Rapporti Tecnici INAF
INAF Technical Reports

Number	24
Publication Year	2020
Acceptance in OA@INAF	2020-05-21T09:39:32Z
Title	La sicurezza spaziale via sorveglianza dello spazio e tracciamento di oggetti naturali ed artificiali e monitoraggio e previsione dello stato fisico dello spazio e degli ambienti planetari (Space Weather): il contributo nazionale
Authors	MESSEROTTI, Mauro, DELLA CECA, Roberto
Affiliation of first author	O.A. Trieste
Handle	http://hdl.handle.net/20.500.12386/25035, http://dx.doi.org/10.20371/INAF/TechRep/24

La sicurezza spaziale via sorveglianza dello spazio e tracciamento di oggetti naturali ed artificiali e monitoraggio e previsione dello stato fisico dello spazio e degli ambienti planetari (*Space Weather*): il contributo nazionale

A cura di Mauro Messerotti (INAF) e Roberto Della Ceca (INAF)
mauro.messerotti@inaf.it roberto.dellaceca@inaf.it

Il presente documento, di cui gli autori costituiscono il "Board editoriale", presenta una sintesi delle attività del Paese nel campo della Sicurezza dello Spazio, effettuate dallo spazio e da terra. I dati citati sono estratti principalmente dal Piano Triennale e dal Documento di Vision dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), predisposti attraverso protocolli di consultazione con gli organismi e le articolazioni dell'Ente, e dai documenti nazionali ed internazionali di "roadmap" redatti con un ampio coinvolgimento di tutta la comunità di riferimento nel campo spaziale e terrestre (si stimano molte centinaia di ricercatori e tecnologi fra INAF, svariati altri Enti di Ricerca, Università e organizzazioni in ambito militare).

1. Introduzione

Un aspetto chiave per la società moderna è rappresentato dai possibili rischi per i sistemi biologici (organismi viventi) e quelli tecnologici (sistemi spaziali) di eventi e catastrofi di origine naturale e di origine umana. Alcuni di questi eventi e catastrofi, come ad esempio le perturbazioni solari ed i raggi cosmici vengono studiati nel campo della Meteorologia dello Spazio (SWx, *Space Weather*), mentre altri (corpi celesti in orbite di possibile collisione, *Near Earth Object*, e detriti spaziali, *Space Debris*) dalle attività di Sorveglianza dello Spazio e Tracciamento (SST, *Space Surveillance and Tracking*).

Lo ***Space Weather*** è stato definito un rischio globale dalle Nazioni Unite, che raccomandano attività coordinate da parte delle nazioni, come quella promossa dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO, *World Meteorological Organisation*) per il monitoraggio e previsione del meteo dello spazio ai fini di garantire la sicurezza dei voli aerei, come richiesto dall'Organizzazione Internazionale dell'Aviazione Civile (ICAO, *Internazional Civil Aviation Organisation*), attività alla quale il Paese deve partecipare con gli EPR che hanno competenze in fisica solare e in generale in *Space Weather*. Per giungere ad una rete europea coordinata, la *European Science Foundation* tramite la *European Space Science Committee* ha formato un gruppo di lavoro (ESWACC, *European Space Weather Assessment and Consolidation Committee*) per valutare la situazione attuale e proporre il suo sviluppo ottimale. Tale comitato, che sta ultimando i lavori, ha concluso che è necessario aumentare le conoscenze sulla fisica dei fenomeni ed i loro impatti, **finanziare adeguatamente e su base continuativa le risorse osservative della rete a terra e lanciare piccoli e grandi satelliti dedicati all'osservazione del Geospazio e dell'Eliosfera per le applicazioni dello *Space Weather* ovvero in grado di fornire i dati a terra in tempo quasi-reale**.

Le attività di **Sorveglianza dello Spazio e Tracciamento** rappresentano uno strumento strategico sia per applicazioni civili che militari ed il loro sviluppo, come anche per quelle di *Space Weather*, beneficiano della collaborazione di vari enti di ricerca civili (ad es., INAF, INGV, INFN, CNR, ecc.), dell'Agenzia Spaziale Italiana (ASI), delle università e dell'industria (ad es., Telespazio, Thales Alenia Space, Altec S.p.A., Vitrociset, ecc.) e della Difesa (ad es., il GIAS/RSV).

Una evidenza emersa nei vari tavoli di discussione è il fatto che per garantire l'integrità dei sistemi spaziali è necessario, al tempo stesso, disporre di una rete di monitoraggio a terra e nello spazio, in grado di monitorare e prevedere i fenomeni perturbativi ed avviare le pratiche di mitigazione, ove possibile, per ridurne l'impatto. Quindi risorse spaziali e terrestri sono strettamente legate nel contesto dell'identificazione e prevenzione del rischio. Ciò si applica sia ai rischi di origine spaziale, naturali e artificiali, come anche a quelli di origine terrestre (eventi climatici estremi, terremoti, inondazioni, incendi). Il Paese è dotato di importanti infrastrutture da terra per osservazioni solari che vanno messe a sistema.

2. *Space Surveillance and Tracking* (SST) e *NEOShield*

2.1 Il Programma *Space Safety* dell'ESA

L'ESA gestisce il **programma *Space Safety***, originariamente denominato *Space Situational Awareness* (SSA). Il programma è articolato in tre segmenti: 1. *Space Surveillance and Tracking* (SST); 2. *Space Weather* (SWE); 3. *Near-Earth Objects* (NEO). Con la collaborazione dei 22 Stati Membri ESA intende coordinare dati e informazioni necessarie a comprendere e reagire a minacce che hanno origine nello spazio e sulla Terra.

Obiettivo ESA 2030 per lo *Space Weather*: l'Europa dovrà essere in grado di proteggere le infrastrutture vitali nello spazio ed a terra, garantendo la resilienza della società alle minacce derivanti dalle perturbazioni solari. Ciò verrà realizzato con lo sviluppo di un sistema di monitoraggio a terra, potenziando i servizi esistenti, e nello spazio, lanciando una *spacecraft* nel punto lagrangiano L5 per avere una miglior visibilità laterale degli eventi solari, migliorando le capacità previsionali, lanciando piccoli satelliti in orbita terrestre con *payload* dedicati, lanciando *piggyback payload* su altre missioni per telecomunicazioni ed osservazioni della Terra. Verrà inoltre perfezionata l'analisi degli impatti a livello europeo e continuata l'azione di diffusione della consapevolezza delle minacce dallo *Space Weather* in Europa.

Obiettivo ESA 2030 per i NEO: l'Europa contribuirà al sistema globale di difesa planetaria, in grado di avvertire con tre settimane di anticipo l'arrivo di asteroidi pericolosi (cioè di diametro superiore a 40 m) e di deviare asteroidi più piccoli di 1 km, se osservati da almeno due anni. La missione Hera effettuerà un'osservazione dettagliata della deviazione del minore di un sistema binario di asteroidi operata nel corso missione NASA AIDA. La rete ESA di telescopi *Flyeye* effettuerà scansioni continue alla ricerca di corpi rocciosi pericolosi. L'ESA *NEO Coordination Centre*, che si trova ad ESRIN (Frascati) ed è stato inaugurato nel 2013, sarà il punto di accesso centrale alle informazioni sui NEO dagli altri centri dati e servizi europei. Si prevede infine il lancio di una *spacecraft* per rilevare asteroidi provenienti dalla direzione del Sole, che non sono visibili da Terra, come, ad esempio, il bolide di Chelyabinsk (2013).

