

# Framework per la simulazione di sistemi missilistici per la difesa aerea

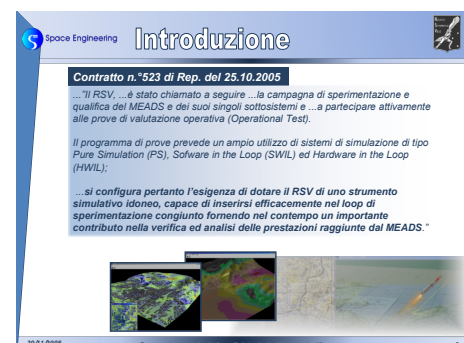
Cap. Gam. Raffaele ing. BRESCIA - CSV  
Ing. Riccardo GENSABELLA – SPACE ENGINEERING

## 1^ Parte

Cap. Gam. Raffaele Ing. BRESCIA - CSV



La presentazione illustra in generale il programma MEADS e, più in dettaglio, lo strumento di simulazione di cui si è dotato il Centro Sperimentale Volo dell'Aeronautica Militare. Il Centro Sperimentale Volo, in particolare il Reparto Sperimentale Volo (RSV), rappresenta l'Operational Test and Evaluation Center nell'ambito del programma MEADS. Al RSV è stata assegnata da parte del Segretariato Generale della Difesa l'attività di valutazione delle capacità operative e delle prestazioni del sistema MEADS. Lo scopo della presentazione, dunque, è quello di mostrare ciò che è stato sviluppato a livello di Reparto Sperimentale di Volo, avvalendosi anche dell'esperienza della ditta Space Engineering, al fine di supportare tali attività di valutazione nell'ambito dell'Independent MEADS Evaluation Board che, in qualità di Commissione governativa, ha il compito di effettuare gli operational test e valutare l'efficacia del sistema fino al termine del programma (previsto per il 2013).



Nel 2005 è nata da parte del RSV l'esigenza di dotare il Reparto di una piattaforma di simulazione e di modellazione denominata Ambiente di Simulazione (AdS) o Capacità di Simulazione Superficie-Aria (CSSA) già menzionata in una precedente presentazione effettuata sulle attività previste nell'ambito del contratto PNR315.

Data la sua complessità, l'attività di sviluppo è stata suddivisa in due fasi distinte. Nel corso della prima fase è stato implementato sulla piattaforma un primo set di funzionalità di base che includono in sintesi:

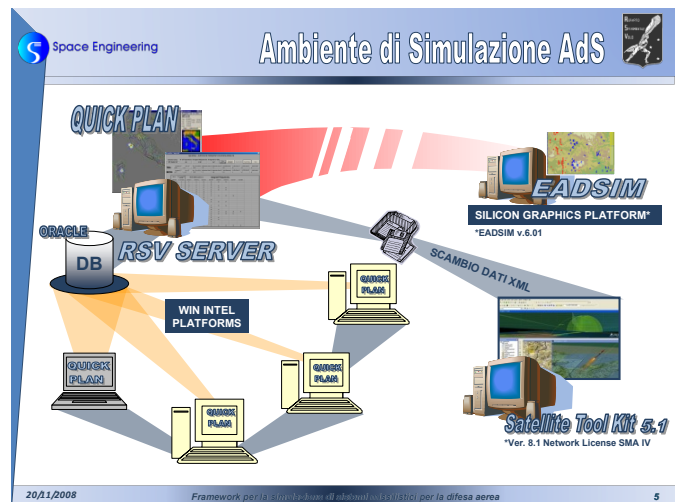
- funzionalità di gestione e visualizzazione di strati geografici (raster o vettoriali) a diverse risoluzioni;
- capacità di integrazione iniziale di differenti motori di simulazione;
- gestione del calcolo distribuito per ottimizzare l'utilizzo di tutte le risorse disponibili in rete;
- pianificazione, analisi e simulazione di sistemi di difesa aerea (modello generico);
- sistema basato sui COTS Oracle e Quick\_Plan™ - piattaforma GIS [Slide 4].

