



## RAPPORTO TECNICO - TECHNICAL REPORT

### SCORE-UVSC

proposta all'ASI per una missione d'opportunità

Silvano Fineschi

Rapporto nr. 100

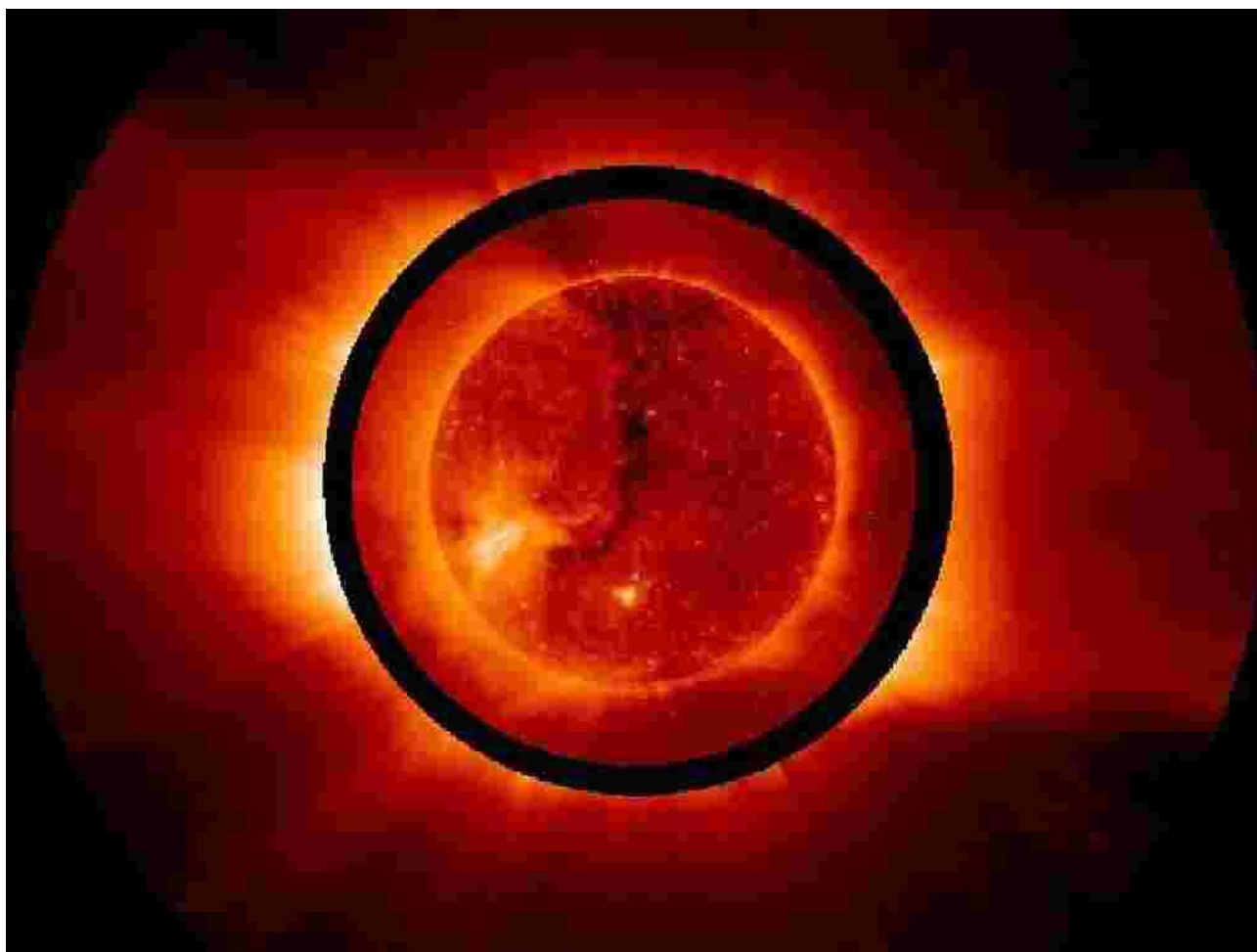
31/01/2008



## *SCORE-UVSC*

# **PROPOSTA TECNICO-GESTIONALE**

**OTTOBRE 2007**



## INDICE

<b>1. SCOPO DELLA PROPOSTA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. DOCUMENTAZIONE APPLICABILE E DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>3. DEFINIZIONI ED ACRONIMI.....</b>	<b>3</b>
<b>4. STRUTTURA PROPONENTE.....</b>	<b>4</b>
<b>5. DESCRIZIONE DELLA PROPOSTA.....</b>	<b>4</b>
5.1 DESCRIZIONE DELL'OPPORTUNITA'.....	4
5.2 CONTESTO E PROFILO DI MISSIONE .....	5
5.3 DESCRIZIONE DELLA MISSIONE .....	6
5.3.1 Attività .....	7
5.3.2 Albero del Prodotto.....	8
5.4 APPLICAZIONI E SVILUPPI FUTURI.....	9
5.5 RITORNI SCIENTIFICI, TECNICI ED ECONOMICI .....	9
<b>6. ORGANIZZAZIONE E GESTIONE.....</b>	<b>10</b>
6.1 DESCRIZIONE DELL'ORGANIZZAZIONE .....	10
6.1.1 Carlo Gavazzi Space .....	10
6.1.2 INAF-OATO .....	11
6.1.3 Università di Firenze (UFI).....	12
6.1.4 Università di Padova (UPD).....	12
6.2 WORK BREAKDOWN STRUCTURE (WBS) .....	13
6.2.1 WBS fase A.....	13
6.2.2 WBS fasi successive.....	14
6.3 PIANIFICAZIONE .....	15
6.4 DESCRIZIONE DELLA FORNITURA .....	15
<b>7. ANALISI DEL RISCHIO TECNICO, TECNOLOGICO E PROGRAMMATICO.....</b>	<b>16</b>
<b>8. LISTA DEGLI ALLEGATI.....</b>	<b>16</b>

## 1. SCOPO DELLA PROPOSTA

Carlo Gavazzi Space in collaborazione con l'Istituto Nazionale di Astrofisica - Osservatorio Astronomico di Torino (INAF-OATo) propone di sviluppare

- **il payload SCORE:** una suite di telescopi spaziali per l'osservazione del Sole, che ha
- **l'opportunità di missione suborbitale** su un razzo sonda della NASA.

Un primo telescopio Ultraviolet and Visible Coronal Imager (UVCI) per il programma *Sounding-rocket Coronagraphic Experiment* – SCORE – è già stato sviluppato da CGS e da un consorzio di istituti scientifici guidati da INAF-OATo. SCORE/UVCI è incluso nel payload suborbitale HERSCHEL sviluppato dal Naval Research Laboratory (NRL) di Washington D.C. USA.. HERSCHEL/SCORE effettuerà un primo lancio suborbitale su un razzo sonda NASA all'inizio del 2008.

Lo scopo di questa proposta è di

- **riadattare lo strumento SCORE/UVCI** già esistente e
- **sviluppare due nuovi telescopi Ultraviolet Spectro-polarimetric Coronagraphs (UVSC)** per
- **effettuare un secondo lancio suborbitale** di SCORE/UVSC con il payload HERSCHEL

## 2. DOCUMENTAZIONE APPLICABILE E DI RIFERIMENTO

[DA 01] Capitolato generale ASI

[DA 02] ECSS glossary

[DA 03] Istruzione operativa "Requisiti per la preparazione della Work Breakdown Structure (WBS)"  
- doc. OP-IPC-2005-002

## 3. DEFINIZIONI ED ACRONIMI

APS: Active Pixel Sensor

ASI: Agenzia Spaziale Italiana

CCD: Charge-Coupled Device

CGS: Carlo Gavazzi Space

CME: Coronal Mass Ejection

ECSS: European Cooperation for Space Standardization

ESA: European Space Agency

ESS: Esplorazione Sistema Solare

EUV: Extreme UltraViolet

HERSCHEL: HELium Resonance Scattering in Corona and HELiosphere

ILWS: International Living with a Star

INAF: Istituto Nazionale di Astrofisica

MIUR: Ministero Istruzione Università e Ricerca

NASA: National Aeronautics and Space Agency

NRL: Naval Research Laboratory

OATo: Osservatorio Astronomico di Torino

ROSES: Research Announcement Research Opportunities in Space and Earth Sciences  
SEP: Solar Energetic Particles  
SCORE: Sounding-rocket COronagraphic Experiment  
TVLS: Toric Varied Line-Space  
UniFI: Università degli Studi di Firenze  
UniPD: Università di Padova  
UV: UltraViolet  
UVCI: Ultraviolet and Visible-light Coronal Imager  
UVSC: UltraViolet Spectro-polarimetric Coronagraphs  
WBS: Work Breakdown Structure  
WP: Work Package

## 4. STRUTTURA PROPONENTE

La seguente figura illustra la struttura contrattuale per le attività proposte: il Primo Contraente è la Carlo Gavazzi Space, che si interfacerà nei confronti dell'Agenzia.

Sottocontraente di CGS sarà INAF-OATO, la struttura di cui fa parte il Principal Investigator, Prof.ssa Ester Antonucci.

L'Università di Firenze e Università di Padova saranno sottocontraenti di INAF-OATO. Scopo di questa organizzazione è quello di consentire un contributo coordinato dal PI per la parte scientifica, e al contempo di arricchire la missione con le esperienze altamente qualificate di tre istituti.



Maggiori dettagli sul team in sezione 6.

## 5. DESCRIZIONE DELLA PROPOSTA

### 5.1 DESCRIZIONE DELL'OPPORTUNITA'

L'opportunità di missione relativa a questa proposta consiste in un secondo lancio suborbitale dell'esperimento italiano SCORE su un razzo sonda NASA. CGS e il consorzio scientifico guidato da INAF-OATO svilupperanno lo strumento SCORE/UVSC da inserire nel payload HERSCHEL II sviluppato da NRL.

La NASA ha già assegnato il primo lancio del payload HERSCHEL I sulla base della proposta:

*'Observational Constraints in the Solar Wind Acceleration Region: the Helium Resonance Scattering in the Corona and Heliosphere (HERSCHEL) investigation'*

presentata alla NASA il 20 Settembre 2002, in risposta all' announcement nell'ambito del programma NASA "Living with a Star" è stata selezionata nel marzo 2003. Essa rientra nel NASA Strategic Enterprise: Space Science, Characterization of Space Climate.

La proposta è stata formulata dai fisici solari italiani, coordinati dall'INAF-OATO, in collaborazione con il Naval Research Laboratory (NRL), Washington (US). Il programma prevede la realizzazione ed il test su razzo sonda di un prototipo di coronografo di concezione altamente innovativa, che è

stato disegnato dal team italiano per l'osservazione della corona solare, e di uno strumento imaging per l'osservazione del disco solare, di responsabilità NRL. Lo strumento italiano SCORE/UVCI (UV and Visibile light Coronagraphic Imager) è il primo in grado di misurare con le stesse componenti ottiche (eccetto i rivelatori) sia la luce visibile che quella ultravioletta e rappresenta quindi un breakthrough tecnologico con grandi potenzialità scientifiche. Il programma HERSCHEL si situa nell'ambito dell'esplorazione delle regioni dove viene accelerato il vento solare.

Il coronografo SCORE/UVCI è in fase di completamento e il lancio è previsto per l'inizio del 2008.

Sempre nell'ambito della collaborazione con NRL la proposta:

*'UV Imaging-Spectrograph Concept Development for Study of Coronal Source Regions and Solar Wind Energetics'*

è stata presentata alla NASA il 22 Febbraio 2005, in risposta all'announcement nell'ambito del programma NASA "Research Opportunities for Space Science (ROSS) 2004" e selezionata nell'ottobre 2005.

La proposta prevede lo sviluppo delle tecnologie e la validazione di metodologie strumentali in grado di effettuare simultaneamente spettroscopia e 2D-imaging della corona solare nell'intervallo da 30 a 120 nm. Lo strumento proposto è lo UV Spectro-Coronagraph (UVSC), che, facendo uso di un reticolo toroidale a passo variabile (Toric Varied Line-Spaced - TVLS) permette di ottenere immagini spettrali multi-fenditura. Queste immagini permetteranno, per la prima volta, di seguire spettroscopicamente l'insorgere e il propagarsi dei Coronal Mass Ejections (CMEs) sorgenti di particelle, che vengono generate e accelerate entro i 3 raggi solari che costituiscono il campo di vista di UVSC. Lo scopo di questo strumento è di osservare due righe di emissione coronale: la Hell 30.4 nm e il doppietto OVI 103.2/103.7 nm. Queste due regioni spettrali saranno oggetto dell'investigazione della corona solare nelle future missioni spaziali che richiedono tecniche di coronografia solare all'avanguardia.

Sulla base di queste due proposte già selezionate dalla NASA, e in vista del prossimo lancio di SCORE/UVCI (inizio 2008), entro febbraio 2008, NRL presenterà, in collaborazione col consorzio Italiano SCORE guidato da INAF-OATo, un'altra proposta alla NASA per un secondo lancio del payload HERSCHEL. La proposta, intitolata *"HERSCHEL II: UV Imaging-Spectrograph Concept Development for Study of Coronal SEP Source Regions and Solar Wind Energetics"* sarà presentata in risposta al NASA Research Announcement Research Opportunities in Space and Earth Sciences - ROSES 2007. La selezione NASA delle proposte ROSES 2007 è attesa entro settembre 2008.

## 5.2 CONTESTO E PROFILO DI MISSIONE

Il programma SCORE ha come obiettivi primari quello di sperimentare nuove tecnologie dallo spazio applicandole allo studio della corona solare per preparare adeguatamente la partecipazione italiana alle future missioni spaziali per l'investigazione del Sole, dell'eliosfera e quello di ottenere misure innovative nella corona solare (misura dell'abbondanza dell'elio, immagini UV di *coronal mass ejections* e misura di campo magnetico coronale).

L'interesse scientifico generale si focalizza in particolare sui fenomeni che vanno dalla estensione dei campi magnetici solari nell'eliosfera in forma di vento solare magnetizzato, sulle perdite di

equilibrio del campo magnetico solare, che originano le *coronal mass ejections* (CME) ed i brillamenti solari, che a loro volta perturbano l'eliosfera e le magnetosfere planetarie.

In questo ambito si inserisce la sperimentazione di strumentazione di nuova concezione che permetta payloads estremamente compatti, compatibili con sonde destinate all'esplorazione nelle vicinanze del Sole. Lo sviluppo di componenti ottiche multibanda nel visibile e nell'ultravioletto, per esempio, può permettere di condensare le prestazioni di più telescopi in un unico strumento. Lo sviluppo di questi nuovi concetti ha ovviamente vantaggi anche per missioni più tradizionali al punto lagrangiano od in orbita terrestre.

### Collegamenti con programmi ASI

Nel 2007, ASI ha approvato il finanziamento del programma "Studio Esplorazione Sistema Solare" (ESS). Questo è un programma triennale per studi teorici, corredati da esperimenti di laboratorio, sul Sole e i pianeti del sistema solare. Nell'ambito del programma ESS, alcuni *Work Packages* (WP) prevedono specificatamente lo sviluppo di prototipi di ottiche per la spettroscopia e la polarimetria UV della corona solare. In particolare, reticoli TVLS e polarimetri a riflessione all'angolo di Brewster. Inoltre, sono previsti WP con misure di laboratorio di prototipi di coronagrafiche per lo studio e l'ottimizzazione della soppressione della luce diffusa (stray-light) strumentale.

## 5.3 DESCRIZIONE DELLA MISSIONE

### Coronografia multibanda UV e visibile per l'osservazione della corona esterna

CGS ha realizzato il banco ottico, i montaggi ottici e le coperture dell'esperimento SCORE/UVCI di cui INAF-OATo sta completando l'integrazione per il primo lancio HERSCHEL, all'inizio del 2008. Lo scopo scientifico primario di SCORE/UVCI, precedentemente finanziato sia da MIUR che da INAF, è quello di fornire per la prima volta un'immagine della corona solare nella riga dell'elio ionizzato una volta, Hell 30.4 nm.

Uno degli obiettivi strategici nello studio del Sole è quello di osservare ad alta risoluzione e senza soluzione di continuità la corona estesa, dal lembo solare fino ad alcuni raggi solari, coprendo così la zona di accelerazione del vento solare e la zona in cui le CMEs evolvono più rapidamente. Inoltre l'osservazione deve essere effettuata contemporaneamente nel dominio ultravioletto e visibile per misurare la densità, la velocità di espansione e la composizione del plasma coronale. Inoltre l'alta risoluzione spaziale necessaria per osservare la struttura magnetica e l'evoluzione della corona estesa può essere ottenuta con sonde che si avvicinano il più possibile alla corona solare. Di qui l'esigenza di sperimentare un nuovo concetto di coronografo spaziale per osservazioni multibanda ed al contempo sufficientemente compatto per l'utilizzo su missioni di esplorazione circumsolare, dove è possibile ottenere osservazioni con elevatissima risoluzione spaziale.

