



# VIA MARE BY SEA

Vol. X Settembre / Ottobre  
2010 September / October

## IN QUESTO NUMERO IN THIS ISSUE

Sviluppo e caratterizzazione di compositi ad alta performance basati su matrici nanocaricate  
*Development and characterisation of high performance, fibre reinforced nanocomposites*

Uso di barriercoat per migliorare la finitura superficiale dei gelcoat  
*Using a barriercoat for improved gelcoat surface finish*

Proprietà meccaniche dei compositi a base di fibra di canapa  
*Mechanical properties of hemp fibre composites*

Portobello 28' soluzioni strutturali innovative  
*Portobello 28' new structural solutions*

La tecnologia 3D più avanzata per ottimizzare lo sviluppo delle barche  
*The most advanced 3D technology to optimize the boat construction process*

Progettazione idrodinamica in base a CFD per R.I.B  
*Hydrodynamic design of a Rigid Inflatable Boat*

Un global system rivoluzionario  
*A breakthrough global system*

POSTE ITALIANE SPA - SPED. IN ABB. POST. D.L. 353/2003 (CONV. IN L. 27/02/2004 N. 46) ART. 1, COMMA 1, DCB MILANO - TAXE PERÇUE - TASSA RISCOSSA - MILANO - C.M.P./2-ROSERIO. IN CASO DI MANCATO RECAPITO RESTITUIRE AL MITTENTE PRESSO: C.M.P. ROSERIO Via Belgioioso-Milano (MI), CHE SI IMPEGNA A PAGARE LA RELATIVA TASSA DI RESTITUZIONE

## EPAFLEX

I nostri materiali sono concepiti per rendere le imbarcazioni da diporto in grado di affrontare qualsiasi condizione di mare.  
La gamma è completa e comprende: resine, gelcoat, tessuti di vetro, carbonio, termanti, prodotti del vuoto, adesivi e sigillanti elastici.  
Con il loro utilizzo è quasi come se "la barca navigasse da sola".



Prodotti Epaflex  
Sistema poliesteri EPAPOL RESIN ORTO 0810  
Sistema poliesteri EPAPOL RESIN ISO 0820  
Sistema vinilesteri EPAVINILESTERE 0940 da infusione

Sistema epossidico da laminazione LAMINEPA 212  
Sistema epossidico da infusione EPAIN 200  
EPAFLEX 238 adesivo per incollaggio ponti in teak  
EPAFLEX 555 DC sigillante per calafataggio ponti in teak

Via Circonvallazione Est 8 - 27023 Cassolnovo (PV)  
T:+390381929521 - Fax:+390381929523 - www.epaflex.it



# Idromar

## INTERNATIONAL

## I dissalatori nel tempo...

Nel 1982 Vittorio Battino ha creato **Idromar International** l'azienda destinata poi a diventare nota in tutto il mondo per qualità del prodotto e della progettazione di dissalatori fabbricati su misura. La Idromar ha progettato nel 2001 i primi dissalatori "**Duplex**", 2 impianti in un unico telaio e questo in molti casi ha risolto problemi per gli spazi.

Ha anche realizzato impianti "**Triplex**" per noti cantieri olandesi, 3 impianti in un unico telaio.

A questa conquista di posizioni sul mercato hanno contribuito oltre che un'esperienza non facilmente replicabile, la scelta di impiegare materiali nobili come l'acciaio Inox e la facilità di utilizzo e di gestione dei sistemi che offre all'utente la possibilità dell'autonomia in ogni circostanza, infatti la più efficace promozione del nome **Idromar International** è quella che il prodotto riesce a fare da sé.





**Pura Tecnologia per acqua pura**  
***Pure technology for pure water***

(Fraz. Sesto Ulteriano) - (MI) - ITALY - Via Piemonte, 14 - Tel. + 39.02.98.28.01.94 - tutti i diritti sono riservati ©

# Make your boat a jewel, use **POLYCOR®**



**CRAY VALLEY**  
Resins par excellence

## **POLYCOR®**

- **IMEDGE®**
- **NORSODYNE®**
- **ENYDYNE®**
- **GRAVICOL®**
- **THERMACLEAN®**

**Truly innovative solutions for the Marine industry,  
from resins to gelcoats.**

Cray Valley and CCP are specialists in resin technology and the partner of choice for boat builders. As a solutions provider, Cray Valley offers the widest range of products to make high quality hulls and decks: NORSODYNE® and ENYDYNE® laminating and infusion resins to create high quality structures, NORSODYNE® and EPOVIA® skin coats and barrier coats for an optimal osmosis resistance and good cosmetics, POLYCOR® gelcoats to achieve enhanced weathering resistance, GRAVICOL® bonding paste to increase your productivity and THERMACLEAN® VOC-free cleaning agents to work in a safer environment.



Direttore responsabile  
Managing Director  
**Gian Battista Pècere**  
pecere@viamarebysea.it

Redattore capo  
Editor in chief  
**Simonetta Pegorari**  
s.pegorari@viamarebysea.it

Segr. di redazione  
Editorial Assistant  
**Emanuela Rozzoni**  
e.rozzoni@viamarebysea.it

Traduzioni / Translations  
**Laura Grasso**  
redazione@viamarebysea.it

Impaginazione e Grafica  
Art Director  
**Elisabetta Zanotto**  
adv@viamarebysea.it

Pubblicità / Advertising  
**Liviana Belotti**  
l.belotti@viamarebysea.it

**Barbara Hartwig**  
h.barbara@viamarebysea.it

Pubblicità estero  
International advertising  
**Carlo Schroder**  
s.carlo@viamarebysea.it

**Editore / Publisher**

**CREI s.r.l.**  
Via Ponte Nuovo, 26 - 20128 Milano - Italy  
Tel. +39 02 26305505 - Fax +39 02 26305621  
www.creisl.it - info@octima.it - www.octima.it

**US Editorial Office / Martin Flory Group**  
PO Box 360 - Gurnee, IL 60031 - USA  
info@martinflory.com - Tel.+1-847-662-9070

**Stampa / Printing**  
Sagraf - Secugnago (LO)

Organo ufficiale / Official journal

associazione italiana

**octima**

Marine Division

**Sezione Nord - Milano**  
Via Ponte Nuovo, 26 - 20128 Milano - Italy  
Tel. +39 02 26305505 - Fax +39 02 26305621  
www.creisl.it - info@octima.it - www.octima.it

**Sezione Centro - Livorno**  
Via Di Franco, 9 - 57123 Livorno - Italy  
Tel. +39 0586 209006 - Fax +39 0586 278450

**Sezione Sud - Brindisi**  
presso Cittadella della Ricerca  
S.S. 7 km 3+700 per Mesagne - 72100 Brindisi - Italy  
Tel. +39 0831 507 300 - Fax +39 0831 507 308

Alla ripresa della stagione dei più importanti Saloni Nautici mondiali, dopo il periodo di pausa estiva, la domanda che nel nostro settore tutti si pongono è la nautica riprende o no? Quale la situazione reale e quali le prospettive future? I segnali sono contraddittori relativamente alla fonte di provenienza. Il settore cantieristico segnala effettivamente una lieve ripresa.

Lo scorso luglio, nel corso della presentazione alla stampa del prossimo Salone Nautico Internazionale di Genova, il Presidente di Ucina Albertoni ha espresso quello che si chiama un cauto ottimismo considerando che, se l'anno scorso la nautica ha sofferto profondamente per una crisi economica di proporzioni globali, oggi: "nonostante si intraveda qualche segnale di lieve miglioramento, sappiamo che il cammino da percorrere sarà ancora lungo e che ci vorrà ancora del tempo per recuperare i livelli produttivi passati e intraprendere la via della crescita."

Malgrado il calo complessivo della nautica da diporto nel 2009 sia valutato oggi intorno al 30,5%, l'Italia resta comunque al primo posto come paese esportatore mondiale con il 51,3% del portafoglio ordini, nel comparto delle grandi barche. Inoltre, rispetto ad altri settori, la quota dell'export per il settore nautico ha visto la riduzione di "solo" il 15%. D'altra parte, se la stessa domanda si pone ai rappresentanti delle industrie fornitrici, l'ottimismo è ancora più cauto, opinione generale è che sicuramente non c'è più la stagnazione del 2009 e alcuni segnali positivi effettivamente fanno pensare al meglio, alcuni grandi nomi della cantieristica hanno ricominciato a rinnovare ordini per volumi notevoli, i dubbi stanno nel fatto che la maggioranza dei cantieri sembra molto timorosa nel pianificare la produzione nel futuro e tende a lavorare sugli ordinativi esistenti. La cartina di tornasole saranno i grandi saloni nautici d'autunno, da Cannes a Genova, passando per Monaco e Miami se il trend sarà positivo, se gli ordinativi aumenteranno, potremo dire che veramente la ripresa è arrivata e il settore ripartirà con la determinazione e la grinta che ha sempre dimostrato.

Questo è il primo numero di Via Mare che firmo dopo il mio ritorno in redazione.

Desidero salutare tutti i nostri lettori molti dei quali sono, dopo tanti anni di conoscenza, diventati amici e augurare a tutto il settore della nautica il futuro brillante che merita e per il quale anche noi ci impegneremo al massimo come abbiamo sempre fatto.

Buon lavoro a tutti.

## Editorial

*With the new upcoming season of the world's Boat Shows starting after the summer holidays, the point all the marine community is wondering about is if the marine industry is going to recover from the crisis. What is going on then, and what about future prospects? Rumours are rather contradictory, depending on the information source. As a matter of fact, shipyards have announced a slight recovery, and, last July, on the occasion of the Milan press conference presenting the next edition of the International Boat Show in Genoa, Ucina's President Albertoni expressed some optimism, considering that while last year the marine sector suffered indeed from the huge global economic crisis, nowadays, although we can perceive a slight improvement of the situation, we have still to go a long way and it will take some time to recover the old production levels and to start up growing again.*

*Although the general drop in the pleasure boat sector in 2009 has been estimated around 30,5%, Italy is still on top of the list as for international export rates, accounting for about 51,3% of the orders in the megayachts production. Furthermore, compared with the other sectors, the export rate has decreased by "only" 15% in the marine industry. On the other hand, if the same question is asked to the supplier representatives, the optimism seems to be more cautious and the general opinion is that while we can say that we have overcome the economic stagnation of 2009, and some good news reassure us, for example shipyards relaunching their sales activity, we are still concerned for most shipyards which are still doubtful about their working plans for the future as they are prone to work on present orders.*

*The turning point will be the main Boat Shows in autumn, from Cannes to Genoa, through Monaco and Miami. In case of a positive trend and of an increase in the orders at last we'll be able to state that the economic recovery has started up again involving this sector, which has always shown determination and firmness.*

*This is my first editorial since I've come back to Via Mare.*

*I want to greet all our readers, many of whom, after many years of acquaintance are friends.*

*And to wish all the industry the brilliant future it deserves and for which we shall be committed as usual. Our best wishes for a successful future.*

ITALIA - COSTO ABBONAMENTO (6 fascicoli annui) 52,00 euro - COPIA SINGOLA 10,00 euro.  
L'importo dell'abbonamento può essere versato con assegno bancario oppure con bonifico intestato a CREI s.r.l. su: Bancoposta IBAN: IT 4150760101600000093185155 - oppure INTESA SAN PAOLO IBAN: IT 57G0306901601100000060788.  
L'abbonamento può decorrere da qualsiasi numero. A richiesta si rilascia fattura.  
(Iva assolta dall'Editore). Registrazione Tribunale Civile di Milano n. 178 del 20/03/2007.  
L'Editore non assume responsabilità per le opinioni espresse dagli autori. Originali e foto non si restituiscono. Estratti degli articoli vengono forniti a richiesta.

ABROAD - YEARLY SUBSCRIPTION RATES: (6 issues per year) euro 78,00 - SINGLE COPY euro 15,00. The subscription amount due can be paid by bank transfer on: INTESA SANPAOLO IBAN IT 57G0306901601100000060788 - BIC BCITITMM.  
The subscription can start from any issue upon request. Invoice is granted upon request.  
Registration at the Civil Court in Milan n. 178 of the 20/03/2007.  
The publisher is not responsible for the opinions expressed by the authors.  
Photographs and originals are not given back.  
Abstracts of articles are sent upon request.

**Per un innovativo processo produttivo...**

**...Verind indica la rotta.**

L'eccelesza ricercata per il design, la tecnologia, l'affidabilità, la qualità del rivestimento superficiale è integrata dall'eccelesza delle apparecchiature e soluzioni applicative specifiche Verind per processi di:

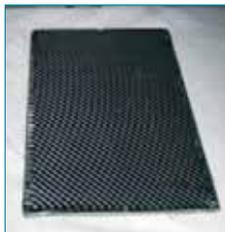
- stampo aperto
- stampo chiuso RTM, RTML, RIM
- VIP Vacuum Infusion Process
- applicazione paste per modellera
- applicazione adesivi strutturali e incollaggio
- applicazione di stucchi con microcariche
- verniciatura ad alta efficienza di trasferimento con cicli 2K (primer + base + trasparente)



# Sommario index

# 5

ANNO YEAR X-2010 • SETTEMBRE / OTTOBRE - SEPTEMBER / OCTOBER



## Materiali / Materials

Sviluppo e caratterizzazione di compositi ad alta performance basati su matrici nanocaricate

*Development and characterisation of high performance, fibre reinforced nanocomposites*

L. Torre, R. Petrucci, J. M. Kenny  
Università di Perugia, Dip. Ingegneria Civile e Ambientale,  
Terni, Italia

# 9



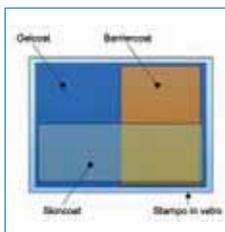
## Progettazione / Design

La tecnologia 3D più avanzata per ottimizzare lo sviluppo delle barche

*The most advanced 3D technology to optimize the boat construction process*

Elena Navaretta

# 28



## Materiali / Materials

Uso di barriercoat per migliorare la finitura superficiale dei gelcoat

*Using a barriercoat for improved gelcoat surface finish*

Giuseppe Dell'Anno Former Senior Applications Engineer, Scott Bader Co Ltd, Wollaston (GB)

# 14



## Progettazione / Design

Progettazione idrodinamica in base a CFD per R.I.B

*CFD Guided hydrodynamic design of a Rigid Inflatable boat*

Jan Kaufmann, Axel Köhlmoos, Volker Bertram, FutureShip GmbH

# 31



## Tessuti e fibre di rinforzo / Fabrics and reinforcement fibres

Proprietà meccaniche dei compositi a base di fibra di canapa

*Mechanical Properties of hemp fibre composites*

A. Shahzad, D.H. Isaac and S.M. Alston

# 19



## Intervista / Interview

Intervista a Gianluca Bondioli, responsabile commerciale Zund

*An interview to Gianluca Bondioli Marketing Manager at Zund Italia*

Via Mare

# 36



## Tecnologie costruttive / Technologies

Portobello 28' soluzioni strutturali innovative

*Portobello 28' new structural solutions*

Luca Olivari

# 25



## Intervista / Interview

Un global system rivoluzionario

*A breakthrough global system*

Intervista di Paola Vecchiarelli

# 39

## InfoNews

Consilium traccia la rotta verso la e-Navigation  
*Consilium sets the course to e-Navigation* ..... pag. 43

Nuova resina per infusione Airtech  
*A new infusion resin by Airtech* ..... pag. 44

Rivoluzione nel mercato dell'antincendio: è arrivato l'Aerosol  
*Revolution in aerosol extinguishing generator market* ..... pag. 44

Accordo per la certificazione di un nuovo materiale composito  
*Agreement for the certification of a new composite material* ..... pag. 45

Un prodotto rivoluzionario per il trattamento delle sentine navali e per gelcoat  
*A revolutionary product for treatment of bilges and additive in gelcoat* ..... pag. 46

Adesivo riposizionabile LedaFix  
*Repositionable adhesive LedaFix* ..... pag. 47

Italvipla presenta "Optima": tessuto impermeabile  
*Italvipla presents "Optima": waterproof fabric* ..... pag. 47

Cartello presenta "Y-POD" per i motori Yanmar Marine  
*Cartello introduces "Y-POD" for motors by Yanmar Marine* ..... pag. 48

Una nuova linea di tappezzerie per i mega yacht  
*New range of products for mega yacht* ..... pag. 49

Due imprenditrici all'avanguardia nel settore dell'isolamento termico e acustico  
*Two women entrepreneurs at the leading edge of acoustic and thermal insulation* ..... pag. 50

Prodotti a marchio Vitel per applicazioni in ambito nautico  
*Vitel branded products for applications in marine industry* pag. 51

Nuovo sistema Verind di dosaggio e miscelazione  
*New mixing and spray gun systems by Verind* ..... pag. 52

Un nuovo sistema di propulsione ibrida  
*A new hybrid propulsion system* ..... pag. 53

La luce diventa protagonista  
*When light becomes a player* ..... pag. 54

Una passerella in carbonio  
*A carbon gangway* ..... pag. 55

Tv in ogni momento  
*Tv in any moment* ..... pag. 55

Nuova vernice trasparente e protezione UV  
*New UV resistant clearvarnish* ..... pag. 56

La F&B Yachting propone in esclusiva le vele Delta Voiles  
*F&B Yachting launches the exclusive Delta Voiles sails* ... pag. 58

Porta sala macchine "CE" e "CE in classe" di Nemo Industries  
*"CE" and "CE in classe" Engine Room Door by Nemo Industrie* pag. 60

La nuova tecnologia LED di BCM  
*The new LED technology by BCM* ..... pag. 60

## PostEventi/PostEvents

NavigaMI: prima edizione di un "Salone Nautico Milanese"  
*NavigaMI: first edition of a "Boat Show" in Milan* ..... pag. 61

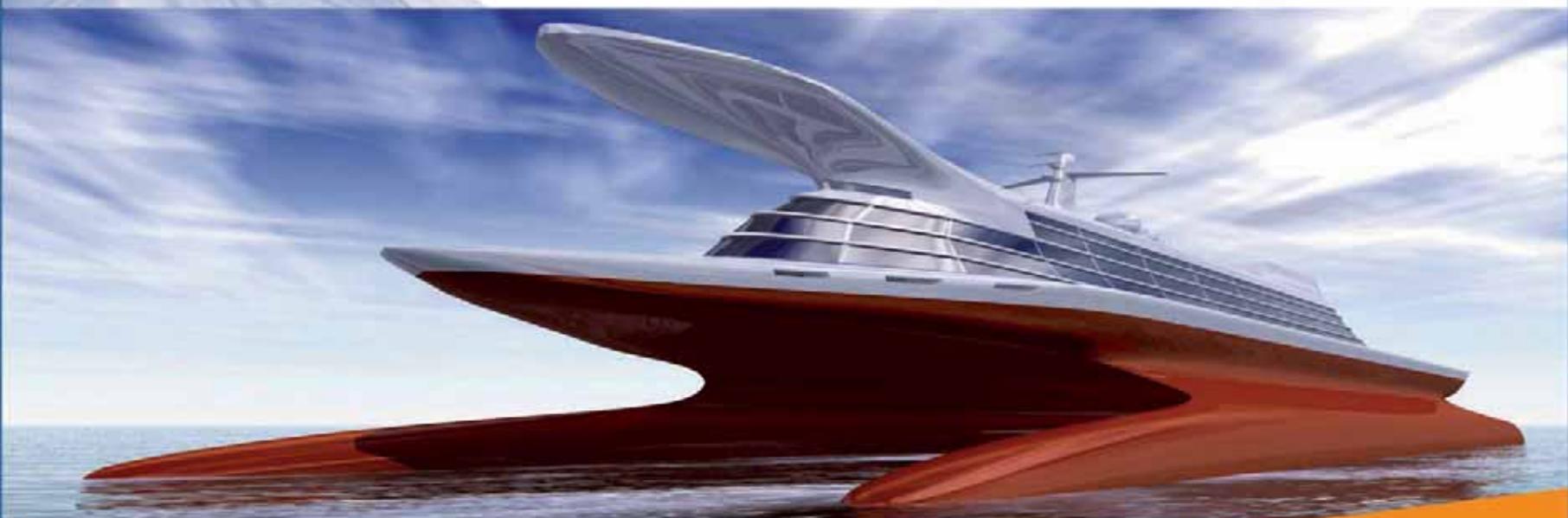
Quaranta anni di successi per una azienda viareggina  
*Forty successful years for a company from Viareggio* .... pag. 62

La ripresa della nautica italiana dopo la crisi secondo Ucina  
*The recovery of the Italian Marine Sector after the crisis: the Ucina fore sights* ..... pag. 64



## COMPOSITES EUROPE

5ª edizione del Salone Europeo & Forum  
per Materiali Compositi, Tecnologie e Applicazioni



**14-16 Settembre 2010**  
**Quartiere Fieristico di Essen, Germania**

### Proiettatevi nel futuro – e scoprite oggi le innovazioni di domani!

Le capacità di costruire sempre più "leggero", soluzioni di materiali ed i più innovativi processi produttivi: i Compositi sono utilizzati in tutti i settori industriali e nelle più diverse applicazioni. Vi mostreremo le soluzioni più pratiche per le vostre richieste più esigenti.

**Vedrete come le Vostre innovazioni potranno aprirvi nuove opportunità!**

**Si registri on-line come visitatore!**

**Contatto: Promoevents srl; Tel 02/33402131; Fax 02/33402130; info@promoevents.it**

[www.composites-europe.com](http://www.composites-europe.com)

Organizzato da:



In cooperazione con:



Paese Partner:





# Sviluppo e caratterizzazione di compositi ad alta performance basati su matrici nanocaricate



R. Petrucci

L. Torre, R. Petrucci, J. M. Kenny  
Università di Perugia, Dip. Ingegneria Civile e Ambientale, Terni, Italia

## ABSTRACT

Il presente lavoro riguarda la produzione di materiali compositi ad alta performance, per i quali la matrice è basata su una resina epossidica nanocaricata, processati mediante le comuni tecniche di liquid moulding. A tal proposito, lo sforzo principale è stato quello di trovare uno o più nanorinforzi in grado di rinforzare la matrice epossidica e conseguentemente il composito basato sulla suddetta matrice. In particolare va ottimizzata la percentuale in peso della nanocarica all'interno della resina, allo scopo di fornire una matrice avente delle proprietà meccaniche superiori al sistema puro senza che si verifichi un drammatico aumento della relativa viscosità. Il requisito principale dell'introduzione del suddetto nanofiller all'interno della resina è

quello di consentirne il processo mediante le stesse tecnologie utilizzate sul sistema puro, senza costi di produzione addizionali. Sono stati prodotti due tipi di materiale composito a base di fibra di carbonio, mediante la tecnica del Resin Transfer Moulding, in stampo rigido, assistito dal vuoto (VARTM). Per quanto riguarda il primo tipo, la matrice è costituita da una resina pura, mentre per il secondo la matrice è basata su suddetta resina rinforzata con l'aggiunta del 3% in peso di Montmorillonite nanometrica. L'attività sperimentale ha mostrato un significativo aumento delle proprietà meccaniche sia nella semplice matrice nanorinforzata che nel pannello composito basato su tale matrice stessa, rispetto al caso degli stessi componenti menzionati ma basati sulla matrice pura. Ciò senza incontrare difficoltà alcuna nella fase di processo.

## INTRODUZIONE

I nanocompositi sono una nuova classe di materiali, in cui un costituente ha una o più dimensioni dell'ordine del nanometro. Piccole quantità di nanofiller uniformemente dispersi all'interno di una comune matrice polimerica possono determinare un aumento delle proprietà (termiche, meccaniche, di barriera ai gas e di ritardo alla fiamma) della matrice stessa<sup>[1]</sup>. La natura cristallina di alcune argille, specialmente la Montmorillonite (fig. 1), è stratificata e propensa alla formazione di strutture nanocomposite componente organica/argilla. Le argille ed altri materiali organici stratifi-

cati possono essere disgregati in particelle submicrometriche a forma di disco consistenti in una sequenza di strati di spessore nanometrico dotati di elevata rigidità e resistenza. Le particelle argillose o i rispettivi strati sono incorporati all'interno di una matri-

ce polimerica per formare un composito organico/inorganico<sup>[2]</sup>. In base all'organizzazione degli strati suddetti nella matrice polimerica, si possono ottenere nel nanocomposito due tipi di morfologie: intercalata ed esfoliata (fig. 2). Nel nanocomposito intercala-

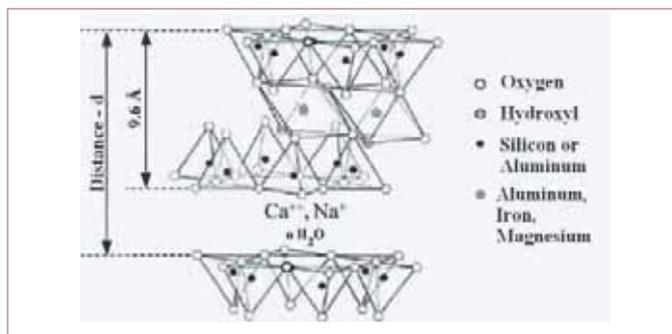


Fig. 1 - Struttura chimica della Montmorillonite / Chemical structure of Montmorillonite

## Development and characterisation of high performance, fibre reinforced nanocomposites

L. Torre, R. Petrucci, J. M. Kenny  
Università di Perugia,  
Dip. Ingegneria Civile e Ambientale, Terni, Italy

## ABSTRACT

The present work concerns with the production of high performance composite materials, in which the matrix is based on a nanofilled epoxy resin, processed by mean of common liquid moulding techniques.

For this purpose, the main effort is to find one or more nanofillers able to strengthen an epoxy resin and consequently the composites based on the aforesaid matrix. In particular, the nanofiller weight percentage has to be optimized, in order to provide a matrix with higher mechanical properties than the neat one, without any dramatic increase on viscosity. The main requirement of the introduction of the nanofiller is to allows the nanoreinforced matrix to be processed using the same techniques as the neat resin with no additional production costs.

Two kind of composite materials, reinforced with carbon fibres have been produced by mean of Vacuum Assisted Resin Transfer Moulding (VARTM). For the first one a neat epoxy resin has been used as a matrix, while for the second one the same resin reinforced with 3%wt of Montmorillonite was employed. The experimental activity has shown a significant increase on mechanical properties both in the nanoreinforced matrix and in the relative composite materials, with no any difficulties met during the processing phase.

## INTRODUCTION

Nanocomposites are a new class of materials, in which a constituent has one or more dimension in the range of nanometres. Small amounts of nanofiller uniformly dispersed inside a common polymer matrix can produce an improvement on properties (thermal, mechanical, gas barrier, flame retardance, etc.) concerned with the matrix itself<sup>[1]</sup>. The crystalline structure of some clays, especially montmorillonite (fig. 1), is layered and amenable to forming organic/clay nanocomposites.

Clays and other layered inorganic materials can be broken down into submicron size disk-like particles consisting of a stack of nanometer thick layers of very high stiffness and strength. The clay particles or their layers are incorporated into a polymer matrix to form an organic/inorganic composite<sup>[2]</sup>.

Depending on the organization of the silicate layers in a polymer matrix, two types of morphology can be achieved in nanocomposites: intercalated or exfoliated (fig. 2).

In intercalated nanocomposites the polymer is inserted (intercalated) into the clay structure between the layers in a crystallographically regular fashion<sup>[3,4,5]</sup>. In an exfoliated nanocomposites, instead, the individual 1 nm thick clay layers are separated and dispersed in a continuous polymer matrix.

The intimate matching among a nanocomposite matrix and high performance reinforcements could lead to a mere revolution in the advanced materials field. It means



## Using a barriercoat for improved gelcoat surface finish

Giuseppe Dell'Anno  
Former Senior Applications Engineer,  
Scott Bader Co Ltd, Wollaston (UK)

The quality of the surface finish has an extremely important influence in determining the success and appreciation of many composite components; even more so for high value luxury items such as leisure boats. When used, for example, in yacht deck and hull manufacture, composite parts not only have a fundamental structural role, but must also add intrinsic aesthetic value to the finished product. It is not surprising that the most successful raw materials for marine composite manufacturing are those which can provide essential mechanical performance, while also guaranteeing the preservation of the 'as new' look for the lifespan of the craft.

### TYPICAL STRUCTURE OF A MARINE LAMINATE

The simplest marine laminate consists of a given number of fibrous plies, usually impregnated with an unsaturated polyester resin and externally coated with a protective layer of gelcoat. The gelcoat is the smooth, glossy, visible 'skin' of a fibreglass vessel (commonly white, cream or dark blue), which invariably catches the eye of any observer, particularly in bright sunlight.

The role of the gelcoat is not only aesthetic, but also highly functional as a physical barrier which protects the underlying structure from the aggressive natural marine environment of sun and saltwater. For hull production, in the area below the waterline, an extra layer, known as a skincoat, is normally added behind the gelcoat to improve the long term resistance to water osmosis and blistering. In the majority of cases a powder bound mat is impregnated with resins specifically formulated to have high resistance to osmosis, typically vinyl ester or isophthalic UP based. Apart from the blistering resistance, the use of vinyl ester resins also provides the added advantage of improving the surface finish of the laminate.

In fact, if the right combination of resins, fibrous reinforcement and manufacturing technique is not carefully selected, the external appearance of the component might be severely affected by the typical 'orange peel' look due to the underlying fibres showing through the gelcoat. This effect is known in the industry as 'fibre print-through' and a significant amount of research and resources have been allocated over the years to overcome it. A relatively new class of product known as a barriercoat, has been introduced into the composites market to improve both the functional and aesthetic performance of marine laminates. Barriercoats are resinous materials intended for use directly behind a gelcoat. As their name suggests, they are designed to provide an extra protective 'barrier' for a laminate, which shields it and prolongs its lifespan. Barriercoats can be used together with a skincoat if required, which depends on the location and use of the component. In general, the inclusion of both layers within the laminate structure is recommended for more critical applications, such as parts below the waterline in marine.