Obiettivo ESA 2030 per SST: Sviluppare la capacità di monitorare e gestire in sicurezza il traffico delle *spacecraft*, rimuovendo ed evitando i detriti spaziali (*Clean Space*), comprendendone e definendone i rischi, e mettendo in pratiche delle misure per la fase finale della loro vita per un uso sostenibile dello spazio in modo economicamente conveniente. In particolare, verrà sviluppato un *Automated Collision Avoidance System*. Saranno inoltre sviluppati nuovi sensori e tecniche di monitoraggio per i radar, *laser ranging* e sorveglianza ottica dello spazio, sia a terra che nello spazio, anche con piccoli satelliti.

2.2 I Programmi di *Space Surveillance and Tracking*

2.2.1 L'*Inter-Agency Space Debris Coordination Committee*

Lo IADC è un forum governativo internazionale per il coordinamento a livello mondiale delle attività relative ai problemi dei detriti spaziali. Lo scopo primario dello IADC è lo scambio di informazioni sui programmi di ricerca nazionali che riguardano la problematica dei detriti spaziali al fine di facilitare opportunità di cooperazione sulla ricerca nel campo dei detriti spaziali, rivedere i progressi ed identificare le migliori opzioni di mitigazione e rimedi sul problema dell'inquinamento spaziale.
Le agenzie coinvolte sono: - ASI (Agenzia Spaziale Italiana), che mette a sistema importanti infrastrutture dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) che a sua volta ha già sviluppato diversi programmi sulla base di un Accordo con la Difesa; - CNES (*Centre National d'Etudes Spatiales*); - CNSA (*China National Space Administration*); - CSA (*Canadian Space Agency*); - DLR (*German Aerospace Center*); - ESA (*European Space Agency*); - ISRO (*Indian Space Research Organisation*); - JAXA (*Japan Aerospace Exploration Agency*); - KARI (*Korea Aerospace Research Institute*); - NASA (*National Aeronautics and Space Administration*); - ROSCOSMOS (*State Space Corporation*); - SSAU (*State Space Agency of Ukraine*); - UK Space Agency.
Lo IADC elabora linee guida tecnico-scientifiche che possano essere adottate a livello internazionale (ad esempio, ONU, legislazioni nazionali, ecc.) per limitare la proliferazione dei detriti spaziali e per proteggere le infrastrutture esistenti. Lo IADC ha anche un aspetto operativo, che si esplica nell'organizzazione di campagne di osservazione e nel seguire in maniera coordinata il rientro nell'atmosfera di oggetti particolarmente significativi.

2.2.2 Il Programma EU *Space Surveillance and Tracking*

Le basi di EUSST sono state poste nel 2014 con la definizione di un ambiente operativo supportato dalla Commissione Europea. Nel 2015 è stato costituito un consorzio di 5 Stati Membri (Francia, Germania, Italia, Spagna e Regno Unito) al fine di rilevare, catalogare e prevedere i moti di oggetti in orbita intorno alla Terra.
Dal 2016 questi Stati Membri e la *European Union Satellite Centre* (EU SatCen) lavorano insieme per sviluppare una capacità SST europea in una serie di progetti finanziati da EU, nota appunto come EUSST. Alla fine del 2018 sono iniziate le negoziazioni per la partecipazione di nuovi Stati Membri (Polonia, Portogallo, Romania).
I servizi SST forniti sono rispettivamente: *Conjunction Analysis*, *Re-Entry*, *In-Orbit Fragmentation*.
Utenti sono gli operatori di satelliti pubblici e privati, autorità pubbliche e protezione civile, Stati Membri dell'Unione Europea, il Consiglio e la Commissione Europei, la EEAS (*European External Action Service*, Servizio Europeo per l'Azione Esterna).
La terza fase è prevista iniziare nel 2019/20.

2.3 Il Programma *NEOShield-2*

È iniziato nel 2015 ed è gestito da un consorzio di cui fanno parte 11 industrie ed istituti di ricerca europei all'avanguardia nella rilevazione e studio dei NEO: *Airbus Defence and Space* (Airbus DS GmbH, Germany (ADS-DE); *Airbus Defence and Space SAS*, France (ADS-FR); *Airbus Defence and Space LTD*, United Kingdom (ADS-UK)); *Centre National de la Recherche Scientifique* (CNRS); German *Aerospace Center Institute of Planetary Research*, Berlin (DLR), *DEIMOS Space Sociedad Limitada*

Unipersonal (DMS); *Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung* e.V.; *Institute for High-Speed Dynamics*, Ernst-Mach-Institut (EMI); *GMV Aerospace and Defence SA Unipersonal* (GMV); **Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF)**; *Observatoire de Paris* (OBSPM); *The Queen's University Belfast* (QUB). È finalizzato allo studio delle tecnologie per missioni spaziali atte a deviare NEO potenzialmente pericolosi ed al monitoraggio di specifici NEO per arricchire il data base dei potenziali rischi.

2.4 Il contributo italiano

IADC: La delegazione dell'**ASI** è composta dai massimi esperti italiani provenienti dal mondo universitario e della ricerca (**CNR-ISTI, CNR-IFAC, INAF, Politecnico di Milano, Università di Roma La Sapienza, Università di Padova**).

EUSST: Nel 2015 è stato firmato l'accordo **ASI-INAF-Ministero della Difesa**, che comporta la partecipazione all'**Organismo di Coordinamento e Indirizzo per le attività di SST (OCIS)** della Commissione Europea per coordinare le attività nazionali previste dall'iniziativa europea SST e indirizzare l'ASI, in qualità di *National Entity* (NE) nella funzione di rappresentare l'Italia nell'ambito del Consorzio Europeo SST. L'Accordo prevede, inoltre, l'impegno delle parti a concorrere con le proprie competenze, capacità e risorse alla produzione dei servizi SST a livello nazionale.

NEOShield-2: L'Istituto nazionale di Astrofisica partecipa allo sviluppo del progetto.

Partecipano alle attività descritte i seguenti istituti di ricerca, università ed industrie:

- CNR Istituto di fisica applicata "Nello Carrara" (IFAC), Sesto Fiorentino, Italia;
- CNR Istituto di scienza e tecnologie dell'informazione "Alessandro Faedo" (ISTI), Pisa, Italia;
- L'Istituto Nazionale di Astrofisica con tre Strutture di Ricerca: l'IRA di Bologna, l'Osservatorio di Cagliari e il radiotelescopio SRT, l'Osservatorio Astronomico d'Abruzzo;
- Università di Roma "La Sapienza", Roma, Italia;
- Università di Padova, Centro Interdipartimentale Studi e Attività Spaziali (CISAS), Padova, Italia;
- Politecnico di Milano, Milano, Italia;
- Telespazio, Thales, Vitrociset, …

È stato messo a punto un sistema di radar bistatico/multistatico basato sul *Sardinia Radio Telescope* (dell'INAF a Cagliari) e sul sistema radio di Medicina (INAF-IRA, Bologna), come nel seguito descritto.