L'architettura dell'AdS, costituita da un Server basato su Quick\_Plan™ e da un Data Base su Oracle, prevede la possibilità di connettere più client Quick\_Plan™ sia per l'interfaccia grafica utente sia per la gestione dei dati geografici.

Le simulazioni degli scenari di difesa sono realizzate per mezzo di EADSIM (programma di simulazione messo a disposizione dal governo USA nell'ambito degli accordi relativi al Programma MEADS), integrato completamente nell'AdS. EADSIM è utilizzato per valutare l'efficacia dei sistemi di difesa contro tutte le tipologie di minaccia (missili balistici, aeromobili, etc.). La rappresentazione 2D e 3D dell'ambiente sintetico viene effettuata sia attraverso potenti moduli di visualizzazione messi a disposizione da Quick\_Plan™ sia per mezzo di Satellite ToolKit (STK). [Slide 5]

La slide mostra l'architettura del sistema prima fase. In effetti oggi ci troviamo a metà percorso tra la prima e la seconda fase di sviluppo. Le capacità finali che si raggiungeranno al termine della seconda fase includeranno fra l'altro l'integrazione dei modelli dettagliati del MEADS forniti dall'agenzia NAMEADSMA. Da qui è nata l'esigenza di introdurre una piattaforma base aperta, che nel caso in parola è Quick\_Plan™, in grado di poter integrare successivamente in modo modulare i modelli rilasciati dall'agenzia. Tali modelli consentiranno di pianificare e realizzare delle simulazioni più dettagliate nonché più aderenti alla realtà del sistema MEADS.

Tra le funzionalità da fornire in seconda fase è prevista la simulazione delle operazioni di ingaggio fino alla fase di End Game e la valutazione degli effetti al suolo derivanti dall'intercettazione e frammentazione (debris). Quest'ultima caratteristica può essere realizzata grazie all'interazione con STK il quale mette a disposizione svariati modelli statistici di valutazione del debris e del rilascio al suolo dello stesso.



Altra funzionalità in corso di implementazione è l'analisi del campo elettromagnetico in un definito sistema geografico per la valutazione dell'oscuramento dovuto al terreno e per la determinazione della "Hazardous Area" per la sicurezza del personale o come possibile zona di compatibilità elettromagnetica (interferenza) con altri apparati radar presenti. Si potrebbe ad esempio indagare se il posizionamento di un elemento del MEADS dotato di radar ad alta potenza possa generare interferenza con i radar, posti nelle vicinanze, appartenenti alla rete di sorveglianza del Traffico Aereo militare e/o civile (ad es. Fiumicino).

La seconda fase prevede inoltre l'interfacciamento del tool con programmi per il post processing dei dati per un possibile utilizzo futuro dell'AdS in algoritmi automatici di ottimizzazione. Ed infine l'AdS consentirà la valutazione del carico di informazioni scambiate nella rete dai vari elementi e sottosistemi che compongono il MEADS. [Slide 6]

Il lavoro che è stato sviluppato ha essenzialmente consentito di semplificare notevolmente la catena di gestione dei dati di ingresso, di esecuzione dello scenario e di reportistica che precedentemente veniva realizzata, in parte, da EADSIM il quale presentava comunque un'interfaccia poco "user friendly". Il tutto è divenuto un sistema integrato in cui Quick\_Plan<sup>TM</sup> gestisce gli ingressi attraverso semplici menu a finestra, mantenendo al contempo tutte le potenzialità del modello EADSIM in termini di comando e controllo, di dinamica di volo, integrate con la parte di propagazione elettromagnetica. Il valore aggiunto è sicuramente la possibilità di interazione con altri programmi come STK e le capacità di analisi, non disponibili in EADSIM, supportate da Quick\_Plan<sup>TM</sup>. [Slide 7]

