



# Galileo: from the lab to the sky

Galileo:  
dal laboratorio al cielo



Luxembourg: Publications Office  
of the European Union, 2016

© European Union, 2016  
Reproduction is authorised provided  
the source is acknowledged.

*Printed in Italy.*

Cover image: second Galileo IOV launch  
© ESA-S. Corvaja

PDF

Print

---

ISBN 978-92-79-56989-0 ISBN 978-92-79-56990-6

---


doi:10.2760/893128

doi:10.2760/183372

---

KJ-04-15-959-2K-N

KJ-04-15-959-2K-C

A photograph of a rocket launch at night. The rocket is on the left, ascending vertically with a large plume of white smoke and fire. To the right, a tall, lattice-structured service tower extends from the ground towards the top of the frame. The sky is dark blue.

# Galileo: from the lab to the sky

## Galileo: dal laboratorio al cielo

*Global Navigation Satellite Systems (GNSSs) changed the way we know where we are, how we orientate ourselves and move from one place to another. GNSSs consist of constellations of satellites working in conjunction with a network of ground stations. Satellites orbit around the Earth and broadcast signals thus enabling accurate positioning. The best known of these GNSSs is the US GPS – originally built for military purposes – which has over the years become the backbone for several civil applications.*

*Since the beginning of the century, Europe has been building its own GNSS called Galileo. Galileo will provide improved accuracy with respect to the current GPS performance. Moreover, it will provide additional services such as precise positioning and the possibility of authenticating the position.*

*I Sistemi Globali di Navigazione Satellitare (GNSS) hanno rivoluzionato il modo il cui l'uomo determina la sua posizione, si orienta e si sposta da un luogo all'altro. Le costellazioni di satelliti che costituiscono i GNSS orbitano intorno alla terra trasmettendo segnali che permettono il calcolo preciso della posizione. Il più conosciuto fra questi GNSS è il sistema GPS controllato dall'aviazione statunitense. Inizialmente concepito per scopi militari, il GPS è a disposizione per uso civile ormai da molto tempo.*

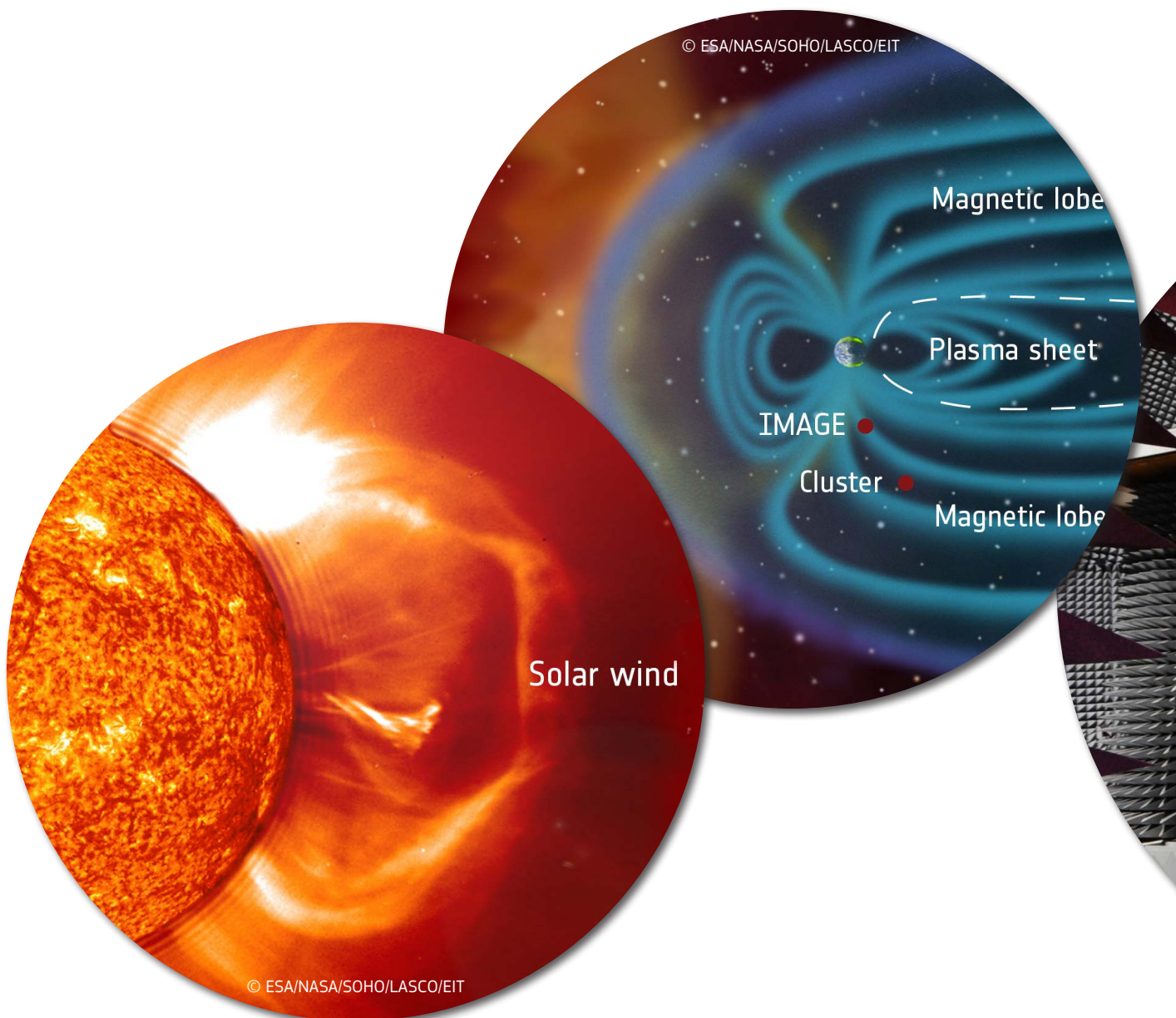
*A partire dagli anni 2000, l'Europa sta costruendo il suo GNSS chiamato Galileo. Galileo sarà in grado di fornire una migliore accuratezza, rispetto al GPS attuale, e servizi aggiuntivi, come la localizzazione precisa e la possibilità di autenticare la propria posizione.*