Scopo di questo esperimento è verificare la fattibilità di un coronografo per l'osservazione simultanea della corona esterna in più bande spettrali, e realizzare un prototipo di strumento. Nel caso, oltre alla banda visibile, sono di particolare interesse le righe spettrali dell'idrogeno Ly- $\alpha$  (121.6 nm) e dell'elio ionizzato (30.4 nm).

## Spettroscopia multifenditura

Uno degli scopi scientifici del secondo lancio SCORE – oggetto di questa proposta - è quello di estendere la coronografia ad immagini UV alla spettroscopia e alla polarimetria. Gli *UV Spectropolarimetric Coronagraphs* (UVSC) che si intendono sviluppare in questa proposta otterranno immagini spettrali della corona solare nell'EUV facendo uso di multifenditure e reticoli a passo variabile a banda spettrale stretta. L'altro scopo scientifico della seconda missione SCORE è di ottenere misure spettropolarimetriche nelle righe della serie Lyman dell'idrogeno con lo scopo di misurare per la prima volta il campo magnetico coronale. Questo è descritto in maggiore dettaglio nel paragrafo seguente.

L'obiettivo della spettroscopia multifenditura è quello di studiare l'emissione coronale in due regioni spettrali centrate attorno alle righe di HeII 30.4 nm e al doppietto OVI 103.2/103.7nm.

Queste due regioni hanno un notevole interesse scientifico perché forniranno nuove prospettive osservative sui CME e sulle onde d'urto ad essi associate mentre attraversano la corona solare e influenzano il vento solare.

Il coronografo osserverà quelle regioni coronali entro i 3 raggi solari nelle quali avviene la propagazione dei CME e l'accelerazione delle particelle di alta energia (SEP).

## Polarimetria UV per misure di campo magnetico coronale

Il campo magnetico svolge un ruolo fondamentale nella struttura della corona solare, ma le conoscenze quantitative sui campi magnetici coronali sono scarsissime e basate sulla estrapolazione alla corona dei campi magnetici coronali.

La polarizzazione si manifesta laddove siano presenti asimmetrie nei processi di eccitazione e di emissione della radiazione, come nel caso di materia immersa in un campo magnetico, ed è quindi un parametro osservativo fondamentale per studiare tali asimmetrie. Il campo magnetico agisce sull'emissione del plasma suddividendo le righe spettrali di emissione in più righe con caratteristiche polarimetriche differenti (effetto Zeeman) oppure ruotando la direzione di polarizzazione contemporaneamente depolarizzando la radiazione emessa nelle righe (effetto Hanle). È proprio l'effetto Hanle lo strumento che si dimostra più efficace per la determinazione del campo magnetico coronale.

A causa dell'elevata temperatura della corona solare ( $> 10^6$  K), la sua emissione avviene principalmente nelle bande X e EUV. Nell'EUV ci sono alcune delle righe di emissione più intense della corona e lo studio delle loro caratteristiche polarimetriche o spettro-polarimetriche costituisce uno strumento diagnostico fondamentale per la misura del campo magnetico.

### 5.3.1 ATTIVITÀ

La realizzazione di analizzatori di polarizzazione nell'EUV presenta un livello di complessità maggiore che nel caso visibile, perché per lunghezze d'onda inferiori a 115 nm non esistono più materiali trasparenti, ovvero con indice di rifrazione reale. Questa difficoltà si traduce nella necessità di utilizzare componenti ottiche in riflessione con angoli di incidenza pseudo-Brewster, di caratterizzare accuratamente le proprietà polarimetriche dei materiali usati e di costruire ingegnosi meccanismi di rotazione.



L'attività prevede la realizzazione di un doppio coronografo UVSC per volo suborbitale, il cui scopo è quello di sperimentare nuova tecnologia per lo studio della corona solare, mediante tecniche di spettroscopia a immagine e spettro-polarimetria. Nel dettaglio:

- Studio e disegno di UVSC:
  - i. Definizione dei requisiti scientifici.
  - ii. Definizione del disegno ottico.
  - iii. Analisi della stray light.
- Realizzazione del modello di volo di UVSC:
  - i. Realizzazione della meccanica (banco ottico, boom, supporti dei componenti ottici e interfaccia con il razzo, utilizzando l'esperienza acquisita col precedente volo.
  - ii. Procurement delle ottiche di volo.
  - iii. Realizzazione dei rivelatori (CCD, APS o rivelatori intensificati) e dell'elettronica di volo. La realizzazione dei rivelatori sfrutterà l'esperienza già acquisita negli istituti di ricerca italiani.
- Caratterizzazione e calibrazione di UVSC:
  - i. Integrazione e allineamento dei coronografi.
  - ii. Verifica e caratterizzazione in laboratorio dei coronografi.
- Attività di integrazione di UVSC nel payload e attività di lancio e post-calibrazione

### 5.3.2 ALBERO DEL PRODOTTO

L'albero del prodotto in figura illustra modo schematico l'oggetto prodotto del progetto. Il Contraente dovrà sviluppare l'albero del prodotto in dettaglio e fornirlo ad ASI in sede di Offerta [DEL 001].

Ciascun elemento dell'albero del prodotto dovrà essere identificato mediante il numero di CI.

L'elenco dei CI, consegnato in sede di offerta [DEL 004], è aggiornato come necessario durante lo sviluppo del prodotto.



## 5.4 APPLICAZIONI E SVILUPPI FUTURI

### Sinergia con la Missione Solar Orbiter programmata da ESA

Il programma *'Helium Resonance Scattering in the Corona and Heliosphere'* ha strettissimi legami con il programma International Living with a Star (ILWS) ed il programma Living with a Star (LWS) della NASA, in quanto prepara la nuova tecnologia coronografica per, e a complemento, delle missioni di ILWS.

Il coronografo è soprattutto disegnato per ottenere, accanto ai risultati scientifici attesi e descritti in precedenza, una verifica sperimentale 1) del disegno ottico del coronografo disegnato dal team di SCORE per il Solar Orbiter, durante l'assessment study della missione, e più in generale 2) del concetto di coronografo spaziale che possa operare con le stesse ottiche simultaneamente nel visibile e nell'ultravioletto, in modo da compattare e semplificare il payload ed ottenere al contempo il massimo ritorno scientifico esplorando nuove lunghezze d'onda in corona estesa (e.g. Hell coronale).

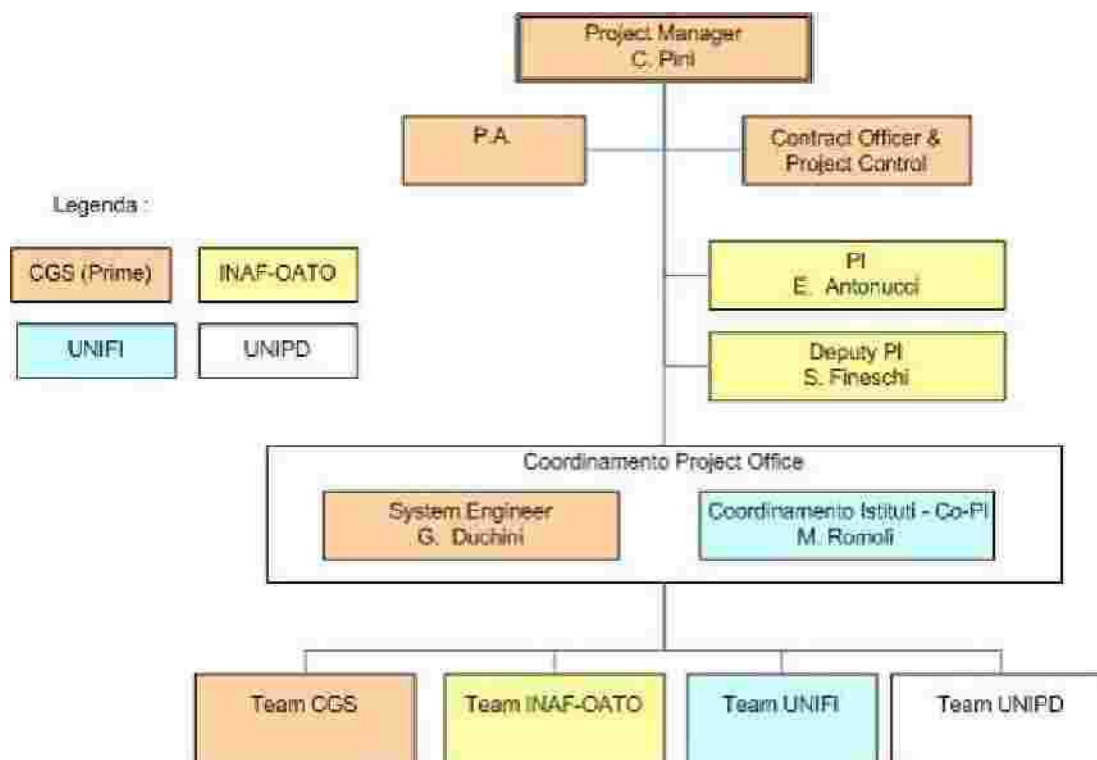
Il successo di SCORE porrà la base per la coronografia ultravioletta spaziale della prossima decade. La tecnologia sviluppata con il progetto SCORE ha quindi rilevanza ai fini della strumentazione coronografica da sviluppare a compleme della missione Solar Dynamics Observatory (flag mission del programma NASA 'Living with a Star') e per il Solar Orbiter, che sono le future missioni solari previste all'interno del programma 'International Living w h a Star'.

## 5.5 RITORNI SCIENTIFICI, TECNICI ED ECONOMICI

Le seguenti innovazioni tecnologiche per lo spazio saranno applicate nelle due missioni SCORE/UVCI e SCORE/UVSC:

- Polarimetro a cristalli liquidi per la misura della polarizzazione lineare della corona nella banda larga visibile (450-600 nm).
- Specchi per coronografia multibanda a multistrato ottizzato nella riga Hell 30.4 nm, ma con buona riflettività sia nella riga HI 121.6 nm, sia nel visibile.
- Reticolo a passo variabile con rivestimento multistrato per ottenere immagini stigmatiche a campo largo e limitare la banda passante.
- Polarimetro lineare a riflessione nella banda EUV 90-130 nm o polarimetro lineare in trasmissione per la riga HI 121.6 nm.

## 6. ORGANIZZAZIONE E GESTIONE



### 6.1 DESCRIZIONE DELL'ORGANIZZAZIONE

#### 6.1.1 CARLO GAVAZZI SPACE

Carlo Gavazzi Space ([www.cgspace.it](http://www.cgspace.it)) è una delle maggiori società in Italia per lo sviluppo di sistemi spaziali ed opera sul mercato aerospaziale da 25 anni. L'azienda ha sede a Milano, centri di eccellenza in Italia a Benevento, S.Giorgio del Sannio (BN), Rivalta Scrivia (AL), Bologna, Terni, ed è parte di un cluster di imprese europee di proprietà della famiglia Fuchs.

Carlo Gavazzi Space ha circa 180 dipendenti, prevalentemente ingegneri e fisici ed ha raggiunto nell'esercizio finanziario 2006/2007 un fatturato di circa 36.000.000€.

PRINCIPALI AREE DI ATTIVITÀ E PROGETTI IN CORSO:



**Satelliti:** sistemi chiavi-in-mano per missioni scientifiche e applicative, in particolare piccoli satelliti per l'Agenzia Spaziale Italiana ASI e per il mercato commerciale. CGS è stata primo contraente per ASI per la missione MITA (Micro-satellite Italiano a Tecnologia Avanzata) e per la missione AGILE (Astrorivelatore Gamma ad Immagini Leggero) il cui lancio è stato il 23/04/2007. CGS è partner del team che ha sviluppato la costellazione tedesca SAR-LUPE (1° satellite lanciato il 19/12/2006, 2° satellite lanciato il 3/7/2007) e sta realizzando alcuni piccoli satelliti per missioni commerciali di telecomunicazione e osservazione.



**Strumenti Scientifici:** CGS sviluppa carichi utili scientifici per diverse missioni europee, in particolare è responsabile per lo sviluppo del sensore di onde gravitazionali LISA (Laser Interferometer Space Antenna) per l'Agencia Espacial Europea (ESA), ha rilevanti responsabilità sullo spettrometro AMS-02, un complesso strumento per la ricerca di particelle di anti-materia che volerà sulla Stazione Spaziale Internazionale e per vari strumenti di analisi e osservazione



**Stazione Spaziale Internazionale (ISS) e Esplorazione planetaria:** CGS sviluppa strumenti e strutture per esperimenti per i laboratori del modulo Columbus e per le piattaforme esterne, tra cui EuTEF (European Technology Exposure Facility) dell'ESA per esperimenti automatizzati, che sarà lanciato nel 2008. Le competenze sviluppate sulla ISS sono ora indirizzate verso futuri programmi di esplorazione planetaria, di cui CGS sta già effettuando studi e pre-sviluppi sia per ESA ed ASI



**Osservazione della Terra:** prodotti e servizi per il monitoraggio ambientale con l'utilizzo di dati da telerilevamento, per progetti ESA, ASI e commerciali. Principali aree di applicazione: monitoraggio dei ghiacciai e della copertura nevosa e relativi servizi informativi (es. per impianti idroelettrici), rischi naturali (es. aree vulcaniche, frane e incendi), qualità dell'aria. CGS fornisce soluzioni per Enti Locali (es. Province, Comuni)



**Applicazioni e Navigazione:** soluzioni e servizi per la sicurezza, il fleet management e il controllo del territorio sono affidati alla partecipata Telematic Solutions. CGS e Telematica Solutions stanno già sviluppando prodotti e applicazioni compatibili con Galileo, il nuovo sistema di navigazione satellitare europeo.



**Ground Segment:** CGS è responsabile per lo sviluppo e la realizzazione di impianti di servizio per la rampa di lancio del vettore europeo VEGA e del vettore Soyuz, in corso di realizzazione nella base spaziale dell'ESA a Kourou in Guyana Francese. CGS fornisce inoltre apparecchiature per la ricezione dati di lancio di Ariane V e stazioni di terra per il controllo dei satelliti in orbita.



**Ricerca:** significativi sono gli investimenti in ricerca per applicazioni spaziali, effettuati in collaborazione con le principali Università e Istituti di Ricerca italiani. Principali aree di ricerca sono: Micro e Nano-Tecnologie (con laboratori a Bologna e Benevento); sistemi energetici (Celle a Combustibile); Software Radio per telecomunicazione e navigazione; algoritmi di processamento e di compressione dati di osservazione satellitari.

### 6.1.2 INAF-OATO

INAF-OATO - Il Gruppo Solare dell'INAF-OATO ha esperienza diretta di attività di calibrazione e collaudo di strumentazione coronografica spaziale avendo partecipato a tutte le fasi di integrazione, calibrazione, e operazioni di missione dello strumento 'UltraViolet Coronagraph and Spectrometer' (UVCS) lanciato nel 1995 a bordo della sonda 'Solar and Heliospheric Observatory' (SOHO/ESA/NASA), e tuttora operante.

(cfr. <http://sohowww.estec.esa.nl>, <http://cfawww.harvard.edu/uvcs/>)

Per calibrare e collaudare SCORE, l'INAF-OATO svilupperà un laboratorio comprendente:

- 1) una sorgente per simulare il contrasto e la separazione angolare disco/corona solare;
- 2) una camera a vuoto (0.1 Pa) con banco ottico;
- 3) apparecchiature di supporto a terra per la calibrazione dell'ottica ('Optical Ground Support Equipment', OGSE).

In questo laboratorio, verranno svolte le seguenti misure sul prototipo ingegneristico e di volo di SCORE:

- 1) livello di luce diffusa strumentale;
- 2) efficienza strumentale (risposta radiometrica);
- 3) funzione di vignettamento e diffrazione dovuta all'occultatore esterno;
- 4) risoluzione spaziale.

I risultati di queste misure saranno analizzati per la messa a punto l'ottimizzazione dello strumento prima del volo. Se dopo il lancio, lo strumento non sarà danneggiato durante il rientro dal volo suborbitale, si potranno effettuare anche calibrazioni post-volo che permetteranno di verificare anche il mantenimento delle prestazioni durante le osservazioni.

