



39.000 km nell'Oceano

NICK HUTCHINS

Gli ingegneri del Team Emirates New Zealand si affidano ai software CFD di Ansys per ottimizzare le prestazioni della loro imbarcazione per la Volvo Ocean Race; una gara che dura sette mesi anche in condizioni estreme di navigazione

La Volvo Ocean Race è uno degli eventi sportivi più estenuanti del mondo. In questa regata, che si tiene ogni tre anni, squadre composte da 11 marinai professionisti manovrano i loro yacht lungo una rotta di oltre 39.000 km, attraverso le condizioni mutevoli e incerte dell'oceano. È un viaggio estremo e impegnativo che abbraccia il mondo intero e porta gli scafi a solcare alcuni dei mari più insidiosi del mondo, compresi

quelli intorno a capo Horn. Da ottobre a luglio, gli equipaggi della Volvo Ocean Race veleggiano anche per 20 giorni consecutivi per completare le nove tratte in cui è suddivisa la gara. Gli uomini devono sopportare un regime di vita durissimo: pranzi liofilizzati, onde fino a 10 m, sbalzi di temperatura da -5 °C a +40 °C. Mentre la gara è una sfida quotidiana per gli atleti, questo evento pone anche problemi particolari per i

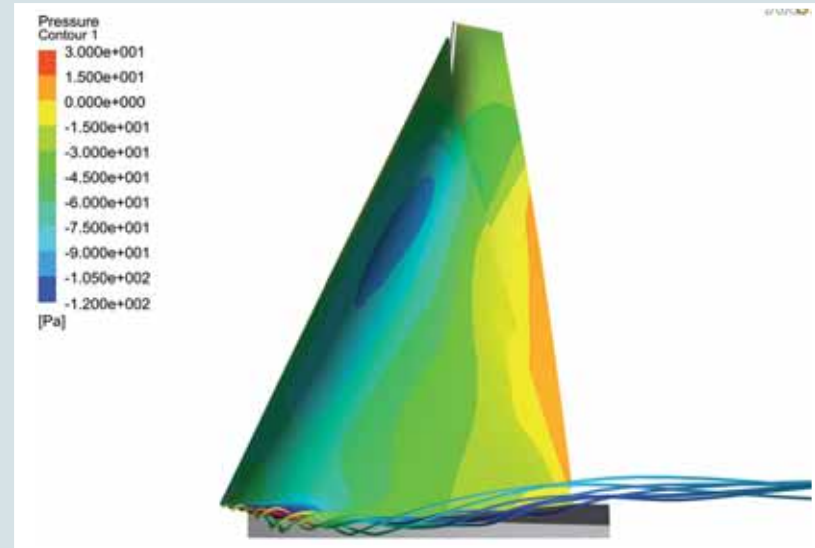
progettisti delle imbarcazioni. Le regole di gara costringono ogni equipaggio a scegliere solo otto vele da portare per qualsiasi tratta, molte meno rispetto alle 13 vele che una imbarcazione che corre la Coppa America ha a bordo per una gara di due ore. I marinai gestiscono le otto vele in navigazione, durante il percorso transoceanico, dove le condizioni di vento possono variare di intensità e possono cambiare di direzione anche all'improvviso. Questo significa che i concorrenti della Volvo Ocean Race sono spesso costretti a navigare chiedendo alle imbarcazioni il massimo, spesso senza avere la velatura migliore per la situazione che stanno affrontando. Lo scafo e le appendici devono essere progettati per compensare queste carenze. Di conseguenza, all'inizio del processo di progettazione della barca, i progettisti devono comprendere molto bene gli effetti che le diverse velature possono indurre sullo scafo stesso.

