



Cofinanziato  
dall'Unione europea



REGIONE  
LAZIO



## ALLEGATO D: FORMULARIO PER LA PRESENTAZIONE DELLA PROPOSTA PROGETTUALE

### Descrizione del Soggetto proponente:

Denominazione: Dipartimento di Scienze di Base e Applicate per l'Ingegneria – Sapienza Università di Roma
Natura giuridica: Ente di Ricerca
Codice fiscale: 80209930587 P. IVA: 02133771002
Sede legale: Via Antonio Scarpa 16, 00161 Roma
Legale rappresentante: ADALBERTO SCIUBBA
Referenti del progetto: Prof. Marco ROSSI, e-mail marco.rossi@uniroma1.it Dr. Mirko ROCCI, e-mail mirko.rocci@thalesalienaspace.com
<p><b>Curriculum dei Proponenti:</b></p> <p>Con oltre 700 anni di storia la Sapienza è la prima università in Europa. L'attività di ricerca scientifica alla Sapienza copre uno spettro estremamente ampio di discipline, raggiungendo livelli di eccellenza in molti ambiti, quali l'archeologia, la fisica e l'astrofisica, le scienze umanistiche e i beni culturali, l'ambiente, le nanotecnologie, la terapia cellulare e genica, il design, l'aerospazio, le scienze sociali ed economiche. Il Dipartimento SBAI nasce nel luglio 2010 dalla fusione di tre precedenti strutture: il Dip. MeMoMat, il Dip. di Energetica e la sede di Chimica del Dip. di Ingegneria Chimica Materiali Ambiente (ICMA). Queste tre anime si riflettono nelle competenze del Dipartimento nel suo complesso nei vari settori delle scienze fondamentali, sia teoriche che applicate. Esse costituiscono un ponte fra le scienze di base e le realizzazioni tecniche, impiegando principi fisici e chimici e metodi matematici per sviluppare nuove tecnologie. Rilevanti sono le attività teoriche e sperimentali che mirano a un avanzamento della conoscenza, fattore essenziale di stimolo a un ambiente scientifico che aspira all'eccellenza basata sulla qualità ed elemento indispensabile di ogni processo d'innovazione. La presenza contemporanea delle competenze di matematica, fisica e chimica dettagliate più sotto e di laboratori con dotazioni avanzate fanno del Dipartimento SBAI un centro di competenze importante (e, in alcuni casi, unico) per l'Università. SBAI ha dato un contributo essenziale sin dalla fase iniziale di progettazione è rappresentata dal corso di laurea magistrale interfacoltà in Ingegneria delle Nanotecnologie, in cui gli insegnamenti di chimica e fisica sono caratterizzanti. Inoltre SBAI contribuisce in modo essenziale sin dalla sua costituzione al Centro di Ricerca CNIS e al suo laboratorio di Nanoscienze e Nanotecnologie (SSN Lab) presso cui è installata strumentazione allo stato dell'arte e con caratteristiche di unicità nell'ambito sia della Sapienza sia territoriale. SBAI partecipa anche al Centro di Ricerca Hydro-Eco per lo studio dell'idrogeno e del suo impiego come vettore o fonte energetica, al Centro di Ricerca di Scienza e Tecnica per la Conservazione del Patrimonio Storico-Architettonico. Incardinato presso il Dipartimento SBAI, il Dottorato di Ricerca in Modelli Matematici per l'Ingegneria, Elettromagnetismo e Nanoscienze si propone di indirizzare e di formare giovani laureati alla ricerca di base e applicata in ambiti che richiedano specifiche competenze nei settori della matematica, dell'elettromagnetismo e della scienza dei materiali ed è articolato nel curriculum di Matematica per l'ingegneria, Elettromagnetismo e Scienza dei Materiali. Il Partner industriale, Thales-Alenia Space (TAS), società nata nel 2007 come Joint Venture tra il colosso francese Thales (67%) e la holding italiana Leonardo (33%) è la più grande produttrice di satelliti in Europa. La società, integra, testa e gestisce sistemi spaziali innovativi ad alta tecnologia per telecomunicazioni, navigazione, osservazione della Terra, gestione ambientale, ricerca scientifica e infrastrutture orbitali. Governi ed industrie private fanno affidamento su TAS per la progettazione di sistemi satellitari che provvedono, in ogni luogo ed in ogni momento, alla connessione ed al posizionamento, al monitoraggio del pianeta, all'incremento delle sue risorse e all'esplorazione del Sistema Solare ed oltre. TAS interpreta lo Spazio come un nuovo orizzonte e contribuisce a costruire una vita migliore e più sostenibile sulla Terra. TAS, insieme a Telespazio, formano una partnership strategica "Space Alliance", in grado di offrire un insieme completo di servizi.</p>



Cofinanziato  
dall'Unione europea



REGIONE  
LAZIO



FSE+  
FONDO SOCIALE  
EUROPEO PLUS  
2021-2027  
PR LAZIO

## Descrizione del progetto:

### Titolo:

Sviluppo di tecnologie abilitanti per PCB di nuova generazione e materiali/tape vetroceramici per applicazioni spaziali di frontiera (EnTechSpace)

Development of Enabling (Green) Technologies for new generation PCBs and glass-ceramic materials/tapes for cutting-edge Space applications (EnTechSpace)

### Descrizione del progetto:

Il progetto **EnTechSpace**, composto da **due macro aree complementari**, si propone di studiare e sviluppare metodologie e soluzioni innovative per la realizzazione di prototipi avanzati di Printed Board Circuits (PCB) ad elevato grado di integrazione e substrati ad alte prestazioni elettriche e termomeccaniche basati su materiali ceramici/tape vetroceramici per utilizzo in ambito spaziale.