### 6.1.3 UNIVERSITÀ DI FIRENZE (UFI)

Il gruppo dell'Università di Firenze (UFI), facente capo al Dipartimento di Astronomia e Scienza dello Spazio, è impegnato da anni in molteplici attività di ricerca di punta nei campi della strumentazione ottica spaziale, in particolare nella progettazione ottica nelle bande UV e visibile, con particolare attenzione alla polarimetria, e nello sviluppo di rivelatori per UV e X.

Dal punto di vista della strumentazione spaziale il nostro gruppo ha partecipato a vari progetti internazionali: lo spettrografo ultravioletto UVCS della missione SOHO (di cui il Prof. Noci (Un. Firenze) è il Co-PI) (progettazione, caratterizzazione e calibrazione del canale polarimetrico in luce bianca, calibrazioni a terra e in volo, "mission operations", analisi dati), lo sviluppo di fase A del polarimetro EUV per lo spettrometro dello Advanced Spectroscopic Coronagraphic Experiment (ASCE) (NASA Midex), il coronografo SCORE-UVCI della missione suborbitale HERSCHEL (disegno ottico, progettazione e realizzazione di parti meccaniche, progettazione e realizzazione dei rivelatori), e sta attualmente partecipando anche alla realizzazione della camera FCU dello

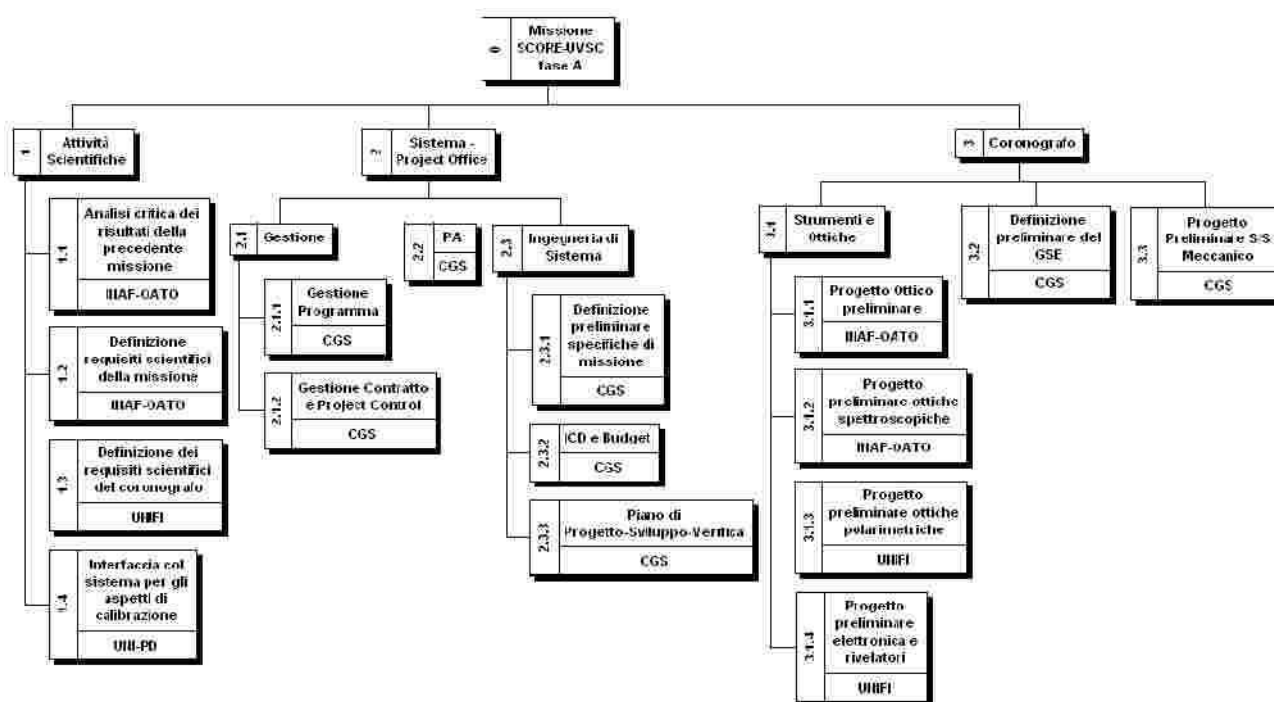
### 6.1.4 UNIVERSITÀ DI PADOVA (UPD)

Il gruppo dell'Università di Padova (UPD), facente capo al dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, è impegnato da anni in molteplici attività di ricerca di punta nei campi della strumentazione ottica spaziale, in particolare nella progettazione ottica e nello sviluppo di ottiche a multilayer.

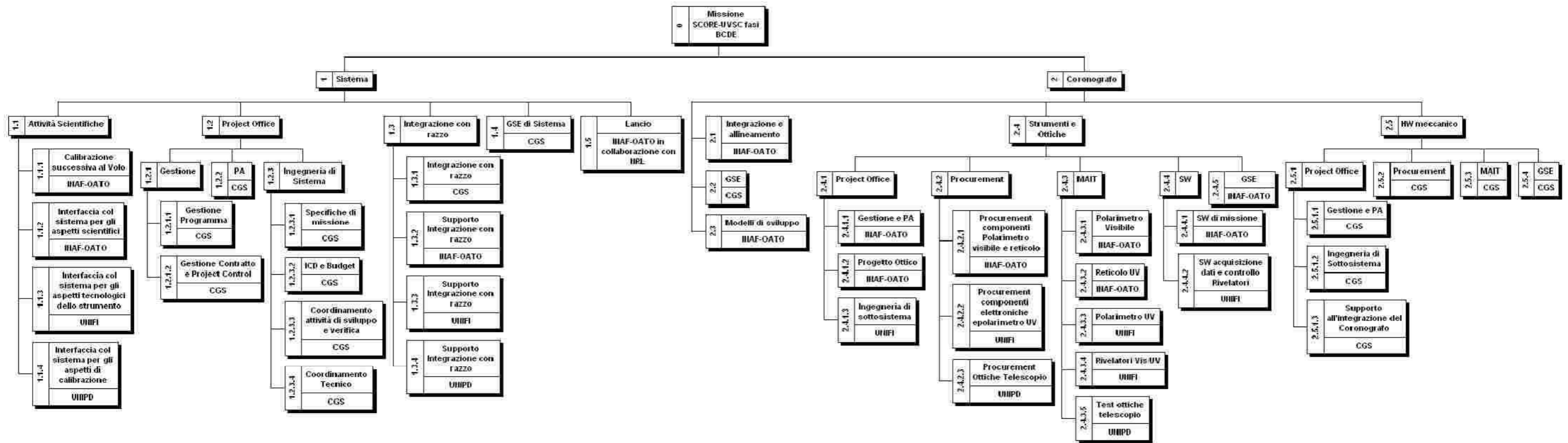
Dal punto di vista della strumentazione spaziale e dell'ottica per osservazioni astronomiche il nostro gruppo ha partecipato a vari progetti internazionali, come lo spettrografo ultravioletto UVCS della missione SOHO, la realizzazione della Wide Angle Camera dello strumento OSIRIS nella missione Rosetta, e sta attualmente partecipando anche alla realizzazione della Stereo Camera dello strumento Simbiosys per la missione BepiColombo. In tutti questi strumenti, il contributo di UPD è stato la progettazione del disegno ottico dello strumento, la sua caratterizzazione con test in laboratorio e l'integrazione del modello di volo.

## 6.2 WORK BREAKDOWN STRUCTURE (WBS)

### 6.2.1 WBS FASE A



6.2.2 WBS FASISUCCESSIVE



## 6.3 PIANIFICAZIONE

La proposta si riferisce allo studio, allo sviluppo e alla costruzione dei coronografi di UVSC di SCORE, e per il suo volo suborbitale nella missione HERSCHEL II.

La durata delle attività sarà di 4 mesi per la fase A di 30 mesi per le fasi B,C,D, E. Gli eventi chiave di progetto identificati sono:

Fase A

T0: Inizio contratto;

T0+4 mesi: Completamento dello studio di fattibilità del ri-adattamento di UVCI e sviluppo di UVSC

Fase B

T0: Selezione e inizio studio e disegno dei coronografi UVSC

FaseC/D

T0 + 6: Preliminary Design Review dei coronografi UVSC.

T0 +12 mesi: Critical Design Review dei coronografi UVSC.

T0 + 13 mesi: Inizio Procurement.

T0 + 18 mesi: Inizio integrazione coronografi UVSC

T0 + 24 mesi: Realizzazione modello di volo di UVSC.

T0 + 30 mesi completamento caratterizzazione di UVSC e integrazione in HERSCHEL II per lancio

Fase E

2 mesi – analisi dei dati post-volo

## 6.4 DESCRIZIONE DELLA FORNITURA

In aggiunta alla fornitura prevista dall'albero del prodotto indicato in sezione 5.3.2, è prevista la fornitura della seguente documentazione:

Documentazione fornita in FASE A:

Mission Requirements Document - Versione Preliminare

Phase A Report (inclusivo di report della parte scientifica)

Tailoring di secondo livello della documentazione applicabile ECSS



Si richiede che ASI fornisca all'inizio della fase A u tailoring di primo livello della documentazione ECSS, resa applicabile dal capitolato generale dei contratti ASI.

Documentazione fornita nelle FASI SUCCESSIVE:

In accordo con la documentazione applicabile ECSS come indicato nel Tailoring di secondo livello

## 7. ANALISI DEL RISCHIO TECNICO, TECNOLOGICO E PROGRAMMATICO

La gestione e la mitigazione del rischio verranno effettuati secondo le linee guida ed i requisiti delle norme ECSS applicabili.

Allo stato attuale si identificano i seguenti fattori di rischio e le misure di mitigazione:

Elemento di rischio	Strategia di mitigazione
Nuova tecnologia : rivelatori (CCD o APS) intensificati (miceo-channel plate) con SW per il conteggio di fotoni	Rapida proto tipizzazione Soluzione di backup : rivelatori intensificati a integrazione di carica come in SCORE-UVCI
Opportunità di lancio	Considerare altre opportunità di lancio su Pallone sonda o razzo

Il rischio relativo al lancio è legato al contesto in nasce questa opportunità, nel caso la missione di NRL non andasse a buon fine. Tale problematica è intrinseca a questo tipo di proposta in quanto il lancio costituisce un'opportunità e non è un lancio dedicato. Tuttavia, visto il notevole impegno nella collaborazione scientifica tra NRL ed INAF-OATO (ad esempio per quanto riguarda la missione SCORE-UVCI attualmente in corso) si ritiene che l'eventualità che NRL non sia in grado di ospitare il lancio SCORE-UVSC sia di probabilità bassa , l'eventuale strategia mitigazione prevede di .

## 8. LISTA DEGLI ALLEGATI

ALLEGATO 1: Lettera di NRL – Opportunità di Lancio

ALLEGATO 2: Lettera di impegno del PI

ALLEGATO 3: Struttura Organizzativa Di Carlo Gavazzi Space

ALLEGATO 4: CV Delle Persone Chiave

ALLEGATO 5: Bagaglio Di Esperienza Della Carlo Gavazzi Space

## ALLEGATO 1: Lettera di NRL – Opportunità di Lancio



Naval Research Laboratory  
4555 Overlook Ave., SW  
Washington, DC 20375  
October 25, 2007

Dr. Ester Antonucci  
INAF-Osservatorio Astronomico di Torino,  
20, Strada Osservatorio, Pino Torinese (TO) - Italy

Dear Dr. Antonucci,

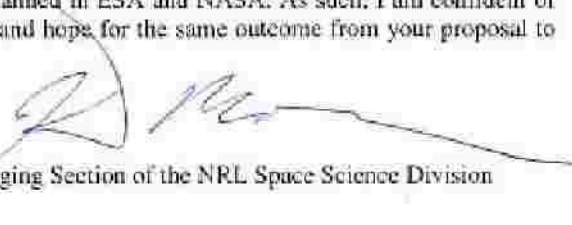
I would like to inform you of my intention to submit a proposal for the re-flight of our collaborative sub-orbital program investigation in response to the Solar and Heliospheric Physics (SHP) Low Cost Access to Space (LCAS) solicitation in the omnibus 2007 NASA Research Opportunity in Space and Earth Sciences (ROSES 2007). Your contribution to this collaboration – including the hardware comprising the SCORE instrument – is an essential component of the full Helium Resonance in the Corona and Heliosphere (HERSCHEL) investigation. I request that you simultaneously solicit funding of further development of the SCORE instrumentation from the Italian Space Agency (ASI) in order to achieve the more ambitious goals of the second flight.

The Notice of Intent (NOI) for the NASA SHP LCAS program is due 7 December of this year with the proposal subsequently due 8 February 2008. The evaluation, peer review, selection and notification of award tasks in this program must be completed before the beginning of the next fiscal year of the US government (October 2008). This cycle is a good match to our schedule of the first launch of HERSCHEL/SCORE in March 2008, as this launch is a prerequisite for further funding.

I have been continuously funded since 1986 to lead investigations for the NASA Sub-Orbital Program Office, I am a founding and continuing member of the NASA Sounding Rocket Working Group and I have received a NASA Achievement Award for my work in this program. Over the entire time of my involvement in this program, I have never seen as much investment in sounding rocket based activities as has occurred since Dr. Allen Stern became the head of the NASA Science Mission Directorate this year. He has already taken important steps in re-organizing the SMD to achieve his goal of doubling the flight rate in this program by 2009. This is an extremely good time to propose a challenging investigation with the potential for high scientific return.

The second flight of HERSCHEL/SCORE will utilize the advanced optical design elements developed under a separate technology development program funded by NASA. The results of the second flight will provide important guidance for the next generation of coronal spectroscopy orbital and deep space missions including the ESA Solar Orbiter. Thus, in addition to the scientific return from this program, it will provide an important technology demonstration for programs already planned in ESA and NASA. As such, I am confident of the success of this proposal at NASA and hope for the same outcome from your proposal to ASI.

Sincerely,  
J.D. Moses  
Head, Solar Imaging Section of the NRL Space Science Division



## ALLEGATO 2: Lettera di impegno del PI



01\*8101930

INAF

ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA  
CENTRAL INSTITUT FÜR ASTRONOMIEOSSERVATORIO ASTRONOMICCO di TORINO  
Direzioe

Pino Torinese, 29 ottobre, 2007

All'attenzione dei  
**Dot. Andrea Sacchetti**  
 Carlo Gavazzi Space SpA  
 Via Gallarate 150  
 20151 - Milano  
 Fax 02-3086458

Oggetto: Lettera di impegno relativa alla partecipazione allo studio per la missione di opportunità "SCORE/UVSC"

Con la presente la sottoscritta, Prof. Ester Antonucci, si impegna a partecipare in caso di selezione alla missione "SCORE/UVSC", con un team della necessaria qualificazione e dimensione.

Per quanto riguarda gli aspetti contrattuali e finanziari, si conferma che la nostra partecipazione corrisponderà alle attività descritte nei *Work Packages*, che ci competono, nella *Work Breakdown Structure*. Queste attività saranno coordinate dalla sottoscritta.

Si dichiara che per lo stesso progetto non si usufruisce di finanziamenti erogati da altri organismi istituzionali italiani ed internazionali.

Si prende atto che le valutazioni economiche saranno sottoposte al vaglio della Commissione di Congruità dell'ASI prima della eventuale assegnazione del contratto e potranno quindi essere soggette a variazioni.

Si conferma altresì la nostra accettazione dello schema di contratto, del capitolato generale, nonché del capitolato tecnico e gestionale dell'ASI allegati alla richiesta d'offerta.

Distinti saluti.

