

PROVENTI E ONERI STRAORDINARI

I proventi e oneri straordinari comprendono il contributo straordinario di € 5.000.000,00 autorizzato dall'art. 6, comma 4, del DL 81/2007 (convertito, con modificazioni, dalla legge 127/2007) per provvedere alle esigenze dell'Istituto, nella prospettiva della riorganizzazione dell'Istituto stesso sotto la vigilanza del Ministero dei Trasporti. Comprendono inoltre oneri straordinari per € 16.032,78, sopravvenienze attive ed insussistenze del passivo derivanti dalla gestione dei residui per € 14.098,59 e sopravvenienze passive ed insussistenze dell'attivo per € 27.443,95. Il totale dei proventi e degli oneri straordinari risulta pari ad € 4.969.453,31.

IMPOSTE SUL REDDITO DELL'ESERCIZIO

Le imposte ammontano ad € 90.703,00 con un aumento di € 29.021,52 rispetto al precedente esercizio conseguente ai maggiori proventi registrati nell'anno 2007.

GESTIONE DEL PERSONALE

Per quanto attiene ai rapporti di lavoro a tempo indeterminato, nel 2007 è stata effettuata n. 1 assunzione, autorizzata dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della funzione pubblica, mentre sono intervenute n. 6 cessazioni. Complessivamente il personale in servizio è pertanto diminuito di n. 5 unità passando dalle n. 134 unità in servizio al 31/12/2006 alle n. 129 unità in servizio al 31/12/2007.

Sono state inoltre attuate n. 11 progressioni di livello nell'ambito dei profili, tramite le procedure selettive previste (con cadenza biennale) dal CCNL, ed è stata disposta n. 1 assegnazione a profilo diverso, a parità di livello.

La dotazione organica (rideterminata ai sensi del comma 93 dell'art. 1 della legge 30 dicembre 2004, n. 311, con delibera del 27 aprile 2005) ed il personale in servizio al 31/12/2007 sono riportati nella tabella della pagina seguente.

Si evidenzia che in data 31/07/2007 è scaduto il contratto del Direttore Generale e, nelle more dell'adozione da parte del Ministro dei Trasporti, di concerto con il Ministro della Difesa e il Ministro dell'Università e della Ricerca, del Regolamento di riorganizzazione dell'INSEAN previsto dall'art. 1, comma 1043, della legge 27 dicembre 1996, n. 296, l'incarico è stato conferito per il periodo dall'1/08/2007 al 31/01/2008 (successivamente prorogato al 30/04/2008) ad un dipendente dell'Istituto.

Si evidenzia inoltre che uno dei n. 2 dirigenti di seconda fascia, già collocato in posizione di fuori ruolo presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri fino al 31/12/2007, a seguito dell'assunzione presso la Presidenza stessa quale vincitore di concorso, ha rassegnato le dimissioni dall'Istituto a decorrere dall'11/02/2008.

Per quanto attiene al lavoro flessibile, nel 2007 l'Istituto ha fatto ricorso, per il funzionamento ordinario, a n. 4 contratti di fornitura di lavoro temporaneo e, per lo svolgimento di prestazioni previste dai numerosi progetti di ricerca, a contratti di collaborazione a (co.co.co.) ai sensi dell'articolo 51, comma 6, della legge 27 dicembre 1997, n. 449, per complessivi 13,3 anni persona.

Inoltre sono stati attivati n. 7 stage della durata media di 6 mesi e sono stati autorizzati n. 7 studenti a frequentare l'Istituto per lo svolgimento di tirocini di formazione e orientamento.

DOTAZIONE ORGANICA E PERSONALE IN SERVIZIO AL 31/12/2007

PROFILI PROFESSIONALI	LIVELLI PROFESSIONALI	DOTAZIONE ORGANICA	PERSONALE IN SERVIZIO	VACANZE ORGANICHE
Dirigente di ricerca	I	2	2	0
Primo ricercatore	II	9	7	2
Ricercatore	III	14	14	0
Totale		25	23	2
Dirigente tecnologo	I	2	1	1
Primo tecnologo	II	7	6	1
Tecnologo	III	9	9	0
Totale		18	16	2
Collaboratore T.E.R.	IV	28	25	3
Collaboratore T.E.R.	V	13	13	0
Collaboratore T.E.R.	VI	6	4	2
Totale		47	42	5
Operatore tecnico	VI	7	5	2
Operatore tecnico	VII	10	10	0
Operatore tecnico	VIII	9	6	3
Totale		26	21	5
Ausiliario tecnico	VIII	6	5	1
Ausiliario tecnico	IX	0	0	0
Totale		6	5	1
Dirigente di prima fascia		0	0	0
Dirigente di seconda fascia		2	2	0
Totale		2	2	0
Funzionario di amministrazione	IV	4	4	0
Funzionario di amministrazione	V	2	1	1
Totale		6	5	1
Collaboratore di amministrazione	V	5	4	1
Collaboratore di amministrazione	VI	5	5	0
Collaboratore di amministrazione	VII	3	4	-1
Totale		13	13	0
Operatore di amministrazione	VII	1	1	0
Operatore di amministrazione	VIII	1	1	0
Operatore di amministrazione	IX	0	0	0
Totale		2	2	0
Ausiliario di amministrazione	IX	0	0	0
Totale		0	0	0
TOTALE COMPLESSIVO		145	129	16

