

I SEGRETI DELLA REGATA D'ALTOMARE

(Utili anche per la Navigazione in Crociera)

Dario Dalla Vedova @ , Claudio Gallozzi @



Una barca, dei "regatanti", un software che rileva e analizza tutti i dati della navigazione, un'equipe di studiosi in grado di valutare il comportamento umano. Così, sinteticamente, possiamo definire il lavoro che degli esperti hanno svolto per gettare le basi di quello che è al contempo un grande programma di vela, la sfida in regata e in solitario all'oceano, e uno studio scientifico sulla componente umana. Abbiamo cercato di raccogliere gli aspetti più significativi di questa vicenda, sia dal punto di vista velistico che medico.

LA STORIA

Tutto ha inizio da una sorta di scatola nera di bordo. L'obiettivo è quello di mettere a punto un indice di bontà delle prestazioni ottenute in regata, per poter analizzare l'effetto che variabili quali scelta e regolazione delle vele, manovre con equipaggio ridotto, uso del pilota automatico, ecc., hanno globalmente sulla conduzione della barca. La realizzazione pratica ruota intorno ad un'idea facilmente comprensibile anche dai meno esperti, mentre invitiamo i lettori più smaliziati ad approfondire il tema con le informazioni contenute nei riquadri: "[Il sistema di acquisizione dati](#)" e "[Tecniche di analisi](#)". Una serie di dati relativi alla navigazione della barca (velocità sull'acqua e sul fondo, prua e rotta, corrente, angolo e velocità vento, dati **GPS***) viene

acquisita ed elaborata, al fine di determinarne la prestazione, e poi confrontata con la previsione del rispettivo certificato di stazza IMS (*vedi riquadro "La Stazza IMS"*) per quelle condizioni di vento e mare in cui la barca si trova a navigare. Più semplicemente, si tratta di un confronto tra prestazione reale e prestazione simulata dal sistema IMS, che a sua volta è basata su un programma di predizione della velocità.

Il risultato di questo confronto è presentato sotto forma di un "indice di prestazione", che in ogni condizione ci mostra se navighiamo nel target previsto o se, e di quanto, ce ne discostiamo, sia in senso negativo che positivo.

Poiché, è il caso di dirlo, tra "*... il dire e il fare c'è di mezzo il mare ...*", la realizzazione pratica è un poco più complessa e la messa a punto del software (curata da Dario Dalla Vedova e Maurizio Besi) ha richiesto una certa attenzione.

Una volta approntato, il sistema è stato collocato su **Alta Pressione** (Figure 1-2-3-4-5), un Meri 30, progetto Ceccarelli, lungo 9.12 metri fuori tutto.

L'armatore, Daniele Seriacopi, segue un ampio e serio programma di regate "lunghe", per lo più in equipaggio ridotto, in vista della sua futura partecipazione a regate transoceaniche in solitario.



Figura 1 - ALTA PRESSIONE (Roma x 2)

L'abbinamento dello studio alle competizioni d'altomare deriva dalla necessità, propria della ricerca scientifica, di ridurre al minimo errori e distorsioni nella rilevazione dei dati dovuti a fattori esterni difficilmente calcolabili. Tali sono, ad esempio, l'influenza della copertura del vento ad opera di altre barche, il tempo perso nelle manovre in boa e negli incroci, ed altri fattori tipici di una regata di

triangolo. Questa scelta enfatizza inoltre il fattore umano, che assume particolare rilievo in questo tipo di regate.

Se da un lato abbiamo uno "strumento" in grado di guidarci nella condotta di navigazione; ancora più utili sono i risultati frutto di uno studio a posteriori sui moltissimi dati acquisiti, volto ad individuare le lacune e scoprire come colmarle. I dati raccolti sono infatti affluiti al Dipartimento di Fisiologia e Biomeccanica dell'Istituto di Medicina e Scienza dello Sport del C.O.N.I., che da sempre è interessato allo sviluppo di metodologie in grado di fornire un approccio valutativo del fattore umano.

La metodologia proposta consente quindi di compiere diverse elaborazioni sul fattore umano e su quello tecnico quali, ad esempio, lo studio dell'andamento della regata, delle scelte tattiche compiute confrontandole (quando possibile) con quelle degli altri concorrenti, delle capacità tecniche di conduzione e regolazione della barca, degli effetti della fatica, degli effetti del cambiamento del ritmo sonno - veglia. Altro aspetto molto interessante è la possibilità di verifica, sempre a posteriori, della validità delle previsioni meteo ricevute durante la navigazione e registrate sul giornale di bordo. Si possono infine analizzare gli effetti sulle prestazioni della barca di fenomeni difficilmente valutabili quali onde o corrente, o, ancora, eseguire analisi statistiche sul livello medio di performance che un equipaggio, completo o ridotto, è riuscito a garantire nel corso di una regata lunga con condizioni meteo molto variabili. Queste informazioni ci indicano due settori d'indagine: **la barca**, la sua messa a punto e la sua stazza; **l'uomo**, la sua capacità e i suoi limiti.

INDICE DI PRESTAZIONE E CONDUZIONE DELLA BARCA

Il confronto diretto con gli altri scafi costituisce da sempre il primo punto di riferimento per valutare la propria prestazione in gara. Nelle regate "lunghe" però si è spesso soli, essendo gli avversari lontani e sparpagliati sull'acqua. Gli skipper si orientano poi con l'indicazione del **Log***. In assenza di riferimenti si tende a cercare di spingere al massimo, a ricercare la massima velocità, sempre. In una navigazione lunga alcuni giorni ciò può essere molto, talora troppo, dispendioso per le energie umane. Inoltre tutto il sistema di stazza IMS si basa su una filosofia: vince, in tempo corretto, la barca che ha corso al meglio di quanto il suo certificato di stazza prevedesse in date condizioni meteo. Conoscere di essere più o meno veloci è quindi un dato poco utile se non può essere confrontato con la performance prevista dalla stazza. Ecco perché l'indice di prestazione non esprime una dimensione, come è appunto la velocità, ma quello che in termini semplici possiamo definire un rapporto percentuale tra prestazione reale e simulata.

Ciò non toglie che detto rapporto possa e, anzi, debba all'occorrenza essere convertito in termini dimensionali. Facciamo un esempio. Perdere il 10% sul target quando si naviga quasi in bonaccia ad un nodo di velocità, vuol dire perdere 185 metri l'ora; peggiorare la propria prestazione del 10% quando si naviga a 6 nodi si traduce in più di mezzo miglio di percorso in meno per ogni ora navigata. A parità di decremento percentuale (10%), i 185 metri del primo caso, anziché in un'ora, vengono "bruciati" in 10 minuti!

