




Centro Italiano Ricerche Aerospaziali





**Data di nascita:** 9 luglio 1984

**Sede:** Capua (Caserta)

**Estensione area:** circa 160 ettari

**Assetto societario:** Società consortile per azioni a maggioranza pubblica, con la partecipazione di ASI (socio di riferimento), CNR, Regione Campania e aziende aerospaziali italiane

**Risorse umane:** 370 dipendenti, di cui il 70 per cento costituito da ricercatori e tecnici

**Missione:** lo Stato italiano ha affidato al CIRA l'attuazione del PRO.R.A., il Programma Nazionale di Ricerche Aerospaziali, che prevede la realizzazione e la gestione di laboratori di ricerca e impianti di prova all'avanguardia, lo svolgimento di attività di ricerca e sviluppo tecnologico anche attraverso la partecipazione a programmi europei ed internazionali, la diffusione della conoscenza aeronautica e spaziale.

**Risorse economiche:** Lo Stato Italiano finanzia il PRO.R.A. (DM 305/98) con: un contributo complessivo pari a circa 420 milioni di euro per la realizzazione di opere, laboratori e impianti di ricerca; un contributo annuo per la gestione del Centro ed il finanziamento di progetti di ricerca strategici. A questi finanziamenti si aggiungono ricavi generati dai contratti di ricerca e servizi di sperimentazione che il CIRA sviluppa per terzi o derivanti da altre fonti.



Il **CIRA, Centro Italiano Ricerche Aerospaziali**, ha iniziato la sua attività poco più di trenta anni fa. Oggi dispone di impianti di prova che vengono utilizzati da enti e industrie di tutto il mondo, di laboratori all'avanguardia, ma soprattutto di ricercatori le cui competenze contribuiscono a fare del CIRA un centro di eccellenza riconosciuto e apprezzato a livello internazionale.

L'attività del Centro riguarda le tematiche più avanzate della ricerca aeronautica e spaziale. Ricercatori e tecnici sono impegnati nello studio di velivoli aeronautici e spaziali in grado di volare in modo autonomo e a velocità elevatissime, nella messa a punto di sistemi innovativi per ridurre l'impatto ambientale dei

velivoli, aumentare la sicurezza del volo, rendere più efficiente la gestione del traffico aereo e disporre di collaudati sistemi di rientro e atterraggio, persino su Marte.

Il CIRA partecipa ai principali programmi di ricerca europei e internazionali e collabora con i maggiori enti e le più grandi industrie aeronautiche e dello spazio: dalla Boeing ad Airbus, dalla NASA all'Agenzia Spaziale Europea.



## **5 AERONAUTICA**

I velivoli senza pilota  
Nel tunnel del ghiaccio  
Aerei ed elicotteri per cieli puliti  
Prove di impatto al suolo

## **13 ACCESSO ALLO SPAZIO**

I laboratori volanti Castore e Polluce  
IXV nello spazio e ritorno  
Il velivolo spaziale che atterra su pista  
Nuovi materiali per altissime temperature  
Il Plasma Wind Tunnel più grande del mondo  
Il Laboratorio di Qualifica Spaziale

## **22 PROPULSIONE AEROSPAZIALE**

Motori a razzo spinti da ossigeno e metano  
Il motore ibrido raddoppia i vantaggi  
Propulsione per aerei ipersonici e trans-atmosferici  
Il motore diesel per volare alti  
Un motore stampato in 3D  
Propulsione elettrica

## **27 L' AEROSPAZIO A TUTELA DELL' AMBIENTE**

Dati intelligenti per salvare l'ambiente  
Previsioni meteo ad alta risoluzione

## **29 CIRA E I GIOVANI - CIRA PARTNER DELLE AZIENDE**

## **30 OLTRE 30 ANNI DI CAMMINO NELL'ORBITA DELLA SCIENZA**

# AERONAUTICA



## IVELIVOLI SENZA PILOTA

*I velivoli senza pilota sono usati prevalentemente in ambito militare, ma il loro impiego si sta diffondendo sempre di più anche nel settore civile. Per questo sono necessarie nuove tecnologie che rendano questi velivoli altrettanto sicuri quanto gli aerei con pilota a bordo. È ciò che si sta sperimentando nei laboratori del CIRA.*

## Tecnologie per il volo automatico

Il CIRA ha messo a punto un sistema di volo sicuro senza pilota usando il laboratorio volante FLARE, un aereo monomotore opportunamente modificato ed equipaggiato con una strumentazione progettata per consentire il volo automatico e autonomo del velivolo. Le tecnologie sviluppate dal CIRA rendono possibile pianificare e controllare automaticamente una intera missione di volo, dal decollo all'atterraggio, comprese le manovre anticollisione e le modifiche online del piano di volo.

Per evitare collisioni con altri aerei, il CIRA ha sviluppato un sistema originale che integra sensori, radar, telecamere e strumenti di

localizzazione satellitare ADS-B. Grazie alle capacità acquisite con lo sviluppo e la sperimentazione di questo sistema, il Centro è stato chiamato a partecipare, accanto ad altre imprese di tutta Europa, al progetto MIDCAS (Mid Air Collision Avoidance System) dell'Agenzia per la Difesa dell'Unione Europea. Ma le tecnologie sviluppate dal CIRA in questo settore non vengono utilizzate soltanto nella costruzione degli aerei senza pilota: il loro impiego serve anche a rendere più sicuri i voli dell'aviazione generale, settore industriale nel quale le imprese italiane sono tra i leader mondiali.

## **Prove di volo**

---

Il sempre maggior numero di voli nei nostri cieli richiede lo sviluppo di nuove tecnologie per una gestione del traffico aereo più sicura ed efficiente all'interno del cielo unico europeo. Per questo in Europa è stato avviato da alcuni anni il programma SESAR.

Nell'ambito di questo programma, al CIRA è stato affidato il compito di coordinare il progetto RAID che, attraverso l'esecuzione di diversi voli simulati e reali, ha l'obiettivo di dimostrare le capacità dei velivoli a pilotaggio remoto di poter volare nello spazio aereo aperto in modo sicuro, perfettamente integrati nel normale traffico aereo commerciale e civile.

Grazie ai risultati raggiunti in questo campo, il CIRA farà parte del team italiano coordinato dall'ENAV (Ente Nazionale Assistenza al Volo) che parteciperà al futuro programma SESAR

2020, i cui ambiziosi obiettivi coinvolgono per il loro raggiungimento le più grandi imprese europee del settore.

Il contributo del CIRA continuerà a riguardare gli sviluppi tecnologici legati all'inserimento degli RPAS (Remotely Piloted Aircraft System) negli spazi aerei civili, la sicurezza del volo e le tecnologie di previsione meteo per rendere più efficiente il traffico aereo.



