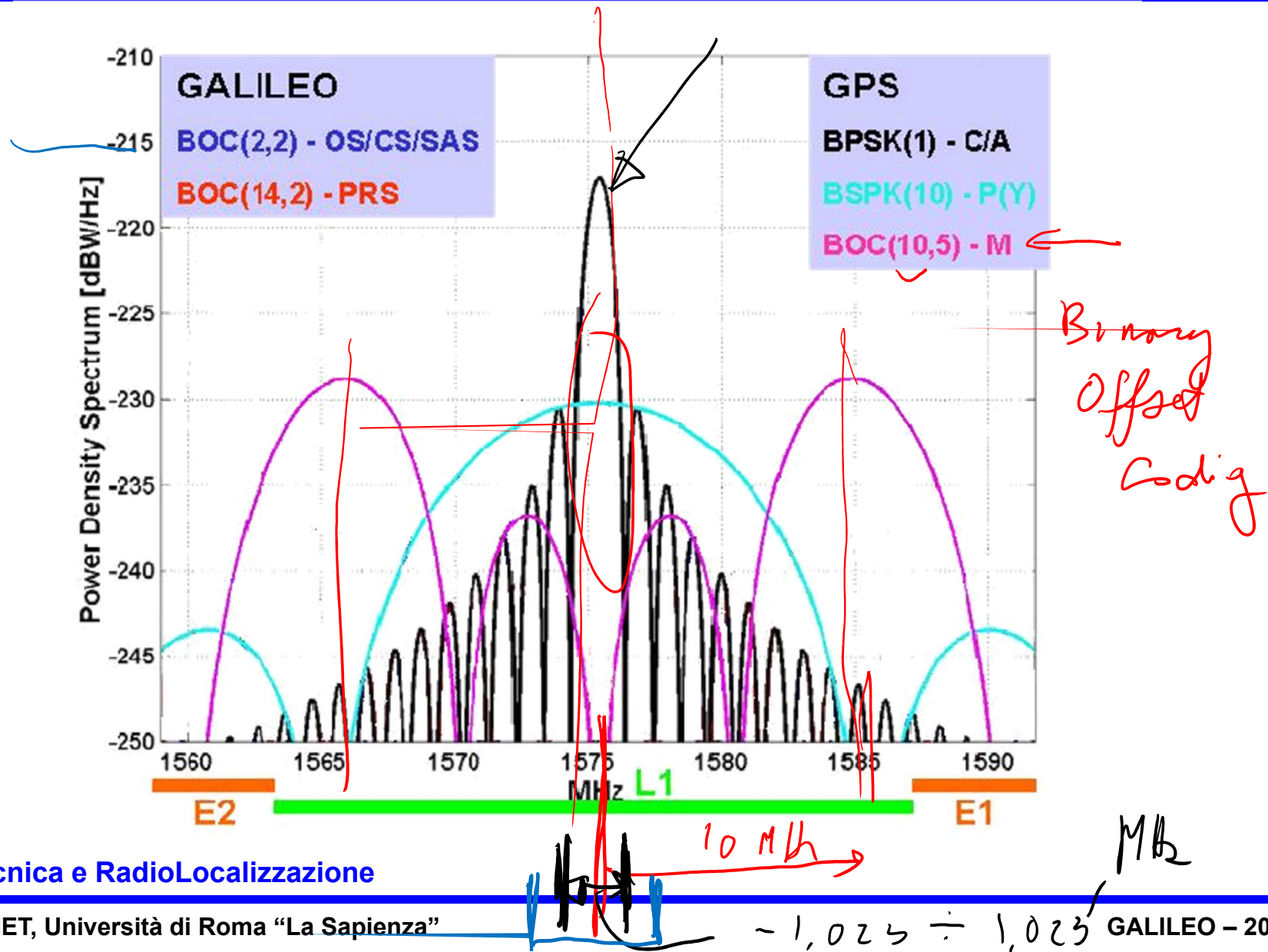
RadioTecnica e RadioLocalizzazione

L1 del GPS attuale

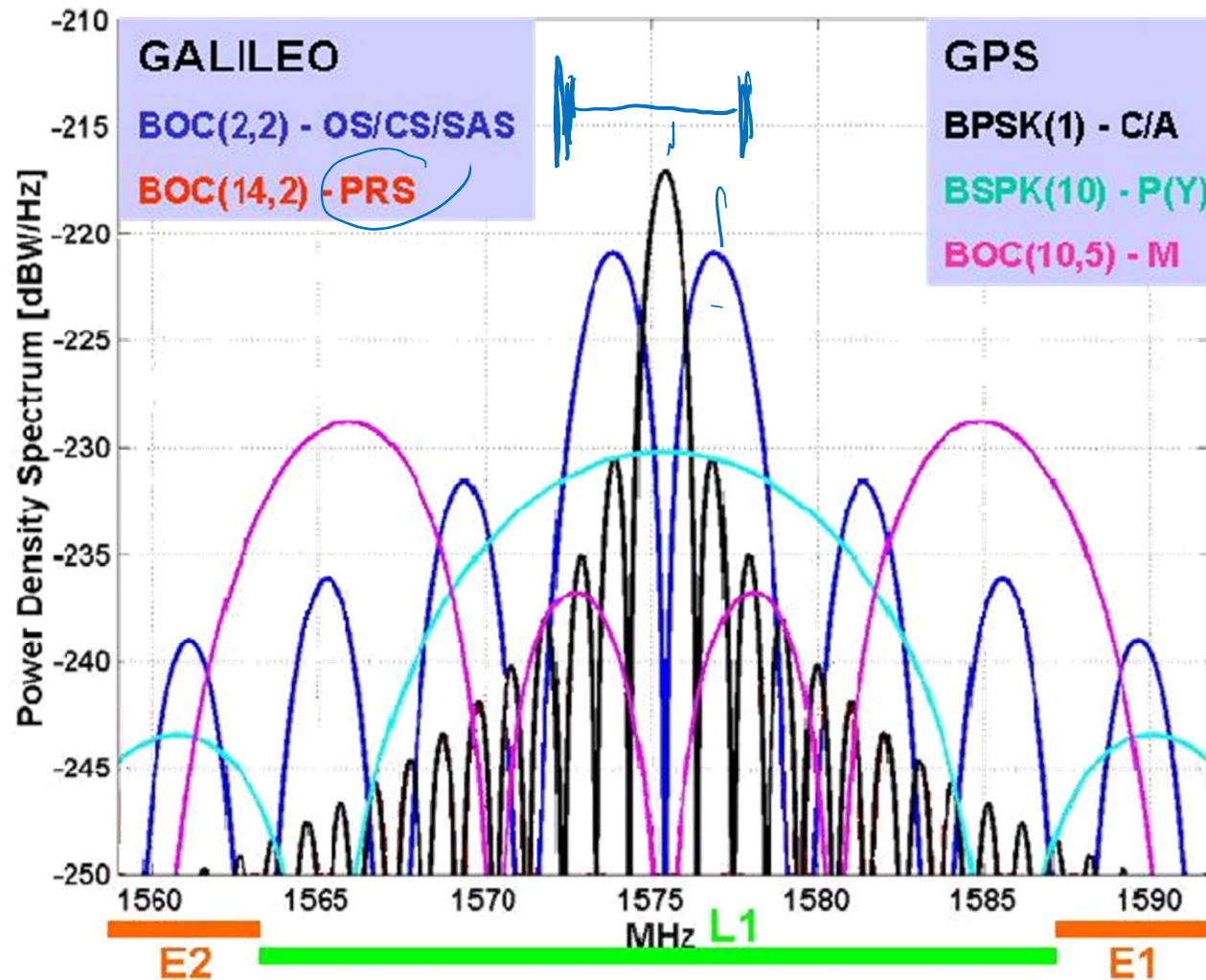


RadioTecnica e RadioLocalizzazione

L1 del GPS attuale + M Code

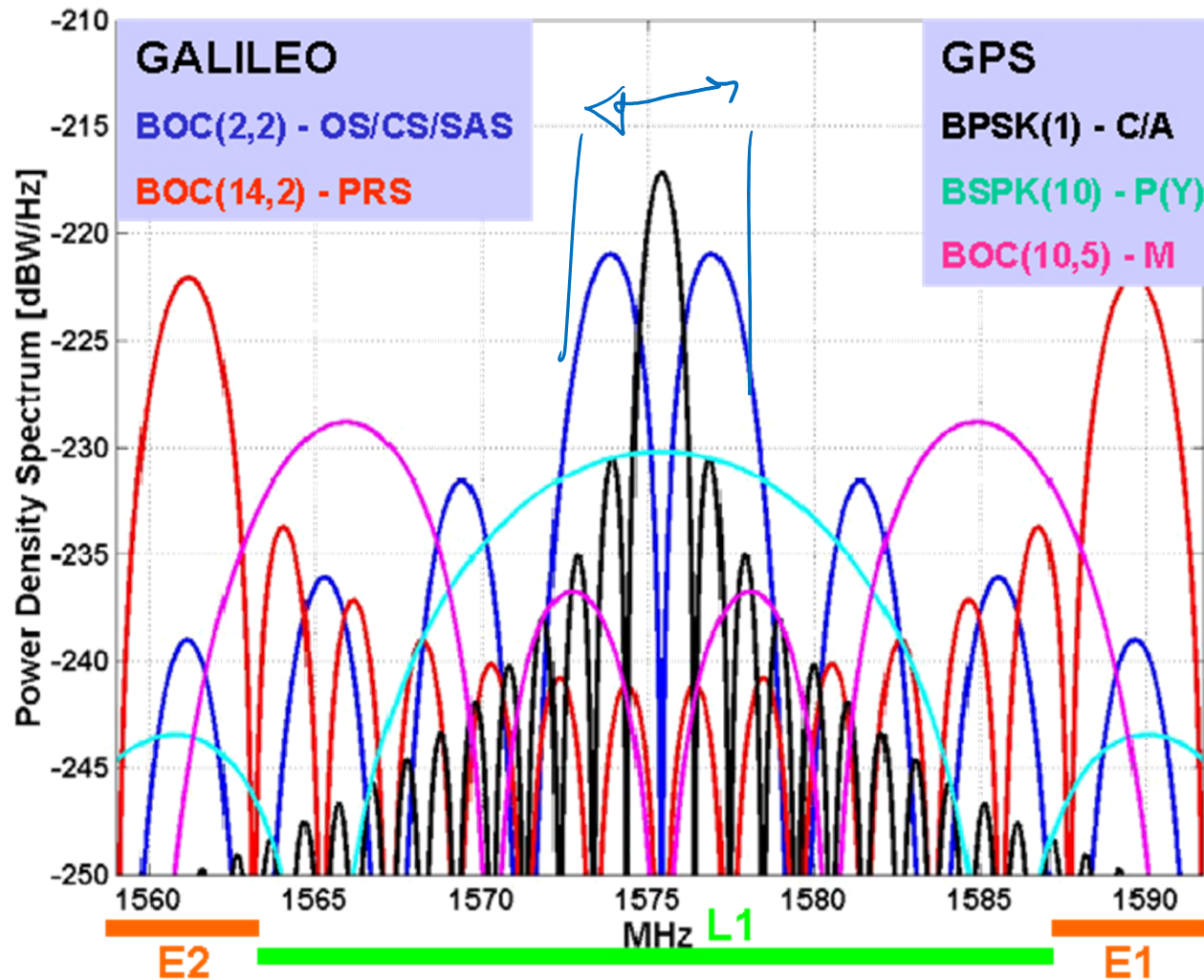


E2-L1-E1, GPS + M code + Galileo open service



RadioTecnica e RadioLocalizzazione

E2-L1-E1 : GPS Full + Galileo



RadioTecnica e RadioLocalizzazione

Il servizi forniti da Galileo

- OS : Open Service
 - Per applicazioni dirette ad un vasto mercato di massa ed a mercati professionali
- CS : Commercial Service
 - Con informazioni aggiuntive criptate per servizi commerciali a valore aggiunto
- SOL : Safety Of Life
 - Per applicazioni critiche dal punto di vista della sicurezza in applicazioni aeronautiche, marittime e terrestri (treni)
- PRS : Public Regulated Service
 - Fornisce continuità di servizio a gruppi di utenti pubblici autorizzati in caso di crisi
- SAR : Search And Rescue
 - Ricezione di messaggi di emergenza per recupero in aria/mare nel contesto di COSPAS - SARSAT

Open Service (OS)

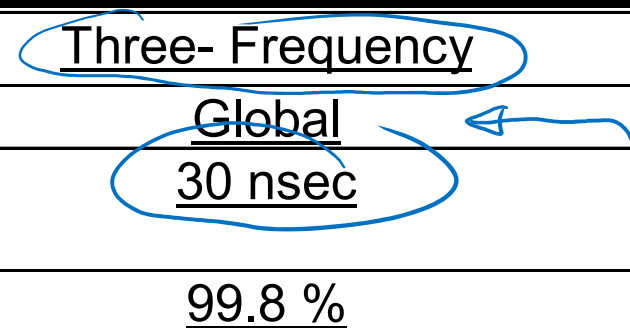