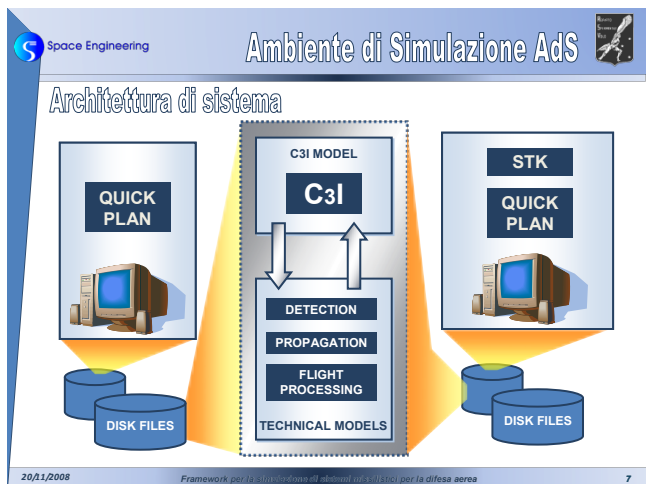
Le ragioni legate alla scelta di EADSIM come modello di simulazione sono molteplici. Innanzitutto il simulatore è già stato testato ed i suoi risultati sono stati correlati con le evidenze sperimentali dal Department Of Defense (DOD) americano. Inoltre EADSIM è stato il motore di simulazione iniziale del MEADS in quanto in grado di modellizzare tutta la catena di comando e controllo e le comunicazioni a livello di singolo messaggio fra le varie piattaforme. Inoltre modellizza in maniera esplicita la raccolta dei dati di intelligence sia in operazioni di difesa che di attacco. [Slide 8]

Space Engineering **Ambiente di Simulazione AdS**

**FINAL OPERATIONAL CAPABILITIES**

- simulazione delle prestazioni delle specifiche componenti del sistema d'arma MEADS (radar, missile, sistemi BMC4I)
- simulazione delle operazioni di ingaggio fino alla fase di *end game*
- valutazione della letalità e degli effetti al suolo derivanti da una intercettazione e frammentazione
- Capacità di modellazione e analisi del campo elettromagnetico in un definito sistema geografico (HZA - Efficacia RF)
- capacità di interfacciarsi con programmi di post-processing di dati sperimentali (es. Matlab) al fine di permettere future capacità di utilizzo in AdS di algoritmi automatici di ottimizzazione (Intelligenza Artificiale)
- valutazione del carico di informazioni scambiate tra i sottosistemi del MEADS

20/1/2008 Framework per la simulazione di sistemi missilistici per la difesa aerea 6



Space Engineering **Ambiente di Simulazione AdS**

**Modello EADSIM**

- EADSIM è un modello analitico per la difesa aerea e missilistica utilizzato in scenari few-to-few e many-to-many.
- È stato uno dei primi modelli che permetteva la modellizzazione delle singole piattaforme (ad es. velivoli da combattimento) e le interazioni tra di esse.
- È in grado di modellizzare i processi decisionali di Comando e Controllo (C2) e le comunicazioni tra le varie piattaforme su base dei singoli messaggi.
- Modellizza esplicitamente la raccolta dati di intelligence e le informazioni di intelligence utilizzate sia in operazioni di difesa che in operazioni di attacco.

