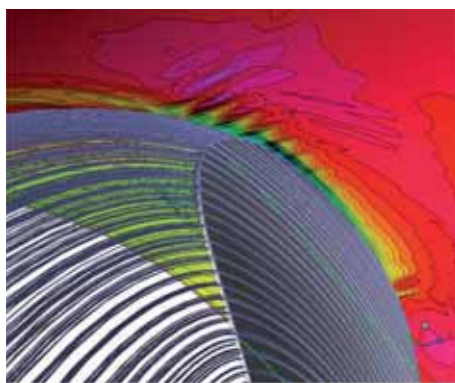


# Prevedere e ottimizzare

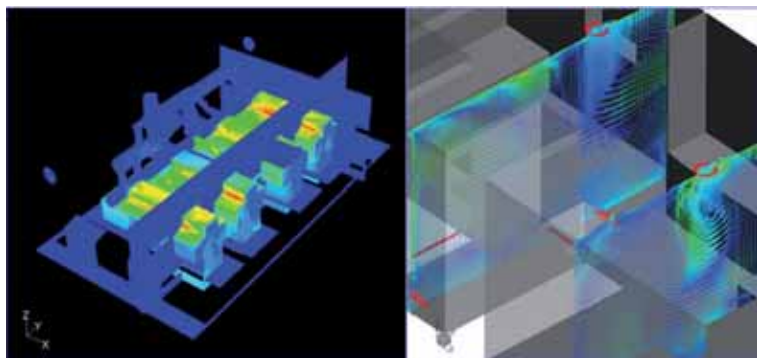


**La fluidodinamica numerica (Cfd)** è uno strumento essenziale per ottimizzare le prestazioni di imbarcazioni veloci.

**Cfd per la progettazione:** valutazione delle prestazioni dell'elica.



**La Cfd può essere utilizzata** per la progettazione degli impianti di ventilazione e condizionamento.



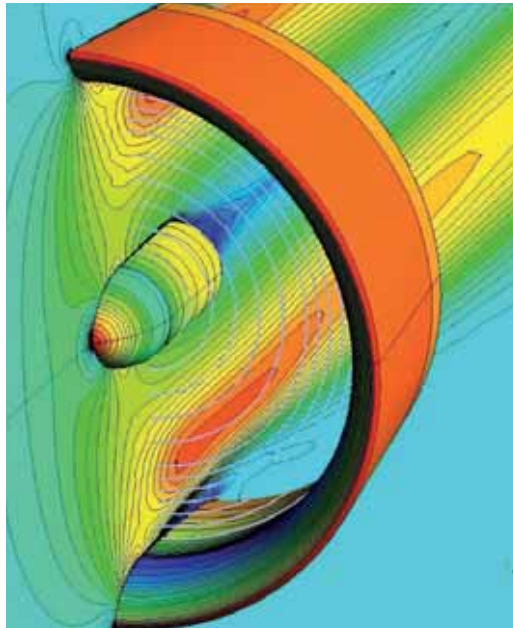
Dalla Cfd un aiuto alla progettazione delle imbarcazioni da diporto. La fluidodinamica computazionale è ormai diventata fondamentale poiché con essa si riducono gli errori e si migliora il time to market di qualsiasi prodotto: dagli yacht alla componentistica per l'automazione

La fluidodinamica numerica è da tempo un importante strumento progettuale; i calcoli Cfd consentono di valutare le prestazioni di una nave o imbarcazione a partire dalle fasi preliminari del progetto, ottimizzando forme e allestimento per ottenere il miglior compromesso fra requisiti e vincoli progettuali. Naturalmente, gli strumenti di calcolo da utilizzare sono diversi a seconda del problema in esame e del livello di accuratezza richiesto; per le fasi più avanzate della progetta-

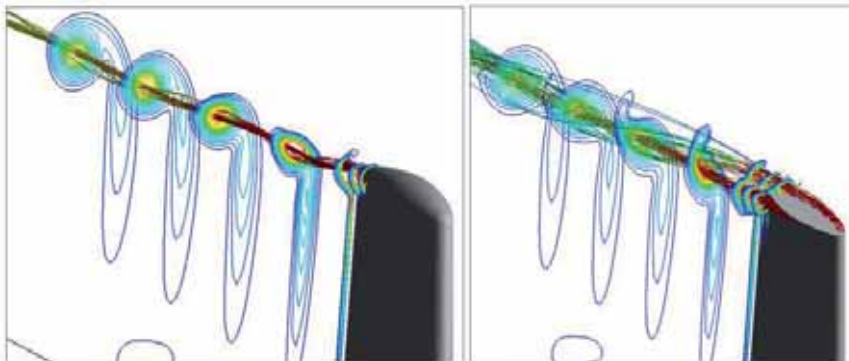
zione, le potenze di calcolo disponibili consentono di utilizzare strumenti sofisticati con tempi di calcolo compatibili con i tempi tipici di un progetto navale o nautico.

Cetena (Centro per gli studi di tecnica navale) da molti anni si occupa di Cfd per la progettazione navale ed ha recentemente effettuato alcuni studi di supporto alla progettazioni di imbarcazioni da diporto.