N° 1413		RICEVUTO IL	
L.Z.		30 OTT. 2007	
L.M.		Commissione ..... SCORE	
P.S.		Data copia a: SACCHETTI Pini	

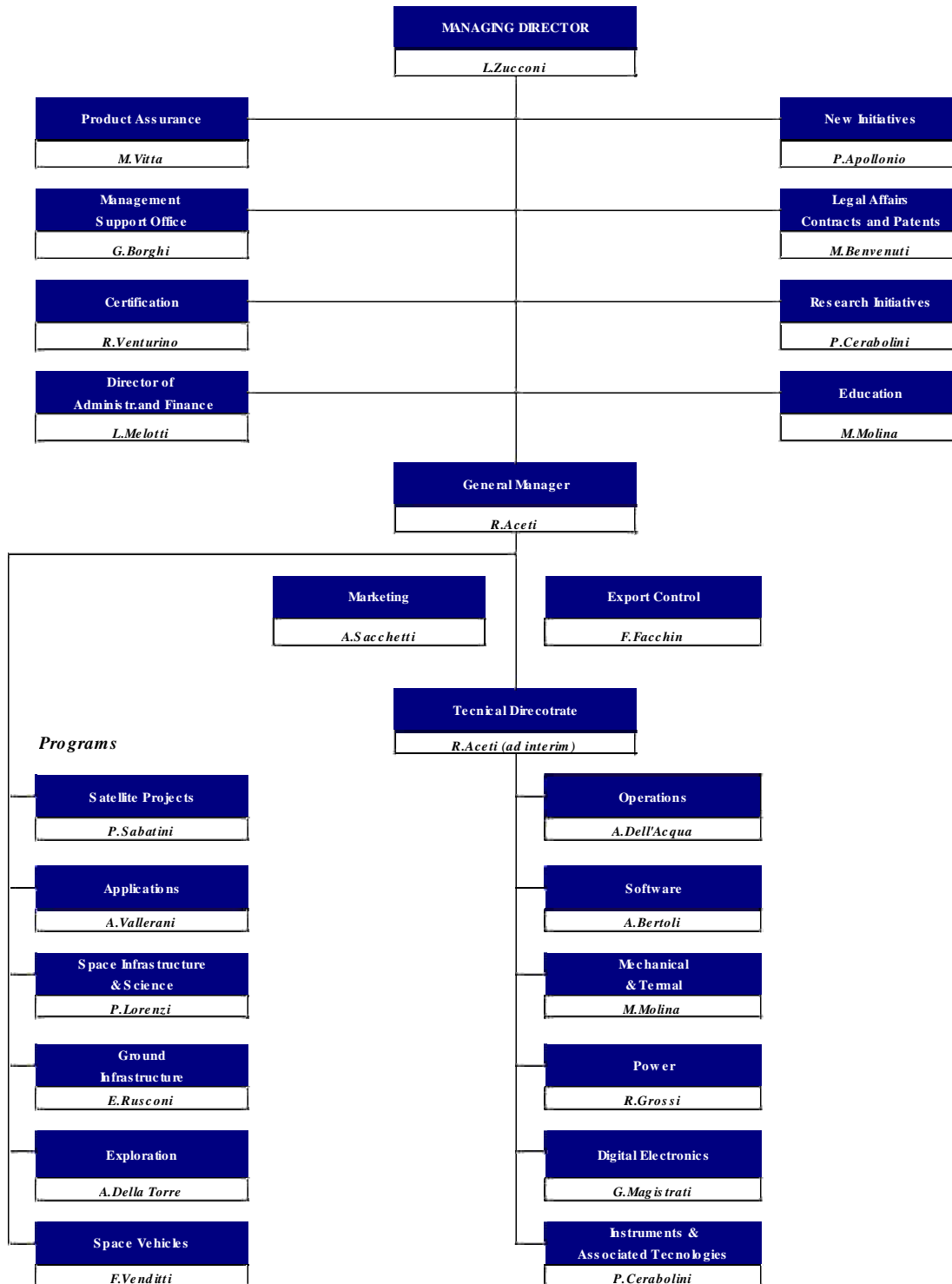


Ester Antonucci  
 Direttore

Sit. Osservatorio 24  
 10126 Pino Torinese (TO)  
 e-mail: [antonucci@oat.cnr.it](mailto:antonucci@oat.cnr.it)  
 Tel. +39-011-8101930  
 fax: +39-011-8101950

ALLEGATO 3: STRUTTURA ORGANIZZATIVA DI CARLO GAVAZZI SPACE

La struttura organizzativa di Carlo Gavazzi Space è rappresentata nella figura seguente. Le attività proposte faranno capo al Dipartimento Space Infrastructures and Science e beneficeranno delle competenze specifiche del Direttorato Tecnico.



---

## ALLEGATO 4: CV DELLE PERSONE CHIAVE

### Carlo Gavazzi Space CV

Le persone chiave della proposta, i cui CV sono forniti nelle pagine seguenti sono:

Chiara Pini – Project Manager

Giampiero Duchini – System Engineer

Essi verranno supportati dal dipartimento di PA e dal Contract Officer, nonché dalle risorse del direttorato tecnico per aspetti specifici.

## CHIARA PINI

### Dati Personali

- Data di Nascita : 19<sup>th</sup> April 1973
- Luogo di nascita: Milano (Italy)

### Formazione

- Dottore in Ingegneria Aerospaziale al Politecnico di Milano (Aprile 2000) Tesi su simulazioni numeriche e campagna sperimentale per il controllo termico di un'applicazione spaziale

### Esperienza lavorativo

Since 2007	Direttorato Marketing come Proposal & Study Manager
Since 2006	UVCI-SCORE Project Management e Ingegneria di sistema: payload ottico per missione su razzo sonda
2006	AMS-02 Sistema di Controllo Termico: supporto all' ingegneria di sistema e alla gestione del programma Supporto all' Ingegneria di sistema per il controllo dell'interfaccia meccanica di EuTEF (ISS Facility)
2003 - 2006	Project Management per il progetto ACOP (per l'ASI): data storage and crew interface system on-board US-Lab for AMS-02 ISS External Payload. ACOP facility ingegneria termica di sistema Project Management per il progetto PDS: Sistema di Distribuzione di Potenza per l'esperimento AMS-02
2003-2004	System engineer per LOBSTER (ISS Facility)– Fase A ed estensione fase A
2003	Dipartimento di Infrastrutture Orbitals come Project Manager e System Engineer per programme relative alla ISS

---

	Supporto al Project Management di EUROPA (ISS Facility)
	System Thermal Engineer per un piccolo satellite commerciale
2002 - 2003	Project Manager e System Engineer per il sistema termico di ALICE TOF, che verrà installato nel LHC del CERN
	Progetto e analisi termiche di sistema per payloads de la ISS payloads (EUROPA, calorimetro AMS02; ECAL thermal chief engineer)
2001-2003	Tutor per tesi/stage di studenti universitari .Tutorin su tecniche di analisi termiche.
2000 - 2002	Analisi termiche e progettazione per progetti destinati alla ISS (EuTEF; calorimetro di AMS02; ECAL) e piccoli satelliti (Ingegneria termica di sistema per AGILE; HYPSEO)
2000	Campagna sperimentale (termovuoto, cicli termici in aria e thermal balance tests), analisi dei dati e validazione del modello termico matematico per progetti destinati alla ISS (BIOLAB Microscope, test di qualifica dell'unità elettronica RPDA)
	Traduzione del modello termico geometrico (radiativo) Ila ISS da TRASYS a RadCAD, implementazione della cinematica delle superficial articolate e validazione finale del modello.
	Partecipazione alla terza campagna di volo parabolico per studenti indetta dall'ESA – esperimento sulla convezione naturale e forzata in microgravità
1999	Carlo Gavazzi Space – Dipartimento Meccanico e Termico lavoro di tesi svolto nell'ambito delle attività del partimento

## Publicazioni

“Experimental Characterization of Power Dissipation of Cells for Space Environment”, 32<sup>nd</sup> International Conference on Environmental Systems (ICES), 15-18 July 2002, San Antonio, Texas, USA.

“Thermal Control for ISS External Payloads: EuTEF, EUROPA, LOBSTER”, 33rd International Conference on Environmental Systems (ICES), 7-10 July 2003 Vancouver, British Columbia, Canada

## Conoscenze Linguistiche

- Inglese, Francese
- Tedesco scolastico

GIANPIERO DUCHINI

## Dati Personali

Data di nascita : 14/12/ 1954

Luogo di nascita : Premosello Chiovenda (NO), Italia

## Formazione

ITIS - Meccanica

## Esperienza lavorativa

- 1996-oggi Carlo Gavazzi Space, Milano Italia  
Ingegneria meccanica, responsabile progettazione meccanico.  
Partecipazioni ai Programmi sotto elencati:
- \* TRAMP - (responsabile del design meccanico).
  - \* MPLM - (progetto della struttura secondaria).
  - \* RPDA - (progetto meccanico).
  - \* HEXAPOD - (ingegneria di sistema meccanico )
  - \* HYPSEO - ( responsabile del design della struttura)
  - \* RICH – (progetto strutturale alto livello).
  - \* USV – (ingegneria di sistema meccanico – test strutturale)
  - \* SCORE (ingegneria di sistema meccanico - progetto strutturale)
  - \* AMS - (progetto strutturale)
- 1986-1996 Aermacchi s.p.a., Varese, Italia  
Ingegneria meccanica in applicazione aeronautiche
- Responsabile di un gruppo lavorando sul progetto esecutivo di un struttura primaria e dettagli meccanici.
  - Gestione di rapporti diretti con la produzione, dipartimenti Esperimentali e Product Assurance (l'ultimo per lo sviluppo di prototipi).
  - Modellazione ad Elementi Finiti e analisi statistiche (MSC NASTRAN-MARC) per parti strutturali di velivoli, in materiali compositi e metallici.
  - Studi di Trade-off per riduzione di costi/peso.
- 1976-1986 Agusta s.p.a., Cascina Costa, Italia  
Ingegneria meccanico in applicazioni su elicotteri
- Responsabile design meccanico per fusoliera e sistema di controllo di volo (cinematica e meccanismi)

- 
- Responsabile di Analisi Strutturali per verifica ed ottimizzazione del sistema di controllo di volo di fusoliera Utilizzando codici elementi finiti dedicati (MSC NASTRAN) .
  - Test di valutazione statica strutturale con paragone tra risultati sperimentali e dati teorici; calibrazione di modelli FE.
  - Studi di Trade-off riduzione di costi/peso.

## Lingue

Inglese



## INAF-OATO CV

### PROF. ESTER ANTONUCCI (PRINCIPAL INVESTIGATOR)

- Astronomo Ordinario, INAF-Osservatorio Astronomico di Torino, dal 1998
- Direttore, INAF-Osservatorio Astronomico di Torino, dal 2005

#### Attività Spaziali Principali

- Principal Investigator di SCORE, coronografo del programma HERSCHEL, selezionato dalla NASA nel 2003
- Co-Investigatore dell' UVCS (Ultraviolet Coronagraph-Spectrometer) della missione SOHO ESA/ NASA dal 1987
- Membro del Science Study Team del Solar Orbiter, durante l'Assessment Study dell'ESA, 1999-2000
- Deputy Principal Investigator del XRP, Soft X-ray Polychromator Experiment della Solar Maximum Mission, presso il Goddard Space Flight Center della NASA, nel 1980-81
- Co-Investigatore del XRP, 1979-1989
- Membro del Science Study Team, Fase A di SOHO; Solar and Heliospheric Observatory, ESA, 1984-1985
- Membro dei Working Groups, ESA, per lo studio dei segmenti di terra della missione SOHO
- Coordinatore del progetto MIUR "Sviluppo di ottiche multibanda nell'UV e nel visibile per misure coronografiche", 2003-4.

#### Accademie

- Membro dell' International Academy of Astronautics, dal 1994
- Membro corrispondente dell' European Academy of Sciences, dal 2004

#### Comitati Internazionali

- Membro del Space Science Advisory Committee, ESA, nel triennio 2004-2006
- Vice-Chairman Commission E (Astrophysics), Committee on Space Research, COSPAR, appartenente all'International Council of Scientific Unions, dal 1998 al 2006
- Membro del Scientific Committee, ISSI, International Space Science Institute, Bern, dal 2004
- Membro del Search Committee per la selezione del Direttore dell'ISSI, International Space Science Institute, nel 2005
- Chairman Sub Commission E-2/D-2 (Solar Physics), COSPAR, 1994-1998
- Membro del Solar System Working Group, ESA, 1986-88
- Membro Evaluation Committee, ESA, per le attività dell' International Space Science Institut, ISSI, Bern

#### Comitati Nazionali

Ref. S7-075 Issue 1

All information contained in this document are property of CARLO GAVAZZI SPACE SpA. All right reserved.

Questo documento contiene informazioni di proprietà di CARLO GAVAZZI SPACE SpA. Tutti i diritti sono riservati.

- 
- Membro del Consiglio Scientifico dell'INAF, Istituto Nazionale di Astrofisica, dal 2001-2003

## Attività Archiviazione Dati Spaziali

- Coordinatore delle attività italiane del progetto europeo EGSO (European Grid for Solar Observations) 2003-2005
- Coordinatore di SOLARNET, rete degli archivi italiani dati solari spaziali e da terra, 2002-2005
- Principal Investigator dell' Archivio Europeo di SOHO: SOLAR (SOHO Long-term ARchive), approvato all'ESA nel 1995, entrato in funzione nel 2002 (fondi MIUR).

## Attività Editoriali

- Topical Editor, *Annales Geophysicae*, 1999-2002
- Membro dell'Editorial Board, *Solar Physics*, 1987-2002

## Principali Organizzazioni di congressi

- Organizzatore principale di 3 simposi COSPAR, a Birmingham (1996) e L'Aia (1990).

## Fellowships

- ESRO/ELDO Fellow presso l'Università di Stanford, US, 1972-1974
- ESA Fellow presso il Rutherford Laboratory, UK ed il Goddard Space Flight Center, NASA, 1980-1982

## Riconoscimenti

- Group Achievement Award della NASA, per la partecipazione alle operazioni del satellite *Solar Maximum Mission* presso il *Goddard Space Flight Center*, 1980.
- SMM XRP Productivity Improvement Award, rilasciato da Lockheed Missiles and Space Co. per la partecipazione alla *Solar Maximum Mission*, 1991.
- Award dell'Agenzia Spaziale Europea, per il contributo alla missione spaziale *Solar Heliospheric Observatory (SOHO)*, 1996.

## Pubblicazioni

- Autore di più di 190 pubblicazioni scientifiche su riviste internazionali
- Editore di 3 monografie di scienze spaziali (fisica solare/astrofisica).

## Attività in ambito universitario

- Laurea in Fisica, presso l'Università degli Studi di Torino, 1967;
- Specializzazione in Fisica Cosmica presso l'Università degli Studi di Torino, 1972;
- Assistente Ordinario di Fisica Generale, presso l'Università degli Studi di Torino, 1972-1983;

- 
- Professore Incaricato di Fisica e Laboratorio di Fisica, presso l'Università degli Studi di Torino, 1975-83;
  - Professore Associato di Esperimentazioni di Fisica I, presso l'Università degli Studi di Torino, 1983-1995.
  - Ha fatto parte di commissioni di valutazione per posizioni di Visiting Professor e di valutazione di Tesi di Dottorato presso l'Università di Oslo, e presso l'Università XI di Paris-Orsay.