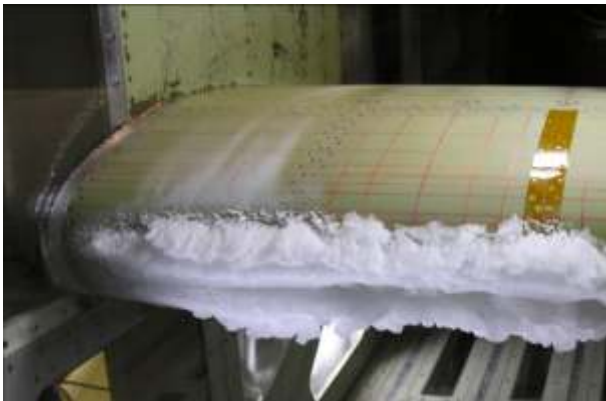
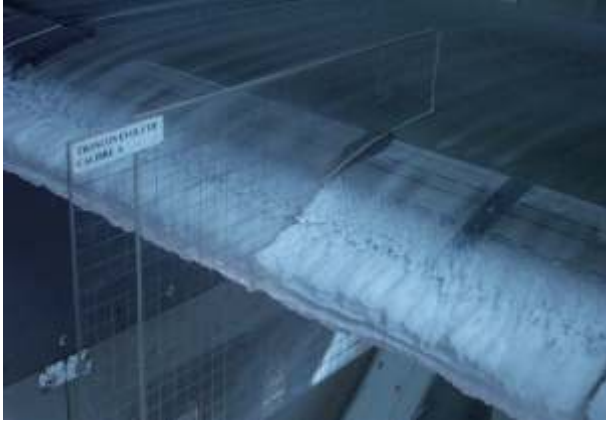
## NEL TUNNEL DEL GHIACCIO

*La formazione di ghiaccio sulla superficie degli aerei è causa di numerosi incidenti di volo, spesso con conseguenze fatali. Il CIRA ha realizzato il più grande e moderno Icing Wind Tunnel, dove le imprese aeronautiche di tutto il mondo vengono per studiare i fenomeni legati all'accrescimento del ghiaccio sugli aerei e a collaudare i loro sistemi di protezione.*



Nell'Icing Wind Tunnel del CIRA, grazie a un innovativo sistema che genera nuvole artificiali, è possibile simulare tutte le condizioni naturali di formazione del ghiaccio previste dalle normative di certificazione aeronautica. Nelle tre camere di prova chiuse e nella camera aperta "open jet", si possono simulare le condizioni di velocità fino a Mach 0.7, una altitudine fino a quota 7000 metri e temperature fino a -40 °C, ed installare i più diversi





componenti in scala naturale di un velivolo (dalla presa d'aria del motore alle sezioni di ala) per sottoporli a prove di “resistenza” alla formazione del ghiaccio. I numerosi strumenti diagnostici dell'impianto consentono ai tecnici di valutare l'efficacia dei sistemi di protezione dal ghiaccio e individuare l'effetto di eventuali malfunzionamenti sulla sicurezza del volo.

Le sperimentazioni più recenti riguardano lo sviluppo di sistemi innovativi per la protezione antighiaccio, basati su rivestimenti super-idrofobici della superficie del velivolo. Si tratta di rivestimenti che, grazie all'impiego delle nanotecnologie applicate ai materiali, riducono notevolmente il tempo di contatto con le goccioline di acqua presenti nelle nubi e di conseguenza i rischi di formazione di ghiaccio. Molte fra le più importanti aziende aeronautiche nazionali e internazionali si avvalgono del CIRA per certificare i loro sistemi antighiaccio. Tra i programmi di qualifica più prestigiosi effettuati si ricordano quelli del trasporto militare europeo ATLAS A400M, dei nuovi business jet della Dassault Aviation, del caccia internazionale Joint Strike Fighter della Lockheed Martin e dei velivoli dell'aviazione generale prodotti da PMI nazionali.



## AEREI ED ELICOTTERI PER CIELI PULITI

---

*Il sistema del trasporto aereo è stato riconosciuto come uno degli elementi fondamentali per sostenere lo sviluppo dell'economia europea. I vertiginosi fattori di crescita contrastano però con la necessità di ridurre il suo impatto sull'ambiente.*

La Commissione Europea ha varato nel 2008 il programma Clean Sky, poi proseguito con Clean Sky 2, attraverso il quale si finanzia la ricerca e lo sviluppo di nuove tecnologie aerospaziali volte alla riduzione dell'impatto ambientale.

Si tratta di un importante programma di ricerca su grande scala, il cui obiettivo è sviluppare soluzioni e tecnologie in grado di ridurre drasticamente l'impatto ambientale del trasporto aereo, attraverso un abbattimento delle emissioni inquinanti ed acustiche dei velivoli e lo sviluppo di materiali e cicli produttivi ecologici.

Il CIRA contribuisce al programma con attività di ricerca e sviluppo volte a rendere meno inquinanti gli aerei a percorrenza regionale e gli elicotteri. La ricerca è concentrata sullo sviluppo di tecnologie per ridurre la rumorosità e rendere più leggera la struttura dei velivoli, ma anche sullo studio di rotte di volo ottimizzate per consumare meno carburante.

Nell'ambito di Clean Sky, il CIRA fa anche parte del gruppo dei più prestigiosi centri di ricerca europei incaricati di verificare l'efficacia delle tecnologie (Technology Evaluator) proposte dalle aziende industriali che partecipano al programma.



## Ridurre il peso con materiali strutture innovative

---

La riduzione del peso dei velivoli aerospaziali è una sfida che tradizionalmente traina la ricerca nel settore dei materiali avanzati e delle strutture innovative. Anche in questo campo il CIRA rappresenta un centro di eccellenza.

Attraverso la combinazione di materiali leggeri, come ad esempio il carbonio, e moderne tecniche di manifattura che prevedono l'iniezione di resina in stampi riscaldati, il CIRA ha progettato e realizzato un innovativo



alettone per un velivolo dell'aviazione generale. La tecnica messa a punto dal CIRA, denominata RTM (Resin Transfer Molding), non solo ha consentito un risparmio di peso rispetto all'equivalente alettone in lega d'alluminio, ma soprattutto una sensibile riduzione delle parti da assemblare con un notevole risparmio sui tempi e costi di produzione. Questa tecnica ricade nel più ampio ambito delle tecniche di manifattura fuori dall'autoclave che interessano particolarmente le piccole e medie imprese per i più bassi costi operativi. Il progetto, guidato dal CIRA in collaborazione con la principale azienda aeronautica italiana del settore, è risultato vincitore del premio per il migliore progetto 2008 finanziato dal Programma Operativo Nazionale (PON).