Nei mesi di novembre 2016 e di marzo 2017 il Gruppo Ingegneria per l'Aereo-Spazio (GIAS) del Reparto Sperimentale Volo di Pratica di Mare (Aeronautica Militare), in qualità di ISOC è stato per la prima volta il referente per la fornitura dei servizi di *Re-entry* (previsione di rientri incontrollati di oggetti spaziali nell'atmosfera terrestre) e *Fragmentation* (monitoraggio di eventi di frammentazione di assetti spaziali per esplosione o collisione, e propagazione dei nuovi detriti generati).
I servizi sopra descritti vengono gestiti secondo uno schema rotazionale tra i cinque paesi membri che aderiscono all'attività di *Space, Surveillance and Tracking* (SST) *Support Framework* avviata dalla Commissione Europea, il 15 giugno 2015. Il consorzio formato da Italia, Francia, Germania, Spagna e Regno Unito ha lo scopo di salvaguardare gli assetti spaziali da impatti con detriti che potrebbero rappresentare un pericolo per la loro funzionalità e, inoltre, costituire un'iniziale capacità europea di protezione dell'accesso allo spazio. Il consorzio inoltre si prefigge l'obiettivo di stimare il rischio

di collisione abilitando gli operatori satellitari a pianificare misure di mitigazione e prevenendo la proliferazione di detriti spaziali.

L'Italia, inoltre, ha il compito di gestire la *Conjunction Analysis* che, al contrario delle precedenti attività, non viene condotta secondo uno schema rotazionale tra Paesi Membri, ma su base continuativa per garantire la protezione e la sicurezza degli assetti satellitari di interesse nazionale (COSMO-SkyMed e SICRAL) o europeo (satelliti assegnati della costellazione GALILEO, Copernicus ed EUMETSAT), che forniscono servizi e capacità abilitanti per le attività sia civili che militari.

I servizi di *Conjunction Analysis*, *Re-entry* e *Fragmentation* sono forniti grazie ad appositi strumenti sviluppati dal GIAS, ed a specifiche procedure e metodologie provate e validate applicando la metodologia propria dell'attività di sperimentazione.

L'ISOC rappresenta la centrale operativa a cui fa capo la rete di sensori facenti parte dell'architettura nazionale di Sorveglianza dello Spazio, di cui fanno parte il sensore ottico "PdM-MiTe" installato presso il GIAS di Pratica d Mare ed il sensore ottico "*Collision Avoidance System*" (CAS) di Vigna di Valle. Le caratteristiche di dualità ed integrazione dei sistemi della Difesa con i dispositivi messi a disposizione di Enti civili quali ASI ed INAF consentono all'architettura SST nazionale di avvalersi di sensori di varia natura (radar, laser ed ottici) distribuiti sull'intero territorio nazionale.

I sensori SST connessi al ISOC sono:

- Osservazioni ottiche:
  - Telescopio Cassini dell'INAF a Loiano;
  - PdM-MiTe (Pratica di Mare, AM);
  - SPADE (Matera, ASI);
  - CAS (*Collision Avoidance System*, Vigna di Valle).
- Osservazioni laser:
  - MLRO (*Matera Laser Ranging Observatory*, Matera, ASI).
- Osservazioni radio/radar:
  - MFDR-Mr (sensore di tracciamento monostatico, Poligono Sperimentale del Salto di Quirra);
  - BIRALES (sensore di sorveglianza radar bistatico; tx al PISQ, rx Medicina);
  - BIRALET (sensore di sorveglianza radar bistatico; tx al PISQ, rx SRT).

Il sistema ha consentito il monitoraggio del rientro della *Tiangong-1* (laboratorio orbitale cinese) nel 2018.

3. Programmi di Monitoraggio, Modellizzazione e Previsione dello *Space Weather*

L'Italia dispone di una ricchissima varietà di conoscenza teorica e sperimentale per la scienza e le applicazioni dello *Space Weather* sia da terra che dallo spazio, come testimoniato dai numerosi progetti finanziati dalla Commissione Europea in ambito FP6, FP7 e H2020 nonché dall'ESA e dall'ASI. Tale situazione di maturità scientifica, insieme ad un esteso patrimonio di *asset* a terra per l'osservazione del Sole e del Geospazio e dell'imprescindibile supporto dell'industria, rappresentano un patrimonio unico a livello europeo e consentono la partecipazione delle realtà italiane ai programmi internazionali per lo *Space Weather* come citato nel seguito.

3.1 Global Space Weather Service for Civil Aviation Safety

Dopo una lunga preparazione in ambito *World Meteorological Organisation* (WMO), nel 2018 il *Council* del International *Civil Aviation Organisation* (ICAO) ha designato tre centri per il servizio globale dello *Space Weather* per la sicurezza dell'aviazione civile, gestiti, rispettivamente, da un consorzio europeo (PECASUS), dagli Stati Uniti e da un consorzio tra Australia, Canada, Francia e Giappone. L'operatività è prevista nel 2019.

3.2 ESA *Space Situational Awareness / Space Weather*

L'ESA ha sviluppato e mantiene una serie di servizi, basati su un elevato numero di *asset* osservativi e modellistici di varie nazioni europee coordinati da un centro di coordinamento situato a Bruxelles in Belgio che fa riferimento a centri di servizio esperti specifici per *Solar Weather*, *Heliospheric Weather*, *Space Radiation*, *Ionospheric Weather* e *Geomagnetic Conditions*. Ciò consente di ottenere informazioni in tempo quasi-reale sulla fenomenologia perturbativa dal Sole alla Terra ed ai pianeti con lo scopo di preservare i sistemi spaziali e quelli biologici nonché le infrastrutture critiche. Più di 150 servizi sono attualmente disponibili grazie alla rete ESA SSA SWE.

3.3 Il contributo italiano

Global Space Weather Service for ICAO: Il **Consorzio PECASUS**, coordinato dalla Finlandia, vede la partecipazione di Belgio, Regno Unito, Polonia, Germania, Paesi Bassi, Italia, Austria e Cipro. In particolare, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) si occuperà del monitoraggio delle condizioni ionosferiche e geomagnetiche con particolare riguardo alle comunicazioni radio in onde corte (HF) ed ai servizi di navigazione e geolocalizzazione satellitare (*Global Navigation Satellite System, GNSS*) nell'area del Mediterraneo.

ESA Space Safety/SSA SWE: L'INAF, col suo Osservatorio Astrofisico di Catania (INAF-OACt) fornisce di *routine* dati sulle regioni attive solari al *Expert Service Centre on Solar Weather*, e col suo Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali (INAF-IAPS) fornisce di *routine* dati sul flusso di neutroni osservato a terra dal sistema di rilevazione SVIRCO.