Prove e simulazioni

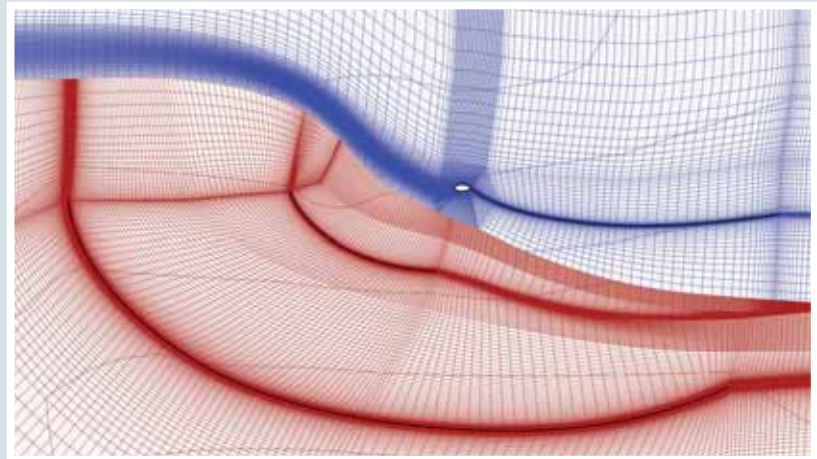
Per la Volvo Ocean Race, il team Emirates New Zealand, leader mondiale nello yacht racing, ha progettato una barca aiutandosi con le tecnologie avanzate di Ansys, grazie al patrocinio del produttore



I test fisici delle vele nella galleria del vento producono immagini che vengono utilizzate successivamente per la simulazione CFD Ansys.



spagnolo di calzature Camper. Non è certo la prima volta: New Zealand ha utilizzato il software Ansys negli ultimi 14 anni, ottenendo notevoli successi nella messa a punto del design aerodinamico e idro-dinamico. Per capire l'impatto di una buona progettazione di vele e scafo lungo le 39.000 miglia della gara, e per utilizzare questi dati come feedback nel processo di progettazione della barca, gli ingegneri del team Emirates hanno sottoposto i loro progetti sia a cicli nella galleria del vento, sia ad analisi numerica CFD utilizzando il software Ansys CFX. Avendo a disposizione solo 4 mesi per preparare imbarcazione e vele, il team punta molto sull'analisi computazionale per avere risultati affidabili in tempi molto rapidi. Per le simulazioni, gli ingegneri di Emirates New Zealand hanno iniziato gli studi delle vele in una galleria del vento presso l'Università di Auckland. Nel corso di tre giorni hanno effettuato 216 prove, valutando tutto il set di vele in dotazione al team sull'intero spettro di velocità/direzione del vento previsti durante la gara. Il team ha montato piccole telecamere su un modello di imbarcazione, in modo da riprendere le vele. Utilizzando uno strumento apposito chiamato Vspars, che calcola la forma



Griglia strutturata delle vele generate sulla base di immagini delle prove nella galleria del vento.

delle vele e la loro posizione in tempo reale, i progettisti sono riusciti a studiare tutti i dettagli su ciascuna vela. Le immagini digitali sono state poi utilizzate per generare forme precise della vela su cui poi effettuare le analisi CFD. Gli ingegneri si sono concentrati sul generare una grande raccolta di dati per una vasta gamma di vele, così hanno potuto ottenere rapidamente un sistema di previsione di velocità (VPP) e comprendere le implicazioni di ciascuna configurazione, per arrivare alla fine a ottimizzare il progetto complessivo della barca.

Risultati rapidi

Successivamente, sono state generate le griglie block structured con Ansys Icem

CFD Hexa. Questo approccio ha prodotto una mesh ad alta risoluzione dello strato limite attorno all'albero e alle vele, pur mantenendo dimensioni di griglia gestibili nell'ordine di 8-10 milioni di celle. Poiché la generazione della griglia può richiedere molto tempo, questo processo è stato automatizzato per aumentarne la produttività. Utilizzando script in Perl con Icem CFD e CFX-Pre in modalità batch, l'intero processo ha richiesto circa 10 min per una griglia di 9 milioni di celle. I tecnici di Emirates New Zealand hanno poi sfruttato appieno la modularità del software per poter valutare decine di combinazioni di vele e condizioni di vento. Il cluster Dell della squadra è il più grande cluster privato computazio-

nale in Nuova Zelanda. È ottimizzato per le simulazioni di CFX con un sistema intelligente di gestione code che ha aumentato considerevolmente l'efficienza della progettazione. La progettazione di scafo e delle appendici è così potuta procedere in parallelo allo studio delle vele. Gli ingegneri hanno impiegato le analisi CFD per affinare gli elementi aerodinamici delle vele e per meglio ottimizzare le prestazioni, tenendo in considerazione il comportamento sia della parte emersa sia di quella sommersa dello scafo.

2.000 diverse forme delle vele

Le imbarcazioni da regata devono avere le prestazioni come promesso dai progettisti in qualsiasi situazione di vento: è essenziale che il progetto sia funzionale. Mentre le prove in galleria del vento con modelli fisici sono risultati idonei per comparare le performance generali delle vele, può essere complesso per gli ingegneri capire il perché una vela si compor-

ta meglio di un'altra, e di conseguenza individuare dove intervenire per poter aumentare la resa di ciascuna velatura. La simulazione CFD, d'altra parte, mostra esattamente come e dove ci possono essere guadagni di efficienza. Il fatto di poter disporre di simulazioni precise e ripetibili ha anche consentito di effettuare rapidamente delle analisi parametriche. Piccoli cambiamenti nei tagli delle vele possono cambiare considerevolmente i risultati complessivi di VPP e assicurare che le vele lavoreranno insieme agli altri componenti della barca in modo sinergico, per offrire nel complesso le migliori prestazioni possibili. La gamma di forme e dimensioni per ciascuna tipologia di vela è molto ampia. Le vele da utilizzare per il braccio sottovento hanno forme completamente diverse da quelle che si impiegano sopravvento e le vele che si usano in condizioni di vento forte hanno dimensioni inferiori rispetto ad altre che si dispiegano quando la brezza è più lieve. Qualsiasi siano la dimensione e la forma delle vele, la chiave per prevederne le prestazioni è simulare accuratamente la turbolenza e il comportamento dello strato limite vicino alla superficie della vela stessa. Questo richiede software con modelli di turbolenza ben validati.

Modelli precisi per la turbolenza

I progettisti di Emirates New Zealand trovano che il modello di turbolenza k-shear stress transport (SST) sia di inestimabile valore nella gestione giornaliera di test aerodinamici. La chiave per una analisi efficiente delle vele è avere la certezza di poter ottenere buone prestazioni all'interno di un range molto ampio di flussi diversi, senza richiedere modifiche della topologia della mesh. È inoltre importante per una simulazione CFD l'uso delle wall function automatiche, poiché permettono una modellazione omogenea della turbolenza attraverso griglie di calcolo di diverse risoluzioni per i vari componenti dell'imbarcazione e delle vele. L'implementazione del modello SST di Menter all'interno di CFX

offre velocità, robustezza e precisione di progettazione e questo rende il software una scelta di alto livello per l'analisi delle vele. Un altro aspetto importante della progettazione di vele è l'analisi della deformazione della vela stessa.

Durante l'andatura di bolina, in cui le vele sono relativamente piatte e rigide, le pressioni aerodinamiche possono essere ottenute con un metodo a pannelli. Al contrario, per un grande spinnaker utilizzato sottovento, diventa critico acquisire dati accurati nella deformazione della vela e le conseguenti variazioni delle performance aerodinamiche. Per riuscirci, il team di progettazione accoppia l'analisi aerodinamica del software Ansys con un codice strutturale realizzato dallo stesso produttore delle vele. Il flusso di lavoro è molto fluido: il passaggio veloce dalla geometria alla creazione della mesh all'interno di Ansys Icem CFD ha permesso ai progettisti di eseguire rapidamente un gran numero di simulazioni. I risultati forniti sulle performance aerodinamiche delle vele in diverse condizioni di lavoro sono state importate nell'analisi strutturale. Durante la preparazione per la Volvo Ocean Race, i progettisti hanno svolto diverse analisi di interazione fluido-struttura per arrivare a definire la forma delle nuove vele da gara. Il breve tempo a disposizione per la progettazione e i budget limitati hanno messo un accento particolare sulla velocità con cui si passa dal concept all'analisi. L'interfaccia di CFX per gestire la griglia è stata di grande valore proprio per questo, permettendo alle celle esagonali di alta qualità generate da Ansys Icem CFD di venire costruite intorno ai diversi componenti della vela e poter essere riutilizzate quando vengono fatte piccole modifiche di assetto. Nel complesso, la tecnologia Ansys ha permesso ai progettisti di Emirates Team New Zealand di analizzare più di 2.000 diverse forme di vele della Volvo Ocean Race.

N. Hutchins, CFD engineer Emirates Team New Zealand, Auckland.

Le simulazioni CFD includono una geometria approssimata dello scafo, albero, vele e deriva.