ALLEGATI

PAGINA BIANCA

SITUAZIONE AMMINISTRATIVA

A) Consistenza della cassa all'inizio dell'esercizio 2007 **0,00**

Riscossioni		
B) in c/competenza	21.025.928,01	
C) in c/residui	1.448.790,64	
D)	Totale (B + C)	22.474.718,65

Pagamenti		
E) in c/competenza	17.303.398,70	
F) in c/residui	4.655.097,05	
G)	Totale (E + F)	21.958.495,75

H) Cassa rilevabile dal rendiconto finanziario (A + D - G) **516.222,90**

Residui attivi		
I) degli esercizi precedenti	908.135,52	
L) dell'esercizio	3.343.226,72	
M)	Totale (I + L)	4.251.362,24

Residui passivi		
N) degli esercizi precedenti	1.321.814,70	
O) dell'esercizio	2.639.130,33	
P)	Totale (N + O)	3.960.945,03

Avanzo d'amministrazione alla fine dell'esercizio 2007 (H + M - P) **806.640,11**

Parte vincolata		
[1] al Trattamento di fine rapporto		173.460,45
<i>ai Fondi per rischi ed oneri</i>		
[2] Fondo rischi ed oneri futuri sui crediti		54.783,75
[3] Fondo per altri rischi ed oneri futuri		6.000,00
[4] al Fondo ripristino investimenti		2.000,00
<i>per i seguenti altri vincoli</i>		
[5] Fondo speciale per rinnovi contrattuali in corso		223.829,21
[6] Fondo INA per rinnovi contrattuali in corso		210.865,84
	[7] Totale parte vincolata (1+2+3+4+5+6)	670.939,25

Parte disponibile		
[8]		0,00
[9]		0,00
[10] Parte di cui non si prevede l'utilizzazione nell'esercizio (Q-7-8-9)		135.700,86
	[11] Totale parte disponibile (8+9+10)	135.700,86

Totale Risultato di amministrazione **135.700,86**

RELAZIONE SULLA GESTIONE

ATTIVITÀ SVOLTE

Le attività svolte nel 2007 sono articolate in:

- Programmi di ricerca finanziati dal Ministero dei Trasporti;
- Progetti di ricerca cofinanziati (da UE, MMI, ONR, EDA, CeSOS);
- Studi e sperimentazione conto terzi.

In particolare l'Istituto è stato impegnato nello svolgimento dei seguenti programmi di ricerca finanziati dal Ministero dei Trasporti:

1. il PROGRAMMA DI RICERCA INSEAN Luglio 2006-Dicembre 2007 (approvato dal Consiglio Direttivo con delibera n. 504 del 24 luglio 2006, ammesso a contributo ex articolo 5 della legge 9 gennaio 2006, n. 13)
2. il PROGRAMMA DI RICERCA INSEAN 2007-2009 (approvato dal Consiglio Direttivo con delibera n. 518 del 20 aprile 2007, ammesso a contributo ex comma 1042 della legge 27 dicembre 2006, n. 296)
3. il PROGRAMMA DI RICERCA SULLA SICUREZZA 2006-2008 (approvato dal Consiglio Direttivo con delibera n. 478 del 27 ottobre 2005, ammesso a contributo ex decreto del Ministro dell'Economia e delle Finanze 26 luglio 2007)

dei seguenti progetti di ricerca cofinanziati:

1. EUCLID-CEPA 10 RTP 10.17 "Submarine Motions in Confined Water"
2. "Green Water Events and Related Structural Loads"
3. "Sloshing Flows and Related Local and Global Loads"
4. NICOP "Capsizing"
5. ViSIR
6. VIRTUE "The Virtual Tank Utility in Europe"
7. SUPERPROP "Superior Life-time Operation Economy of Ship Propellers"
8. NICOP "Global Optimization Methods Applied to High-Speed Ship Design"
9. "Swirl Jet Study"
10. MOBIPROP "Simulation of unsteady high Reynolds number flows around ship hulls with moving appendages and propeller"
11. SiReNa-Prop "Acoustic/Optical Signature Reduction of Naval Propulsors"
12. 6DOF RANSE II/MOU
13. HTA "Hydro Testing Alliance"
14. TMS "Trasmissione Marina di Superficie"
15. PRIAMO "Propeller Rudder Interaction Analysis and MOdelling"
16. SONORE "SONar dome self-NOise REduction"

ed ha svolto studi e sperimentazione per i seguenti committenti:

1. DSO National Laboratory - Singapore
2. ECRN – Marina Militare Algerina
3. Fincantieri Divisione Militare - Progetto FREMM
4. Fincantieri Divisione Militare - Progetto Orizzonte
5. Fincantieri Divisione Militare - Progetto U212
6. Marina Militare Italiana – Progetto LHD15000
7. WAAS Whitehead Alenia Sistemi Subacquei
8. Arch. Vallicelli – Progetto di Motor Yacht

I su indicati programmi e progetti di ricerca e commesse sono descritte nelle pagine seguenti.

Programmi di ricerca finanziati dal Ministero dei Trasporti**Programma N. 1 PROGRAMMA DI RICERCA INSEAN Luglio 2006-Dicembre 2007**

Obiettivi: Acquisizione di know-how nel settore della fluidodinamica per dare una valida risposta alle esigenze della progettazione navale.

Attività previste: Realizzazione di modelli matematici e sperimentali per l'indagine di fenomeni fisico matematici connessi al progetto navale e definizione delle relative metodologie di soluzione.

Organismi finanziatori: Ministero dei Trasporti; *Durata:* 18 mesi; *Data di inizio:* 01.07.2006

Si riportano di seguito le attività svolte per ciascuna delle 5 aree in cui è suddiviso il progetto.

Area 1: Resistenza e Ottimizzazione

Obiettivi: Sono rappresentati dallo sviluppo delle tematiche di ricerca contenute nei seguenti 13 temi:

- Tema 1.1. Problemi a singolo obiettivo: algoritmi di ottimizzazione globale
- Tema 1.2. Problemi a grande dimensione
- Tema 1.3. Modelli surrogati, modelli di modelli (meta-modelli)
- Tema 1.4. Sviluppo e verifica di algoritmi di ottimizzazione in ambito (MDO) Multi-disciplinary Design Optimization
- Tema 1.5. Calcolo ad alte prestazioni con impiego di architetture parallele
- Tema 1.6. Dinamica della rottura di onde di superficie e intrappolamento di bolle d'aria
- Tema 1.7. Riduzione dei carichi di impatto attraverso variazione delle caratteristiche della superficie esterna
- Tema 1.8. Tecniche innovative di riduzione della resistenza all'avanzamento
- Tema 1.9. Studio di moti di grande ampiezza
- Tema 1.10. Modellazione matematica e sperimentazione in laboratorio di barche a vela
- Tema 1.11. Analisi del fenomeno delle vibrazioni indotte dal rilascio di vortici (Vortex Induced Vibrations, VIV) sui risers
- Tema 1.12. Studio sperimentale della turbolenza di superficie libera
- Tema 1.13. Analisi sperimentale del campo lontano per lo studio del fenomeno del wash

Attività svolta nel 2007: è proseguito lo sviluppo di modelli di ottimizzazione ad alta fedeltà, con particolare attenzione all'implementazione su macchine parallele. Sono stati condotti studi riguardanti il trasferimento di vorticità, energia e quantità di moto attraverso l'interfaccia aria/acqua durante il processo di rottura di onde. È stato analizzato l'effetto in termini di soppressione di grandi strutture vorticose di pinne elicoidali installate su risers. Sono state messe a punto di tecniche di tipo "feature tracking" per il tracciamento dell'interfaccia aria-acqua in flussi in presenza di bolle.

L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN: 2007-032/ci¹, 2007-049/ci,

¹ Si rimanda all'elenco allegato a fine documento. Le sigle usate sono: cn = convegno nazionale, ci = convegno

2007-055/ci, 2007-056/ci, 2007-057/pp, 2007-058/ci, 2007-059/pi, 2007-061/pp, 2007-62/ci
2007-087/ci

Area 2: Propulsione e Cavitazione

Obiettivi: Sono rappresentati dallo sviluppo delle tematiche di ricerca contenute nei seguenti 5 temi:

- Tema 2.1. Idrodinamica di propulsori POD
- Tema 2.2. Interazione elica-timone
- Tema 2.3. Previsione delle prestazioni di mezzi navali convenzionali ed avanzati
- Tema 2.4. Studio del vortex breakdown di eliche navali
- Tema 2.5. Eliche cavitanti

Attività svolta nel 2007: Per il tema 2.1 è stata condotta una attività di sviluppo di modelli teorici e computazionali basati su codici agli elementi di contorno per la simulazione del flusso attorno a propulsori azimuthali (POD) di tipo traente. Sono state condotte delle applicazioni su geometrie di riferimento per una prima verifica della correttezza del nuovo modello sviluppato.