The aesthetic improvements from the use of a barriercoat are evident in the quality of the surface finish right after lamination, which continue in the long term. The benefits

# Uso di barriercoat per migliorare la finitura superficiale dei gelcoat



Giuseppe Dell'Anno - Former Senior Applications Engineer,  
Scott Bader Co Ltd, Wollaston (GB)



La qualità della finitura superficiale è di rilevanza fondamentale nel determinare il successo di molte componenti in composito, in particolar modo quando si tratta di articoli particolarmente costosi come yacht ed imbarcazioni di lusso. Per esempio, nella costruzione di ponti e scafi per questo tipo di imbarcazioni, i compositi non hanno solo un ruolo strutturale, ma devono anche aggiungere un valore estetico al prodotto finito. Non stupisce, infatti, che i materiali che vantano maggiori successi commerciali nel campo dei compositi per applicazioni nautiche siano proprio quelli che riescono a garantire il mantenimento dell'aspetto 'come nuovo' per tutta la vita dell'imbarcazione, oltre a fornire una performance meccanica all'altezza delle aspettative di progetto.

### STRUTTURA TIPICA DI UN LAMINATO PER USO NAUTICO

Un tipico laminato in composito per uso nautico è costituito da un certo numero di strati di tessuto o stuoie fibrose, di so-

lito impregnati con una resina di poliestere insaturo, ed esternamente rivestito da uno strato protettivo di gelcoat.

Il gelcoat costituisce la 'pelle' liscia e lucida di un'imbarcazione in vetroresina (solitamente bianca, color crema o blu scuro), che inevitabilmente cattura lo sguardo dell'osservatore quando risplende sotto la luce del sole. Il ruolo del gelcoat non è tuttavia solo estetico ma anche funzionale in quanto rappresenta una barriera fisica che protegge la struttura sottostante dall'aggressività dell'ambiente marino. Nella parte sommersa degli scafi normalmente si aggiunge un ulteriore strato, chiamato skincoat, immediatamente dietro al gelcoat, allo scopo di migliorare la resistenza del laminato all'osmosi e al blistering<sup>(1)</sup>. A questo scopo, una stuoia fibrosa, solitamente trattata con un appretto in polvere, viene impregnata con particolari tipologie di resine a base di poliestere isoftalico o vinilestere specificamente formulate per avere alta resistenza all'osmosi. Oltre alla resistenza al blistering, l'uso delle resine vinilestere fornisce l'ulteriore vantaggio di migliorare significa-

tivamente la finitura superficiale del laminato finito. Infatti, nel caso non venisse scelta la corretta combinazione di resine, tipo di rinforzo fibroso e tecniche produttive, l'aspetto del componente potrebbe essere compromesso, a lungo termine, dal cosiddetto effetto a 'buccia d'arancia', dovuto all'affiorare del pattern di fibre sulla superficie del gelcoat. Questo effetto è conosciuto nel settore come 'marcatura della fibra' e, nel corso degli anni, molto tempo e risorse sono stati spesi nel tentativo di risolverlo.

Una classe di prodotti relativamente nuova, detti barriercoat, è stata introdotta nel mercato dei compositi per migliorarne le performance estetiche e funzionali. I barriercoat sono materiali resinosi progettati per essere usati direttamente dietro il gelcoat. Come il nome suggerisce, hanno lo scopo di fornire una ulteriore 'barriera' difensiva per il laminato, proteggendolo e prolungandone la vita.

A seconda della collocazione finale e dell'uso del componente, se necessario, i barriercoat possono essere usati insieme allo skincoat.



In generale, quando l'applicazione del pezzo è in condizioni critiche, ad esempio per porzioni immerse dello scafo, si raccomanda l'inserimento di entrambi gli strati protettivi nell'architettura del laminato. I miglioramenti dal punto di vista estetico derivanti dall'utilizzo del barrier coat sono evidenti, con finiture superficiali di livello eccellente che non degradano nel tempo.

I benefici derivanti dall'uso del barriercoat sono ancora più marcati dietro gelcoat scuri, i quali tendono più di quelli chiari ad evidenziare difetti ed imperfezioni superficiali. Un altro campo d'applicazione che beneficia notevolmente dell'uso di barriercoat è quello dei componenti ottenuti per iniezione della resina a vuoto o per RTM, casi in cui, data la natura dei processi, si osserva maggiore restringimento delle parti con una conseguente maggiore marcatura della fibra.

### PREPARAZIONE DEI CAMPIONI DI LAMINATO

I laminati in composito preparati nel corso del presente studio sono stati progettati per replicare il più vicino possibile la stessa combinazione di materiali e la stessa architettura del rinforzo dei componenti standard prodotti al giorno d'oggi nei cantieri navali leader del settore.

Quattro tipi di strutture in composito sono state prodotte ed esaminate (vedi tabella 1), allo

scopo di valutare l'effetto del barriercoat su diverse categorie di laminato.

Tutti i campioni sono stati ottenuti da un singolo pannello, al fine di minimizzare le differenze tra le quattro categorie di composito derivanti dalla scarsa ripetibilità dovuta al processo di laminazione manuale. Tale pannello è stato preparato su uno stampo in vetro piatto, precedentemente trattato con un opportuno agente di rilascio. Del gelcoat blu scuro (Crystic® 65PA) è stato applicato a pennello sullo stampo, dato che è risaputo che i colori scuri tendono ad evidenziare i difetti superficiali più di quelli chiari. Uno strato di barriercoat spesso 1mm è stato quindi applicato uniformemente sulla sola metà destra del pannello.

Il barriercoat usato per questo studio è il Crystic® Crestacoat® 5000PA, un gel a bassa densità prodotto dalla Scott Bader Co Ltd<sup>(2)</sup>. Successivamente uno strato di stuoia in fibra di vetro dal peso di 450 g/m<sup>2</sup> e trattata con un appretto in polvere è stata sistemata sulla metà inferiore del pannello ed impregnata con una resina a base di VE/DCPD (Crystic® VE679PA), resina specificamente formulata per la produzione di skincoat. Tre strati di stuoia in vetro da 450 g/m<sup>2</sup> e trattata con un appretto in emulsione sono stati quindi applicati sull'intero pannello. Questo rinforzo vetroso è stato poi impregnato con un tipo di resina poliestere ortoftalica approvata dal Lloyds' Register per l'utilizzo in applicazioni in campo nautico

(Crystic® 2-406PA). La figura 1 mostra come un tale lay-out ha permesso la realizzazione dei quattro tipi di laminato previsti. Tutte le resine utilizzate per la preparazione del pannello sono state curate tramite l'aggiunta del 2% in peso di perossido di metil-etil-chetone. Lo spessore totale del pannello varia a seconda del numero di strati coinvolti, come mostrato in tabella 1.

Il pannello è stato lasciato curare a temperatura ambiente per 24 ore prima di essere post-curato per 16 ore a 40°C.

### ANALISI DELLA FINITURA SUPERFICIALE

La qualità della finitura superficiale è molto difficile da misurare quantitativamente ad occhio nudo. In questo studio è stata, invece, adottata un'apparecchiatura solitamente utilizzata nell'industria automobilistica per la valutazione della qualità delle superfici verniciate: Wave-Scan Dual 4840 è un'unità portatile in grado di rilevare il profilo ottico di superfici ad alta riflettività tramite un laser, e di illustrare il risultato della misurazione in un singolo grafico<sup>(3)</sup>. Senza scendere nel dettaglio dell'analisi compiuta dall'apparecchio, si può dire che, in generale, più la superficie è liscia, più il profilo della curva generata è basso. Analogamente, una curva con alto profilo indica un notevole effetto a buccia d'arancia sulla super-

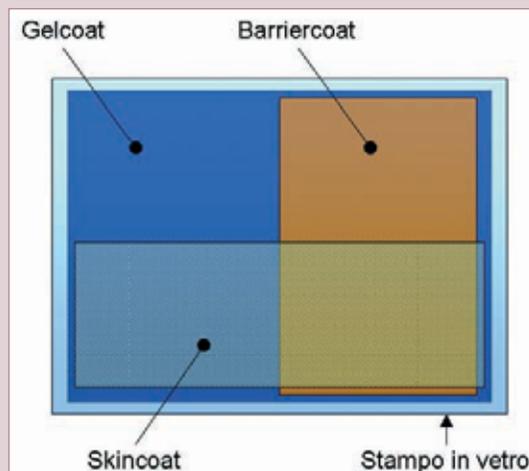


Fig. 1 - Lay-out dei vari elementi costituenti la 'pelle' del laminato  
Layout of the different elements of the laminate skin

of using a barriercoat are seen even more markedly behind dark colours, where surface imperfections are more evident as well as on infused parts due to the nature of the process, where, more shrinkage is likely to occur, so creating noticeably more fibre print-through.

### LAMINATE MANUFACTURING

For this study, composite laminates were manufactured which replicated as closely as possible the same material combinations and fibre architecture for standard marine components as used by leading professional FRP boat-builders today. In order to check the effect of the barriercoat on different laminate lay-ups, four types of composite structures were prepared and examined, as listed in Table 1.

All samples were prepared on a single large panel in order to minimise differences between the four categories due to the inherent poor repeatability of hand lay-up techniques. The panel was manufactured on a released glass flat mould. A first layer of dark blue gelcoat (Crystic® 65PA) was brushed down, as it is well known that dark colours tend to highlight surface 'defects' more than light ones. A 1mm thick layer of barriercoat was evenly applied only on the right half of the panel.

The product used as a barriercoat for this study was Crystic® Crestacoat® 5000PA, a low density barrier gel from Scott Bader Co Ltd (1). One layer of glass fibre powder bound chopped strand mat (CSM) weighing 450g/m<sup>2</sup> was then laid down on the bottom half of the panel and impregnated with a VE/DCPD skincoat (Crystic® VE679PA), a resin specifically formulated for skincoat manufacturing. The whole panel was finally back-laminated with three layers of 450g/m<sup>2</sup> emulsion bound glass fibre CSM, impregnated with a Lloyds approved marine grade orthophthalic unsaturated polyester resin (Crystic® 2.406PA). As shown in Figure 1, such a lay-out effectively allowed obtaining the four types of laminate planned. All the resins used for the preparation of the panel were cured with Methyl Ethyl Ketone Peroxide (MEKP) catalyst in the ratio of 2% by weight.

The overall thickness of the panel varied according to the number of layers involved, as shown in Table 1. The panel was left to cure 24 hours at room temperature and was then post cured for 16 hours at 40°C to achieve full crosslinking of the matrices.

Struttura del campione Sample structure	Spessore totale Overall thickness
Gelcoat + laminato principale (Controllo) Gel-coat + main laminate (Control)	3,2 mm
Gelcoat + skincoat + laminato principale Gel-coat + Skin-coat + main laminate	4.0 mm
Gelcoat + barriercoat + laminato principale Gel-coat + Barrier-coat + main laminate	4.3 mm
Gelcoat + barriercoat + skincoat + laminato principale Gel-coat + Barrier-coat + Skin-coat + main laminate	4.8 mm

Tab. 1 - Lista dei tipi di laminati preparati e valutati nel corso del presente studio / Types of laminates prepared and analysed in the present study

## SURFACE FINISH ANALYSIS

Surface finish quality is very difficult to assess quantitatively by the naked eye. For the purpose of this study, a device commonly used for surface quality evaluation in the car manufacturing industry was adopted: Wave-Scan Dual 4840 is a hand-held unit which detects the optical profile of a high gloss surface using a laser light source and illustrates the outcome of the measurement in a single chart (2). The smoother the surface is, the lower the level of the curve is in the chart. Likewise, a high profile curve in the graph indicates a noticeable orange peel appearance of the gelcoated surface. The reflected light signal recorded by the Wave-Scan unit is filtered and divided into different wavelengths, which are plotted on the X-axis of the generated graphs. Partitioning the signal gives an indication of the size of the structures which are affecting the surface finish the most. In the case of fibre reinforced plastics, the wavelengths with the highest visibility on a poor quality panel are those between 1 mm and 30 mm, range which covers the typical dimensions of the reinforcing fibre tows. This is a clear indication that a reduction in the panel surface quality is strictly linked to the underlying fibre pattern showing through the gelcoat. Wave-Scan measurements were taken on samples immediately after de-moulding (i.e. before post cure) and again seven weeks after post cure; while ageing for seven weeks, the samples were kept in a temperature controlled room, constantly at 23°C. The post cure and the ageing cycle were carried out in order to bring the laminate to a 'mature' state; the polymer network is then stable enough for the panel appearance not to vary significantly in the future due to any post cure effects.

## RESULTS

Figure 2 to Figure 5 present the graphs illustrating the Wave-Scan profiles of the gelcoat surface on the four types of laminate listed in Table 1. The orange lines represent the state of the panels immediately after de-moulding. The brown lines are measurements taken after post curing and ageing. A comparison between the orange lines on the four graphs indicates that all panels have a very good quality surface finish immediately after de-moulding. All the orange profiles appear flat with very low levels of defect visibility at all wavelengths. However, the appearance of the control panel changes significantly after post cure and ageing as shown in Figure 2. Such a level of surface quality deterioration is believed to depend mainly on the main laminate resin shrinking while the curing process completes. The brown curve in Figure 2 indicates severe orange peel appearance of the gelcoated surface with the highest level of defect detection between 1mm and 30mm, as expected. Although significantly minor, a similar trend can be observed in the curves of the skincoated panel (Figure 3). In this case the range between 3 mm and 10 mm showed the most relevant increase in defect visibility; nevertheless, as expected, the use of a vinyl ester based skincoat did improve the surface finish of the panel to such an extent that the difference with the control sample could be easily detected by naked eye. The influence of the vinyl ester layer on the appearance of the composite component is believed to depend on the peculiar way the polymer chains of this class of resins can rearrange themselves during cure, involving a cure kinetics profile which helps minimising the detrimental effects of the matrix volume shrinkage on the gelcoat finish.

Figure 4 and Figure 5 illustrate the outcome of the Wave-

ficie del gelcoat. Il segnale di luce riflessa registrato dal Wave-Scan viene, in fase di post-processo, filtrato e diviso a seconda delle lunghezze d'onda coinvolte, le quali sono poi riportate sull'asse delle ascisse del grafico generato. Tale ripartizione del segnale fornisce un'indicazione sulla dimensione delle strutture responsabili dell'effetto a buccia d'arancia. Nel caso di plastiche rinforzate con stuoie in fibra di vetro, le lunghezze d'onda evidenziate su un pannello di scarsa qualità sono in genere comprese tra 1 mm e 30 mm, intervallo in cui cadono le dimensioni tipiche del filato di rinforzo della resina.

Questo supporta l'ipotesi che la riduzione in qualità della finitura superficiale di un laminato in composito è strettamente connessa alla marcatura sul gelcoat delle fibre sottostanti. Le misurazioni con il Wave Scan sono state condotte immediatamente dopo la sfornatura del pannello (ovvero prima della post-cura) e nuovamente sette settimane dopo la post-cura.

Durante l'invecchiamento dopo post-cura, i campioni sono stati mantenuti in condizioni di temperatura ed umidità costanti (23°C). Si è scelto di sottoporre il laminato a post-cura ed al ciclo di invecchiamento allo scopo di portarlo in uno stato di maturità in

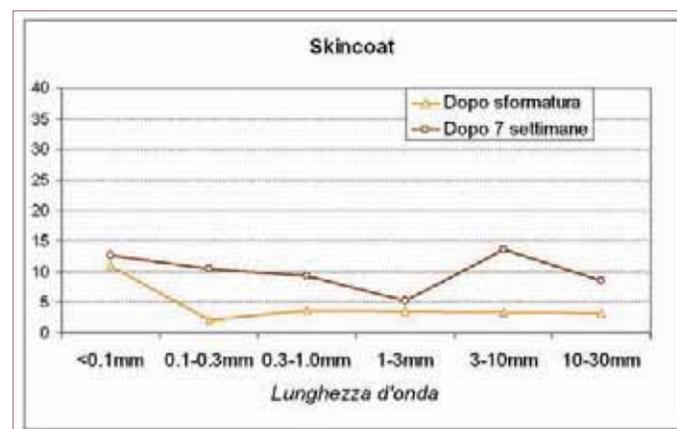


Fig. 3 - Qualità della finitura superficiale del pannello con skincoat a diverse lunghezze d'onda  
 Surface finish quality of the panel with skincoat at different wavelengths

cui, cioè, il reticolo polimerico fosse sufficientemente stabile da non provocare ulteriori modificazioni nell'aspetto del pannello.

## RISULTATI

I grafici illustrati nelle figure dalla 2 alla 5 rappresentano i profili generati dal Wave-Scan per i quattro tipi di laminati listati in tabella 1.

Le linee arancioni rappresentano lo stato del laminato immediatamente dopo la sfornatura.

Le linee marroni sono le misurazioni prese dopo post-cura ed invecchiamento.

Un primo paragone tra le linee arancioni dei quattro grafici dimostra che tutti i laminati vantano un'ottima finitura su-

perficiale subito dopo la sfornatura. Infatti, tutti i profili arancioni appaiono relativamente piatti con livelli di difetti molto bassi a tutte le lunghezze d'onda.

Tuttavia, l'aspetto del pannello di controllo cambia significativamente dopo post-cura ed invecchiamento, come mostrato in figura 2.

Si ritiene che un tale livello di deterioramento della finitura superficiale dipenda prevalentemente dal restringimento della matrice del laminato durante il processo di cura.

La curva marrone in figura 2 indica un severo effetto a buccia d'arancia sul gelcoat con il maggior numero di difetti rilevati su strutture tra 1 mm e 30 mm, come predetto.

Benché in misura notevolmente ridotta, un analogo andamento si può riscontrare anche nelle curve relative a pannelli contenenti lo skincoat (figura 3).

In quest'ultimo caso l'aumento più significativo di difetti si osserva nell'intervallo tra 3 mm e 10 mm, tuttavia, come previsto, l'uso di uno skincoat a base di resina vinilestere migliora la finitura superficiale del laminato ad un livello tale che la differenza con il campione di controllo può facilmente essere individuata anche ad occhio nudo.

Si ritiene che l'influenza dello strato in vinilestere sull'aspetto del componente in composito dipenda dalla modalità

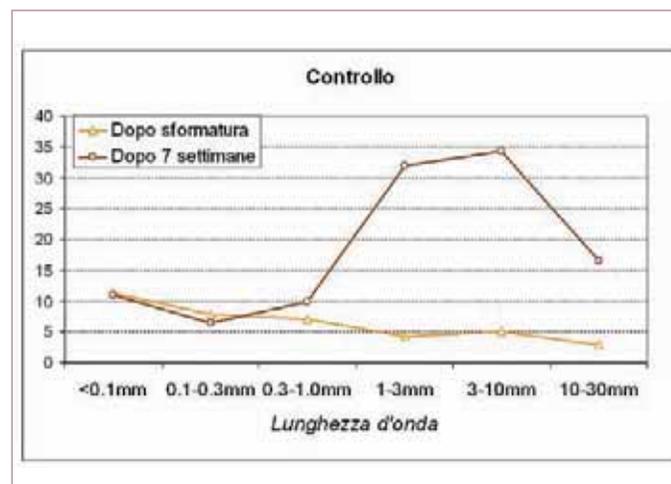


Fig. 2 - Qualità della finitura superficiale del pannello di controllo (senza skincoat e senza barriercat) alle varie lunghezze d'onda / Surface finish quality of control panel (i.e. with no skincoat or barriercoat) at different wavelengths



con cui le catene polimeriche di questa classe di resine possono riarrangiarsi durante la cura, generando una cinetica di reazione in grado di minimizzare l'effetto dannoso del restringimento volumetrico della matrice sulla finitura del gelcoat.

Le figure 4 e 5 illustrano il risultato dell'analisi con il Wave-Scan sui due pannelli ottenuti con l'aggiunta dello strato di barriercoat, rispettivamente senza e con skincoat.

Le curve relative al prima e al dopo invecchiamento sono molto vicine e, in figura 5, sono quasi perfettamente sovrap-

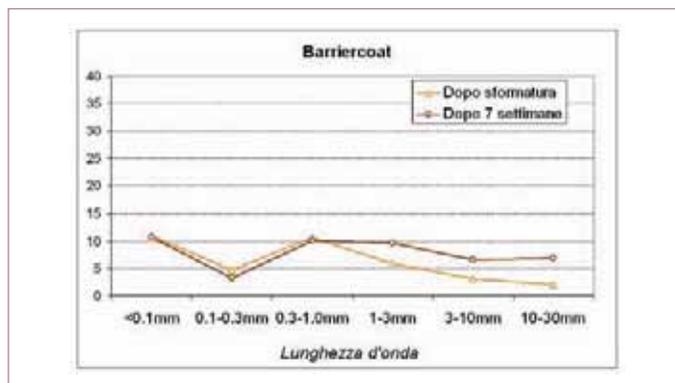


Fig. 4 - Qualità della finitura superficiale del pannello con skincoat a diverse lunghezze d'onda  
Surface finish quality of the panel with skincoat at different wavelengths

gono mostrati gli stessi pannelli analizzati nel corso del presente studio.

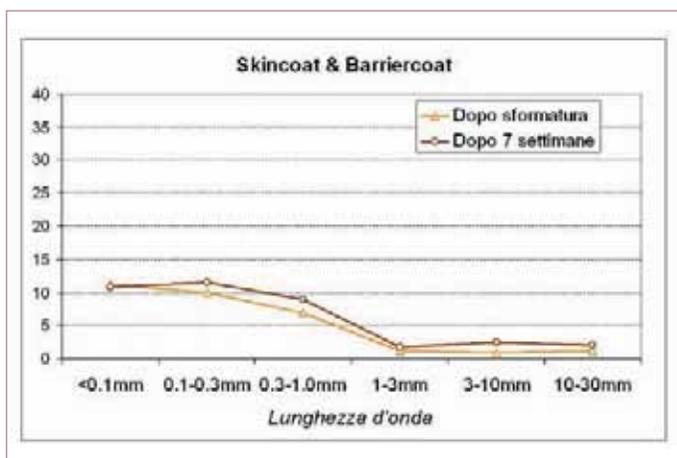


Fig. 5 - Qualità della finitura superficiale del pannello con skincoat e barriercoat a diverse lunghezze d'onda  
Surface finish quality of the panel with skincoat and barrier coat at different wavelengths

ponibili. Ciò dimostra l'importanza dell'effetto del barriercoat sul mantenimento della qualità di finitura superficiale da parte del gelcoat.

Il risultato migliore in termini di finitura si osserva nel campione in cui il barriercoat è stato usato insieme allo skincoat, caso in cui l'alterazione della finitura del gelcoat nel tempo è essenzialmente trascurabile. Il significativo miglioramento della finitura del gelcoat ottenibile tramite l'adozione del barriercoat è dovuto alla particolare formulazione di quest'ultimo, che coinvolge una particolare miscela di resine in grado di garantire estrema stabilità alle parti prodotte.

La differenza tra l'aspetto di pannelli con e senza skincoat e barriercoat è lampante, come illustrato in figura 6, dove ven-

## CONCLUSIONI

- Pannelli di controllo realizzati senza barriercoat subiscono un notevole impoverimento della finitura superficiale già dopo post-cura e, ancor più, dopo invecchiamento.

Il peggioramento dell'aspetto superficiale è così evidente da poter essere osservato anche ad occhio nudo.

- L'utilizzo di un barriercoat nella struttura del laminato migliora notevolmente la capacità del gelcoat di conservare l'iniziale finitura superficiale.

- L'uso del solo skincoat non è efficace come il barriercoat nel prevenire la comparsa dell'effetto a buccia d'arancia sulla superficie del laminato.

- I risultati migliori in termini di qualità di finitura superficiale sono stati ottenuti quando sia



Fig. 6 - Paragone tra i pannelli con e senza skincoat /barriercoat, rispettivamente sulla destra e sulla sinistra della foto  
Comparison between panels with and without skincoat /barriercoat, respectively on the right and on the left of the picture

uno skincoat che un barriercoat sono stati inseriti nella struttura del laminato; il barriercoat immediatamente dietro il gelcoat e lo skincoat dietro il barriercoat.

- L'adozione del barriercoat implica la necessità di conservare ed utilizzare un ulteriore materiale in cantiere, tuttavia, questo studio ha dimostrato che i benefici a lungo termine sulle qualità estetiche del componente, possono giustificare l'uso.

- L'efficienza in produzione può essere incrementata dalla selezione di prodotti che possano essere curati con i sistemi comunemente usati anche per altre resine standard nella produzione del laminato. Il barriercoat Crystic® Crestacoat® 5000PA utilizzato nel presente studio ha dimostrato caratteristiche di autolivellamento e di facile applicazione, persino su superfici verticali, oltre all'aver generato una superficie dalle caratteristiche ideali per la successiva laminazione.

Scan analysis of the two panels made with the addition of the barriercoat layer, without and with skincoat, respectively. The curves before and after ageing are very close and almost superimposable in Figure 5.

This demonstrates the relevant effect of the barriercoat on the retention of the initial surface quality finish of the gelcoat. The best surface finish result is obtained when the barriercoat is used in conjunction with the skincoat, in which case the alteration of the gelcoat smoothness over time is essentially negligible.

The significant effect of the barriercoat in improving the surface finish of a gelcoat is due to its particular formulation and specifically designed resin blend, which provides improved stability to the part.

The surface finish difference between the panels with and without a skincoat and barriercoat is clear, as shown in

Figure 6, where the actual panels prepared for this study are shown.

## CONCLUSIONS

- Control panels made without a barriercoat exhibit noticeable surface deterioration after short-term ageing, which is clearly visible to the naked eye.

- The incorporation of a barriercoat layer behind the gelcoat within the laminate structure dramatically improves the retention of the initial quality finish of the gelcoated surface.

- The use of a skincoat layer alone is not as effective as a barriercoat in preventing the appearance of orange peel on the laminate surface.

- The best results in terms of surface finish quality are achieved in a laminate construction when both a barriercoat and skincoat are used behind a gelcoat; the barriercoat immediately behind the gelcoat and the skincoat behind the barriercoat.

- The adoption of a barriercoat does mean the need for an additional raw material on the workshop floor. However, this study has demonstrated that the long term aesthetic quality benefits, where needed, justify the use of a barriercoat.

- Production efficiency is possible by selecting a barriercoat product which can be cured with an identical curing system commonly used for standard resins in laminate production.

The Crystic® Crestacoat® 5000PA barriercoat product used in this study also proved extremely easy to apply, even on vertical surfaces, has self levelling properties and provides an excellent intermediate surface for back lamination.



Insieme,  
per tracciare la giusta rotta.



Sika Italia S.p.A.  
Via Luigi Einaudi, 6  
20068 Peschiera Borromeo (MI)  
Tel. 02-54778.111 - Fax. 02-54778.119  
[www.sika.it](http://www.sika.it)

Innovation & Consistency | since 1910

# Proprietà meccaniche dei compositi a base di fibra di canapa



A. Shahzad, D.H. Isaac and S.M. Alston

## RIASSUNTO

I rivestimenti in materiale composito a base di poliestere rinforzato sono stati realizzati utilizzando una stuoia in fibra di canapa non tessuta e con orientamento casuale, distesa manualmente in una matrice poliestere insatura convenzionale e soggetta ad una pressione di stampaggio relativamente alta, da cui sono state ricavate frazioni di peso della fibra pari a circa il 55%.

I campioni posti in linea parallela sono stati tagliati dai rivestimenti e catalogati per eseguire i test standard di carico a rottura, resistenza all'urto e a fatica.

L'incorporazione delle fibre di canapa nella resina poliestere ha determinato un miglioramento trascurabile della resistenza alla trazione della resina poliestere pura, ma ha raddoppiato il modulo di trazione fino a 7.2 GPa. L'aggiunta di una quantità limitata di fibre di vetro nella canapa, da cui si è ricavato il composito ibrido, ha migliorato di quasi il

50% la resistenza alla trazione e del 10% il modulo di trazione. I compositi in fibra di canapa presentano una scarsa tolleranza al danneggiamento nell'urto a bassa velocità, perdendo quasi il 70% della loro tenacità intrinseca e della rigidità a seguito di un impatto di 4J di energia. Tuttavia, i compositi ibridi a base di vetroresina-canapa evidenziano un netto miglioramento della tolleranza al danneggiamento da urto.

Nonostante la minore resistenza a fatica assoluta, i compositi a base di fibra di canapa presentano una maggiore sensibilità a fatica rispetto ai compositi a base di fibra di vetro CSM nel test della resistenza a fatica tensione-tensione.

Tutto questo è accompagnato da una minore riduzione della rigidità e da una maggiore resistenza alla formazione e allo sviluppo delle screpolature, osservate durante la prova a fatica dei compositi a base di fibra di canapa rispetto ai compositi a base di fibra di vetro, con livelli simili di sollecitazione normalizzata.

## INTRODUZIONE

L'utilizzo delle fibre naturali come sostituti della fibra di vetro nei compositi ha acquisito sempre più importanza in questi ultimi anni, in linea con la sensibilità alle problematiche ambientaliste che hanno spronato la ricerca di alternative sostenibili<sup>(1)</sup>.

In generale si è riscontrato che i compositi a

base di fibre naturali presentano dei limiti per quanto concerne le proprietà meccaniche, in particolare la resistenza all'urto.

In questo articolo sono presentati i risultati degli studi intrapresi per valutare le diverse proprietà meccaniche dei compositi a base di canapa e fibre di vetro e l'adeguatezza delle fibre di canapa come sostituti delle fibre di vetro.

## LAVORO SPERIMENTALE

Sono state impiegate fibre di canapa, nella forma di stuoie non tessute forate, orientate casualmente in due dimensioni e le stuoie in fibra di vetro CSM (Chopped Strend Mat). La matrice era una resina po-

liestere insatura preaccelerata e a bassa viscosità, dotata di proprietà di indurimento rapido. Per fabbricare i laminati, è stata adottata la tecnica della stratificazione manuale, seguita dallo stampaggio per compressione.

Le stuoie di fibra di canapa, con dimensione nominale pari a

250 mm x 200 mm sono state tagliate dal rotolo condizionato a 23°C e in condizioni di umidità relativa al 50%. Per ogni laminato sono stati usati due strati di stuoia di fibra di canapa.