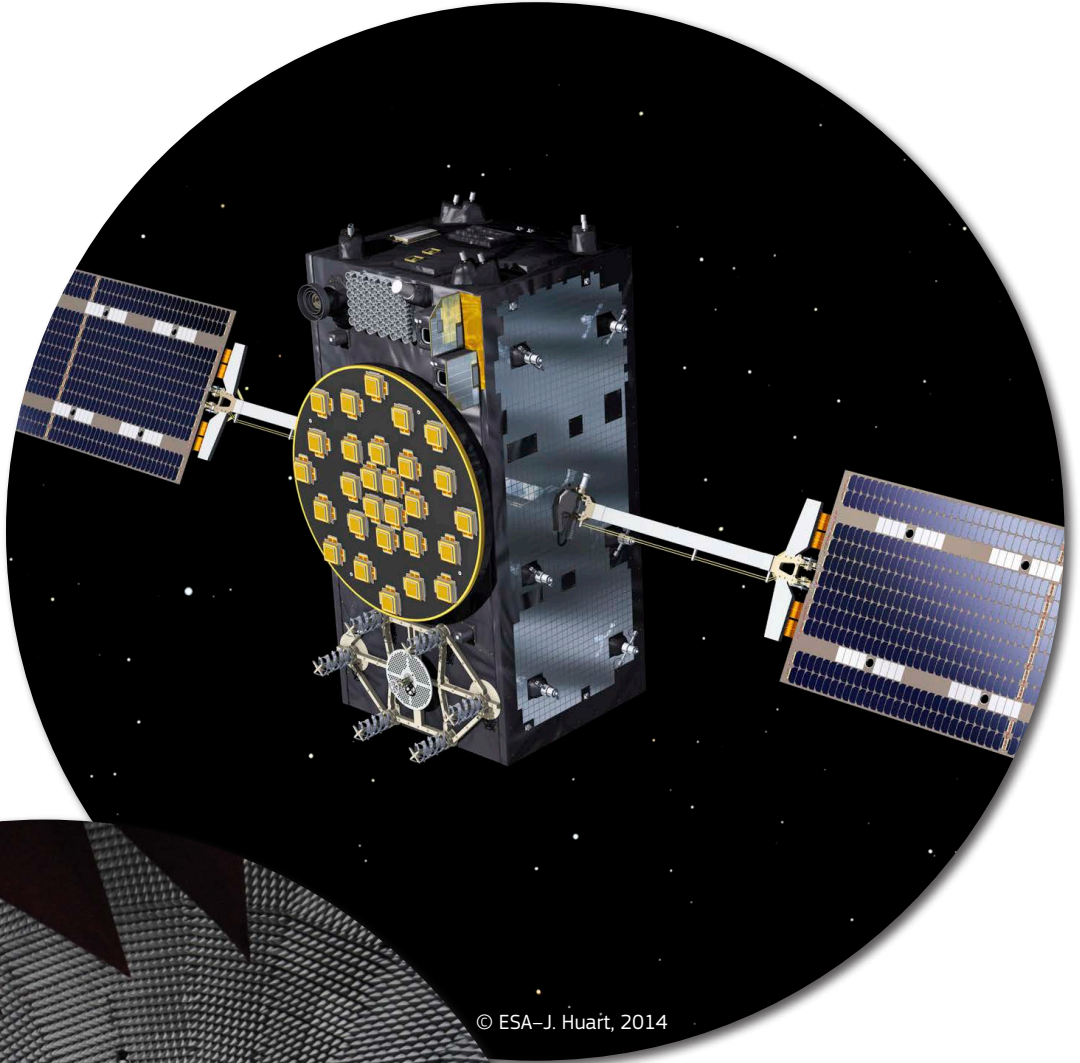
# Identifying potential threats to Galileo

The Joint Research Centre (JRC) is supporting Galileo, the European programme for global satellite navigation, by identifying potential threats that may affect system performance. Here at the JRC, we study the impact of radio frequency interference, the risk of deliberate attacks generated by disruptive signals and the coexistence with other communication services. Since satellite navigation is used for a wide range of purposes, imagine what would happen to mobility, tourism or emergency services in case of GNSS signal disruption!