- L'Open Service può considerare qualunque combinazione dei segnali {1, 2, 3, 4, 9, 10}. Questi segnali sono separati in frequenza (E5a, E5b, L1) per permettere la correzione del ritardo dovuto alla propagazione nella ionosfera.
 - Prestazioni Mono-Frequenza si ottengono considerando segnali nella banda L1
 - Prestazioni “Dual-Frequency” si ottengono usando i segnali nelle bande E5a+L1 oppure E5b+L1
 - Si possono anche ottenere prestazioni di un servizio con 3 portanti.
- Due codici di “ranging” per ciascuna frequenza: i dati sono sovrapposti ad uno solo di essi mentre il codice di “ranging” “pilota” è privo di dati per fornire misure di navigazione più precise e robuste.
- Fornisce informazioni di posizione, velocità e temporizzazione, gratuitamente.
- E' adeguato ad applicazioni di tipo mass-market.

Specifiche dello Open Service (I)

		<u>Open Service</u> <u>(positioning)</u>	
<u>Type of Receiver</u>	<u>Carriers</u>	<u>Single Frequency</u>	<u>Dual-Frequency</u>
	<u>Computes Integrity</u>	<u>No</u>	
	<u>Ionospheric correction</u>	<u>Based on simple model</u>	<u>Based on dual-frequency measurements</u>
<u>Coverage</u>		<u>Global</u>	
<u>Accuracy (95%)</u>		<u>H: 15 m</u> <u>V: 35 m.</u>	<u>H: 4 m</u> <u>V: 8m</u>
<u>Integrity</u>	<u>Alarm Limit</u>	<u>Not Applicable</u>	
	<u>Time-To-Alarm</u>		