Tra questi, tre casi interessanti che saranno presentati qui di seguito: ottimizzazione della posizione di pinne stabilizzatrici; previsione e correzione degli effetti di 'slamming' e 'springing'; ottimizzazione aerodinamica delle sovrastrutture.



**Calcolo di flusso**  
per elica con mantello.



**Distacco di vorticità da una pinna,**  
per due diverse forme della sua estremità.

## Pinne stabilizzatrici

Tra gli obiettivi della progettazione nautica, il comfort di bordo è tra quelli prioritari e implica la minimizzazione dei livelli di rumore e vibrazioni e dei moti e delle accelerazioni dell'imbarcazione.

Per quanto riguarda questi ultimi, essi possono essere efficacemente ridotti utilizzando pinne stabilizzatrici. Queste vengono collocate sullo scafo in una posizione tale da massimizzare le prestazioni di smorzamento dei moti senza però interferire con l'allestimento interno dell'imbarcazione; specificamente, si tratta di non posizionare le pinne in prossimità di cabine o locali con elevati re-

quisiti di silenziosità. È però anche necessario tenere conto dell'effetto delle pinne sul flusso attorno alla carena, e in particolare del loro effetto sulle prestazioni del propulsore, che possono essere disturbate proprio dal flusso generato dalle pinne. Di fatto, questo tipo di disturbo si verifica non raramente; esso viene spesso rilevato troppo tardi per poter essere corretto efficacemente, mentre può essere prevenuto o curato con un calcolo Cfd per studiare la vorticità che si stacca dalle pinne e il suo effetto al disco dell'elica.

Il calcolo va effettuato per le condizioni di progetto e/o quelle per le quali si è verificato il problema, che possono essere sia di avanzo che di manovra.

Cetena ha avuto modo di trattare entrambe

le condizioni. Lo strumento utilizzato per questo tipo di calcolo è un codice Rans; il calcolo richiede la realizzazione di una griglia volumetrica intorno allo scafo e alle pinne, che vanno modellati con accuratezza per ottenere un quadro di dettaglio delle condizioni del flusso. I risultati del calcolo servono quindi a definire le modifiche da effettuare per rimuovere il problema. Vi sono due tipi di soluzione: spostamento delle pinne rispetto alla posizione originale; modifica della forma della pinna, in particolare della sua parte terminale.

La seconda modifica è forse meno invasiva della prima, e può essere molto efficace; infatti modificando la forma del 'tip' della pinna si può alterare in modo efficace il flusso riducendo i problemi al propulsore (la figura a sinistra mostra la vorticità che si stacca da una pinna per due diverse forme della sua estremità).

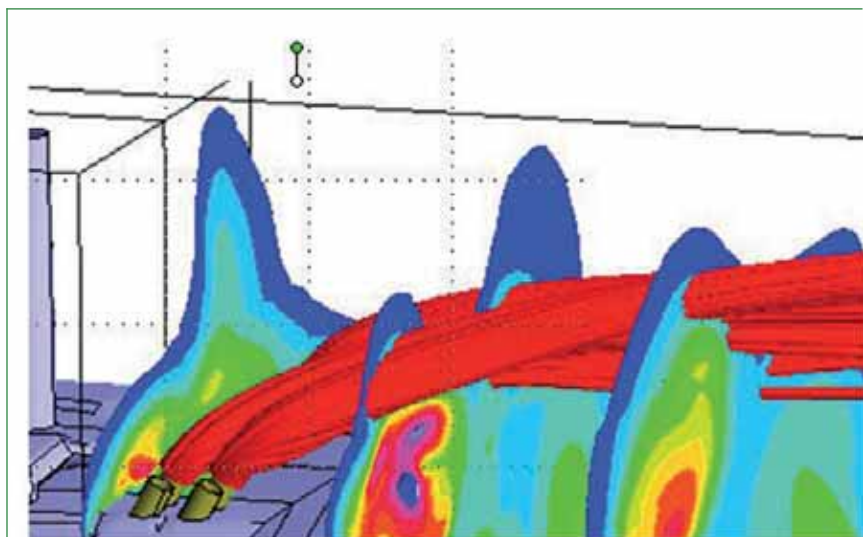
In ogni caso, il calcolo Cfd fornisce un quadro di dettaglio del flusso generato dalla pinna e dà quindi modo di studiare modifiche progettuali efficaci.

## Effetti di slamming e springing

Springing e slamming sono due effetti di natura idroelastica che possono creare notevoli problemi alle strutture di imbarcazioni da diporto. Lo springing è un fenomeno di risonanza delle strutture tipico di yacht veloci e di grandi dimensioni.

Si verifica quando la frequenza di incontro dell'onda (che deriva dalla combinazione della frequenza assoluta del mare e della velocità dell'imbarcazione) si avvicina al primo modo di vibrare della struttura, dando luogo a sollecitazioni dinamiche di grande ampiezza.