L'idea nasce dalla necessità di soddisfare le sempre più sfidanti esigenze del mercato spaziale che assiste oggi ad un marcato incremento. Tale espansione è il risultato di un crescente interesse strategico verso lo Spazio manifestato non più solo da organizzazioni governative bensì anche da industrie private. Con il progressivo sviluppo ed implementazione di tecnologie abilitanti a costi progressivamente più accessibili e la possibilità via via più concreta di trasportare l'uomo in orbita, la nuova corsa allo Spazio è divenuta rapidamente un'opportunità geopolitica e di mercato non più ignorabile come in passato, almeno dai più grandi colossi commerciali globali e dalle più importanti agenzie spaziali. Se da un lato un simile contesto porta ad un considerevole aumento dei fatturati per le industrie operanti in campo spaziale, dall'altro, per rimanere competitivi, vi è la necessità di adeguare prontamente i prodotti alle esigenze delle nuove tipologie di clienti che puntano sempre al contenimento delle spese ed alla massimizzazione delle prestazioni. Diviene perciò fondamentale, anche da gruppi leader nel settore come TAS, investire in ricerca e sviluppo con l'obiettivo di offrire in maniera rapida ed efficiente soluzioni satellitari evolute e versatili, capaci di soddisfare le più sofisticate esigenze del mercato attuale ed emergente. Prodotti modulari, a basso costo ed elevato numero di produzione, con volumi e pesi ridotti, contenuti hardware/software capaci di coniugare affidabilità, sicurezza e performance al limite, sono alla base del nuovo modo di interpretare l'evoluzione del campo satellitare che, dal singolo (e costoso) satellite *polifunzionale* si orienta gradualmente verso formazioni/costellazioni composte da numeri, anche importanti, di mini/micro/nano satelliti caratterizzati da costi e payload contenuti, ma con tecnologie il più possibile tendenti allo stato dell'arte della microelettronica terrestre. Il raggiungimento di tali ambiziosi obiettivi mantenendo i bassi costi deve essere necessariamente subordinato all'esplorazione di nuovi paradigmi di progettazione e realizzazione di prodotti satellitari che tuttavia non possono essere privi di rischi. E' proprio in questa prospettiva, dunque, che rientra l'utilizzo di *Commercial-Off-the-Shelf (COTS)*, ovvero di componentistica specifica ad elevate prestazioni e comprovata affidabilità, non qualificata per uso spaziale, che è progettata, prodotta in serie e severamente testata, selezionata ed adoperata per applicazioni terrestri (es. automotive, avionica commerciale, ecc.) e che però, in linea di principio, non è specificamente pensata per resistere a condizioni peculiari quali esposizione a radiazioni cosmiche, ultra alto vuoto (UHV), shock meccanici e cicature termiche estreme. L'ibridizzazione di tecnologie spaziali con altre di distinta provenienza è pertanto un problema di enorme attualità e complessità, ancora irrisolto, che coinvolge ed interroga l'intera industria spaziale moderna, che tuttavia manifesta ancora molta prudenza e talvolta scetticismo a riguardo, anche in termini di implicazioni legate alla *cybersecurity* [1]. Le principali sfide nell'utilizzo dei COTS in ambito spaziale non riguardano unicamente l'aspetto legato alla loro affidabilità in ambienti estranei al dominio originario di utilizzo bensì anche quella dell'integrazione e matching dei materiali e delle tecnologie impiegate per il loro assemblaggio su supporti pensati e realizzati per applicazioni puramente spaziali [2]. Ne consegue un problema di carattere tecnologico non triviale in quanto,



Cofinanziato  
dall'Unione europea



REGIONE  
LAZIO



FSE+  
FONDO SOCIALE  
EUROPEO PLUS  
2021-2027  
PR LAZIO

da un lato, l'industria spaziale per ragioni di affidabilità continua a basare le proprie tecnologie di saldatura su leghe ad elevato contenuto di piombo (es. SnPb), dall'altro tutte le industrie al di fuori dell'ambito spaziale, a seguito delle recenti regolamentazioni e legislazioni vigenti via via più stringenti per la tutela della salute e dell'ambiente (es. RoSH, REACH), sono da anni costrette ad utilizzare leghe saldanti e finiture superficiali metalliche alternative *lead-free* (senza piombo). La deroga per lo Spazio a tali leggi che a tutt'oggi consente ancora l'utilizzo di leghe saldanti a base di piombo sembra però destinata ad avere vita breve. Conseguentemente, quello che oggi sembra essere poco più che un mero e dispendioso esercizio accademico (ricerca e sviluppo di leghe saldanti *lead-free* per l'implementazione di COTS ed oltre) a conti fatti si tradurrà in vantaggio competitivo rispetto ai diretti *competitors* quando la *lead-free transition* (LFT) verrà definitivamente imposta anche in campo spaziale.

E' proprio in tale contesto che, mediante la messa in campo delle più avanzate metodologie di progettazione e sviluppo di schede di circuiti stampati (PCB) e substrati realizzati con materiali innovativi oltre lo stato dell'arte e finiture metalliche/leghe saldanti *lead-free* performanti adatti all'integrazione dei componenti COTS, **EnTechSpace** assume un ruolo pionieristico e strategico che al tempo stesso è anche in grado di aprire definitivamente le porte alla *green transition* nel settore spaziale, che si concretizza anche attraverso l'attuazione della LFT.

La *spazializzazione* di tecnologie evolute quali PCB ad alta densità di interconnessioni (HDI), che oggi costituiscono lo stato dell'arte nella microelettronica terrestre, e substrati vetroceramici ad elevate prestazioni elettriche e termomeccaniche, fa sì che **EnTechSpace** si inquadri perfettamente nell'ambito dei progetti di sviluppo di nuove tecnologie abilitanti per lo Spazio a minor impatto ambientale, fortemente incoraggiato dalle più importanti agenzie spaziali e dalla Comunità Europea, anche attraverso imponenti programmi di finanziamento e cluster dedicati specificamente alle tecnologie spaziali (es. Horizon Europe-Pillar-II-CL4). L'utilizzo di PCB-HDI e substrati di materiali innovativi, di natura organica e non, conformi alle direttive RoHS e REACH e pertanto completamente privi di piombo, oltre a rendere i sistemi più compatti, versatili e capaci di integrare nuove funzionalità, rendono tali tecnologie intrinsecamente più ecosostenibili. È noto, infatti, che ad esempio l'uso leghe saldanti tradizionali a base di SnPb, pur se estremamente efficaci dal punto di vista dell'affidabilità dei montaggi, mal si coniugano con il rispetto dell'ecosistema nel suo complesso. A tal proposito, si sta affermando la tendenza ad un utilizzo ridotto di tali leghe a vantaggio di metodi alternativi, a basso impatto ambientale, tipicamente utilizzati nell'industria microelettronica, aerospaziale e automotive. L'applicazione dei metodi propri di queste industrie, ivi compreso l'uso di COTS, comporta tuttavia una serie di inconvenienti e rischi (temperature di fusione più elevate, *wiskering*, ecc.) che necessitano di essere approfonditi e mitigati in quanto rappresentano oggi il più concreto ostacolo alla loro implementazione in ambito spaziale [3]. Lo sviluppo di queste ed altre tecnologie abilitanti a basso impatto ambientale non può essere demandato ad aziende al di fuori dell'industria spaziale, in quanto, oltre a non essere direttamente interessate alla problematica specifica, spesso non sono in grado di sostenere finanziariamente ed infrastrutturalmente una ricerca di tale portata. In questo contesto appare cruciale il contributo che può venire dall'accademia e da grandi aziende, che fanno dello sviluppo di nuove tecnologie il loro punto di forza, e che sono quindi anche in grado di supportare più da vicino le piccole e medie aziende dell'indotto su cui si basa il sistema produttivo italiano. In particolare, il progetto **EnTechSpace** prevede di qualificare ed estendere le più moderne tecnologie microelettroniche per la realizzazione di unità elettroniche complesse (digitali ed a radiofrequenza) per applicazioni satellitari ad uso civile e militare. Avendo fra gli obiettivi quello di sostenere da vicino l'economia ed il progresso del territorio laziale e del suo tessuto industriale, lo sviluppo del progetto punterà a stimolare il più possibile il coinvolgimento delle piccole e medie imprese locali specializzate nel settore tecnologico (alcune delle quali sono già partner di TAS) per l'approvvigionamento materiali di base e l'opportuna lavorazione degli stessi, a seconda delle necessità identificate nella fase di Ricerca e Sviluppo (R&S). **EnTechSpace**, inoltre, avendo come punto di riferimento lo sviluppo PCB e substrati evoluti utili anche all'integrazione dei COTS a partire da tecnologie consolidate ed emergenti (es. *additive layer manufacturing* o ALM), si concentrerà in maniera puntuale allo studio sistematico di



laminati di base mediante caratterizzazione morfologica e strutturale a livello microscopico basata su tecniche di microscopia avanzata. È di fatto ben noto che la natura amorfa, (poli)cristallina e/o la o micro-nano strutturazione (superficiale o *bulk*) di un composto ne determina/influenza radicalmente le sue proprietà chimico-fisiche. Pertanto, il processo di caratterizzazione microscopica durante la fase di sviluppo di un determinato composto si rende indispensabile nel momento in cui vi sia la necessità di eseguire un'operazione di *tuning ad hoc* delle proprietà chimico-fisiche del materiale stesso, in modo da renderlo maggiormente performante o semplicemente più funzionale per l'utilizzo richiesto.