	<u>Integrity risk</u>		
<u>Availability</u>		<u>99.8 %</u>	

Specifiche dello Open Service (II)

	<u>Open Service (timing)</u>
<u>Carriers</u>	<u>Three- Frequency</u>
<u>Coverage</u>	<u>Global</u>
<u>Timing Accuracy wrt UTC/TAI</u>	<u>30 nsec</u>
<u>Availability</u>	<u>99.8 %</u>



Commercial Service (CS)

- Il Commercial Services può considerare qualunque combinazione dei segnali OS più due segnali dedicati crittografati sulla banda E6 ($\{6,7\}$).
- E' previsto un "controlled access service" operato da **Commercial Service Providers** che operano con licenza fra di loro e la Galileo Operating Company (GOC). Il GOC fornirà una garanzia di servizio per essi.
- Caratteristiche essenziali:
 - Prestazioni di navigazione di livello superiore, migliori degli altri servizi Galileo Satellite-only (ad esempio: accuratezza sub-metrica, integrità superiore, disponibilità più elevata...).
 - Distribuzione dei dati con un data rate di non meno di **500 bit/sec** per servizi a valore aggiunto
- La definizione precisa delle prestazioni CS sarà di responsabilità del Galileo Operating Company, sulla base di plans specifici.
- Adeguato ad applicazioni commerciali.
- Soggetto a **costi**.