Le stuoie di fibra sono state impregnate di resina in uno stampo d'acciaio utilizzando la tec-



## Mechanical properties of hemp fibre composites

A. Shahzad, D.H. Isaac and S.M. Alston

### SUMMARY

Hemp fibre reinforced polyester composite plaques were made using non-woven randomly oriented hemp fibre mat hand laid up in a conventional unsaturated polyester matrix and subjected to relatively high moulding pressure, giving fibre weight fractions of about 55%. Parallel-sided samples were cut from the plaques and end-tabbed for standard tensile, impact and fatigue testing. Incorporation of hemp fibres into the polyester resin resulted in negligible improvement in tensile strength of the neat polyester resin but almost doubled the tensile modulus to 7.2 GPa. The addition of a small proportion of glass fibres to the hemp, producing a hybrid composite, resulted in almost 50% improvement in tensile strength and 10% improvement in tensile modulus. The hemp fibre composites exhibited poor damage tolerance in low velocity impact, losing almost 70% of their intrinsic strength and stiffness following an impact of 4J energy. However, the hemp-glass hybrid composites showed considerable improvement in impact damage tolerance. Despite having poorer absolute fatigue strength, the hemp fibre composites exhibited better fatigue sensitivity than CSM glass fibre composites in tension-tension fatigue. This was accompanied by lower stiffness degradation and greater resistance to crack formation and growth observed during fatigue of hemp fibre composites compared with glass fibre composites at similar normalised stress levels.

### INTRODUCTION

The use of natural fibres as a replacement for traditional glass fibres in composites has gained increasing importance in recent years as environmental concerns have led to a quest for sustainable alternatives<sup>(1)</sup>.

Natural fibre composites have generally been found to have limitations in their mechanical properties, particularly with regard to impact resistance. This paper presents the results of studies undertaken to evaluate various mechanical properties of hemp and glass fibre composites to assess the suitability of hemp fibres to replace glass fibres.



Una coltivazione di canapa  
An Hemp field



## EXPERIMENTAL WORK

Hemp fibres, in the form of needle-punched non-woven mat, randomly oriented in two dimensions, and glass fibres in chopped strand mat (CSM) form were used. The matrix was a pre-accelerated and low viscosity unsaturated polyester resin with rapid hardening characteristics. The combination of a hand lay-up method, followed by compression moulding, was used in the fabrication of laminates. Hemp fibre mats of nominal size 250 mm x 200 mm were cut from the roll conditioned at 23°C and 50% RH. Two layers of hemp fibre mat were used in each laminate. The fibre mats were impregnated with resin in a steel mould and, using a compression moulder, a pressure of 3MPa was applied to squeeze out excess resin. The laminate was left in the compression moulder to cure at room temperature for 24 hours. It was then removed from the mould and placed in the oven for post-curing at 80°C for 3 hours to optimise the resin properties. Glass fibre composite laminates were made by the same method, but using six glass fibre layers and a lower pressure of 8kPa with weights. This resulted in both hemp and glass fibre composites having fibre weight fractions of about 55%. Hemp/glass fibre hybrid laminates were also made by the same method. Two mats of hemp and glass fibres each were used in the hybrid laminates, producing samples containing about 36% hemp fibre volume fraction (40% by weight) and 11% glass fibre volume fraction (21% by weight). Thus the overall fibre volume fraction was similar to that of the hemp composite laminates. All laminates (typically about 2.5 mm thickness) were cut up into parallel-sided samples of dimensions 125 mm by 20 mm and end-tabbed. Tensile, impact and fatigue testing was carried out using standard test methods.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Tensile Properties

The static tensile properties of hemp, glass and hybrid composites are shown in Table 1. Figures in parentheses are standard deviations. At similar fibre weight fractions of about 55%, the glass fibre composites have significantly superior tensile properties to the hemp fibre composites. Hybridisation of hemp with glass fibres even at the low volume fraction of 11% improved their tensile properties considerably. The tensile strength is increased by over 50%, and tensile modulus is increased by about 10%. Hence in both cases, a greater increase in tensile strength was observed than tensile modulus.

### Impact Damage Tolerance

The low velocity impact of hemp and glass fibre composites was carried out using a purpose-built drop-weight rig. All the samples were impacted from a height of about 100 mm so that the impact velocity of all the samples was constant at about 1.4 m/s, well within the range of low velocity impact. Keeping the height constant, the weight of the impactor was varied to adjust the impact energy level. The effect of low velocity impact on the tensile strength of hemp fibre composites is shown in Figure 1. The error bars represent one standard deviation. The figure shows a gradual decline in tensile strength of hemp fibre composites following increasing impact energy levels. The effect is negligible up to an impact of energy 1 J. However there is a steady decline in strength following impact energies above 1 J, so that the composites have lost almost 70% of their intrinsic tensile strength after an impact of energy

per 20 mm e catalogati. I test della resistenza alla trazione, all'urto e la prova a fatica sono stati eseguiti adottando metodi di test standard.

per 20 mm e catalogati. I test della resistenza alla trazione, all'urto e la prova a fatica sono stati eseguiti adottando metodi di test standard.

per 20 mm e catalogati. I test della resistenza alla trazione, all'urto e la prova a fatica sono stati eseguiti adottando metodi di test standard.

per 20 mm e catalogati. I test della resistenza alla trazione, all'urto e la prova a fatica sono stati eseguiti adottando metodi di test standard.

per 20 mm e catalogati. I test della resistenza alla trazione, all'urto e la prova a fatica sono stati eseguiti adottando metodi di test standard.

per 20 mm e catalogati. I test della resistenza alla trazione, all'urto e la prova a fatica sono stati eseguiti adottando metodi di test standard.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

### Proprietà di resistenza alla trazione

Le proprietà di resistenza alla trazione statiche dei compositi a base di canapa, vetro e ibridi sono presentate in tab 1. I dati numerici fra parentesi rappresentano le deviazioni

gliorare in modo consistente le loro proprietà di resistenza a trazione. Infatti, questa è migliorata più del 50% e il modulo di trazione di circa il 10%. Quindi, in entrambi i casi, si è osservato un incremento significativo del carico a rottura rispetto al modulo di trazione.

### Tolleranza

al danneggiamento da urto Il test dell'urto a bassa velocità dei compositi a base di canapa e vetro è stato eseguito utilizzando un supporto per caduta pesi appositamente rea-

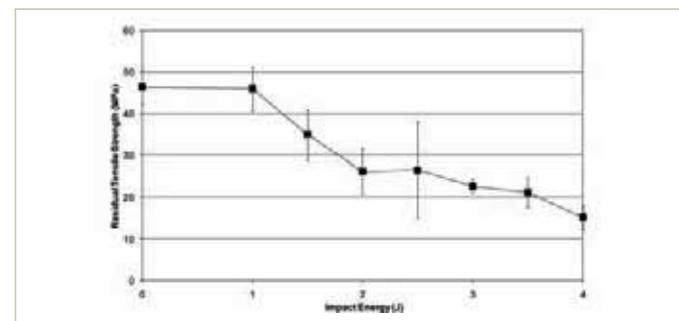


Fig. 1 - Effetto esercitato dall'energia d'impatto sulla resistenza a trazione residua dei compositi a base di fibra di canapa / Effect of impact energy on residual tensile strength of hemp fibre composites

standard. Con frazioni di peso della fibra simili, pari a circa il 55%, i compositi a base di vetro si caratterizzano per le proprietà di resistenza alla trazione superiori rispetto ai compositi a base di fibra di canapa. L'ibridazione della canapa con la vetroresina anche con basse frazioni di volume, pari all'11%, ha dimostrato di mi-

lizzato. Tutti i campioni sono stati sottoposti all'impatto da un'altezza di circa 100 mm in modo che la velocità dell'impatto di tutti i campioni fosse costante a circa 1,4 m/s, entro il range dell'urto a bassa velocità. Tenendo costante l'altezza, il peso del maglio è stato variato per regolare l'energia d'impatto impartita. L'effetto

Configurazione della fibra Fibre Configuration Frazione peso canapa (%)	Hempt wt. fraction (%) Frazione peso vetro (%) Glass wt.	fraction (%)	Carico a rottura Tensile Strength (MPa)	Modulo di trazione (GPa) Tensile Modulus (GPa)	Deformazione a rottura (%) Strain to Failure (%)
Canapa / Hemp	55		46.4 (4.6)	7.2 (0.9)	1.03 (0.19)
Vetro / Glass		55	200.9 (6.3)	11.3 (0.6)	2.39 (0.30)
Ibrido: skin canapa, anima di vetro Hybrid: Hemp skin, glass core	40	21	70.1 (10.2)	8.3 (0.4)	1.31 (0.25)
Ibrido: skin di vetro, anima di canapa Hybrid: glass skin, hemp core	40	21	81.6 (3.7)	7.7 (0.3)	1.73 (0.08)

Tab. 1 - Proprietà di resistenza alla trazione dei compositi ibridi, a base di fibra di canapa e di vetro CSM  
Tensile properties of hemp, CSM glass fibre and hybrid composites

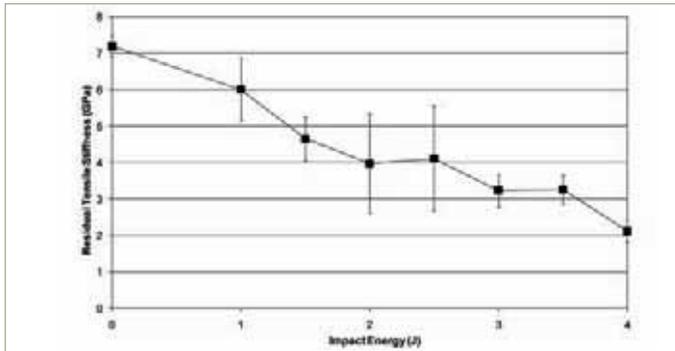


Fig. 2 - Effetto esercitato dall'energia d'impatto sulla rigidità residua di trazione dei compositi a base di fibre di canapa / Effect of impact energy on residual tensile stiffness of hemp fibre composites

prodotto dall'urto a bassa velocità sulla resistenza a trazione dei compositi a base di fibra di canapa è presentato in fig. 1. Le barre d'errore rappresentano la deviazione standard. La figura presenta il graduale declino della resistenza alla trazione dei compositi a base di fibre di canapa come conseguenza dei livelli crescenti dell'energia d'urto.

L'effetto è trascurabile fino a raggiungere un livello di energia d'impatto pari a 1J. Tuttavia, si osserva un decremento costante della resistenza quando i livelli di energia d'impatto superano 1J, tale per cui i compositi perdono quasi il 70% della loro resistenza alla trazione intrinseca con un'energia d'urto di 4J. L'effetto dell'urto a bassa velocità sulla rigidità di trazione dei compositi a base di fibre di canapa è presentato in fig. 2.

Si utilizza il termine "rigidità", piuttosto che "modulo" perché l'estensimetro fornisce la misura del modulo medio per tutta l'area interessata dall'urto. Anche in questo caso, la rigidità da trazione diminuisce gradualmente e proporzionalmente all'incremento del livello d'energia dell'impatto. Con un'energia pari a 4J, i compositi a base di fibra di canapa perdono quasi il 70% della loro rigidità intrinseca.

Questi risultati mettono in luce la scarsa resistenza all'impatto dei compositi a base di fibra di canapa. Tuttavia, le proprietà di resistenza all'urto a bassa velocità dei compositi a base di fi-

bra di canapa possono essere migliorate incorporando in esse fibre di vetro più forti e più tenaci. La maggiore resistenza alla trazione e alla deformazione a rottura, piuttosto alta possono prevedibilmente incrementare la tolleranza al danneggiamento da urto nei compositi ibridi.

Sebbene l'inclusione del vetro comprometta la biodegrada-

sollecitazioni da trazione, flessione e compressione superiori, era possibile prevedere che le superiori proprietà meccaniche della fibra di vetro influissero sulla resistenza all'urto relativa dei compositi ibridi, in base alla stratificazione. Per compiere un'analisi comparata delle proprietà di trazione residua post-impatto dei compositi ibridi e a base di fibre di canapa, la tenacità residua e rigidità sono state normalizzate rispetto ai loro valori non intaccati; i risultati sono presentati nelle figg. 3 e 4.

Dalle figg. 3 e 4 si evince che la presenza della fibra di vetro con volume all'11% produce un considerevole incremento della resistenza all'urto.

Ad esempio, un'energia da urto pari a 4 J ha determinato una perdita pari a circa il 70% della tenacità e resistenza nei compositi a base di fibre di canapa rispetto al 30% soltanto

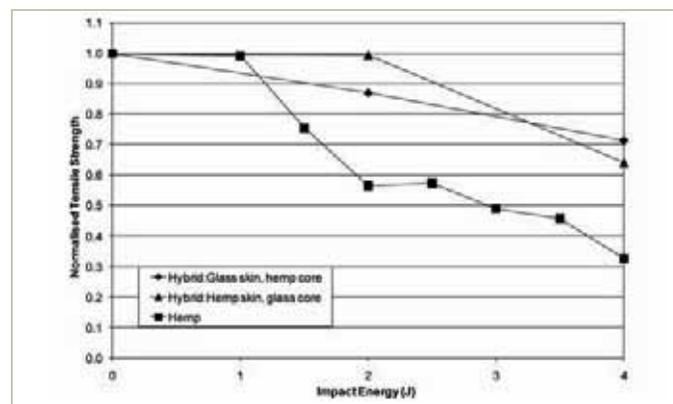


Fig. 3 - Analisi comparata fra il carico a rottura residuo normalizzato dei compositi ibridi a base di fibra di canapa e canapa/fibre di vetro con superiore energia d'impatto / Comparison of normalised residual tensile strength of hemp fibre and hemp/glass fibre hybrid composites with increasing impact energy

bilità dei compositi, ciò è compensato dalle migliori proprietà ottenute a seguito dell'ibridazione.

Per eseguire il test dell'urto a bassa velocità, sono state utilizzate due diverse stratificazioni ibride: in una delle due erano presenti fibre di vetro come anima e fibre di canapa come pelli, mentre nell'altra erano presenti fibre di canapa come anima e di vetro come pelli. Dal momento che le pelli dei compositi sottoposti al test dell'urto erano soggetti a

delle stratificazioni ibride. I dati indicano inoltre che la disposizione delle stratificazioni dei compositi ibridi aveva esercitato uno scarso effetto sulla resistenza all'urto.

### PROPRIETÀ DI RESISTENZA A FATICA

Le prove a fatica sono state eseguite secondo la modalità tensione-tensione ad una frequenza di 1 Hz e secondo un rapporto R pari a 0,1. La curva

4J. The effect of low velocity impact on tensile stiffness of the hemp fibre composites is shown in Figure 2. The term stiffness rather than modulus is used since the extensometer gave a measure of the average modulus across the impact area. Again the tensile stiffness decreases gradually with increase in impact energy level. Following an impact of energy 4J, hemp fibre composites have lost almost 70% of their intrinsic stiffness.

These results highlight the poor impact resistance of hemp fibre composites. However the low velocity impact properties of hemp fibre composites can be improved by incorporating stronger and tougher glass fibres in them. The superior tensile strength and relatively high strain to failure of glass fibres is expected to increase the impact damage tolerance for the hybrid composites. Although the inclusion of glass fibres compromises the biodegradability of the composites, this is compensated for by the improved properties obtained by hybridisation.

Two different hybrid layouts were used for low velocity impact testing: one had glass fibres as core and hemp fibres as skin and the other had hemp fibres as core and glass fibres as skin. Since the skins of the impacted composites are subjected to higher bending tensile and compressive stresses, the superior mechanical properties of glass fibres might be expected to affect the relative impact resistance of hybrid composites, depending on the layout.

In order to compare the post-impact residual tensile properties of the hybrid composites with hemp composites, their residual strengths and stiffnesses were normalised against their undamaged values and the results are shown in Figures 3 and 4.

From these Figures 3 and 4, it is clear that the presence of just 11 vol% glass fibres results in considerable improvement in impact resistance. For example, an impact of energy 4J resulted in about 70% loss of strength and stiffness for hemp composites, compared with only about 30% for the hybrid layouts. The figures also show that the layout arrangement of the hybrid composites had little effect on the impact resistance.

### FATIGUE PROPERTIES

Fatigue testing was carried out in tension-tension mode at a frequency of 1 Hz and R ratio of 0.1. The S-N curve for the hemp fibre composites is shown in Figure 5.

The dashed lines in the figure represent the 95% confidence interval of the linear regression line. The variability of properties of hemp fibres is expected to result in ran-

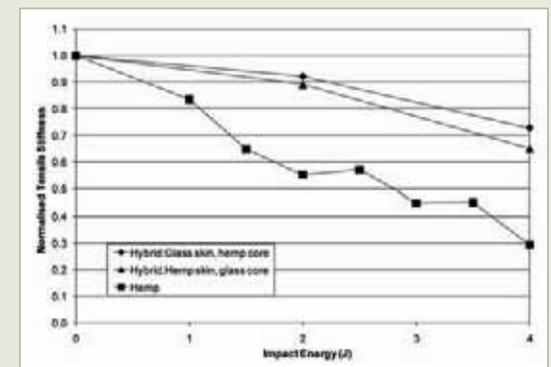


Fig. 4 - Analisi comparata della rigidità di resistenza a trazione residua normalizzata dei compositi ibridi a base di fibra di canapa e canapa/fibre di vetro con superiore energia d'impatto/vetroresina con superiore energia d'impatto / Comparison of normalised residual tensile stiffness of hemp fibre and hemp/glass fibre hybrid composites with increasing impact energy



dom accumulation of damage in the composites and, therefore, it is not unexpected to see some data points lying outside the 95% confidence limit. It has also been reported for glass fibre composites that the normal scatter in static strength data is often increased by random damage during fatigue loading<sup>(2)</sup>. The best-fit regression line in Figure 5 shows a gradual reduction in fatigue strength with increase in the number of fatigue cycles. The regression line predicts an endurance limit of about 20 MPa at 10<sup>6</sup> cycles, which correlates well with the experimental run-out data as shown by arrowheads. Hence a stress level of up to 20 MPa (approximately 40% of UTS) can be taken as a safe value for the endurance limit for these composites. For sisal fibre reinforced polyester composites, Towo and Ansell<sup>(3)</sup> reported the endurance limit to be about 35% of static strength in tension-tension fatigue loading. The S-N curves in Figure 6 clearly show significantly higher fatigue strength for the CSM glass fibre composite than for the hemp fibre composite. However the CSM glass fibre S-N curve is also steeper than that for the hemp fibre composite. However, in order to compare the fatigue sensitivity of materials, it is more suitable to use normalised S-N curves. The normalised S-N curve can be represented by:

$$\sigma_a / \sigma_{uts} = 1 - b \log N^{(1)}$$

where  $\sigma_a$  is the peak applied fatigue stress,  $\sigma_{uts}$  is the ultimate tensile strength, and the constant  $b$ , which represents the slope of the normalised S-N curve is defined as the fatigue sensitivity coefficient. Normalised S-N curves of the hemp fibre composite and the CSM glass fibre composite are shown in Figure 7. The curves show that in both cases the composites lost approximately 10% of their static strength per decade of cycles. These graphs also show slightly lower fatigue sensitivity of the hemp fibre

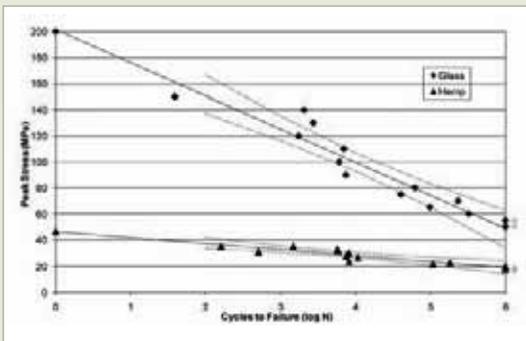


Fig. 6 - Analisi comparata delle curve S-N nei compositi a base di vetro e di canapa  
Comparison of S-N curves of glass and hemp fibre composites

composite compared with the glass fibre material, with a value for the fatigue sensitivity coefficient for hemp of 0.097 compared with 0.127 for the CSM glass fibre composite. These values are similar to a number of other studies reported in the literature. A similar rate of reduction in static strength was reported by Mandell<sup>(4)</sup> for unidirectional E-glass fibre reinforced composites in the fibre direction. Also, Mandell<sup>(5)</sup> collected S-N data for tension-tension fatigue for various chopped E-glass strand composites (both SMC and CSM) available in the literature (a total of 64 S-N data sets) and found that the values of  $b$  for all the systems were remarkably close to 0.1. The similar value of  $b$  for hemp fibre composites seems to reinforce the fact that hemp fibre composites have comparable, if not slightly superior, fatigue sensitivity to glass fibre composites. Another measure for comparing fatigue behaviour of materials is the degradation in stiffness during

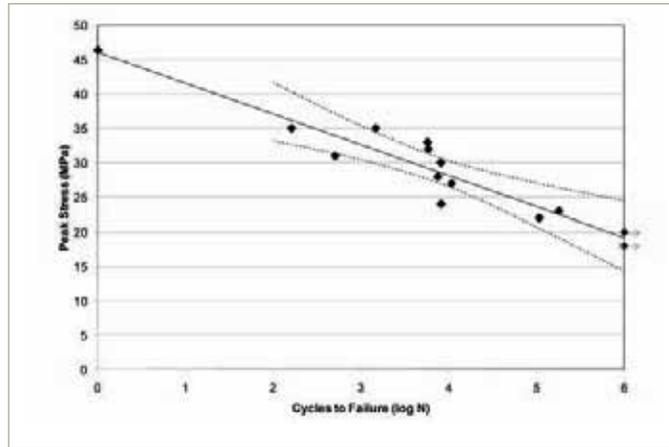


Fig. 5 - Curva S-N dei compositi a base di fibra di canapa nella prova a fatica tensione-tensione Cicli a rottura  
S-N curve for hemp fibre composites in tension-tension fatigue

S-N riferita ai compositi a base di fibra di canapa è presentata in fig. 5. Le linee tratteggiate della figura rappresentano un intervallo di fiducia del 95% della linea di regressione lineare. La variabilità delle proprietà delle fibre di canapa potrebbe prevedibilmente determinare un accumulo casuale del danneggiamento nei compositi e, di conseguenza, sarebbe possibile osservare alcuni punti esterni al limite di confidenza al 95%.

È stato riportato inoltre per i compositi a base di vetroresina che la diffusione normale dei dati di resistenza statica è spesso accentuata dal danneggiamento casuale durante il carico a fatica<sup>(2)</sup>. La linea di regressione nell'adeguamento migliore di fig. 5 mostra una riduzione graduale della tenacità a fatica con un aumento del numero dei cicli a fatica.

La linea di regressione prevede un limite di resistenza pari a circa 20 MPa a 10<sup>6</sup> cicli, il che si correla bene con i dati sperimentali correnti, come mostrato dalle frecce. Ne deriva che un livello di sollecitazione pari a ben 20 MPa (circa il 40% di UTS) può essere considerato un valore attendibile per il limite di resistenza di questi compositi. Per quanto riguarda i compositi poliesteri con fibra rinforzata sisal, Towo e Ansell<sup>(3)</sup> hanno riportato una soglia di resistenza pari a circa il

35% della resistenza statica nel carico a fatica tensione-tensione. Le curve S-N presentate in fig. 6 mostrano chiaramente una resistenza a fatica molto più alta nei compositi a base di vetro CSM rispetto ai compositi a base di fibra di canapa. Tuttavia, la curva S-N riferita al vetro CSM è molto più ripida di quella dei compositi a base di fibra di canapa. Nonostante questo, per confrontare la sensibilità a fatica dei materiali, è molto più indicato utilizzare le curve S-N normalizzate. La curva normalizzata S-N può essere rappresentata come segue:

$$\sigma_a / \sigma_{uts} = 1 - b \log N$$

dove  $\sigma_a$  è il valore massimo applicato di sollecitazione a fatica,  $\sigma_{uts}$  è il carico di rottura alla trazione e la costante  $b$ , che

rappresenta la pendenza della curva normalizzata S-N è definita come coefficiente di sensibilità alla fatica.

Le curve normalizzate S-N del composito a base di fibra di canapa e del composito a base di vetro CSM sono presentate in fig. 7. Esse dimostrano che in entrambi i casi, i compositi perdono circa il 10% della loro resistenza statica per decade di cicli. Questi grafici presentano inoltre una sensibilità alla fatica inferiore nel composito a base di fibra di canapa rispetto al vetro, riportando un valore del coefficiente di sensibilità alla fatica pari a 0,097 contro lo 0,127 del composito a base di vetro CSM.

Questi valori sono simili a quelli di altri studi riportati in letteratura. Un grado di riduzione simile della resistenza statica è stato riportato da Mandell<sup>(4)</sup> per i compositi rinforzati con E-glass unidirezionale, nella direzione della fibra.

Inoltre, Mandell<sup>(5)</sup> ha raccolto i dati S-N relativi alla fatica tensione-tensione per diversi compositi a base di E-glass (sia SMC che CSM), disponibili in letteratura (un totale di 64 serie di dati S-N) e ha messo in luce che i valori di  $b$ , riferiti a tutti i sistemi, si approssimavano sorprendentemente allo 0.1. Il valore simile di  $b$  per i compositi a base di fibra di canapa sembrano convalidare il fatto che i compositi a base di fibra di canapa presentano

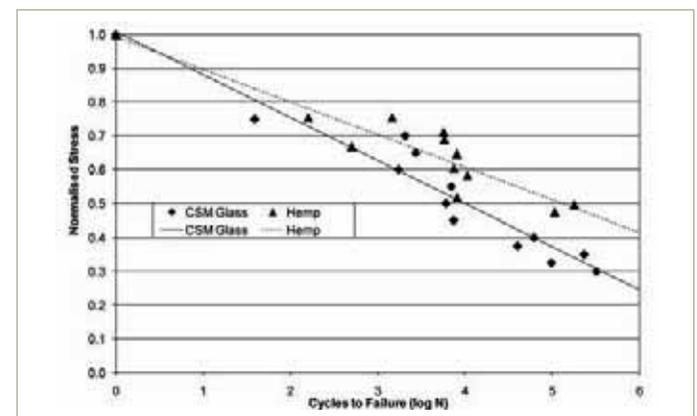


Fig. 7 - Analisi comparata delle curve normalizzate S-N dei compositi a base di fibra di canapa e di vetro  
Comparison of normalised S-N curves of hemp fibre and glass fibre composites

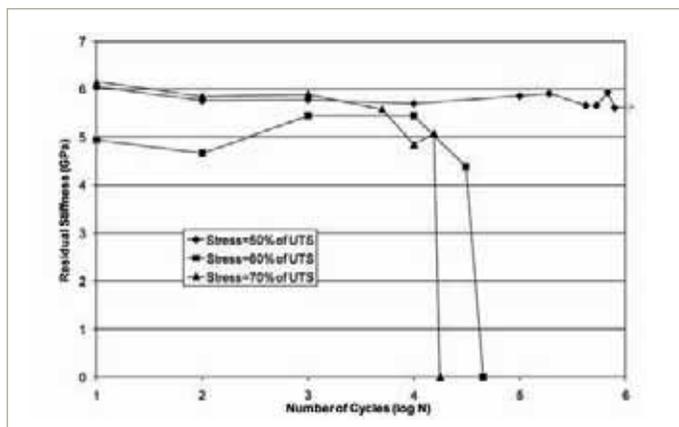


Fig. 8 - Riduzione della rigidità durante il carico a fatica dei compositi a base di fibra di canapa, analizzati con diversi picchi massimi di sollecitazione  
Stiffness degradation during fatigue loading of hemp fibre composites tested at different peak stress levels composites

una sensibilità alla fatica comparabile, se non leggermente superiore a quella dei compositi a base di vetroresina. Un'altra misura per l'analisi comparata della risposta alla prova a fatica dei materiali è la riduzione della rigidità durante il carico a fatica. La degradazione della rigidità dei compositi a base di fibra di canapa durante il carico a fatica con diversi livelli di sollecitazione è presentata in fig. 8.

I compositi a base di fibra di canapa analizzati, sottoposti a picchi di sollecitazione pari al 50% della loro resistenza statica hanno dato prova di una riduzione trascurabile della rigidità per tutta la durata a fatica fino a un limite di  $10^6$  cicli. La fatica di un campione in composito, analizzata con un livello di sollecitazione del 60% del suo UTS sembra determinare un aumento iniziale della rigidità, ma nessuna variazione superficiale visibile del campione. Tuttavia, nei 31.000 cicli compiuti, si è osservata una crepa lungo il margine del campione, correlabile alla riduzione della rigidità di almeno il 20% in questo punto. Infine, il campione si rompe nello stesso punto in cui è localizzata la crepa.

La fatica dei compositi, analizzata al 70% della loro resistenza statica ha dato prova inoltre di una leggera degradazione della rigidità entro un numero limitato di cicli a fati-

ca. Pur approssimandosi alla degradazione, si è osservato circa il 15% di riduzione della rigidità e sulle superfici non sono state osservate crepe. La riduzione della rigidità potrebbe essere dovuta al distacco fibra/matrice. Infine i campioni si rompono, in particolare lungo l'interfaccia fra la resina e la fibra con spessore relativamente alto, in prossimità della superficie, quasi perpendicolare alla direzione del carico. Il deterioramento della rigidità dei compositi poliesteri rinforzati con vetro CSM durante il carico a fatica è presentato in fig. 9. La riduzione della rigidità a tutti i livelli di sollecitazione è ridotta e graduale e il grado di deterioramento sembra accentuarsi proporzionalmente all'aumento della sollecitazione. Non si trat-

ta dello stesso caso di riduzione della rigidità in tre fasi, riportato per i compositi a base di fibra di vetro continua e non è uguale neanche ai compositi a base di fibra di canapa, i quali presentano una minore degradazione a livelli simili di sollecitazione normalizzati.

Il campione composito a base di vetro CSM, esaminato al 30% di UTS, presentava una riduzione della rigidità pari a circa il 20% su  $10^6$  cicli a fatica, senza deteriorarsi. Sebbene non ci fossero prove di formazione di crepe sulla superficie, il campione mostrava un imbianchimento consistente rispetto ai campioni non analizzati. Questo fenomeno era in linea con la teoria in base alla quale il primo meccanismo di danneggiamento nel carico a fatica dei compositi a base di vetro CSM è il distacco<sup>(5)</sup>.