Ai fini della produzione di substrati ceramici non convenzionali ad elevate prestazioni per moduli spaziali operanti in radiofrequenza (RF) si sperimenteranno diverse strategie quali sintesi di composti (es. AlN) e sinterizzazioni a bassa e/o alta temperatura, a partire da materiali e catalizzatori conformi alle direttive/normative RoSH e REACH. I composti risultanti saranno sottoposti a caratterizzazione microscopica e testati dal punto di vista elettrico, termico e meccanico. Una volta raggiunti gli standard prestazionali desiderati, il processo di realizzazione del *green tape* (substrato) verrà complementato dall'inserimento, mediante stampa serigrafica, di interconnessioni metalliche basate su inchiostri convenzionali (es. Au, Cu, W, Mo) e potenzialmente rivoluzionari come il **grafene**. I *tapes* così ottenuti verranno infine laminati, sinterizzati e nuovamente testati, dando luogo ad una nuova generazione di *High Temperature Co-fired Ceramics* (HTCC, Fig.1), in grado di garantire prestazioni termiche fino a due ordini di grandezza superiori rispetto agli LTCC/HTCC convenzionali, senza compromettere le prestazioni in alta frequenza.

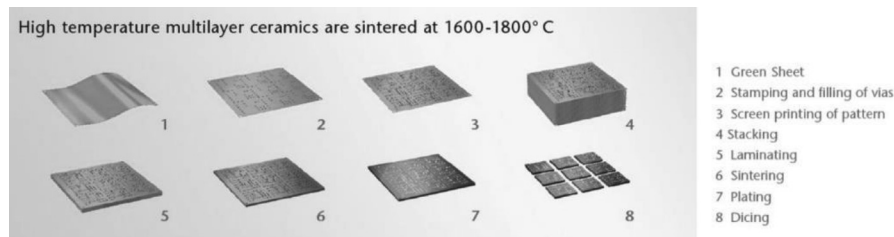


Figura 1 - Sequenza di realizzazione della tecnologia HTCC

Sul fronte dei PCB HDI di nuova generazione per applicazioni spaziali [4-6], si studieranno e confronteranno diverse strategie di realizzazione; in particolare si confronteranno, ove possibile, metodi convenzionali produzione con quelli più moderni di stampa 3D (ALM) [7-8]. Si prenderà spunto dallo stato dell'arte riguardante i PCB attualmente utilizzati in ambito microelettronico e automotive così come le leghe saldanti *lead free*, fondamentali per l'implementazione di componentistica COTS e la significativa riduzione dei costi e dell'impatto ambientale dei processi industriali spaziali. Nei PCB di nuova generazione ad uso spaziale verranno introdotte ed esplorate le principali tecnologie abilitanti da includere nella loro realizzazione come:

- Il *Clad*, in grado di favorire notevolmente la dissipazione di calore e la stabilità meccanica;
- l'*High Density Interconnect* (HDI) per PCB, soluzione in grado di: a) interconnettere verticalmente uno o più livelli del laminato mediante l'introduzione di opportuni microvias; b) di incrementare la densità delle interconnessioni superficiali (Fig.2). Ciò assicura al PCB elevate performance elettriche e maggior compattezza.

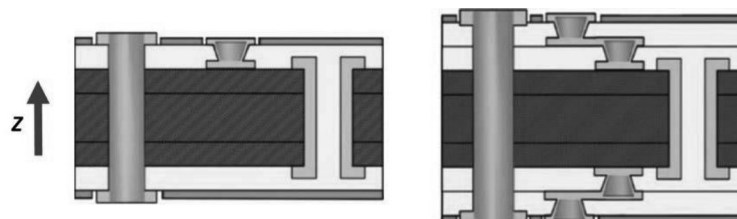


Figura 2 - Esempio schematico di PCB con tecnologia HDI. a) Config. (1+C+1); b) Config. (2+C+2).



Cofinanziato  
dall'Unione europea



REGIONE  
LAZIO



FSE+  
FONDO SOCIALE  
EUROPEO PLUS  
2021-2027  
PR LAZIO

Entrambe le tecnologie, ampiamente utilizzate nella realizzazione di smartphones, fotocamere, laptops, elettronica per automotive ed altri prodotti digitali, se introdotte in moduli RF e digitale satellitari, consentirebbero un significativo balzo in avanti in termini di prestazioni complessive, riduzione di *payload* e costi. Inoltre, lo studio ed il *testing* sistematico delle finiture metalliche convenzionali (es. ENIG, ENIS, ENEPIG, ecc.) ed innovative dei PCB consentirà di identificare e quindi di adottare un pattern di compatibilità fra i COTS, le leghe saldanti *lead free* e le finiture stesse, agevolando il processo di trasferibilità industriale. Anche in questo ambito risulterà determinante poter contare sul contributo scientifico dal mondo accademico e sull'analisi microscopica quantitativa, nelle diverse fasi di produzione dei *test vehicle* di qualifica. Collateralmente allo sviluppo di PCB spaziali di nuova generazione verrà predisposto anche uno studio di fattibilità e di esplorazione di nuove funzionalità introdotte dalla realizzazione mediante ALM di micro-packages per componenti microelettronici, capaci di poter essere a loro volta integrati in PCB convenzionali e non.

*Collegamento tra gli obiettivi del dottorato e i fabbisogni dell'impresa coinvolta:*