Safety of Life (SoL)

- Il mercato target per i servizi SoL è costituito da utenti **safety-critical**, per esempio applicazioni avioniche, marittime e su rotaia, in cui sono richiesti livelli di prestazioni stringenti (regolati per legge o da recommended practices/standards).
- La caratteristica essenziale è la fornitura di **informazione di integrità a livello globale**.
- I segnali SoL sono nelle bande E5a, E5b, L1 (le stesse dell'OS), ma l'informazione di integrità è trasmessa in broadcast solo sulle bande E5b ed L1 (3, 4, 9, 10).
- Il servizio sarà fornito in modo open. Il segnale verrà autenticato per assicurare agli utenti che il segnale ricevuto è effettivamente il segnale Galileo.
- Le specifiche di prestazioni fanno riferimento a due livelli diversi di esposizione al rischio: "Critical Level" (operazioni "time critical" come la fase di approccio per un aereo) e "Non-Critical level".

Specifiche del SoL Service

		Safety-Of-Life Service	
<u>Type of Receiver</u>	<u>Carriers</u>	Three Frequencies (E5a, E5b, L1)	
	<u>Computes Integrity</u>	Yes	
	<u>Ionospheric correction</u>	Based on dual-frequency measurements	
<u>Coverage</u>		Global	
		<u>Critical level</u>	<u>Non-critical level</u>
<u>Accuracy (95%)</u>		H: 4 m V: 8 m	H: 220 m
<u>Integrity</u>	<u>Alarm Limit</u>	H: 12 V 20 m	H: 556 m
	<u>Time-To-Alarm</u>	6 seconds	10 seconds
	<u>Integrity risk</u>	$3.5 \times 10^{-7} / 150 \text{ s}$	$10^{-7} / \text{hour}$
<u>Continuity Risk</u>		$10^{-5} / 15 \text{ s}$	$10^{-4} / \text{hour} - 10^{-8} / \text{hour}$
<u>Certification/Liability</u>		Yes	
<u>Availability of integrity</u>		99.5%	
<u>Availability of accuracy</u>		99.8 %	

Public Regulated Service (PRS)

- Obiettivo: migliorare la probabilità di disponibilità continua del SIS in presenza di **interferenze** per utenti con queste necessità.
- Necessità di PRS è il risultato di analisi di minacce al sistema Galileo e l'identificazione di applicazioni dove l'interruzione del SIS può causare riduzioni dannose alla sicurezza nazionale, law enforcement, sicurezza o attività economiche in una data area geografica.
- Applicazioni tipiche includono: Law Enforcements, Security Services, Emergency Services.
- I segnali PRS sono a **banda larga** e trasmessi in broadcast su frequenze distanti fra loro (5 e 8).
- L'accesso al PRS sarà ristretto a categorie di utenti autorizzati ben identificate dalla UE e dagli stati partecipanti (segnali **criptati**). Gli stati membri States autorizzeranno utenti con la realizzazione di tecniche di accesso controllato.

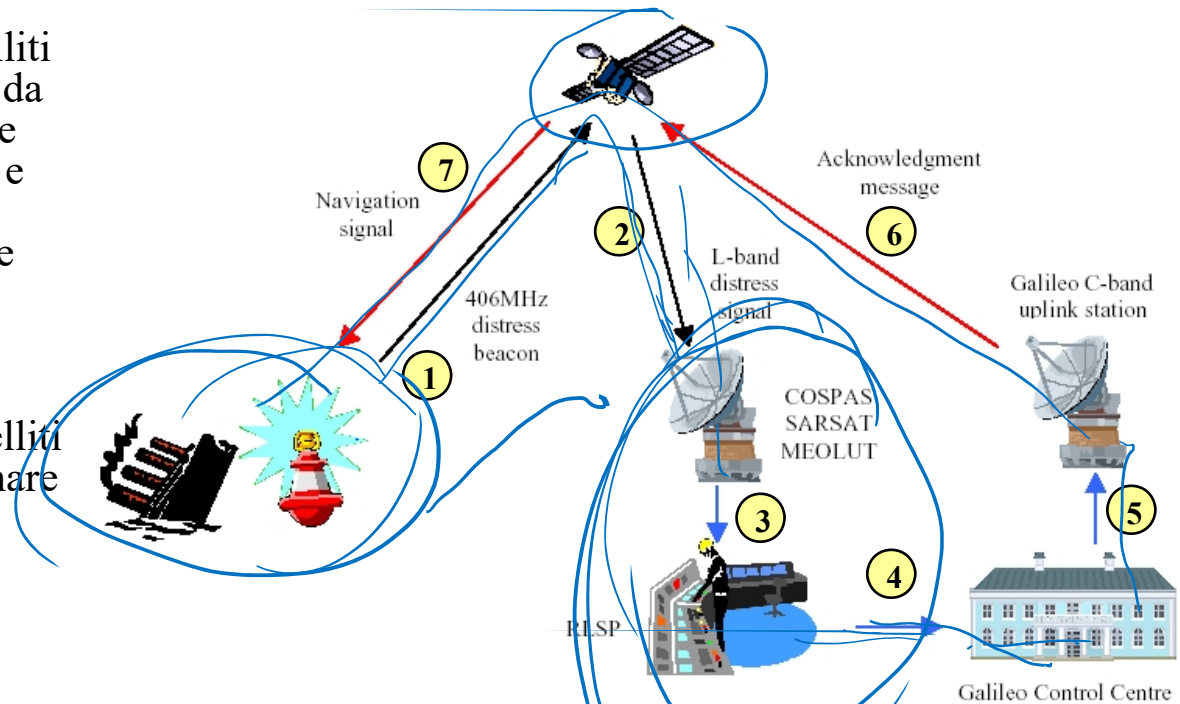
L'accesso ad altre informazioni PRS-related di altri è ristretto a personale autorizzato.