Relativamente al tema 2.2 l'attività di ricerca ha riguardato la realizzazione di un esperimento volto alla misura del campo di velocità e allo studio della dinamica delle strutture vorticosi palari intorno ad una configurazione elica-timone di riferimento. L'attività sperimentale è stata condotta utilizzando tecniche di campionamento in fase Laser Doppler, misure dinamometriche e visualizzazioni con telecamere veloci.

Dal punto di vista teorico/computazionale, l'attività svolta è stata finalizzata alla definizione di un appropriato modello teorico in grado di simulare i processi legati all'interazione tra la scia rilasciata dalle pale dell'elica e la superficie del timone dietro di questa.

Il problema del breakdown della scia è stato studiato sperimentalmente attraverso la caratterizzazione del campo di moto a valle di un propulsore a pale variabili, utilizzando tecniche velocimetriche in fase Laser Doppler e visualizzazioni con telecamere veloci

Dal punto di vista sperimentale, l'attività condotta ha riguardato lo sviluppo di strumenti di analisi per lo studio delle correlazioni fra segnali di pressione e di rumore misurati in parete o nel flusso, e le dimensioni della bolla di vapore sviluppatosi su un'elica in flusso non-uniforme. In particolare, è stata stabilita una verifica sperimentale della relazione fra la derivata seconda del volume della cavità e il livello di pressione. A tale riguardo, sono stati sviluppati strumenti dedicati all'analisi in fase delle fluttuazioni di pressione in parete adatti alle prove di pressioni indotte sulla volta di poppa, che consentono un'analisi parametrica dell'andamento del coefficiente di pressione secondo le linee stabilite dal comitato ITTC. Inoltre, sono state realizzate misure combinate di velocità e di distribuzione di micro-bolle in flusso con elica, destinate a determinare l'andamento della popolazione di micro-bolle in termini di densità e di void fraction.

Dal punto di vista teorico/computazionale, l'attività svolta è stata finalizzata alla messa a punto di un codice per la previsione della cavitazione sulle pale di eliche e su timoni. In particolare, la metodologia di calcolo sviluppata negli anni precedenti è stata migliorata per quanto riguarda lo studio di eliche installate dietro carena. Lo studio ha anche riguardato lo sviluppo di modelli di previsione del rumore indotto dall'elica (in assenza o presenza di cavitazione) e l'analisi comparativa dei risultati ottenuti dai diversi modelli.

L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN: 2007-025/rt, 2007-026/rt, 2007-053/rt, 2007-054/rt, 2007-065/cn, 2007-077/rt, 2007-081/cn

Area 3: Sea-keeping e Manovrabilità

Obiettivi: Sono rappresentati dallo sviluppo delle tematiche di ricerca contenute nei seguenti 2 temi:

- Tema 3.1. Tenuta al Mare dei Veicoli Marini
Tema 3.2. Manovrabilità

Attività svolta nel 2007: Nel corso del 2007 l'attività svolta ha riguardato i seguenti punti:

- a) Studio dei Moti di Sussulto e Beccheggio
- b) Studio della tenuta al mare di scafi veloci
- c) Studio dei fenomeni di imbarco d'acqua (*green water*)
- d) Manovrabilità di scafi dislocanti

Per quanto riguarda l'attività a), è stato portato avanti un filone di indagine che, pur utilizzando metodologie teorico-numeriche sviluppate nei precedenti Programmi di Ricerca INSEAN e basati sull'approssimazione di linearità, i.e. onde di piccola steepness e moti di piccola ampiezza, recuperasse i contributi nonlineari principalmente coinvolti nell'interazione di onde di grande ampiezza con lo scafo. Accanto al solutore già esistente in Istituto, che risolve il problema di seakeeping 3D linearizzato, sia nel dominio del tempo che della frequenza, è stato sviluppato un modello di tenuta al mare 3D debolmente non lineare che tiene conto dei termini nonlineari legati alla geometria della carena (termini idrostatici) e al contributo di onda incidente (termini di Froude-Krilov). La strategia seguita è quella proposta da Pawlowski, che si dimostra consistente al secondo ordine. Parallelamente è stata effettuata una campagna sperimentale di seakeeping per la valutazione dei moti nave in regime non lineare.

Per quanto riguarda l'attività b) è stato investigato il campo idrodinamico intorno ad uno scafo veloce. A tal proposito è stato proposto uno studio combinato, sia numerico che sperimentale, delle caratteristiche del campo idrodinamico che si instaurano intorno ad un modello di nave veloce, sia mono che multiscafo. Dal punto di vista numerico, oltre all'utilizzo di modelli già esistenti in Istituto e basati sull'ipotesi di flusso a potenziale e linearizzazione attorno a diversi flussi base, è stata sviluppata una metodologia completamente non lineare basata sulla teoria parabolica 2D+t.