Il progetto **EnTechSpace** si inquadra perfettamente nell'ambito dell'innovazione delle tecnologie spaziali di frontiera a maggior **ecosostenibilità**, poiché prevede lo sviluppo di nuovi paradigmi e implementazione di soluzioni e componentistica già disponibili per il mercato microelettronico ad uso terrestre, che già da tempo è sottoposto a più severe restrizioni in termini di tutela dell'ambientale rispetto all'industria spaziale. In questo senso, un dottorato di tipo industriale rappresenta l'anello di congiunzione ideale tra mondo accademico e mondo produttivo, poiché permette lo sviluppo ed implementazione in ambito satellitare di nuovi materiali e tecnologie abilitanti, di caratterizzarne le proprietà, di testarne l'efficacia e qualificarne formalmente il loro utilizzo. La collaborazione con l'industria, oltre a mettere a disposizione del dottorando il *know-how* acquisito nelle aree di interesse e l'infrastruttura necessaria allo sviluppo del progetto, permetterà un continuo approvvigionamento di componentistica (COTS e spaziale standard) e materie prime lavorate e non da trasformare in substrati funzionali ad alto valore aggiunto tramite l'adeguamento di processi tecnologici già utilizzati e lo sviluppo di nuovi. L'azienda stessa, promuovendo e coordinando la collaborazione tra diverse realtà tecnologiche laziali, garantirà al dottorando la possibilità interagire ampiamente con esse. Ciò, oltre a portare all'azienda un beneficio immediato, comporterà anche ricadute economiche positive sulle imprese laziali della rete che l'azienda ha già creato e che se sarà in grado di espandere e dunque, in ultima analisi, potrà beneficiarne il territorio regionale in senso più ampio. Il dottorando, affiancato e supportato in ogni fase dai tutor di riferimento aziendali e universitari, si occuperà in prima persona della progettazione, sintesi e caratterizzazione delle tecnologie proposte e della loro eventuale qualifica per uso spaziale. Particolare cura verrà prestata nell'educare lo studente alla **rigorosa applicazione del metodo scientifico**. Queste tematiche si inseriscono armoniosamente tra gli obiettivi della Scuola di dottorato di ricerca in Modelli Matematici per l'Ingegneria, Elettromagnetismo e Nanoscienze, curriculum in Scienza dei Materiali, che ha come obiettivo la formazione di dottori di ricerca esperti nel campo dei nuovi materiali innovativi e nelle nanoscienze. L'attuale mercato del lavoro richiede sempre più figure altamente qualificate che, oltre a avere un'elevata specializzazione accademica, siano in grado di comprendere le esigenze del mondo produttivo e di riversare le proprie conoscenze teoriche in ambito prettamente applicativo. Al termine del proprio percorso di formazione, un dottore di ricerca in Modelli Matematici per l'Ingegneria, Elettromagnetismo e Nanoscienze, curriculum in Scienza dei Materiali, con dottorato di tipo industriale, sarà quindi perfettamente in grado di mettere la propria formazione a servizio delle necessità aziendali, anche presso realtà produttive di respiro internazionale. In questo contesto, Thales-Alenia Space SpA è una realtà aziendale le cui esigenze si sposano perfettamente con gli obiettivi del dottorato industriale del progetto **EnTechSpace**. TAS, nata come *joint venture* dei gruppi Thales e Leonardo, è un'azienda leader nel settore spaziale



Cofinanziato  
dall'Unione europea



REGIONE  
LAZIO



FONDO SOCIALE  
EUROPEO PLUS  
2021-2027  
PR LAZIO

che da sempre opera nell'ambito dello sviluppo, progettazione e vendita di sistemi satellitari basati sull'impiego di tecnologie tradizionali ed innovative.

La complessità e strategicità dei prodotti realizzati consentono a TAS di vantare profonde ed estese conoscenze e competenze in ambito ingegneristico, chimico-fisico e tecnologico. L'azienda, dunque, è continuamente interessata a promuovere una rete di collaborazione con le realtà produttive del settore secondario esistenti sul territorio regionale, che spesso godono di un potenziale ma che in via maggioritaria non dispongono di risorse necessarie né dell'adeguata consapevolezza di poter giocare un ruolo di rilievo nello sviluppo di soluzioni innovative per lo spazio. È, inoltre, da sottolineare il fatto che TAS, fra le decine di progetti di ricerca finanziati da enti nazionali (MIUR, ASI, regioni, ecc.) ed europei (ESA, European Council, ecc.), è **attualmente** coinvolta in progetti di elevato prestigio nazionale ed europeo. I più rilevanti per gli obiettivi di EnTechSpace sono:

1) **Horizon Europe** (nome: FOCUSING, budget: **2.7 M€**).

Grant n. 101082236 assegnato a metà del 2022, della durata complessiva di 3 anni, in cui TAS e gli altri partner (fra cui **un'altra impresa laziale oltre TAS**) avranno come obiettivo principale quello di esplorare e sfruttare **tecnologie alternative ed ecocostotenibili** verso il significativo miglioramento del l'attuale **tecnologia PCB HDI e montaggio superficiale (SMT)**, focalizzata – ma non limitata – al mercato spaziale.

2) **COTStoSpace**, finanziato dall'ASI.

Progetto nato per studiare, sviluppare e promuovere efficaci *Tecnologie e Processi abilitanti per l'uso di COTS in applicazioni Spaziali*, in cui TAS, insieme agli altri partner coinvolti (fra cui anche **un ateneo e un'altra impresa laziale oltre TAS**), svolge un intenso lavoro di progettazione realizzazione e test (elettrici, meccanici, ambientali e radiativi) su prototipi/dimostratori di sofisticati moduli satellitari RF e digitali basati su componentistica COTS e tecnologie di montaggio *lead free*, ponendosi dunque come punto di raccordo e interfaccia di comunicazione tra realtà tanto diverse per spirito, organizzazione e finalità.

In questo scenario, **EnTechSpace** da una parte costituisce uno straordinario anello di congiunzione strategico per i due progetti e dall'altro ne rappresenta la naturale proiezione ed evoluzione, **in cui le imprese laziali copriranno un ruolo fondamentale e di rilevanza internazionalmente riconosciuta.**

Infine, come dimostrano le numerose pubblicazioni scientifiche e partecipazione ad eventi di divulgazione, TAS è particolarmente attenta alla promozione di formazione e di disseminazione (mirata e condizionata) nell'ambito delle scienze e tecnologie emergenti. Ciò dimostra che l'azienda dispone di tutti gli elementi di rilievo per comprendere le necessità di uno studente e del suo percorso dottorale in termini di crescita culturale e diffusione di risultati scientifici in forma di partecipazione a conferenze, pubblicazioni e/o brevetti.

*Azioni previste e modalità di realizzazione:*

**EnTechSpace** prevede una serie di stadi successivi da realizzare nell'arco dei 3 anni del percorso di dottorato di ricerca. L'organizzazione modulare del progetto permetterà allo studente di lavorare per obiettivi specifici, in modo da poter ottenere risultati fruibili per l'azienda e che abbiano rilevanza scientifica fin dai primi mesi del proprio percorso di formazione tecnico-scientifica.

In particolare, l'attività, che è da considerarsi divisa in **due macro-temi distinti e complementari**, permetterà al dottorando di operare su due fronti di ricerca che possono essere in ogni caso considerati indipendenti. Trattandosi di un progetto industriale ambizioso, di carattere sperimentale, il **vantaggio formativo/operativo** di tale impostazione è duplice:

Da un lato permette al dottorando di gestire agilmente le proprie risorse temporali, sfruttando i tempi di attesa dell'una per operare direttamente in favore dell'altra ricerca. Dall'altro lato, oltre



Cofinanziato  
dall'Unione europea



REGIONE  
LAZIO



FONDO SOCIALE  
EUROPEO PLUS  
2021-2027  
PR LAZIO

ad una diversificazione delle conoscenze, un siffatto schema pone al riparo il dottorando dall'eventuale irrealizzabilità di uno dei due progetti, **garantendo così la massimizzazione delle chance di successo del programma di dottorato e di spendibilità sul mercato industriale**, in fase post-dottorale, del proprio *know-how* e abilità acquisite.

I due argomenti di tesi di dottorato riguardano lo sviluppo di tecnologie abilitanti di:

- materiali ceramici/*tape* vetroceramici innovativi;
- PCB di nuova generazione, compatibili con i COTS.

Nel primo caso, verranno progettati e realizzati dei veicoli dimostratori ceramici non-standard in HTCC. I substrati realizzati verranno successivamente caratterizzati morfologicamente e strutturalmente presso il CNIS e tecnologicamente presso lo stabilimento di produzione di TAS. L'obiettivo finale, che verrà perseguito attraverso un processo iterativo di un ciclo chiuso di *messa a punto-caratterizzazione-test*, è quello di arrivare alla realizzazione di un *tape* ceramico elettricamente e termicamente performante (principalmente per applicazioni RF), in grado di poter essere integrato come base per tecnologie di tipo HTCC qualificate o qualificabili per lo spazio.