---

SILVANO FINESCHI (DEPUTY-PI)

**Titoli di Studio:**

1994 Dottorato di Ricerca in Astronomia, Università degli Studi di Firenze, Firenze

1988 Laurea in Fisica  
Università degli Studi di Firenze, Firenze

**Posizione attuale:**

2003-pres. Astronomo Associato INAF  
Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF),  
Osservatorio Astronomico di Torino - Pino Torinese (TO)

1997-2003 Ricercatore Astronomo,  
INAF - Osservatorio Astronomico di Torino - Pino Torinese (TO)

**Posizioni scientifiche e didattiche:**

1995-pres. Astrophysicist,  
Smithsonian Astrophysical Observatory, Cambridge, MA (USA)

1991-1995 Visiting Scholar,  
Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Cambridge, MA (USA)

1989-1991 Research Associate,  
NASA Marshall Space Flight Center, Huntsville, AL (USA)

**Coordinamento attività di ricerca:**

1995-1998 "Lead Science Operations Scientist"  
NASA/Goddard Space Flight Center (GSFC), Greenbelt, MD (USA)  
Direzione operazioni di missione dello UltraViolet Spectrometer

---

Coronagraph (UVCS) a bordo della sonda spaziale Solar and

**Riconoscimenti scientifici:**

- 1997 Special Achievement Award, Smithsonian Institution  
(`Outstanding Scientific Research")
- 1996 Special Achievement Award, Smithsonian Institution  
(`UVCS/SOHO Science Operations")
- 1995 European Space Agency Award, ESA (`Valuable Contribution to SOHO")
- 1995 Special Act Group Award, NASA (`UVCS/SOHO Refurbishment")
- 1995 Attestato, `Premio Gratton",  
(`Alto valore scientifico della Tesi di Dottorato")
- 1989 Associateship Award,  
National Academy of Sciences/National Research Council (USA)  
NASA Marshall Space Flight Center, Huntsville, AL

---

## LUCA ZANGRILLI (CO-INVESTIGATOR)

- Si è laureato in Astronomia con 110/110 *cum laude* presso l'Università degli Studi di Padova il 23 Giugno 1993, discutendo la tesi *Il ruolo della stella secondaria nell'evoluzione dei sistemi binari stretti* di cui è stato relatore il Prof. Antonio Bianchini de Dipartimento di Astronomia dell'Università di Padova.
- Ha iniziato il Corso di Dottorato di Ricerca in Astrono il primo Marzo 1995 e lo ha terminato 31 ottobre 1997, sotto la supervisione del Prof. Antonio Bianchini, sviluppando tematiche relative al frenamento magnetico nei sistemi binari stretti. Ha sostenuto e superato l'esame di Dottorato il 13 Maggio 1998, discutendo la dal titolo *The role of magnetic fields in the evolution of close binary stars*.
- Dal primo Marzo 1998 al 28 Febbraio 1999, ha collaborato con l'Osservatorio Astronomico di Torino per la riformattazione e l'archiviazione dei dati del coronografo SOHO/UVCS.
- Dal 9 Marzo 1999 all'8 Marzo 2001 ha collaborato con il Dipartimento di Astronomia dell'Università di Firenze (Italy), per lo studio di spettri coronali UV e nello sviluppo di modelli coronali semiempirici.
- Dal 9 Marzo al 30 Giugno 2001 ha usufruito di una borsa di studio presso il Dipartimento di Astronomia dell'Università di Firenze per analisi dati dello strumento SOHO/UVCS e lo sviluppo di modelli semiempirici di corona solare.
- Dal 5 all'8 Novembre 2001 ha partecipato a un corso per l'utilizzo dei codici per il ray-tracing CODE V e Light Tools, tenuto dalla Optical Research Associates, presso la Università Louis Pasteur, Strasbourg.
- Dal 20 al 24 Ottobre 2003 ha partecipato a un corso per l'utilizzo del codice per il ray-tracing ZEMAX, tenuto dalla Optima Research Ltd., presso la sede di Duxford (Cambridge - UK).
- Nel corso del 2003 ha ottenuto il Master di secondo li llo in Ottica applicata presso l'Università degli Studi di Padova, discutendo la tesi dal titolo *Polarimetria di lamine a cristalli liquidi a ritardo variabile*, in data 28 Ottobre 2003.
- Marzo 2006: corso di ray tracing "Illumination and Stray Light Analysis Using ZEMAX".

### ATTUALE POSIZIONE LAVORATIVA

Dal primo Agosto 2001 è assunto a tempo indeterminato come Tecnico Scientific presso l'Osservatorio Astronomico di Torino, nel locale Gruppo di Fisica Solare.

### COMPETENZE SPECIFICHE

- Nel corso degli ultimi cinque anni, ha maturato esperienza nelle osservazioni solari da satellite, in particolare con lo spettrografo-coronografo SOHO/UVCS, e nell'analisi e interpretazione degli spettri coronali UV.
- Durante gli ultimi due anni ha acquisito esperienza nell'attività di laboratorio di ottica, con particolare riguardo alla polarimetria nel visibile con l'uso di lamine a cristalli liquidi a ritardo variabile, finalizzata a studi della corona solare da terra e da satellite.

- Partecipa alla progettazione e allo sviluppo dei seguenti strumenti per lo studio della corona solare: *Ultraviolet Visible-light Coronagraph (UVC)* per la missione *Solar Orbiter*, *Helium Resonant Scattering in the Corona and Heliosphere (HERSCHEL)*.
- Da Marzo a Ottobre 2003 ha ricoperto il ruolo di Program Manager per lo sviluppo dello strumento *Spectroheliograph for the Transition Region (SPECTRE)* per la missione *Solar Dynamics Observatory*. Tale strumento non è attualmente più previsto nel payload di SDO.
- Svolge regolarmente attività di ricerca nel campo della spettroscopia coronale UV, analizzando dati provenienti dallo spettrografo-coronografo SOHO/UVCS. Ha maturato esperienza nello sviluppo di codici numerici per model semiempirici di corona solare estesa.

## ATTIVITÀ DI RICERCA

### **Polarimetria nel visibile in laboratorio**

Presso l'Osservatorio Astronomico di Torino svolge attività di laboratorio di ottica, con particolare riguardo alla polarimetria nel visibile con l'uso di lamine a cristalli liquidi a ritardo variabile, finalizzata a studi della corona solare da terra e da satellite.

### **Fisica solare**

Università di Firenze CV

## MARCO ROMOLI (CO-PI UNIVERSITÀ DI FIRENZE)

Marco Romoli si è laureato in Fisica nel 1987 presso l'Università di Firenze ed ha conseguito il titolo di Dottore di Ricerca in Astronomia nel 1992 presso l'Università di Firenze.

Negli anni 1989 - 1997 ha svolto attività di ricerca nell'ambito del progetto SOHO/UVCS trascorrendo gran parte del tempo prima presso lo Smit n Astrophysical Observatory, Cambridge, MA, USA, e poi presso il Goddard Space Flight Center della NASA.

### **Attività scientifica**

L'attività di ricerca si svolge prevalentemente nell'ambito della strumentazione ottica per l'UV e il visibile (imaging, spettroscopia e polarimetria), soprattutto per applicazioni dallo spazio. In particolare le principali attività in cui è stato coinvolto sono:

- La realizzazione dello spettrografo ultravioletto UVCS (UltraViolet Coronagraph Spectrometer) per il satellite SOHO (SOlar and Heliospheric Observatory), in collaborazione con vari istituti italiani ed il Center for Astrophysics della Harvard University. Ha progettato e caratterizzato il canale polarimetrico a luce bianca (WLC), ha partecipato all'allineamento e alla calibrazione a terra dello strumento ed ha partecipato alle "mission" dove ha contribuito a realizzare la calibrazione in volo dello strumento. Per questa attività ha conseguito un *Award* della NASA. E' inoltre coautore di numerose pubblicazioni su riviste internazionali relative alla fisica della corona solare, oggetto dell'investigazione di SOHO/UVCS. E' *Co-Investigator* di SOHO/UVCS.

- La progettazione e la realizzazione di un prototipo di un polarimetro EUV a riflessione per il canale spettropolarimetrico della missione Advanced Spectroscopic Coronagraphic Experiment (ASCE) (Fase A). Responsabile del contributo italiano. Il progetto in collaborazione con il Center for Astrophysics della Harvard University e il Goddard Space Flight Center della NASA.
- La realizzazione del coronografo UV e visibile a immagine SCORE-UVCI per la missione suborbitale HERSCHEL, il cui lancio è programmato per febbraio 2008. Questo strumento è stato realizzato nell'ambito di una collaborazione con INAF/OATo, l'Università di Pavia e il Naval Research Laboratory a Washington DC.

E' stato inoltre coordinatore del gruppo di lavoro sulla calibrazione e l'analisi dati del polarimetro in luce bianca di SOHO/UVCS.

E coautore di oltre 100 pubblicazioni su riviste internazionali.

## Università di Padova CV

### PROF. GIAMPIERO NALETTO (INSTRUMENT SCIENTIST)

- profilo: laurea in Fisica (Padova, 1988) e specializzazione in ottica (Firenze, 1991). Professore associato presso il Dip. di Ingegneria dell'Informazione di UniPD.
- competenza: progettazione di strumentazione ottica per applicazioni astronomiche e spaziali
- esperienza specifica: realizzazione spettrografo ultravioletto UVCS (SOHO), della Wide Angle Camera di OSIRIS (Rosetta) e della Stereo Camera di Simbiosys (BepiColombo)
- ruolo: Instrument Scientist



## ALLEGATO 5: BAGAGLIO DI ESPERIENZA DELLA CARLO GAVAZZI SPACE

## INTEGRATORE DI SISTEMI SATELLITARI

In oltre venti anni di attività la Carlo Gavazzi Space ha sviluppato le competenze per la gestione dell'intero ciclo vitale di missioni satellitari che vanno dai 10 fino ai 1000 Kg.

La piattaforma MITA, nella classe dei minisatelliti, ne rappresenta il prodotto principale e, mentre viene potenziata per applicazioni commerciali è stata anche scelta dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) per la piccola missione scientifica AGILE.

Grazie alla stretta collaborazione con Centri Scientifici di Eccellenza in Italia, la Carlo Gavazzi Space sta al momento miniaturizzando i propri micro satelliti, utilizzati anche per missioni commerciali a basso costo, in satelliti della classe nanosatelliti da impiegare come dimostratori ad alta tecnologia.

Nella classe dei piccoli satelliti la Carlo Gavazzi Space sta mirando alla capitalizzazione dell'esperienza acquisita nella missione SAR-Lupe sia con la produzione di un satellite commerciale SAR a basso costo e ridotte prestazioni che di un satellite Geostazionario di Telecomunicazione per completare la propria gamma di soluzioni satellitari.

Per quanto attiene alle missioni satellitari, CGS può un patrimonio riassunto nella seguente tabella che mostra anche il patrimonio della in qualità di Primo Contraente e di Integratore di Sistemi nel campo dei satelliti. Altri dati relativi alle piattaforme MITA:

<i>MISSIONE</i>	<i>S/C MASS</i>	<i>DATA DI LANCIO</i>	<i>Primo contraente di missione</i>	<i>Principali responsabilità CGS</i>
<i>LAUNCHED</i>				
AGILE	350 Kg.	04/2007	CGS	Primo Contraente Piattaforma D&D S/C Integrazione e Qualifica S/C Lancio Commissioning e operations
SAR-Lupe	750 Kg.	12/2006	OHB	Contraente principale per la piattaforma Avionic S/S
RUBIN -2	35 Kg.	12/2002	CGS/OHB	Platform Avionic S/S Technology P/L
MITA-0	170 Kg.	07/2000	CGS	Mission Prime Platform D&D Avionic S/S S/C Integrazione S/C Lancio
RUBIN -1	35 Kg.	07/2000	CGS/OHB	Platform Avionic S/S
SAFIR -2	65 Kg.	07/1998	CGS/OHB	Platform Avionic S/S
SAFIR -1	65 Kg.	11/1994	CGS/OHB	Platform Avionic S/S

Ref. S7-075 Issue 1

All information contained in this document are property of CARLO GAVAZZI SPACE SpA. All right reserved.

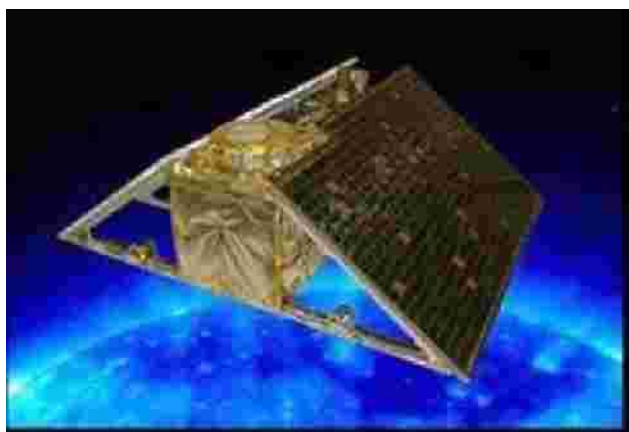
Questo documento contiene informazioni di proprietà di CARLO GAVAZZI SPACE SpA. Tutti i diritti sono riservati.

MISSIONE	S/C MASS	DATA DI LANCIO	Primo contraente di missione	Principali responsabilità CGS
<i>MISSION UNDER DEVELOPMENT</i>				
Commercial Satellite	70 Kg.	To be defined	CGS	Mission Prime Platform D&D P/L D&D S/C Integrazione S/C Lancio
MIOsat	120 kg	To be defined	OCI	Principale contraente per le fasi A e B
<i>MISSION ON HOLD WAITING FOR CUSTOMER DECISION TO PROCEED</i>				
EGPM	620 Kg.	To be defined	CGS	Primo Contraente per la fase A
HYPSEO	320 Kg.	To be defined	GA	Responsabile delle fasi A, B e C della MITA-Advanced Platform ASI ha recentemente emesso una RFQ in negoziazione diretta per un'ulteriore sviluppo della missione HypSEO con il nome di PRISMA.
PRISMA	500 Kg.	To be defined	CGS	
DESERT-SAT	320 Kg.	To be defined	CGS	Primo Contraente di fase A

### LA FAMIGLIA DI PIATTAFORME MITA

#### MITA ("MINSATELLITE ITALIANO TECNOLOGIA AVANZATA")

Il 15 luglio 2000, il primo satellite MITA sviluppato dalla Carlo Gavazzi Space per l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) fu lanciato con successo da un missile Cosmos dalla base di Plesetsk (Russia).



La prima missione fu la "validazione in orbita della piattaforma" che qualificò il bus per le missioni in orbita bassa e verificò le sue funzionalità per altre future missioni scientifiche. I significativi ritorni scientifici di questa prima missione vennero anche dai suoi due payload: il payload principale NINA (dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare INFN - Roma) ed il secondario sensore d'assetto P/L chiamato

MTS-AOMS  
fornito da  
ESA  
nell'ambito

dell'attività della Opportunità della Tecnologia del Volo.

Con il programma MITA, la Carlo Gavazzi Space, in qualità di Primo Contraente, ha consolidato il proprio ruolo di produttore di satelliti ed è stato responsabile della: gestione del sistema, definizione dell'architettura di sistema,

#### Caratteristiche principali del Satellite MITA:

- n Dimensioni 1800 x 1400 x 700 [mm]
- n Massa circa 170 [kg]
- n Potenza media. 85 [W]
- n Peak power 120 [W]
- n Tipo controllo d'assetto 3 assi stabilizzati
- n Earth pointing
- n Attitude accuracy  $\pm 1$  [Deg] each axis
- n Comunicazioni S-band
- n Telemetria 512 [kbps], ESA CCSDS
- n Telecommand 4 [kbps], ESA CCSDS
- n Mass Memory 64 [Mbytes]

progettazione e sviluppo dei sottosistemi (Gestione dati di bordo, Controllo d'assetto, Potenza e relativi software, Telemetria di tracking e Comando), integrazione del payload, attrezzature di supporto di terra, Stazione di terra, e opportunità di lancio.

Lo scenario della Stazione di terra era costituito da tre stazioni TT&C localizzate a Malindi (Kenia), Cordoba (Argentina), Fucino (Italia) ed il Centro di Controllo della Missione (MCC) situato a Roma. Durante le operazioni nominali, la Stazione di Terra era in grado di vedere il satellite per un massimo di circa 8 [min] per i passaggi allo zenit ed in media per 6 [min], con circa due passaggi consecutivi visibili e 4 non visibili. Questo assicura il tempo di scarico dei dati sia scientifici che del bu (circa 10 [Mbytes] per orbita).

Il satellite era situato su due catene interamente ridondanti di OBDH e TM&TC. Gli altri sottosistemi elettrici erano parzialmente ridondanti in modo da ottimizzare il rapporto costo/benefici.

La seguente sequenza mostra varie fasi dell'integrazione finale e delle operazioni di test sul satellite MITA:



## AGILE

Il programma AGILE copre la progettazione e la realizzazione di una missione scientifica relativa allo studio di fenomeni astrofisici ad alta energia lungo una vita di missione di 2 anni, per mezzo di un rivelatore a bassa massa nell'ambito delle Piccole Missioni Scientifiche dell'ASI. E' un rivelatore a Raggi Gamma e Raggi X con l'obiettivo di analizzare la sfera celeste ed identificare esplosioni di Raggi Gamma.

*AGILE è stato scelto dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) come la prima delle Piccole Missioni Scientifiche ad essere realizzate riutilizzando l'esistente e standard piattaforma MITA.*

La missione si basa sull'uso del bus standard MITA, opportunamente potenziato per soddisfare le specifiche di missione.

Carlo Gavazzi Space è stata scelta come responsabile dell'insieme della missione AGILE in qualità di leader di un Consorzio italiano.



Il Payload è stato realizzato con il contributo di un grande gruppo di Centri/Istituti appartenenti all'INAIF e INFN.

In qualità di responsabile dell'insieme della missione, in aggiunta alla gestione della missione ed alle attività di coordinamento di sistema, la CGS è responsabile della integrazione del satellite, i test, il segmento di terra e per la campagna di lancio.

Il satellite è stato lanciato in aprile 2007 da un missile PSLV dal Centro Spaziale Satish Dhawan in Sriharikota, India.