Specifiche del PRS

		<u>Public-Regulated Service</u>
<u>Type of Receiver</u>	<u>Carriers</u>	<u>Dual-Frequency</u>
	<u>Computes Integrity</u>	<u>Yes</u>
	<u>Ionospheric correction</u>	<u>Based on dual-frequency measurements</u>
<u>Coverage</u>		<u>Global</u>
<u>Accuracy (95%)</u>		<u>H: 6.5 m</u> <u>V: 12 m</u>
<u>Integrity</u>	<u>Alarm Limit</u>	<u>H:20-V:35</u>
	<u>Time-To-Alarm</u>	<u>10 s</u>
	<u>Integrity risk</u>	<u>$3.5 \times 10^{-7} / 150 \text{ sec}$</u>
<u>Continuity Risk</u>		<u>$10^{-5} / 15 \text{ s}$</u>
<u>Timing Accuracy w.r.t. UTC/TAI</u>		<u>100 nsec</u>
<u>Availability</u>		<u>99.5 %</u>

Supporto al Search And Rescue (SAR)

- Il trasponder SAR, a bordo dei satelliti Galileo, rivela il segnale di allarme da ogni beacon COSPAS-SARSAT che emette nella banda 406-406.1 MHz e trasmette questa informazione in broadcast a stazioni di terra dedicate (MEOLUT) usando la banda “L6”.
- Il GCC fa un upload di “ack messages” (dal RLSP) su tutti i satelliti o su alcuni selezionati per farlo tornare al beacon.



Benefici

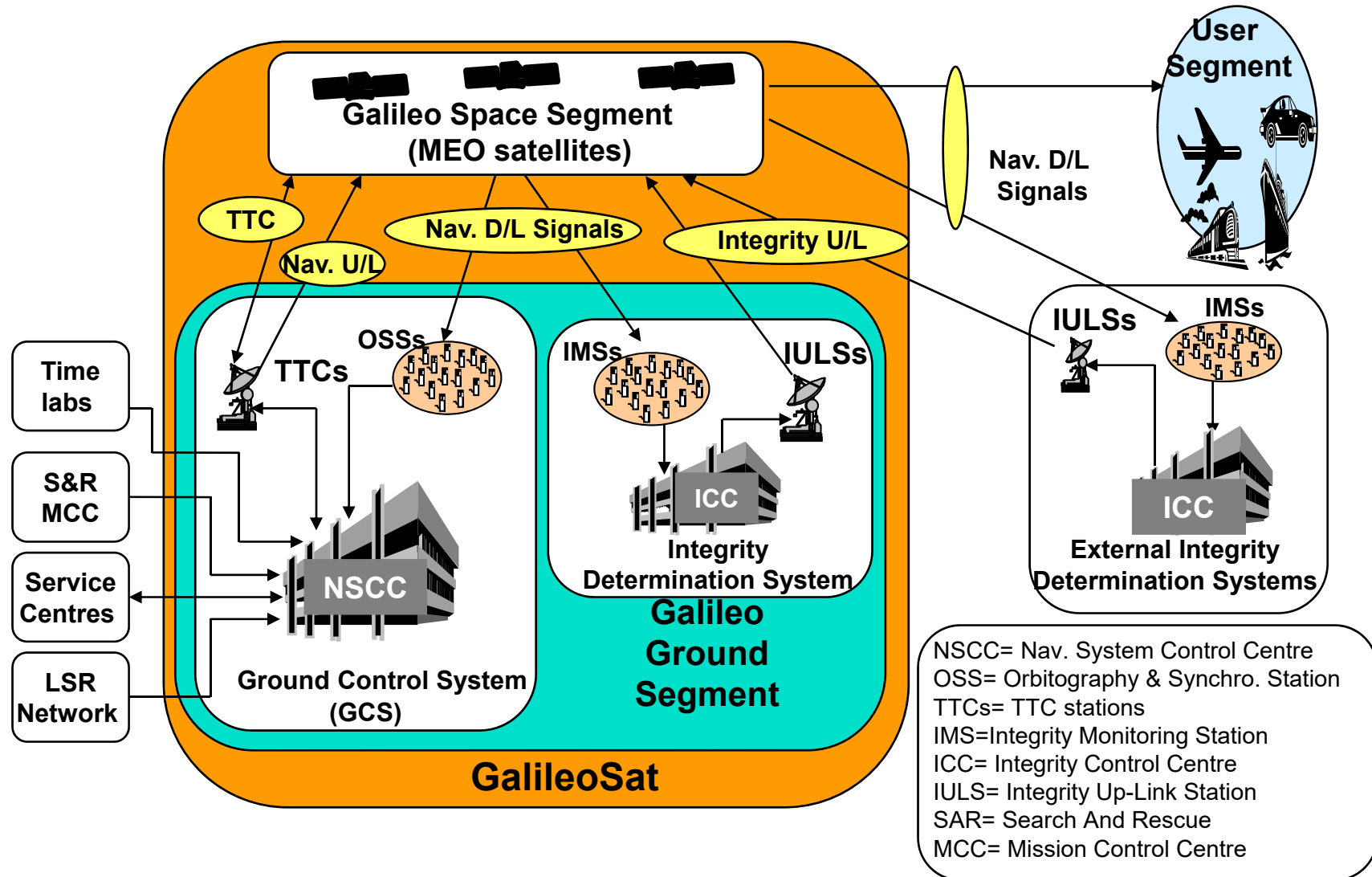
- Ricezione vicina al real-time (1 h → <10 min)
- Localizzazione precisa dell'allarme (5 Km → few meters)
- Rivelazione contemporanea con più satelliti
- Maggiore disponibilità (4 LEO + 3 GEO + 27 MEO)
- Return Link