Per quanto riguarda l'attività c), un primo filone mira allo sviluppo di metodologie teorico-numeriche, sia bidimensionali che tridimensionali, che possono essere impiegate per lo studio di fenomeni locali particolarmente complessi e che coinvolgono interazioni violente tra scafo e superficie libera. Tali metodologie si basano sulla soluzione delle equazioni di Navier-Stokes e/o di Eulero con condizioni al contorno completamente non lineari e con algoritmi specifici per seguire l'evoluzione dell'interfaccia anche in condizioni di rottura d'onda e di frammentazione della superficie libera. In tale contesto è stato sviluppato un algoritmo SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics), basato sulla descrizione del dominio fluido attraverso un insieme di particelle con massa definita e le cui proprietà fluidodinamiche sono descritte attraverso l'uso di opportune funzioni interpolanti. L'algoritmo è stato applicato e validato in maniera sistematica attraverso una opportuna campagna sperimentale per il fenomeno di sloshing. Un secondo filone, particolarmente efficiente e accurato per la descrizione di fenomeni violenti che coinvolgono la superficie libera, è stato sviluppato risolvendo le equazioni di Navier-Stokes con un algoritmo Level-Set per la descrizione dell'interfaccia aria-

acqua (NS-LS). Allo scopo di sviluppare un solutore in grado di catturare i fenomeni complessi associati ai problemi in oggetto e di limitare il costo computazionale, il metodo NS-LS è stato anche accoppiato con un algoritmo BEM per la soluzione di flussi a potenziale mediante lo sviluppo di una strategia Domain-Decomposition (DD).

Infine, per quanto riguarda il punto d) è proseguita l'attività di analisi delle prove di manovrabilità in acqua bassa sul modello di carena KVLCC1 e 2 sia in configurazione priva di appendici che con appendici. I dati saranno resi disponibili e costituiranno il data base per la validazione dei codici di calcolo al prossimo congresso internazionale SIMMAN 2008, ed andranno inoltre ad arricchire il modello di manovrabilità a parametri concentrati.

L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN: 2007-013/rt, 2007-033/ci, 2007-034/ci, 2007-050/rt, 2007-069/ci, 2007-070/ci, 2007-071/ci, 2007-073/cn, 2007-074/rt, 2007-075/ci

Area 4: Vibrazioni e Rumore

Obiettivi: Sono rappresentati dallo sviluppo delle tematiche di ricerca contenute nei seguenti 10 temi:

- Tema 4.1. Metodologie di analisi di sistemi navali complessi
- Tema 4.2. Analisi idroelastica di strutture navali
- Tema 4.3. Studio dell'interazione fluido-struttura per scafi da diporto
- Tema 4.4. Applicazione di nuovi materiali al controllo delle vibrazioni
- Tema 4.5. Studio di mezzi navali non convenzionali
- Tema 4.6. Servoelasticità delle superficie di controllo – Analisi dei carichi
- Tema 4.7. Analisi del fenomeno delle vibrazioni indotte dal rilascio di vortici sui risers
- Tema 4.8. Analisi vibro-acustica di strutture navali
- Tema 4.9. Simulazione del rumore generato da apparati propulsivi
- Tema 4.10. Modelli per applicazioni di acustica subacquea

Attività svolta nel 2007: Sulla base di un'intensa attività numerica e sperimentale nel corso del 2007 sono state consolidate le metodologie innovative di identificazione dei parametri modali e della modellazione della risposta dei sistemi complessi ed incerti. In particolare è stata ottenuta la validazione sperimentale del modello energetico nel dominio del tempo denominato TAEA (Time Asymptotic ensemble Energy Average) e sono stati confrontati con successo i risultati ottenuti applicando la tecnica POD (Proper Orthogonal Decomposition) con quelli ottenuti applicando tecniche classiche di identificazione modale.

L'analisi dell'interazione idro/aero-elastica di strutture navali è proseguita con lo studio dei fenomeni di slamming e di whipping su grandi imbarcazioni (traghetti veloci e navi da crociera) e con l'esecuzione di una nuova campagna di misure in mare su una barca a vela per acquisire un database finalizzato allo studio del sistema scafo-vele. Sono stati inoltre approfonditi nuovi aspetti di aero-elasticità non-lineare e di ottimizzazione di ali di veicoli marini non convenzionali ad effetto suolo.

I modelli predittivi sviluppati per la rappresentazione degli spettri di pressione a parete sono stati utilizzati per individuare le relazioni funzionali tra i parametri idrodinamici (velocità della nave) e la risposta vibro-acustica di tipiche strutture navali eccitate dallo strato limite turbolento.