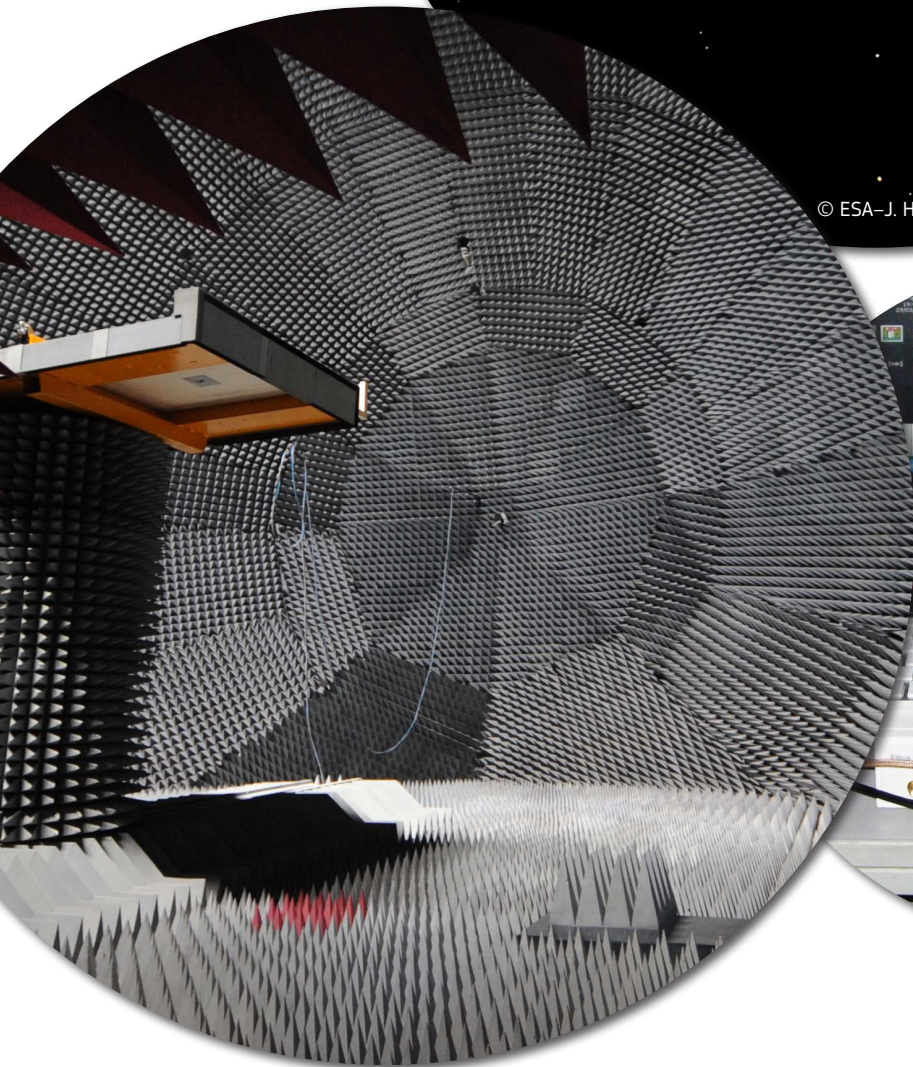
## Identificare le potenziali minacce a Galileo

Il Centro Comune di Ricerca (JRC) collabora allo sviluppo di Galileo, il programma europeo di navigazione satellitare, identificando potenziali minacce al suo funzionamento. Qui al JRC studiamo l'impatto delle interferenze elettromagnetiche, i rischi legati ad attacchi volontari con segnali di disturbo e la coesistenza con altri servizi di telecomunicazione. Data la grande varietà di utilizzo di un GNSS, immaginate che cosa accadrebbe ai trasporti, al turismo o ai sistemi di emergenza in caso di interruzione delle trasmissioni GNSS!