3.3.1 Il Programma dell'ASI per la Scienza dello *Space Weather*

L'Agenzia Spaziale Italiana ha costituito nel 2018 un Gruppo di Lavoro per analizzare le risorse italiane teoriche ed operative per lo *Space Weather*, costituito da ricercatori impegnati in questo campo provenienti da Enti di Ricerca, Università, Industria ed Aeronautica Militare. Scopo della *roadmap*, il più dettagliato studio italiano mai effettuato sino ad ora, è quello di predisporre lo sviluppo di un unico centro dati per la scienza dello *Space Weather* presso ASI, in grado di mettere a disposizione in modo agevole i risultati degli esperimenti scientifici dallo spazio e dalle misure da terra prodotti da Enti di Ricerca (INAF, INFN, INGV, CNR) e dalle Università nazionali. La *roadmap* ("*Italy's Roadmap Towards Space Weather Science*", Plainaki et al., 2019, submitted) è illustrata in un paper inviato al *Journal of Space Weather and Space Climate* (EDPS).
Per illustrare le attività italiane nel campo dello *Space Weather* da terra e dallo spazio, si riportano in Appendice le tabelle che fanno parte integrante del citato paper di Plainaki et al.:

a. Tabella 1 – Ricerche scientifiche relative allo *Space Weather* planetario e circumterrestre nel contesto di missioni spaziali passate, attuali e future con il contributo di *payload* italiani
b. Tabella 2.1 - Assetti INAF per lo *Space Weather*/Emissioni solari nella banda ottica
c. Tabella 2.2 - Assetti INAF per lo *Space Weather*/Emissioni solari nella banda radio

d. Tabella 2.3 - Assetti INAF per lo *Space Weather*/Radar HF per osservazioni ionosferiche
e. Tabella 2.4 - Assetti INAF per lo *Space Weather*/Flusso di raggi cosmici solari e galattici
f. Tabella 2.5 - Risorse a terra dell'INAF per sviluppo, test e calibrazione di strumentazione spaziale
g. Tabella 3 - Osservazioni ionosferiche a terra gestite da INGV a diverse latitudini
h. Tabella 4 - Osservazioni magnetiche a terra gestite da INGV e Università de L'Aquila.

3.3.2 Il Programma dell'INAF per la Scienza ed il Monitoraggio dello *Space Weather*

Oltre alle ricerche nel campo dello *Space Weather*, condotte in molte delle proprie strutture di ricerca, l'INAF gestisce una serie di *asset* per il monitoraggio da terra del Sole e del Geospazio, basato su osservazioni solari ottiche e radio e ionosferiche radio nonché sulla rilevazione dei neutroni prodotti da Raggi Cosmici Solari e Galattici. Tali *asset* verranno integrati in una INAF *National Space Weather Service Network* (NSWSN), in grado di fornire dati e previsioni alle altre reti internazionali.

3.3.3 La *Space Weather Italian Community* (SWICo)

Tutte le ricerche e di programmi citati vengono condotti in collaborazione tra Agenzie (ASI), Enti di Ricerca (INAF, INFN, INGV, CNR) ed Università/Politecnici. È stata così fondata una associazione denominata SWICo che ha la finalità di coagulare gli interessi della vasta comunità italiana impegnata nello *Space Weather*, organizzando *meeting* specifici, diffondendo le informazioni su bandi di progetto nazionali ed internazionali, borse di studio e di dottorato, attività di ricerca e didattiche.

3.3.4 Attività italiane per lo *Space Weather* dallo Spazio

L'ESA ha preparato una proposta per la missione Lagrange, una *spacecraft* dedicata allo *Space Weather* in orbita nel punto lagrangiano L5, che consentirà di osservare i fenomeni solari da una prospettiva laterale in grado di fornire informazioni con molto anticipo rispetto alle osservazioni attuali. Tale proposta verrà presentata agli Stati Membri nella riunione del Consiglio Ministeriale prevista a Novembre 2019. Attualmente due contratti industriali (Airbus, UK; OHB, DE) a livello di sistema sono attivi per sviluppare il concetto di missione (*spacecraft*, lanciatore, traiettorie di trasferimento, ecc.), altri contratti industriali sono relativi al pre-sviluppo degli strumenti selezionati. Alla fine di Novembre verrà emessa una ITT per l'implementazione della *spacecraft*. Gli strumenti non saranno oggetto di ulteriori ITT, ma i consorzi per la loro produzione possono ancora essere modificati in base alla partecipazione finanziaria alla missione degli Stati Membri.
In tale contesto, l'Italia dispone di una grande esperienza di ricerca ed industriale nel campo dei *payload* ed è senz'altro auspicabile che tale missione venga supportata finanziariamente e veda la partecipazione ai consorzi per la produzione degli strumenti.
Vale ricordare a questo proposito che esiste strumentazione *spare* del *payload* Metis di *Solar Orbiter* (SolO), del valore di qualche milione di Euro, che, una volta cessata la sua funzione dopo il lancio di SolO in Febbraio 2020, potrebbe essere utilmente re-impiegata in questo contesto.
Inoltre, tutte le realtà italiane che si occupano di *Space Weather* potranno molto proficuamente operare nell'ambito del *Core Activities Element* dello *Space Safety Programme* dell'ESA, nell'ambito del quale si svilupperanno nuove ricerche e modelli per lo *Space Weather* basati sugli *asset* a terra e sulle osservazioni di Lagrange.

Appendice

Tabelle delle risorse italiane per lo *Space Weather* a terra e nello spazio
(Plainaki et al., JSWSC, 2019, in stampa)

Mission	Instrument	Participating Research Institutes in Italy	Data Ownership /Co-ownership	Observation technique	Type of data	Period covered by the data/Resolution	Key science goals related to space weather
ESA **ASPIICS**	Proba 3 formation flying mission	*INAF-OATo* et al.	*ASI, INAF*	Multi-band VL coronol imaging		Launch foreseen in …	Characterization of the solar wind in the inner corona, prominence formation, prominence eruption and CME early evolution
ESA/JAXA **BepiColombo**	SERENA (Italian PI-ship)	*INAF-IAPS* et al.	*ASI, INAF, JAXA*	In situ neutral and ionized particle detection	Images and particle flux	Launch in Oct 2018	Characterization of the solar wind-driven space weather at Mercury
ESA **CLUSTER**	CIS	*INAF-IAPS* et al.	CLUSTER L2 data are publicly available through the Cluster Science Archive at ESA	In situ proton-alpha and heavy ions detection with Top-Hat electrostatic analyser	Ions 3D distributions	2001- present (extended to 31 December 2022 (subject to a mid-term review in 2020)	3-D characterization of plasma structures
CNSA **CSES**	LIMADOU/ HEPD	*INFN; UNITOV; UNITN* et al.	*ASI-CNSA*	Particle detection	Single particle/particle flux	From February 2018 - in flight / 1 ms	Measurement of the increase of the electron and proton fluxes due to short-time perturbations of the radiation belts
CNSA **CSES**	LIMADOU/ EFD	*INFN; UNITOV; INAF-IAPS* et al.	*ASI-CNSA*	Electric field detection	Waveform (1 Hz - 2 kHz) / Spectrum (1 kHz - 5 MHz)	From February 2018 - in flight / 1 ms / order of 1 μV	Measurement of the variation of the ionosphere electric field due to perturbations from solar phenomena.
ESA-CNSA **Double Star**	HIA	*INAF-IAPS* et al.	Double Star L2 data are publicly available through the Cluster Science Archive at ESA	In situ ions detection with Top-Hat electrostatic analyser	Ions 3D distributions	2003-2008	The two Double Star S/Cs completed CLUSTER to provide unprecedented multi-point measurements of near-Earth space.
NASA (Rocket Program) **Herschel**	SCORE (Italian PI-ship)	*INAF-OATo; UNIFI; UNIPD* et al.	*ASI, INAF*	VL, UV & EUV coronal imaging	VL, UV (H Ly α) & EUV (He II Ly α) Images	2009 flight	First measurement of the helium abundance and outflow velocity in the solar corona Outflows of the proton component Identification of the physical properties of the outer solar corona
ISS	ALTEA	*UNITOV* et al.	*ASI, ESA*	Particle detection	Particle flux LET	Aug 2006 to November 2012, not continuous	Radiation environment measurements in the ISS
ISS	AMS-2	*INFN; UNIBO; UNIMI Bicocca; UNIPG; UNIROMA Sapienza; UNIPI; UNITN*	*ASI, INFN*	Particle detection	Particle flux for nuclear species, electron, positrons, anti-protons	May 2011, still ongoing (≥ 2024)	Measurements of cosmic ray flux and composition from ≈ GeV-TeV; Time profile of the energy spectrum and flux intensity for proton and alpha particles, electrons and positrons, heavier nuclei (C,O,…) e+,e-.