Mentre Alta Pressione prendeva parte a Roma x 2 (2° di classe), Giraglia (3° di classe), VelaEstate (Fiumicino-Ponza-Fiumicino, 1° Overall), e ad una serie di trasferimenti in solitario, tutte le informazioni sono state registrate e successivamente valutate. Ne è emerso un primo fatto interessante. Nelle singole regate cui ha partecipato, la barca ha eguagliato le prestazioni previste dal suo certificato di stazza IMS per una percentuale di tempo compresa tra il 22 e il 27%. Due segmenti, entrambi costituenti il 10-15% del tempo navigato, si trovano rispettivamente appena al di sopra e al di sotto della previsione IMS. Semplificando possiamo dire che, compensandosi reciprocamente, questi due segmenti costituiscono un altro 20-30% di tempo navigato a cavallo del target di prestazione teorico della barca.



Figura 2 - ALTA PRESSIONE
(Giraglia)



Figura 3 - ALTA PRESSIONE (Roma x 2)

Quindi ricaviamo che mediamente Alta Pressione, all'interno del "range" analizzato, è stata portata come previsto dal VPP per il 50 - 60 % del tempo nelle regate prese in esame. Questo dato ha trovato conferma sia con diverse condizioni di vento e mare che di composizione dell'equipaggio, sia in regate in due persone che con equipaggio al completo.

Come si vede i margini di miglioramento se non sono enormi dal punto di vista assoluto, spesso si lotta per i decimi di nodo in termini di velocità, lo sono senz'altro dal punto di vista della continuità. In altre parole, non è tanto difficoltoso raggiungere e navigare al massimo, quanto mantenere continuamente un livello elevato di prestazione.

È stato anche possibile dare una prima valutazione della prestazione del pilota automatico. Allo stato della ricerca non sono ancora completi i dati necessari per un confronto diretto uomo-pilota, anche perché il secondo è stato utilizzato solo con vento reale tra i 12 e i 15 nodi e mare poco mosso, cioè nelle condizioni ritenute ottimali. Alcuni fatti sono però accertati. Se prendiamo in esame pochi minuti, non sembrano esserci variazioni di rilievo rispetto alla "timonata" umana. Se invece consideriamo un periodo più ampio registriamo un comportamento dinamico completamente diverso, e peggiore, del pilota, dovuto al suo ritardo di risposta alle sollecitazioni del mare. Ciò non toglie che

IL FATTORE UMANO

Dalla lettura comparata degli indici di prestazione di tutte le giornate di navigazione, scopriamo che ci sono delle circostanze che si ripetono in regate diverse e in diverse situazioni meteo, che ci fanno ragionevolmente ritenere che non siano dovute al caso. Alcune di queste sono imputabili alle lacune della barca e alla valutazione che ne fa il suo certificato di stazza, altre al fattore umano.

È forse quest'ultimo, anche per i nostri lettori, l'aspetto più succulento: i risultati, infatti, sono molto interessanti e spesso poco considerati nei manuali di navigazione. Oltretutto molte nozioni sono utilissime anche in crociera. Così, ad esempio, relativamente ai cosiddetti **ritmi circadiani** [da "dies" (giorno) e "circa": di durata pressappoco giornaliera]. Gli organismi animali e vegetali si sono evoluti per milioni di anni in un ambiente che vede il periodico alternarsi di luce e buio, di disponibilità di fonti energetiche, di temperature atmosferiche. Cosicché le funzioni biologiche dell'uomo hanno un andamento che si ripete giornalmente e che serve a sincronizzarlo, adattandolo continuamente, alle fluttuazioni del mondo esterno.

Tali ritmi, ad esempio, ci spingono al sonno durante le ore notturne e alla veglia in quelle diurne. Molti di questi cicli (temperatura corporea, funzione respiratoria, sudorazione, e, di conseguenza, capacità psico-attitudinali) sono stati misurati e se ne conoscono oscillazioni e picchi. Ciò che ancora non è chiaro è come ciascuno interagisca con gli altri e tutti insieme costituiscano il nostro orologio interno, in grado di influenzare, per quel che ci interessa, il rendimento dell'equipaggio. Ecco perché sono necessarie le raccolte di dati come quella dello studio in esame. Vediamo ...

Innanzitutto si è evidenziata quella che possiamo definire una "soglia di stanchezza" che, per regate lunghe, sembra attestarsi sulle prime 10, massimo 12 ore. Entro questo lasso di tempo la prestazione è solitamente buona, se non migliore del target. Dopo questo periodo si registra un generale abbassamento del rendimento.

Ciò detto, l'indice di prestazione ci mostra che la performance peggiore si registra, ricorrentemente, tra le ore 4.00 e le ore 7.00 del mattino, indipendentemente dalle condizioni meteo. Nonostante i turni, prolungati per alcuni giorni (cinque nel caso della Roma x 2 1998), l'organismo fatica ad abbandonare il suo ciclo abituale, che per quell'ora prevede il sonno.

Allo stesso modo è stato possibile rilevare una buona performance tra le 8.00 e le 10.00 del mattino; mentre la migliore conduzione della barca si realizza quasi sempre tra le 16-17.00 e le 22.00. All'Istituto di Medicina e Scienza dello Sport hanno spiegato che intorno alle cinque del pomeriggio si ha mediamente il picco delle capacità psico-attitudinali (cioè l'attenzione, la destrezza manuale, la capacità cognitiva). Analoghi risultati sono stati rilevati nel nuoto, nel canottaggio e nel tiro al piattello.

| Sec | Lat | Long | Rotta GPS | Prua Bussola | Velocità Barca Acqua | Velocità Barca Fondo | Log | Angolo Vento | Velocità Vento | Direz. Corrente | Velocità Corrente |
|------|-------|-------|-----------|--------------|----------------------|----------------------|--------|--------------|----------------|-----------------|-------------------|
| 1622 | 38.80 | 14.81 | 139 | 141 | 6.67 | 5.56 | 370.10 | -27 | 13 | 318 | 1.1 |
| 1628 | 38.80 | 14.81 | 145 | 144 | 6.68 | 5.59 | 370.10 | -27 | 13 | 319 | 1.1 |
| 1633 | 38.80 | 14.81 | 142 | 140 | 6.66 | 5.59 | 370.10 | -28 | 13 | 317 | 1.1 |
| 1639 | 38.80 | 14.81 | 140 | 139 | 6.63 | 5.56 | 370.10 | -27 | 13 | 313 | 1.1 |
| 1645 | 38.80 | 14.81 | 144 | 141 | 6.59 | 5.56 | 370.10 | -23 | 13 | 309 | 1.1 |
| 1650 | 38.80 | 14.81 | 143 | 141 | 6.59 | 5.58 | 370.20 | -22 | 13 | 307 | 1.0 |
| 1656 | 38.80 | 14.81 | 145 | 141 | 6.55 | 5.58 | 370.20 | -20 | 14 | 303 | 1.0 |
| 1661 | 38.79 | 14.81 | 148 | 148 | 6.47 | 5.64 | 370.20 | -19 | 14 | 300 | 1.0 |
| 1667 | 38.79 | 14.81 | 157 | 153 | 6.38 | 5.69 | 370.20 | -20 | 13 | 296 | 1.0 |
| 1673 | 38.79 | 14.81 | 160 | 156 | 6.29 | 5.60 | 370.20 | -21 | 13 | 292 | 1.0 |
| 1678 | 38.79 | 14.81 | 164 | 156 | 6.23 | 5.64 | 370.20 | -23 | 12 | 288 | 1.0 |