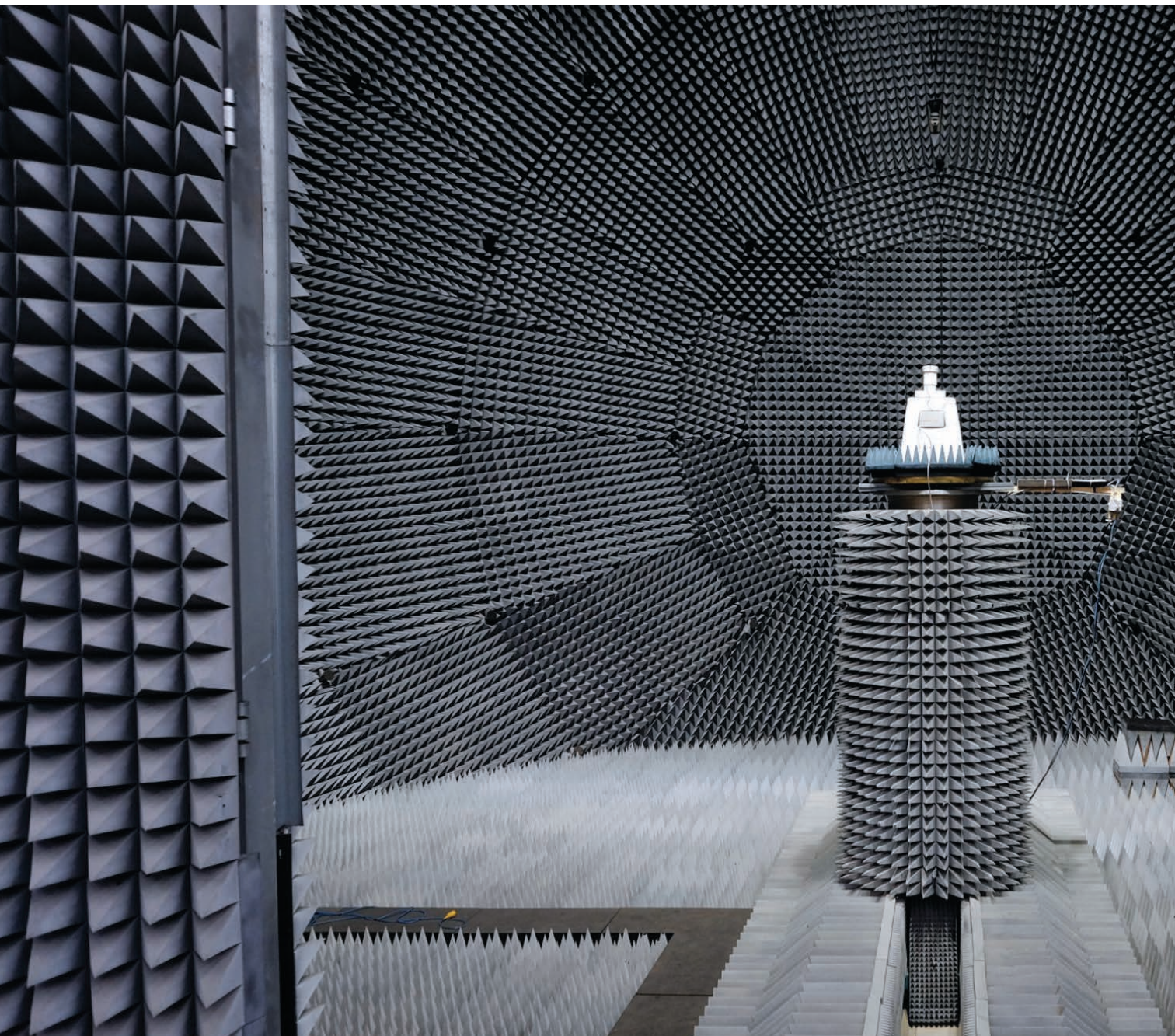
© ESA-J. Huart, 2014



# The European Microwave Signature Laboratory (EMSL)

The European Microwave Signature Laboratory (EMSL) is a facility located at JRC in Ispra, Italy. The laboratory is essentially a large anechoic chamber for radio frequency measurements. It was originally designed to support researchers and users in the field of radar remote sensing. At the same time it has also been successfully used in other research fields such as, antenna measurements and object identification through radar cross section measurements.

✦ The European Microwave Signature Laboratory (EMSL)  
Il Laboratorio Europeo delle Misure Elettromagnetiche (EMSL)



At present the EMSL is primarily used for testing wireless communication systems, including GNSS and Galileo. Putting its unique measurement capabilities at the service of policy-makers, end-users community and industry, the EMSL is a key instrument to assess potential interference and vulnerabilities of present and future wireless communication services.

## Il Laboratorio Europeo delle Misure Elettromagnetiche (EMSL)

Il Laboratorio Europeo delle Misure Elettromagnetiche (EMSL) è situato presso il JRC di Ispra (Varese). Il laboratorio è una grande camera anecoica costruita per misure con le onde radio. Anche se originariamente concepita per applicazioni di telerilevamento radar, la camera è stata utilizzata con successo per diverse applicazioni come la caratterizzazione di antenne e l'identificazione radar di oggetti.

L'EMSL è attualmente utilizzato per testare nuovi sistemi di comunicazione wireless e per supportare attività relative a Galileo ed ai GNSS in generale. Le dimensioni e la strumentazione del laboratorio permettono di eseguire misure e test avanzati. Tali capacità tecniche sono a disposizione del legislatore, dell'industria e dell'utente finale. Per questo l'EMSL è un laboratorio chiave per identificare possibili interferenze e vulnerabilità di servizi di comunicazione presenti e futuri.



### *Did you know...*

The EMSL is so big that a small helicopter can fit into it!

### *Sapevi che...*

L'EMSL è così grande che può ospitare un piccolo elicottero!

# Studying interference

Jammers are small portable devices that are capable of broadcasting powerful signals in the GNSS frequency bands. Interference generated by these jammers can compromise the reception of GNSS signals and prevent the computation of the user's position. Although the commercialization of GNSS jammers is illegal, these devices are more and more used with the 'intent' of protecting the privacy of the user. Jammers are adopted to avoid position tracking, taxation and for other illegal operations.

The impact of GNSS jamming has been evaluated in the EMSL and countermeasures have been developed to improve the performance of GNSS receivers in the presence of interference.