Tabella 1 Ricerche scientifiche relative allo Space Weather planetario e circumterrestre nel contesto di missioni spaziali passate, attuali e future con il contributo di payload italiani

							Measurement of SEP in space
ESA **JUICE**	MAJIS (Italian CoPI-ship)	*INAF-IAPS* et al.	*ASI, INAF*	Image spectrometry	Images and Spectra	Oct 2029-Sept 2033 (Spectral sampling VIS-NIR : **3.65 nm;** Spectral sampling VIS-IR : **6.49 nm)**	Characterization of Jupiter's atmosphere; characterization of the icy satellite exospheres
NASA **JUNO**	JIRAM (Italian PI-ship)	*INAF-IAPS; CNR-ISAC Rome; CNR-ISAC Bologna*	*ASI, INAF*	Image IR spectrometry	Images and Spectra	2016-2021/ time resolution 30 sec (not continuous); spectr.resolution 9 nm (spectral range 2-5 μm)	Investigation of the H_3^+ aurora at Jupiter
NASA **SOHO**	UVCS - Ultraviolet Coronagraph Spectrometer (Italian CoPI-ship)	*UNIFI; UNITO; UNIPD; INAF-OATo; INAF-Arcetri; INAF-OACT;* et al.		UV Spectroscopy	Spectra (945-1123 Å, 473-561 Å, 1160-1350 Å) Images (reconstructed from spectral data)	1996-2012 24h/day obs	Identification of the solar wind sources Diagnostics of the solar wind heating and acceleration processes Investigation of CME evolution in the outer corona and of CME shock front & energetic particle acceleration
ESA **Solar Orbiter**	METIS (Italian PI-ship)	*INAF-OATo; UNIFI; UNIPD; INAF-OACT; INAF-OAC* et al.	*ASI, INAF*	VL and UV coronagraph imaging	VL, UV (H Ly α) Images	Launch foreseen in 2020	Identification of the solar wind sources Characterization of large scale solar wind properties Investigation of the origin, evolution and propagation of CMEs
ESA **Solar Orbiter**	SWA (Italian CoPI-ship)	*INAF-IAPS* et al.	*ASI, INAF*	In situ electron, proton-alpha and heavy ion detection by Top-Hat electrostatic analyser with deflectors	Ions 3D distributions	Launch foreseen in 2020	Investigation of solar wind fundamental processes e.g. acceleration, heating and ICMEs evolution and their connection to the Sun corona
Roscosmos **Resurs-DK1**[2]	PAMELA (Italian PI-ship)	*INFN, UNITOV;* please provide list of participants et al.	*ASI, INFN*	Particle detection	Particle flux	June 2006 - January 2016 (time-resolution: 1 second)	Measurements of SEPs in space; reconstruction of proton and helium energy spectra and time profiles

Tabella 1 Ricerche scientifiche relative allo Space Weather planetario e circumterrestre nel contesto di missioni spaziali passate, attuali e future con il contributo di payload italiani (continuazione)

Facility	Description	Contacts	Logistics & Ownerships	Specifications	Data Products	Data Archiving	National & International Involvements
Hα i and 656.78nm continuum telescope in Catania	Daily drawing of sunspots and pores by projection of the Sun; digital image acquisitions (every 10 min) in the Halpha line center (656.28 nm), besides than monitoring of transient phenomena, like flares and active prominences; digital image acquisition in the continuum at 656.78 nm (every hour)	Paolo Romano paolo.romano @inaf.it	*INAF-OACT* Università degli Studi di Catania	Wavelenghts: Hα line center (656.28 nm) Continuum near the red wing of the Halpha (656.78 nm)	Images are taken by a CCD camera Apogee Alta U9000-HC D09L with a sensor of 3056 x 3056 pixels, a pixel size of 12 micron and a digital resolution of 16 bit. The digital products consist on reduced images of 2048 x 2048 pixels in JPEG2000 format and on raw images of 2200 x 2200 pixels in FITS format.	The latest images in JPEG2000 and FITS format are available in the INAF-OACt site. http://ssa.oact.inaf.it/oact/image_archive.php The data are also provided in near real time to the ESA Space Weather (SWE) Data Centre (http://swe.ssa.esa.int). The archive, containing the raw FITS files and JPEG2000 images, is open to public.	The full disc images in photosphere and chromosphere are used during observing campaign at the Dunn Solar Telescope (NSO) and at Swedish Solar Telescope to define the target of high resolution observations. INAF-OACt provides data for the Global High Resolution H-alpha Network (GHN; http://swrl.njit.edu/ghn_web/) Near-real-time data are also used to monitor, predict and disseminate Space Weather information and alert by ESA in the context of the Space Situational Awareness (SSA) program (http://swe.ssa.esa.int/), according to the ESA contract No. 4000113186/15/D/MRP INAF-OACt data are also collected by the Royal Observatory of Belgium and by the Debrecen Heliophysical Observatory of Budapest
PSPT Precision Solar Photometric Telescope	The PSPT is a 15 cm, low-scattered light, refracting telescope designed for photometric full-disk solar observations characterized by a 0.1% pixel-to-pixel relative photometric precision	Ilaria Ermolli ilaria.ermolli @inaf.it	*INAF-OAR*	Wavelengths: 393.3 nm (0.10 nm), 393.3 nm (0.25 nm), 430.6 nm (1.20 nm), 409.4 nm (0.25 nm), 535.7 nm (0.50 nm), 607.2 nm (0.50 nm) Routine and Max Sampling Rate(s): Single frame and sum of 25 frames expositions taken in sequence within a few minutes each day weather permitting; calibration sequences including sum of 25 frames expositions taken each day weather permitting Raw image size: (2048 x 2048) pixels FOV: Full disk Spatial resolution: 1 arcsec/pixel	Filtergrams at the various spectral bands calibrated for instrumental effects; masks of solar features identified on the different filtergrams. The digital products consist on reduced images of 1024 x 1024 pixels in JPEG2000 and FITS formats	Data archive: http://www.oa-roma.inaf.it/solare/archivioPSPT/index.php Permanent archiving of FITS files on DVD and HD, JPEG-reduced size files on OAR server. Filtergrams available 1996 to present. High cadence data available on request.	PRIN-MIUR 1998, 2000, 2002 CVS Centro per lo studio della variabilita' solare FP7 eHEROES, SOLID, SOLARNET COST ACTION ES1005 TOSCA IAU WG Coordination of Synoptic Observations of the Sun
VAMOS/Hα Velocity And Magnetic Observations of the Sun	The VAMOS (http://vamos.na.astro.it), operative at the INAF-Osservatorio Astronomico di Capodimonte, is a narrow-band filter based on the MOF technology. VAMOS is capable of acquiring intensity, velocity, and magnetic field full-disk images in the K I D1 line at 7699 Å with video cadence and medium spatial resolution (4"/pixel)	Oliviero Maurizio, oliviero@na.astro.it	*INAF-OACN*	Wavelenght(s): 7699Å, 6563Å, white light Sampling rate: 4 s (routine); 40 ms (max) Spatial resolution: 0.5"/px (full-disk), 0.3"/px (limited area)	Intensity full disk images (7699Å, 6563Å, white light) Doppler full disk images (7699Å) Magnetic full disk images (7699Å) Solar oscillations power spectra Solar oscillations spherical harmonic coefficients	http://vamos.na.astro.it Data are in FITS format on DVDs	Space Weather Italian Community (SWICo)
Data Archives							
HISTO-A Historical Solar Data Archve	Digital archive of the historical full-disk observations of the solar photosphere and chromosphere obtained at the Arcetri and Rome Observatories	Ilaria Ermolli ilaria.ermolli @inaf.it	*INAF-OAR*	Arcetri: 393.3 nm FWHM 0.05 nm (Ca II K - chromosphere) 656.3 nm FWHM 0.05 nm (Halpha - chromosphere) Rome: white light (WL – photosphere) 393.3 nm FWHM 0.05 nm (Ca II K - chromosphere) 656.3 nm FWHM 0.05 nm (Halpha - chromosphere) FOV: Full disk Spatial resolution: better than 1 arcsec/pixel	Filtergrams at the various spectral bands calibrated for instrumental effects; masks of solar features identified on the different filtergrams. The digital products are available on JPEG2000 and FITS formats.	Data archive: http://www.oa-roma.inaf.it/solare/archivioPSPT/index.php Permanent archiving of FITS files on DVD and HD, JPEG-reduced size files on OAR server. Arcetri data available from 1926 to 1974. Rome data currently available from 1947 onwards.	CVS Centro per lo studio della variabilita' solare COST Action ES1005 TOSCA IAU WG Coordination of Synoptic Observations of the Sun ISSI team 2017 "Reconstructing Solar and Heliospheric Magnetic Field Evolution Over