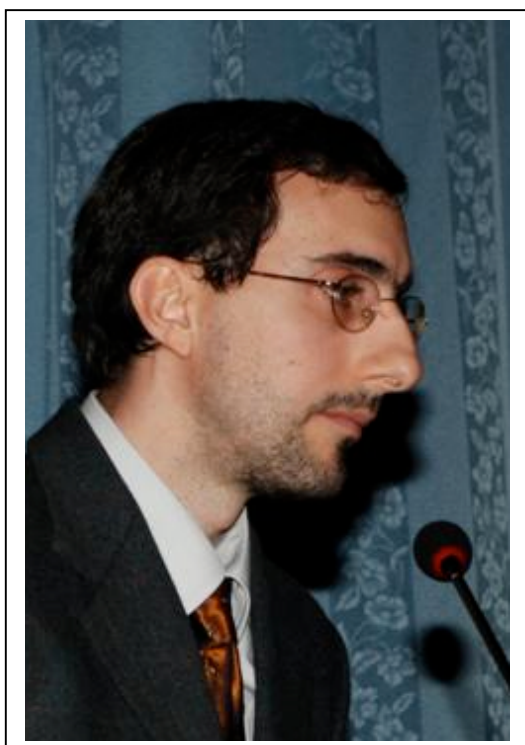
20/1/2008 Framework per la simulazione di sistemi missilistici per la difesa aerea 8



Le capacità di modellizzazione di EADSIM includono inoltre la sensoristica, la guerra elettronica, le comunicazioni, la parte di difesa aerea (sistemi anti-missile, artiglieria anti-aerea, etc.), la gestione e la definizione di aree di interesse (come la Missile Engagement Zone, Theater Missile Defense Area, etc.) e molto altro ancora. [Slide 9]

## Seconda parte

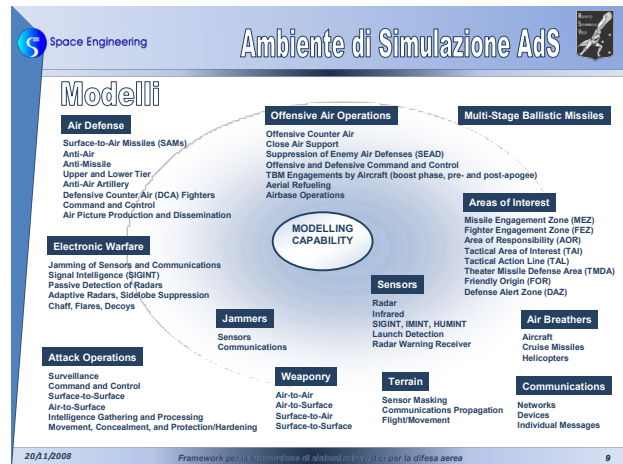
Ing. Riccardo GENSABELLA



simulatori (nel caso della fornitura al RSV il simulatore integrato è EADSIM). [Slide 10]

La piattaforma Quick\_PlanTM, come accennato precedentemente, è stata sviluppata da TeS, ed è essenzialmente una piattaforma GIS in grado di gestire in maniera ottimizzata, ai fini della visualizzazione e navigazione in ambienti bidimensionali e tridimensionali, le informazioni geografiche sia di natura raster che vettoriale, anche a diverse risoluzioni.

Come ulteriore caratteristica la piattaforma ha la capacità di sfruttare tecniche di calcolo distribuito. Grazie a tali tecniche se un processamento ha la proprietà di poter essere suddiviso in un certo numero di singole elaborazioni, queste possono



In questa parte della presentazione vengono forniti ulteriori dettagli sul sistema acquisito dal Reparto Sperimentale Volo di Pratica di Mare.

L'ambiente di simulazione descritto precedentemente è integrato all'interno di un sistema denominato CSSA (Capacità di Simulazione Superficie-Aria). Il sistema, sviluppato da Space Engineering, è un utile strumento di lavoro con capacità avanzate per la modellizzazione di scenari di difesa superficie-aria, e quindi di difesa aerea, in simulazioni one-to-one, one-to-many. I principali componenti software del CSSA sono:

- Quick\_PlanTM, tool commerciale sviluppato da Teleinformatica e Sistemi (TeS), una società appartenete al gruppo Space Engineering. Il tool è essenzialmente una piattaforma GIS (Geographic Information System), ma non solo, e rappresenta il cuore del sistema CSSA
- Oracle utilizzato per la gestione del data base
- Un Ambiente di Simulazione (AdS) che rappresenta l'interfaccia ed i plug-in per la gestione, la configurazione ed il controllo dei vari



essere distribuite sulle varie risorse di rete a disposizione riducendo notevolmente i tempi di simulazione.