La sollecitazione a questo stadio non era sufficiente a dare avvio alla screpolatura della matrice. La fatica dei campioni analizzata a livelli di sollecitazione pari al 40 e al 50% di UTS, ha evidenziato anche una riduzione del 20% del modulo, prima della comparsa della frattura. La fatica dei campioni analizzati a livelli di sollecitazione del 60% di UTS ha messo in luce invece un decremento iniziale del modulo. Le superfici dei campioni sono state monitorate e si è osservata la comparsa di crepe sulla superficie del campione

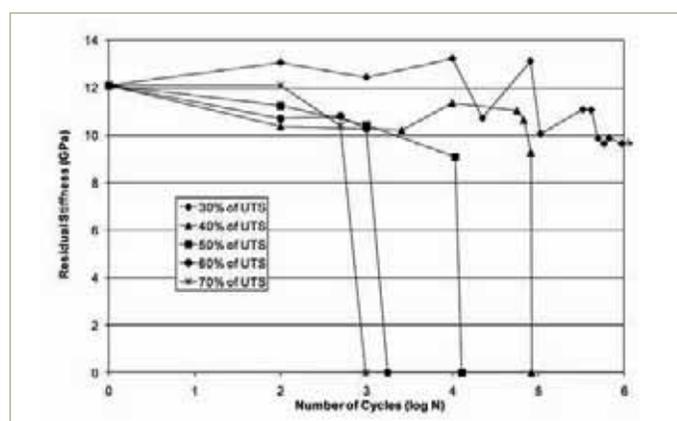
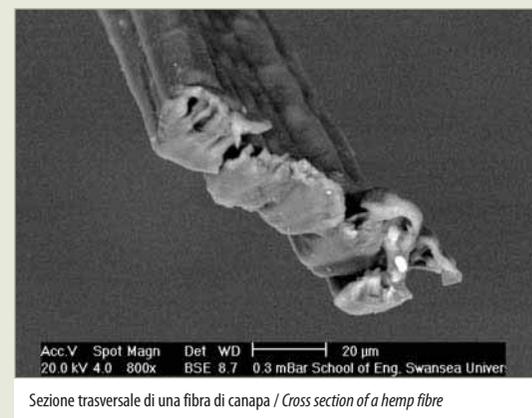


Fig. 9 - Riduzione della rigidità durante il carico a fatica dei compositi di fibre di vetro CSM, analizzati con diversi picchi massimi di sollecitazione  
Stiffness degradation during fatigue loading of CSM glass fibre composites at different stress levels

fatica loading. The stiffness degradation of hemp fibre composites during fatigue loading at different stress levels is shown in Figure 8. Hemp fibre composites fatigue tested at a peak stress level 50% of their static strength showed negligible reduction in stiffness throughout the fatigue life up to the fatigue limit of 106 cycles. This demonstrated the capability of hemp fibre composites to resist crack initiation and growth during fatigue loading. No cracks were observed to be forming on the surfaces after 106 cycles. A composite sample fatigue tested at a stress level of 60% of its UTS appeared to show some small initial increase in stiffness but no observed changes in the surface of the sample. However, by 31,000 cycles, a crack was seen to be forming along the edge of the sample which correlated with a decline in stiffness by almost 20% at this point. The sample eventually broke at this same crack site. Composites fatigue tested at 70% of their static strength also showed little degradation in stiffness at low numbers of fatigue cycles. However close to failure, about 15% stiffness degradation was observed. No cracks were seen to be forming on the surfaces. The reduction in stiffness could be due to fibre/matrix debonding. Samples finally broke, typically along the interface between the resin and a relatively thick fibre located close to the surface and almost normal to load direction. Stiffness degradation of CSM glass fibre reinforced polyester composites in fatigue loading is shown in Figure 9.

The stiffness reduction at all stress levels is small and gradual, the rate of degradation seeming to increase with



increase in stress level. This is unlike the three stage stiffness degradation that has been reported for some continuous glass fibre composites. It is also dissimilar to hemp fibre composites which showed less degradation at similar normalised stress levels.

The CSM glass fibre composite sample tested at 30% of UTS suffered a stiffness degradation of about 20% over 106 fatigue cycles, but did not fail. Although there was no evidence of crack formation on its surfaces, the sample exhibited considerable whitening compared to untested samples. This was consistent with the suggestion that the first damage mechanism in fatigue loading of CSM glass fibre composites is debonding<sup>(5)</sup>. The stress at this stage was not enough to initiate matrix cracking.

Samples fatigue tested at stress levels of 40% and 50% of UTS also showed about 20% reduction in modulus, before fracturing. Samples fatigue tested at stress levels of 60% of UTS showed an initial decline in modulus.

The sample surfaces were monitored and it was observed that cracks had formed on the surface of the sample after only 1000 cycles. Thus the higher stress level induced matrix cracking at an early stage of fatigue cycling.



This was also accompanied by fibre/matrix debonding, evident as whitening of the sample. The sample eventually broke at the crack site after 1768 cycles.

At the same normalised stress level, hemp fibre composites resisted crack formation on the surface until after 10,000 cycles and they were able to endure 45,500 fatigue cycles. This could be correlated with the lower fatigue sensitivity of hemp fibre composites compared with glass fibre composites. Samples fatigue tested at a stress level of 70% of UTS also showed a sudden decline in stiffness between 100 and 500 fatigue cycles, at which point a crack was seen to be forming on the surface. Further application of fatigue stressing resulted in rapid propagation of the crack and debonding resulting in whitening of the sample. The sample broke after only 982 cycles.

At similar normalised stress levels, a until after 10,000 cycles and they were able to endure 45,500 fatigue cycles. This could be correlated with the lower fatigue sensitivity of hemp fibre composites compared with glass fibre composites.

Samples fatigue tested at a stress level of 70% of UTS also showed a sudden decline in stiffness between 100 and 500 fatigue cycles, at which point a crack was seen to be forming on the surface.

Further application of fatigue stressing resulted in rapid propagation of the crack and debonding resulting in whitening of the sample.

The sample broke after only 982 cycles.

At similar normalised stress levels, a hemp fibre sample was able to endure 17886 cycles before failing without any other cracks being observed on the surface of the sample. These studies have shown that at similar levels of normalised stress, hemp fibre composites are more successful at resisting propagation of fatigue cracks, thus exhibiting lower degradation in stiffness, compared with glass fibre composites. This may be correlated with improved fatigue sensitivity of hemp fibre composites.

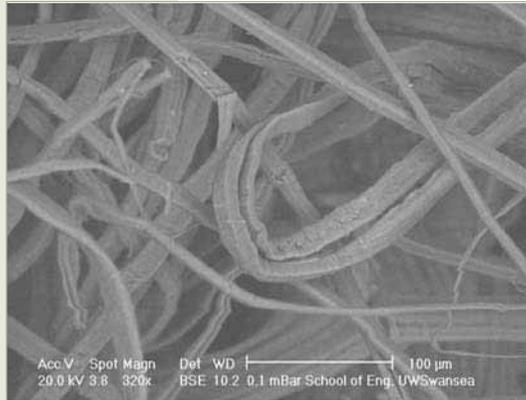
## CONCLUSIONS

The tensile properties and impact damage tolerance of hemp fibre composites are low compared with CSM glass fibre composites.

Following an impact at 4J energy, hemp fibre composites lost almost 70% of their intrinsic strength and stiffness compared with 30% for the CSM glass fibre samples. However hybridisation of hemp with glass fibres, even at a low glass fibre proportion, increased the impact damage tolerance considerably and hence this can be considered as a viable method for increasing the impact damage tolerance of hemp fibre composites.

Despite having poorer absolute fatigue strength, hemp fibre composites exhibited better fatigue sensitivity than CSM glass fibre composites in tension-tension fatigue. This was accompanied by less stiffness degradation in hemp fibre composites than in glass fibre composites at the same normalised fatigue stress levels.

Also, inspection of samples during fatigue loading showed the better ability of hemp fibre composites at resisting crack formation and growth than glass fibre composites.



Fascio di fibre di canapa / A bundle of hemp fibres

dopo soltanto 1000 cicli. Quindi, un livello superiore di sollecitazione ha provocato la crepatura della matrice nella fase iniziale del ciclo a fatica, accompagnata dal distacco della fibra/matrice, l'imbianchimento del campione.

Il campione stesso, infine si rompe nel punto della crepa dopo 1768 cicli. Allo stesso livello di sollecitazione normalizzata, i compositi a base di fibra di canapa, hanno resistito alla formazione di fratture sulla superficie dopo ben 10.000 cicli, con un'ulteriore resistenza a 45.500 cicli a fatica. Questa caratteristica può essere correlata alla sensibilità alla fatica inferiore dei compositi a base di fibra di canapa rispetto ai compositi a base di fibra di vetro. La fatica dei campioni analizzati ad un livello di sollecitazione pari al 70% di UTS ha rivelato anche un'improvvisa diminuzione della rigidità fra i 100 e i 500 cicli a fatica, punto in cui compare la frattura sulla superficie. Un'ulteriore applicazione della sollecitazione a fatica ha dato luogo alla propagazione rapida della frattura e al distacco, con il conseguente imbianchimento del campione. Il campione si è quindi rotto dopo soltanto 982 cicli. A livelli simili di sollecitazione normalizzata, un campione a base di fibre di canapa è riuscito a resistere a 17886 cicli prima di deteriorarsi senza presentare altre screpolature sulla superficie del campione.

Questi studi hanno dimostrato che a livelli simili di sollecitazione normalizzata, i compositi a base di fibra di canapa riescono maggiormente a resistere alla propagazione delle screpolature da fatica, mostrando quindi una minore riduzione della rigidità, nel confronto con i compositi a base di vetroresina.

Quanto detto potrebbe essere correlato alla maggiore sensibilità alla fatica dei compositi a base di fibra di canapa.

## CONCLUSIONI

Le proprietà di carico a rottura e la tolleranza al danneggiamento da impatto dei compositi a base di fibra di canapa risultano essere inferiori rispetto ai compositi a base di vetro CSM.

A seguito di un'energia d'impatto pari a 4J, i compositi a base di fibra di canapa perdono quasi il 70% della loro tenacità e rigidità intrinseche contro il 30% riferito ai campioni a base di vetroresina CSM.

Tuttavia, l'ibridazione della canapa con il vetro, anche con quantità limitate di vetro, incrementano in modo significativo la tolleranza al danneggiamento da urto tale per cui essa può essere considerata una tecnica valida per aumentare la tolleranza al danneggiamento da urto dei compositi a base di fibre di canapa. Nonostante la scarsa resistenza a fatica assoluta, i compositi a base di fibra di canapa presentano una maggiore sensibilità alla fatica dei compositi a base di vetro CSM nel test della fatica tensione-tensione. Tutto questo è accompagnato da una minore riduzione della rigidità nei compositi a base di fibra di canapa rispetto ai compositi a base di vetro, agli stessi livelli di sollecitazione a fatica normalizzati. Inoltre, la verifica dei campioni durante il carico a fatica ha dimostrato le notevoli potenzialità dei compositi di fibra di canapa nell'area della resistenza alla formazione e sviluppo delle crepe nell'analisi comparata con i compositi a base di vetro.

## C U R R I C U L U M V I T A E

**Dr. Asim Shahzad** 1992 - 1995 laurea in ingegneria meccanica presso la Newcastle University, Newcastle upon Tyne, UK. 2005-2009 dottorato di ricerca: "Le proprietà meccaniche dei compositi a base di fibre naturali" (Università di Wales, Swansea, GB. Lavori di ricerca: Le proprietà di resistenza a fatica dei compositi in fibra di canapa", 17<sup>ma</sup> International Conference on Composite Material, luglio 2009, Edimburgo, GB "Proprietà meccaniche dei compositi a base di fibre di canapa", 3<sup>o</sup> Symposium on Engineering Science, marzo 2010, Università del Punjab, Lahore, "Compositi a base di fibra di canapa", Composite UK Conference, Maggio 2010, Birmingham, GB; "Analisi comparata della tolleranza al danneggiamento da urto dei compositi a base di fibra di canapa e di fibra di vetro", "Analisi comparata delle proprietà di resistenza alla fatica dei compositi a base di fibra di canapa e a base di film di vetro", "Effetti dell'alcalizzazione sulle proprietà dei compositi a base di fibra di canapa", "Proprietà ecologiche dei compositi a base di fibre di canapa". 1995 - 2005 Organizzazione R&D come Senior Engineer - Supervisione processi produttivi e di assemblaggio: rivestimenti di ottone, saldature, test ad alta pressione  
- Pianificazione e gestione produzione  
- Pianificazione lavori di manutenzione  
- Materie prime e componenti  
- Test e convalida  
- Inventario e gestione materiali  
- Report periodici sullo stato

**Dr. Asim Shahzad** 1992-1995 B.Eng. (Hons.), Mechanical Engineering Newcastle University, Newcastle upon Tyne, UK. 2005-2009 PhD: "Mechanical Properties of Natural Fibre Composites" University of Wales, Swansea, UK. Research Papers: "Fatigue Properties of Hemp Fibre Composites", 17<sup>th</sup> International Conference on Composite Materials, July 2009, Edinburgh, UK; "Mechanical Properties of Hemp Fibre Composites", 3<sup>rd</sup> Symposium on Engineering Sciences, March, 2010, University of the Punjab, Lahore; "Hemp Fibre Composites", CompositesUK Conference, May 2010, Birmingham, UK; "Comparison of Impact Damage Tolerance of Hemp and Glass Fibre Composites"; "Comparison of Fatigue Properties of Hemp and Glass Fibre Composites"; "Effects of Alkalisiation on Hemp Fibre Composite Properties"; "Environmental Properties of Hemp Fibre Composites". 1995-2005 Worked with an R&D Organisation as Senior Engineer  
- Supervision of machine shop of highly skilled workers involved in manufacturing and assembling processes such as brazing, welding, high pressure testing  
- Production planning & management  
- Planning and execution of routine maintenance works of various machines  
- Estimation of raw material and blank sizes of metallic and non-metallic components and their procurement  
- Testing and validation  
- Inventory and materials management  
- Writing periodic reports about the production progress



# Proprietà meccaniche dei compositi a base di fibra di canapa



A. Shahzad, D.H. Isaac and S.M. Alston

## RIASSUNTO

I rivestimenti in materiale composito a base di poliestere rinforzato sono stati realizzati utilizzando una stuoia in fibra di canapa non tessuta e con orientamento casuale, distesa manualmente in una matrice poliestere insatura convenzionale e soggetta ad una pressione di stampaggio relativamente alta, da cui sono state ricavate frazioni di peso della fibra pari a circa il 55%.

I campioni posti in linea parallela sono stati tagliati dai rivestimenti e catalogati per eseguire i test standard di carico a rottura, resistenza all'urto e a fatica.

L'incorporazione delle fibre di canapa nella resina poliestere ha determinato un miglioramento trascurabile della resistenza alla trazione della resina poliestere pura, ma ha raddoppiato il modulo di trazione fino a 7.2 GPa. L'aggiunta di una quantità limitata di fibre di vetro nella canapa, da cui si è ricavato il composito ibrido, ha migliorato di quasi il

50% la resistenza alla trazione e del 10% il modulo di trazione. I compositi in fibra di canapa presentano una scarsa tolleranza al danneggiamento nell'urto a bassa velocità, perdendo quasi il 70% della loro tenacità intrinseca e della rigidità a seguito di un impatto di 4J di energia. Tuttavia, i compositi ibridi a base di vetroresina-canapa evidenziano un netto miglioramento della tolleranza al danneggiamento da urto.

Nonostante la minore resistenza a fatica assoluta, i compositi a base di fibra di canapa presentano una maggiore sensibilità a fatica rispetto ai compositi a base di fibra di vetro CSM nel test della resistenza a fatica tensione-tensione.

Tutto questo è accompagnato da una minore riduzione della rigidità e da una maggiore resistenza alla formazione e allo sviluppo delle screpolature, osservate durante la prova a fatica dei compositi a base di fibra di canapa rispetto ai compositi a base di fibra di vetro, con livelli simili di sollecitazione normalizzata.

## INTRODUZIONE

L'utilizzo delle fibre naturali come sostituti della fibra di vetro nei compositi ha acquisito sempre più importanza in questi ultimi anni, in linea con la sensibilità alle problematiche ambientaliste che hanno spronato la ricerca di alternative sostenibili<sup>(1)</sup>. In generale si è riscontrato che i compositi a

base di fibre naturali presentano dei limiti per quanto concerne le proprietà meccaniche, in particolare la resistenza all'urto.

In questo articolo sono presentati i risultati degli studi intrapresi per valutare le diverse proprietà meccaniche dei compositi a base di canapa e fibre di vetro e l'adeguatezza delle fibre di canapa come sostituti delle fibre di vetro.

## LAVORO SPERIMENTALE

Sono state impiegate fibre di canapa, nella forma di stuoie non tessute forate, orientate casualmente in due dimensioni e le stuoie in fibra di vetro CSM (Chopped Strend Mat). La matrice era una resina po-

liestere insatura preaccelerata e a bassa viscosità, dotata di proprietà di indurimento rapido. Per fabbricare i laminati, è stata adottata la tecnica della stratificazione manuale, seguita dallo stampaggio per compressione. Le stuoie di fibra di canapa, con dimensione nominale pari a

250 mm x 200 mm sono state tagliate dal rotolo condizionato a 23°C e in condizioni di umidità relativa al 50%. Per ogni laminato sono stati usati due strati di stuoia di fibra di canapa.

Le stuoie di fibra sono state impregnate di resina in uno stampo d'acciaio utilizzando la tec-

## Mechanical properties of hemp fibre composites

A. Shahzad, D.H. Isaac and S.M. Alston

### SUMMARY

Hemp fibre reinforced polyester composite plaques were made using non-woven randomly oriented hemp fibre mat hand laid up in a conventional unsaturated polyester matrix and subjected to relatively high moulding pressure, giving fibre weight fractions of about 55%. Parallel-sided samples were cut from the plaques and end-tabbed for standard tensile, impact and fatigue testing. Incorporation of hemp fibres into the polyester resin resulted in negligible improvement in tensile strength of the neat polyester resin but almost doubled the tensile modulus to 7.2 GPa. The addition of a small proportion of glass fibres to the hemp, producing a hybrid composite, resulted in almost 50% improvement in tensile strength and 10% improvement in tensile modulus. The hemp fibre composites exhibited poor damage tolerance in low velocity impact, losing almost 70% of their intrinsic strength and stiffness following an impact of 4J energy. However, the hemp-glass hybrid composites showed considerable improvement in impact damage tolerance. Despite having poorer absolute fatigue strength, the hemp fibre composites exhibited better fatigue sensitivity than CSM glass fibre composites in tension-tension fatigue. This was accompanied by lower stiffness degradation and greater resistance to crack formation and growth observed during fatigue of hemp fibre composites compared with glass fibre composites at similar normalised stress levels.

### INTRODUCTION

The use of natural fibres as a replacement for traditional glass fibres in composites has gained increasing importance in recent years as environmental concerns have led to a quest for sustainable alternatives<sup>(1)</sup>. Natural fibre composites have generally been found to have limitations in their mechanical properties, particularly with regard to impact resistance. This paper presents the results of studies undertaken to evaluate various mechanical properties of hemp and glass fibre composites to assess the suitability of hemp fibres to replace glass fibres.



Una coltivazione di canapa  
An Hemp field



## EXPERIMENTAL WORK

Hemp fibres, in the form of needle-punched non-woven mat, randomly oriented in two dimensions, and glass fibres in chopped strand mat (CSM) form were used. The matrix was a pre-accelerated and low viscosity unsaturated polyester resin with rapid hardening characteristics. The combination of a hand lay-up method, followed by compression moulding, was used in the fabrication of laminates. Hemp fibre mats of nominal size 250 mm x 200 mm were cut from the roll conditioned at 23°C and 50% RH. Two layers of hemp fibre mat were used in each laminate. The fibre mats were impregnated with resin in a steel mould and, using a compression moulder, a pressure of 3MPa was applied to squeeze out excess resin. The laminate was left in the compression moulder to cure at room temperature for 24 hours. It was then removed from the mould and placed in the oven for post-curing at 80°C for 3 hours to optimise the resin properties. Glass fibre composite laminates were made by the same method, but using six glass fibre layers and a lower pressure of 8kPa with weights. This resulted in both hemp and glass fibre composites having fibre weight fractions of about 55%. Hemp/glass fibre hybrid laminates were also made by the same method. Two mats of hemp and glass fibres each were used in the hybrid laminates, producing samples containing about 36% hemp fibre volume fraction (40% by weight) and 11% glass fibre volume fraction (21% by weight). Thus the overall fibre volume fraction was similar to that of the hemp composite laminates. All laminates (typically about 2.5 mm thickness) were cut up into parallel-sided samples of dimensions 125 mm by 20 mm and end-tabbed. Tensile, impact and fatigue testing was carried out using standard test methods.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Tensile Properties

The static tensile properties of hemp, glass and hybrid composites are shown in Table 1. Figures in parentheses are standard deviations. At similar fibre weight fractions of about 55%, the glass fibre composites have significantly superior tensile properties to the hemp fibre composites. Hybridisation of hemp with glass fibres even at the low volume fraction of 11% improved their tensile properties considerably. The tensile strength is increased by over 50%, and tensile modulus is increased by about 10%. Hence in both cases, a greater increase in tensile strength was observed than tensile modulus.

### Impact Damage Tolerance

The low velocity impact of hemp and glass fibre composites was carried out using a purpose-built drop-weight rig. All the samples were impacted from a height of about 100 mm so that the impact velocity of all the samples was constant at about 1.4 m/s, well within the range of low velocity impact. Keeping the height constant, the weight of the impactor was varied to adjust the impact energy level. The effect of low velocity impact on the tensile strength of hemp fibre composites is shown in Figure 1. The error bars represent one standard deviation. The figure shows a gradual decline in tensile strength of hemp fibre composites following increasing impact energy levels. The effect is negligible up to an impact of energy 1 J. However there is a steady decline in strength following impact energies above 1 J, so that the composites have lost almost 70% of their intrinsic tensile strength after an impact of energy

per 20 mm e catalogati. I test della resistenza alla trazione, all'urto e la prova a fatica sono stati eseguiti adottando metodi di test standard.

per 20 mm e catalogati. I test della resistenza alla trazione, all'urto e la prova a fatica sono stati eseguiti adottando metodi di test standard.

per 20 mm e catalogati. I test della resistenza alla trazione, all'urto e la prova a fatica sono stati eseguiti adottando metodi di test standard.

per 20 mm e catalogati. I test della resistenza alla trazione, all'urto e la prova a fatica sono stati eseguiti adottando metodi di test standard.

per 20 mm e catalogati. I test della resistenza alla trazione, all'urto e la prova a fatica sono stati eseguiti adottando metodi di test standard.

per 20 mm e catalogati. I test della resistenza alla trazione, all'urto e la prova a fatica sono stati eseguiti adottando metodi di test standard.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

### Proprietà di resistenza alla trazione

Le proprietà di resistenza alla trazione statiche dei compositi a base di canapa, vetro e ibridi sono presentate in tab 1. I dati numerici fra parentesi rappresentano le deviazioni

gliorare in modo consistente le loro proprietà di resistenza a trazione. Infatti, questa è migliorata più del 50% e il modulo di trazione di circa il 10%. Quindi, in entrambi i casi, si è osservato un incremento significativo del carico a rottura rispetto al modulo di trazione.

### Tolleranza

al danneggiamento da urto Il test dell'urto a bassa velocità dei compositi a base di canapa e vetro è stato eseguito utilizzando un supporto per caduta pesi appositamente rea-

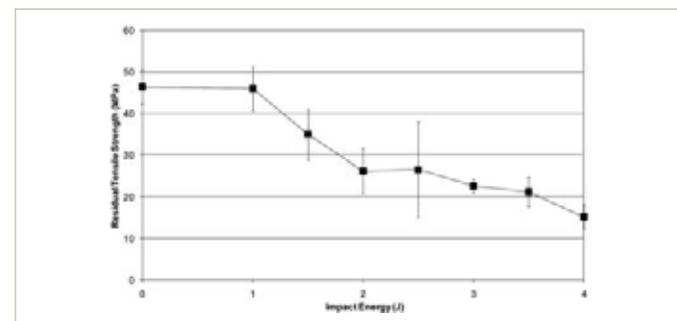


Fig. 1 - Effetto esercitato dall'energia d'impatto sulla resistenza a trazione residua dei compositi a base di fibra di canapa / Effect of impact energy on residual tensile strength of hemp fibre composites

standard. Con frazioni di peso della fibra simili, pari a circa il 55%, i compositi a base di vetro si caratterizzano per le proprietà di resistenza alla trazione superiori rispetto ai compositi a base di fibra di canapa. L'ibridazione della canapa con la vetroresina anche con basse frazioni di volume, pari all'11%, ha dimostrato di mi-

lizzato. Tutti i campioni sono stati sottoposti all'impatto da un'altezza di circa 100 mm in modo che la velocità dell'impatto di tutti i campioni fosse costante a circa 1,4 m/s, entro il range dell'urto a bassa velocità. Tenendo costante l'altezza, il peso del maglio è stato variato per regolare l'energia d'impatto impartita. L'effetto

Configurazione della fibra Fibre Configuration	Hempt wt. fraction (%) Frazione peso vetro (%) Glass wt.	Fraction (%)	Carico a rottura Tensile Strength (MPa)	Modulo di trazione (GPa) Tensile Modulus (GPa)	Deformazione a rottura (%) Strain to Failure (%)
Canapa / Hemp	55		46.4 (4.6)	7.2 (0.9)	1.03 (0.19)
Vetro / Glass		55	200.9 (6.3)	11.3 (0.6)	2.39 (0.30)
Ibrido: skin canapa, anima di vetro Hybrid: Hemp skin, glass core	40	21	70.1 (10.2)	8.3 (0.4)	1.31 (0.25)
Ibrido: skin di vetro, anima di canapa Hybrid: glass skin, hemp core	40	21	81.6 (3.7)	7.7 (0.3)	1.73 (0.08)

Tab. 1 - Proprietà di resistenza alla trazione dei compositi ibridi, a base di fibra di canapa e di vetro CSM  
Tensile properties of hemp, CSM glass fibre and hybrid composites

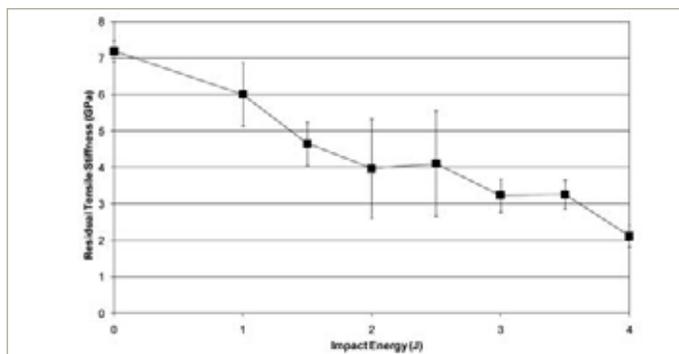


Fig. 2 - Effetto esercitato dall'energia d'impatto sulla rigidità residua di trazione dei compositi a base di fibre di canapa / Effect of impact energy on residual tensile stiffness of hemp fibre composites

prodotto dall'urto a bassa velocità sulla resistenza a trazione dei compositi a base di fibra di canapa è presentato in fig. 1. Le barre d'errore rappresentano la deviazione standard. La figura presenta il graduale declino della resistenza alla trazione dei compositi a base di fibre di canapa come conseguenza dei livelli crescenti dell'energia d'urto.

L'effetto è trascurabile fino a raggiungere un livello di energia d'impatto pari a 1J. Tuttavia, si osserva un decremento costante della resistenza quando i livelli di energia d'impatto superano 1J, tale per cui i compositi perdono quasi il 70% della loro resistenza alla trazione intrinseca con un'energia d'urto di 4J. L'effetto dell'urto a bassa velocità sulla rigidità di trazione dei compositi a base di fibre di canapa è presentato in fig. 2.

Si utilizza il termine "rigidità", piuttosto che "modulo" perché l'estensimetro fornisce la misura del modulo medio per tutta l'area interessata dall'urto. Anche in questo caso, la rigidità da trazione diminuisce gradualmente e proporzionalmente all'incremento del livello d'energia dell'impatto. Con un'energia pari a 4J, i compositi a base di fibra di canapa perdono quasi il 70% della loro rigidità intrinseca.

Questi risultati mettono in luce la scarsa resistenza all'impatto dei compositi a base di fibra di canapa. Tuttavia, le proprietà di resistenza all'urto a bassa velocità dei compositi a base di fi-

bra di canapa possono essere migliorate incorporando in esse fibre di vetro più forti e più tenaci. La maggiore resistenza alla trazione e alla deformazione a rottura, piuttosto alta possono prevedibilmente incrementare la tolleranza al danneggiamento da urto nei compositi ibridi.

Sebbene l'inclusione del vetro comprometta la biodegrada-

sollecitazioni da trazione, flessione e compressione superiori, era possibile prevedere che le superiori proprietà meccaniche della fibra di vetro influissero sulla resistenza all'urto relativa dei compositi ibridi, in base alla stratificazione. Per compiere un'analisi comparata delle proprietà di trazione residua post-impatto dei compositi ibridi e a base di fibre di canapa, la tenacità residua e rigidità sono state normalizzate rispetto ai loro valori non intaccati; i risultati sono presentati nelle figg. 3 e 4.

Dalle figg. 3 e 4 si evince che la presenza della fibra di vetro con volume all'11% produce un considerevole incremento della resistenza all'urto.

Ad esempio, un'energia da urto pari a 4 J ha determinato una perdita pari a circa il 70% della tenacità e resistenza nei compositi a base di fibre di canapa rispetto al 30% soltanto

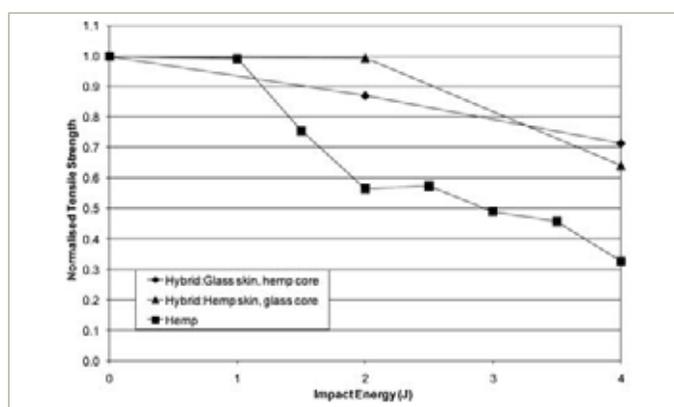


Fig. 3 - Analisi comparata fra il carico a rottura residuo normalizzato dei compositi ibridi a base di fibra di canapa e canapa/fibre di vetro con superiore energia d'impatto / Comparison of normalised residual tensile strength of hemp fibre and hemp/glass fibre hybrid composites with increasing impact energy

bilità dei compositi, ciò è compensato dalle migliori proprietà ottenute a seguito dell'ibridazione.