Grafico 4 - Tabella di esempio dei dati registrati a bordo di Alta Pressione per tutta la durata della regata.

La scienza ha poi appurato una variabile individuale: alcuni di noi rendono di più nelle ore del mattino, altri in quelle della sera. Ciò spiega in parte la doppia buona prestazione registrata nell'arco della giornata. In quest'ottica occorre quindi avere l'accortezza di affidare i turni di guardia in base alle attitudini di ciascun soggetto e, nel caso di regate in doppio, scegliere un compagno con caratteristiche opposte alle nostre.

Altro tema importante è quello del sonno. Da anni si cerca di investigare sul perché, sul come e su quanto si deve dormire. Alla prima domanda siamo portati a rispondere "per riposare", ma in realtà durante il sonno non si ripara né la fatica muscolare, né quella delle cellule nervose, il cui ripristino avviene in frazioni di secondo. Mentre si dorme, poi, il cervello continua ad essere attivo e a consumare come durante la veglia. Si ipotizza che nel tempo utilizzato per dormire il cervello operi alcuni processi di riordino delle informazioni e rimozione delle sostanze tossiche.

LA STAZZA IMS

Nel gennaio del 1976 Justin E. Kerwin, professore del Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.), presentò al New England Yacht Symposium in Connecticut una relazione dal titolo "A Velocity Prediction Program for Ocean Racing Yachts". In essa spiegava come fosse possibile prevedere le prestazioni di una moderna barca a vela in diverse condizioni di vento e andatura partendo dai dati fluido-dinamici di scafi e vele. Nacque così un nuovo approccio fisico e scientifico alla vela destinato a rivoluzionare tutte le barche moderne. Infatti la disponibilità sempre più ampia di computer potenti ed economici, di software di modellazione tridimensionale e di calcolo, di dati provenienti da prove in vasca navale e in galleria del vento, ha trasformato il primo codice scritto in Fortran venti anni fa in un potentissimo strumento di analisi e simulazione delle prestazioni di barche a vela.

Nel sistema di stazza IMS (International Measurement System) un programma chiamato Lines Processing Program (LPP) permette di combinare l'output dello strumento usato per creare il modello tridimensionale virtuale della chiglia dell'imbarcazione (hull-scanner) con i valori sperimentali della vasca navale. Ai dati così ottenuti si aggiungono accurate misurazioni di vele, attrezzature, pesi e momenti di raddrizzamento statici. Si crea così un modello virtuale della barca nel quale è noto il comportamento teorico e quindi il "peso" di ogni singola componente.

Successivamente questa barca a vela virtuale viene inserita in un secondo software detto Velocity Prediction Program (VPP) che, assegnate una certa velocità del vento ed andatura, compie alcuni loop sino a trovare le condizioni di equilibrio per il sistema di forze aero-idro-dinamiche. Dal punto di vista fisico l'equilibrio delle forze significa che è stata raggiunta stabilmente la massima velocità

per quella determinata condizione poiché l'imbarcazione non può più accelerare (in questo caso avrebbero la prevalenza le forze propulsive), né rallentare (predominanza delle componenti frenanti). Dal momento che le forze agenti sulla chiglia e sulle vele sono funzioni esponenziali note delle velocità rispettivamente all'acqua ed al vento, per ogni configurazione è possibile trovare la miglior velocità esprimibile da quel tipo di barca con quella data attrezzatura. Il procedimento viene quindi ripetuto per diverse velocità del vento (reale) e per tutte le andature possibili. In questo modo si ha una vera e propria radiografia delle prestazioni globali teoriche della barca che, sul certificato di stazza, è presente sotto forma di tabella delle polari.

Il fatto di poter prevedere le prestazioni di una barca conoscendo velocità del vento e andatura ha anche completamente rivoluzionato il concetto moderno di stazza. Infatti prima dell'IMS, ad esempio nelle classi metriche ed ancora nello **IOR***, i progettisti forzavano le linee della barca per adattarle alle formule di stazza arrivando a penalizzare anche le stesse prestazioni assolute pur di ottimizzare il rating. Con l'IMS questo non succede più dal momento che, potendo prevedere le prestazioni di ogni tipo di barca, teoricamente si potrebbe far regatare un Optimist contro un moderno Coppa America. In poche parole con l'IMS è il rating, quindi la **stazza***, ad adattarsi alle prestazioni della barca, e non viceversa.

Purtroppo nella realtà non è tutto così semplice e anche questo moderno sistema di stazza comporta problemi difficilmente risolvibili. Infatti il voler prevedere esattamente le prestazioni di barche diverse per confrontarle tra loro presuppone di avere un software di simulazione perfetto, la totale conoscenza di tutti i parametri delle barche e della loro influenza sulla performance e, non ultima, l'esatta conoscenza delle condizioni meteo incontrate dai diversi partecipanti durante tutta la navigazione.

L'affidabilità del software è, ormai, abbastanza elevata; per quanto riguarda lo studio dell'influenza delle varie componenti del sistema "barca a vela" sulla prestazione finale, invece, c'è ancora ampio margine di ricerca. Ad esempio esistono già penalizzazioni per l'uso di materiali leggeri e sofisticati, ma ancora non è stato messo a punto un sistema totalmente affidabile per il computo del momento d'inerzia longitudinale della barca, cioè per la valutazione della distribuzione dei pesi e del loro bilanciamento. Si pensi all'importanza di questo fattore quando si cerca di studiare l'effetto di una qualunque zavorra posta in posizioni diverse all'interno dello stesso scafo o di prevedere le prestazioni di due barche di pari dislocamento, ma una allestita per la crociera e l'altra per la regata. A ciò si aggiunge che il software considera la barca a vela "ideale", cioè esattamente simmetrica, con la forma di vele e appendici ottimizzata, indeformabile. Per contro il VPP non considera la planata dal momento che la simulazione di questa condizione è troppo complessa dal punto di vista computazionale. Diventa quindi facile comprendere come il software possa sovra o sottostimare, soprattutto in determinate condizioni, le prestazioni ottenibili da un'imbarcazione "reale".

Il terzo fattore d'errore, quello che probabilmente non potrà mai essere del tutto risolto, riguarda la conoscenza precisa delle condizioni meteo incontrate lungo il percorso di regata. Infatti, a parte il caso dei campi di regata di dimensioni ridotte, è molto difficile che due barche con prestazioni diverse incontrino uguali condizioni meteo pur compiendo lo stesso percorso, come una regata costiera o d'altura. Si pensi, ad esempio, che nella Roma x 2 del 1998 tra il primo ed il sesto classificato nella IV classe ci sono state circa 29 ore di differenza, questo significa che il sesto classificato ha navigato per più di un giorno quando il primo era già arrivato in porto. Allora quali condizioni meteo si debbono implementare nel software per la simulazione della velocità? Si devono poi aggiungere altri elementi di disturbo difficilmente considerabili da un software di simulazione quali le onde e l'angolo con cui intersecano la rotta, la corrente e le raffiche.

Nelle regate di altura, soprattutto in equipaggio ridotto o in solitario, i cicli sonno-veglia che in condizioni normali seguono anch'essi un ritmo circadiano influenzato da elementi esterni (come l'alternanza luce - buio) ed interni (come le fluttuazioni della temperatura corporea e le variazioni ormonali), vengono necessariamente stravolti. Ciò può comportare spiacevoli conseguenze come: irritabilità, calo delle prestazioni fisiche e mentali, problemi gastrici e intestinali (persino "diarrea").

La scienza si occupa di questa problematica da molti decenni e gli studi effettuati in regate oceaniche hanno portato nuovi ed interessanti elementi di conoscenza.

Innanzitutto, si può ragionevolmente affermare che anche se la durata del sonno in un soggetto adulto è di circa sette ore, sembra che quattro - cinque ore siano sufficienti perchè non si vada incontro a scadimento dell'integrità psico-fisica e, in particolare, non si determinino variazioni dello stato di vigilanza. A tal proposito, è bene ricordare che la privazione di sonno può determinare una condizione assai spiacevole e pericolosa caratterizzata da microepisodi di sonno che impediscono di stabilire se il soggetto dorme o è sveglio (situazione che si è determinata, ad esempio, durante la quarta notte della regata Roma x 2 del 1997 a causa di una burrasca non prevista durata circa otto ore).

Tuttavia, i più recenti studi, hanno dimostrato che una ulteriore riduzione di questo periodo e l'adozione di brevi periodi di riposo della durata di poche decine di minuti alternati a qualche ora di veglia possono non ridurre significativamente il livello di vigilanza e la capacità di elaborazione. In alcune regate è stato possibile misurare esattamente il ritmo sonno-veglia con il risultato sorprendente di scoprire che alcuni navigatori sono in grado di gareggiare per quattro - cinque giorni dormendo mediamente 55 minuti al giorno!

Come ciò sia possibile è ancora da scoprire anche se appare ormai certo che è possibile spostare l'orologio interno per adattarlo alle esigenze della navigazione.

IL SISTEMA DI ACQUISIZIONE DATI

Prima di entrare nel dettaglio del sistema di acquisizione utilizzato, è utile ricordare come si misura una grandezza fisica, dal momento che il risultato di un'acquisizione è indissolubilmente legato al modo in cui è stata effettuata l'acquisizione stessa. La "catena di misura" è il sistema che traduce un fenomeno in numeri che possiamo poi elaborare. Per studiare una grandezza fisica abbiamo bisogno di un sensore che la riesca a "vedere" in modo corretto e che la trasformi in un'altra grandezza (di solito una differenza di potenziale elettrico) per noi più facile da analizzare. I diversi sensori variano molto nella forma e nel modo di funzionare a seconda dell'uso per cui sono previsti, ma il principio resta lo stesso. A questo punto un elaboratore legge la grandezza nella sua nuova forma, la memorizza, compie eventualmente delle operazioni e la rende più chiara sotto forma di un grafico o di una tabella.

Purtroppo il procedimento descritto non è sempre così semplice e lineare come potrebbe sembrare e gli errori compiuti nelle singole fasi possono sommarsi dando luogo a risultati erranei. L'ultimo elemento su cui soffermarsi è la frequenza di campionamento con cui si opera la misura. Ogni fenomeno fisico ha caratteristiche proprie e tra queste non può essere trascurata la velocità con cui avviene. Dal momento che la registrazione in continuo di una grandezza è fisicamente impossibile, siamo costretti a scegliere il numero finito di volte al secondo che vogliamo acquisirla. Il problema è che a priori non sempre è nota la frequenza ottimale di campionamento e acquisendo in modo inadeguato si corre il rischio di perdere informazioni importanti o di "deformare" la grandezza in oggetto con il risultato di vedere un fenomeno completamente diverso.

Il sistema di acquisizione dati installato su "Alta Pressione" è costituito da una centralina a cui sono collegati il GPS cartografico (Cmap NT), la stazione del vento e tutti gli strumenti di bordo (Autohelm). Da questi sono letti i seguenti canali: ora del giorno, latitudine, longitudine, prua della barca, velocità della barca sull'acqua, angolo e velocità del vento apparente, log, profondità, temperature di acqua ed aria grazie ad un apposito software della SCS Elettronica, Divisione Mare. A questi canali, detti "reali" perchè relativi a grandezze fisiche misurate direttamente, si affiancano i

cosiddetti canali "matematici", cioè quelli ottenuti compiendo calcoli sui primi. I canali matematici sono il valore di angolo e velocità del vento reale ottenuti dall'implementazione della velocità della barca e dei valori relativi al vento apparente in opportune formule trigonometriche, la velocità della barca sul fondo, la direzione e la velocità della corrente. Questi ultimi valori sono ricavati dal confronto dei canali reali, che misurano i dati relativi all'acqua, con il GPS che invece registra la sua posizione rispetto alla terra. Si sfruttano quindi gli scostamenti dei valori relativi ai due diversi sistemi di riferimento per ricavarne il moto relativo e lo scarroccio della barca.

La frequenza di campionamento scelta è di 0.18 Hz, pari all'acquisizione del valore di ogni singolo canale ogni 5.6 secondi. Questo comporta che in un giorno di navigazione sono registrati circa 230.000 dati e che, ad esempio, il file finale per lo studio di tutta la Roma x 2 1998 occupa circa 16 MB di memoria.

Un computer portatile Texas Instruments installato in barca contiene il programma di gestione e visualizzazione di tutti i canali citati e li interfaccia con un software di navigazione. Quest'ultimo, dopo aver letto da una scheda PCMCIA la carta nautica dettagliata della zona in esame, permette di disegnarvi sopra il grafico della traiettoria percorsa ed esegue tutti i calcoli relativi ai "waypoint" prescelti per la definizione della rotta (distanza, prua per raggiungerli, tempo stimato all'arrivo mantenendo la stessa velocità media, ecc.).

Ciò è comprovato dal fatto che, in caso di isolamento completo di un soggetto, pur mantenendo un andamento ciclico, i ritmi circadiani modificano la propria durata che si allunga o riduce. Essi stessi sono quindi una risposta "forzata" da fattori ambientali cui l'organismo si adatta.

Quale sia la migliore modalità di training per arrivare ad una forma di adattamento ottimale è ancora tema di ricerca. Alcune norme comportamentali possono essere già consigliate: non variare i turni di lavoro notturno evitando che si determini la ricerca continua di una risincronizzazione dei nostri ritmi biologici ed anticipare l'orario di "addormentamento". Quest'ultimo è infatti il miglior sistema di pressione sul nostro organismo per "convincerlo" ad abituarsi a slittare i suoi ritmi di alcune ore. Vi si basa la tecnica detta "**cronoterapia**", che per riuscire pienamente richiede il completo isolamento dall'ambiente esterno. Diversamente i risultati saranno parziali, ma pur sempre utili.

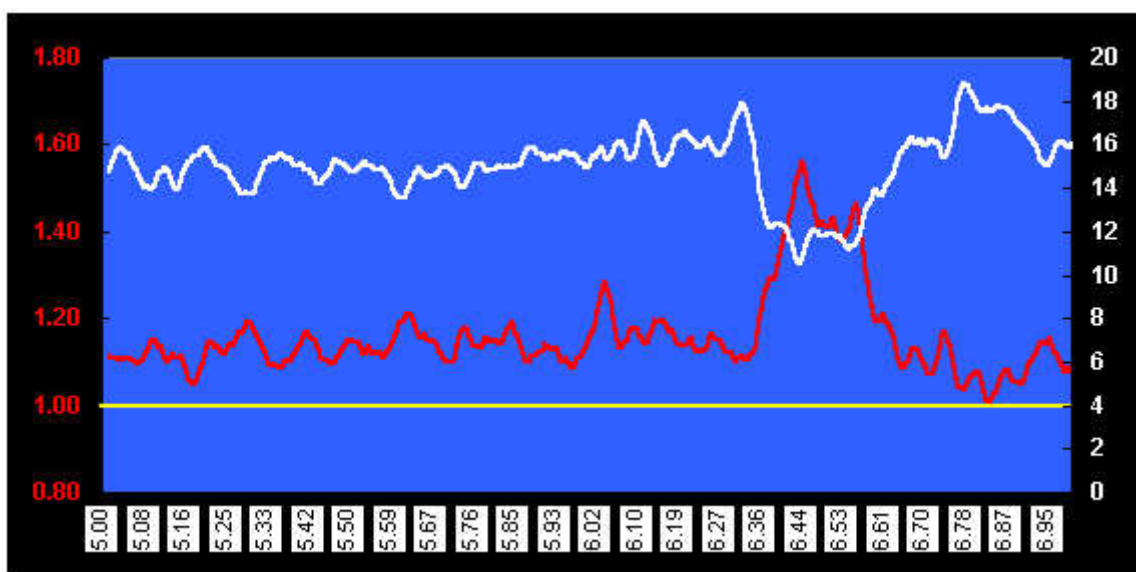


Grafico 5 - 20 aprile 1998 Roma x 2 - Grafico dell'indice di prestazione (tracciato rosso, scala a sinistra) in funzione dell'ora (espressa in decimi), della velocità del

vento reale (tracciato bianco, scala a destra) e del target (retta orizzontale gialla di valore 1). **SI NOTI COME L'INDICE (ADIMENSIONALE) CRESCE E CALA RISPETTIVAMENTE AL DIMINUIRE E ALL'AUMENTARE DEL VENTO REALE.**

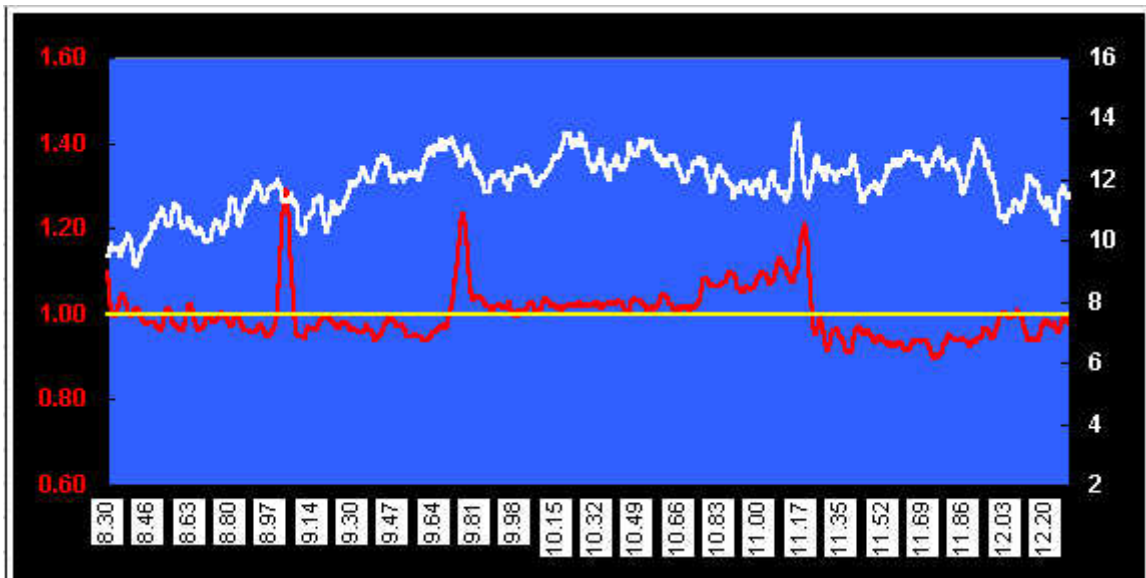


Grafico 6 - 22 aprile 1998 Roma x 2 - Grafico dell'indice di prestazione (tracciato rosso, scala a sinistra) in funzione dell'ora (espressa in decimi), della velocità del vento reale (tracciato bianco, scala a destra) e del target (retta orizzontale gialla di valore 1). I tre picchi dell'indice di prestazione evidenziano tre cambi di vela: rispettivamente l'issata dello **spinnaker*** pesante (ore 9 e 6 minuti), di quello leggero (ore 9 e 50 minuti) e, infine, del **gennaker** (ore 11 e 15 minuti). A parità di vento, e non avendo allargato l'andatura, si nota la variazione dell'indice di prestazione a favore del **gennaker***.

Per allenarsi a spostare progressivamente il nostro ritmo sonno - veglia si considera sufficiente una settimana di training durante la quale si possono utilizzare le più moderne tecniche suggerite dagli psicologi, come l'esposizione forzata alla luce artificiale (fototerapia), e/o gli effetti di alcune sostanze farmacologiche (**melatonina**).

Tornando allo studio in esame, l'equipaggio ha applicato, con risultati soddisfacenti, un ritmo di alternanza delle guardie di 90 minuti. Per motivi di natura lavorativa, non è stato possibile utilizzare un programma di training precedente le regate effettuate. La scelta della durata dei periodi è stata, quindi, non "premeditata" ma frutto di un naturale adattamento ai ritmi della vita di bordo.

MELATONINA

La melatonina è un ormone prodotto da una ghiandola posta alla base del cervello, la ghiandola pineale o epifisi. La scoperta di questo ormone risale alla fine degli anni '50. La sua presenza in quasi tutti gli esseri viventi, dai protozoi, che sono alla base della scala evolutiva, sino all'uomo, ha fatto pensare ad un possibile ruolo di "regolatore biologico" dei ritmi stagionali; in alcuni uccelli, infatti, la produzione di melatonina è legata alle migrazioni e in alcuni mammiferi alla stagione degli amori e al letargo.

La secrezione di melatonina segue un ritmo giornaliero: inizia verso sera, raggiunge il culmine durante la notte, scende al minimo la mattina e rimane molto bassa durante il giorno. In condizioni di oscurità, quando le cellule nervose della retina non vengono più colpite dalla luce, l'epifisi viene stimolata a produrre melatonina. Grazie dunque alla secrezione di questo ormone, sulla base

dell'alternarsi della luce e del buio, l'organismo si è organizzato su ritmi di sonno e di veglia. La produzione dell'ormone, inoltre, è massima nella prima infanzia, rallenta dopo i 20 anni e comincia a decrescere dai 45 anni in poi, sino a scomparire quasi del tutto in tarda età.

Inizialmente è stata utilizzata per regolarizzare il sonno nelle persone non vedenti, le quali, non avendo percezione dell'alternarsi del giorno o della notte, possono manifestare disturbi legati allo sfasamento dell'orologio biologico quali malessere generale, stanchezza, diminuzione dell'appetito e disturbi del sonno. Simili problemi possono comparire anche in alcune condizioni, come ad esempio in coloro che compiono lunghi viaggi intercontinentali attraversando diversi fusi orari; il termine "jet-lag" indica proprio l'insieme di disturbi che si presentano in seguito all'attraversamento rapido di più fusi orari ed è la conseguenza dello sfasamento del nostro orologio biologico. Questo "sfasamento" è stato appunto messo in relazione ad una alterata produzione di melatonina.

Alcuni studi sperimentali hanno suggerito che la melatonina possa influenzare favorevolmente il sistema immunitario ed essere utile nel trattamento di patologie quali tumori e AIDS. Alcune ipotesi sono state avanzate riguardo una probabile funzione come antiossidante, come antidepressivo e nella prevenzione delle malattie cardiovascolari. In assenza di studi controllati, ed essendo queste considerazioni semplicemente frutto di osservazioni, il possibile impiego della melatonina in questi campi è ancora da dimostrare.

Negli anni sono stati condotti molti studi per valutare l'efficacia della melatonina in svariate situazioni che vanno dal jet-lag, allo sfasamento dell'orologio biologico nei non vedenti, all'insonnia negli anziani, ai risvegli notturni, al miglioramento della qualità del sonno, con risultati spesso contrastanti, anche per la inadeguata metodologia.

Le modalità di somministrazione variano a seconda dell'impiego, anche se permane l'incertezza sul fatto che sia più utile assumere la melatonina appena prima di coricarsi o da 30 a 60 minuti prima. Normalmente nel trattamento del jet-lag si inizia il giorno della partenza assumendo la melatonina all'orario corrispondente al momento di coricarsi nel luogo di destinazione, continuando poi per 3 o 4 giorni. Fra le diverse forme farmaceutiche sono preferibili quelle ad assorbimento sublinguale, per la maggiore biodisponibilità e quindi la possibilità di utilizzare bassi dosaggi, e le preparazioni a lento rilascio, che consentono il mantenimento di adeguati livelli sierici durante tutta la notte. Quest'ultimo sembra essere un requisito importante: l'ormone ha infatti una emivita molto breve, di soli 40-50 minuti; dopo somministrazione orale la concentrazione plasmatica viene raggiunta dopo 20 minuti, dopodichè si riduce drasticamente.

L'assunzione della melatonina è sicura almeno sul breve periodo (3 mesi). I più comuni effetti indesiderati riportati sono emicrania, vertigini e nausea, raramente è stata segnalata stanchezza e sonnolenza al mattino. Non esistono invece dati di sicurezza sull'utilizzo nel lungo periodo.

Permangono le controindicazioni già note: per la possibilità di esacerbarne i sintomi, la melatonina è controindicata nelle persone affette da sclerosi multipla ed altre malattie autoimmuni; deve essere utilizzata con cautela nelle persone che soffrono di depressione, convulsioni, disturbi neurologici e da chi è in terapia concomitante con anti - ipertensivi. Gli effetti della melatonina possono inoltre essere potenziati in caso di insufficienza epatica, per la diminuita capacità del fegato di metabolizzarla.

LA STAZZA IMS

Altro campo di analisi, del tutto diverso, è quello della stazza IMS. In questo caso le informazioni che ne riceviamo sono meno generali, in quanto strettamente connaturate al tipo di barca, che come detto nel nostro caso è un Meri 30, ma non per questo meno interessanti.

Là dove, in condizioni di vento leggero, lo scafo regata sistematicamente al di sotto del proprio target possiamo dedurre un "buco" della barca. Informazione che tornerà utile al momento dell'acquisto delle vele e della messa a punto.

Si può anche ipotizzare che la stazza in quelle condizioni punisca la barca, ma questa è un'ipotesi più difficile da dimostrare. Per quanto si siano alternati timonieri, equipaggi e vele, non potrà mai dirsi con precisione quanto le (in)capacità di conduzione con "ariette" e lo stesso "settaggio" dell'attrezzatura

per quelle condizioni possano aver influito negativamente contribuendo ad abbassare le prestazioni.

Diverso è quando, al contrario, Alta Pressione naviga al di sopra del proprio target, che lo ricordiamo, si basa sulle polari IMS. In questo caso siamo autorizzati a pensare ad un buco del suo certificato e, in definitiva, dell'IMS per quel tipo di barca. Per quanto riguarda il Meri 30 si è rilevato che l'IMS la penalizza fino a 10 nodi di vento reale, in particolare tra i 6 e gli 8: mentre la barca possiede qualità velocistiche non viste dalla stazza quando naviga con venti al di sopra dei 15 nodi reali.

Tali dati, lo diciamo subito, non devono essere letti nel senso di una svalutazione del sistema IMS, che al contrario, e per la prima volta nella storia dello Yachting, ci consente una rilevazione delle potenzialità della barca, e senza il quale non sarebbe stato possibile questo stesso studio. Come tutte le cose umane è certamente perfezionabile, ed è nel campo della critica costruttiva che ci stiamo muovendo. Ad esempio sarebbe molto interessante verificare attraverso il campionamento dei dati di alcune barche analoghe se, e fino a che punto, ciò costituisca un fatto proprio della stazza IMS relativamente a scafi di dimensioni medio - piccole.

Certo è che una simile informazione è preziosissima al momento di scegliere il campo di regata più conveniente, tanto più se è possibile attingere ai dati sulle condizioni di vento delle passate edizioni di una manifestazione. Nel caso della *Roma x 2 1998* il software ci mostra che si è disputata per poco meno del 60% con **andatura*** al **traverso***, per il 25% di **bolina larga*** e per il 15% di **bolina stretta***. La *Giraglia* invece si è corsa al **lasco*** per il 46%, per il 12% al traverso, e di bolina al 42%. Almeno per quest'anno la prima si è confermata una regata da venti medi con alcune bonacce; la seconda si è caratterizzata per il vento più sostenuto e più uniforme nell'intensità.

TECNICHE DI ANALISI

La previsione effettuata dal VPP (Velocity Prediction Program) su cui si basa l'IMS, sia pur con le limitazioni viste (vedi il riquadro "*La stazza IMS*"), è un valido strumento di confronto e analisi della prestazione reale. Tanto più che lo studio viene effettuato a posteriori, quindi potendo usufruire di due grandi vantaggi. Il primo è il fatto che già si conosce dove la barca "buca" sia positivamente che negativamente le sue polari, cioè si è in grado di valutare i risultati ottenuti anche nelle condizioni in cui si sa che le prestazioni reali non corrispondono a quelle teoriche. Il secondo è che sono note con esattezza, istante per istante, le condizioni meteo incontrate durante tutta la regata e che quindi il confronto è molto più accurato di quello compiuto utilizzando, ad esempio, valori medi della velocità del vento.

L'analisi completa di una regata comporta quindi le seguenti fasi:

- 1) Si compie un'analisi statistica dei dati registrati. Vengono quindi elaborate le percentuali di velocità del vento incontrate, di andature, di velocità della barca, della corrente, infine si stampa il grafico della rotta seguita con i vari bordi. In questo modo si ottiene velocemente una visione sinottica del tipo di regata in esame molto utile e pratica per le successive analisi. Si può subito valutare se, ad esempio, le condizioni meteo incontrate erano più o meno favorevoli alla barca o se la presenza di fattori quali vento irregolare o corrente hanno disturbato la navigazione.
- 2) Si fanno girare l'LPP ed il VPP allo scopo di ottimizzare teoricamente le prestazioni dell'imbarcazione in condizioni il più possibile simili a quelle incontrate durante la regata in esame. Ad esempio per la *Roma x 2 1998* si è studiata, nelle varie andature, l'influenza sulle polari del peso ridotto dell'equipaggio pari a 150 kg, quindi molto minore rispetto a quello massimo utilizzabile per stazza pari a 463 kg. Questo comporta variazioni anche significative nei bordi liberi, nella superficie bagnata, nelle linee d'acqua, nel momento di raddrizzamento, in breve nella prestazione ottenibile.

Alla fine viene quindi elaborato un nuovo certificato di stazza con i dati e le polari relativi alla configurazione in esame.

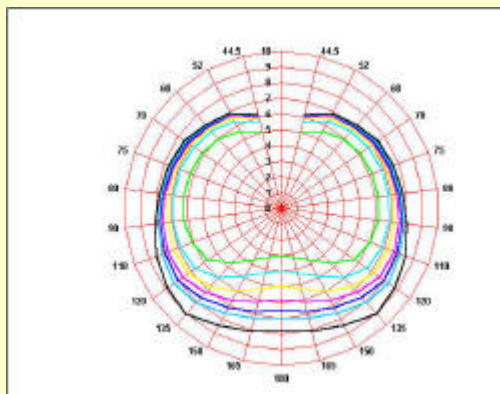


Figura 5 - Grafico delle polari di Alta Pressione calcolate per una particolare condizione di **peso ridotto** dell'equipaggio rispetto a quello massimo utilizzabile per stazza.