Il tool si occupa quindi dell'aggregazione del risultato composito ottenuto dalla opportuna sintesi ed integrazione dei diversi contributi.

**Space Engineering** **La piattaforma CSSA**

La piattaforma basata su Quick\_Plan™ di TeS - Teleinformatica e Sistemi, fornisce tutte le funzionalità necessarie per la gestione ottimizzata di dati geografici e del database dei risultati delle simulazioni.

**Principali caratteristiche:**

- Capacità di gestire in maniera ottimizzata informazioni geografiche a diverse risoluzioni (contemporaneamente);
- Gestione del database basata su Oracle™ RDBMS;
- Utilizzazione delle più moderne tecniche di calcolo distribuito;
- Stato dell'arte dei moduli di visualizzazione 2D/3D basati su OpenGL, GDAL, GeoTIFF e STK;
- Capacità di trattare enormi moli di dati



20/11/2008 11

Quick\_Plan™ presenta lo stato dell'arte dei moduli di visualizzazione basati su OpenGL (Open Graphics Library), sulle librerie GDAL (Geospatial Data Abstraction Library) e GeoTIFF (quest'ultimo è uno standard per la georeferenziazione e la rappresentazione di immagini raster georeferenziate) e si interfaccia con il software STK già citato precedentemente. L'utilizzo di ORACLE consente di trattare enormi moli di dati, caratteristica che può risultare molto utile in scenari di difesa complessi che coinvolgono un gran numero di piattaforme. [Slide 11]

Una delle caratteristiche principali del tool è quella dell'espandibilità e modularità realizzate grazie al concetto di plug-in attraverso il quale è possibile definire degli oggetti personalizzabili dall'utente, le relazioni tra di essi e le azioni disponibili per ciascun oggetto. Ciascuno di questi elementi è caratterizzato da un "schema" XML (Extensible Markup Language) che ne definisce tutti i parametri, le relazioni e le azioni associate allo oggetto stesso. In questo modo l'utente può personalizzare e far evolvere le potenzialità della piattaforma rispetto alle proprie esigenze.

Il grande vantaggio di questo tipo di architettura è il fatto che il sistema evolve senza dover intervenire direttamente sul codice sorgente di Quick\_Plan™, nè modificando la struttura del data base esistente, ma semplicemente attraverso un'opportuna riconfigurazione degli schema XML. [Slide 12-13]

**Space Engineering** **Ambiente di Simulazione AdS**

La piattaforma Quick\_Plan consente di definire:

- Oggetti personalizzabili dall'utente,
- Loro relazioni,
- Le azioni disponibili per ciascun oggetto,
- Il tipo di processamento disponibile per ciascun oggetto.

Tale flessibilità è basata su servizi comuni messi a disposizione dalla piattaforma che possono essere complementati dall'uso di specifici plug-in(s).

Vantaggi: Gestione dinamica degli oggetti e dei loro processamenti che possono essere implementati direttamente dall'utente

20/11/2008 12

**Space Engineering** **Ambiente di Simulazione AdS**

Quick\_Plan è una piattaforma progettata per evolvere a seconda delle esigenze dell'utente.

Ad ogni azione è possibile associare un plug-in

Nessuna modifica alla struttura del DB. Solamente definizione di nuovi dati di configurazione attraverso Schemi XML.

Definizione di:

- oggetti da trattare,
- loro relazioni,
- azioni consentite (edit, run, show, play, etc.)