Tale attività di R&S verrà supportata attivamente in ogni sua fase da enti di ricerca di fama internazionale.

Le azioni previste consentiranno allo studente di dottorato, opportunamente guidato da tutor accademici ed industriali, di:

- avviare uno studio di fattibilità di strutture ceramiche innovative (es. a base di AlN);
- seguire ed eseguire in prima persona la fase di caratterizzazione morfologica e strutturale (presso il CNIS);
- seguire ed eseguire in prima persona la fase di caratterizzazione elettrica, termica e meccanica (presso TAS);
- valutare complessivamente la qualità dei veicoli di test ottenuti;
- minimizzare/mitigare eventuali rischi di impatto ambientale dell'intero processo;
- reiterare il processo fino a completo raggiungimento dei requisiti prestazionali richiesti;
- valutare la compatibilità con le attuali *facilities* ed implementabilità dell'utilizzo dei *tape* ceramici e dei processi sviluppati e processi produttivi dell'azienda;
- qualificare le tecnologie secondo le specifiche ECSS in vigore per lo Spazio;
- preparare e sottoporre manoscritti scientifici, *proceedings* per conferenze e brevetti (nel rispetto della *policy* IPR stabilite da TAS e Sapienza).

In maniera analoga, le azioni previste per l'implementazione delle tecnologie abilitanti per PCB di nuova generazione per applicazioni spaziali permetteranno al dottorando di:

- apprendere e comprendere lo stato dell'arte e le principali differenze nelle tecnologie e problematiche riguardanti i PCB attualmente utilizzati in ambito microelettronico e spaziale così come delle leghe saldanti *lead free* e implementazione di componentistica COTS;
- studiare e definire, in maniera guidata, l'idoneità alla pre-valutazione una o più tecnologie abilitanti (HDI, metal *clad*, ecc.) e materiali innovativi per PCB da sottoporre a qualifica spaziale;
- studiare e definire il tipo di finitura metallica dei componenti e dei PCB compatibilmente con l'implementazione di COTS;
- studiare e definire le tipologie e metodologie di leghe saldanti *lead free* da utilizzare per i montaggi (prendendo spunto dall'automotive);
- seguire attivamente le fasi di progettazione e realizzazione di PCB di diversi materiali in configurazione multistrato rigido, rigido-flex, sia internamente che esternamente a TAS, presso aziende collaboratrici;
- partecipare allo sviluppo e realizzazione di PCB realizzati con tecnologia ALM;
- caratterizzare i prototipi realizzati mediante microscopia avanzata (presso il CNIS);



Cofinanziato  
dall'Unione europea



REGIONE  
LAZIO



FONDO SOCIALE  
EUROPEO PLUS  
2021-2027  
PR LAZIO

- predisporre e seguire un piano di montaggio dei componenti spaziali convenzionali e COTS su PCB standard e sperimentali (anche realizzati in ALM), utilizzando leghe saldanti *lead free* (es. SAC305, SAC307, ecc...);
- supervisionare la campagna di test di validazione ambientali, meccanici ed elettrici dei test *vehicles* risultanti;
- stabilire e condurre un piano di qualifica delle eventuali tecnologie abilitanti risultate idonee alle applicazioni satellitari richieste;
- redigere e sottoporre pubblicazioni scientifiche, proceedings per conferenze e brevetti (nel rispetto della *policy* IPR stabilite da TAS e Sapienza).

Tutte le fasi del progetto saranno portate avanti dallo studente di dottorato grazie al supporto e alla costante collaborazione del personale docente del CNIS-La Sapienza e dello staff di TAS. In particolare, il dottorando avrà delle figure di riferimento nelle persone del docente tutor accademico e del coach industriale e potrà avvalersi anche del sostegno di altre figure che contribuiranno in maniera attiva alla sua formazione e allo sviluppo del progetto. Il Dipartimento di Scienze di Base e Applicate per l'Ingegneria contribuirà ad affrontare gli aspetti chimico-fisici di sintesi e funzionalizzazione dei materiali, nonché della loro micro e nano-caratterizzazione mediante tecniche di:

- microscopia elettronica (in trasmissione ed a scansione);
- microscopia a sonda (a forza atomica e ad effetto tunnel);
- diffrazione e nano-tomografia 3D a raggi X;
- ed altre tecniche avanzate di caratterizzazione fisica fino alla nanoscala.

In questo contesto, il dottorando verrà guidato nell'applicazione ed accrescimento delle conoscenze e ricette acquisite/sviluppate in oltre un decennio di studi sui materiali ceramici avanzati (es. AlN), sull'utilizzo del background aziendale ai fini dello sviluppo di PCB HDI per lo spazio e per l'esplorazione dell'utilizzo di tecniche di stampa 3D ai fini della produzione di elementi strutturati come PCB. Per gli aspetti di caratterizzazione, lo studente sarà formato e potrà avere accesso a tutte le strumentazioni e le *facilities* necessarie presso i laboratori del Centro di ricerche per le Nanotecnologie per l'Ingegneria di Sapienza Università di Roma (CNIS). TAS metterà a disposizione il proprio *know-how* frutto di anni esperienza spesi nei diversi progetti di R&S portati avanti dal dipartimento di tecnologie nell'ambito della progettazione e realizzazione di unità satellitari digitali e RF basate su substrati ceramici di nuova generazione, PCB-HDI *multivias*, rigido, rigido-flex, allo stato dell'arte e valutazione del potenziale introdotto dall'utilizzo di moderne tecniche di fabbricazione di PCB e/o micro-packages plastici, come l'ALM. L'azienda, altresì, fornirà alla dello studente di dottorato le proprie competenze nell'ambito del *networking*, provvedendo a coinvolgere e coordinare aziende tecnologiche laziali per il *procurement*, l'identificazione e la selezione dei prodotti da utilizzare come materiale e/o componentistica di partenza per la realizzazione del progetto. In ogni attività prevista da **EnTechSpace**, lo studente verrà formato sia dal punto di vista teorico che applicativo, in modo tale che possa acquisire le competenze e l'autonomia necessarie a portare avanti il progetto con crescenti capacità, consapevolezza e spirito critico.

*Metodologie applicate e risultati attesi:*

Per lo sviluppo di EnTechSpace sarà necessario impiegare un ampio spettro di tecniche specifiche di studio, *co-engineering*, realizzazione, caratterizzazione e di assemblaggio.