3) Il certificato di stazza genera polari "discrete", in cui cioè la massima velocità ottenibile dalla barca è data in funzione di coppie definite di valori di vento e angolo. Le velocità del vento reale sono comprese nell'intervallo tra 6 e 20 nodi con step di 2 (in pratica tutti i valori pari), mentre gli angoli con il vento reale, poiché la barca è considerata perfettamente simmetrica, sono: 180, 165, 150, 135, 120, 110, 90, 80, 75, 70, 60, 52, più l'angolo minore possibile per quella barca alle diverse velocità del vento. Si comprende subito come sia quindi necessaria un'interpolazione dei dati in modo da poterli confrontare con quelli reali che sono, invece, registrati con la precisione del singolo nodo e grado. L'interpolazione è giustificata sia dal punto di vista matematico che pratico. Infatti analiticamente si nota come i grafici delle polari sono continui e, fatta eccezione per i flessi in corrispondenza dei laschi (circa a 120') alle basse velocità del vento, non presentano singolarità. Questa osservazione teorica è poi confermata dalla pratica, poiché è esperienza comune che la barca non ha mai "salti" improvvisi di prestazione per piccole variazioni di velocità del vento o andatura. Quindi, con l'uso di una spline cubica per l'interpolazione, si ottiene la velocità teorica della barca per tutti i valori di vento reale compresi tra 6 e 20 nodi e di angolo al vento tra 180 e 38 gradi. Discorso diverso merita invece l'estrapolazione dei dati provenienti dalle polari. Infatti capita a volte di lavorare con coppie di valori velocità del vento-angolo esterne al range considerato dal VPP, ad esempio quando la velocità del vento reale supera i 20 nodi. In questi casi non è giustificato l'uso di strumenti matematici per estrapolare i valori della massima velocità teorica poiché, al contrario di quanto accadeva prima, nulla garantisce che il risultato analitico sia corretto. L'IMS stesso non considera velocità del vento inferiori ai 6 nodi perché in quelle condizioni troppi fattori, quali la viscosità dell'aria, il gradiente verticale del vento, le caratteristiche e le condizioni della barca, influenzano pesantemente la performance finale. Per lo stesso motivo oltre i 20 nodi diventa molto difficile calcolare le prestazioni di una barca reale poiché possono intervenire fenomeni complessi da simulare quali la planata o l'effetto delle onde. In questi casi non si può fare ricorso alle simulazioni del VPP e si utilizza quindi il metodo del confronto con situazioni simili incontrate in altre regate. Così, pur con le limitazioni relative alla confrontabilità delle varie situazioni, si riesce comunque a dare una valutazione globale sulla bontà della conduzione della barca nei tratti in esame.

4) A questo punto viene fatto girare un software per la creazione dell'indice di bontà della prestazione. In pratica il programma confronta, per ogni coppia di dati velocità del vento reale - angolo con il vento reale, il valore della velocità misurata della barca con quello teorico raggiungibile in quelle condizioni e compie una serie di operazioni. Il risultato finale elaborato dal software è una percentuale corretta tra i due valori di velocità della barca teorica e reale, quindi un numero adimensionale non dipendente dalla velocità del vento, da quella della barca o dall'andatura e generalmente compreso tra 0.80 e 1.80. Il valore 1.00 si ottiene quando la velocità raggiunta è uguale a quella teorica; valori minori di 1 significano che la velocità reale è maggiore di quella teorica, quindi che la prestazione è migliore di quella ipotizzata dall'IMS per quelle condizioni. Valori

maggiori di 1 si hanno quando la prestazione è peggiore. Nell'elaborazione dell'indice di prestazione il software può utilizzare come dato base sia la velocità della barca sull'acqua che la VMG. Nella pratica però quest'ultima non è mai stata considerata dal momento che nelle regate di altura si cerca quasi sempre di minimizzare la lunghezza del percorso da compiere e non è detto che questo comporti la pura risalita o discesa del vento come capita, ad esempio, in una regata con percorso a bastone.

5) Infine il software permette di stampare il grafico di questo indice in funzione di tutti gli altri canali registrati. Questo è molto utile perchè consente di vedere l'andamento delle prestazioni in "dimensioni" diverse da quella temporale.

*GLOSSARIO

Andatura: la direzione del vento e l'asse longitudinale della barca determinano un'angolo che in funzione della sua ampiezza prende i nomi di bolina, bolina larga, traverso, lasco, giardinetto, poppa

Ballast: contenitore riempito di acqua utilizzato per contrastare lo "sbandamento" della barca

Bolina: è l'andatura della barca che naviga il più controvento possibile ed avanza a zigzag verso la boa sopravvento

Bompreso: è un'asta messa orizzontalmente a prua della barca. Molto usato nei velieri, è stato rispolverato dai neozelandesi ed usato impropriamente nella Coppa America del '92

Canard: timone aggiuntivo

Gennaker: vela asimmetrica da andature portanti con una forma intermedia tra il genoa e lo spinnaker

Genoa: fiocco di dimensioni massime che prende il nome dalla città ligure dove fu usato per la prima volta

GPS: sistema di rilevamento satellitare della posizione

IOR: sistema di misura della Stazza

Lasco: andatura portante con angolo compreso tra i 90° e i 150°

Log: misuratore della percorrenza e della velocità

Skipper: è il comandante della barca, non necessariamente il timoniere

Spinnaker: grande vela simmetrica usata nelle andature di poppa

Stazza: per le navi è il volume interno delle stesse espresso in tonnellate. Nelle regate, quale l'America's Cup, la barca viene stazzata secondo le regole della Stazza Internazionale e viene espressa in metri

Traverso: vedi **Andatura**

<http://www.nautica.it/americas-cup/glossario.htm>

<http://www.charter-network.com/IT/glossario.html>

http://sport.alice.it/it/altri_sport/coppa_america/glossario.html

<http://www.trapaniweb.it/americascup/glossariouno.php>

<http://www.glossari.it/glossariovela.html>

BIBLIOGRAFIA

- 1) Abbot L.H., von Doenhoff A. E.: "**Theory of wing section**" - Dover pb., New York 1959
- 2) Barkla H. M.: "**The Behaviour of the sailing yacht**" - Atti della "Royal Institution of Naval Architects", nr. 103, 1961
- 3) Garret R.: "**The Symmetry of sailing**" - Adlard Coles Ltd, London 1987
- 4) Kay H. F.: "**The Science of Yachts, Wind and Water**" - Foulis & Co., Henley on Tharnes 1980
- 5) Kerwin E. J.: "**A Velocity Prediction Program for Ocean Racing Yachts**" - Atti del "New England Yacht Symposium", Connecticut 1976

- 6) Marchaj C. A.: **"Aero-Hydrodynamics of Sailing"** - Granada Publishing, London 1979
- 7) Marchaj C. A. : **"Sailing Theory and Practice"** - Dodd, Mead and Company inc., New York 1982
- 8) Milgram J. H.: **"Sail force coefficient for systematic variations"** - Atti della "Society of Naval Architects and Marine Engineers", New York 1971
- 9) Monk T. H.: **"Sleep, sleepiness and performance"** - Wiley & Son editor, New York 1991
- 10) Moor-Ede I., Martin C., Sulzman R. M., Fuller C. A.: **"The clocks that time us: physiology of the circadian timing system"** - Harvard University Press 1982
- 11) Poor C. L.: **"The International Measurement System: a description of the new international rating system"** - Washington D. C. 1986
- 12) Saibene F., Rossi B., Cortili G.: **"Fisiologia e Psicologia degli Sport"** - Biblioteca della EST, Ed. Scientifiche e Tecniche Mondadori, 1988
- 13) Smith Lawrie: **"Tuning Yachts & Small Keelboats"** - Fernhurst Books, Brighton 1988
- 14) Wood C. J., Tan S. H.: **"Toward an Optimum Yacht Sail"** - Journal of Fluid Mechanics, n. 85, 1978