Tabella 2.1 Assetti INAF per lo Space Weather/Emissioni solari nella banda ottica

							the Past Century ”
IBIS-A IBIS Data Archive	The IBIS data Archive (IBIS-A) contains data acquired with IBIS (Interferometric BIdimensional Spectropolarimeter), an imaging spectro-polarimeter based on a dual Fabry-Perot interferometric system currently installed at the Dunn Solar Telescope in NM, USA. The IBIS-A has been designed to realize the storage, the management, and the retrieval of the IBIS data through a VO compliant archive. Currently, IBIS-A includes 18.4 TB of data taken during 12 observing campaigns carried out from 2012 to 2017 on 85 days. More data are being included.	Ilaria Ermolli ilaria.ermolli @inaf.it	*INAF-OAR* IBIS has been built by the INAF Arcetri Astrophysical Observatory, with the support of the Dept. of Physics and Astronomy of the University of Florence, and the Dept. of Physics of the University of Rome Tor Vergata, and installed in June 2003 at the Dunn Solar Telescope of the US National Solar Observatory in Sunspot, New Mexico.	Spectropolarimetric observations of the solar photosphere and chromosphere at high spatial (pixel scale of 0.09 arcsec), spectral (> 200000), and temporal resolution (8-15 fps) Wavelenghts: 5896 Å FWHM 2.0 Å (Na D1) 6302 Å FWHM 2.0 Å (FeI) 6330 Å FWHM 2.0 Å (WhiteLight) 7090 ÅFWHM 2.0A ˚ (FeI) 7224 Å FWHM 2.0 Å (Fe II) 8542 Å FWHM 3.5 Å (Ca II)	Sequences of full-Stokes filtergrams taken with a cadence of about 1s at up to three spectral lines sampling the solar atmosphere at three heights on a small section of the solar disk	Currently @ INAF OAR and hosted by INAF IA2 http://ibis.oa-roma.inaf.it/IBISA/ Web access, data shipping on DVD/HD. IBIS-A has been realised in the framework of the FP7 SOLARNET3 High-resolution Solar Physics Network, which aimed at integrating the major European infrastructures in the field of high-resolution solar physics, as a step towards the realisation of the 4m EST, as a joint effort of Italian research groups contributing to the IBIS and EST projects.	FP7 SOLARNET “High resolution solar physics network” (2013-2017) Joint observations with HINODE, SDO, IRIS

Tabella 2.1 Assetti INAF per lo Space Weather/Emissioni solari nella banda ottica (continuazione)

Facility	Description	Contacts	Logistics & Ownerships	Specifications	Data Products	Data Archiving	National & International Involvements
SunDish	Single-Dish Imaging and Monitoring of the Sun in the Centimetre-Millimetre band by Italian Radio Telescopes. Single-Dish Radio Telescopes configurations aimed at spectro-polarimetric imaging and spectral timing of the Solar Corona and Chromosphere in the frequency range 1-50 GHz (with primary goals about continuum imaging in K-band)	Alberto Pellizzoni alberto.pellizzoni@inaf.it	INAF-Osservatorio Astronomico di Cagliari INAF - Istituto di Radioastronomia, Bologna & Noto INAF - Osservatorio Astronomico di Trieste Università di Cagliari, Dipartimento di Fisica Università di Trieste, Dipartimento di Fisica ASTRON - Netherlands Institute for Radio Astronomy	Application Type: High-frequency radio monitoring of the Sun Spectro-polarimetric imaging and dynamic spectra	Continuum and spectro-polarimetric images of the Sun, dynamic spectra on selected regions (mostly K-band and in perspective Q-band)	INAF data archiving facilities	Italian Radio Telescope Network LOFAR Observations for Space Weather SKA Observations for Space Weather
Trieste Callisto System	Solar radio spectrography in the VHF and UHF bands. Monitoring of coronal solar radio emissions.	Alessandro Marassi alessandro.marassi@inaf.it	INAF-Osservatorio Astronomico di Trieste	Low time resolution, limited receiving band solar radio spectrography with no polarisation information and no radiometric calibration	Solar radiometric data (arbitrary units) in the 45-81 MHz and 220-420 bands with radio burst automatic identification	Solar radio spectra images (2013-) Solar radio spectra FITS files (2013-) Local and global e-Callisto digital archive available via web	e-Callisto solar radio spectrograph network ISWI International Space Weather Initiative
TSRS (Trieste Solar Radio System) 2.0	Multichannel solar radio polarimetry and spectropolarimetry in the UHF and SHF bands (3 m dish; fully automated system). Monitoring of photospheric, chromospheric and coronal radio emissions with special attention to the solar activity index at 2800 MHz and to the solar radio noise in the L-band for GNSS data quality evaluation	Mauro Messerotti mauro.messerotti@inaf.it	INAF-Osservatorio Astronomico di Trieste	Calibrated, high time resolution and high Circular Polrisation accuracy time series at selected frequencies, radio spectra and synoptic images by scan	Radio flux density and circular polarization (1-D, 2-D, 2.5-D) data in the 1-19 GHz band by agile programmable selection of sub-bands and observing modes	Time of operation start: 2019 Q1 Solar radio time series Solar radio spectra images Solar radio indices Data available in near-real-time through a web interface and web services Local archive and long-term preservation archiving in INAF IA2	Italian Radio Telescope Network LOFAR Obervations for Space Weather SKA Observations for Space Weather ESA Space Situational Awareness Enabling science facility for SolO/Metis
Data Archives							
TSRS (Trieste Solar Radio System) 1.0	Multichannel solar radio polarimetry in the	Mauro Messerotti mauro.messerotti@inaf.it	INAF-Osservatorio Astronomico di Trieste	Calibrated, High time resolution (50 Hz to 2	Radio polarimetric data On paper	Data on paper recordings only (1969-	Space Weather data for USAF Solar
	VHF and UHF bands (10 m and 3 m dish) Solar radio Interferometry in UHF (400 MHz, two dipole arrays at 100 λ) These data provide information about the coronal plasma emissions.		CNR-National Research Council Università di Trieste, Dipartimento di Astronomia	kHz sampling rate) and high Circular Polarisation accuracy (1%) time series of single-frequency observations Low spatial resolution interferometric observations	239 MHz (1969-70) 235 MHz (1970-71) 237 MHz (1971-79) In digital format 237, 327, 408, 505, 610, 790 MHz (1979-95) Stop for upgrade (1995-97) Restart (1997) 237, 327, 408, 610, 1420, 2695 MHz (1997/99-2010) Stop for lightning stroke (2010) Radio interferometric data On paper 408 MHz (1979-82)	2003) Data in digital format (1975-1994; events) Data in digital format (1997-2010; all) The data in digital format are stored in INAF IA2 for long-term preservation.	radio monitoring for ESA Space Weather European Network Enabling science facility in support of SOHO/UVCS