## Realizzare il sogno di Leonardo

---

Volare muovendo le ali come gli uccelli, è stato il sogno di Leonardo. Cinquecento anni dopo, la ricerca aerospaziale sta provando a realizzare questo sogno attraverso la progettazione e realizzazione di nuovi concetti di ala che modificano la loro forma in funzione delle condizioni di volo senza l'ausilio di appendici esterne. E' il concetto di smart wing o ala intelligente, tecnologia sulla quale il CIRA ha ottenuto risultati di prestigio che gli hanno consentito di partecipare ai grandi progetti europei sul tema, come ad esempio SARISTU (Smart Intelligent Aircraft Structure) e Clean Sky 2, dove alcuni dei nuovi concetti di ala intelligente saranno provati in volo.

## **Simulare i fenomeni fisici complessi**

---

Le fenomenologie fisiche che governano l'aerospazio possono essere rappresentate attraverso complessi sistemi di equazioni matematiche. I moderni supercalcolatori sono in grado di eseguire miliardi di operazioni matematiche al secondo, restituendo una rappresentazione accurata delle condizioni di volo di aerei ed elicotteri caratterizzati da configurazioni innovative.

Nel corso degli anni, i ricercatori del CIRA hanno sviluppato numerosi codici di calcolo, utilizzati anche dalle grandi imprese nazionali del settore, per aiutare i progettisti ad immaginare e realizzare i velivoli aerospaziali del futuro, riducendo drasticamente i tempi e i costi per il loro sviluppo.

## **Elicotteri più sicuri e meno rumorosi**

---

L'elicottero è una macchina volante straordinaria che offre prestazioni altrettanto straordinarie, ma anche molto più complessa rispetto ad altri velivoli.

Rendere più agevole il pilotaggio di questo mezzo è uno degli obiettivi primari del CIRA, che a questo scopo ha messo a punto una interessante tecnologia per aumentare la sicurezza dell'elicottero quando questo entra in una fase di stallo dinamico, quel fenomeno che interessa le pale durante la rotazione e può rendere l'elicottero pericolosamente instabile.

I ricercatori del CIRA hanno lavorato sul dispositivo detto Gurney flap, inventato dal



campione di automobilismo Dan Gurney e applicato sull'alettone posteriore delle auto da corsa per aumentarne l'aderenza al suolo. Sperimentando nella galleria del vento del CIRA il comportamento di una pala dotata di una piccola superficie mobile come il flap di Gurney, si è osservato che l'attivazione del flap da parte del pilota ritarda l'insorgenza dello stallo dinamico aumentando così in modo significativo la sicurezza del volo.

Ma gli studi sull'elicottero condotti dal CIRA nell'ambito del programma Clean Sky, riguardano altri temi di ricerca tecnologica, come quello, importante, dell'impatto acustico in fase di atterraggio. In questo caso il CIRA ha elaborato traiettorie innovative, caratterizzate da una "traccia acustica" a terra molto più bassa rispetto a quella generata dalle traiettorie di avvicinamento convenzionali. Lo sfruttamento di queste traiettorie contribuisce a ridurre il forte rumore dell'elicottero durante la discesa in superficie.



## PROVE DI IMPATTO AL SUOLO

---

*Oltre il 70 per cento degli incidenti aerei avviene nelle fasi di decollo e di atterraggio, quindi in prossimità del suolo, quando le possibilità di sopravvivenza dei passeggeri possono essere elevate se il velivolo dispone di adeguati dispositivi di sicurezza.*



Il Laboratorio Impatto Strutture Aerospaziali (LISA) del CIRA è uno dei più grandi impianti esistenti al mondo dove poter sperimentare l'impatto dei velivoli nelle stesse condizioni degli eventi reali. Punto di forza del LISA rispetto ad altri laboratori paragonabili è la maggiore accuratezza delle sperimentazioni. Qui si possono eseguire dei veri e propri crash test ad alta energia in acqua, su cemento o su suolo soffice, non con modelli in scala, ma con velivoli a grandezza naturale fino a 20 tonnellate di peso. E' perciò possibile replicare le condizioni di atterraggio di emergenza più comuni o di ammaraggio forzato e verificare l'efficacia dei sistemi di protezione dei passeggeri in caso d'incidente. E' qui che è stata verificata l'efficacia degli airbags, di derivazione automobilistica, per la protezione di passeggeri nel caso di impatto al suolo di un velivolo, fornendo preziose informazioni all'industria per la progettazione di aerei più sicuri.



## ACCESSO ALLO SPAZIO

*In futuro i velivoli spaziali avranno un impiego e un comportamento sempre più simile agli attuali aeroplani, rendendo possibile lo sfruttamento dello spazio aereo fino ad oltre 100 km di quota. Saranno allora possibili voli ipersonici trans-atmosferici in grado, per esempio, di coprire la distanza tra Roma e Tokyo in circa 2 ore. I velivoli che ci porteranno in poco tempo da una parte all'altra del pianeta volando oltre l'atmosfera terrestre sono chiamati aerospaziplani.*

### **I LABORATORI VOLANTI CASTORE E POLLUCE**

---

Con il programma dedicato ai veicoli spaziali senza pilota USV (Unmanned Space Vehicles), il CIRA sta sviluppando le tecnologie abilitanti per consentire ai velivoli spaziali di superare indenni il rientro in atmosfera e l'arrivo sulla superficie terrestre. E' un passo avanti verso l'aerospaziplano, il velivolo spaziale impiegato per spostamenti terrestri ultraveloci.

Il programma di ricerca si è avvalso di due velivoli aerospaziali senza pilota realizzati dal Cira, Castore e Polluce, che, lanciati grazie all'ausilio di palloni stratosferici, hanno permesso di eseguire alcuni esperimenti in volo. Castore ha volato nel 2007 raggiungendo la velocità del suono, mentre Polluce nella sua missione di volo, nel 2010, ha superato la velocità del suono compiendo complesse manovre di virata e richiamata.

Le tecnologie validate attraverso questi laboratori volanti hanno procurato al CIRA una partecipazione, in posizione di rilievo, nei progetti dell'Agenzia Spaziale Europea IXV ed Hexafly per lo sviluppo di tecnologie e la realizzazione rispettivamente di un dimostratore di rientro atmosferico e di un velivolo ipersonico capace di volare a 8 volte la velocità del suono.