Prestazioni richieste

- Distribuzione del segnale: fino a 150 beacons attivi simultaneamente
- Tempo di latenza: < 10 minutes
- Qualità del servizio: BER <10⁻⁵
- Return Link: 6 messaggi di 100 bits ciascuno al minuto
- Disponibilità: > 99.8%

RadioTecnica e RadioLocalizzazione

Architettura di Galileo di Alto Livello



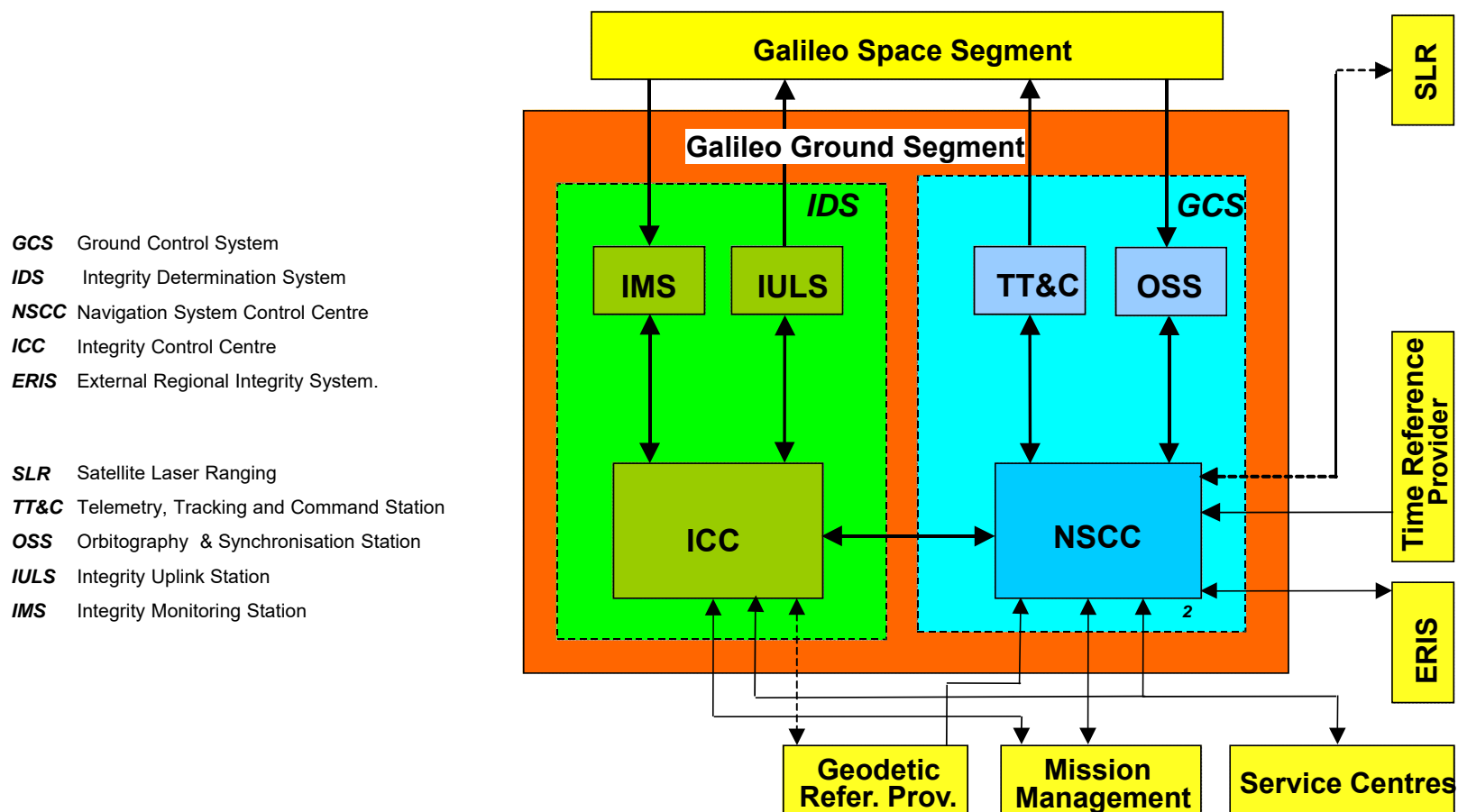
Ground Segment di Galileo

Il Ground Segment di Galileo comprende:

- Il Galileo Control System (GCS) per il controllo della missione di navigazione & temporizzazione e per il controllo della costellazione
- Lo Integrity Determination System (IDS) per la determinazione dell'integrità di Galileo