Tabella 2.2 Assetti INAF per lo Space Weather/Emissioni solari nella banda radio

Facility	Description	Contacts	Logistics & Ownerships	Specifications	Data Products	Data Archiving	National & International Involvements
Dome C East (DCE) and Dome C North (DCN) HF radars of the Super Dual Auroral Radar Network (SuperDARN)	SuperDARN is an international network of HF ionospheric radars dedicated to the study of the magnetosphere-ionosphere system. The DCE and DCN HF radars are located at the Concordia Antarctic research station and they have been realized in the framework of a collaboration between INAF-IAPS, Rome, LPC2E-CNRS, Orléans and CNR with the support of PNRA and INAF from the Italian side and by IPEV and INSU from the French side. They emit pulses of HF waves (8–20 MHz), which are refracted in the ionosphere so that, at distances ranging from 180 to 3550 km from each radar and at heights between 100 and 400 km, they can be back-scattered by field aligned decameter scale irregularities of the electron density. The radar signals are steered in 16 emission beams, separated by 3.3 degrees, in an azimuthal interval of 52 degrees, usually swept in 2 minutes. SuperDARN continuously measures ionospheric convection in the southern and northern medium auroral zones and polar caps. Recently, the SuperDARN coverage has extended to the medium latitudes over a great portion of the Northern Hemisphere.	Maria Federica Marcucci federica.marcucci@inaf.it	Concordia Station, Antarctica INAF-IAPS Dipartimento Terra Ambiente – CNR, Reti e Sistemi Informativi – CNR, INGV and all the research institutes from the ten nations participating in the SuperDARN network (Australia, Canada, China, France, Italy, Japan, Norway, South Africa, United Kingdom and the United States of America)	Routine and Max Sampling Rate: 1 min for the execution of a normal scan of the field of view. The time resolution for the sounding along a single beam is 3.75 s Field of view: 52 degrees Spatial resolution: Range resolution is 45 km Operating modes: The DCE and DCN operating modes are determined and regulated in the general framework of SuperDARN operating modes, defined in the SuperDARN PI Agreement	Time series of the the reflected power, the VD Doppler velocity of the irregularities, and the spectral width of each distance - azimuth cell of the DCE and DCN field of view. These data can be elaborated and merged with data from the others SuperDARN radar to obtain the global convection map of the southern hemisphere high latitude ionosphere.	Different archives of DCE and DCN data exist: one is located at INAF-IAPS. Besides the INAF-IAPS archive, DCE and DCN data are stored at the Virginia Tech SuperDARN repository and at the two mirror sites of the British Antarctic Survey and of the University of Saskatchewn. All SuperDARN radar, comprising the DCE and DCN data, can be downloaded from the following three websites: http://vt.superdarn.org/tiki-index.php https://www.bas.ac.uk/project/superdarn/#data http://superdarn.ca/data DCE and DCN data usage is regulated by the CC License BY-NC-ND. Publications using DCE and DCN data should acknowledge INAF-IAPS and PNRA support.	DCE and DCN constitute a permanent observatory in the framework of the National Program for Antarctic research DCE and DCN radars are part of the international HF ionospheric radar network SuperDARN with 35 radar sites around the globe, managed by sixteen institutes in ten countries The SuperDARN network as global and each single radar perform dedicated measurements campaign in support of several space mission: Cluster, MMS, THEMIS and ARASE

Tabella 2.3 Assetti INAF per lo Space Weather/Radar HF per osservazioni ionosferiche

Facility	Description	Contacts	Logistics & Ownerships	Specifications	Data Products	Data Archiving	National & International Involvements
SVIRCO (Studio delle Variazioni d'Intensita' dei Raggi COsmici) Observatory	The SVIRCO Observatory performs continuous measurements (since July 1957) of the secondary nucleonic component of the galactic cosmic ray intensity, through a neutron monitor (NM-64 type). The SVIRCO Observatory is the only facility of its kind existing in Italy, it represents a national asset of inestimable value and it is characterized by efficiency and reliability. The SVIRCO Observatory is part of the worldwide network of neutron monitors and it is considered to be one of the essential observational sites for research in the fields of cosmic ray physics, solar-terrestrial relations and Space Weather.	Monica Laurenza monica.laurenza@iasp.inaf.it	The SVIRCO Observatory is located at the Department of Mathematics and Physics of the University Roma Tre. Instrumentation Ownership: 80% of INAF, 20% Rome Tre University	Energy Range: nucleonic component produced by primary cosmic rays at rigidities >6.3 GV Routine and Max Sampling Rate(s): 1 min and 5 min Field of View: equatorial asymptotic directions Spatial Resolution: none Operating Modes: continuous	* 1min, 5 min, hourly, daily and monthly averaged data and plots of pressure corrected nucleonic intensity and of barometric pressure data * 5 min and hourly overall multiplicity data, sorted into separated counting channels (from 1 to greater than 8) * daily amplitudes and phases of the first three harmonics of the diurnal wave * prompt reports of the validated hourly pressure corrected nucleonic intensity and pressure data are regularly produced on monthly basis * definitive reports of the validated hourly pressure corrected nucleonic intensity and pressure data are regularly produced on yearly basis * definitive reports of validated hourly overall multiplicity data are regularly produced on six-month basis * definitive reports of daily amplitudes and phases of the first three harmonics of the diurnal wave are regularly produced on biennial basis * prompt reports of the validated hourly pressure corrected nucleonic intensity and pressure data are regularly produced on monthly basis *definitive reports of the validated hourly pressure corrected nucleonic intensity and pressure data are regularly produced on yearly basis	Archive at the SVIRCO Observatory (acquisition disk and several back up); SVIRCO (http://webusers.fis.uniroma3.it) and NMDB (www.nmdb.eu) websites Real time data are sent to NMDB, to the ESA – SSA SWE Space Radiation Expert Service Centre for the Real Time GLE ALERT System to forecast GLEs and the AVIDOS application for real time radiation dose estimation	* Agreement between INAF-IAPS and University of Roma Tre for the SVIRCO Observatory maintenance * The SVIRCO Observatory is part of the worldwide network of standardized neutron monitors * Partner of the "Real-time database for high-resolution neutron monitor measurements" for Space Weather applications, funded in 2008-09 by the European Union's 7th Framework Programme as an e-Infrastructures project in the Capacities section * Agreement between INAF-IAPS, INFN, Universidad Nacional de La Plata – UNLP and Instituto Antartico Argentino – IAA