I calcoli strutturali che vengono tipicamente effettuati nel processo di progettazione, essendo calcoli statici, non danno alcuna indicazione sulla possibilità di occorrenza dello springing, che è un fenomeno dinamico ciclico, rilevante sia per l'entità delle sollecitazioni che genera, sia per la loro ciclicità, che influenza in modo importante la vita a fatica della struttura.



**Dettaglio del flusso attorno alle sovrastrutture di uno yacht.**

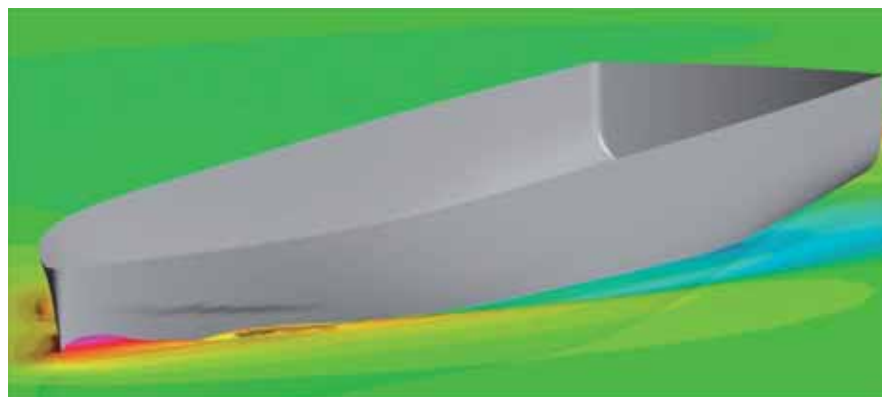
Prevedere lo springing richiede calcoli di tipo idroelastico, che consentano di simulare la risposta elastica della struttura ai carichi d'onda. Cetena dispone di una suite di calcolo per questo tipo di simulazione, che ha recentemente applicato all'esame della risposta dinamica di uno yacht veloce.

Il calcolo permette di calcolare la deformazione associata al primo moto vibrazionale in funzione della frequenza della sollecitazione ondata: in presenza di springing, oltre al picco della risposta dovuto ai moti di corpo rigido vi è un secondo picco, a frequenza più elevata, dovuto appunto agli effetti dinamici di springing.

La posizione e l'altezza dei picchi, insieme alla conoscenza delle frequenze d'onda tipiche dell'area dove andrà a operare lo yacht, consentono di valutare se e quanto il fenomeno possa avere rilevanza per l'imbarcazione.

Per poter attuare efficaci misure correttive nel caso di problemi rilevanti, i calcoli vanno effettuati il più presto possibile nel processo di progettazione; il fenomeno di springing è infatti legato alle caratteristiche globali dello scafo, che vengono definite nelle prime fasi del progetto.

Lo slamming è il fenomeno di impatto violento dello scafo sull'onda che si verifica in mare ondosso per effetto della combinazione dei moti e della velocità dello yacht con le caratteristiche del mare (altezza, frequenza,



**Calcolo per ottimizzazione di una carena con bulbo.**

direzione dell'onda). Uno dei problemi creati dallo slamming è quello degli effetti che induce localmente sui pannelli dello scafo: vibrazioni che sollecitano la struttura dei pannelli e la stuccatura e possono danneggiare quest'ultima compromettendo la finitura dello scafo. Per evitare questi problemi, è utile effettuare un calcolo di risposta dinamica dei pannelli alle sollecitazioni di slamming. Questo implica la determinazione di storie temporali significative delle pressioni agenti localmente sulla struttura, che Cetena valuta con un codice di calcolo sviluppato per lo studio dello slamming; le pressioni vengono quindi applicate alla struttura del pannello la cui risposta viene determinata con un calcolo Fem dinamico. Esso fornisce le caratteristiche della risposta vibratoria del pannello che sono da utilizzare per la scelta dei mate-

riali per la finitura dello scafo al fine di assicurarne la perfetta tenuta.

## Ottimizzazione aerodinamica

Tra i diversi aspetti che determinano il comfort a bordo di uno yacht, vi è anche la qualità del flusso sui ponti esterni accessibili ai passeggeri.

Sovrastrutture eleganti e apparentemente 'aerodinamiche' possono presentare inconvenienti in termini di turbolenza e risonanze aero-elastiche di dettagli strutturali; è quindi molto utile effettuare una verifica numerica delle caratteristiche del flusso per assicurarsi della sua qualità per i diversi regimi di velocità previsti per l'imbarcazione.

Lo strumento di calcolo è anche in questo caso un codice Ranse, per la natura dei fenomeni in esame.

E anche in questo caso è necessaria la realizzazione di un modello accurato delle sovrastrutture intorno al quale costruire una griglia di volume.

I calcoli vengono quindi effettuati per diverse condizioni di velocità dell'imbarcazione e incidenza del vento e consentono di scomporre il flusso nella sua componente principale e nei flussi secondari dovuti ai dettagli strutturali.

Il quadro di dettaglio del flusso e delle aree di turbolenza consente di valutare la bontà della soluzione adottata e, se necessario, elaborare soluzioni alternative.

*F. Valdenazzi, responsabile marketing Cetena.*

**readerservice.it n. 253**