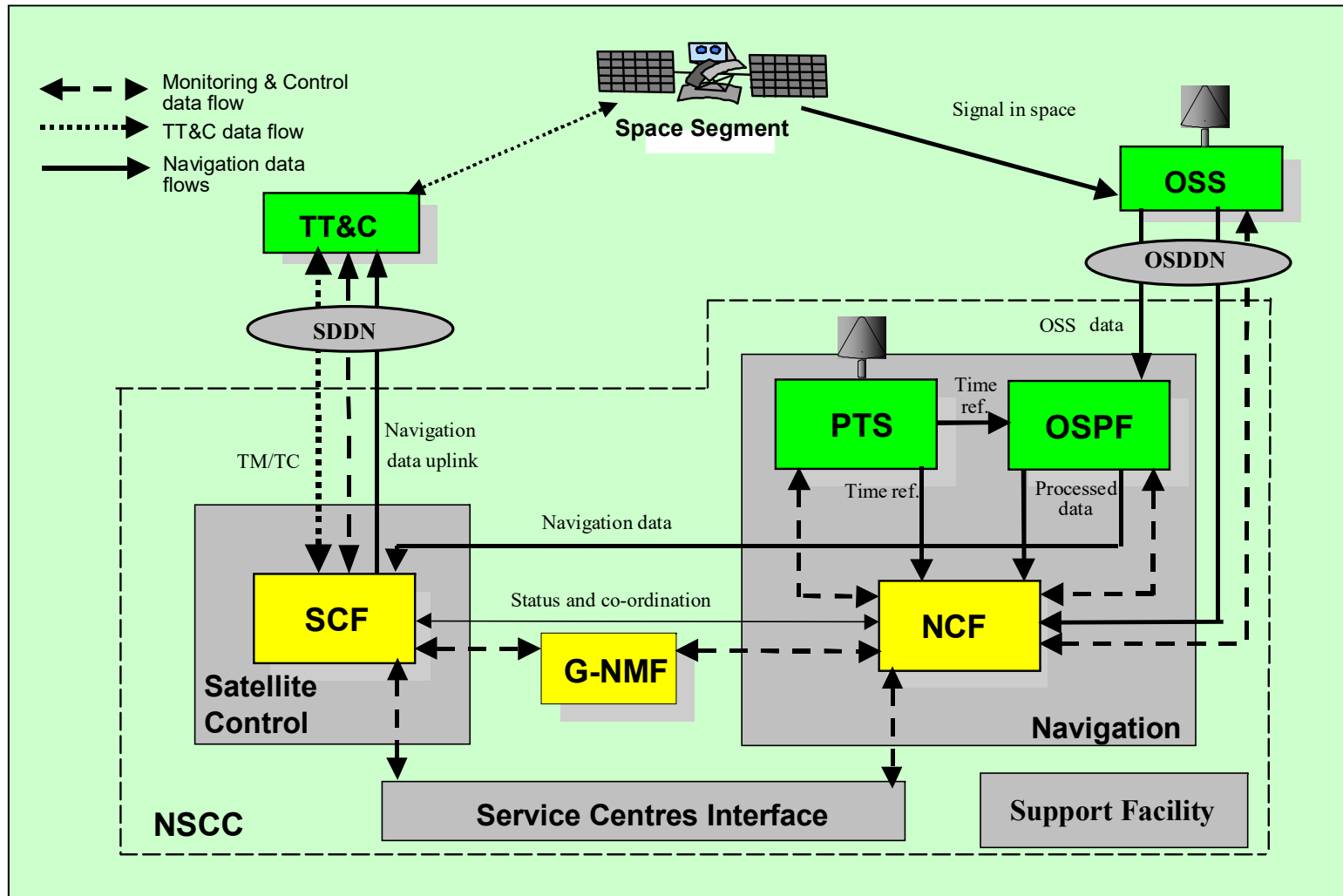
Architettura del Ground Segment



Ground Control Segment (GCS)

- Il GCS fornisce il controllo globale e la gestione dei satelliti MEO
- Include :
 - Navigation Control
 - Responsabile di elaborare e fornire i Navigation Data per l'uplink ai satelliti, attraverso la Satellite Control Facility e le stazioni TT&C.
 - I Navigation Data includono :
 - satellites orbit data (ephemeris and almanacs),
 - the clock synchronisation data, e
 - Signal In Space Accuracy (SISA), for all satellites of the constellation.
 - Satellite Control
 - Satellite Control Facility
 - TT&C Facilities
 - Satellite Data Distribution Network

Ground Control System (GCS)



Elementi Costitutivi del GCS

- **2** Navigation System Control Centres (NSCC) , each one with:
 - Satellite Control Facility (SCF)
 - Navigation Control Facility (NCF)
 - Orbit Synchronisation Processing Facility (OSPF)
 - Precision Timing Service (PTS)
 - Service Centre Interface
 - Ground Control Network Management Facility (G-NMF)
- **5** S-band TT&C stations
- **15** unmanned Orbitography and Synchronisation Stations (OSS)
- **1** Satellite Data Dissemination Network (SDDN)
- **1** Orbit Synchronisation Data Dissemination Network (OSDDN)

Integrity Determination System di Galileo (I)