Per eseguire il test dell'urto a bassa velocità, sono state utilizzate due diverse stratificazioni ibride: in una delle due erano presenti fibre di vetro come anima e fibre di canapa come pelli, mentre nell'altra erano presenti fibre di canapa come anima e di vetro come pelli. Dal momento che le pelli dei compositi sottoposti al test dell'urto erano soggetti a

delle stratificazioni ibride. I dati indicano inoltre che la disposizione delle stratificazioni dei compositi ibridi aveva esercitato uno scarso effetto sulla resistenza all'urto.

### PROPRIETÀ DI RESISTENZA A FATICA

Le prove a fatica sono state eseguite secondo la modalità tensione-tensione ad una frequenza di 1 Hz e secondo un rapporto R pari a 0,1. La curva

4J. The effect of low velocity impact on tensile stiffness of the hemp fibre composites is shown in Figure 2. The term stiffness rather than modulus is used since the extensometer gave a measure of the average modulus across the impact area. Again the tensile stiffness decreases gradually with increase in impact energy level. Following an impact of energy 4J, hemp fibre composites have lost almost 70% of their intrinsic stiffness.

These results highlight the poor impact resistance of hemp fibre composites. However the low velocity impact properties of hemp fibre composites can be improved by incorporating stronger and tougher glass fibres in them. The superior tensile strength and relatively high strain to failure of glass fibres is expected to increase the impact damage tolerance for the hybrid composites. Although the inclusion of glass fibres compromises the biodegradability of the composites, this is compensated for by the improved properties obtained by hybridisation.

Two different hybrid layouts were used for low velocity impact testing: one had glass fibres as core and hemp fibres as skin and the other had hemp fibres as core and glass fibres as skin. Since the skins of the impacted composites are subjected to higher bending tensile and compressive stresses, the superior mechanical properties of glass fibres might be expected to affect the relative impact resistance of hybrid composites, depending on the layout.

In order to compare the post-impact residual tensile properties of the hybrid composites with hemp composites, their residual strengths and stiffnesses were normalised against their undamaged values and the results are shown in Figures 3 and 4.

From these Figures 3 and 4, it is clear that the presence of just 11 vol% glass fibres results in considerable improvement in impact resistance. For example, an impact of energy 4J resulted in about 70% loss of strength and stiffness for hemp composites, compared with only about 30% for the hybrid layouts. The figures also show that the layout arrangement of the hybrid composites had little effect on the impact resistance.

### FATIGUE PROPERTIES

Fatigue testing was carried out in tension-tension mode at a frequency of 1 Hz and R ratio of 0.1. The S-N curve for the hemp fibre composites is shown in Figure 5.

The dashed lines in the figure represent the 95% confidence interval of the linear regression line. The variability of properties of hemp fibres is expected to result in ran-

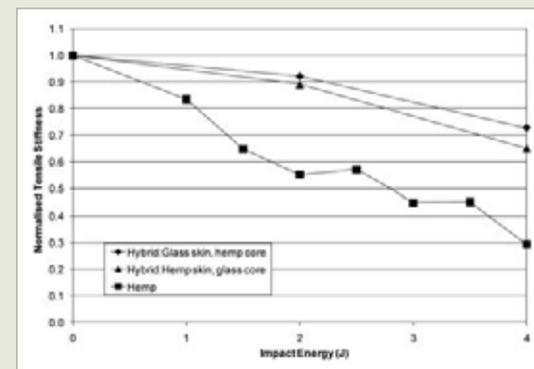


Fig. 4 - Analisi comparata della rigidità di resistenza a trazione residua normalizzata dei compositi ibridi a base di fibra di canapa e canapa/fibre di vetro con superiore energia d'impatto / Comparison of normalised residual tensile stiffness of hemp fibre and hemp/glass fibre hybrid composites with increasing impact energy



dom accumulation of damage in the composites and, therefore, it is not unexpected to see some data points lying outside the 95% confidence limit. It has also been reported for glass fibre composites that the normal scatter in static strength data is often increased by random damage during fatigue loading<sup>(2)</sup>. The best-fit regression line in Figure 5 shows a gradual reduction in fatigue strength with increase in the number of fatigue cycles. The regression line predicts an endurance limit of about 20 MPa at 10<sup>6</sup> cycles, which correlates well with the experimental run-out data as shown by arrowheads. Hence a stress level of up to 20 MPa (approximately 40% of UTS) can be taken as a safe value for the endurance limit for these composites. For sisal fibre reinforced polyester composites, Towo and Ansell<sup>(3)</sup> reported the endurance limit to be about 35% of static strength in tension-tension fatigue loading. The S-N curves in Figure 6 clearly show significantly higher fatigue strength for the CSM glass fibre composite than for the hemp fibre composite. However the CSM glass fibre S-N curve is also steeper than that for the hemp fibre composite. However, in order to compare the fatigue sensitivity of materials, it is more suitable to use normalised S-N curves. The normalised S-N curve can be represented by:

$$\sigma_a / \sigma_{UTS} = 1 - b \log N^{(1)}$$

where  $\sigma_a$  is the peak applied fatigue stress,  $\sigma_{UTS}$  is the ultimate tensile strength, and the constant  $b$ , which represents the slope of the normalised S-N curve is defined as the fatigue sensitivity coefficient. Normalised S-N curves of the hemp fibre composite and the CSM glass fibre composite are shown in Figure 7. The curves show that in both cases the composites lost approximately 10% of their static strength per decade of cycles. These graphs also show slightly lower fatigue sensitivity of the hemp fibre

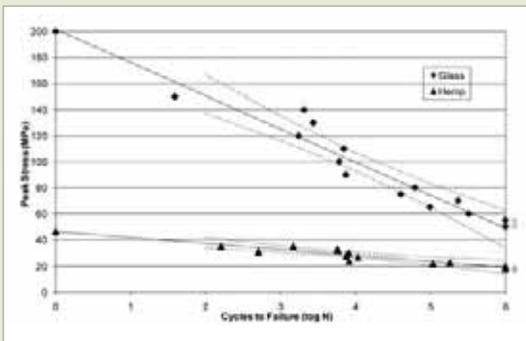


Fig. 6 - Analisi comparata delle curve S-N nei compositi a base di vetro e di canapa  
Comparison of S-N curves of glass and hemp fibre composites

composite compared with the glass fibre material, with a value for the fatigue sensitivity coefficient for hemp of 0.097 compared with 0.127 for the CSM glass fibre composite. These values are similar to a number of other studies reported in the literature. A similar rate of reduction in static strength was reported by Mandell<sup>(4)</sup> for unidirectional E-glass fibre reinforced composites in the fibre direction. Also, Mandell<sup>(5)</sup> collected S-N data for tension-tension fatigue for various chopped E-glass strand composites (both SMC and CSM) available in the literature (a total of 64 S-N data sets) and found that the values of  $b$  for all the systems were remarkably close to 0.1. The similar value of  $b$  for hemp fibre composites seems to reinforce the fact that hemp fibre composites have comparable, if not slightly superior, fatigue sensitivity to glass fibre composites. Another measure for comparing fatigue behaviour of materials is the degradation in stiffness during

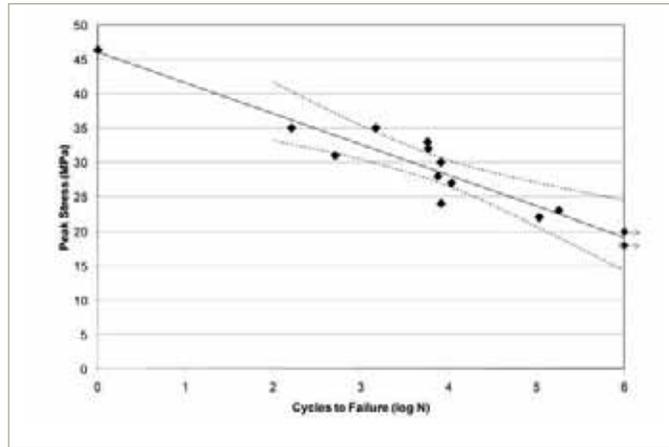


Fig. 5 - Curva S-N dei compositi a base di fibra di canapa nella prova a fatica tensione-tensione Cicli a rottura  
S-N curve for hemp fibre composites in tension-tension fatigue

S-N riferita ai compositi a base di fibra di canapa è presentata in fig. 5. Le linee tratteggiate della figura rappresentano un intervallo di fiducia del 95% della linea di regressione lineare. La variabilità delle proprietà delle fibre di canapa potrebbe prevedibilmente determinare un accumulo casuale del danneggiamento nei compositi e, di conseguenza, sarebbe possibile osservare alcuni punti esterni al limite di confidenza al 95%.

È stato riportato inoltre per i compositi a base di vetroresina che la diffusione normale dei dati di resistenza statica è spesso accentuata dal danneggiamento casuale durante il carico a fatica<sup>(2)</sup>. La linea di regressione nell'adeguamento migliore di fig. 5 mostra una riduzione graduale della tenacità a fatica con un aumento del numero dei cicli a fatica.

La linea di regressione prevede un limite di resistenza pari a circa 20 MPa a 10<sup>6</sup> cicli, il che si correla bene con i dati sperimentali correnti, come mostrato dalle frecce. Ne deriva che un livello di sollecitazione pari a ben 20 MPa (circa il 40% di UTS) può essere considerato un valore attendibile per il limite di resistenza di questi compositi. Per quanto riguarda i compositi poliesteri con fibra rinforzata sisal, Towo e Ansell<sup>(3)</sup> hanno riportato una soglia di resistenza pari a circa il

35% della resistenza statica nel carico a fatica tensione-tensione. Le curve S-N presentate in fig. 6 mostrano chiaramente una resistenza a fatica molto più alta nei compositi a base di vetro CSM rispetto ai compositi a base di fibra di canapa. Tuttavia, la curva S-N riferita al vetro CSM è molto più ripida di quella dei compositi a base di fibra di canapa. Nonostante questo, per confrontare la sensibilità a fatica dei materiali, è molto più indicato utilizzare le curve S-N normalizzate. La curva normalizzata S-N può essere rappresentata come segue:

$$\sigma_a / \sigma_{UTS} = 1 - b \log N$$

dove  $\sigma_a$  è il valore massimo applicato di sollecitazione a fatica,  $\sigma_{UTS}$  è il carico di rottura alla trazione e la costante  $b$ , che

rappresenta la pendenza della curva normalizzata S-N è definita come coefficiente di sensibilità alla fatica.

Le curve normalizzate S-N del composito a base di fibra di canapa e del composito a base di vetro CSM sono presentate in fig. 7. Esse dimostrano che in entrambi i casi, i compositi perdono circa il 10% della loro resistenza statica per decade di cicli. Questi grafici presentano inoltre una sensibilità alla fatica inferiore nel composito a base di fibra di canapa rispetto al vetro, riportando un valore del coefficiente di sensibilità alla fatica pari a 0,097 contro lo 0,127 del composito a base di vetro CSM.

Questi valori sono simili a quelli di altri studi riportati in letteratura. Un grado di riduzione simile della resistenza statica è stato riportato da Mandell<sup>(4)</sup> per i compositi rinforzati con E-glass unidirezionale, nella direzione della fibra.

Inoltre, Mandell<sup>(5)</sup> ha raccolto i dati S-N relativi alla fatica tensione-tensione per diversi compositi a base di E-glass (sia SMC che CSM), disponibili in letteratura (un totale di 64 serie di dati S-N) e ha messo in luce che i valori di  $b$ , riferiti a tutti i sistemi, si approssimavano sorprendentemente allo 0.1. Il valore simile di  $b$  per i compositi a base di fibra di canapa sembrano convalidare il fatto che i compositi a base di fibra di canapa presentano

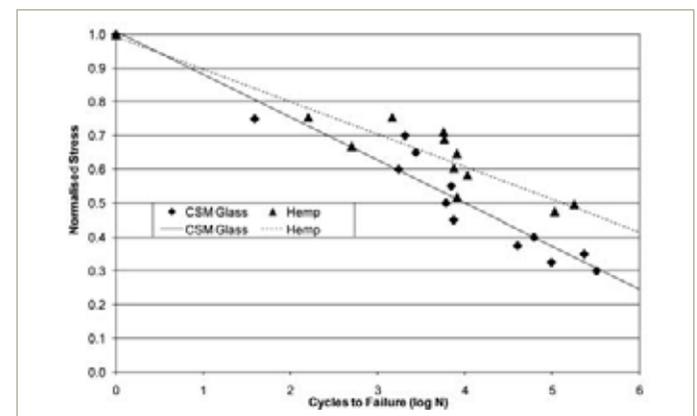


Fig. 7 - Analisi comparata delle curve normalizzate S-N dei compositi a base di fibra di canapa e di vetro  
Comparison of normalised S-N curves of hemp fibre and glass fibre composites

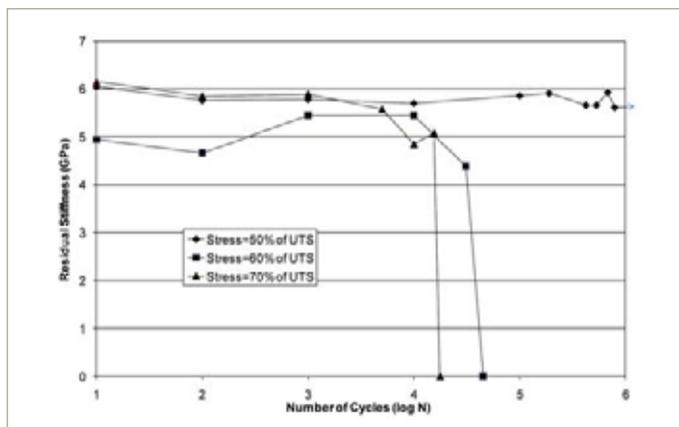


Fig. 8 - Riduzione della rigidità durante il carico a fatica dei compositi a base di fibra di canapa, analizzati con diversi picchi massimi di sollecitazione  
Stiffness degradation during fatigue loading of hemp fibre composites tested at different peak stress levels

una sensibilità alla fatica comparabile, se non leggermente superiore a quella dei compositi a base di vetroresina. Un'altra misura per l'analisi comparata della risposta alla prova a fatica dei materiali è la riduzione della rigidità durante il carico a fatica. La degradazione della rigidità dei compositi a base di fibra di canapa durante il carico a fatica con diversi livelli di sollecitazione è presentata in fig. 8.

I compositi a base di fibra di canapa analizzati, sottoposti a picchi di sollecitazione pari al 50% della loro resistenza statica hanno dato prova di una riduzione trascurabile della rigidità per tutta la durata a fatica fino a un limite di  $10^6$  cicli. La fatica di un campione in composito, analizzata con un livello di sollecitazione del 60% del suo UTS sembra determinare un aumento iniziale della rigidità, ma nessuna variazione superficiale visibile del campione. Tuttavia, nei 31.000 cicli compiuti, si è osservata una crepa lungo il margine del campione, correlabile alla riduzione della rigidità di almeno il 20% in questo punto. Infine, il campione si rompe nello stesso punto in cui è localizzata la crepa.

La fatica dei compositi, analizzata al 70% della loro resistenza statica ha dato prova inoltre di una leggera degradazione della rigidità entro un numero limitato di cicli a fati-

ca. Pur approssimandosi alla degradazione, si è osservato circa il 15% di riduzione della rigidità e sulle superfici non sono state osservate crepe. La riduzione della rigidità potrebbe essere dovuta al distacco fibra/matrice. Infine i campioni si rompono, in particolare lungo l'interfaccia fra la resina e la fibra con spessore relativamente alto, in prossimità della superficie, quasi perpendicolare alla direzione del carico. Il deterioramento della rigidità dei compositi poliesteri rinforzati con vetro CSM durante il carico a fatica è presentato in fig. 9. La riduzione della rigidità a tutti i livelli di sollecitazione è ridotta e graduale e il grado di deterioramento sembra accentuarsi proporzionalmente all'aumento della sollecitazione. Non si trat-

ta dello stesso caso di riduzione della rigidità in tre fasi, riportato per i compositi a base di fibra di vetro continua e non è uguale neanche ai compositi a base di fibra di canapa, i quali presentano una minore degradazione a livelli simili di sollecitazione normalizzati.

Il campione composito a base di vetro CSM, esaminato al 30% di UTS, presentava una riduzione della rigidità pari a circa il 20% su  $10^6$  cicli a fatica, senza deteriorarsi. Sebbene non ci fossero prove di formazione di crepe sulla superficie, il campione mostrava un imbianchimento consistente rispetto ai campioni non analizzati. Questo fenomeno era in linea con la teoria in base alla quale il primo meccanismo di danneggiamento nel carico a fatica dei compositi a base di vetro CSM è il distacco <sup>(5)</sup>.

La sollecitazione a questo stadio non era sufficiente a dare avvio alla screpolatura della matrice. La fatica dei campioni analizzata a livelli di sollecitazione pari al 40 e al 50% di UTS, ha evidenziato anche una riduzione del 20% del modulo, prima della comparsa della frattura. La fatica dei campioni analizzati a livelli di sollecitazione del 60% di UTS ha messo in luce invece un decremento iniziale del modulo. Le superfici dei campioni sono state monitorate e si è osservata la comparsa di crepe sulla superficie del campione

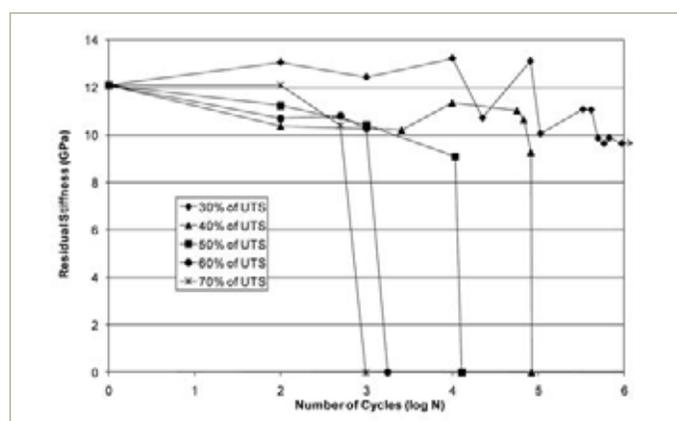
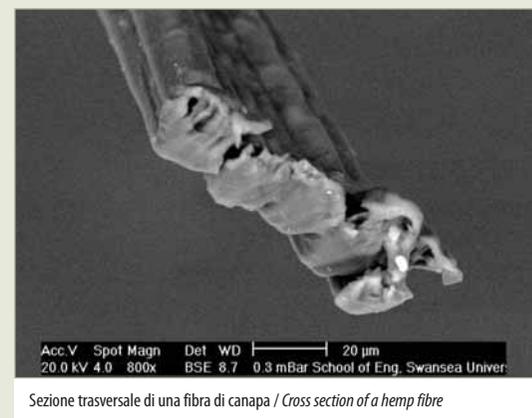


Fig. 9 - Riduzione della rigidità durante il carico a fatica dei compositi di fibre di vetro CSM, analizzati con diversi picchi massimi di sollecitazione  
Stiffness degradation during fatigue loading of CSM glass fibre composites at different stress levels

fatica loading. The stiffness degradation of hemp fibre composites during fatigue loading at different stress levels is shown in Figure 8. Hemp fibre composites fatigue tested at a peak stress level 50% of their static strength showed negligible reduction in stiffness throughout the fatigue life up to the fatigue limit of 106 cycles. This demonstrated the capability of hemp fibre composites to resist crack initiation and growth during fatigue loading. No cracks were observed to be forming on the surfaces after 106 cycles. A composite sample fatigue tested at a stress level of 60% of its UTS appeared to show some small initial increase in stiffness but no observed changes in the surface of the sample. However, by 31,000 cycles, a crack was seen to be forming along the edge of the sample which correlated with a decline in stiffness by almost 20% at this point. The sample eventually broke at this same crack site. Composites fatigue tested at 70% of their static strength also showed little degradation in stiffness at low numbers of fatigue cycles. However close to failure, about 15% stiffness degradation was observed. No cracks were seen to be forming on the surfaces. The reduction in stiffness could be due to fibre/matrix debonding. Samples finally broke, typically along the interface between the resin and a relatively thick fibre located close to the surface and almost normal to load direction. Stiffness degradation of CSM glass fibre reinforced polyester composites in fatigue loading is shown in Figure 9.

The stiffness reduction at all stress levels is small and gradual, the rate of degradation seeming to increase with



Sezione trasversale di una fibra di canapa / Cross section of a hemp fibre

increase in stress level. This is unlike the three stage stiffness degradation that has been reported for some continuous glass fibre composites. It is also dissimilar to hemp fibre composites which showed less degradation at similar normalised stress levels.

The CSM glass fibre composite sample tested at 30% of UTS suffered a stiffness degradation of about 20% over 106 fatigue cycles, but did not fail. Although there was no evidence of crack formation on its surfaces, the sample exhibited considerable whitening compared to untested samples. This was consistent with the suggestion that the first damage mechanism in fatigue loading of CSM glass fibre composites is debonding <sup>(5)</sup>. The stress at this stage was not enough to initiate matrix cracking.

Samples fatigue tested at stress levels of 40% and 50% of UTS also showed about 20% reduction in modulus, before fracturing. Samples fatigue tested at stress levels of 60% of UTS showed an initial decline in modulus.

The sample surfaces were monitored and it was observed that cracks had formed on the surface of the sample after only 1000 cycles. Thus the higher stress level induced matrix cracking at an early stage of fatigue cycling.



This was also accompanied by fibre/matrix debonding, evident as whitening of the sample. The sample eventually broke at the crack site after 1768 cycles.

At the same normalised stress level, hemp fibre composites resisted crack formation on the surface until after 10,000 cycles and they were able to endure 45,500 fatigue cycles. This could be correlated with the lower fatigue sensitivity of hemp fibre composites compared with glass fibre composites. Samples fatigue tested at a stress level of 70% of UTS also showed a sudden decline in stiffness between 100 and 500 fatigue cycles, at which point a crack was seen to be forming on the surface. Further application of fatigue stressing resulted in rapid propagation of the crack and debonding resulting in whitening of the sample. The sample broke after only 982 cycles.

At similar normalised stress levels, a until after 10,000 cycles and they were able to endure 45,500 fatigue cycles. This could be correlated with the lower fatigue sensitivity of hemp fibre composites compared with glass fibre composites.

Samples fatigue tested at a stress level of 70% of UTS also showed a sudden decline in stiffness between 100 and 500 fatigue cycles, at which point a crack was seen to be forming on the surface.

Further application of fatigue stressing resulted in rapid propagation of the crack and debonding resulting in whitening of the sample.

The sample broke after only 982 cycles.

At similar normalised stress levels, a hemp fibre sample was able to endure 17886 cycles before failing without any other cracks being observed on the surface of the sample. These studies have shown that at similar levels of normalised stress, hemp fibre composites are more successful at resisting propagation of fatigue cracks, thus exhibiting lower degradation in stiffness, compared with glass fibre composites. This may be correlated with improved fatigue sensitivity of hemp fibre composites.

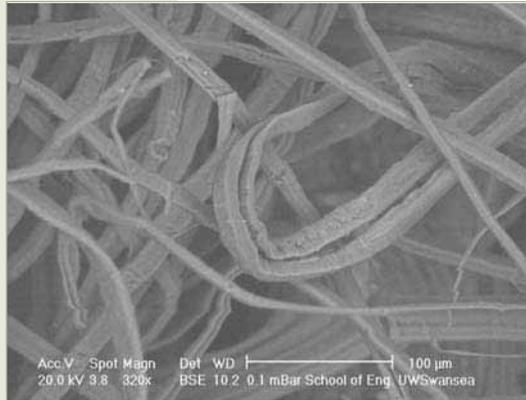
## CONCLUSIONS

The tensile properties and impact damage tolerance of hemp fibre composites are low compared with CSM glass fibre composites.

Following an impact at 4J energy, hemp fibre composites lost almost 70% of their intrinsic strength and stiffness compared with 30% for the CSM glass fibre samples. However hybridisation of hemp with glass fibres, even at a low glass fibre proportion, increased the impact damage tolerance considerably and hence this can be considered as a viable method for increasing the impact damage tolerance of hemp fibre composites.

Despite having poorer absolute fatigue strength, hemp fibre composites exhibited better fatigue sensitivity than CSM glass fibre composites in tension-tension fatigue. This was accompanied by less stiffness degradation in hemp fibre composites than in glass fibre composites at the same normalised fatigue stress levels.

Also, inspection of samples during fatigue loading showed the better ability of hemp fibre composites at resisting crack formation and growth than glass fibre composites.



Fascio di fibre di canapa / A bundle of hemp fibres

dopo soltanto 1000 cicli. Quindi, un livello superiore di sollecitazione ha provocato la crepatura della matrice nella fase iniziale del ciclo a fatica, accompagnata dal distacco della fibra/matrice, l'imbianchimento del campione.

Il campione stesso, infine si rompe nel punto della crepa dopo 1768 cicli. Allo stesso livello di sollecitazione normalizzata, i compositi a base di fibra di canapa, hanno resistito alla formazione di fratture sulla superficie dopo ben 10.000 cicli, con un'ulteriore resistenza a 45.500 cicli a fatica. Questa caratteristica può essere correlata alla sensibilità alla fatica inferiore dei compositi a base di fibra di canapa rispetto ai compositi a base di fibra di vetro. La fatica dei campioni analizzati ad un livello di sollecitazione pari al 70% di UTS ha rivelato anche un'improvvisa diminuzione della rigidità fra i 100 e i 500 cicli a fatica, punto in cui compare la frattura sulla superficie. Un'ulteriore applicazione della sollecitazione a fatica ha dato luogo alla propagazione rapida della frattura e al distacco, con il conseguente imbianchimento del campione. Il campione si è quindi rotto dopo soltanto 982 cicli. A livelli simili di sollecitazione normalizzata, un campione a base di fibre di canapa è riuscito a resistere a 17886 cicli prima di deteriorarsi senza presentare altre screpolature sulla superficie del campione.

Questi studi hanno dimostrato che a livelli simili di sollecitazione normalizzata, i compositi a base di fibra di canapa riescono maggiormente a resistere alla propagazione delle screpolature da fatica, mostrando quindi una minore riduzione della rigidità, nel confronto con i compositi a base di vetroresina.

Quanto detto potrebbe essere correlato alla maggiore sensibilità alla fatica dei compositi a base di fibra di canapa.

## CONCLUSIONI

Le proprietà di carico a rottura e la tolleranza al danneggiamento da impatto dei compositi a base di fibra di canapa risultano essere inferiori rispetto ai compositi a base di vetro CSM.

A seguito di un'energia d'impatto pari a 4J, i compositi a base di fibra di canapa perdono quasi il 70% della loro tenacità e rigidità intrinseche contro il 30% riferito ai campioni a base di vetroresina CSM.

Tuttavia, l'ibridazione della canapa con il vetro, anche con quantità limitate di vetro, incrementano in modo significativo la tolleranza al danneggiamento da urto tale per cui essa può essere considerata una tecnica valida per aumentare la tolleranza al danneggiamento da urto dei compositi a base di fibre di canapa. Nonostante la scarsa resistenza a fatica assoluta, i compositi a base di fibra di canapa presentano una maggiore sensibilità alla fatica dei compositi a base di vetro CSM nel test della fatica tensione-tensione. Tutto questo è accompagnato da una minore riduzione della rigidità nei compositi a base di fibra di canapa rispetto ai compositi a base di vetro, agli stessi livelli di sollecitazione a fatica normalizzati. Inoltre, la verifica dei campioni durante il carico a fatica ha dimostrato le notevoli potenzialità dei compositi di fibra di canapa nell'area della resistenza alla formazione e sviluppo delle crepe nell'analisi comparata con i compositi a base di vetro.

## C U R R I C U L U M V I T A E

**Dr. Asim Shahzad** 1992 - 1995 laurea in ingegneria meccanica presso la Newcastle University, Newcastle upon Tyne, UK. 2005-2009 dottorato di ricerca: "Le proprietà meccaniche dei compositi a base di fibre naturali" (Università di Wales, Swansea, GB. Lavori di ricerca: Le proprietà di resistenza a fatica dei compositi in fibra di canapa", 17<sup>ma</sup> International Conference on Composite Material, luglio 2009, Edimburgo, GB "Proprietà meccaniche dei compositi a base di fibre di canapa", 3<sup>o</sup> Symposium on Engineering Science, marzo 2010, Università del Punjab, Lahore, "Compositi a base di fibra di canapa", Composite UK Conference, Maggio 2010, Birmingham, GB; "Analisi comparata della tolleranza al danneggiamento da urto dei compositi a base di fibra di canapa e di fibra di vetro", "Analisi comparata delle proprietà di resistenza alla fatica dei compositi a base di fibra di canapa e a base di film di vetro", "Effetti dell'alcalizzazione sulle proprietà dei compositi a base di fibra di canapa", "Proprietà ecologiche dei compositi a base di fibre di canapa". 1995 - 2005 Organizzazione R&D come Senior Engineer - Supervisione processi produttivi e di assemblaggio: rivestimenti di ottone, saldature, test ad alta pressione

- Pianificazione e gestione produzione
- Pianificazione lavori di manutenzione
- Materie prime e componenti
- Test e convalida
- Inventario e gestione materiali
- Report periodici sullo stato

**Dr. Asim Shahzad** 1992-1995 B.Eng. (Hons.), Mechanical Engineering Newcastle University, Newcastle upon Tyne, UK. 2005-2009 PhD: "Mechanical Properties of Natural Fibre Composites" University of Wales, Swansea, UK. Research Papers: "Fatigue Properties of Hemp Fibre Composites", 17<sup>th</sup> International Conference on Composite Materials, July 2009, Edinburgh, UK; "Mechanical Properties of Hemp Fibre Composites", 3<sup>rd</sup> Symposium on Engineering Sciences, March, 2010, University of the Punjab, Lahore; "Hemp Fibre Composites", CompositesUK Conference, May 2010, Birmingham, UK; "Comparison of Impact Damage Tolerance of Hemp and Glass Fibre Composites"; "Comparison of Fatigue Properties of Hemp and Glass Fibre Composites"; "Effects of Alkalisiation on Hemp Fibre Composite Properties"; "Environmental Properties of Hemp Fibre Composites". 1995-2005 Worked with an R&D Organisation as Senior Engineer

- Supervision of machine shop of highly skilled workers involved in manufacturing and assembling processes such as brazing, welding, high pressure testing
- Production planning & management
- Planning and execution of routine maintenance works of various machines
- Estimation of raw material and blank sizes of metallic and non-metallic components and their procurement
- Testing and validation
- Inventory and materials management
- Writing periodic reports about the production progress



# Proprietà meccaniche dei compositi a base di fibra di canapa



A. Shahzad, D.H. Isaac and S.M. Alston  
School of Engineering, Swansea University GB

## RIASSUNTO

I rivestimenti in materiale composito a base di poliestere rinforzato sono stati realizzati utilizzando una stuoia in fibra di canapa non tessuta e con orientamento casuale, distesa manualmente in una matrice poliestere insatura convenzionale e soggetta ad una pressione di stampaggio relativamente alta, da cui sono state ricavate frazioni di peso della fibra pari a circa il 55%.