In particolare, per il modulo del progetto riguardante la sintesi di strutture ceramiche innovative, si partirà dai materiali di base, dalle conoscenze pregresse (anni di R&D sull'argomento) ed infrastruttura esistente in TAS (locali, attrezzatura, forni, ecc.). Si punterà, quindi, ad ottenere un prototipo di tape ceramico tramite approccio chimico-fisico. La fase successiva sarà quella di caratterizzazione microanalitica completa. Questo permetterà in particolare di soffermarsi su





Cofinanziato  
dall'Unione europea



REGIONE  
LAZIO



proprietà specifiche del materiale, quali quelle morfologiche, chimiche, elettriche e meccaniche sino alla micro e nanoscala. Più specificatamente, oltre alle tecniche classiche di caratterizzazione di materiali, sarà necessario utilizzare tecniche di microscopia elettronica a trasmissione ed a scansione (SEM, TEM), nonché tecniche di microscopia tomografica 3D avanzata (XRM) ed a scansione di sonda (AFM, C-AFM, ecc.). I risultati verranno analizzati ed utilizzati come riferimento per reiterare il processo di sintesi al fine di migliorare il prototipo e portarlo ad un livello capace di soddisfare il target prestazionale richiesto. Una volta ottenuto il *tape* desiderato, si procederà alla studio di fattibilità della realizzazione di HTCC per applicazioni RF ad elevate prestazioni in moduli ibridi per uso spaziale. In caso di successo, il prodotto ottenuto verrà sottoposto a campagna di qualifica, secondo specifiche ECSS, per poter essere definitivamente introdotto nelle linee di produzione di TAS. In maniera completamente analoga verrà considerato lo sviluppo dei PCB di nuova generazione e lo studio/test di implementabilità della componentistica COTS.

Entrambi gli obiettivi formativo-tecnologici di EnTechSpace contemplano intrinsecamente una maggior attenzione verso le problematiche ambientali. Infatti, l'introduzione di COTS, di leghe saldanti senza piombo, di *tape* vetroceramici a partire da materiali base a minor impatto ambientale e di tecnologie abilitanti come l'ALM per la fabbricazione di PCB evoluti, di per sé costituiscono azioni in grado di promuovere ed anticipare proattivamente la green transition anche in campo spaziale.

In termini di innovatività, il **risultato principale di EnTechSpace sarà lo sviluppo di un set di tecnologie abilitanti per lo spazio capaci di rivoluzionare il modo attuale di concepire e realizzare moduli RF e digitali, incrementandone le prestazioni e diminuendo al contempo *payload*, costi ed impatto ambientale tanto sulla Terra (processi produttivi più ecosostenibili e lanci meno onerosi in termini di propellente) che nello Spazio** (*payload* ridotti si traducono in minori potenziali detriti spaziali, noti come space debris).

È importante sottolineare che tutti gli *step* operativi prevedono un interscambio continuo fra il mondo accademico ed aziendale, sia interno a TAS che esterno (aziende laziali collaboratrici), il che rende il progetto un *laboratorio* ideale per un completo sviluppo di un dottorato industriale di eccellenza.

*Nessi logici tra i contenuti della proposta e i suoi obiettivi e il cronoprogramma:*

Il progetto EnTechSpace è organizzato in diverse fasi con impostazione di tipo modulare. Le azioni o *task*, da svolgersi in successione, avranno la durata complessiva di 3 anni. Il dottorando, al netto della formazione accademica obbligatoria, svolgerà le proprie attività principalmente nelle sedi:

- TAS-Roma per la fase di progetto e TAS-L'Aquila per le fasi di produzione, assemblaggio, sperimentazione, test e qualifiche.
- del laboratorio del Dipartimento di Scienze di Base e Applicate per l'Ingegneria e presso il Centro di Ricerca per le Nanotecnologie applicate all'Ingegneria della Sapienza (SSN lab), dove avrà accesso a una serie di strumentazioni e *facilities* allo stato dell'arte che permettono una caratterizzazione completa dei materiali preparati.

Il carico di lavoro sarà distribuito in modo tale che lo studente abbia la possibilità di svolgere le proprie attività in azienda in misura non inferiore al 50% del tempo totale a disposizione.

I due principali obiettivi riguardano lo sviluppo di:

- materiali ceramici/*tape* vetroceramici innovativi (*Ob.1*)
- tecnologie abilitanti per PCB di nuova generazione, compatibile con componentistica COTS (*Ob.2*)

Da un punto di vista del cronoprogramma, una volta stabilita la rete opportuna di aziende



tecnologiche interessate a fornire materiali e supporto tecnologico/manifatturiero, si provvederà al coordinamento delle azioni da svolgere in sequenza.

In uno schema preliminare di carattere generale, il progetto è così proposto e ripartito:

<b>Obiettivo 1: Materiali ceramici/tape vetroceramici innovativi</b>	
<i>Task 1</i>	Studio letteratura, approfondimento stato dell'arte sui materiali esistenti, processi industriali utilizzati, tecnologie LTCC e HTCC e processi sperimentali.
<i>Task 2</i>	Progettazione e Realizzazione di veicoli basati su tecnologia ceramica in HTCC
<i>Task 3</i>	Caratterizzazione completa, secondo necessità, dei prototipi ceramici (presso CNIS e TAS).
<i>Task 4</i>	Qualifica delle tecnologie risultanti secondo le specifiche ECSS.
<i>Task 5</i>	Preparazione di report, manoscritti scientifici, proceedings per conferenza, brevetti ed altri deliverables.
<i>Milestone 1</i>	Design substrato ceramico/tape ad elevate prestazioni elettriche e termomeccaniche.
<i>Milestone 2</i>	Prototipo di HTCC ad elevate prestazioni.
<i>Milestone 3</i>	Qualifica tecnologica della nuova tecnologia HTCC.

<b>Obiettivo 2: Tecnologie abilitanti per PCB di nuova generazione compatibile con i COTS</b>	
<i>Task 1</i>	Studio letteratura, approfondimento stato dell'arte dei PCB, materiali utilizzati, finiture metalliche, tecnologie implementate (HDI, clad, ecc.), tecnologie sperimentali di realizzazione (es. ALM), leghe saldanti lead free, COTS in applicazioni spaziali.
<i>Task 2</i>	Co-engineering e realizzazione di: <ul style="list-style-type: none"> <li>- prototipi PCB (per applicazioni RF e digitali) di diversi materiali in configurazione multistrato rigido, rigido-flex;</li> <li>- montaggi basati su leghe lead free (es. SAC305, SAC307) e test di integrazione on board di componenti COTS.</li> </ul>
<i>Task 3</i>	Partecipare allo sviluppo e realizzazione di PCB e realizzati in ALM
<i>Task 4</i>	Caratterizzazione completa, secondo necessità, dei prototipi (presso CNIS e TAS).
<i>Task 5</i>	Qualifica delle tecnologie risultanti secondo le specifiche ECSS.
<i>Task 6</i>	Preparazione di report, manoscritti scientifici, proceedings per conferenza, brevetti ed altri deliverables.
<i>Milestone 1</i>	Prototipo di PCB rigido e/o rigido flex innovativo, ad elevate prestazioni elettriche e termomeccaniche.
<i>Milestone 2</i>	Prototipo di PCB e/o micro-package plastico realizzato in ALM.
<i>Milestone 3</i>	Qualifica tecnologica delle eventuali nuove tecnologie di PCB (In ALM e non) e/o micro-package.