È stata eseguita la progettazione di esperimenti finalizzati allo studio e/o alla validazione di strategie di controllo attive e passive per la riduzione delle vibrazioni e del rumore.

Sono stati infine sviluppati dei modelli semplificati di accoppiamento per lo studio della risposta dei risers alla sollecitazione prodotta dal distacco dei vortici basati sulla

rappresentazione della scia mediante l'oscillatore di Van der Pol.

Le attività inerenti lo sviluppo di un solutore Navier-Stokes per flussi cavitanti sono proseguite con l'estensione del codice a configurazioni tridimensionali, sempre basate sul fractional step method e sul tracciamento dell'interfaccia acqua-vuoto con metodologia VOF. I vincoli imposti dall'efficienza computazionale richiesta dalle simulazioni 3D hanno focalizzato l'attenzione sull'utilizzo di tecniche numeriche più sofisticate, in grado di migliorare le prestazioni (in particolare del solutore di Poisson per il calcolo della pressione) e ricondurre i tempi di calcolo entro limiti accettabili. A tal fine è stato condotto uno studio di base sui metodi Multigrid che ha prodotto l'implementazione di apposite routines, testate con successo sia nelle simulazioni 2D che in quelle tridimensionali.

Lo sviluppo numerico inerente la soluzione dell'equazione di Ffowcs Williams-Hawkings per analisi aero/idro-acustiche è proseguito con l'implementazione di un solutore basato sulla cosiddetta *formulazione porosa*, l'analisi numerica delle singolarità emergenti dall'integrazione sul dominio acustico dalle sorgenti supersoniche e lo sviluppo di una nuova tecnica di valutazione dei termini non lineari basata sulla *far field approximation*.

L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN: 2005-077/pp, 2006-053/pp, 2007-014/pi, 2007-028/rt, 2007-062/ci, 2007-076/rt, 2007-082/rt, 2007-084/ci, 2007-085/pi, 2007-086/rt, 2007-088/rt, 2007-089/rt, 2007-090/ci, 2007-093/ci, 2007-095/rt, 2007-096/pi, 2007-101/rt

Area 5: Modelli e Metodi di Calcolo per Flussi Turbolenti

Obiettivi: Sono rappresentati dallo sviluppo delle tematiche di ricerca contenute nei seguenti 7 temi:

- Tema 5.1. Tecniche di discretizzazione con parziale sovrapposizione dei domini (tipo chimera)
- Tema 5.2. Studio di algoritmi per la simulazione del flusso stazionario su reticoli tipo "chimera"
- Tema 5.3. Tecniche di simulazione di flussi in domini di forma variabile nel tempo
- Tema 5.4. Simulazione di flussi intorno a navi in manovra in acque ristrette
- Tema 5.5. Modelli semplificati per la simulazione di propulsori navali
- Tema 5.6. Studio di metodologie per l'analisi di onde frangenti
- Tema 5.7. Modelli DES (Detached-Eddy Simulation) per la simulazione di flussi a superficie libera

Attività svolta nel 2007: Sono state analizzate tecniche per la discretizzazione di domini di forma complessa e variabile nel tempo. Lo studio è stato focalizzato su algoritmi che prevedono la parziale sovrapposizione di parti del reticolo (blocchi strutturati), al fine di semplificare la generazione delle griglie di calcolo per i casi in cui la forma del corpo, intorno al quale è richiesta la simulazione, sia complessa. Tale tecnica consente di ridurre i tempi necessari per ottenere reticoli complessi e di ottenere facilmente griglie di elevata qualità. È stato sviluppato un codice numerico in grado di calcolare la connessione topologica fra i vari blocchi del reticolo e di individuare le zone di sovrapposizioni fra celle di calcolo.

Sono state quindi analizzate tecniche per la simulazione del flusso stazionario, a superficie libera e non, intorno a corpi di forma complessa. Lo studio è stato focalizzato su solutori che prevedono l'utilizzo delle griglie con sovrapposizione parziale. Le tecniche sviluppate sono attenute come generalizzazione degli algoritmi già sviluppati all'INSEAN, ottenuta introducendo nelle equazioni di Navier-Stokes termini di campo (forze di volume) nelle zone in cui i domini sono sovrapposti, in modo da forzare la soluzione nei reticoli più radi (che

vengono cancellati da quelli più fitti) al valore della soluzione calcolata sul reticolo più fitto, che domina localmente la risoluzione spaziale. Tutte queste tecniche sono state quindi generalizzate al caso di reticoli di forma variabile nel tempo, cosa che ha permesso la simulazione di flussi intorno a navi in manovra in acque ristrette.

Infine, modelli semplificati di propulsori, in cui soltanto gli effetti macroscopici e medi dell'elica vengono descritti, sono stati sviluppati ed applicati alla simulazione del flusso intorno a sottomarini e a rimorchiatori, in condizioni di autopropulsione.