Tabella 2.4 Assetti INAF per lo Space Weather/Flusso di raggi cosmici solari e galattici

Facility	Description	Contacts	Location & Ownership	Specifications	Available Tests
Plasma Chamber **SWIPS** (Solar Wind and Ionospheric Plasma Simulator)	The plasma chamber developed at INAF-IAPS is a facility capable to reproduce a large volume of both the ionospheric and the solar wind plasma. Its peculiarity is mainly due to sources that produce a plasma with parameters (i.e. electron density, temperature, and ion energies) very close to the values encountered in the ionosphere and in the interplanetary space. The plasma generated by the source is accelerated into the chamber at a velocity that can be tuned to simulate both the relative motion between an object orbiting in space and the ionosphere (≅ 8 km/s) and the velocity of solar wind (> 300 km/s). This feature, in particular, allows laboratory simulations of compression and depletion phenomena typical of the ram and wake regions around ionospheric satellites. In addition, the facility is equipped with a two-axis magnetic coil system capable to control the ambient magnetic field. Thus, the plasma beam and the magnetic field pattern can be set to reproduce the conditions encountered by satellites in both equatorial and polar orbits. The magnitude of the field can be varied between 10^{-6} and 10^{-4} T. The residual field is sufficient to consider the plasma non magnetised, being the electron gyroradius (with $T_e \cong 2000$ K) of the same	Piero Diego piero.diego@inaf.it	The SWIPS plasma chamber is an INAF facility and it is located in the experimental building of INAF-IAPS, in Rome, Via del Fosso del Cavaliere 100. ASI has occasionally supported the facility in the frameworks of various space missions.	Experimental volume **≈ 9 m^3** Ionospheric plasma features: **m_i= 40 a.u. (Ar)** **Te=1000–3000 K** **$n_e \approx n_i \approx 10^{11}$-$10^{12}$m^{-3}** **$v_i \approx 8$ km/s** Solar wind plasma features: **m_i= 4 a.u. (He)** **Te=10000–20000 K** **$n_e \approx n_i \approx 10^7$m^{-3},** **$v_i \approx 330$ km/s**	**1** - calibration of plasma diagnostic sensors (Langmuir probes, Retarding Potential Analyzer, …); **2** - functional tests of experiments envisaged to operate in a ionospheric environment (sensors exposed to space plasma); **3** - characterization and compatibility tests of components for space applications (materials, satellite paints, photo-voltaic cells, etc.); **4** - basic plasma physics experiments (interaction of charged bodies with plasma, two plasma interaction processes, propulsion and power generation in space through electrodynamic tethers); **5** - tests on active experiments which use cathodes and/or plasma sources (ion thruster, ion
	order of the chamber dimensions (i.e. the electron motion is not dominated by the field but rather by collisions with the chamber wall).				beam neutralizers, hollow cathodes, field effect emitters, plasma contactors).

Tabella 2.5 Risorse a terra dell'INAF per sviluppo, test e calibrazione di strumentazione spaziale

ID	Observation	City	Country	Latitude (deg)	Longitude (deg)	Receiver Hardware
RO041	Digisonde	Rome	Italy	41.90	12.50	DPS-4
RM041	Ionosonde	Rome	Italy	41.90	12.50	AIS-INGV
GM037	Ionosonde	Gibilmanna	Italy	37.90	14.00	AIS-INGV
TNJ20	Ionosonde	San Miguel de Tucumán	Argentina	-26.90	294.60	AIS-INGV
BHB01	Ionosonde	Bahia Blanca	Argentina	-38.70	-62.30	AIS-INGV
MZAIS	Ionosonde	Mario Zucchelli Station	Antarctica	-74.70	164.11	AIS-INGV
BTN0P	GNSS	Mario Zucchelli Station	Antarctica	-74.70	164.11	PolaRxS
BTN0S	GNSS	Mario Zucchelli Station	Antarctica	-74.70	164.11	GSV4004B
CHA1S	GNSS	Chania	Greece	35.51	24.02	GSV4004B
DMC0P	GNSS	Concordia Station	Antarctica	-75.11	123.33	PolaRxS
DMC0S	GNSS	Concordia Station	Antarctica	-75.11	123.33	GSV4004B
DMC1S	GNSS	Concordia Station	Antarctica	-75.11	123.31	GSV4004B
DMC2S	GNSS	Concordia Station	Antarctica	-75.10	123.30	GSV4004B
LAM0S	GNSS	Lampedusa	Italy	35.52	12.62	GSV4004B
LYB0S	GNSS	Longyearbyen	Norway	78.17	15.99	GSV4004B
NYA0P	GNSS	Ny-Alesund	Norway	78.92	11.93	PolaRxS
NYA0S	GNSS	Ny-Alesund	Norway	78.92	11.93	GSV4004B
NYA1S	GNSS	Ny-Alesund	Norway	78.93	11.86	GSV4004B
SAO0P	GNSS	Sao Paolo	Brazil	-23.55	-46.65	PolaRxS
SNA0P	GNSS	Sanae IV	Antarctica	-71.67	-2.84	PolaRxS
TUC0S	GNSS	San Miguel de Tucumán	Argentina	-26.90	-65.40	GSV4004B
ROM0S	GNSS	Rome	Italy	41.80	12.50	GSV4004A

Tabella 3 Osservazioni ionosferiche a terra gestite da INGV a diverse latitudini

INGV Geomagnetic Observatory	**IAGA code**	**Latitude**	**Longitude**
Castello Tesino	CTS	46.05° N	11.65° E
L'Aquila	AQU	42.38° N	13.32° E
Duronia	DUR	41.65° N	14.47° E
Lampedusa	LMP	35.52° N	12.53° E
L'Aquila University SEGMA Stations	**IAGA code**	**Latitude**	**Longitude**
Castello Tesino	CTS	46.05° N	11.65° E
Ranchio	RNC	43.97° N	12.08° E
L'Aquila	AQU	42.38° N	13.32° E
Panagyurishte (Bulgaria)	PAG	42.51° N	24.18° E
Antarctic INGV Geomagnetic Observatory and L'Aquila University station	**IAGA code**	**Latitude**	**Longitude**
Mario Zucchelli Station	TNB	74.70° S	164.1° E
Concordia Station	DMC	75.10° S	123.35° E

Tabella 4 Osservazioni magnetiche a terra gestite da INGV e Università de L'Aquila