		<i>I anno</i>	<i>II anno</i>	<i>III anno</i>
<b>Obiettivo 1</b>	<i>T1</i>	■		
	<i>T2</i>	■	■	
	<i>T3</i>	■	■	■
	<i>T4</i>			■
	<i>T5</i>		■	■
	<i>M1</i>		■	
	<i>M2</i>			■
	<i>M3</i>			■
<b>Obiettivo 2</b>	<i>T1</i>	■		
	<i>T2</i>	■	■	
	<i>T3</i>	■	■	■
	<i>T4</i>		■	■
	<i>T5</i>			■
	<i>T6</i>		■	■
	<i>M1</i>		■	
	<i>M2</i>			■



Cofinanziato  
dall'Unione europea



REGIONE  
LAZIO



	M3											
--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tabella 1 - Gantt Chart di EnTechSpace

Nel corso di tutte le fasi del lavoro, sarà fondamentale una stretta sinergia tra accademia e industria, che collaboreranno costantemente in modo tale da garantire al dottorando formazione e progressi nell'attività sperimentale. Il cronoprogramma qui brevemente descritto dovrà necessariamente essere adattato in base alle eventuali difficoltà sperimentali.

Coerenza esterna:

*Diagnosi dei fabbisogni cui risponde il progetto:*

**EnTechSpace** ha come obiettivo lo sviluppo di tecnologie e abilitanti quali substrati ceramici innovativi, PCB avanzati e metodologie ultramoderne come l'ALM da utilizzare come nuovi paradigmi per le più moderne applicazioni spaziali di frontiera. L'intero progetto, in grado di agire su tre fronti chiave per la progettazione e realizzazione di unità satellitari RF e digitali oltre lo stato dell'arte, costituisce un'opportunità fondamentale per il potenziamento del settore spaziale laziale ed del suo indotto locale. La possibilità di abilitare, orientare ed inglobare tecnologie consolidate in altri settori (microelettronica convenzionale, automotive, ecc.) oltre ad un contenimento dei costi ed incremento di competitività dell'industria spaziale laziale comporta anche un vantaggio complessivo in termini di ecosostenibilità, in quanto è noto che, dovuto alla sua strategicità, il settore spaziale è da sempre stato meno soggetto a restrizioni.

*Coerenza della proposta progettuale rispetto alle finalità del programma operativo e ai principi guida:*

La proposta progettuale EnTechSpace è volta a promuovere lo sviluppo di uno dei punti cardine della transizione tecnologica satellitare, trasformando processi produttivi spaziali ordinari in processi a più elevato valore ecosostenibile, capace di ampliare la platea dell'indotto industriale laziale con l'intento di costituire un riferimento pionieristico per l'intero settore. Il progetto costituisce il connubio perfetto con i progetti FOCUSING di Horizon Europe e COTStoSpace di ASI, attualmente in corso, e ne rappresenta la loro naturale e desiderabile evoluzione. Nell'ambito del progetto EnTechSpace, TAS svolgerà una intensa attività di networking per individuare e coinvolgere altre aziende tecnologiche laziali idonee ed interessate a fornire: materiali, componentistica COTS e non, lavorazioni, supporto alla produzione di PCB-HDI e prodotti di supporto realizzati anche con tecniche di ALM.

I risultati attesi hanno l'obiettivo di:

- (i) esplorare e possibilmente introdurre tecnologie abilitanti innovative in campo satellitare quali:
  - substrati ceramici avanzati
  - PCB HDI multistrato rigido, rigido-flex e evoluti realizzati anche in ALM
 ai fini della produzione di *boards* performanti per moduli digitali e RF.
- (ii) contribuire all'implementazione definitiva di tecnologie di montaggio *lead free* in modo da:
  - facilitare aspetti finora ritenuti critici per l'integrazione di componentistica COTS
  - promuovere ed anticipare la *green transition* anche in campo spaziale.

Innovatività:

Il progetto **EnTechSpace** permetterà di portare a livello applicativo nella realtà industriale satellitare laziale una serie di innovazioni nell'ambito di tecnologie performanti ed affidabili per la produzione di moduli digitali e RF abilitati per lo Spazio, fino ad ora sviluppate anche internamente a TAS ma essenzialmente rimaste a livello di *proof of principle*. Per realizzare questo salto di qualità si farà uso di un approccio di tipo multidisciplinare, che prevede l'applicazione sinergica di una serie di metodologie tecniche scientifiche ed industriali. In particolare, si partirà dalla formazione



Cofinanziato  
dall'Unione europea



REGIONE  
LAZIO



FONDO SOCIALE  
EUROPEO PLUS  
2021-2027  
PR LAZIO

di una rete di aziende tecnologiche e manifatturiere già inserite o potenzialmente attratte dallo sviluppo e realizzazione di prodotti e soluzioni di interesse per lo Spazio. Pertanto, si utilizzeranno ed esploreranno:

1. Metodi chimici di sintesi e sinterizzazione di materiali ceramici di frontiera da utilizzare come *tape*/substrati;
2. Tecniche di caratterizzazione di materiali allo stato dell'arte basate su microscopia elettronica, a raggi-X e a scansione di sonda (XRM, SEM, EDX, TEM, AFM, ecc.);
3. Metodi di lavorazione avanzati come l'ALM per la realizzazione di PCB innovativi da implementare in moduli satellitari;
4. Approcci innovativi per la fabbricazione di PCB HDI e sostituzione di leghe saldanti SnPb con leghe *lead free* in ambito spaziale (promozione della transizione *green*).

Il progetto, infine, permetterà di sviluppare ed applicare i principi propri dell'economia di indotto, in quanto si prevede di coinvolgere e valorizzare proattivamente il più possibile le aziende tecnologiche del territorio laziale mediante l'acquisizione presso le stesse di materiali di base, lavorazioni e altri prodotti, permettendo così una serie di ricadute economiche positive per il territorio ed il suo sviluppo.

Priorità:

Thales-Alenia Space, multinazionale leader nel suo settore, conta su 40 anni di esperienza e una diversità unica di competenze, talenti e culture. Gli specialisti TAS progettano e forniscono sofisticate soluzioni ad elevatissimo contenuto tecnologico per le telecomunicazioni, la navigazione, l'osservazione della Terra, la gestione ambientale, l'esplorazione, la scienza e le infrastrutture orbitali. Come dimostrano le numerose pubblicazioni scientifiche e brevetti depositati, sin dagli esordi TAS investe in tecnologie di punta e ricerca applicata. La scelta di investire nello sviluppo di tecnologie avanzate per applicazioni satellitari deriva dalla forte convinzione che lo Spazio, oggi più di ieri, rappresenti uno dei massimi settori strategici di difesa, osservazione e sviluppo per l'intero genere umano e delle attività antropiche dentro e fuori il pianeta Terra. Proporre continuamente nuove soluzioni spaziali (civili e militari) all'avanguardia e migliorare quelle esistenti è pertanto un *passé-partout* imprescindibile per affrontare e risolvere le maggiori sfide della società moderna. In tale contesto, la Regione Lazio vanta ruolo di assoluto rilievo nel panorama nazionale ed europeo, grazie alla presenza di un numero consistente di industrie tecnologiche (piccole, medie e grandi) e ad imprese esse connesse, sia in maniera diretta che indiretta. Condizioni che costituiscono terreno fertile per uno sviluppo sinergico e strategico del territorio.

Lo studio di nuovi materiali, metodologie di produzione e tecnologie di eccellenza per lo spazio oltre ad estendere ulteriormente e rafforzare la competitività in ambito aerospaziale da parte della Regione Lazio, contribuirebbe significativamente all'accrescimento dell'indotto locale/filiera a favore di start-up, piccole e medie aziende ad elevata capacità tecnologica per la fornitura di materiali, lavorazioni e prodotti ad elevato valore aggiunto. Processi virtuosi come quelli rappresentati comporterebbero un inevitabile ed auspicabile aumento della capacità da parte della Regione Lazio di captare nuovi talenti da ogni parte del globo; condizione che si tradurrebbe, a medio termine, in un vantaggio concreto per il territorio regionale in termini di internazionalizzazione e integrazione anche in chiave scientifico-tecnologica.