Grazie a queste esperienze il CIRA si è assicurato un ruolo significativo nella futura iniziativa PRIDE (Program for a Reusable In-orbit Demonstrator for Europe) il cui finanziamento è stato sottoscritto da tutti i più importanti paesi nel corso della Conferenza interministeriale ESA del 2 dicembre 2014.







foto: ESA



foto: ESA



## IXV NELLO SPAZIO E RITORNO

Il progetto IXV, acronimo di Intermediate eXperimental Vehicle, è il passaggio più recente e importante per dare all'Europa la capacità autonoma di progettare e realizzare veicoli spaziali in grado di rientrare in maniera controllata in atmosfera ed essere riutilizzati in successive missioni. Il progetto, finanziato dall'Agenzia Spaziale Europea, vede l'Italia come principale contributore attraverso l'ASI e con il concorso rilevante dell'industria spaziale nazionale e del CIRA, coinvolto sia nelle attività di carattere industriale, sia nell'affiancamento dell'ESA per l'assistenza tecnica. Il Centro, tra l'altro, ha progettato ed eseguito il test di discesa e recupero in mare con un prototipo in scala reale e ha partecipato con i propri ricercatori alle operazioni di lancio presso la base di Kourou nella Guyana Francese.

La missione di IXV si è svolta l'11 febbraio 2015. Lanciato con il vettore europeo VEGA, il velivolo ha raggiunto i 412 km di altezza, prima di iniziare il rientro. IXV ha attraversato l'atmosfera terrestre alla velocità di 27.000 km/h, scendendo in volo planato verso l'Oceano Pacifico. Grazie ad un sistema di paracadute, il velivolo è riuscito ad ammarare con dolcezza in acqua senza subire danni consentendo il recupero integrale di tutti i dati acquisiti durante il volo dagli oltre 300 sensori installati a bordo.



## **IL VELIVOLO SPAZIALE CHE ATTERRA SU PISTA**

---

Il programma PRIDE (Program for a Reusable In-orbit Demonstrator for Europe) è la naturale evoluzione di IXV. Quello che verrà realizzato nell'ambito di questo programma, sarà un veicolo automatico in grado di offrire capacità operativa orbitale, assicurata dal quarto stadio del lanciatore VEGA con cui sarà portato in orbita, rientrare in maniera autonoma, compiere un atterraggio convenzionale ed essere potenzialmente riutilizzato per successive missioni. Il programma mira dunque a dotare l'Europa della tecnologia innovativa necessaria per l'accesso e il rientro di veicoli dalle orbite basse terrestri.

Le attività svolte in questi anni dal CIRA, attraverso studi di missione e di sistema, nonché di ricerca tecnologica nell'ambito del programma USV, risultano perfettamente sinergiche e funzionali agli obiettivi del programma europeo PRIDE .

## NUOVI MATERIALI PER ALTISSIME TEMPERATURE

---

*Nel rientro in atmosfera la superficie di un velivolo spaziale va incontro a temperature superiori ai 1500 gradi. La protezione termica del velivolo è dunque una condizione di primaria importanza per il rientro sicuro sulla terra.*

Nel campo dei sistemi di protezione termica il CIRA ha acquisito competenze di elevato livello, grazie anche alla rete di collaborazioni scientifiche in cui è coinvolto e che comprende istituti di ricerca, istituzioni pubbliche e aziende. Nei laboratori del Centro si conducono esperimenti e collaudi di materiali ceramici innovativi UHTC (Ultra High Temperature Ceramics) rinforzati con fibre di carburo di silicio, e vengono sviluppati rivestimenti in UHT termo-spruzzato su materiali metallici.

Tali attività hanno consentito al CIRA di partecipare a diversi progetti spaziali internazionali, tra cui il progetto Scramspace realizzato in collaborazione con l'università australiana del Queensland, la capsula Shark dell'ESA, mentre è in corso la collaborazione con l'ente statunitense Air Force Research Laboratory (AFRL) per lo sviluppo e caratterizzazione di rivestimenti ceramici UHTC su materiali ceramici a base di carbonio e carburo di silicio.





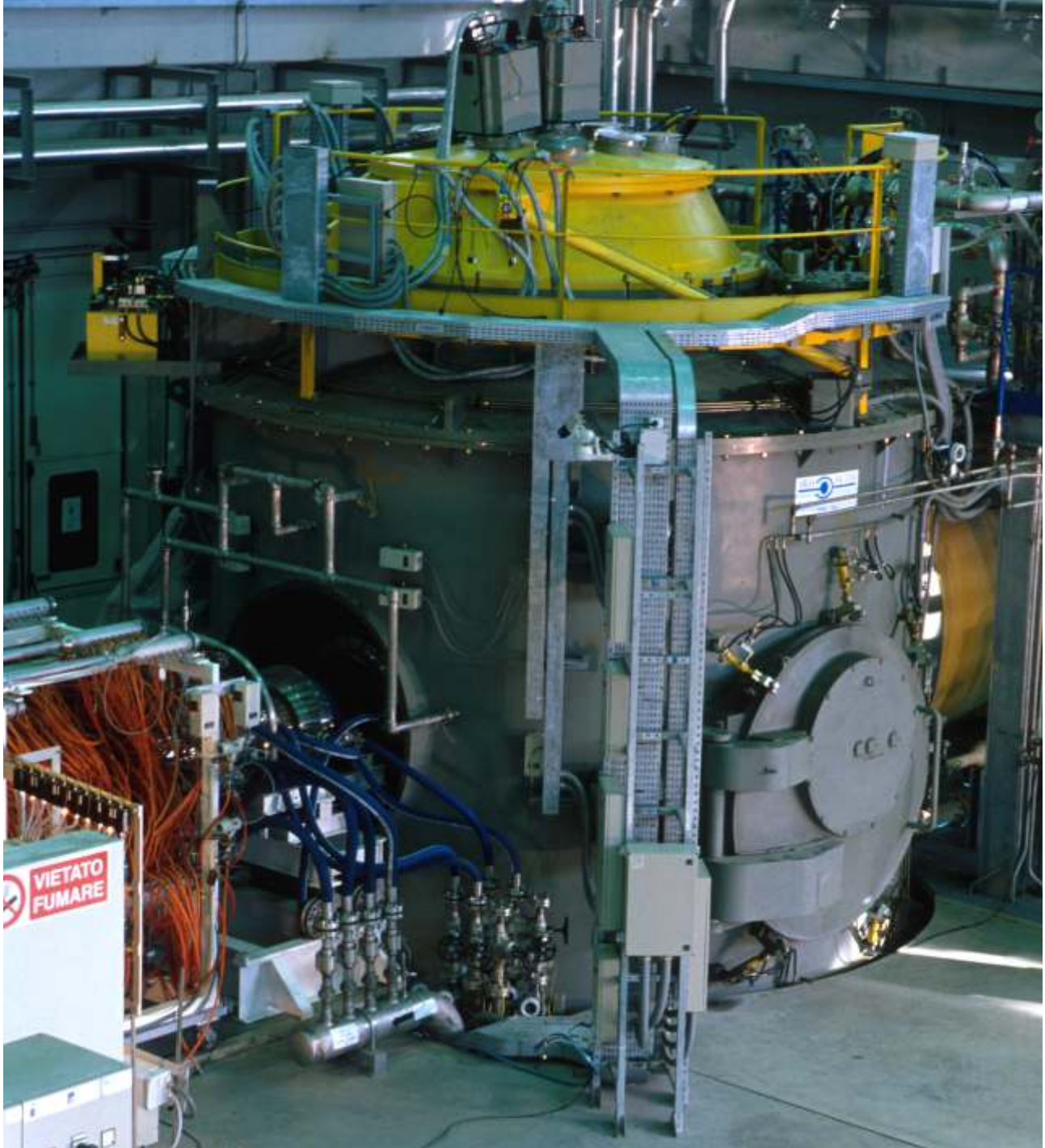


## IL PLASMA WIND TUNNEL PIÙ GRANDE DEL MONDO

Per valutare il comportamento dei materiali di protezione dei veicoli spaziali in condizioni di alte temperature, il CIRA dispone di due gallerie del vento denominate Scirocco e Ghibli. Scirocco è la più grande e più avanzata galleria al plasma esistente al mondo, per dimensioni della camera di prova (5 m di diametro che consentono di testare parti del

velivolo in scala reale), potenza dell'arco elettrico (70MW), dimensione del flusso ad alta energia (2 m di diametro) e livello di automazione, mentre Ghibli è di dimensioni e potenza elettrica più ridotte.

Il Plasma Wind Tunnel del CIRA, dove si raggiungono temperature dell'aria fino a 10.000 gradi, è usato dalle agenzie spaziali di tutto il mondo per verificare la resistenza dei materiali e dei sistemi di protezione termica dei veicoli spaziali nella fase di rientro



nell'atmosfera. Qui sono state effettuate prove per testare la protezione termica di numerosi e importanti velivoli, quali il giapponese Hiflex, il veicolo di ritorno dalla stazione spaziale X-38 di ESA e NASA, la capsula di rientro SRE dell'Agenzia spaziale indiana. Nel Plasma Wind Tunnel sono state effettuate anche le prove di qualifica della capsula Expert dell'ESA, comprese le alette di estremità (winglets) realizzate dal CIRA con l'innovativo materiale ceramico UHTC.

Il Plasma Wind Tunnel è inoltre il fulcro della pluriennale collaborazione tra il CIRA e il centro ricerche AMES della NASA che insieme lavorano sulle tecniche di simulazione sperimentale delle condizioni di rientro in atmosfera ad elevatissime velocità, tipiche delle future missioni spaziali.

## Il crash per lo spazio

---

Il LISA, Laboratorio Impatto Strutture Aerospaziali, può essere utilizzato anche nel settore spaziale, ad esempio per testare i sistemi di protezione dei moduli di esplorazione spaziale dall'impatto con la superficie di un altro pianeta. Per l'ESA il CIRA ha infatti verificato l'efficacia di due diversi sistemi di airbag della sonda europea EXOMARS che volerà verso il pianeta rosso nel 2018.





## IL LABORATORIO DI QUALIFICA SPAZIALE

*Qualificare per lo spazio un dispositivo o una parte di esso, significa verificare preventivamente in laboratorio che la sua funzionalità non venga ridotta, o addirittura annullata, dagli stress subiti durante le varie fasi di una missione nello spazio, dal lancio all'entrata e permanenza in orbita.*

Il Laboratorio di Qualifica Spaziale è stato realizzato dal CIRA nel 2012 (con il sostegno finanziario della Regione Campania) con lo scopo di offrire alle piccole e medie imprese del settore la possibilità di qualificare componenti aeronautici e spaziali eseguendo in un unico sito le prove previste dai relativi standard europei di qualità.

Esso comprende vari impianti di test che consentono di eseguire prove di accelerazione, di vuoto termico, di shock



termico e prove combinate di vibrazione, umidità, temperatura e altitudine.

Il laboratorio è particolarmente adatto a prove di nano, micro e mini satelliti una tipologia sulla quale si sta puntando molto per i bassi costi di lancio e per la possibilità di dispiegare con un solo lancio una costellazione di satelliti.

Anche se piuttosto giovane, il laboratorio è stato già impiegato in diverse campagne di qualifica sperimentale di equipaggiamenti meccanici ed elettronici prodotti da piccole e medie imprese per programmi aeronautici e spaziali.

# PROPULSIONE AEROSPAZIALE

*Dall'impiego del metano come combustibile ecologico per motori spaziali efficienti e puliti, alla progettazione di nuovi motori che uniscono i vantaggi dei combustibili solidi con quelli dei combustibili liquidi, fino ai nuovi motori diesel e a quelli elettrici del prossimo futuro: il CIRA è impegnato nei temi di frontiera anche per ciò che riguarda la propulsione.*





## **MOTORI A RAZZO SPINTI DA OSSIGENO E METANO**

---

Anche per i motori spaziali il metano rappresenta un'alternativa affidabile, economica e a basso impatto ambientale. Nell'ambito di un progetto di ricerca e sviluppo sulla propulsione a razzo, il CIRA sta sperimentando un sistema propulsivo a ossigeno/metano liquidi per il lanciatore italiano Vega in servizio dal 2011.

Vega è equipaggiato con motori a propellente solido nei primi tre stadi e a propellente liquido nel quarto stadio per le operazioni in orbita. La sostituzione dei motori degli stadi superiori con un motore a metano può assicurare un miglioramento delle prestazioni, dei costi operativi e dell'impatto ambientale. In questo contesto, il CIRA ha progettato e sta realizzando il dimostratore tecnologico di un motore di classe 3 tonnellate di spinta.

Lo scopo del progetto è dimostrare la maturità delle tecnologie nazionali “abilitanti” per la costruzione di motori a razzo criogenici (raffreddati a bassissime temperature) alimentati a ossigeno-metano, attraverso un sistema che a terra replichi le funzionalità principali di un sistema di volo. In diverse campagne sperimentali sono stati verificati gli aspetti peculiari del funzionamento del motore, tra cui le proprietà refrigeranti del metano, il funzionamento degli iniettori, il comportamento in condizioni operative fortemente gravose delle leghe metalliche speciali utilizzate per fabbricare il motore, fino alla tenuta dei giunti realizzati con processi speciali come la brasatura.

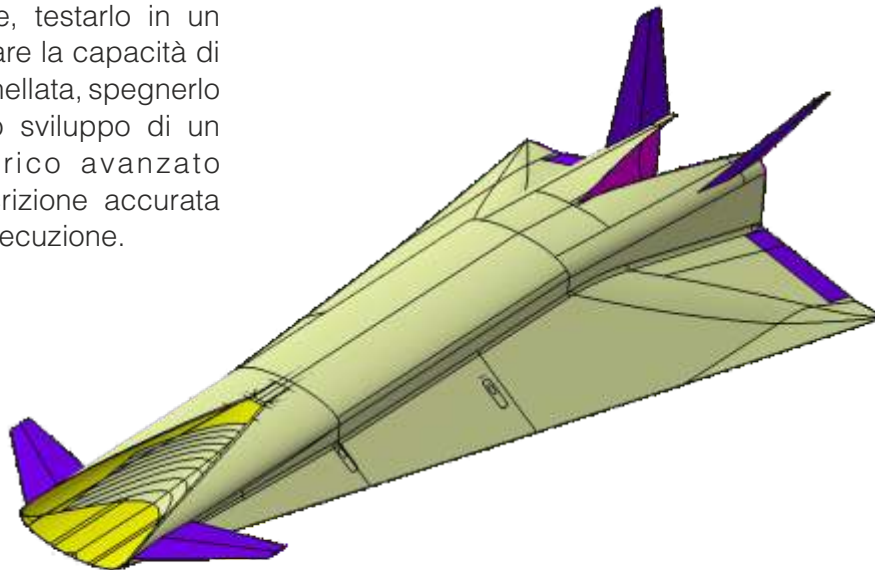
## **IL MOTORE IBRIDO RADDOPPIA I VANTAGGI**

---

Se i motori a combustibile solido sono affidabili e facili da costruire, quelli che impiegano combustibile liquido offrono la possibilità di modulare la spinta e di avere accensioni e spegnimenti multipli. Il CIRA, con il progetto Hybrid, è impegnato nella progettazione di motori a razzo ibridi, che uniscono gli aspetti positivi dei due tipi di motori a solido e a liquido e che, perciò, presentano caratteristiche molto interessanti per il loro utilizzo durante trasferimenti orbitali e atterraggi su altri pianeti. Oltre alla progettazione e alla simulazione del funzionamento dei motori ibridi, il CIRA sta sviluppando anche una nuova classe di combustibili a base di paraffina, che avendo



alte efficienze di combustione permetteranno di aumentare le prestazioni dei motori. Il progetto ha lo scopo di realizzare un prototipo di motore a razzo ibrido che abbia una spinta massima pari a 3 tonnellate, testarlo in un impianto di terra per dimostrare la capacità di diminuire la spinta fino a 1 tonnellata, spegnerlo e riaccenderlo più volte. Lo sviluppo di un codice di calcolo numerico avanzato permetterà inoltre una descrizione accurata del test prima e dopo la sua esecuzione.



## **PROPULSIONE PER AEREI IPERSONICI E TRANS-ATMOSFERICI**

---

Per realizzare l'aerospazioplano per il futuro trasporto civile è indispensabile disporre di sistemi propulsivi capaci di funzionare a velocità altissime ed in presenza di aria rarefatta ai confini dell'atmosfera. Per tali velivoli ipersonici trans-atmosferici, il CIRA ha sviluppato capacità di modellistica e simulazione della combustione di motori innovativi ramjet e scramjet, con attenzione alla riduzione degli inquinanti. In particolare il Centro dispone di strumenti per la progettazione preliminare, modelli per studiare la combustione avanzata, capacità di ricostruire al computer l'analisi fluidodinamica computazionale (CFD) di prove di componenti di un motore o di un motore intero effettuate in galleria, e capacità di definizione dei componenti fondamentali di un veicolo scramjet.

## **IL MOTORE DIESEL PER VOLARE ALTI**

---

Il motore diesel common-rail come alternativa per risparmiare sui costi del carburante non vale solo per le auto ma anche per gli aerei, che possono giovare degli stessi vantaggi in termini di consumi più bassi, minore inquinamento, meno rischi di incendio del motore dato l'utilizzo di combustibili meno volatili della benzina avio, intervalli di manutenzione più lunghi. Il progetto specifico a cui lavora il CIRA, in collaborazione con un'azienda motoristica campana, riguarda lo sviluppo di un motore diesel innovativo specificatamente progettato per l'utilizzo aeronautico.

Il motore, che può essere alimentato indifferentemente da gasolio per autotrazione e/o kerosene aeronautico, offre un rapporto potenza vs. peso straordinariamente elevato per la sua classe, grazie all'utilizzo di materiale leggeri e concetti architettonici innovativi.

Il CIRA ha contribuito allo sviluppo del motore mettendo a disposizione le proprie competenze di sistema e le sue moderne capacità di simulazione termomeccanica accompagnandone lo sviluppo sino alla fase di qualifica in sala prova.

## **UN MOTORE STAMPATO IN 3D**

---

L'impiego delle stampanti 3D porterà notevoli vantaggi all'industria aerospaziale. Questa nuova tecnica di manifattura consente di realizzare oggetti di forma estremamente



complesse, come oggetti cavi o strutture reticolate quasi impossibili da realizzare mediante le normali tecniche di lavorazione meccanica.

Il CIRA dispone dal 2014 di una moderna stampante 3D, una macchina di manifattura additiva ALM (Additive Layer Manufacturing) che realizza prototipi in leghe metalliche con il metodo della deposizione successiva di strati di polvere che vengono microfusi con un potente fascio di elettroni.

Con la propria stampante 3D, il CIRA ha già realizzato alcuni componenti di motori spaziali, da un iniettore alla piastra di iniezione, fino a piccole camere di combustione, riducendo drasticamente l'uso di giunzioni e di saldo-brasature, che rappresentano tipicamente un punto critico di tali sistemi.

Mentre l'obiettivo finale è quello di fabbricare con tecnica ALM l'intero propulsore, il CIRA sta acquisendo le conoscenze necessarie per trattare diversi tipi di lega metallica con la stampa 3D oltre ad individuare metodologie



innovative di progettazione per sfruttare appieno le possibilità offerte da questa tecnica di manifattura sin dalla fase concettuale.

## **PROPULSIONE ELETTRICA**

---

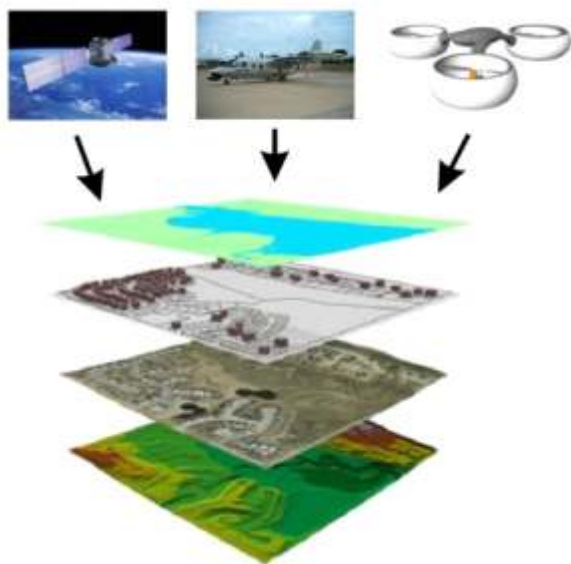
Sebbene nota da tempo in USA e Russia, dopo anni di studi e sperimentazione, la propulsione elettrica per applicazioni spaziali ha raggiunto anche in Italia un livello di maturità adeguato.

In questo campo, il CIRA sta valutando la possibilità di utilizzare questo tipo di propulsione per il posizionamento di carichi utili del lanciatore Vega, ma anche per consentirne l'utilizzo in future missioni di esplorazione della luna o di comete e asteroidi prossimi alla terra. Grazie alla disponibilità del laboratorio di qualifica spaziale, CIRA sta supportando la qualifica di motori elettrici ad effetto Hall per applicazioni nel campo dei satelliti commerciali per telecomunicazioni e navigazione satellitare, verificandone il potenziale di scalabilità in missioni spaziali a più alta richiesta di potenza propulsiva.



# L'AEROSPAZIO A TUTELA DELL'AMBIENTE

*Le tecnologie aerospaziali sono utili anche sulla terra? Sicuramente sì, tanto che il CIRA ha creato un'apposita unità dedicata all'applicazione delle tecnologie aerospaziali per la salvaguardia dell'ambiente e lo studio dei mutamenti climatici.*



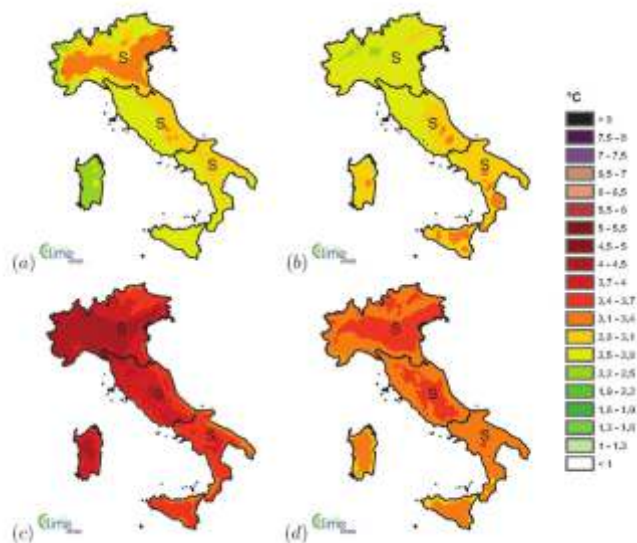
## DATI INTELLIGENTI PER SALVARE L'AMBIENTE

Il CIRA offre tecnologie utili a scoprire danni al territorio e all'ambiente, come inquinamento del suolo e delle falde acquifere, smaltimento illegale di rifiuti pericolosi o discariche non autorizzate. Attraverso il progetto IDES (Intelligent Data Extraction System), finanziato dalla Regione Campania, il Centro ha realizzato un'infrastruttura informatica che ha la funzione di acquisire da diverse fonti dati relativi all'osservazione del territorio. I dati rilevati da satelliti, aerei, droni, perfino social network, vengono organizzati dalla piattaforma informatica in un data base geografico e, utilizzando tecnologie di analisi spaziale e di geo-statistica, vengono correlati tra di loro e resi disponibili alle autorità che vigilano sulla sicurezza ambientale. L'utilità di questo strumento ha spinto la Procura di Santa Maria Capua Vetere, che indaga da tempo sui reati ambientali in provincia di Caserta, a promuovere la partecipazione del Centro alle attività del "Protocollo d'intesa per la salvaguardia ambientale della Provincia di Caserta" e ad installare nei propri uffici il sistema informatico sviluppato dal CIRA.

## PREVISIONI METEO AD ALTA RISOLUZIONE

Il CIRA è socio fondatore del Centro Euromediterraneo per i Cambiamenti Climatici, ente finanziato dai Ministeri dell'Ambiente e dell'Istruzione Università e Ricerca, che è il riferimento scientifico delle istituzioni pubbliche in materia di cambiamenti climatici. Nel CIRA vengono elaborati modelli in grado di simulare fenomeni atmosferici di grande impatto ambientale e vengono studiati, attraverso modelli matematici e osservazioni satellitari, i mutamenti climatici e le loro conseguenze. Il modello climatico regionale sviluppato in quest'ambito dai ricercatori del Centro, effettua previsioni climatiche sino al 2100 su una scala orizzontale di risoluzione fino ad 1 km.

I modelli previsionali sviluppati dal CIRA possono essere applicati a livello micrometeorologico per evidenziare scenari di rischio derivanti, per esempio, da una frana o un allagamento in un determinato sito, ma anche per prevedere condizioni meteorologiche avverse in fase di decollo e atterraggio di un aereo, per segnalare in anticipo l'arrivo di ondate di calore e per definire l'indice di siccità in un determinato territorio, per valutare il rischio di incendi dovuto a particolari condizioni meteorologiche, oppure l'aumento dell'inquinamento urbano in base alla previsione di venti e temperatura.



# CIRA E I GIOVANI

---



Uno dei caratteri distintivi del CIRA, nel panorama delle istituzioni di ricerca nazionali, è la costante attenzione ai rapporti con scuole e università. L'obiettivo della diffusione della cultura scientifica e della formazione rientra negli scopi istituzionali del Centro che si è sempre adoperato, sin dalla fondazione, per diventare polo di attrazione per i giovani interessati alla ricerca scientifica e tecnologica. Circa un migliaio di giovani ricercatori sono passati in questi anni attraverso le iniziative formative del CIRA, esperienza che ha poi favorito il loro ingresso nel tessuto professionale del settore aerospaziale in Italia e all'estero. La politica formativa del Centro è sempre attiva e prevede l'offerta di stage per neolaureati, il finanziamento di borse di studio, la messa a disposizione di strumenti e ricerche per la redazione di tesi laurea, oltre all'organizzazione di visite guidate, seminari e percorsi didattici per alunni di tutte le scuole.

# CIRA PARTNER DELLE AZIENDE

---

Il CIRA ha avviato un processo che sta portando a una presenza significativa e stabile, all'interno del Centro, di nuclei di ricerca delle principali aziende private del settore aeronautico e spaziale, ma anche di altri settori interessati al trasferimento tecnologico. Si tratta di una novità organizzativa che punta a rapporti di partenariato strutturati, strategici e di lungo termine. Risorse umane del CIRA e delle aziende ospiti che, attraverso l'utilizzo dei laboratori e impianti di ricerca di cui è dotato il Centro, matureranno insieme le necessarie competenze affinché la ricerca possa rapidamente ed efficacemente trasformarsi in applicazioni industriali. In questo modo la sfida dello sviluppo avrà tempi più brevi, condividendo i costi e riducendo i rischi.