Per la simulazione di onde frangenti, è stato completato lo sviluppo degli algoritmi atti a simulare in maniera diretta la formazione e la rottura delle onde, anche in regime di flusso non stazionario. È stata di seguito inclusa la possibilità di simulare flussi intorno a corpi che si muovono in un ambiente marino ondosso, realizzando così un ondogeno numerico che possa consentire, in futuro, l'analisi di problemi relativi alla tenuta a mare dei veicoli marini.

Infine sono stati studiati ed applicati modelli di turbolenza tipo DES (Detached-Eddy Simulation), adatti alla simulazione del flusso intorno a corpi tozzi con significative zone di separazione e di circolazione. In tali modelli in cui si rinuncia a seguire l'evoluzione diretta delle strutture turbolente nello strato limite (dove si mantengono modelli differenziali a una o due equazioni tipo RANSE tradizionali), mentre le grandi strutture turbolente lontane dal corpo vengono simulate in maniera diretta mediante modelli LES.

L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN: 2005-037/pp, 2006-057/pp, 2006-060/pp, 2007-007/rt, 2007-012/ci, 2007-039/rt, 2007-045/ci, 2007-051/ci, 2007-052/ci

Programma N. 2 PROGRAMMA DI RICERCA INSEAN 2007-2009

Obiettivi: Dare risposte alle esigenze dei progettisti che richiedono strumenti veloci, affidabili e a costo contenuto in grado di prevedere il comportamento delle navi e delle strutture marine così da poter eseguire le necessarie modifiche al progetto fin dalle sue fasi iniziali.

Attività previste: Realizzazione di esperimenti orientati a comprendere la fisica dei fenomeni idrodinamici; necessità di disporre di modelli fisico-matematici idonei a trattare fenomeni di fluido dinamica complessi. Si citano a titolo di esempio: algoritmi di ottimizzazione delle carene volti a ridurre la resistenza all'avanzamento (minori potenze installate e minori consumi), miglioramento del comportamento della nave in condizioni meteo avverse e miglioramento della manovrabilità (maggiore sicurezza), riduzione del rumore irradiato interno-nave (aumento del benessere) ed irradiato all'esterno (ridotto inquinamento ambientale). Insieme di attività consistenti con la Simulation Based Design che è uno strumento essenziale della moderna ingegneria.

Organismi finanziatori: Ministero dei Trasporti; *Durata:* 36 mesi; *Data di inizio:* 01.01.2007

Si riportano di seguito le attività svolte per ciascuna delle 5 aree in cui è suddiviso il progetto.

Area 1: Resistenza Idrodinamica e Ottimizzazione

Obiettivi: Sono rappresentati dallo sviluppo delle tematiche di ricerca contenute nei seguenti 9 temi:

- Tema 1.1. Resistenza idrodinamica della nave
- Tema 1.2. Sicurezza della Navigazione – Idrodinamica di impatto
- Tema 1.3. Tecniche innovative di riduzione della resistenza all'avanzamento
- Tema 1.4. Problemi a singolo obiettivo: algoritmi di ottimizzazione globale
- Tema 1.5. Problemi a grande dimensione
- Tema 1.6. Modelli surrogati, meta-modelli
- Tema 1.7. Sviluppo e verifica di algoritmi di ottimizzazione in ambito (MDO)
Multidisciplinary Design Optimization
- Tema 1.8. Calcolo ad alte prestazioni con impiego di architetture parallele
- Tema 1.9. Sperimentazione su modelli in grande scala di barche a vela

Attività svolta nel 2007: nell'ambito delle problematiche di impatto, è stato sviluppato un solutore tipo BEM per lo studio nel dominio del tempo del flusso e dei carichi idrodinamici generati durante l'entrata in acqua di una piastra bidimensionale o assialsimmetrica. Al fine della validazione del metodo è stata effettuata una stima teorica delle forze idrodinamiche che si generano nelle prime fasi dell'impatto. È stata ricavata la soluzione autosimile che caratterizza il flusso generato dall'entrata in acqua di un blocco (con superficie impermeabile o perforata) che scivola lungo una superficie inclinata. Nell'ambito dei problemi di ottimizzazione, sono state sviluppate tecniche di preconditionamento necessarie nella soluzione di problemi a grande dimensione. Il modello PSO è stato migliorato ed applicato alla soluzione di un problema di ottimizzazione multidisciplinare (MDO) e modelli a fedeltà variabile sono stati sviluppati ed impiegati per la ricerca della forma ottima di una carena multiscafo.