Caratteristiche principali del satellite AGILE:

- n Peso: 355 kg mass
- n Potenza: 200W (460 peak)
- n Ciclo di vita di 2 anni
- n Orbita: 550 km, circolare, equatoriale
- n S-band TMTC
- n Orbcomm fast link channel
- n Triple junction GaAs cells
- n Passive Thermal Control
- n Sun pointing attitude
- n 3 axis stabilisation (accuracy  $\pm 1$  Deg)
- n P/L boresight repointing around sun axis

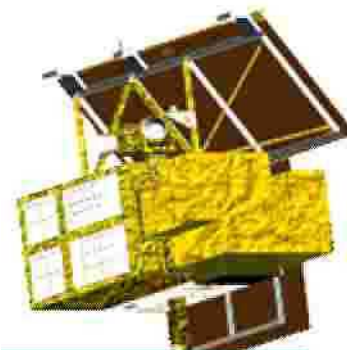
## HYPSEO

Nell'ambito dei Programmi di Osservazione della Terra di ASI, Carlo Gavazzi Space ha concluso con successo la fase B della missione HypSEO (**H**yper**S**pectral **E**arth **O**bserver). Gli obiettivi di missione mirano alla validazione in orbita di un rilevatore di magini iperspettrale. The mission aims at the validation in orbit for an hyperspectral Imager. Inoltre, questa missione controllerà il potenziale delle informazioni iperspettrale in applicazioni come gestione dei rischi ambientali, inquinamento di acqua e terra, e sfruttamento delle risorse terrestri.

Carlo Gavazzi Space è responsabile della progettazione di dettaglio del bus del satellite, la definizione del lanciatore e la strategia di lancio.

**ASI ha recentemente emesso richiesta di offerta in negoziazione diretta per un ulteriore sviluppo della missione HypSEO con il nome di PRSMA.**

Il bus del Satellite, basato su una versione potenziata del bus di MITA, implementa un ACS molto preciso adatto a missioni di alta qualità di Osservazione della Terra.



Caratteristiche principali del satellite Hypseo:

- n Peso: 318 kg mass
- n Orbita: 620 km, circular, SunSync
- n Potenza: 170w (200peak)
- n 2 GaAs fixed solar array
- n 3 axis stabilisation, +/- 0.185 Deg
- n S-Band TMTC

## ESPERIENZA STRUTTURALE - MECCANICA

### **Precedente Missione: SCORE UVCI**

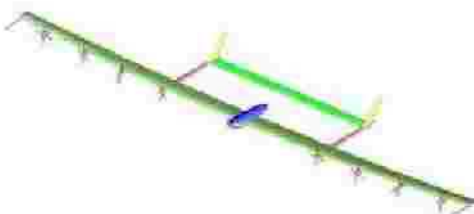
CGS ha partecipato alla precedente missione che vedeva come PI INAF-OATO in collaborazione con NRL per una missione analoga a quella proposta (vedi esperienza relativa di INAF-OATO). CGS ha progettato e realizzato per SCORE-UVCI il sottosistema meccanico composto da banco ottico, supporti delle ottiche con relativo sistema di regolazione fine per garantire il corretto allineamento delle componenti ottiche ed infine i moduli di copertura che riparano il sistema ottico dalla *stray light* che disturba le osservazioni.

Inoltre, la seguente esperienza è stata acquisita da Carlo Gavazzi Space nel campo strutturale, meccanica e termica:

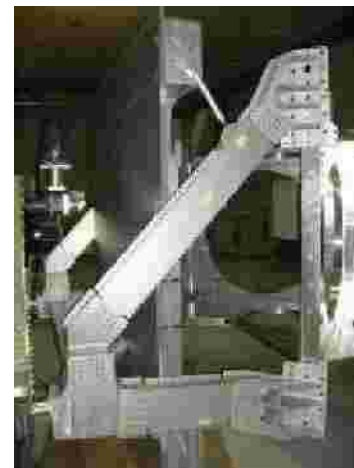
- Progettazione di strutture con alto rapporto resistenza/peso. Un'ampia gamma di diverse tipologie di strutture incluse per esempio EDEN-BRD, lo strumento di puntamento di Hexapod, i pannelli solari in fibra di carbonio per il satellite SAFIR, pannelli sandwich rohocell per i radiatori di AMS02 STA, la piattaforma stratosferica HELINET.



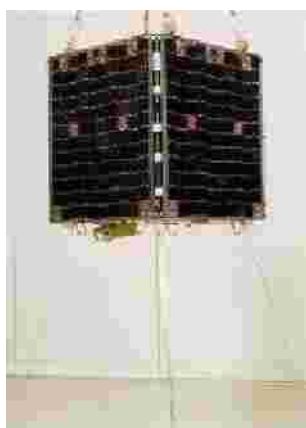
*HEXAPOD – Strumento di puntamento*



*HELNET*



*radiatori AMS*



*Satellite SAFIR*



*Satellite AGILE*

- Integrazione Elettronica/Meccanica
- Strutture a bordo dei satelliti della classe di MITA (<500 Kg: MITA, AGILE, Hypseo, ...)
- Strutture a bordo la ISS (interne ed esterne)
- Strutture intelligenti

La realizzazione di questi prodotti ha permesso alla CGS di gestire problematiche relative ai seguenti aspetti:

- Carichi di lancio dovuti al trasporto a bordo del modulo logistico MPLM
- Influenza dell'ambiente termico esternamente la ISS in termini di pannelli solari, moduli con equipaggio umano, radiatori e flussi termici connessi (e.g. sole, terra, albedo)
- Compatibilità dei materiali con l'ambiente della ISS.

In particolare, le suddette abilità tecniche sono state sfruttate nei seguenti progetti:

## **ISS Payloads**

### **Hexapod**

HEXAPOD è uno strumento di puntamento che verrà situato sulla superficie esterna della ISS. La progettazione e la realizzazione dell'assieme meccanico completo, incluso la modellazione termica e l'analisi dell'elettronica, la progettazione meccanica e termica dell'Unità di Controllo (HEU), sono state realizzate da CGS.



*Unità Elettronica di Hexapod & Modello Elementi Finiti di Hexapod*



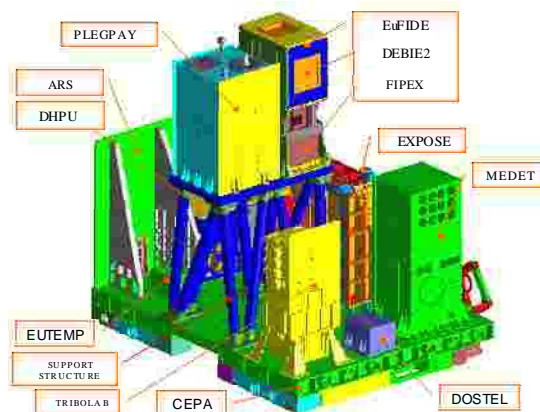
*Il puntatore Hexapod con heaters sull'attuatore lineare*

### **EUTEF**

Il Segmento di Volo di EuTEF è il Payload Esterno Integrato che verrà alloggiato sul APM (Columbus) External Payloads Facility (CEPF). Esso contiene infrastrutture di gestione dati,



potenza, controllo meccanico e termico per permettere accesso facilitato in ambiente spaziale a strumenti (EuTEF Payloads), che verranno alloggiati su EuTEF.



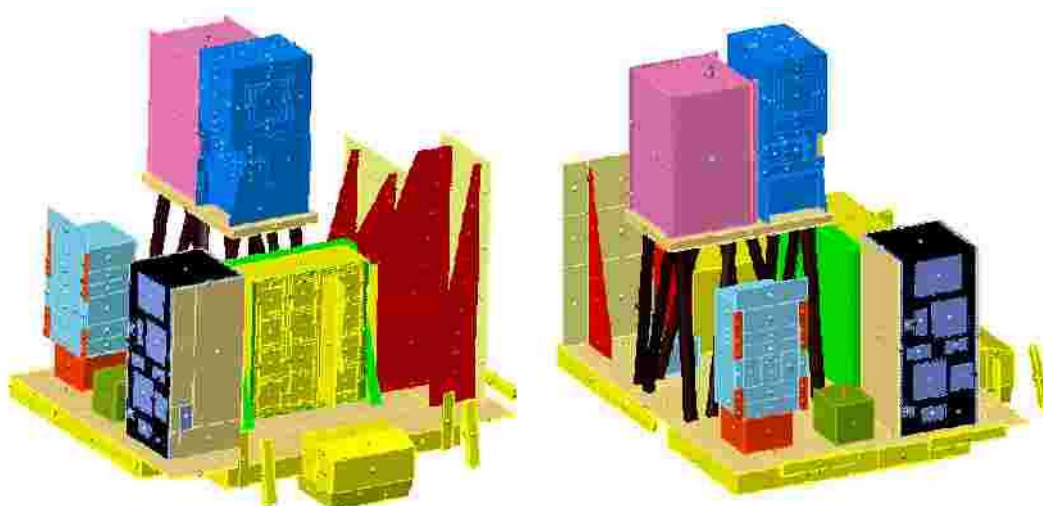
*Assieme EuTEF*

ESA ha designato CGS quale primo contraente per l'integrazione meccanica sulla *piattaforma di adattamento (CEPF adapter facility)*, l'analisi di progettazione a livello di sistema di controllo termico, e per la sua realizzazione.

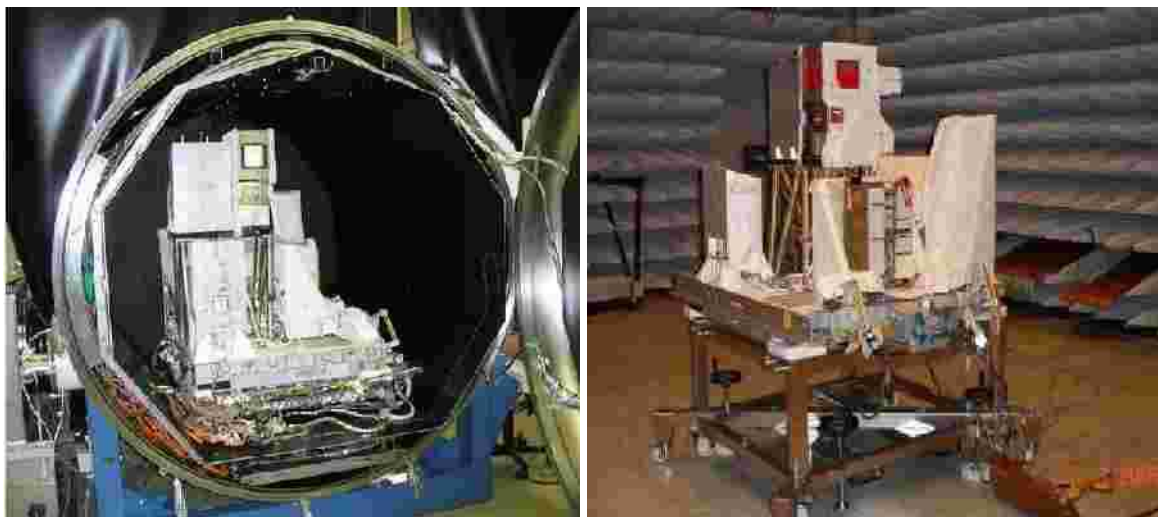
In aggiunta rientra tra le responsabilità di CGS, la progettazione e realizzazione del Data Handling Processor Unit (DHPU), che è l'unità di distribuzione di potenza e di gestione dati.

Inoltre, CGS ha avuto la responsabilità di:

- Campagna di test EMC a livello di Sistema.
- Campagna di Test di Vibrazione per quelle parti strutturali e quei strumenti progettati dalla stessa CGS.



*Visione d'insieme del Modello Geometrico Matematico del sistema EUTEF*



*Sistema EUTEF dentro la Camera 2M-TVA al IABG durante I test di Sistema in Termo Vuoto e EMC*

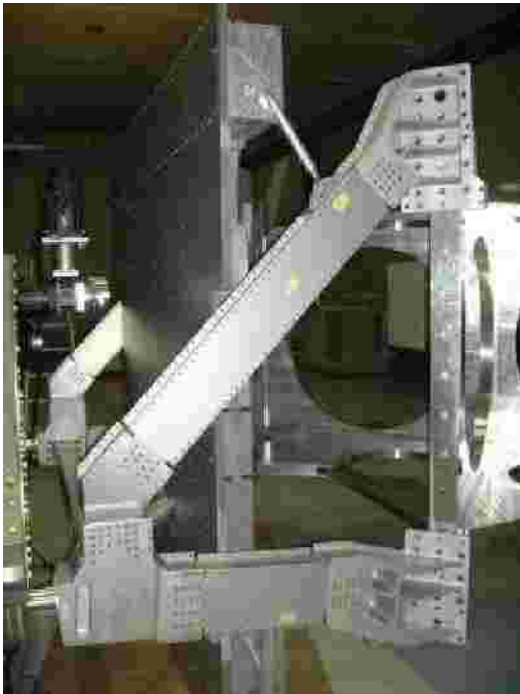
**AMS -02 Struttura delle Scatole Elettroniche e pannelli rad     i Structural Test Article (STA)**

CGS è responsabile per la progettazione, l'analisi strutturale e termica delle scatole elettroniche e delle relative strutture di supporto.

CGS ha anche progettato il Structural Test Article dei radiatori e delle casse di AMS, e ha realizzato I pannelli sandwich (con la parte centrale in rohacell e strati in lega di alluminio, con all'interno profili heat pipes) e barre in fibra di carbonio usati come struttura a traliccio che supporto il radiatore del Tracker.

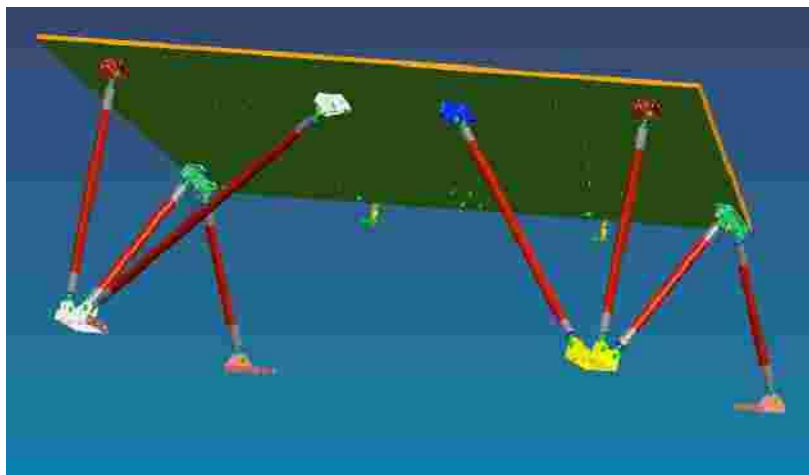


*STA principale RAM e radiatore WAKE*



*Radiatore principale montato sulla struttura della gabbia e elettronica pronto per I test statici e modali*

I radiatori del tracker sono due pannelli sandwich a forma di trapezio, ognuno supportato da 8 barre in fibra di carbonio con coppe finali in titanio.