Gli obiettivi descritti, inoltre, incarnano, interpretano ed in parte estendono le analisi e gli obiettivi strategici di recupero e sviluppo contenuti nel piano denominato "Smart Specialisation Strategy (S3)" della Regione Lazio.

Sul fronte accademico, il Dipartimento di Scienze di Base Applicate all'Ingegneria di Sapienza Università di Roma sarà in grado di garantire allo studente di dottorato tutto il supporto necessario alla fase di progettazione e sviluppo delle tecnologie proposte grazie alla propria



Cofinanziato  
dall'Unione europea



REGIONE  
LAZIO



FONDO SOCIALE  
EUROPEO PLUS  
2021-2027  
PR LAZIO

esperienza e alle proprie strumentazioni.

*(Partenariato rilevante, altri attori del territorio e/o del settore di riferimento per l'integrazione tra sistemi, da verificare in relazione alla qualità del coinvolgimento dei partner progettuali in termini organizzativi, gestionali e di apporto concreto alle finalità del progetto)*

Thales Alenia Space è una Joint Venture tra Thales (67%) e Leonardo (33%). TAS collabora inoltre con Telespazio per formare la "Space Alliance" delle società madri, che offre una gamma completa di servizi e soluzioni. Combinando 40 anni di esperienza e una diversità unica di competenze, talenti e culture, gli esperti TAS progettare sono in grado di fornire soluzioni ad alta tecnologia per telecomunicazioni, navigazione, osservazione della Terra, gestione ambientale, esplorazione, scienza e infrastrutture orbitali. I prodotti e servizi all'avanguardia di TAS soddisfano le esigenze dei clienti commerciali e governativi di tutto il mondo, che abbracciano i mercati dello spazio, della difesa e della sicurezza. I satelliti ed i payloads di TAS sono riconosciuti in tutto il mondo come punti di riferimento nella fornitura di servizi di comunicazione e navigazione, nel monitoraggio del nostro ambiente e degli oceani, nella migliore comprensione dei cambiamenti climatici e nel supporto della ricerca scientifica. Oggi TAS è uno dei principali fornitori della Stazione Spaziale Internazionale e un attore fondamentale nei sistemi per l'esplorazione dell'universo.

TAS ha registrato un fatturato consolidato di circa 1,85 miliardi di euro nel 2020 e conta circa 7.700 dipendenti. TAS è presente in 10 paesi con 17 siti in Europa e uno stabilimento negli Stati Uniti.

La struttura di TAS è riassumibile come segue:

- Prime contractor e integrazione dei sistemi di telecomunicazione end-to-end
- Prime contractor per i sistemi di terra di navigazione e telecomunicazioni
- Produzione, integrazione e test di payload (telecom e radar)
- Controllo a terra e centri di missione
- Prodotti e servizi del segmento di terra
- Apparecchiature elettroniche per il segmento spaziale

Il Centro di Competenza Elettronica di TAS Italy è dedicato allo sviluppo di Apparecchiature per Sistema Radar Elettronico per l'Osservazione della Terra, Unità RF per Payload Telecom, Sistemi TT&C per Piattaforma il cui centro di progettazione è Roma, Memorie di massa per l'Osservazione della Terra e Piattaforme Computer per la Navigazione per cui il Design Center è Milano. L'Aquila all'interno del CCEL Italia è il sito industriale, dove tutte le unità elettroniche sono sviluppate tecnologicamente, ingegnerizzate e successivamente realizzate integrate e testate prima della consegna. L'Impianto (completamente ricostruito dopo il sisma del 2009, ed inaugurato nel 2013) è stato progettato secondo la filosofia Lean, e lungo tutte le linee di produzione (due principali linee tecnologiche SMT & Hybrid MHC entrambe Qualificate ESA e omologate PID ESA) hanno adottato la metodologia Lean e Q6 come metodologia di miglioramento continuo. Lo Sviluppo Tecnologico (R&D&T) e la Qualificazione è un altro importante tema centrato a L'Aquila, insieme a tutte le esigenze espresse dalle Linee di Prodotto e dalle Linee di Business e successivamente declinate in Produzione, secondo Percorso Industriale e Sistema Qualità, garantendo una coerenza nel futuro sviluppo del prodotto.

Referenze

[1] Nussbaum, Brian, and George Berg. "Cybersecurity implications of commercial off the shelf (COTS) equipment in space infrastructure." *Space infrastructures: From risk to resilience governance* (2020): 91-99.

[2] Estela, Jaime. "COTS and the NewSpace." *Radiation Effects on Integrated Circuits and Systems for Space Applications*. Springer, Cham, 2019. 329-346.

[3] Çal, Barış. "Lead-Free Soldering Risks and Reliability Problems in Space Electronics." *2019 3rd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)*. IEEE, 2019.

[4] Birch, Bill, et al. "Reliability testing of multiple level microvia structures following exposure to lead-free assembly." 2017.

[5] Bakhshi, Roozbeh, Michael H. Azarian, and Michael G. Pecht. "Effects of voiding on the degradation of microvias in high density interconnect printed circuit boards under thermomechanical stresses." *IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology* 4.8 (2014): 1374-1379.



Cofinanziato  
dall'Unione europea



REGIONE  
LAZIO



- [6] Cauwe, Maarten, et al. "Challenges in introducing high-density interconnect technology in printed circuit boards for space applications." *CEAS Space Journal* (2021): 1-12.
- [7] Gutierrez, Cassie, et al. "Cubesat fabrication through additive manufacturing and micro-dispensing." *International Symposium on Microelectronics*. Vol. 2011. No. 1. International Microelectronics Assembly and Packaging Society, 2011.
- [8] Paek, Sung Wook, Sivagaminathan Balasubramanian, and David Stupples. "Composites Additive Manufacturing for Space Applications: A Review." *Materials* 15.13 (2022): 4709.

*(Dottorati di innovazione per le imprese affettanti ai settori correlati con progetti specifici relativi alla ricostruzione post-sisma, al rischio sismico, alla prevenzione di eventi sismici)*

I sistemi satellitari di TAS da sempre svolgono un ruolo chiave anche nel campo dell'osservazione della Terra o *Earth Observation* (OT). Fra i vari ambiti coperti dall'OT, di rilievo sono quelli dedicati allo studio dei rischi naturali e di quelli indotti dalle attività dell'uomo (alluvioni, frane, incendi, rischio sismico, rischio vulcanico, qualità dell'aria, inquinamento da idrocarburi sul mare, gestione delle coste).

A riprova dell'impegno concreto di TAS in merito alle rilevazioni anche del **rischio sismico**, TAS ed altri partner italiani ed europei nel 2018 sono stati premiati con un grant europeo **Horizon2020** da **2.8 M€** per il progetto **ATOS** (Advanced Technological Solutions for X-band Earth Observation Systems).

Pertanto, anche se non diretta competenza di EnTechSpace, ogni tecnologia abilitante validata dal presente progetto sarebbe direttamente ed immediatamente implementabile anche in sistemi satellitari per l'intero ramo di OT.