✦ Galileo receiver testing  
Test di ricevitori Galileo





## Lo studio delle interferenze

I jammers sono dispositivi portatili in grado di trasmettere segnali di disturbo nelle bande di frequenza utilizzate dai GNSS. Questi segnali di disturbo possono compromettere la ricezione dei segnali GNSS e quindi impedire il calcolo della posizione. Sebbene la commercializzazione e la vendita di questi dispositivi siano illegali, i jammers si stanno diffondendo con il presunto intento di tutelare la privacy. Possono infatti essere utilizzati per evitare il controllo della posizione, per eludere alcune forme di tassazione e per altre attività illegali.

Le attrezzature presenti nell'EMSL hanno permesso di caratterizzare l'impatto dei jammers sui ricevitori GNSS. In più, contromisure sono state sviluppate per migliorare la ricezione dei segnali GNSS in presenza di interferenze.

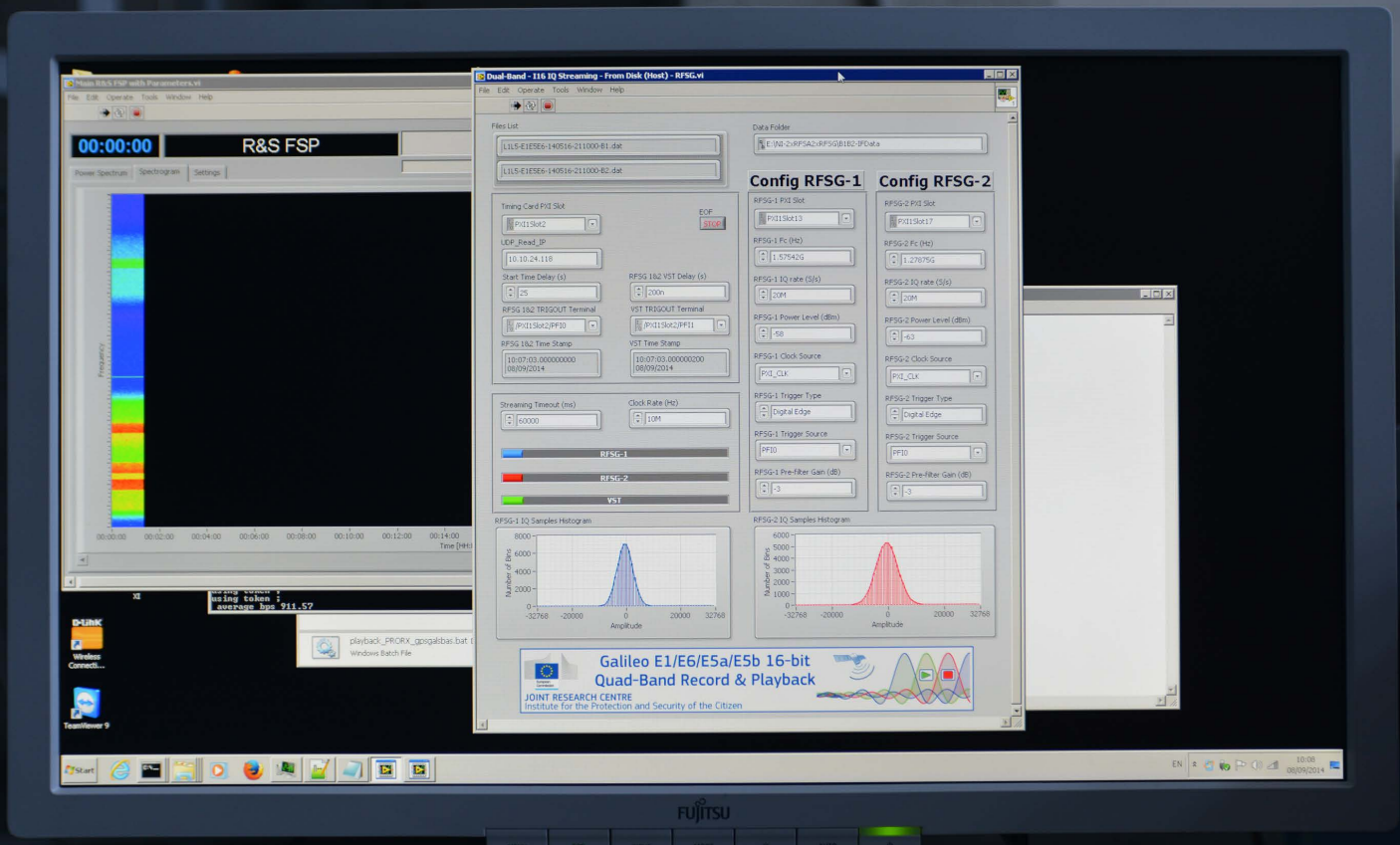
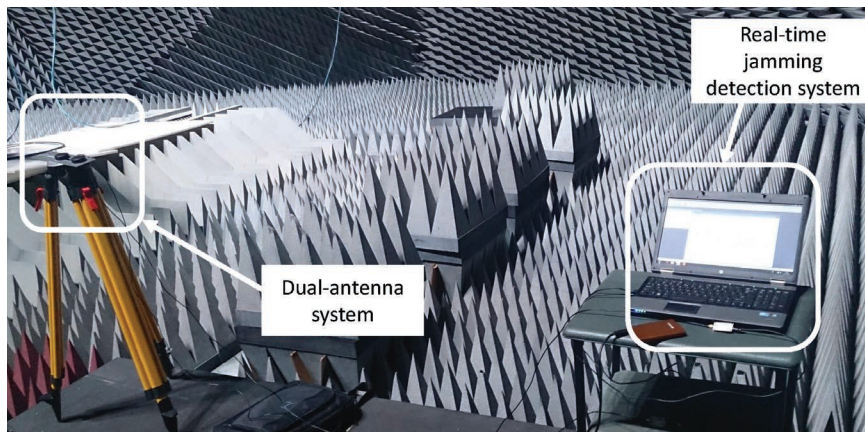
## Did you know...

A small jammer (that fits in your pocket) can disturb the operations of a big airport!

## Sapevi che...

Un piccolo jammer (che sta in una tasca) può disturbare le operazioni di un grande aeroporto!

- Real-time jamming detection system  
Sistema di rilevamento di disturbo in tempo reale



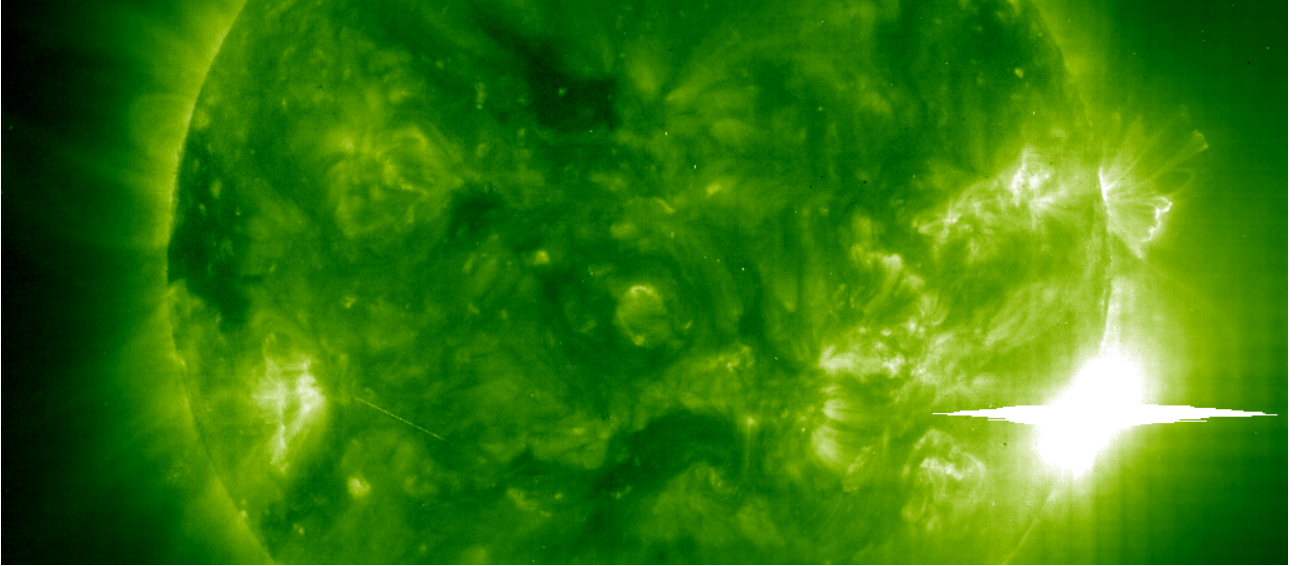
# Space weather

In addition to Radio Frequency (RF) interference such as jamming, GNSS signal reception can be significantly degraded by space weather phenomena. Here at JRC, we are investigating – among other space weather phenomena – the flickering of the satellite navigation signals known as ionospheric scintillation. The JRC has installed monitoring stations in the equatorial region (Peru and Vietnam), and in Norway where very valuable data are collected to allow the design of GNSS receivers that will be more resilient to ionospheric scintillation.

## Tempeste ed eruzioni solari

Oltre a diverse forme di interferenza elettromagnetica come il jamming, la ricezione dei segnali GNSS può essere fortemente degradata da fenomeni legati alla meteorologia spaziale, fenomeni cioè legati all'attività del Sole. Qui a Ispra si analizza l'impatto di fenomeni come tempeste ed eruzioni solari sulla ricezione dei segnali GNSS. Nello specifico, si analizzano dati raccolti in località dove gli effetti dell'attività solare sono più forti, cioè vicino ai poli ed all'equatore. A questo scopo, sono state installate alcune stazioni di monitoraggio, in Perù, Vietnam e Norvegia. I dati raccolti da queste stazioni permettono di progettare ricevitori GNSS più resistenti a fenomeni legati all'attività solare.





✧ Giant solar flare - ©ESA/NASA  
Eruzione solare - ©ESA/NASA

◀ Jicamarca monitoring station (Peru)  
Stazione di monitoraggio Jicamarca (Perù)

### *Did you know...*

A severe solar storm can cause the blackout of electrical power grids.

### *Sapevi che...*

Un'importante tempesta solare può causare il blackout della rete elettrica.



# Towards a more accurate positioning

The advent of Galileo will allow positioning using signals from several GNSS constellations. Multi-constellation position solutions will provide greater accuracy and the implementation of robust positioning techniques that will exploit the redundancy of GNSS signals. Here at JRC, robust positioning techniques are studied to fully exploit the benefits brought by Galileo.

An example of what will be achieved with Galileo is shown in the images on the right. The joint GPS-Galileo solution (in green) is more accurate with respect to the GPS-only position (in yellow). The accuracy of the position solution is represented by the dispersion of the yellow and green dots. When the dots cover a wider area, a lower accuracy is obtained. Robust positioning techniques (see bottom picture) further reduce the dispersion of the position solutions.

## Verso un posizionamento più preciso

Con Galileo sarà possibile navigare usando segnali provenienti da satelliti appartenenti a diversi GNSS. Si useranno allo stesso tempo GPS, Galileo e possibilmente altri GNSS. Questo permetterà di ottenere un posizionamento più preciso e di implementare tecniche di localizzazione robuste, cioè meno suscettibili ad errori, le quali sfruttano la ridondanza di segnali GNSS. Queste tecniche usano appieno i vantaggi di Galileo e sono correntemente allo studio presso il JRC.

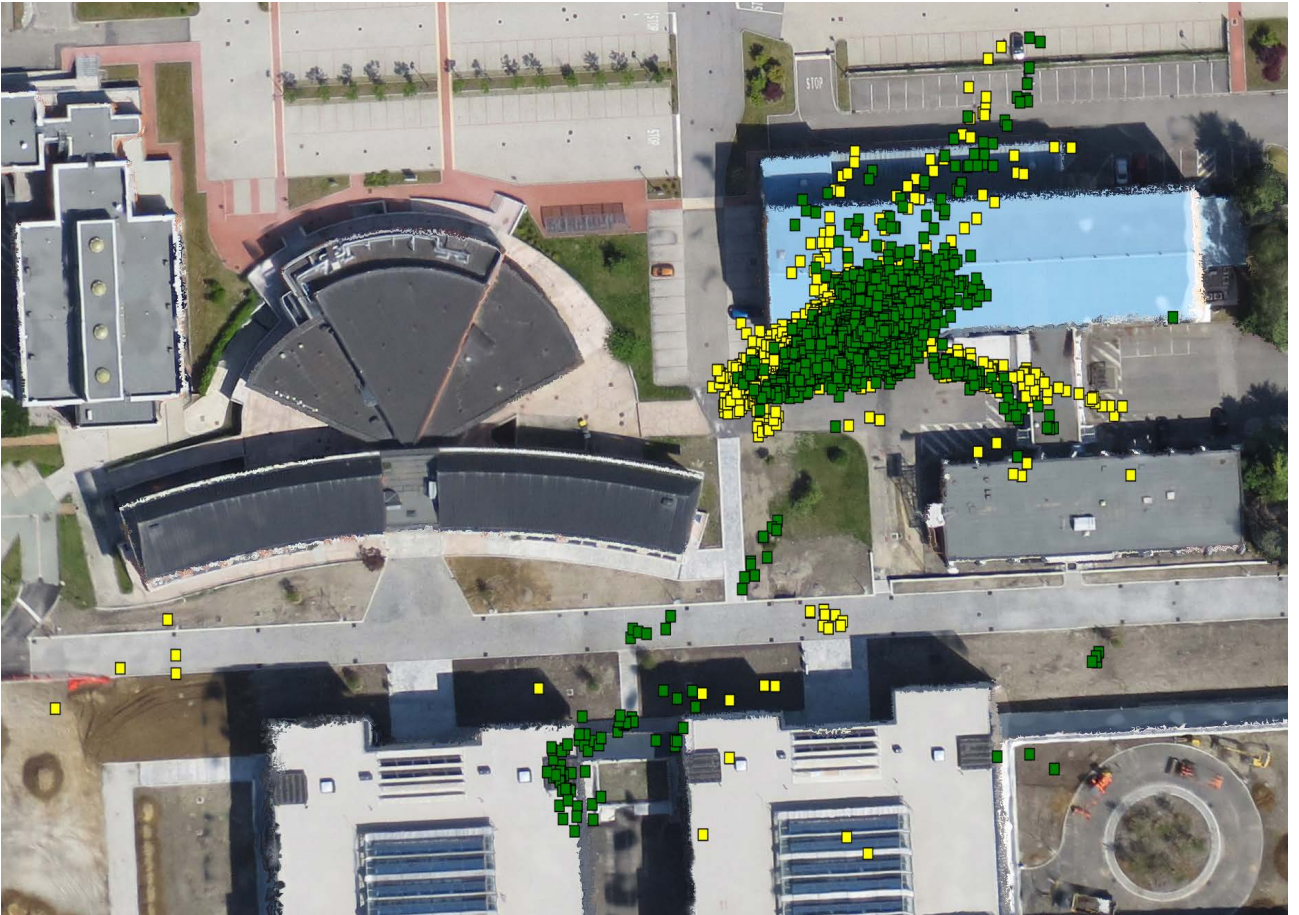
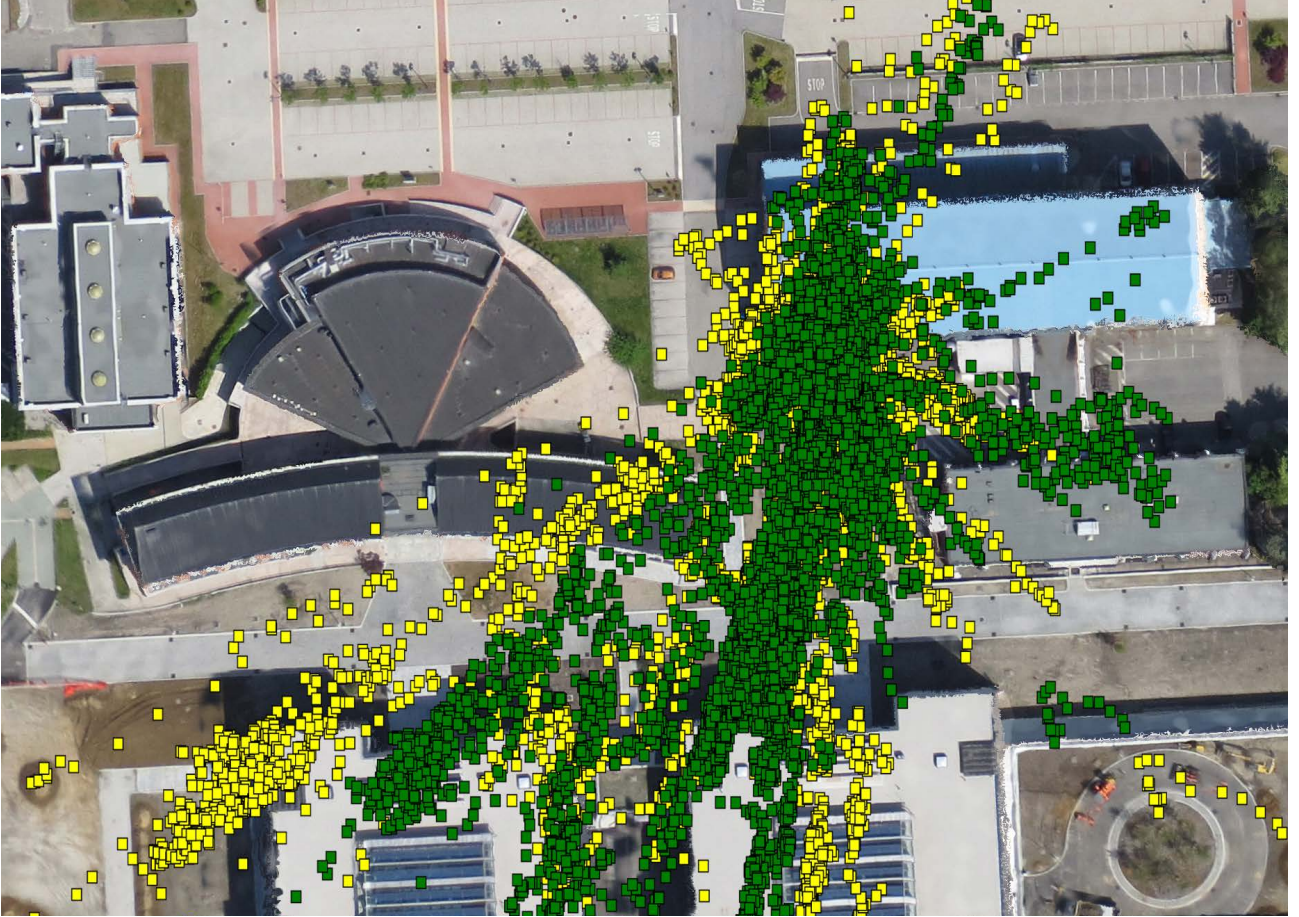