*Configurazione generale del Tracker Radiator*



Tracker radiator STA rods



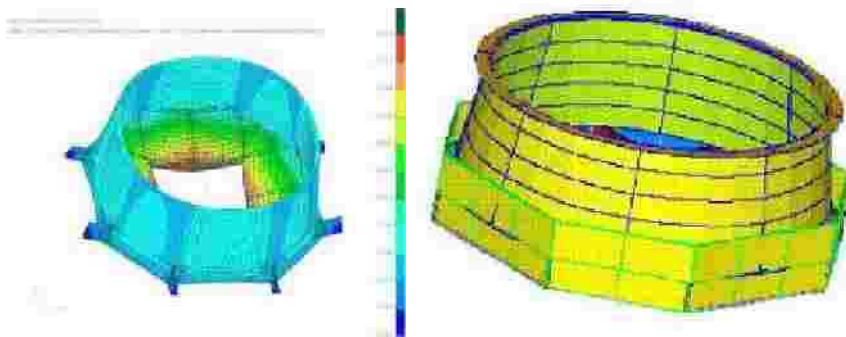
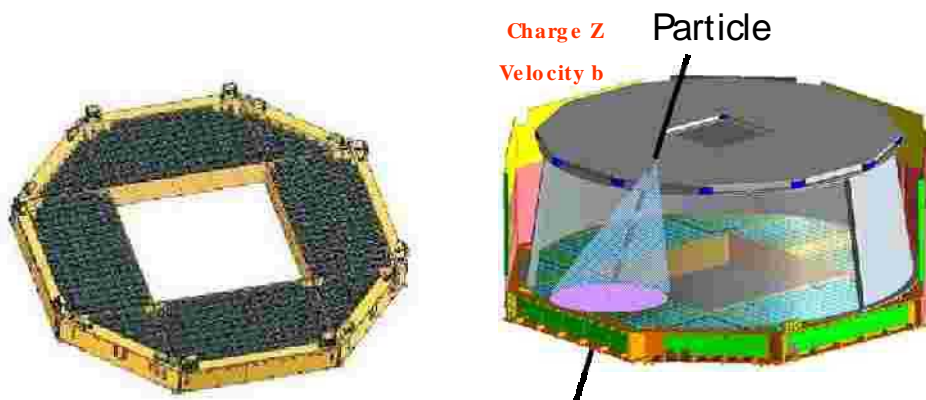
Tracker radiator STA

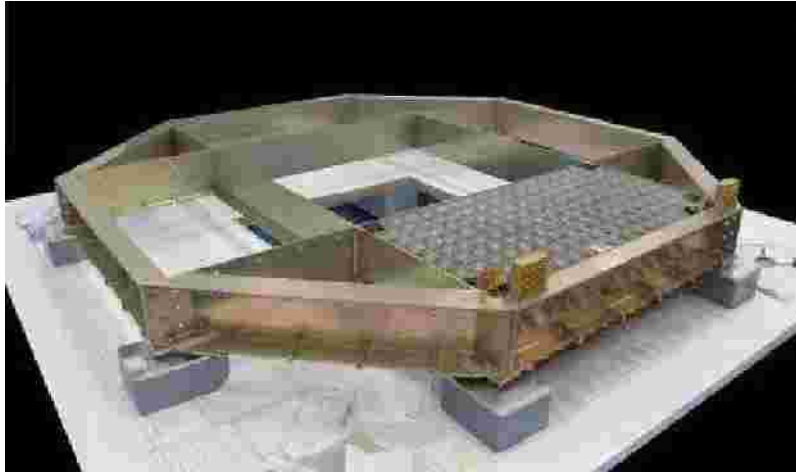


Uno dei radiatori Tracker installato su ASM pronto per i test

**AMS -02 Sottosistema RICH**

CGS è responsabile della progettazione meccanica e termica del sottosistema RICH dell'esperimento AMS-02. RICH è un rivelatore di 1.5 m di diametro; la struttura è stata ottimizzata in modo da soddisfare i requisiti di rigidità, considerando i carichi di lancio e termici; per questo motivo sono state eseguite una dettagliata analisi ad elementi finiti unita ad un'analisi termica .

**RICH risultato analisi ad elementi finiti & modello termico****RICH Grid assembly and overall detector assembly with ing principle**



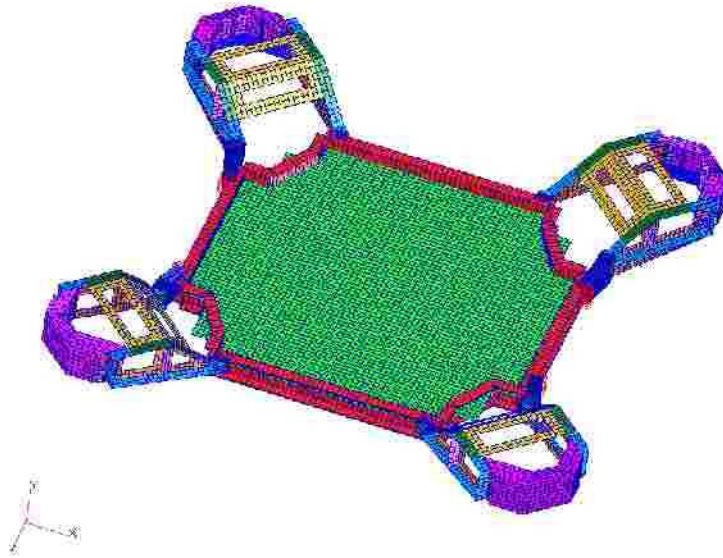
**Octagonal RICH structure after assembly of the first PMT grid**



**CFRP RICH Mirror**

### **AMS -02 Sottosistema TOF**

CGS è responsabile per l'analisi strutturale del sottosistema TOF dell'esperimento AMS-02. In AMS-02 ci sono due rivelatori TOF, uno è immediatamente sopra RICH, l'altro è in una posizione più alta ed è pertanto caratterizzato da una diversa struttura di supporto. Come RICH, è un rivelatore dal diametro di 1.5m; la struttura è stata ottimizzata per soddisfare requisiti di rigidità. Ancora una volta, i carichi termici sono un punto focale nell'analisi FE. A



**UPPER TOF Finite Element Model**



**LOWER TOF Vibration test**

## Altri

### UNMANNED SPACE VEHICLE



PRORA-USV secondi prima del lancio

Il primo di questa classe di veicoli è stato progettato e costruito (chiamato FTB\_1) da CGS per il CIRA.

Questo veicolo vuole investigare il concetto aerodinamico dell'USV e le prestazioni di volo in regime transonico che rappresenta una fase critica per i veicoli da rientro.

FTB\_1 ha volato nel gennaio 2007, portato ad altitudine da un pallone stratosferico e poi rilasciato raggiungendo velocità transonica (Mach 1.2)

La lunghezza del veicolo di test è di 8 m e l'apertura alare di 3.5 m; la massa è di 1250 kg.

Carlo Gavazzi Space (CGS) è stata responsabile dei seguenti sottosistemi:

1. Struttura e meccanismi
2. Sistema idraulico
3. System di Recovery
4. Sistema Controllo Termico

Il requisito di massa strutturale era di 530 kg contro una massa di insieme del sistema di 1250 kg. Il concetto strutturale è stato anche notevolmente influenzato da alcune caratteristiche peculiari richieste dal test di missione, caratteristiche non convenzionali per i soliti velivoli:

- Lancio con un pallone stratosferico, con particolare carico di sollevamento e vincoli di interfaccia;
- Recupero attraverso un sistema di paracaduti a tre stadi, che includono condizioni di carico pesanti;
- Impatto sull'acqua fornendo la capacità di poter essere usato più volte.

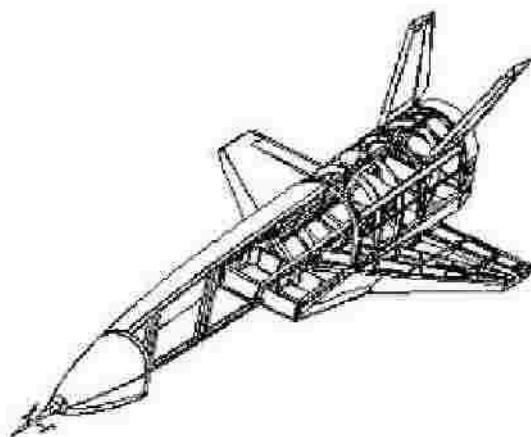
Un solidissimo concetto strutturale è stato approntato all'inizio del progetto sulle seguenti basi:



- Tecnologie aeronautiche convenzionali con l'uso di leg di alluminio e materiali compositi;
- Attenzione alla producibilità e ad aspetti di integrazione per contenere i tempi di produzione e di assemblaggio e.g.:
  - Numero ridotto di parti e di Part Numbers,
  - Uso estensivo di parti lavorate a macchina,
  - Riduzione di maschere,
  - I principali sottosistemi (avionico, idraulico, recovery) sono concepiti come moduli da integrare fuori dall'ambito aereo.
- Concepire interfacce meccaniche con altri sottosistemi con margini per possibili cambiamenti e adattamenti (e.g., scomparto aereo amovibile ospiterà quasi tutto il pacchetto avionico con interfacce meccaniche limitate pavimento a nido d'api dello stesso scomparto e ai pannelli di connessione);
- Ridurre il numero di test strutturali usando elevati fattori di sicurezza strutturale (1.5 limite, 2 ultimo).

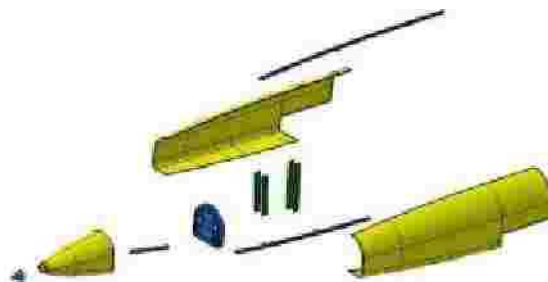
Il tempo complessivo di realizzazione del sottosistema di struttura è contenuto nei 15 mesi dall'inizio della progettazione fino alla consegna al CIRA, rappresentando un risultato molto buono reso possibile anche grazie alla consistenza e efficacia dell'approccio tecnico verso gli aspetti programmatici.

L'architettura generale è mostrata nella seguente figura.



*Architettura strutturale complessiva*

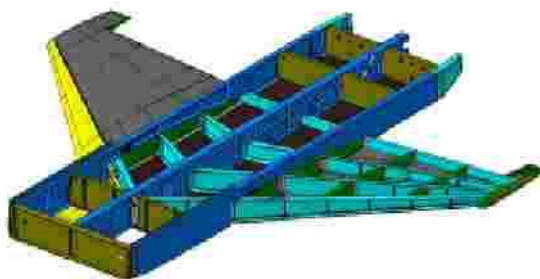
La fusoliera anteriore, presentando ampie superfici con doppia curvatura, è stata prodotta principalmente in CFRP (Carbon Fiber Reinforced Plastic). La produzione complessiva ed il processo di assemblaggio è molto semplificato e anche la massa trae vantaggio dall'architettura semplice. Dentro la fusoliera anteriore sono installati gli elementi di galleggiabilità passivi.



*Fusoliera anteriore vista esplosa*

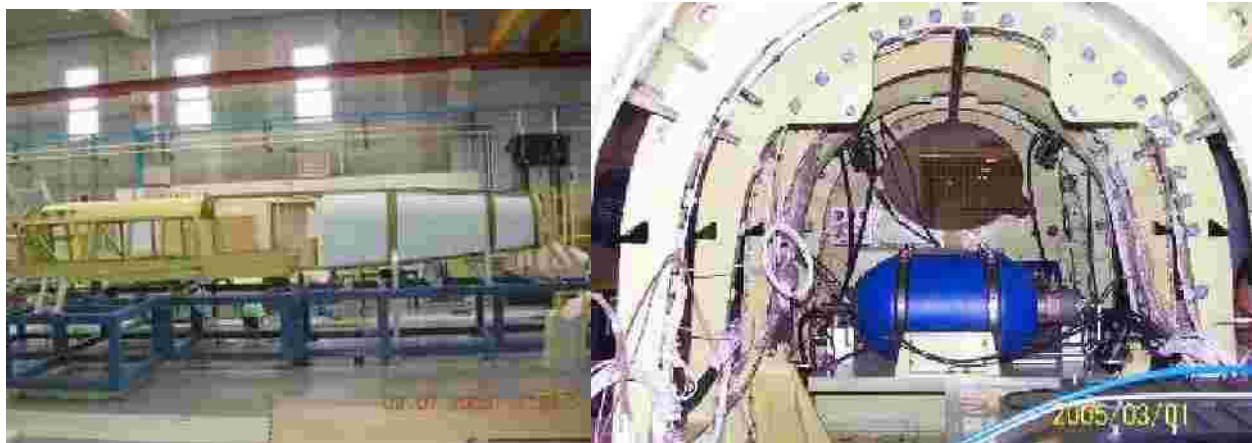
La fusoliera posteriore è un assieme maggiore che include anche l'Ala. Per questo assieme è stata adottata una struttura convenzionale in lega leggera, forniva la più alta robustezza considerando che la fusoliera/ala posteriore alloggia maggior parte dei sottosistemi con diverse esigenze in termini di interfacce, e presenta le caratteristiche più esigenti ed articolate in termini di prestazione strutturale richiesta.

L'Ala è un corpo unico che attraversa la fusoliera (vedi prossima figura), e ha 4 longheroni collegati ad un asse centrale della fusoliera. Questo asse con due longheroni laterali paralleli collegati tramite pareti, rappresenta la struttura portante della fusoliera posteriore. Su questi tre longheroni è installato un pavimento (non mostrato in g. 4) che forma un box molto robusto. Su questo pavimento è montato lo scomparto avionico che contiene la gran parte della strumentazione elettronica.



*Struttura Ala e fusoliera inferiore*

Insieme alla progettazione, CGS è stata responsabile sia della produzione (sia per le parti metalliche che le parti composite) che dell'integrazione finale.



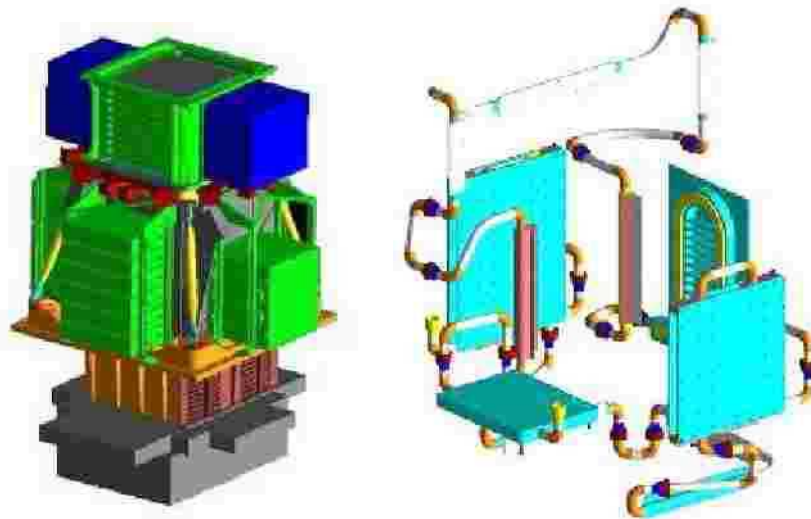
Integrazione strutturale ed integrazione sistema idrau      ll'interno della struttura

Gli obiettivi di test sono stati raggiunti con successo durante il volo di missione eseguito da CIRA in febbraio 2007. Tutti i dati di volo sono stati telemetrati e registrati e sono disponibili per indagini post-volo.

## PAMELA

PAMELA è un rivelatore di particelle lanciato con un missile Soyuz in giugno 2006. CGS è responsabile della progettazione e dell'integrazione di tutti i sottosistemi. Particolare attenzione viene data alla progettazione ed alla realizzazione di una struttura altamente efficiente (off loading-device) capace di portare i sottosistemi e la piastra di interfaccia, che collegano il satellite al lanciatore. Tutta la struttura verrà sottoposta a veri a con un test di vibrazione ed i dati verranno confrontati con quelli provenienti da indagini FEA, ottenendo un arelazione diretta tra modello matematico ed esperimenti. E' stata effettuata una attenta ricerca di materiali altamente efficienti: il radiatore a raggi-X sarà costituito da un sandwich di fibre di carbonio l'interno di fogli di Mylar; la schermatura EMI verrà fornita da fogli di poliestere e PVC metal charged che combinano leggerezza di peso con caratteristiche altamente schermanti; la struttura TRD è fatta con CFRC.

CGS ha anche sviluppato il sottosistema termico basato su heat pipes usati per trasferire calore dal tracker alle piastre freddi di IPM e delle scatole elettroniche XPD.



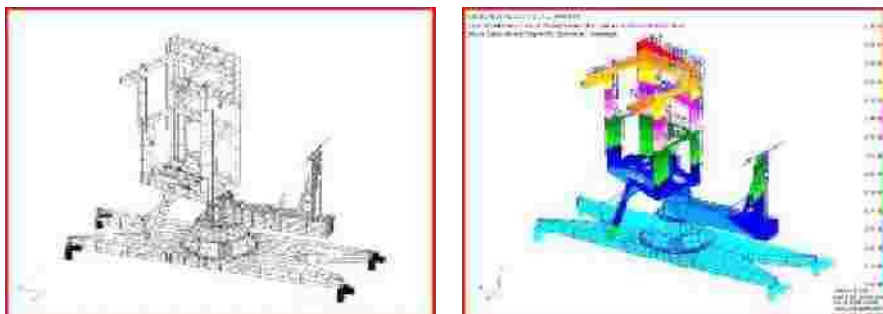
PAMELA CAD & Cooling Loop routing

### **Body Rotating Device (BRD)**

BRD è una centrifuga per astronauti che ha volato sullo shuttle nel 1998. CGS era responsabile della progettazione meccanica e della realizzazione generale del BRD i cui principali insiemi sono: il Sistema di Contenimento Corpo , la Piattaforma Rotante, Struttura di assemblaggio, la Piattaforma fissa ed l'Electronica montata ne Rack . CGS era anche responsabile del sistema di contenimento degli arti dell'astronauta, delle spalle e della testa con relative scatole di rilascio veloce e dispositivo di sicurezza.