Plug-in

Oggetti

Relazioni

Azioni

Quick\_Plan™

DB

Non è necessario modificare il codice di Quick\_Plan™

20/11/2008 13

Le principali funzionalità di interfaccia del CSSA includono la capacità di dialogare attraverso i protocolli standard DIS (Distributed Interactive Simulation) e HLA (High Level Architecture) per lo scambio sia dei dati cinematici che dei dati di controllo, quali ad esempio, le azioni di avvio e arresto delle simulazioni, comandi che possono essere inviati anche attraverso il protocollo UDP (Universal Datagram Protocol). Tali funzionalità, sviluppate in occasione del programma studio PNR 315 includono la possibilità di dispiegare il sistema di difesa tramite l'interfaccia grafica messa a disposizione da Quick\_Plan™ oppure tramite l'importazione di un file di testo di semplice

gestione ricevuto via FTP (File Transfer Protocol). Inoltre l'interfaccia con il software STK consente la visualizzazione off-line (a simulazione conclusa) oppure in tempo reale (durante la simulazione) dell'evoluzione dello scenario di lavoro.

Il CSSA gestisce il set caratteristico dei messaggi che vengono tipicamente scambiati nel contesto HLA dagli oggetti federati (simulatori e piattaforme) in un ambiente distribuito. [Slide 14-15]

Space Engineering **Ambiente di Simulazione AdS**

### Principali funzionalità del CSSA

- Dispiegamento del sistema di difesa tramite GUI o importazione dello scenario da file di configurazione (ricevuto via FTP)
- Pubblicazione dei simulatori del CSSA secondo lo standard HLA
- Avvio / Arresto delle simulazioni via DIS/HLA
- Lettura tramite protocollo DIS/HLA dei dati cinematici relativi ad oggetti federati da altri simulatori
- Gestione dei messaggi in DIS/HLA
- Avvio / Arresto delle simulazioni via UDP
- Interfaccia DIS di scambio dati con STK per la visualizzazione run-time o off-line dei risultati di simulazione

20/11/2008 Framework per la simulazione di sistemi missilistici per la difesa aerea 14

Space Engineering **Principali funzionalità del CSSA**

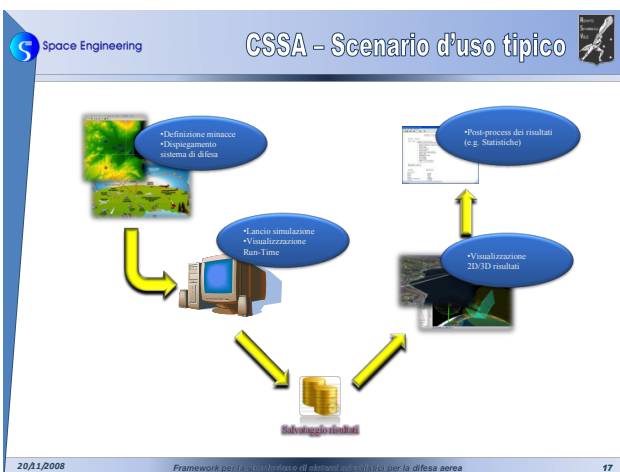
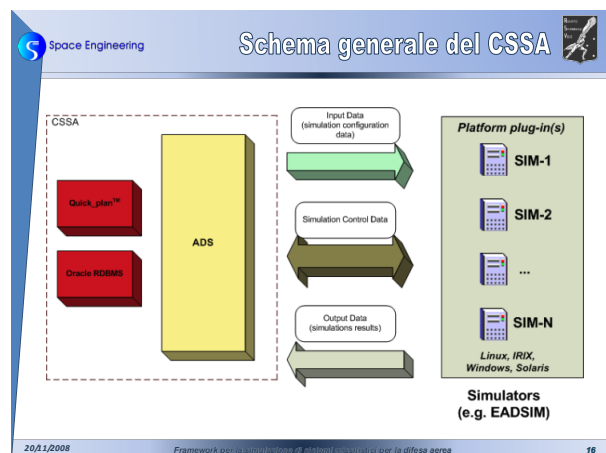
### Elenco messaggi HLA