I campioni posti in linea parallela sono stati tagliati dai rivestimenti e catalogati per eseguire i test standard di carico a rottura, resistenza all'urto e a fatica.

L'incorporazione delle fibre di canapa nella resina poliestere ha determinato un miglioramento trascurabile della resistenza alla trazione della resina poliestere pura, ma ha raddoppiato il modulo di trazione fino a 7.2 GPa. L'aggiunta di una quantità limitata di fibre di vetro nella canapa, da cui si è ricavato il composito ibrido, ha migliorato di quasi il

50% la resistenza alla trazione e del 10% il modulo di trazione. I compositi in fibra di canapa presentano una scarsa tolleranza al danneggiamento nell'urto a bassa velocità, perdendo quasi il 70% della loro tenacità intrinseca e della rigidità a seguito di un impatto di 4J di energia. Tuttavia, i compositi ibridi a base di vetroresina-canapa evidenziano un netto miglioramento della tolleranza al danneggiamento da urto.

Nonostante la minore resistenza a fatica assoluta, i compositi a base di fibra di canapa presentano una maggiore sensibilità a fatica rispetto ai compositi a base di fibra di vetro CSM nel test della resistenza a fatica tensione-tensione.

Tutto questo è accompagnato da una minore riduzione della rigidità e da una maggiore resistenza alla formazione e allo sviluppo delle screpolature, osservate durante la prova a fatica dei compositi a base di fibra di canapa rispetto ai compositi a base di fibra di vetro, con livelli simili di sollecitazione normalizzata.

## INTRODUZIONE

L'utilizzo delle fibre naturali come sostituti della fibra di vetro nei compositi ha acquisito sempre più importanza in questi ultimi anni, in linea con la sensibilità alle problematiche ambientaliste che hanno spronato la ricerca di alternative sostenibili<sup>(1)</sup>.

In generale si è riscontrato che i compositi a

base di fibre naturali presentano dei limiti per quanto concerne le proprietà meccaniche, in particolare la resistenza all'urto.

In questo articolo sono presentati i risultati degli studi intrapresi per valutare le diverse proprietà meccaniche dei compositi a base di canapa e fibre di vetro e l'adeguatezza delle fibre di canapa come sostituti delle fibre di vetro.

## LAVORO SPERIMENTALE

Sono state impiegate fibre di canapa, nella forma di stuoie non tessute forate, orientate casualmente in due dimensioni e le stuoie in fibra di vetro CSM (Chopped Strand Mat). La matrice era una resina po-

liestere insatura preaccelerata e a bassa viscosità, dotata di proprietà di indurimento rapido. Per fabbricare i laminati, è stata adottata la tecnica della stratificazione manuale, seguita dallo stampaggio per compressione.

Le stuoie di fibra di canapa, con dimensione nominale pari a

250 mm x 200 mm sono state tagliate dal rotolo condizionato a 23°C e in condizioni di umidità relativa al 50%. Per ogni laminato sono stati usati due strati di stuoia di fibra di canapa.

Le stuoie di fibra sono state impregnate di resina in uno stampo d'acciaio utilizzando la tec-

## Mechanical properties of hemp fibre composites

A. Shahzad, D.H. Isaac and S.M. Alston  
School of Engineering, Swansea University UK

### SUMMARY

Hemp fibre reinforced polyester composite plaques were made using non-woven randomly oriented hemp fibre mat hand laid up in a conventional unsaturated polyester matrix and subjected to relatively high moulding pressure, giving fibre weight fractions of about 55%. Parallel-sided samples were cut from the plaques and end-tabbed for standard tensile, impact and fatigue testing. Incorporation of hemp fibres into the polyester resin resulted in negligible improvement in tensile strength of the neat polyester resin but almost doubled the tensile modulus to 7.2 GPa. The addition of a small proportion of glass fibres to the hemp, producing a hybrid composite, resulted in almost 50% improvement in tensile strength and 10% improvement in tensile modulus. The hemp fibre composites exhibited poor damage tolerance in low velocity impact, losing almost 70% of their intrinsic strength and stiffness following an impact of 4J energy. However, the hemp-glass hybrid composites showed considerable improvement in impact damage tolerance. Despite having poorer absolute fatigue strength, the hemp fibre composites exhibited better fatigue sensitivity than CSM glass fibre composites in tension-tension fatigue. This was accompanied by lower stiffness degradation and greater resistance to crack formation and growth observed during fatigue of hemp fibre composites compared with glass fibre composites at similar normalised stress levels.

### INTRODUCTION

The use of natural fibres as a replacement for traditional glass fibres in composites has gained increasing importance in recent years as environmental concerns have led to a quest for sustainable alternatives<sup>(1)</sup>.

Natural fibre composites have generally been found to have limitations in their mechanical properties, particularly with regard to impact resistance. This paper presents the results of studies undertaken to evaluate various mechanical properties of hemp and glass fibre composites to assess the suitability of hemp fibres to replace glass fibres.



Una coltivazione di canapa  
An Hemp field



# Portobello 28' soluzioni strutturali innovative



Luca Olivari



Le barche a vela ed i motoscafi in composito vengono costruiti da decenni seguendo gli schemi tradizionali definiti dalle tecniche e dai materiali utilizzati in quasi tutti i cantieri nautici. La classica scomposizione scafo-coperta con flangia di giunzione imbullonata e fascettata è adottata universalmente. Anche i registri di clas-

sificazione la considerano nei loro regolamenti. La forma e l'estetica delle barche sia a vela che a motore è condizionata da questo punto di giunzione strutturale. Anche la cronologia di costruzione (scafo, strutture interne, arredamenti ed infine chiusura con la coperta) dipende da questo sistema. L'introduzione



La flangia di incollaggio della prua e della prima paratia  
Bonding flange of the bow and first bulkhead

nel mercato nautico di adesivi strutturali come il Plexus ha permesso un approccio radicalmente diverso nella progettazione delle strutture in composito. Molti cantieri, ormai, incollano le controstampate strutturali interne e le coperte senza fascettature e bulloni. I vantaggi sono ovvi: migliore qualità delle giunzioni rispetto alle fascettature eseguite manualmente, minore concentra-

zione delle sollecitazioni generate dai bulloni, minori tempi di costruzione. Si può dire che le applicazioni del Plexus si sono sviluppate in



Mezzo scafo con tutte le strutture montate. Il semi stampo sinistro scorre su due binari per incollarsi alla metà destra. Si può vedere la flangia lungo la chiglia e le flangie delle strutture.  
Mid-hull with all structures. The half mould on the left runs along two rails to be bonded to the other half on the right.

un ambito ancora relativamente tradizionale e non ne sono state esplorate a fondo tutte le potenzialità. Nel "lontano" 2001 ho progettato le strutture di un offshore classe 1 per il Victory Team prevedendo di incollare non solo lo scafo e la coperta ma anche tutte le strutture interne compresi i supporti dei motori con questo adesivo strutturale. I risultati sono stati eccellenti (quale banco di prova migliore che le sollecitazioni di un motoscafo lanciato a 250 km/h?) e mi hanno spinto a considerare delle soluzioni strutturali alternative a quelle tradizionali sfruttando il potenziale dei nuovi materiali. Una buona occasione si è presentata nel 2005 con il progetto di un 28' da match race

## Portobello 28' new structural solutions

Sailing yachts and motor boats, have for many years, been built by following a tried and trusted schematic defined by the techniques and materials utilized by the boat building yards. The classic division of deck to hull joint

Many boat yards now bond the deck to hull joint without the use of mechanical fastening or laminating. The advantage are obvious: better quality joining compared to the wet tabbing or over lamination done by hand; less mechanical stress generated from bolts, and a decrease in production time and therefore labour costs.

You could argue that the introduction of structural adhesives like Plexus has developed in a field which is still very traditional and the real potential hasn't yet been completely realised. In the "distant past" of 2001, I designed the structure of an offshore Class 1 powerboat for the 'Victory Team', in which I projected and realised the bonding not only of the deck to hull, but all the internal structures including the engine mounting with Plexus.

The results were excellent (what better test of stress fatigue than a powerboat speeding at 250km/hr)? This success pushed me into considering and developing alternative structural bonding solutions to utilize the potential of these adhesives.

An occasion presented itself in 2005 with a project for a 28' match racing yacht designed by Judel & Vrolijk.

The original yacht was designed and built fundamentally with materials and techniques well tested and consolidated in the design and construction of prototypes or racing yachts. Unidirectional glass fibre, epoxy resin, Pvc and Nomex.

The fibre for every part was impregnated mechanically, manually layed in the mould and under vacuum infused. In other words; a construction realised with

with flanges bolted and laminated has been adopted universally.

This kind of construction is considered by the Classification Registries too. The form and style of both the sailing yacht and motor boats are determined by this structural joint construction.

The timing for assembly and construction (the hull, internal structures, fittings, furniture and finally the closing of the deck) all depend on this system.

With the introduction of structural adhesives onto the marine market place like the ones produced by Plexus, has given us the possibility of a radically different approach in the design of the structure in composite.



Il mezzo scafo destro. Flangie predisposte per l'incollaggio compresa la scassa di alloggiamento della deriva  
Mid-hull on the right.  
Prearranged flanges for bonding including the housing frame of the fin

a very high attention to detail and quality. The original aspect consisted in the fact that all the components were designed to be assembled through structural bonding and that an

effectual analysis could be carried out of the final parts in which the structure has been modelled with "shell" elements and the bonding surface in three dimensional elements.



Costruzione della nuova deriva da stampo femmina. Viene prima realizzata una laminazione di tutta la superficie ala e bulbo. Successivamente vengono posizionati nello stampo la fusione in piombo e l'asse di carbonio realizzato separatamente. Nella fase finale i due semistampi vengono incollati tra di loro senza nessuna fascettatura  
Construction of the new female mould tab. In the beginning the fin and bulb surface is laminated, then the lead die and the carbon axis are positioned in the mould. Finally the half moulds are bounded each other without any clamping

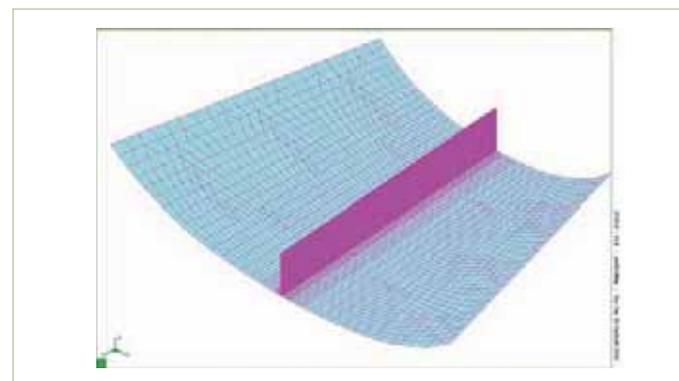


Stampo di tuga e pozzetto in preparazione. Lungo tutto il perimetro è stata predisposta la superficie per la flangia di incollaggio alla coperta  
Cockpit and deckhouse moulds in progress.  
All around the surface has been prepared for flange/deck bonding operations.

disegnato da Judel/Vrolijk. La barca è stata costruita fondamentalmente con materiali e tecniche conosciute e consolidate, utilizzate solitamente per realizzare prototipi e/o barche da regata. Sono state utilizzate fibre di vetro unidirezionali, resina epossidica, Pvc e Nomex. Ogni parte è stata realizzata impregnando meccanicamente le fibre, deponendole manualmente negli stampi ed applicando il vuoto. Quindi una buona costruzione molto curata nella qualità. L'aspetto originale consiste nel fatto che tutti i componenti sono stati progettati per essere assemblati solo tramite incollaggi strutturali. La progettazione è consistita anche in verifiche effettuate con l'analisi ad elementi finiti dove

le strutture sono state modellate con elementi "shell" e le superfici di incollaggio con elementi tridimensionali. I risultati sono stati sempre interessanti perché si è potuto verificare che una giunzione progettata correttamente può addirittura essere un elemento di rinforzo come nel caso della flangia della chiglia. In particolare gli stampi (realizzati a controllo numerico) sono stati scomposti in un modo diverso dal sistema tradizionale. La divisione, invece che orizzontale tra scafo e coperta, è stata realizzata longitudinalmente lungo la linea di chiglia. Consiste quindi in due semistampi che comprendono mezzo scafo e parte della coperta ed uno stampo che comprende solo tuga e

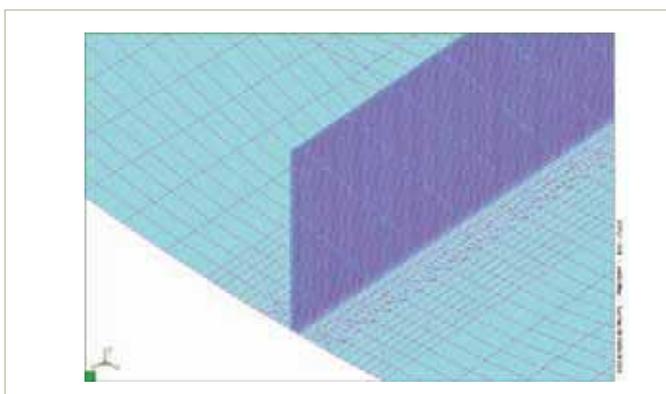
dei semiscafi. Praticamente è stato possibile realizzare due mezze barche completamente finite e verniciate all'interno per poi incollarle lungo la flangia creata sulla linea di mezzeria. Infine dopo aver montato anche l'attrezzatura di coperta è stata incollata solo la parte comprendente pozzetto e tuga. Questa tecnica ha permesso di ridurre notevolmente i tempi di costruzione perché la laminazione dei semiscafi aperti è molto più facile che nello stampo di uno scafo chiuso. Anche l'assemblaggio ed incollaggio delle strutture risulta facilitato dalla maggiore accessibilità all'interno dello scafo. Inoltre la flangia di giunzione è stata progettata per divenire un elemento strutturale di rinforzo



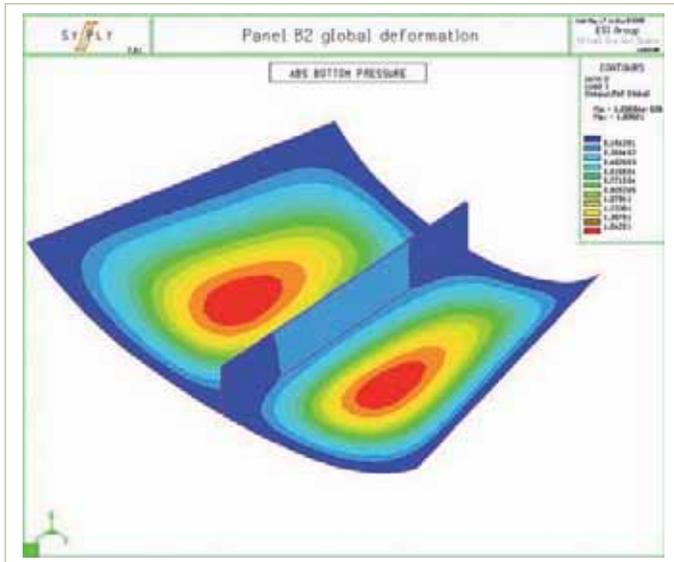
Mesh del pannello del fondo scafo e della flangia / Panel mesh of bottom and flange

pozzetto. Anche le strutture interne sono state realizzate da stampo, in particolare le paratie sono state divise in due parti in modo da poterle incollare prima della giunzione

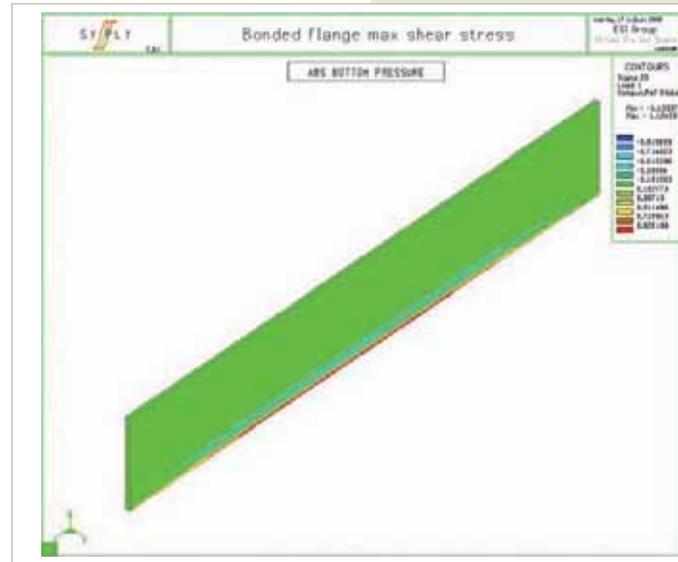
della chiglia e scassa per la deriva. Grazie alla capacità di questi adesivi strutturali di mantenere buone proprietà meccaniche anche con discreti spessori le flange sono state progettate con uno spazio di 5 mm tra di loro per permettere l'iniezione dell'adesivo dopo aver accostato i semiscafi nella loro posizione finale. Con questa tecnica sono state costruite quattro barche gemelle che ormai navigano e regatano da quattro anni senza problemi. L'esperienza è stata trasferita parzialmente anche nella costruzione di uno sloop di 59' progettato da Reichel-Pugh. Infatti lo scafo è stato laminato sottovuoto in due metà



Dettaglio degli elementi tridimensionali dell'adesivo / Detail of the 3D adhesive elements



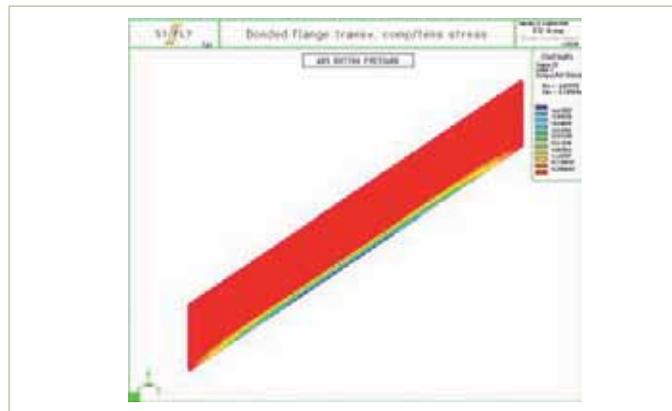
Modello di parte del fondo dello scafo verificato con le pressioni richieste dall'America Bureau of Shipping. Sono rappresentate le deformazioni massime  
Half bottom model as from America Bureau of shipping requirements the ultimate strain are shown



Sollecitazione a taglio dello strato di adesivo della flangia chiglia in corrispondenza dei pannelli sottoposti alla pressione richiesta. I valori massimi sono 1.21 Mpa, quindi con fattori di sicurezza molto maggiori ai laminati del pannello del fondo preso in considerazione / Shear stress of the keel flange adhesive in line with the panel under the required pressure. Max value 1.21 Mpa with much higher safety factors than the bottom panel laminates

che sono state incollate successivamente con il Plexus senza l'aggiunta di alcuna fascettatura. Anche nella costruzione di imbarcazioni a motore di serie la possibilità di uscire dagli schemi tradizionali è interessante.

Per esempio la giunzione con adesivo strutturale potrebbe essere realizzata al livello dello spigolo fondo - fianchi permettendo l'allestimento degli interni e degli impianti in modo molto più semplice e rapido con la barca completamente aperta per poi incollare per ultimi i fianchi.



Risultati delle sollecitazioni a trazione e compressione dell'adesivo della flangia. Valore massimo a compressione 4.8 MPa, valore massimo a trazione 0.19 MPa. Entrambi con fattori di sicurezza maggiori a quelli del pannello del fondo preso in considerazione / Tensile strength and compression data of the flange adhesive. Max compression rate 4.8 Mpa, max tensile rate 0.19 Mpa. Both of them show safety factors which are much higher than the bottom panel

This technique has enabled considerable reduction in construction time because the lamination of the half hull section is much easier than in a closed mould.

Also, the assembly and bonding is rendered much simpler through the ease of access to the inside of the hull.

The flanges and joints have also been designed and projected in such that they become a fundamental structural element and reinforcement of the keel and the keel step.

Thanks to the strength and capacity of Plexus to maintain excellent mechanical proper-

The results were interesting because you could analyse that the joints designed correctly could actually be reinforcing elements like in the case of the flanges ridges on the keel.

In particular the moulds (realised in cnc) have been realised in a completely diverse way to the traditional system.

The division between deck to hull, normally horizontal, has been designed longitudinally along the line of the keel.

Therefore, it consists in two half moulds which comprise half of the hull and part of the deck and another mould which comprises only the deckhouse and cockpit.

The internal structure is also made from a mould, in particular the bulkheads are divide into two parts to allow bonding together before the joining the two halves of the hull.

Effectively, it was possible to realise two halves of a yacht, completely finished and varnished inside, bonding the two halves together on the centre line along the flange, created along the bottom. In the end, after mounting the rigging, the deckhouse and cockpit were bonded to the deck.

ties even with variations in the thickness of the flanges which were designed with 5 mm gap to allow the injection of Plexus, after joining the two half hulls in their final position.

With this technique, four identical race yachts have been designed and built and have competed successfully on the race circuit for the last four years.

The experience has been partially transferred in the construction of a 59' Sloop designed by Reichel-Pugh. In fact the hull has been infused in two halves, which have then been bonded successfully with Plexus without having to do any lamination afterwards.

This technique of construction could be adopted for both sailing yachts and motorboats in commercial production models, this technique appears very attractive.

For instance, the structural bonding could be realised between the junction line of the bottom to the sides in order to allow a quicker and easier fitting for the interiors and equipments. In the case, all the work should be done on a boat completely "open" that would be "closed" by bonding of the sides.

## C U R R I C U L U M V I T A E

**Luca Olivari** Nato a Genova, laureato in architettura al Politecnico di Torino nel 1977. Ha incominciato a lavorare presso il cantiere "Sail Power Engineering" come ingegnere strutturale e responsabile della produzione, successivamente ha progettato e sviluppato nuove tecniche di costruzione con i materiali compositi nel cantiere MCM Sail System e nel cantiere "Sangermani". Dal 1984 al '87 ha lavorato come progettista strutturale e consulente per la società "SP Systems". Nell'87 fonda la Olivari Composite Engineering. Dal 1990 al 1993 è stato consulente per il sindacato "Il Moro Di Venezia", responsabile della progettazione e della costruzione dei timoni e delle chiglie. Ha collaborato insieme a varie società (Ciba Geigy, Dow Chemical, DSM, Airex, DIAB, Chomarat, ITW, 3M) per sviluppare materiali speciali come PVC ad alta resistenza a fatica, resine epossidiche e vinilesteri con lunghi tempi di lavorazione, adesivi metacrilati, tessuti multiassiali ibridi con orientamento delle fibre dedicati, resine e schiume resistenti al fuoco. Ha progettato anche componenti per biciclette da competizione, robots per verniciatura industriale, macchine per tessitura, timonerie e più di 60 timoni in carbonio. Ha inoltre lavorato con Fincantieri Settore Militare nel progetto della sovrastruttura in composito di una nave "stealth" di 90 mt. Attualmente progetta come ufficio tecnico tutta la produzione del Gruppo Azimut-Benetti e dei Cantieri Del Pardo. Molte delle imbarcazioni da lui progettate hanno vinto Campionati Nazionali, Campionati mondiali e medaglie Olimpiche.

**Luca Olivari** Born in Genoa, in 1977 he obtained the degree in Architecture at the Politecnico of Turin. He started working for the "Sail Power Engineering" shipyard as structural engineer and production manager and, afterwards, he designed and developed new construction techniques using composite materials at the MCM Sail System and "Sangermani" shipyards. From 1984 to '87 he worked as a structural designer and consultant for "SP Systems" and in 87 he founded the Olivari Composite Engineering company. From 1990 to 93 he held the position of adviser for the union "Il Moro di Venezia", as a designing and construction manager for rudders and keels. He cooperated with various companies (Ciba Geigy, Dow Chemical, DSM, Airex, DIAB, Chomarat, ITW, 3M) and developed special materials such as high fatigue resistant PVC, long open-time epoxy and vinylester resins, methacrylate adhesives, hybrid multiaxial fabrics with dedicated fibre direction, fire-proof resins and foams. He also designed racing bicycles components, industrial painting robots, weaving machines, steering gears and more than 60 carbon based rudders, and he worked with Fincantieri Settore Militare on the composite superstructure of a 90 mt "stealth" boat. Currently he is a technical designer for the entire production of the Gruppo Azimut-Benetti and Cantieri Del Pardo. Many of the boats that he has designed have won National and World Championships as well as Olympic medals.



## The most advanced 3D technology to optimize the boat construction process

*Realistically displayed projects, intuitive controls, effective and proven procedures, automatically updated geometries at an advanced working stage and quick and precise actualization for shipyards: very briefly these are the benefits guaranteed by the Catia per l'Industria Nautica solution to the Lostuzzi Designer office.*

*Aesthetics and performance are the important and comparable aspects of a project. Lines, shapes and spaces become different from common schemes, due to the strong personality of the projects together with a simple style; furthermore, style and ergonomic research without neglecting the essential features for any sail boat, the most advanced 3D technology to optimize the boat development and the offer to the customers are the main points which the Studio Lostuzzi's activity is focused on.*

*It is a small but dynamic company located in Torviscosa, in the province of Udine, specialized in the designing work of pleasure boats, mainly sail boats, both cruisers and racing ones, with very high performance levels.*

*"Another peculiarity of this activity is that we focus on a niche sector, where the projects are performed on a limited series basis", as from the words expressed by Marco Lostuzzi, the founder of the company. "As we work mainly with national shipyards, we do not have facilities provided with assembly line manufacturing capabilities like the French and German shipyards; furthermore our product is technologically advanced, which has little to do with a series manufacturing concept".*

*Lostuzzi has two main customers classes: on one hand, the private user who ask for a customized boat, according to his own needs, and on the other hand, the shipyard constructing types of boats to be developed throughout the years. "In the first case, one should meet only one person's needs with very precise requirements, while in the second case, it is important to estimate the market demand trend in a short lapse of time", Mr Lostuzzi said.*

*This is a skill which seems to be perfectly tuned, which was appointed last April for the second running year on the occasion of the Italia per la vela Prize, the acknowledgement awarded by the Trofeo Accademia Navale of Livorno, after the prestigious success in 2003 obtained for the Solaris 36 OD project as well as total four prize nominations.*

*Other prizes and awards have been added, including numerous successful achievements for the most prestigious international competitions.*

### 'SPIRAL' DESIGNING

*The yacht designer typically designs 3-4 projects per year, starting from a starting briefing with the client to define the basic characteristics of the boat and to perform the first 2D designing step.*

# La tecnologia 3D più avanzata per ottimizzare lo sviluppo delle barche

Elena Navarretta

Progetti visualizzati con grande realismo, comandi intuitivi, procedure efficienti e collaudate, aggiornamento automatico delle geometrie in fase avanzata e messe in tavola veloci e precise per i cantieri.

Sono questi, in estrema sintesi, i benefici che la soluzione Catia per l'industria nautica ha garantito a Studio Lostuzzi.

Estetica e funzionalità come parti importanti e paritetiche di un progetto. Linee, forme e spazi che si discostano dagli schemi comuni, connotando i progetti con una forte personalità abbinata a uno stile sobrio. Ricerca stilistica ed ergonomica senza trascurare gli aspetti essenziali per qualsiasi imbarcazione a vela.

La tecnologia 3D più avanzata per ottimizzare lo sviluppo delle barche e la presentazione alla clientela.

Si fonda su questi capisaldi l'attività di questa, piccola ma dinamica realtà di Torviscosa, in provincia di Udine, specializzata nella progettazione di imbarcazioni da diporto, prevalentemente a vela, sia da regata sia da crociera, con livelli

di prestazione sempre elevati. "Un'altra peculiarità del nostro studio è la focalizzazione su un settore di nicchia, dove i progetti vengono realizzati in piccole serie," spiega Marco Lostuzzi, fondatore della società. "Lavorando prevalentemente con cantieri nazionali, non abbiamo strutture in grado di produrre in catena di montaggio come i cantieri francesi e tedeschi; inoltre, il nostro è un prodotto tecnologicamente avanzato che poco si sposa con la grande produzione di serie."

Lostuzzi ha due categorie principali di clienti: da un lato il privato che commissiona una barca su misura per le sue esigenze, dall'altro il cantiere che produce una famiglia di imbarcazioni da sviluppare nel corso degli anni. "Nel primo caso bisogna di fatto soddisfare le esigenze di una sola persona che fornisce indicazioni molto precise, nel secondo invece è importante prevedere l'evoluzione della domanda di mercato in un lasso di tempo non breve," osserva Lostuzzi.