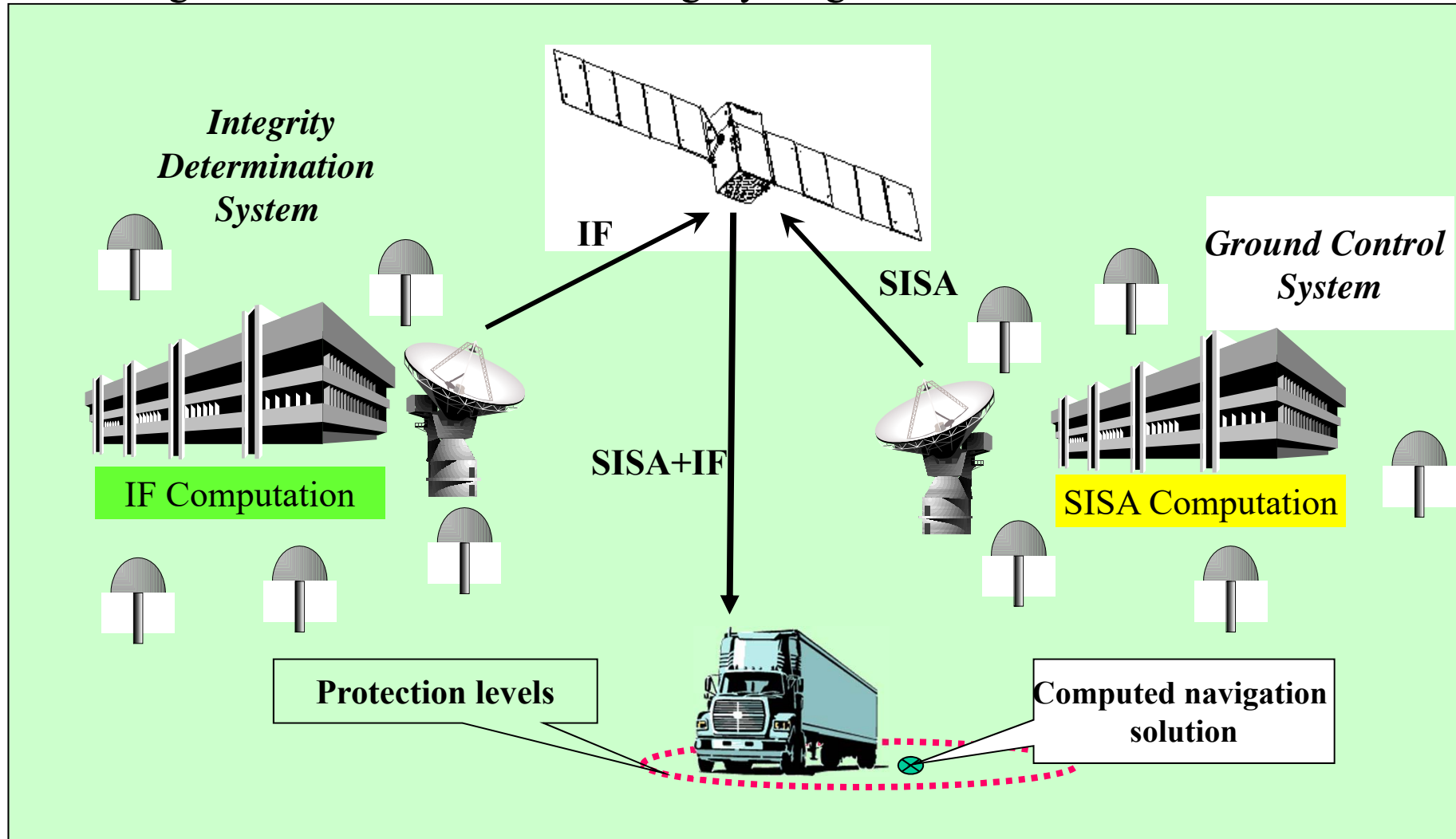
- Per ottenere il requisito di integrità desiderato, Galileo usa un Ground Integrity Channel (GIC)
- Il GIC si basa su una rete di stazioni di monitoraggio (OSS) le cui misure vengono elaborate (nel OSPF) per ottenere la SISA (Signal In Space Accuracy) di ogni satellite ed il suo stato di salute (Integrity Flags). Queste informazioni vengono mandate ai ricevitori degli utenti attraverso il messaggio di navigazione.
- Il SISA (calcolato per ogni satellite) rappresenta una stima dell'errore (clock, effemeridi) dovuto a quel satellite
- Il SISA viene usato dal ricevitore utente per calcolare i "Protection levels" (cioè gli errori di posizione dovuti ad errori dei satelliti)
- Quando $\text{Protection level} > \text{Alarm Limits}$ si ha un allarme di integrità

Integrity Determination System di Galileo (II)

- Poiché il SISA viene trasmesso agli utenti ogni 100 minuti, il calcolo dei “Protection Levels” non assicura la rivelazione tempestiva di un guasto
- Per questo motivo, oltre al SISA, viene trasmesso continuamente (ogni 1 sec) agli utenti lo stato di salute di ciascun satellite (Integrity Flags)
- In caso di guasto gli IF permettono al ricevitore di escludere il satellite guasto dal calcolo della posizione
- Gli Integrity Messages sono inviati in up-link ad un set di satelliti visibili dalla stazione di uplink per garantire che almeno 2 Integrity Messages siano disponibili ad ogni utente

Architettura per l'Integrità

- L'integrità è fornita da SISA ed Integrity Flags



RadioTecnica e RadioLocalizzazione

Integrity Determination System di Galileo (III)

- Il monitoraggio è effettuato con un insieme di Integrity Monitoring Stations (IMS) che forniscono misure sul Signal In Space (SIS) di GALILEO alla Integrity Processing Facility (IPF).
- La IPF calcola lo stato di integrità e predispone lo “integrity message”, che è inviato ai satelliti per mezzo delle Integrity Up-Link Stations (IULS) in C-band.
- Gli IMS, IPF, ed IULS sono a loro volta monitorati e controllati dalla Integrity Control Facility (ICF).
- La Integrity Data Dissemination Network (IDDN) monitorata e controllata dalla Integrity Network Monitoring Facility (I-NMF).
- Gli IPF ed ICF sono collocati negli Integrity Control Centre (ICC).

Elementi Costitutivi del IDS

- **21** IMSs
collocate negli
stessi siti degli
OSSs
- **10** C band
IULSs ciascuno
equipaggiato
con 4 antenne di
diametro 3.2 m
- **2** ICC