PDU Type	Send	Receive
Entity State	✓	✓
Fire	✓	✓
Detonate	✓	✓
Start/Resume	✓	✓
Stop/Freeze	✓	✓
Acknowledge	✓	
Action Request		✓
Action Response	✓	
Set Data		✓
Data	✓	
Event Report	✓	
Create Entity		✓
Remove Entity		✓
Electromagnetic Emission	✓	
Transmitter	✓	
Signal		✓
IFF	✓	

20/11/2008 Framework per la simulazione di sistemi missilistici per la difesa aerea 15

Attraverso il concetto di plug-in è possibile integrare nella piattaforma N simulatori che possono risiedere su sistemi operativi differenti. Nella fattispecie, per il CSV, il software EADSIM versione 6.0 è montato su una macchina Silicon Graphics, mentre la versione 11 in corso di integrazione risiede su piattaforma Windows. [Slide 16]

In un classico scenario di uso del CSSA il primo passo consiste nella definizione delle minacce (ad es. missili balistici), degli asset e nel dispiegamento del sistema di difesa. Le minacce possono essere generate tramite interfaccia grafica del CSSA oppure possono essere modellizzate esternamente e lette nel corso della simulazione via HLA. Successivamente l'utente lancia la simulazione ed eventualmente visualizza e monitorizza



Space Engineering **Esempio di visualizzazione dei risultati**

20/11/2008 Framework per la simulazione di sistemi missilistici per la difesa aerea 18

l'evoluzione della simulazione stessa. Il salvataggio dei risultati avviene in modalità automatica ed è trasparente all'utente. Una volta disponibili, i risultati possono essere visualizzati attraverso i

moduli 2D e 3D proprietari del CSSA oppure tramite STK. L'utente ha poi la possibilità di effettuare ulteriori elaborazioni a partire dai risultati ottenuti per realizzare processamenti di 2° livello come ad esempio la generazione di statistiche d'ingaggio e di comunicazioni.

L'ultima slide presenta un esempio di visualizzazione 2D e 3D di un tipico scenario d'ingaggio di 2 missili balistici di teatro (TBM). Tutti i dati a corredo dei risultati della simulazione possono essere facilmente esportabili in forma testuale tabellare oppure sotto forma di file XML. [Slide 17-18]

## Conclusioni

*Cap. Gam. Raffaele ing. BRESCIA*

In conclusione l'evoluzione dei sistemi di difesa pone di fronte alla necessità da parte della Forza Armata di operare in modo innovativo per ciò che riguarda la valutazione dei sistemi. Crescendo sempre più la complessità dei sistemi in esame il RSV ha avvertito la necessità di dotarsi di un sistema multidisciplinare di modellazione aerodinamica, di rientro atmosferico, di sensoristica etc.

Ad oggi il sistema è già in piena funzione e verrà utilizzato nei prossimi giorni per l'evento di Modelling Simulation Demonstration che si svolgerà a Pratica di Mare.

Il Reparto adesso possiede uno strumento che oltre all'attività di simulazione e valutazione nell'ambito del programma MEADS sta dimostrando la sua validità in tante altre attività come valutazione di sensori, valutazioni di guerra elettronica etc. portate avanti dal RSV. Il Reparto si è quindi dotato in questo modo, attraverso il programma MEADS, di un simulatore per sistemi di difesa aerea, di nuove conoscenze e di strumenti che all'interno del centro potranno fornire supporto per le future valutazioni di sistemi d'arma della Forza Armata. [Slide 19]

Space Engineering **Ambiente di Simulazione AdS**

### Conclusioni

- La prima fase di sviluppo del sistema AdS si è conclusa con successo
- Il RSV possiede uno strumento costituente il substrato (CSSA) per la modellazione di tutti i sottosistemi costituenti il MEADS
- Lo strumento in sviluppo permette di dotare il RSV di nuove capacità di modellazione e di elaborazione ed analisi dati utili nella maggior parte delle attività di sperimentazione del Reparto

20/1/2008 Framework per la simulazione di sistemi di difesa aerea 19