I titolari dello Studio Lostuzzi  
The owners of Studio Lostuzzi

Capacità che non sembrano proprio fare difetto a questo studio di progettazione, nominato lo scorso aprile per il secondo anno consecutivo per il Premio Italia per la Vela, riconoscimento promosso dal Trofeo Accademia Navale di Livorno, dopo la prestigiosa vittoria del 2003 con il progetto SOLARIS 36 OD e quattro candidature totali al premio.

A questo si aggiungono altri premi e riconoscimenti e un ricco palmares di vittorie nelle regate più prestigiose a livello internazionale.

### PROGETTAZIONE A SPIRALE

Lo studio realizza tipicamente 3-4 progetti ogni anno, partendo da un briefing iniziale con il cliente per definire le caratteristiche di base dell'imbarcazione e realizzare i primi disegni in 2D. "Quando tutti sono d'accordo su questi stu-





di preliminari, cominciamo a realizzare il mockup in 3D, partendo da superfici semplici," spiega Andrea Grigolini, socio dello studio. "Prima disegniamo la carena, sulla quale modelliamo poi la coperta e la sovrastruttura, quindi inseriamo le divisioni interne per gli ambienti per ottenere un modello 3D completo preliminare. A questo punto c'è una seconda fase di verifica, dopo la quale il modello 3D viene arricchito con le paratie interne vere e

proprie con tutti gli allestimenti e gli arredi dettagliati, seguendo un processo ciclico di arricchimento e controllo fino al dettaglio finale. Noi la chiamiamo "progettazione a spirale", un procedimento nel quale il progetto rimane lo stesso e diventa sempre più completo a ogni giro." Per ottimizzare il processo appena descritto, i progettisti hanno monitorato per qualche tempo il software Catia di Dassault Systèmes, decidendo infine di adottare la

soluzione verticale specifica per il settore navale, Catia per l'industria nautica. "Da tempo eravamo alla ricerca di un CAD parametrico, soprattutto nel momento in cui abbiamo cominciato a collaborare con cantieri importanti," racconta Marco. "Avevamo già una soluzione 3D, ma Catia è davvero un altro pianeta. Abbiamo trovato conferme e riscontri in molti settori, così nel 2008 abbiamo deciso di adottare la soluzione." Le valutazioni iniziali ruotavano intorno all'esigenza di progettare e contemporaneamente visualizzare il prodotto in maniera molto realistica. "Per noi sono fondamentali lo stile e l'impatto estetico dei nostri prodotti, sia all'esterno sia negli interni," spiega il progettista. "È un grande vantaggio poter progettare gli interni di una barca con i colori, i mobili, i tessuti e le finiture così come saranno effettiva-

*When everybody agrees on these preliminary studies, the 3D mockup is carried out, beginning from simple surfaces"; Andrea Grignolini said, Lostuzzi's partner.*  
*"First of all, the hull is designed, consequently the deck and the superstructures are modelled and afterwards, the internal partitions are introduced so as to obtain a complete and preliminary 3D model. At this stage, there is a second inspection phase and the 3D model is enriched with the internal bulkhead with all the fittings and detailed furniture items, following a cyclic addition and inspection process up to the final details. This is called "spiral" designing, a procedure through which the design is always the same but it becomes much more detailed step by step. To optimize the above said process, the Studio Lostuzzi designers monitored for some time the Catia software by Dassault Systèmes, and finally they decided to use the specific vertical solution for the boat sector, that is Catia Per l'Industria Nautica. "For some time we had been searching for a parametric CAD, especially when we started cooperating with important shipyards", Lostuzzi commented. "We had already used a 3D solution, but Catia was much better indeed!" Since this was also recognized by other sectors' operators, in 2008 we came at this solution, at last!" These starting assessments were based on the need to design and display at the same time the product realistically. "We think that the style and the aesthetic properties of our products are essential both for the interior and the exterior parts" Lostuzzi said. In his opinion, being able to design the boat interior using the colours, the furniture, fabrics and finishes as they are ex-*

# EUROCHIMICA SRL

[www.eurochimica.eu](http://www.eurochimica.eu)

- [info@eurochimica.eu](mailto:info@eurochimica.eu)

Sede Legale:  
Via Cassia, 1699  
00123 Roma  
Tel. 06 907.36.07 r.a.  
Fax 06 908.52.38

Deposito Centro-Nord:  
Strada Malpaga, 10 - Zona Industriale  
29010 Calendasco (Pc)  
Tel. 0523 76.30.78 r.a.  
Fax 0523 76.30.38

Deposito Sicilia:  
Via S. Maria di Licodia, 93  
95032 Belpasso (Ct)  
Tel. 095 91.23.00  
Fax 095 91.22.50

## distributori in Italia di:

RESINE POLIESTERI

**CRAY VALLEY**

FIBRE DI VETRO

 **OCV Reinforcements**

CERE

**TR**  
★★★



pected to be in the boat itself is a great advantage. It is possible to offer to the customer a better reading of the project, while with the previous solution, just the wireframe and the hidden lines were all that could be achieved. The easy colour choice, the thickness at lines, the transparency and the materials are highly appreciated to change a model in its initial shape into a very precise display and with a great visual impact.

At the beginning, this aspect was not taken into account, but it is really important to be able to create in the same designing environment, a realistic rendering supporting the first proposal to the customer and finally to show the finished boat.

#### INTUITIVE CONTROLS AND UPDATING AT AN ADVANCED WORKING PHASE

Another benefit highlighted by Lostuzzi during the assessment step was *Catia per l'Industria Nautica's* very simple and intuitive working activity and controls.

Nevertheless, the element which really makes the difference is that the project at an advanced working phase can be updated automatically.

"In the 'spiral working method', in order to activate the project quickly, the starting point is a basic hull which is designed using a specific software making the required calculations of stability and fluid-dynamics", *Andrea Grigolini* said.

"On this hull, 80% corrected although not defined yet, the whole superstructure is constructed. The project goes on following the above said 'spiral' method and, at the same time, the hull is optimized carrying out the computational fluid dynamics studies and the tank testing of the hull. Once the hull final geometry has been obtained, *Catia* allows to replace and update automatically all the joining geometry of the hull and the superstructure. Obviously it is a great advantage indeed, since, as a matter of fact, in the past we had to wait the hull final geometry to develop the other parts of the boat."

Another aspect, which is not at all useless, concerns the operating step of the 3D projects.

The shipyards ask for two dimension tables and *Katia per l'Industria Nautica* is currently the only one specific software for our sector offering a complete package of 3D model tools, surfaces, and 2D tables, *M. Lostuzzi* added. The shipyards are more and more advanced and currently 3D maths are supplied for numerically controlled milling operations, although the dimensioned paper sheet is still a valid tool to the craftsmen.

#### CONCLUSIONS

This ship designers successful outcome in the implementation of *Catia Per l'Industria Nautica* has been favoured by the steady and active support offered by VAR Spaziosystem. After finding out this product at an exhibition, *Lostuzzi* asked for more details with a specific demo and after the details presentation of the product by SpazioSystem, a training course was planned on the subject of *Catia* solution. "It was important to combine a training period with the licence purchase, since we succeeded in laying solid bases for the designing work using the new tool" underlined the designers.

Spaziosystem has also transferred all the procedures and the best practices which had been developed by Dassault Systèmes to arrange at best a boat project, according to a general working method."



mente sull'imbarcazione vera e propria. Possiamo avere e offrire ai clienti una lettura migliore del progetto, mentre con la soluzione precedente non si andava oltre a semplici wireframe e linee nascoste. Apprezziamo molto la facilità con cui si assegnano colori, spessori alle linee, trasparenze e materiali, per portare un modello dalla sua forma iniziale a una visualizzazione molto precisa e di grande impatto visivo. Inizialmente non avevamo considerato questo aspetto, ma è davvero efficiente poter realizzare, nello stesso ambiente di progettazione, rendering realistici a supporto della prima fase di proposta al cliente per mostrare la barca finita."

#### COMANDI INTUITIVI E AGGIORNAMENTI IN FASE AVANZATA

Un altro beneficio rilevato in fase di valutazione era l'operatività molto semplice e intuitiva di *Catia per l'industria nautica* e dei suoi comandi. Ma l'elemento che più fa la differenza è la possibilità di aggiornamento automatico del progetto in fase avanzata. "Nel lavoro a spirale, per far partire velocemente il progett-

to, si parte da una carena di base disegnata con un programma specifico che effettua i necessari calcoli di stabilità e fluidodinamica," spiega *Andrea Grigolini*. "Su questa carena, corretta all'80% ma non ancora definitiva, si costruisce tutta la sovrastruttura. Il progetto prosegue secondo il metodo a spirale cui accennavamo prima e, contemporaneamente, si perfeziona la carena, effettuando gli studi di fluidodinamica computazionale e le prove in vasca dello scafo. Quando abbiamo la geometria finale della carena, *Catia* ci permette di sostituire e aggiornare automaticamente tutta la geometria di raccordo fra lo scafo e la sovrastruttura. Potete ben capire che è una comodità enorme, prima dovevamo aspettare di avere la geometria definitiva della carena per sviluppare il resto della barca. "Un ultimo aspetto, solo in apparenza banale, riguarda la messa in tavola dei progetti realizzati in 3D. I cantieri navali chiedono di avere le tavole bidimensionali e *Catia per l'industria nautica* è attualmente "l'unico software specifico per il nostro settore con un pacchetto completo di strumenti per modelli 3D, superfici, tavole 2D," sottolinea *Marco Lostuzzi*. "I cantieri na-

vali si stanno evolvendo e già oggi consegnamo molte tematiche 3D per frese a controllo numerico, ma il foglio di carta quotato serve ancora per gli artigiani."

#### CONCLUSIONI

Il successo di questo studio di progettazione nell'implementazione di *Catia per l'industria nautica* è stato favorito dal supporto sempre attivo e positivo del VAR Spaziosystem. Dopo aver conosciuto il prodotto in occasione di una fiera di settore ha richiesto un approfondimento con una demo specifica. Dopo la presentazione dettagliata del prodotto da parte di Spaziosystem, è stato definito un percorso formativo sulla soluzione *Catia*. "È stato importante legare all'acquisto della licenza un periodo di formazione," sottolinea il titolare, "perché abbiamo costruito basi solide sulle quali affrontare la progettazione con il nuovo strumento. Spaziosystem ci ha inoltre trasferito tutte le procedure e le "best practices" messe a punto da Dassault Systèmes per organizzare al meglio il progetto di un'imbarcazione a livello di metodologia generale."

# Progettazione idrodinamica in base a CFD per R.I.B



Volker Bertram

Jan Kaufmann, Axel Köhlmoos, Volker Bertram,  
FutureShip GmbH

## ABSTRACT

Per determinare la spinta propulsiva necessaria per i battelli pneumatici rigidi, al variare della posizione longitudinale del centro di gravità (LCG), sono state applicate le moderne metodologie di simulazione di idrodinamica numerica. Dopo aver analizzato i risultati della carena originale, il progetto è stato modificato prendendo in considerazione un ampio range di valori LCG, arrivando in alcuni casi alla riduzione della resistenza addirittura del 40%.

## INTRODUZIONE

Gli scafi plananti con carena a spigolo rappresentano la maggioranza delle imbarcazioni da diporto, ma sono anche largamente utilizzati per applicazioni militari e civili, ad esempio per le imbarcazioni di salvataggio.

Nonostante il mercato delle imbarcazioni plananti sia molto importante, sono pochi gli strumenti a disposizione degli architetti navali per lo sviluppo della progettazione dello scafo e per il calcolo della potenza richiesta.

Gli strumenti di progettazione tradizionali presentano infatti alcune limitazioni:

### - Metodi analitici

I metodi analitici solitamente utilizzati per prevedere la resistenza e l'assetto dell'imbarcazione si basano sulle varianti del metodo Savitsky. In effetti, questo metodo sarebbe in linea di principio applicabile solamente alle forme di scafi monoedriche; ciò significa che le variazioni della larghezza e dell'angolo di "inclinazione del madiere", sempre presenti nel caso di una geometria di scafo più reale, non vengono trattate in maniera rigorosa.

### - Serie sistematiche

Esistono diverse serie sistematiche per le carene plananti, ma anche in questo caso, la forma degli scafi plananti si è nel tempo evoluta scostandosi da quella studiata nell'ambito delle serie, per cui la loro applicazione può essere discutibile.

### - Prove su modello

Le prove sperimentali su modello richiedono troppo tempo e denaro quando le variazioni dei parametri di progettazione da studiare diventano consistenti. Quindi, la maggior parte dei cantieri non esegue prove in vasca nella fase di progettazione.

Quanto sopra rende estremamente interessante per i progettisti lo sviluppo e l'impiego di metodi di idrodinamica computazionale CFD (Computational Fluid Dynamics) per uno studio il più possibile accurato del problema idrodinamico che interessa la carena planante. Tale problema, tuttavia, è particolarmente complesso a causa del fenomeno di "spray", del distacco del flusso allo spigolo e in corrispondenza della poppa a specchio, dell'onda frangente e della notevole non linearità che ca-

ratterizza la mutua influenza tra la resistenza della carena e l'assetto dinamico. Valide applicazioni di CFD con superficie libera per le carene plananti sono state presentate per la prima volta dall'esperto progettista italiano Mario Caponnetto dieci anni fa, Caponnetto (2000).

Le tecniche di calcolo sono state perfezionate notevolmente nel corso del decennio successivo.

Nel prossimo decennio è prevista una utilizzazione sempre maggiore nell'industria della nautica da diporto. Nel seguito, viene descritta una tipica applicazione di calcolo numerico per le previsioni di prestazioni idrodinamiche della carena planante.

## FINALITÀ DEL LAVORO

Su richiesta di un cliente britannico è stata effettuata la progettazione di un RIB a idrogetto per uso paramilitare.

La prima fase del lavoro è consistita nell'analisi del progetto originale, nella valutazione delle prestazioni in termini di resistenza ad una data velocità, per diverse posizioni longitudinali del centro di gravità (LCG). LCG è un parametro che influenza in maniera determinante l'assetto, il quale a sua volta, genera un effetto sulla resistenza e sull'efficienza propulsiva.

Le moderne simulazioni CFD non solo calcolano i valori globali di assetto e resistenza, ma forniscono altri dati dettagliati sul comportamento del flusso lungo la carena come ad



## CFD Guided hydrodynamic design of a Rigid Inflatable Boat

Jan Kaufmann, Axel Köhlmoos, Volker Bertram,  
FutureShip GmbH

## ABSTRACT

Modern computational fluid dynamics simulations were applied to a rigid-inflatable boat to predict the thrust requirements as function of longitudinal centre of gravity (LCG). After analyzing the results for the original hull, the design was modified reducing the required thrust by typically 40% for a large range of LCG values.

## INTRODUCTION

Hard chine planing hulls represent the majority of pleasure craft, but are also widely used for military and civilian applications, e.g. as fast rescue boats. Despite their importance for the small craft market, there are few design tools for naval architects guiding hull design and power prediction. The classical design tools are all flawed:

### - Analytical methods

Analytical methods normally used to predict the boat's resistance and trim are based on variations of the Savitsky method. The Savitsky method is strictly speaking only applicable for monohedric hull shapes, i.e. variations of beam and deadrise angle cannot be taken properly into account.

### - Systematic series

There are several systematic series for planing hulls, but again the shape of real planing hulls has evolved and differs from those used in the series, making their application questionable.

### - Model tests

Model tests are too time consuming and costly for extensive parameter variations in design. Therefore most shipyards do not perform model testing in the design stage.

This makes detailed flow analyses using computational fluid dynamics (CFD) desirable for designers. However, the flow problem for planing hulls is particularly complex, due to spray, detaching flow at chines and transom sterns, breaking waves and strongly nonlinear interaction of resistance and dynamic trim and sinkage (or lift).

Convincing free-surface CFD applications for planing hulls were first presented by the Italian CFD expert and boat designer Mario Caponnetto ten years ago, Caponnetto (2000). The following decade brought assorted refinements in the computational techniques. Wider application in the boat industry is expected for the next decade. A typical design application is described in the following.

## WORK SCOPE

A British client was tasked to design a paramilitary craft as rigid inflatable boat (RIB) driven by a waterjet.

The first step was to evaluate the original design, predicting power (or thrust) requirements for a given speed and



varying positions of the longitudinal centre of gravity (LCG). The LCG is a key parameter influencing trim, which in turn influences resistance and propulsive efficiency. Modern CFD simulations do not only predict the global values "trim" and "required thrust"; they also reveal detailed insight in the flow details, such as wave and spray formation and pressure distributions below the hull. These details are frequently the key to a better hull forms, combining design expertise and sophisticated flow analyses. In a second step, the hull was modified to reduce the required thrust and re-analysed. The power requirements for given speed were typically reduced by 30% over a wide range of LCG values. The new design was thus substantially improved.

The analyses involved the following major steps:

- 3d CAD description of the hull as starting point for hull variations and grid generation

- Volumetric grid generation for the CFD analysis (for all hull variants)

- Time-domain CFD simulation for full-scale conditions computing dynamic trim and sinkage as part of the solution. The waterjet was modelled in a simplified way.

- Expert assessment of flow details for the original hull and re-design following the assessment.

Details of the analyses and the re-design are presented in the following.

## HYDRODYNAMIC ANALYSES

### Computational procedure

Reynolds-averaged Navier-Stokes equation (RANSE) solvers with interface-capturing techniques of the volume-of-fluid (VOF) type are suitable for handling two-phase flows with strong nonlinearities. Today, this kind of code is the obvious choice for computing complex free-surface shapes with breaking waves, sprays and air trapping, but also for flows involving cavitation.

The conservation equations for mass and momentum in their integral form serve as the starting point. The solution domain is subdivided into a finite number of control volumes that may be of arbitrary shape. The integrals are numerically approximated using the midpoint rule.

The mass flux through the cell face is taken from the previous iteration, following a simple Picard iteration approach. The unknown variables at the centre of the cell face are determined by combining a central differencing scheme (CDS) with an upwind differencing scheme (UDS). The CDS employs a correction to ensure second-order accuracy for an arbitrary cell. A second-order central difference scheme (CDS) can lead to unrealistic oscillations if the Peclet number exceeds two and large gradients are involved. On the other hand, an upstream difference scheme (UDS) is unconditionally stable, but leads to higher numerical diffusion.

To obtain a good compromise between accuracy and stability, the schemes are blended. Near the wall, the blending factor is chosen between 0.8 and 0.9. Pressure and velocity are coupled by a variant of the SIMPLE algorithm, Ferziger and Peric (1996).

All equations except the pressure correction equations are under-relaxed using a relaxation factor 0.8.

The pressure correction equations are under-relaxed using a relaxation factor between 0.2 and 0.4 for unsteady simulations, finding in each case a suitable compromise between stability and convergence speed.

The two-fluid system is modeled by a two-phase formulation of the governing equations. No explicit free surface is defined during the computations, and overturning

esempio la generazione on-dosa, la formazione di "spray" e la distribuzione delle pressioni sulla carena. Questi dettagli spesso forniscono informazioni sufficienti per permettere la creazione di migliori forme di carena, quando opportunamente valutati da progettisti esperti e grazie anche a innovativi sofisticati strumenti di analisi del flusso idrodinamico. In un secondo momento, la carena è stata modificata per ridurre la resistenza e nuovamente analizzata. La richiesta di potenza, alla velocità considerata è stata ridotta del 30% per diversi valori LCG, ottenendo così un nuovo progetto, notevolmente migliorato. Le analisi hanno incluso le seguenti fasi principali:

- descrizione CAD 3d della carena come punto di partenza per le variazioni della carena e generazione del modello discretizzato

- creazione della griglia in termini di elementi volumetrici per l'analisi CFD (per tutte le varianti di carena)

- Simulazione CFD nel dominio del tempo, in scala al vero, con calcolo dell' immersione e assetto dinamico come parte della soluzione. L'idrogetto è stato introdotto con un modello semplificato.

- Valutazione dei dettagli riguardanti la condizione di flusso intorno alla carena originale con successiva riprogettazione della stessa.

I particolari dell'analisi e la ri-

progettazione sono presentati qui di seguito.

## ANALISI IDRODINAMICA

### Procedura di calcolo

I solutori RANSE (Reynolds-averaged Navier-Stokes equation) basati sul metodo "interface-capturing" del volume di fluido (VOF) sono adatti per trattare flussi bifase caratterizzati da forti non linearità. Attualmente, questo tipo di codice è la scelta adeguata per calcolare forme complesse di superficie libera con onde frangenti, spray, ingestione di aria, ma anche per fenomeni di cavitazione.

Le equazioni di conservazione di massa e momento, nella loro forma integrale sono il punto di partenza.

L'area di risoluzione è suddivisa in un numero finito di volumi di controllo che possono essere di forma arbitraria. La massa del flusso attraverso la faccia della cella è ricavata dall'iterazione precedente, secondo la semplice tecnica dell'iterazione di Picard. Le variabili incognite al centro della faccia della cella sono determinate combinando l'approccio "central differencing scheme" (CDS) con quello "upwind differencing scheme" (UDS).

Vengono utilizzati entrambi gli schemi combinati per ottenere un buon compromesso tra accuratezza del risultato e stabilità dei calcoli. In pros-

imità della parete, il fattore di combinazione varia da 0.8 a 0.9 e la pressione e la velocità sono accoppiate mediante una variante dell'algoritmo SIMPLE, Ferziger e Peric (1996). Per tutte le equazioni tranne quella della correzione di pressione è stato usato un fattore di rilassamento pari a 0.8.

Le equazioni della correzione di pressione presentano un fattore di rilassamento variabile dallo 0.2 allo 0.4 per le simulazioni non stazionarie, trovando nei vari casi un compromesso adatto fra la stabilità e la velocità di convergenza. Il sistema aria-acqua è caratterizzato mediante una formulazione bifase delle equazioni di riferimento.

Durante le procedure di calcolo non si definisce esplicitamente nessuna superficie libera e si considera l'effetto sia delle onde frangenti, sia dell'aria catturata nell'acqua. La distribuzione spaziale di ciascuno dei due fluidi è ottenuta risolvendo un'ulteriore equazione di trasporto. Per simulare accuratamente il trasporto convettivo dei due fluidi immiscibili, la discretizzazione deve essere quasi completamente priva di distribuzione numerica e non deve violare i criteri limite. A tal fine, si utilizza lo schema "high resolution interface capturing" (HRIC), Muzafferija e Peric (1998).

Le equazioni non lineari dei moti del corpo rigido a due gradi di libertà (immersione e



Fig. 1 - Modello CAD della carena / 3d CAD model of hull



assetto) sono state risolte nel dominio del tempo e tenendo conto di tutte le forze che entrano in gioco sul corpo rigido. La posizione dell'imbarcazione, in termini di assetto dinamico e immersione viene modificata iterativamente fino al raggiungimento dell'equilibrio di tutte le forze.

#### Modello di calcolo

In fase iniziale, è stato creato un modello 3d CAD per la carena e per l'idrogetto (figg 1 e 2). Il sistema delle coordinate è stato localizzato nel punto più basso, sul piano di simmetria, in corrispondenza dello specchio di poppa. L'asse x è orientato verso prua, l'asse y verso

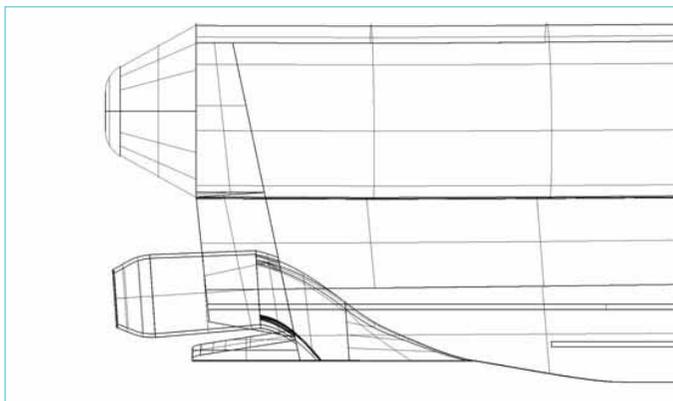


Fig. 2 - Geometria dell'idrogetto / Waterjet geometry

sinistra e l'asse z verso l'alto. Il modello CAD funge da punto di partenza per la creazione della griglia CFD. La griglia è stata creata con l'ausilio di un

software proam per la formazione semiautomatica del reticolo. La griglia è formata da circa 600.000 celle di volume con perfezionamenti della gri-

(breaking) waves as well as buoyancy effects of trapped air are accounted for. The spatial distribution of each of the two fluids is obtained by solving an additional transport equation for the volume fraction of one of the fluids. To accurately simulate the convective transport of the two immiscible fluids, the discretization must be nearly free of numerical diffusion and must not violate the boundedness criteria.

For this purpose, the high resolution interface capturing (HRIC) scheme is used, Muzaferija and Peric (1998). This scheme is a nonlinear blend of upwind and downwind discretization, and the blending is a function of the distribution of the volume fraction and the local Courant number.

The free surface is smeared over two to three control volumes.

Fluid structure interaction effects are presently not accounted for, i.e., the body is assumed to be rigid, and the fluid is assumed to be viscous and incompressible.

The nonlinear equations of the rigid body motions in two degrees of freedom (trim and sinkage) were solved in the time domain, taking into account all forces acting on the body. The position of the ship due to dynamic trim and







I Produttori leader nell'industria nautica scelgono gli Adesivi Strutturali Plexus



**PASSIONE & INNOVAZIONE**

**PLEXUS È LEADER MONDIALE NELLA TECNOLOGIA DEGLI ADESIVI STRUTTURALI A BASE DI METACRILATO CORE SHELL IMPACT MODIFIER**



**VABER INDUSTRIALE S.p.A.**  
 produzione adesivi, sigillanti e prodotti speciali

Concessionaria esclusiva dei prodotti PLEXUS® per l'Italia

Strada S. Mauro, 203 - 10156 Torino (Italia)  
 Tel. +39 011-273.44.32 - Fax +39 011-273.17.76  
[www.vaber.it](http://www.vaber.it) e-mail: [info@vaber.it](mailto:info@vaber.it)

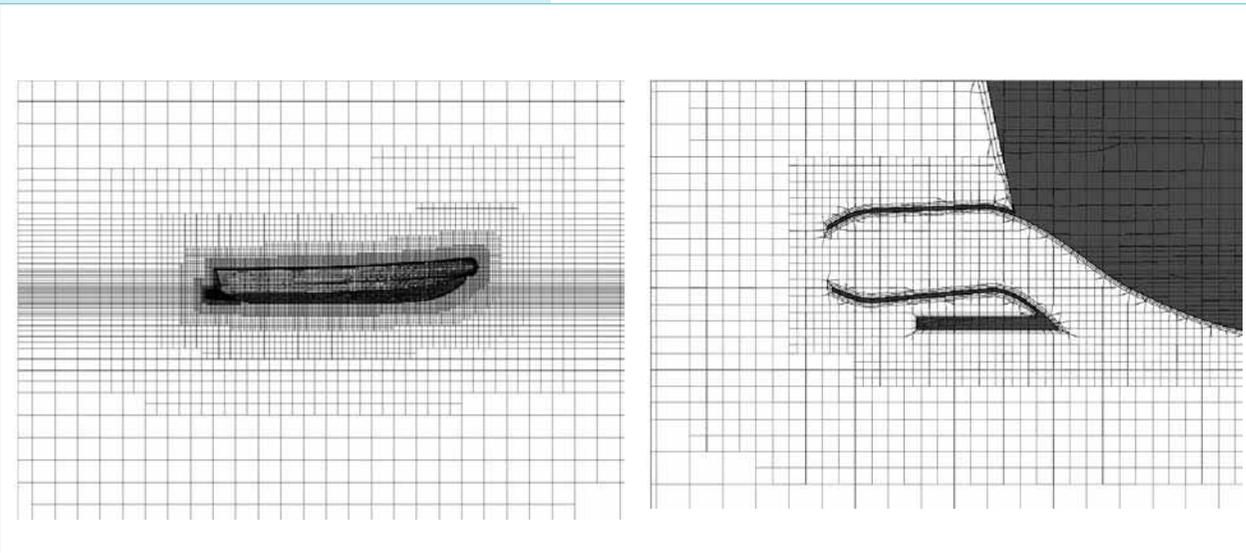


Fig. 3 - Griglia di calcolo RANSE con ingrandimento dettagliato dell'area dell'idrogetto / Grid for RANSE computation with detail zoom on waterjet region

sinkage is then successively updated, again computing the fluid flow for the new position until an equilibrium of all forces is reached.

### COMPUTATIONAL MODEL

As a first step, a 3d CAD (computer aided design) model of the hull and waterjet was created, Fig.1 and Fig.2. The coordinate system was located at the lowest point, on the centre plane and the transom of the boat.

The x-axis pointed forward, y-axis to port, and z-axis upwards. The CAD model served as starting point for the CFD grid generation.

The grid was generated using the semi-automatic meshing software proam. The grid consisted of approximately 600000 volume cells, with local grid refinements in areas where high flow gradients were expected, near the bow and the waterjet, Fig.3.

The boundary conditions were as follows:

- Constant velocity (negative boat speed) at the upstream inlet of the computational domain
- Hydrostatic pressure at the downstream outlet of the computational domain
- No-slip boundary condition on the boat's hull

A moving grid option allowed the boat to sink and trim freely, adjusting its position to achieve equilibrium of forces. An internal velocity inlet was used as simplified model of the waterjet. The jet velocity was adjusted such that thrust and hull resistance were in equilibrium.

The load conditions were varied for 3 to 15 people on board, changing displacement and (vertical and longitudinal) centre of gravity.

The longitudinal centre of gravity (LCG) was varied between 20% Loa and 50% Loa. The gyradius of the mass distribution was estimated based on experience for similar boats.

### RESULTS

The hull was modified to reduce the required thrust for given speed for a wide range of LCG values.

The following design measures were applied:

griglia locali nelle aree in cui si prevedevano alti gradienti di flusso, verso prua e nell'idrogetto (fig. 3). Le condizioni al contorno sono le seguenti:

- velocità costante all'ingresso del dominio di calcolo
- pressione idrostatica all'uscita del dominio di calcolo
- condizioni di parete sulla carena dell'imbarcazione

L'opzione di una griglia mobile consente all'imbarcazione di immergersi e di trovare il proprio assetto liberamente, regolandone la posizione fino al raggiungimento dell'equilibrio.