# OLTRE 30 ANNI DI CAMMINO



# NELL'ORBITA DELLA SCIENZA



## 1984

Il 9 luglio 1984, su impulso del governo e dell'industria aerospaziale nazionale, viene costituita la Società Consortile per Azioni "C.I.R.A." per svolgere attività di ricerca, sperimentazione, interscambio dell'informazione scientifica e tecnologica e formazione del personale in campo aerospaziale. La sede viene assegnata a Napoli, al centro di un'area geografica che vanta un rilevante patrimonio scientifico e imprenditoriale nel campo aerospaziale. La missione affidata è di contribuire a porre l'industria aerospaziale italiana, in un ragionevole lasso di tempo, in condizioni di parità operativa rispetto al resto d'Europa.

## 1989

La sede della Società si sposta da Napoli a Capua, in un'area di 1.600.000 metri quadrati dove viene fatta sorgere una vera e propria cittadella della scienza.

## 1990

Vengono completati il primo edificio che ospita il Centro di Calcolo e una parte delle infrastrutture.

A dirigere il Centro viene chiamato il prof. Luigi Napolitano, ma il noto scienziato, da sempre tra i più convinti sostenitori del Centro, scompare prematuramente poco dopo la nomina a Presidente del CIRA.

## 2000

Il PRO.R.A., il programma nazionale di ricerche aerospaziali la cui realizzazione è affidata al CIRA, si arricchisce di due progetti per lo sviluppo e la realizzazione di due famiglie di laboratori volanti senza pilota a bordo, UAV e USV, per la sperimentazione in volo di tecnologie aeronautiche e spaziali innovative.





## 2001

Il Plasma Wind Tunnel (PWT) per i test sui materiali di protezione termica dei veicoli spaziali viene inaugurato e intitolato a Luigi Napolitano.

L'Italia ottiene la leadership a livello industriale per la realizzazione del piccolo lanciatore europeo VEGA. Al progetto partecipa anche il CIRA.



## 2002

Nello stesso anno vengono inaugurati altri due grandi impianti di prova: l'impianto di Crash (LISA) per prove di impatto di velivoli in scala reale, con l'obiettivo di verificare l'efficacia dei sistemi di protezione dei passeggeri in caso di incidente o atterraggio d'emergenza; l'Icing Wind Tunnel (IWT) per la verifica dell'efficacia dei sistemi di protezione della superficie dei velivoli dal ghiaccio.

## 2003

Primo atterraggio in modalità automatica e su pista non strumentata del laboratorio volante Flare.

Alla presenza del Ministro dell'Istruzione e Ricerca Scientifica Letizia Moratti, viene inaugurato il canale web aerospaziale, realizzato da CIRA e ASI, con l'obiettivo di stimolare nei giovani l'interesse per le tematiche aerospaziali ed essere di ausilio ai docenti nel settore tecnico-scientifico.

Viene firmato il primo contratto commerciale per la qualifica, nell'IWT, della presa d'aria e del rotore principale dell'elicottero NH90

Il CIRA sigla con la Phantom Works, l'unità di ricerca e sviluppo della Boeing, un protocollo d'intesa per lo sviluppo congiunto di progetti nell'ambito delle nuove tecnologie aerospaziali.



## 2005

Viene organizzata al CIRA la XIII Conferenza internazionale su veicoli spaziali



e sistemi e tecnologie ipersoniche promossa dall'ente americano AIAA. Alla conferenza, che per la prima volta si tiene fuori degli Stati Uniti, partecipano centinaia di studiosi e ricercatori del settore provenienti da oltre 20 paesi.

## 2006

L'Agenzia Spaziale Indiana sceglie il PWT per l'esecuzione delle prove sulla capsula che qualche mese più tardi sarà lanciata e compirà con successo la sua missione.

## 2007

A febbraio presso l'aeroporto di Arbatax-Tortolì in Sardegna si svolge la prima missione di Castore, il primo dei due velivoli spaziali senza pilota realizzati nell'ambito del programma USV. Nonostante la perdita del velivolo in fase di ammaraggio l'esito della missione è positivo.

## 2008

Il CIRA riceve il premio per il miglior progetto finanziato dal PON Ricerca 2000-2006 grazie a VITAS "Vettore innovativo per il trasporto aereo sostenibile passeggeri e merci".

Il CIRA diventa Associated Member del Clean Sky, il più importante progetto di ricerca tecnologico mondiale per la riduzione dell'impatto ambientale del trasporto aereo.

## 2010

Ad aprile si svolge con successo la seconda missione Dropped Transonic Flight Test del programma USV, con il velivolo Polluce. Il velivolo indenne viene recuperato dopo l'ammarraggio.

## 2011

Viene siglato a Parigi il contratto tra l'ASI e l'International Astronautical





Federation (IAF) per l'organizzazione dell'International Astronautical Congress 2012 (IAC) a Napoli dal 1 al 5 ottobre del 2012. Tra i principali enti organizzatori dell'evento vi è anche il CIRA.

Nel 2011, CIRA e NASA AMES avviano una collaborazione nel campo delle tecnologie di protezione termica in condizioni estreme di rientro extra-orbitale, siglando un accordo specifico per attività congiunte basate sull'impiego dell'impianto Plasma Wind Tunnel.

## 2012

Il 2 marzo viene inaugurato il Laboratorio di Qualifica Spaziale per fornire servizi alle aziende impegnate nella progettazione e realizzazione di dispositivi e apparati per applicazioni aerospaziali, consentendo attività di qualifica integrata in un unico sito.

Grazie all'ASI il CIRA avvia una collaborazione con la giapponese JAXA per lo sviluppo di un innovativo sistema di rientro atmosferico.



## 2013

Presso il Poligono Interforze in Sardegna e dietro il coordinamento del CIRA, si svolge il test finale del velivolo sperimentale IXV dell'ESA con l'obiettivo di validare i sotto-sistemi di discesa e ammaraggio e le operazioni di recupero del velivolo.

L'impegno del CIRA per l'ambiente e la sicurezza si concretizza con la firma del protocollo d'intesa con la Procura della Repubblica di Santa Maria Capua Vetere finalizzato alla prevenzione e scoperta di reati contro l'ambiente.



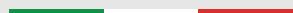
## 2015

Il velivolo spaziale sperimentale IXV dell'ESA viene lanciato dallo spazioporto di Kourou con il razzo VEGA. Il pieno successo della missione porta anche la firma del CIRA.





Centro Italiano Ricerche Aerospaziali



Contatti:

[www.cira.it](http://www.cira.it)

[info@cira.it](mailto:info@cira.it)

Via Maiorise - 81043 Capua (Caserta)

Tel.: +39 0823 623001

Fax: +39 0823 623328

progetto grafico a cura dell'ISISS Enrico Mattei di Caserta