Un esempio di quello che si potrà ottenere usando Galileo è dimostrato nelle immagini qui a lato. La posizione calcolata usando congiuntamente GPS e Galileo (in verde) è più accurata rispetto al solo GPS (in giallo). L'accuratezza della posizione è rappresentata dalla dispersione dei punti gialli e verdi. Una maggiore dispersione dei punti indica una minore accuratezza. L'uso di tecniche robuste di posizionamento (figura in basso) aumenta ulteriormente l'accuratezza della posizione fornita dal dispositivo.

« Symbolic representation of various applications of satellite navigation systems

Rappresentazione simbolica delle varie applicazioni dei sistemi di navigazione satellitare

The joint GPS-Galileo solution (in green) is more accurate with respect to the GPS-only position (in yellow)

La posizione calcolata usando congiuntamente GPS e Galileo (in verde) è più accurata rispetto al solo GPS (in giallo)



## JRC Mission

As the Commission's in-house science service, the Joint Research Centre's mission is to provide EU policies with independent, evidence-based scientific and technical support throughout the whole policy cycle.

Working in close cooperation with policy Directorates-General, the JRC addresses key societal challenges while stimulating innovation through developing new methods, tools and standards, and sharing its know-how with the Member States, the scientific community and international partners.

*Serving society  
Stimulating innovation  
Supporting legislation*



JRC Science Hub: [ec.europa.eu/jrc](https://ec.europa.eu/jrc)

ISBN 978-92-79-56989-0  
doi:10.2760/893128



Publications Office