BRD



BRD Modello ad Elementi Finiti &amp; Analisi Modale

### Ricerca & Sviluppo in area Termica / Strutturale

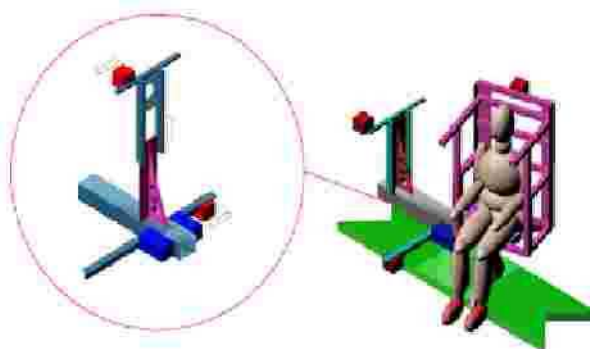
#### **Body Rotating Device (BRD) per la ISS: SOAR**

Per far fronte ai più stringenti requisiti di vibrazione ambientali della ISS, BRD è stato riprogettato e fornito di un controllo attivo delle vibrazioni. Il nuovo rotatore è chiamato SOAR ((Station Off Axis Rotator))

SOAR è costituito da due parti principali, un supporto fisso ed una parte rotante che è dotata del sedile per il soggetto umano e di un apparato visivo per stimolare il sistema vestibolo-oculare e registrare i risultati. L'involucro statico di SOAR è descritto da un parallelepipedo di 1332 x 530 x 2000 mm (2 m e la profondità consentita corrispondente alla larghezza complessiva delle due cremagliere).

Durante la rotazione l'involucro accettabile è un cili del diametro di 1750 mm ed una altezza di 1400.

Per controllare il fenomeno dello sbilanciamento dinamico, SOAR una massa di contrappeso situata su guide lineari che durante la rotazione può bilanciare sia staticamente che dinamicamente il centro di massa della parte rotante. La figura che segue mostra uno schema della configurazione di SOAR.



SOAR struttura schematica con particolare della struttura di bilanciamento

Il sistema di controllo che controlla la posizione della massa di contrappeso considera quale input la misura delle forze sui supporti fissi di SOAR e produce quale output il movimento di massa lungo le 3 guide.

Per validare il sistema di controllo è stato progettato un prototipo semplificato in scala. Il processo guida del prototipo in scala è la conservazione del comportamento dinamico del modello in piena scala (il processo in scala di Froude è applicato usando un fattore  $S = 3$ ), mentre le altre parti sono approssimate usando requisiti di massa e di involucro.

Il sedile, il soggetto umano ed i dispositivi ottici (il sistema carico) sono sostituiti da un blocco di alluminio opportunamente posizionato; il sedile ed i supporti mobili di massa sono modellati come unico fascio rotante.

Il contrappeso mobile con 3 gradi di libertà (dof) nel modello in scala è diviso in 3 masse diverse con 1 dof ognuna. Il driver elettronico usato per controllare la posizione di massa è sostituito da un blocco di alluminio dello stesso peso opportunamente posizionato.

L'assieme motore-ingranaggio che è responsabile della rotazione è rappresentato da due cilindri coassiali ed infine una base con quattro semplici piedini che è la struttura portante di SOAR.

La figura seguente mostra il modello semplificato in scala.



*SOAR prototipo in scala con tre masse*



*SOAR vista complessiva del prototipo*

Dettagli del corpo rotante, del motore-ingranaggio e delle celle di carico sono mostrati nelle seguenti figure.

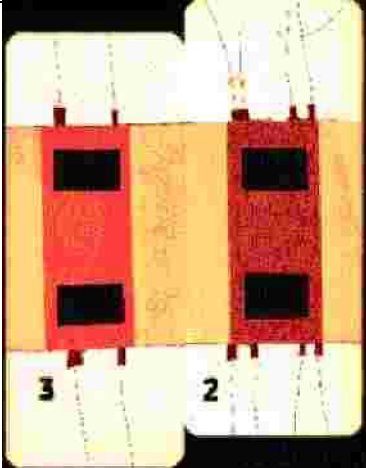

Risultati di test mostrano che il controllo attivo per il sistema è in grado di avere livelli di vibrazioni in linea con i requisiti di ISS.

## ACOMP – COMPOSITI ATTIVI

Un concetto innovativo di compositi di fibra di carbonio con piezo attuatori/sensori e fibre ottiche racchiuse sono stati realizzati ed applicati alla progettazione e alla realizzazione di strutture intelligenti nell'ambito di un contratto ESA / ESTEC.

Il progetto ha reso possibile la realizzazione di strutture complesse, realmente multifunzionali che racchiudono sistemi intelligenti. I miglioramenti previsti per le strutture aerospaziali e per le

applicazioni commerciali di terra sono davvero sorprendenti; alcuni campi di applicazioni chiavi sono: controllo della forma e delle vibrazioni di grosse strutture spaziali, controllo acustico per la riduzione di rumori in veicoli civili, monitoraggio stato di salute e identificazione strutture in-sito. Il progetto mirò alla realizzazione di strumenti analitici di previsione, identificazione dello stato dell'arte di attuatori/sensori racchiusi, nuovi materiali e sviluppo di tecniche di produzione

	
<p><i>Ispezione raggi-X degli attuatori/sensori CFRP racchiusi</i></p>	<p><i>Breadboard struttura intelligente in fase di test di vibrazione</i></p>

## PROGETTAZIONE DEL TELESCOPIO SPAZIALE LIDAR

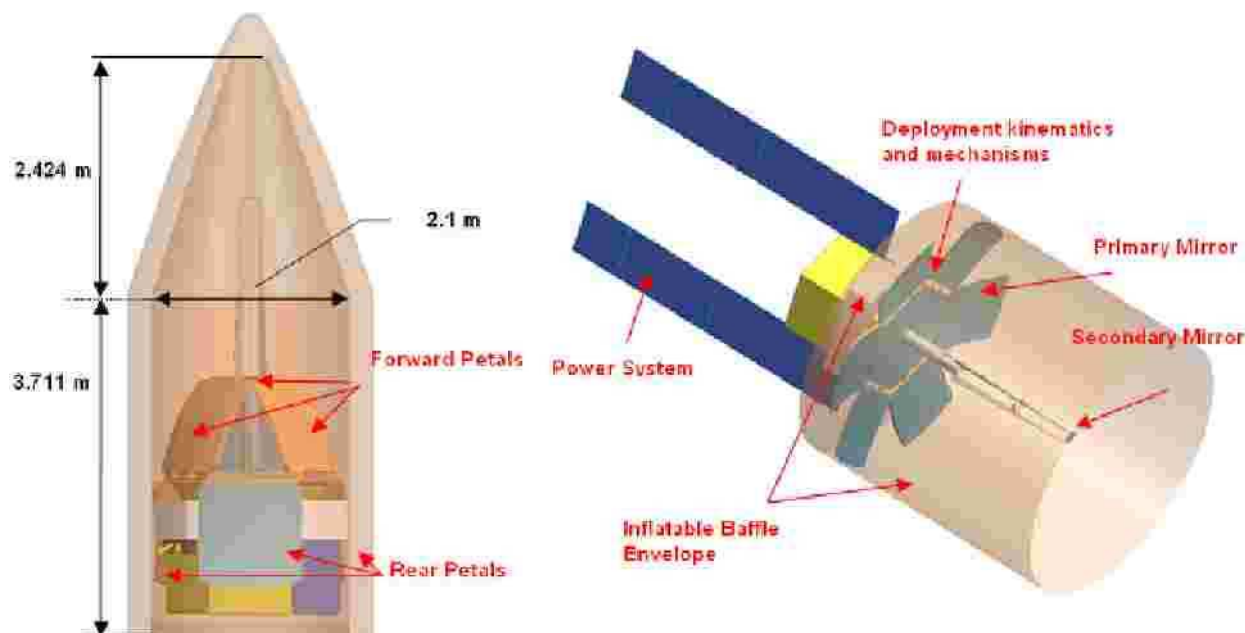
CGS è stato Primo Contraente per la progettazione di un telescopio spaziale LIDAR.

L'area di raccolta del telescopio è un parametro chiave per uno strumento LIDAR perchè la trasmissione di potenza laser è inversamente proporzionale alla misura di apertura; pertanto, un telescopio a grande apertura consente di diminuire la distanza necessaria al sistema laser.

L'architettura meccanica del telescopio LIDAR si base su una tipica configurazione ottica di Cassegrain con specchio attivo primario amovibile ed il secondario fisso.

Per soddisfare i requisiti di un telescopio di raccolta con apertura di  $7 \text{ m}^2$ , con qualità ottica di  $\lambda/3$  in funzionamento dopo il lancio e l'apertura, il progetto di base è un telescopio attivo primario con sottile specchio apribile. La struttura proposta è uno specchio primario segmentato costituito da un pannello posteriore molto rigido di un composito di fibra di carbonio e da un sottile guscio di vetro Zerodur.

Le seguenti figure mostrano il telescopio LIDAR in configurazione chiusa (rispetto all'involucro del lanciatore ROCKOT) e aperta, evidenziando alcuni sottosistemi del satellitari e le dimensioni complessive del lanciatore.



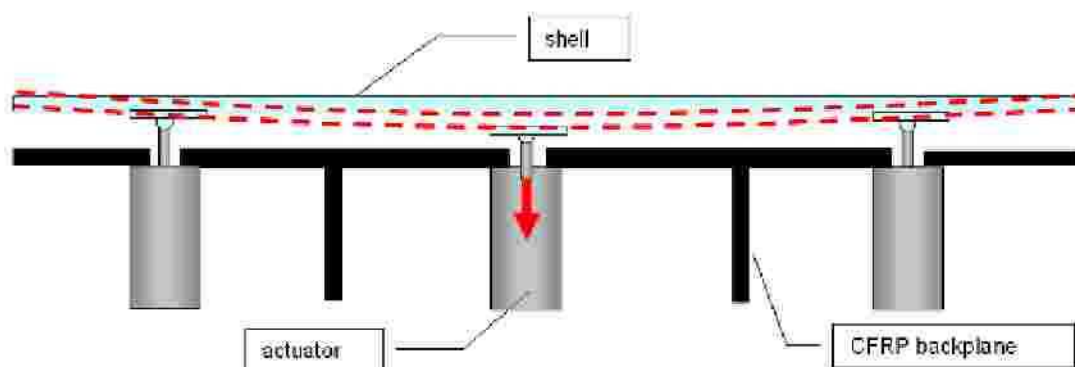
*Satellite LIDAR in configurazione di chiusura e di apertura*

La superficie ottica in Zerodur è supportata da un set di attuatori attivamente controllati ad elevata efficienza elettromagnetica. Questa tecnologia è usata per i telescopi di terra per l'adattabilità degli specchi secondari di vetro sottile, questi specchi sono attivati da un gran numero di attuatori elettromeccanici che usano controlli ad alta frequenza (diversi KHz) per correggere all'istante l'effetto delle turbolenze atmosferiche. Per le applicazioni spaziali il tempo caratteristico delle turbolenze è più lungo, pertanto i sistemi di controllo con frequenza d'interdizione nella banda 10÷100 Hz sono sufficienti; il budget di errore in orbita è composto da

- Imperfezioni nella realizzazione degli specchi the mirror
- Inesattezze nell'apertura ,
- Deformazioni termo-elastiche
- 

Questi fenomeni sono spaiati e possono essere recuperati da un piccolo numero di attuatori, ognuno con una bassa potenza.

La seguente figura mostra lo schema dell'attuatore di controllo attivo.

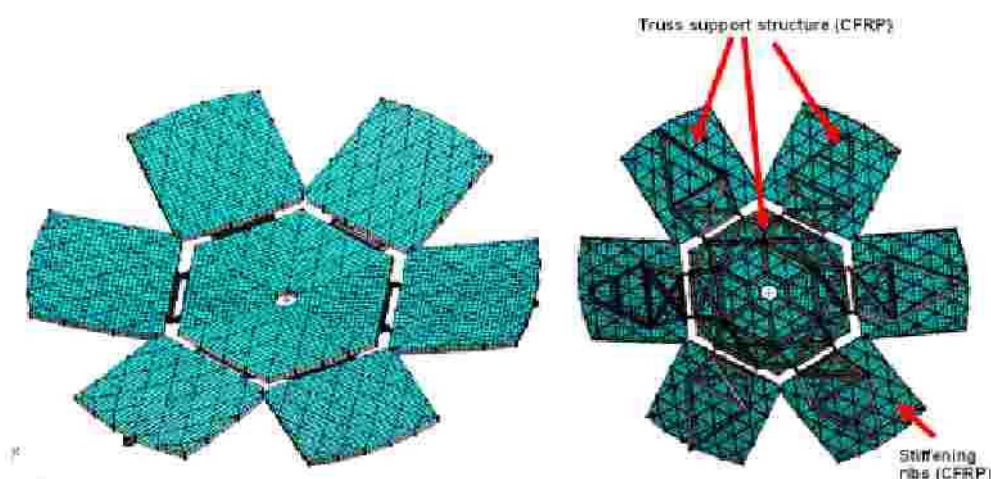


*Schema funzionale dello specchio deformabile*



La superficie ottica è supportata da un pannello posteriore di CFRP (Carbon Fiber Reinforced Plastic) che assicura la rigidità strutturale allo specchio primario back plane that assures the structural stiffness to the primary mirror garantendo deformazioni termiche paragonabili al vetro Zerodur. Questo è un requisito obbligatorio perché il pannello posteriore è collegato allo specchio tramite gli attuatori di controllo attivi; deformazioni diverse tra specchio e pannello posteriore possono cambiare la posizione nominale del tuatore generando tensioni sulla superficie ottica facendo diminuire le prestazioni ottiche.

Per soddisfare questo requisito è stato progettato una struttura con apertura posteriore costituita da un rivestimento superiore di laminato accoppiato a costole di irrigidimento; tutto lo specchio (superficie ottica e pannello posteriore) è fissato ad una struttura di CFRP. La seguente figura mostra la vista FEM (Finite Element Model) dello specchio primario di LIDAR.



LIDAR modello FEM specchio primario

Per assicurare il miglior compromesso tra area dell'ottica e semplicità del sistema di spiegamento, i gradi di rotazione dei petali sono attuati da cerniere realizzate in Elastic Memory Composite (EMC) hinges has been selected, mostrati in figura.



EMC (Elastic Memory Composite) actuator example in the stowed and deployed configuration.

Inoltre, le cerniere EMC associate a delle aste che forniscono la catena cinematica (vedi figura seguente) garantiscono un sistema di spiegamento con la affidabilità necessaria.

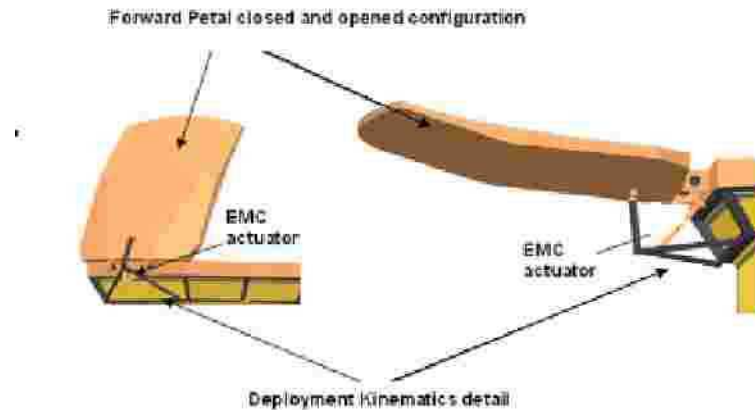


Figure 1 Deployment rod kinematics for the forward petals.

Un altro fattore chiave dello specchio primario realizzato è l'accoppiamento di un sottile guscio di 1 mm di Zerodur alla leggera struttura di supporto CFRP; il problema principale di questa configurazione è la resistenza del vetro ai carichi di lancio. Una forza generata elettrostaticamente viene usata per tenere il vetro attaccato al pannello posteriore. La faccia posteriore del vetro ha un rivestimento d'argento ed il pannello posteriore è coperto da due strati di materiale: il primo è conduttivo, mentre il secondo è un isolante ad alta costante dielettrica (Mylar); questa configurazione determina un condensatore ad elevata capacità.



Figure 2 Scheme of Electrostatic Locking.

Questo metodo genera alte forze di ritenzione con basso consumo di potenza e basso budget per "materiali extra".