L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN: 2007-002/rt, 2007-031/ci, 2007-043/ci, 2007-044/ci, 2007-046/ci, 2007-048/ci, 2007-049/ci

Area 2: Propulsione e Cavitazione

Obiettivi: Sono rappresentati dallo sviluppo delle tematiche di ricerca contenute nei seguenti 7 temi:

- Tema 2.1. Idrodinamica di eliche non cavitanti
- Tema 2.2. Eliche cavitanti
- Tema 2.3. Propulsori azimutali
- Tema 2.4. Propulsori per navi veloci
- Tema 2.5. Problematiche legate alla propulsione navale
- Tema 2.6. Studio di sistemi ad elica per la produzione di energia pulita dalle correnti marine ed eoliche
- Tema 2.7. Metodologie previsionali delle prestazioni propulsive al vero

Attività svolta nel 2007: Nel corso del 2007 sono state effettuate attività di ricerca bibliografica, nonché studi di fattibilità per le attività sperimentali. Per alcune tematiche sono state effettuate progettazioni meccaniche per la realizzazione di modelli e set-up sperimentali necessari allo svolgimento del programma.

Area 3: Sea-keeping e Manovrabilità

Obiettivi: Sono rappresentati dallo sviluppo delle tematiche di ricerca contenute nei seguenti 2 temi:

- Tema 3.1. Tenuta al Mare dei Veicoli Marini
Tema 3.2. Manovrabilità dei Veicoli Marini

Attività svolta nel 2007: Nel corso del 2007 l'attività svolta ha riguardato i seguenti due punti:

- a) Studio del fenomeno di sloshing in serbatoi di navi
- b) Manovrabilità di scafi dislocanti in acqua bassa

Per quanto riguarda il punto a) sono stati sviluppati e confrontati due differenti metodi di soluzione, basati sulla soluzione delle equazioni di Navier-Stokes, con *Level Set* per la determinazione dell'interfaccia aria-acqua, e su un algoritmo *Smoothed Particle Hydrodynamics* (SPH) per flusso bifase. Il primo algoritmo, particolarmente efficiente e accurato per la descrizione di fenomeni violenti che coinvolgono la superficie libera, è stato sviluppato risolvendo le equazioni di Navier-Stokes con un algoritmo *Level-Set* per la descrizione dell'interfaccia aria-acqua (NS-LS). Il secondo invece, SPH (*Smoothed Particle Hydrodynamics*), si basa sulla descrizione del dominio fluido attraverso un insieme di particelle con massa definita e le cui proprietà fluidodinamiche sono descritte tramite opportune funzioni interpolanti. Entrambi gli algoritmi sono stati applicati e validati attraverso dati disponibili in letteratura, oltre che attraverso i risultati di una opportuna esperienza di sloshing eseguita presso questo istituto. È stato considerato pertanto il flusso che si instaura all'interno di un contenitore parzialmente riempito di acqua e posto in oscillazione forzata. Sono stati quindi misurati i carichi locali, i.e. pressioni, che si verificano sulla parete laterale del contenitore a causa dei fenomeni di impatto dei sistemi d'onda che si instaurano all'interno del cassone. Dal punto di vista fisico tali fenomeni di impatto possono essere accompagnati da fenomeni di intrappolamento di cavità di aria, con conseguenti effetti di compressibilità sul carico massimo che agisce sulla struttura. A tal fine è iniziata anche l'attività sperimentale e numerica di studio dell'effetto del numero di Eulero, i.e. variando la pressione all'interno del contenitore, sulla distribuzione dei carichi durante tali fenomeni impulsivi. Un contenitore, appositamente rinforzato per sostenere i carichi indotti dalla differenza di pressione tra l'ambiente esterno e quella interna al cassone è stato progettato e costruito. Sono state quindi effettuate le prime prove preliminari ed i dati sono stati confrontati con i risultati dei modelli numerici sopra descritti.

Per quanto riguarda il punto b) è stata effettuata l'analisi di incertezza per le prove di manovrabilità sul modello di carena KVLCC2. Tale campagna sperimentale prevede infatti la misura delle storie temporali dei moti imposti e delle forze agenti sul modello di carena durante una prova con PMM, al variare della profondità del bacino di prova. In particolare sono state considerate tre diverse profondità e per ognuna di esse è stata effettuata l'analisi di incertezza delle grandezze misurate in corrispondenza ad alcune delle condizioni sperimentali realizzate.

I dati ottenuti sono inoltre stati trattati per la determinazione dei coefficienti idrodinamici che andranno ad arricchire il database per il modello matematico a parametri concentrati in ampliamento continuo.

L'attività svolta è documentata dai Rapporti INSEAN: 2007-010A/ci, 2007-013/rt, 2007-067/ci, 2007-069/ci

Area 4: Vibrazioni e Rumore

Obiettivi: Sono rappresentati dallo sviluppo delle tematiche di ricerca contenute nei seguenti 7 temi: