



# Programma ASIF - ASI Supported Irradiation Facilities

**Rita Carpentiero, Roberto Formaro**  
**AGENZIA SPAZIALE ITALIANA**

*26 Novembre 2018*

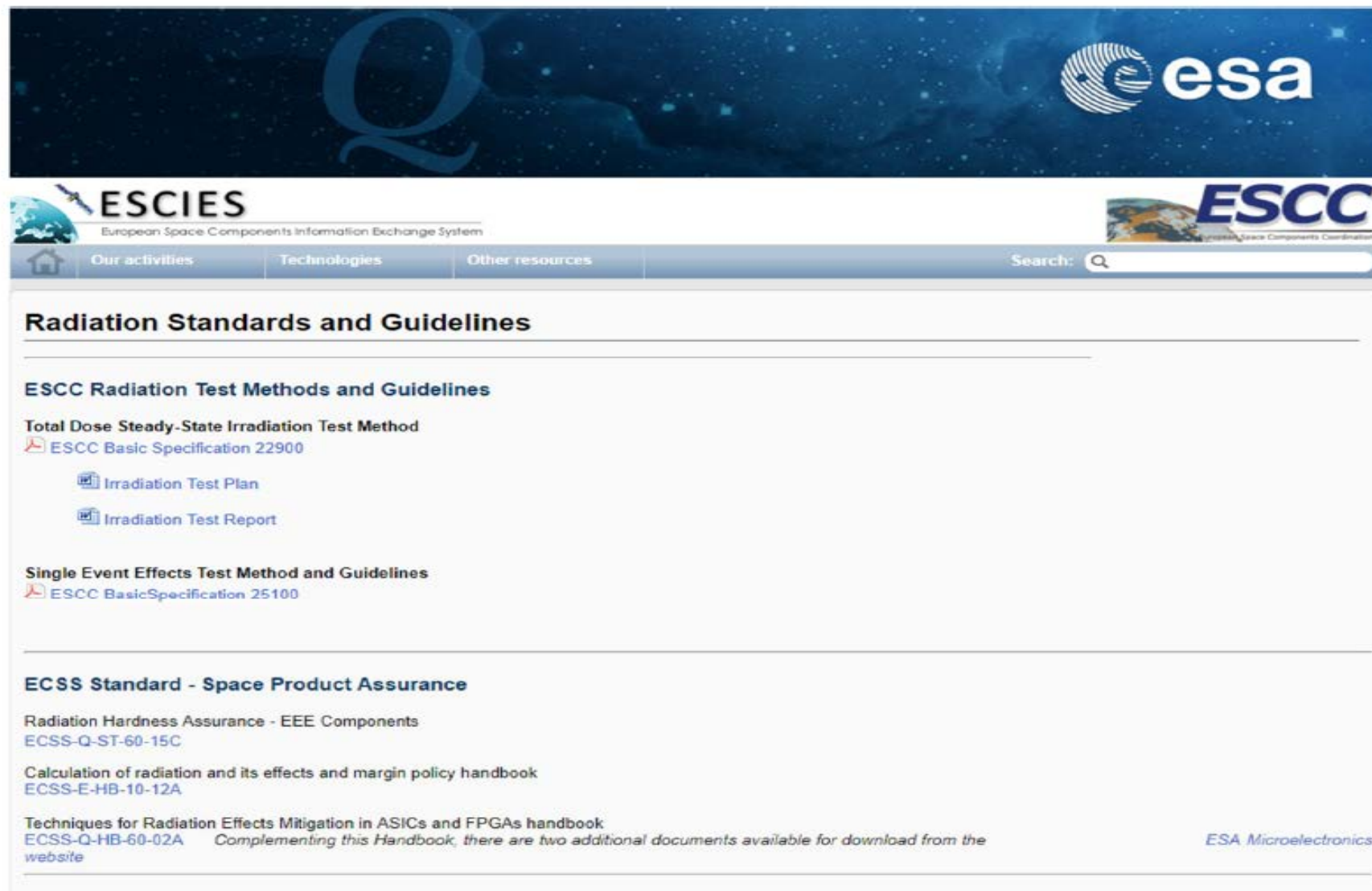
# Ambiente di radiazione spaziale

- La conoscenza dell'ambiente di radiazione spaziale è un elemento trainante per:
  - l'indagine sul danno da radiazioni,
  - lo sviluppo di strumenti di trattamento / trasporto / simulazione per prevedere le condizioni operative in tale ambiente,
  - valutare l'impatto delle radiazioni sui dispositivi e la loro qualificazione, in vista del loro funzionamento (EOL) nelle missioni spaziali.
- Nell'ambiente di radiazione spaziale i dispositivi elettrici, elettronici ed elettromeccanici (**EEE**) subiscono danni indotti da effetti cumulativi e eventi singoli. Gli effetti delle radiazioni sono:
  - *Single Event Effect (SEE)* - a causa di una dose altamente ionizzante, anche da una singola particella ad alta energia che si verifica in una regione sensibile di un dispositivo, possono verificarsi in qualsiasi momento e con una breve risposta temporale;
  - *Total Ionizing Dose (TID)* - dovuti all'accumulo di dosi ionizzanti per un lungo periodo di tempo - sono effetti a lungo termine e influenzano in modo uniforme tutti i dispositivi;
  - *Displacement Damage (TNID)* - dovuti all'accumulo di difetti del reticolo cristallino per un lungo periodo di tempo - sono effetti a lungo termine e influenzano uniformemente tutti i dispositivi.

# Danno indotto dalle radiazioni

- L'Italia ha una lunga esperienza nel campo della progettazione, produzione e utilizzo di dispositivi elettronici per vari settori di mercato e in particolare per lo Spazio.
- In tale contesto, gli elementi centrali della catena di fornitura sono la disponibilità di infrastrutture dedicate come le fonderie e manufacturer qualificati, i centri di progettazione, i centri di ricerca, le facilities di test, incluse le strutture per gli irraggiamenti.
- L'Italia, attraverso l'ASI e rappresentanti dell'industria nazionale, fornisce un forte contributo alla standardizzazione, sia in materia di 'Radiation Hardness Assurance' – **ECSS**, che di metodi di caratterizzazione dei dispositivi in ambiente di esposizione a varie tipologie di radiazioni (fotoni, protoni, elettroni, neutroni, ioni pesanti) – **ESCC**.

# EU Radiation Standards, Guidelines and test methods



The screenshot shows the ESCIES (European Space Components Information Exchange System) website. The header features the ESA logo and the ESCIES title. Below the header is a navigation menu with 'Our activities', 'Technologies', and 'Other resources'. A search bar is located on the right. The main content area is titled 'Radiation Standards and Guidelines' and lists several documents:

- ESCC Radiation Test Methods and Guidelines**
  - Total Dose Steady-State Irradiation Test Method**
    - [ESCC Basic Specification 22900](#)
    - [Irradiation Test Plan](#)
    - [Irradiation Test Report](#)
  - Single Event Effects Test Method and Guidelines**
    - [ESCC Basic Specification 25100](#)
- ECSS Standard - Space Product Assurance**
  - Radiation Hardness Assurance - EEE Components**
    - [ECSS-Q-ST-60-15C](#)
  - Calculation of radiation and its effects and margin policy handbook**
    - [ECSS-E-HB-10-12A](#)
  - Techniques for Radiation Effects Mitigation in ASICs and FPGAs handbook**
    - [ECSS-Q-HB-60-02A](#)

At the bottom right, it says 'ESA Microelectronics' and 'Complementing this Handbook, there are two additional documents available for download from the website'.

# Sorgenti per test di irraggiamento

## Photons

- Co-60 (Gamma), for TID effects (Calliope)
- X-Ray

## Particles

- Protons (LNS, LNL, TIFPA)

Combined effect from TID and displacement damage

- Electrons (BTF)
- Neutrons (FNG, TAPIRO, TRIGA)
- Heavy ions (LNS for SEE effects)

- ✓ DD testing è effettuato con protoni e neutroni. Il test con protoni generalmente effettuato con acceleratori, quello con neutroni è effettuato principalmente con reattori.
- ✓ DD e TID effetti combinati, sono generalmente testati con protoni, che sono in grado di produrre sia TID che DD, piuttosto che con neutroni, che producono primariamente effetti DD.
- ✓ Nei casi in cui è necessario studiare gli effetti DD senza le complicazioni del TID, vengono utilizzati i neutroni.

# ASIF – Obiettivi strategici

- Far crescere la sensibilità delle entità nazionali per le esigenze in materia di qualificazione, di componenti/materiali per uso nello spazio, dalle radiazioni spaziali
- Mettere a disposizione delle entità nazionali e internazionali una rete di strutture di irradiazione (ASIF) che offrono test e caratterizzazioni a fronte di uno standard riconosciuto con ESA - ESCC framework
- Accrescere la conoscenza circa il comportamento dell'Uomo e dell'Hardware in ambienti ostili
- Facilitare il trasferimento della conoscenza dal mondo della ricerca sulle particelle elementari e sui rivelatori a quello dell'industria e della comunità scientifica spaziale, con ovvi ritorni competitivi sia nel campo dell'industria che della ricerca spaziale stessa.
- Condurre programmi di ricerca scientifica/tecnologica dedicati ad estendere la conoscenza dei meccanismi del danno indotto da radiazioni dell'ambiente spaziale in vista di nuove e sfidanti missioni spaziali.



# ASIF – Obiettivi tecnico-scientifici/1

- Il programma **ASIF** dell'ASI intende costituire un set coordinato di **Facilities di Irraggiamento**, presenti in Italia, a servizio della comunità spaziale nazionale e internazionale, attraverso il quale gli utenti istituzionali, industriali e della ricerca in generale, potranno fruire di una serie di servizi di irraggiamento con particelle cariche o neutre (elettroni, protoni, ioni e neutroni) e fotoni.
- Lo stesso network sarà oggetto di programmi dedicati, finalizzati alla creazione di un centro di competenza per lo studio degli ambienti spaziali e della radiazione che li caratterizzano.
- ASIF favorirà l'incremento della competitività del settore 'componenti - EEE' per il sistema aerospaziale italiano.
- ESA ha già avviato una collaborazione con ASI, sebbene al momento non coinvolta ufficialmente nel programma, anche attraverso un accordo bilaterale dedicato

## ASIF – Obiettivi tecnico-scientifici/2

- Il programma si articola in tre linee di azione, o fasi principali:
  - ✓ adeguamento delle facilities agli standard spaziali; campagne di test e pre-qualifica
  - ✓ Realizzazione del **portale** (un insieme coordinato di strutture di irraggiamento) con: front end, database, procedure standard per l'accesso all'utilizzo del fascio, reporting, monitoraggio dell'intensità del fascio e della fluenza, determinazioni della dose TID e TNID/DD, dosimetria, uniformità, incertezza, processo di qualificazione delle strutture basato sulle linee guida ESA e sulle procedure di certificazione, ove applicabile;
  - ✓ Operatività e progetti di ricerca dedicati con partecipazione attiva di istituti pubblici e privati, industrie (... There is no test standard neither for Proton not for Neutron Testing in the ESCC System.....).



# ASIF – FASI di sviluppo

## Fase 1

- **Adeguamento infrastrutture ed apparati per le operazioni di funzionamento in accordo alle direttive ASI e alle raccomandazioni ESA**
- **Valutazioni sperimentali, approccio uniforme, definizione procedure/protocolli di test**
- **Implementazione/miglioramento degli aspetti di dosimetria, logistica, sicurezza, accesso agli utenti**
- **Campagne di test, pre-qualifica e avvio standardizzazione/certificazione delle facilities**

## Fase 2

- **Sviluppo del portale interattivo: Front end/gateway, accesso agli utenti, definizione di User Requirement Document, User Manual**
- **Studi su Radiation Analysis, Effects, Radiation Database, emissione linee guida, papers**
- **Specifiche campagne di test, qualificazione, standardizzazione/certificazione delle facilities (secondo ESCC, ECSS)**
- **Messa in servizio, operazioni, monitoraggio; Confronti inter-laboratorio**

## Fase 3

- **Attivazione progetti di ricerca dedicati per valutazione, qualificazione di componenti EEE, materiali, dispositivi e strumentazione per applicazioni spaziali**

# ASIF – Fase 1

- ASIF si inserisce nel frame di due Framework Agreement:
  - ✓ con INFN, Convenzione Quadro 2016-4-Q.0 siglato il 29 Luglio 2016, durata 5 anni
  - ✓ con ENEA, Accordo Quadro n. 2017-11-H.0 siglato il 1° Febbraio 2017, durata 5 anni
- A fronte di tali collaborazioni sono stati siglati due Accordi Attuativi, dedicati alla **Fase 1**:
  - ✓ Accordo Attuativo ASI-INFN 2017-15-H.0, Kom 20/06/2017, durata 18 mesi
  - ✓ Accordo Attuativo ASI-ENEA 2017-22-H.0, Kom 22/06/2017, durata 18 mesi
- Da Dicembre 2018, consolidati obiettivi e primi risultati della fase 1, parte l'iter per la Fase 2, non necessariamente con tutti o solo gli attori attuali
- Entro il termine della Fase 1, **CALLIOPE <sup>60</sup>Co gamma ENEA facility** agirà anche da *pathfinder* per ASIF, effettuando attività di *benchmarking* su specifiche aree di mercato, per messa a punto delle procedure di accesso agli utenti.

- Nella prima fase il progetto coinvolge **8 facilities**:

## ENEA

1. **Calliope – photon irradiation facility at Casaccia Centre**
2. **FNG - Frascati neutron generator**
3. **TAPIRO fast neutron reactor at Casaccia**
4. **Triga RC-1 reactor at Casaccia**

## INFN

1. **LNF - Laboratori nazionali di Frascati**
2. **LNL - Laboratori nazionali di Legnaro**
3. **LNS - Laboratori nazionali del Sud in Catania**
4. **TIFPA -Trento Institute for Fundamental Physics and Applications**

- Il progetto potrà essere allargato ad altre realtà nazionali di interesse ASIF

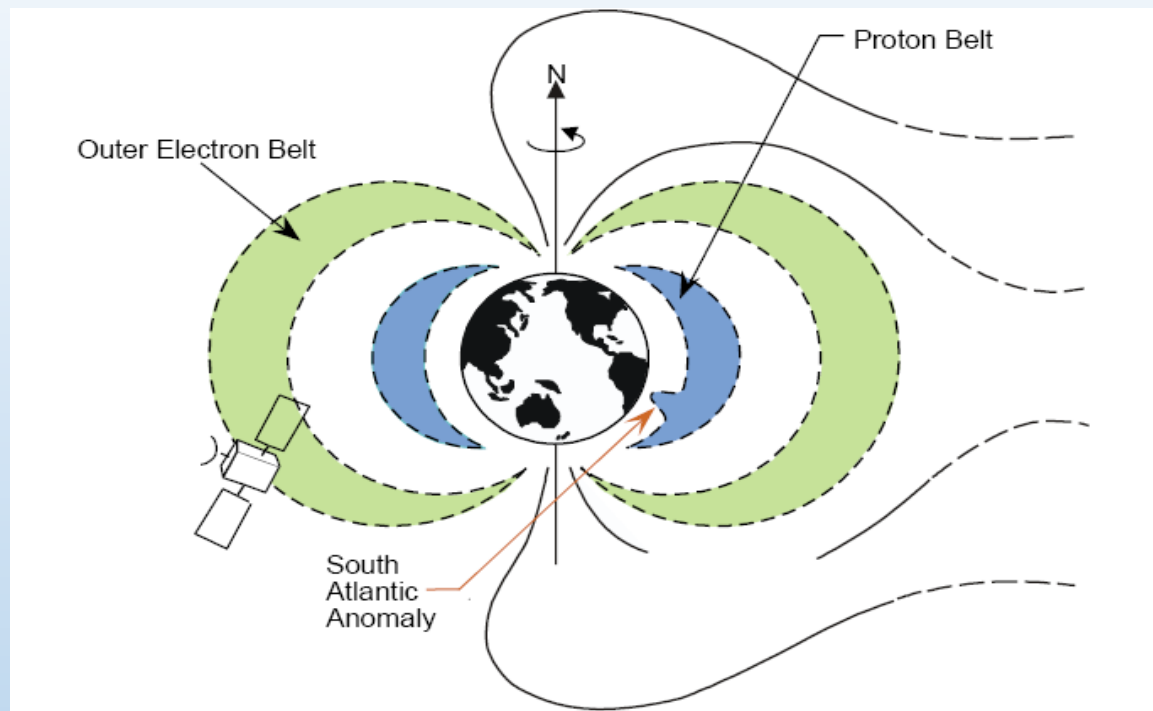
# ASIF – Attività svolte

- Set-up di test e studi comparati sull'intensità ed uniformità del fascio
- Messa a punto delle procedure per l'accesso al fascio da utenti esterni (inclusi aspetti logistici e di radioprotezione, monitoraggio da remoto dove applicabile) e delle procedure di assicurazione qualità delle facilities, con focus su approccio per processi e gestione dei rischi
- Caratterizzazione e calibrazione della diagnostica trasversa del fascio, con lo scopo di ottimizzare l'uniformità del campo di radiazione sulla più ampia superficie possibile, in linea con le linee-guida ESCC
- Campagne sperimentali di misura dei flussi, delle fluenze di particelle e dell'uniformità spettrale
- Ottimizzazione dei sistemi di gestione e avvio definizione del processo di richiesta del fascio, BTU
- Caratterizzazione sperimentale di celle solari presso ENEA-TRIGA in collaborazione con INFN e Milano Bicocca
- Sistema dosimetrico ed intercomparison con facilities omologhe

## Conclusioni

*Di fatto pur preservando l'identità di Laboratori scientifici e di ricerca delle facilities INFN ed ENEA, si è voluto in questa prima fase ASIF trasferire una impostazione di gestione ed utilizzo aperta, come possibile, ad un impiego verso l'esterno nel settore Spaziale, mettendo a fattor comune le competenze scientifiche e gli asset di Centri di Eccellenza, da un lato, e le esigenze e nuove sfide del futuro che la comunità spaziale internazionale, non solo nazionale, persegue (con innegabili ricadute sul settore produttivo e sulle tecnologie trasferibili/applicabili a Terra).*

*Per l'esplorazione e la sperimentazione spaziale non è possibile spingersi oltre la bassa orbita terrestre, in particolare per le missioni abitate/umane, senza approfondire le conoscenze sugli effetti a lungo termine e prolungati di tutte le sorgenti di radiazione nello spazio.*



**- Grazie per l'attenzione -**

sito ASIF: [www.asif.asi.it](http://www.asif.asi.it)