Le condizioni di carico sono state variate per un numero di passeggeri a bordo variabile da 3 a 15, modificando il disloca-

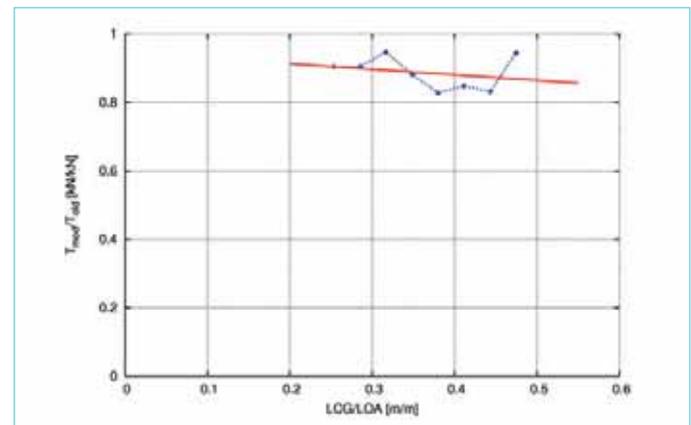


Fig. 4 - Rapporto propulsione richiesto (nuovo/vecchio) / Required thrust ratio (new/old)

mento e il centro di gravità (coordinate verticale e longitudinale). Il centro di gravità longitudi-

nale (LCG) è stato variato fra il 20% Loa e il 50% Loa.

Il raggio di inerzia di massa è stato stimato in base all'esperienza maturata con imbarcazioni simili.

### RISULTATI

La carena è stata modificata in modo da ridurre la potenza richiesta, data una certa velocità, per una vasta serie di valori LCG. Sono state poi applicate le seguenti misure:

- "deadrise" più elevato a prua
- "deadrise" più basso a poppa
- aggiunta di pattini ("spray rails")
- ingresso dell'idrogetto più

avviato. Queste varianti riducono in modo significativo la potenza richiesta per una vasta

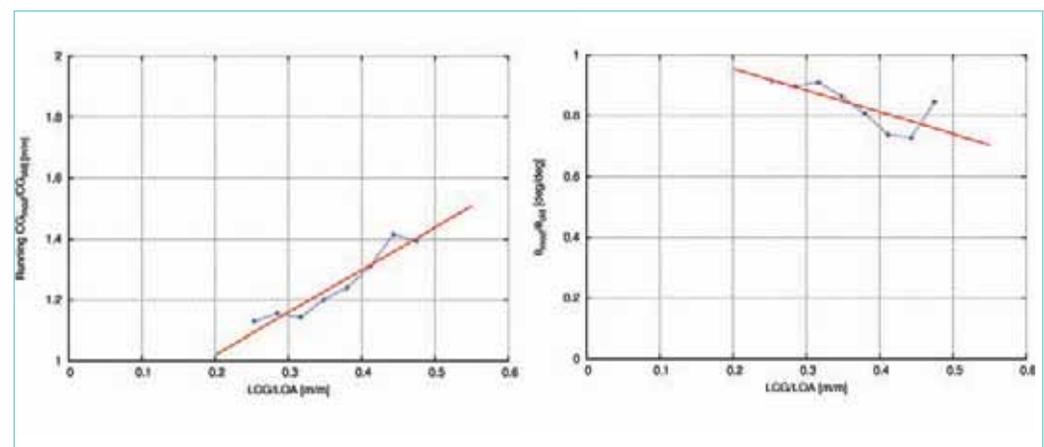


Fig. 5 - Rapporti (nuovi/vecchi) di traslazione verticale originale dovuti alla portanza idrodinamica (a sinistra) e rapporto angolo di deriva in uso (a destra) Ratios (new/old) for vertical translation of origin due to hydrodynamic lift (left) and running trim angle ratio (right)



gamma di valori LCG, vale a dire le condizioni operative (fig. 4). Tipicamente, in questo caso, si sono ottenuti miglioramenti del 10-12%. I principi fisici che spiegano questa miglioria sono la portanza dinamica superiore e il miglior angolo di assetto (fig. 5) nella nuova forma della carena.

Il miglior avviamento all'ingresso dell'idrogetto riduce i gradienti di pressione e le conseguenti perdite di flusso nell'idrogetto (fig. 6).

## CONCLUSIONI

Le simulazioni di idrodinamica numerica possono essere considerate uno strumento maturo utile ai progettisti di carene plananti come efficace strumento di progettazione.

Tali applicazioni consentono di prevedere i requisiti in termini di potenza necessaria, ma forniscono anche dati dettagliati del fenomeno idrodinamico per una progettazione intelligente ed accurata. L'applicazione presentata in questo caso si è limitata a condizioni di mare calmo, ma le simulazioni nel dominio del tempo possono essere utili anche ai fini delle valutazioni delle prestazioni idrodinamiche in termini di tenuta del mare delle carene plananti in presenza di onda.

- Steeper deadrise in the bow region
- Flatter deadrise in the aft region
- Addition of spray rails
- Smoother transition of waterjet inlets

*These modifications decreased the required thrust significantly for a wide range of LCG values, i.e. operational conditions, Fig.4. Typically, improvements of 10-12% were achieved in this case.*

*The main underlying physical explanation is a higher dynamic lift and better trim angle, Fig.5, in the modified new hull shape. The smoother transition of the waterjet inlets reduced the pressure gradients, thus reducing the energy losses in the inflow to the waterjet, Fig.6.*

## CONCLUSION

*Numerical flow simulations have matured to become a useful design tool also for planing boat designers.*

*The simulations allow power prediction, but yield also detailed insight into the flow, thus guiding intelligent design decisions to improve the hydrodynamics.*

*The application shown here were restricted to calm-water conditions, but similar time-domain simulations can assess also the nonlinear sea-keeping behaviour of planing boats.*

## REFERENCES

CAPONNETTO, M. (2000), *Numerical simulation of planing hulls*, 3rd Numerical Towing Tank Symposium (NuTTS), Tjarnö [http://www.unidue.de/imperia/md/content/ist/nutts\\_03\\_2000\\_tjaerno.pdf](http://www.unidue.de/imperia/md/content/ist/nutts_03_2000_tjaerno.pdf)

FERZIGER, J.; PERIC, M. (1996), *Computational Methods for Fluid Dynamics*, Springer

MUZAFERIJAJA, S.; PERIC, M. (1998), *Computation of free-surface flows using interface-tracking and interface-capturing methods*, *Nonlinear Water Wave Interaction*, *Computational Mechanics Publ.*, pp. 59-100.

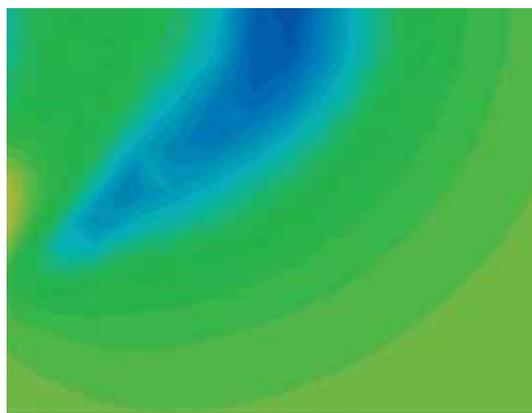


Fig. 6 - Distribuzione della pressione in ingresso del tunnel dell'idrogetto; originale (a sinistra) e modificata (a destra)  
Pressure distribution at waterjet tunnel entry; original (left) and modified (right) design

## C U R R I C U L U M V I T A E

**Volker Bertram** è Senior Project Manager presso FutureShip GmbH, una azienda Germanischer Lloyd. Ha ottenuto la laurea in architettura navale presso l'Università del Michigan, l'università di Amburgo e il TU di Berlino. Ha lavorato per metà della sua vita professionale nell'università e per metà nell'industria. È autore e coautore di più di 250 pubblicazioni, compresi due libri: "Practical Ship Hydrodynamics" and "Design for Efficiency and Economy".

**Volker Bertram** is Senior Project Manager at FutureShip GmbH, a GL Company. He received degrees in naval architecture at the University of Michigan, University of Hamburg, and TU Berlin. He has worked half his professional life in academia and half in industry. He has (co)authored more than 250 publications, including two books ("Practical Ship Hydrodynamics" and "Design for Efficiency and Economy").

**MCOATING**  
N3101  
Sound Dampening

**Noxudol**

La MCoating in esclusiva italiana è una nuova realtà unica nel suo stile e nel suo genere in grado di poter unire prodotti a spruzzo tecnologicamente Avanzati per la protezione dalla corrosione, per lo smorzamento acustico, per la sostituzione delle piastre antivibranti, per l'isolamento termico e per la protezione dal surriscaldamento infrarosso solare di superfici abitualmente trattate con materiali convenzionali.

Il nostro mercato è focalizzato al mondo delle Costruzioni Navali, Off Shore, Industriali, Aeronautiche, Ferroviarie, Automobilistiche e Civili.

I prodotti corredati da Certificati di Enti Internazionali Navali, non sono secondi a nessuno.

**MCOATING**  
A World of Experts

**Sede Legale ed Uffici / Office:**  
Corso Vandell, 34/d  
10090 - BUTTIGLIERA ALTA (TO) ITALY

Tel. (+39) 011.936.77.78  
Fax (+39) 011.931.94.06

Web Site: [www.mcoating.it](http://www.mcoating.it)  
E-mail: [info@mcoating.it](mailto:info@mcoating.it)

PARTNER

RUST PROTECTION & SOUND DAMPING





**An interview granted  
by Gianluca Bondioli,  
Marketing Manager  
at Zünd Italia**

# Via Mare intervista Gianluca Bondioli

## Responsabile commerciale di Zünd Italia

**Via Mare** What about the application areas related to the marine sector, which the multifunctional systems by Zünd are best suited for? Do they feature prepregs cutting functions?

**Gianluca Bondioli**

*The multifunctional systems by Zünd can be used for a wide range of materials. They can cut not only the dry and pre-saturated fibres which are typically used for the boat construction process, but they can be used to cut various types and thickness cores, smeared fabrics for sails, cushions skai, different technical materials for fittings, glass lay-up and containers, just to mention a few.*

**VM.** What type of software is used for placement? Do you use a special software for the marine sector?

**G.B.** *The placement software is the GTK Nesting model, based on a maths algorithm developed by the Politecnico di Parigi. It is an extremely precise system which can guarantee top performances at a rather low cost. This software is especially versatile and it has been designed to meet the most various needs in any sector, from the textile one to the graphic arts and boat areas.*

**VM.** Did the marine sector suffered from the economic crisis? What about the sectors which are going on well?

**G.B.** *The economic crisis has affected all the involved markets. As for the marine sector, it should be underlined that only the most structured shipyards are equipped with a cutting plotter, and this influences our capabilities of enlarging our activities on the markets. Those who have suffered less from this economic difficulties are the subcontractors specialized in top quality components, such as the carbon based ones.*

**VM.** Can you see in a short term a positive development of the marine market?

**G.B.** *To overcome the "empasse" the best strategy is looking ahead, developing innovative solutions and aiming at top quality. With this purpose in mind, the tool that we offer to our customers is the breakthrough technology by Zünd. They are systems, which in a difficult period such as the current one, become a valid and supporting partner to obtain actual results and, above all, a competitive advantage over the competitors. Therefore, I see a positive evolution for those shipyards which will be able to accept the markets challenges using their managerial skills. Those who are not able to evolve will enter the spiral of the foreign competition.*

**VM.** Can you mention some of your customers/shipyards and the work made using your equipments?

**G.B.** *Vega is one of the companies cooperating with Zünd. For six years this company has relied on the quality and versatility of the cutting plotters by Zünd M-1600 CV, for the treatment of details based on carbon, fibreglass and com*

**Via Mare**

**Per quale tipo di applicazioni relative al settore della nautica sono indicati i sistemi multifunzione Zünd? Possono tagliare il prepreg?**

**Gianluca Bondioli**

I sistemi multifunzione Zünd possono lavorare un'ampissima varietà di materiali. Oltre alle fibre secche e preimpregnate tipicamente utilizzate nella costruzione delle barche, possono tagliare core di varie tipologie e spessori,

estrema che garantisce la massima efficacia ad un costo competitivo. Il software è particolarmente versatile ed è stato studiato per soddisfare le esigenze dei settori più disparati: dal tessile alle arti grafiche fino alla nautica.

**VM. Avete risentito della crisi nel settore della nautica? Quali sono i settori che invece stanno andando bene?**

**G.B.** La crisi ha toccato trasversalmente tutti i mercati. Per quanto riguarda il settore della nautica bisogna osservare che solo i cantieri più strutturati si attrezzano con un plotter da taglio. Ciò influisce inevitabilmente sulle nostre possibilità di penetrazione del mercato. Chi risente in misura minore di questo momento di congiuntura economica sono i terzisti specializzati in componentistica di alta qua-

lità come, ad esempio, quella in carbonio.

**VM. Vede a breve un'evoluzione positiva del mercato della nautica?**

**G.B.** Per uscire dall'empasse la giusta strategia è saper guardare al futuro, sviluppando soluzioni innovative e puntando sull'alta qualità. In quest'ottica lo strumento che mettiamo a disposizione dei nostri clienti è la tecnologia all'avanguardia di casa Zünd. Sistemi che in un momento di incertezza, come quello dell'attuale situazione economi-



Bugna per fiocco autovirante su Wally Yacht  
Self-swivel jib clew on Wally Yacht



Plotter da taglio con fresa  
Cutting plotter by Zünd with milling machine

tessuti spalmati per veleria, skai per cucineria, materiali tecnici di diverso tipo per la produzione di guarnizioni, stratificazione di vetri e serbatoi, per fare solo alcuni esempi.

**VM. Che tipo di software per il placement utilizzano?**

**Adottano un software specifico per la nautica?**

**G.B.** Il software di placement è il GTK Nesting basato su un algoritmo matematico sviluppato dal Politecnico di Parigi. Un sistema dalla precisione

ca, diventano un valido alleato, un partner inseparabile grazie al quale ottenere risultati concreti e soprattutto un vantaggio competitivo nei confronti dei concorrenti.

Vedo, quindi, un'evoluzione positiva per quei cantieri che sapranno accettare le sfide del mercato con capacità imprenditoriale.

Chi non saprà evolversi purtroppo entrerà nella spirale della concorrenza estera.



**VM.** Può citare alcuni dei vostri clienti/cantieri e i lavori che hanno realizzato con le vostre macchine?

**G.B.** Vega è una delle realtà che collabora con Zünd. Da sei anni l'azienda si affida alla qua-

lità e alla versatilità del plotter da taglio Zünd M-1600 CV per la lavorazione dei particolari in carbonio, vetroresina e materiale composito per imbarcazioni, tra cui molte delle parti componenti delle im-

barcazioni di Coppa America, nonché swivel e foil per l'avvolgimento delle vele delle navi Perini. Un altro cliente è FRE Sviluppo, che ha recentemente realizzato con il nostro sistema multifunzione un

lavandino in fibra di carbonio disegnato da Mario Nanni per Rapsel. Un vero e proprio pezzo di design dall'anima high-tech che ha riscosso grande successo in occasione dell'ultimo Salone del Mobile.

posite material for boats, including many components for the America's Cup competition, as well as swivels and foils for the sail winding of the ships by Perini. Another customer is FRE Sviluppo, which has recently developed a carbon fibre wash basin, based on our multifunctional system, designed by Mario Nanni for Rapsel. It is a high-tech design item indeed, which gained a great success at the latest Salone del Mobile.



Swivel Perini / Swivel by Perini

Gianluca Bondioli, Responsabile commerciale di Zünd Italia. Con una consolidata esperienza in ambito grafico industriale, Gianluca Bondioli entra nel settore dei sistemi da taglio a partire dal 1987, seguendone l'evoluzione in termini di prodotto, tecnologia e mercato. Nel 1989 diventa socio di Sign-Tronic e Responsabile Commerciale della divisione Zünd Italia, che distribuisce i plotter da taglio Zünd sul territorio nazionale.



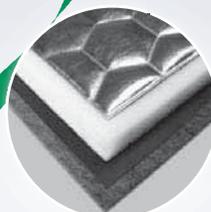
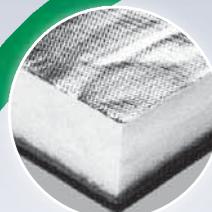
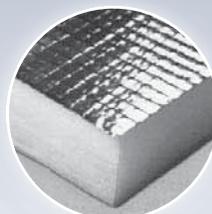
*Gianluca Bondioli, marketing manager at Zünd Italia*

*With his great expertise in the industrial graphics area, GB started working in the cutting plotters sector in 1987, leading their development in terms of product, technology and market. In 1989 he became Sign-Tronic's partner and marketing manager at Zünd Italia Division, distributor of cutting plotters in Italy.*

**Recytex**  
marine

**silentium**  
schall + wärme-isolation

**L'ISOLAMENTO ACUSTICO E TERMICO DELLO SCAFO, DEL VANO MOTORE, DEL SERBATOIO E ANCHE DELLO SCIABORDIO NON SONO PIÙ UN PROBLEMA GRAZIE ALL'IMPIEGO DEI MATERIALI ISOLANTI RECITEX SILENTIUM.**



**RECYTHERM**  
ISOLAMENTO TERMICO E ACUSTICO DEGLI SCAFI E DI PICCOLI MOTORI

**RECYGUARD**  
RIDUZIONE OTTIMALE DEL SUONO E DELLE VIBRAZIONI PER MOTORI FINO A 500 CV

**RECYCOMBI**  
CONSIGLIATO PER MOTORI CON UNA POTENZA SUPERIORE AI 500 CV

**RECYTEX** OFFRE INOLTRE UN'AMPIA GAMMA DI PRODOTTI SPECIALI COME **RECYDUCT** PER L'ISOLAMENTO OTTIMALE DEL SUONO NEI TUBI DI ALIMENTAZIONE ARIA

## SILENZIO A BORDO



**VABER INDUSTRIALE S.p.A.**  
Concessionaria Esclusiva per L'Italia  
Strada S. Mauro, 203 - 10156 Torino (Italy)  
Tel. +39 011-273.44.32 - Fax +39 011-273.17.76  
[www.vaber.it](http://www.vaber.it) e-mail: [info@vaber.it](mailto:info@vaber.it)



# Un global system rivoluzionario

che precorre e supporta  
l'evoluzione in atto  
nelle professioni orientate  
alla vendita di imbarcazioni

Intervista di Paola Vecchiarelli



Nel mercato nautico, tutte le aziende e i professionisti la cui mission si identifica con la vendita di imbarcazioni, rappresentano una risorsa chiave, che funziona da traino per tutto il comparto. Queste aziende e questi professionisti hanno bisogno, di potersi avvalere di nuovi strumenti di supporto e, probabilmente, anche di interrogarsi sulle necessità di evoluzione e sviluppo della

loro attività quotidiana, per essere in grado di affrontare il cimento di un mercato in rapida e strutturale trasformazione. Abbiamo scoperto che, già da alcuni anni, esiste una piattaforma tecnologica di collaborazione, basata sulla rete internet, realizzata da Digibusiness srl per cantieri, importatori, dealer e broker, che hanno così la possibilità di avvalersi di uno strumento che potenzia le op-

portunità di crescita. Leggendo il pay off di Navis.Net: What boatsellers need?, anche noi ci siamo chiesti di che cosa hanno bisogno i venditori di barche per lavorare meglio e con maggiore profitto sia in termini di tempo, che di denaro. Abbiamo pensato di chiederlo direttamente a due dei soci dell'azienda: Vincenzo Campanini, CEO e Gabriele Mendi, ideatore del global system.

**Paola Vecchiarelli:**  
*Come è nata l'idea?*

**Gabriele Mendi:**  
Il concetto di base che anima il nostro prodotto è molto semplice: aumentare le vendite e organizzare in modo più efficace tutta l'attività aziendale di gestione. Si fonda sul principio di 'software as service'. I nostri clienti non hanno bisogno di costose infrastrutture informatiche, di server, di complicate installazioni. Tutto viene veicolato in remoto dal nostro data center: basta un semplice PC e un collegamento internet, anche se il cliente ha tante sedi e tanti operatori che devono lavorare condividendo le proprie informazioni operative.

**P.V. Perché il mercato nautico ha bisogno di questa piattaforma?**

**Vincenzo Campanini:**  
La vendita di imbarcazioni è una professione in fase di evoluzione; infatti chi vende imbarcazioni sa che non può più contare unicamente sulla propria esperienza, sui contatti e

sulle relazioni sviluppate nel corso della precedente vita professionale, ma deve mettere in campo una moltitudine di altre azioni, oltre a mantenere un habitus mentis improntato ad apertura ed innovazione. È necessario: intessere rapporti commerciali con altri venditori; presentare la propria offerta sul world wide web; essere in grado di rispondere in modo veloce e propositivo alle richieste dei clienti; avere il controllo, momento per momento, della

propria organizzazione commerciale; presentare proposte in modo professionale; disporre dei propri dati sempre ed ovunque in modo univoco; comunicare efficacemente al proprio interno e con i clienti; esercitare una continua azione promozionale mirata agli interessi dei clienti; avere flessibilità e velocità nei cambiamenti (turnover personale commerciale, concessioni di vendita, pubblicità). Tutte le azioni sopra descritte devono inoltre conciliarsi con

Imbarcazione	Prezzo	Stato	Publ. Broker	Imbarcazione	Prezzo	Stato	Publ. Broker
Sanseverino Predator 32	1.990.000	1	1	Sanseverino Predator 32	1.990.000	1	1
Albatro Yacht 27 P1	1.490.000	1	1	Albatro Yacht 27 P1	1.490.000	1	1
Albatro Marine ARCADIS 52	2.490.000	1	1	Albatro Marine ARCADIS 52	2.490.000	1	1
Rubicon RODRIGUEZ 340	2.490.000	1	1	Rubicon RODRIGUEZ 340	2.490.000	1	1
Alfonsina ALFONSO 30	1.490.000	1	1	Alfonsina ALFONSO 30	1.490.000	1	1
Campelo CANA000 30	1.490.000	1	1	Campelo CANA000 30	1.490.000	1	1
Ferrero 28 FERRER/VERDI/GRAND	1.490.000	1	1	Ferrero 28 FERRER/VERDI/GRAND	1.490.000	1	1
Orlando ORLANDO 32	1.490.000	1	1	Orlando ORLANDO 32	1.490.000	1	1
Albatro 42 55	1.490.000	1	1	Albatro 42 55	1.490.000	1	1
Sanseverino San Odyssey 43.2	1.490.000	1	1	Sanseverino San Odyssey 43.2	1.490.000	1	1
C. & B. Prestige Leader 27	1.490.000	1	1	C. & B. Prestige Leader 27	1.490.000	1	1
Ferrero FERRER/VERDI 19 P1	1.490.000	1	1	Ferrero FERRER/VERDI 19 P1	1.490.000	1	1
Albatro ARCADIS 27	1.490.000	1	1	Albatro ARCADIS 27	1.490.000	1	1
Fort Mare Fort 30' Genoa	1.490.000	1	1	Fort Mare Fort 30' Genoa	1.490.000	1	1
Albatro Yacht 180 42	1.490.000	1	1	Albatro Yacht 180 42	1.490.000	1	1
Albatro 42 41	1.490.000	1	1	Albatro 42 41	1.490.000	1	1
Campelo CANA000 30	1.490.000	1	1	Campelo CANA000 30	1.490.000	1	1
del Porto Grand 200 25	1.490.000	1	1	del Porto Grand 200 25	1.490.000	1	1
Bonaiuto FORT 270	1.490.000	1	1	Bonaiuto FORT 270	1.490.000	1	1

Schermata con il 'Pannello gestione Pubblicazioni' delle barche su Navis.net; Boats "publication panel"

## A breakthrough global system, pioneering and supporting the current development of boat sales activities

On the boat market all companies and professionals whose mission is boat sales, are a key resource working as a driver of the entire sector. These companies and professionals need to be able to rely on new supporting tools and may also need to discuss about the daily activities' development and growth which are required to cope with a market which is changing its structure quickly. We have realized that, for some decades, there have been a cooperation technological platform spread in the network which has been created by Digibusiness srl for shipyards, importers, dealers and brokers who can thus rely on a tool enhancing growth opportunities. Reading the Navis, Net pay off: what boatsellers need? we wondered too what the boat sellers actually need to work better and with a higher profitability both in terms of time and of money. So we have decided to ask this question to two company's members, namely Vincenzo Campanini, CEO and Gabriele Mendi, the global system designer.

**Paola Vecchiarelli:**  
How was this project born?  
**Gabriele Mendi:**

The basic concept leading to our product is very simple: increasing the sales and organizing more effectively the entire managing activity of the company. It is based on the "software as service" principle. Our customers do no longer need expensive computer infrastructures, providers and complex installations. All this is remote controlled from our data center: a simple PC and an Internet link are enough, although the customer has many working stations and many operators who have to work sharing their own working data.

**P.V. Why does the boat market need this platform?**  
**Vincenzo Campanini:**

The boat sales activity is a growing professional area, and, as a matter of fact, those who sell boats know that they cannot rely only on their own expertise and on the contacts and business relationships set during their previous working life, but they must activate many other working actions, as well as keep an habitus mentis based on an innovative and open-minded philosophy. Therefore the following rules have become a must: setting business relationships with other sellers, introducing one's own offer on the world wide web, being able to meet quickly and newly customers' needs, keeping under control, every day, one's own marketing organization, suggesting proposals in a professional way, having at one's own disposal one's own data always and in an univocal way, communicating efficaciously within the company and with customers; promoting targeted advertising campaigns according to the customers' needs; favouring flexible and quick changes (marketing staff turnover, sales rights, advertisements). All the above mentioned actions should be combined also to curb running operating expenses. The platform which has been created meets these requirements and it can be tuned to services and prices adjusting them to every single broker, like a wide marketing network in Italy or abroad. The induced economic benefits, even just taking into account the simplified operations, are three times more than the service price. To measure at once



these benefits, Navis.net operates with a cost/benefits simulation system which can be used by the customer to input his own data and check it straightforwardly. A few examples: a broker working individually can avoid carrying out ordinary operations and devote most of his time to sales activities; a shipyard or a multibrand dealer, operating in various offices, not only can simplify the management activity, but can also organize its own marketing network and define univocal sales policy for all the sellers.

**P.V.** How do you develop your designing and planning phases of your activities?

**G. M.** Due to the "software as service" concept, we can perceive in real time the needs expressed by our customers. The designing phase of components which is then launched on the platform is developed with this sector professionals' support. For us the innovation is a sort of "mantra", a steady research activity based on the synergy of our technical competence and the specific and unique boat market requirements. Any idea coming from others or from an intuition is carefully considered and evaluated by the customers. In case it shows to be interesting and useful, a technical analysis phase is performed, where each operator of the team can give his own creative contribution. Once satisfaction has been obtained from the theoretical model, the development itself and the component writing follows. When a component is ready for use it is tested and then published on the website network. From now on every customer can update autonomously without any clients' intervention or our intervention. On a regular basis, a newsletter is sent with all the innovations, corrections and updated reports. Furthermore, at the offices located in Parma, free of charge training and

press meetings are organized aiming at publicizing the numerous operations launched on the platform. It is also possible to spread a remote interactive Demo. On these occasions there are no presentations or pre-arranged courses: everything is based on practical examples, taken from the real world or suggested by the participants.

**P.V.** How does this system work?

**V.C.** The functions of this global system are really numerous and they can be customized according to various needs. Just to mention a few of them and the most meaningful and important ones to the daily professional sales activity, the user can use an encyclopedia of all boat models, rich in descriptions and images, so that a new boat input in the database becomes a very simple and quick operation.

Any boat from the database can be published automatically on the advertisement portal (Italian and foreign), displayed on the show-case of one's own website and introduced in the network shared by the sellers using the platform. So, the clients' demands which cannot be met by the seller with his own boats, are combined automatically with the boats on offer, endowed with the same technical features and presented in the network by other sellers; those who are in contact with the customer can suggest or act as intermediary partner; everywhere and at any time it is possible to monitor the quotation demands from clients as well as the market negotiations; the platform acquires the customers' demands, proposes and launches targeted offers and advertising campaigns; the Emails and commercial letters are sent by a simple operation; data and information input is immediately and selectively available to the authorized partners; due to the Google Apps technology, the Navis.net agenda, mailing list and addresses are syn-



Schermata 'Inserimento' imbarcazione / Function "input" of the boat

la necessità di contenere i costi di gestione. La piattaforma che abbiamo creato risponde a queste esigenze; è modulabile nei servizi e nei prezzi e si adatta alle esigenze di un singolo broker, come a quelle di una grossa rete commerciale diffusa in Italia e all'estero.

I vantaggi economici indotti, anche solo considerando l'aspetto della semplificazione delle operazioni, equivalgono mediamente a tre volte il prezzo del servizio.

Per misurare a priori questi vantaggi Navis.net dispone di un simulatore costi/benefici, all'interno del quale il cliente ha la possibilità di inserire i propri dati di lavoro per verificare direttamente.

Alcuni esempi: un broker che opera singolarmente viene affrancato dalle operazioni ordinarie e può dedicare gran parte del proprio tempo alla vendita; un cantiere o un concessionario multibrand, presente in diverse sedi, oltre alle semplificazioni gestionali, può organizzare la propria rete commerciale e definire policy di vendita univoche per tutti i venditori.

**P.V.** Come si sviluppa il lavoro di progettazione e programmazione?

**Due parole sul vostro gruppo e sul vostro metodo di lavoro.**

**G.M.** Grazie al concetto di 'software as service', siamo in

grado di percepire, con molta immediatezza, le esigenze che vengono espresse dai nostri clienti. La fase di progettazione dei componenti che poi andiamo ad inserire nella piattaforma è sviluppata al fianco dei professionisti del settore. L'innovazione è per noi una specie di 'mantra', una ricerca continua di fusione fra le nostre competenze tecniche e le esigenze particolari ed uniche che il mercato della nautica esprime. Ogni idea, che venga dall'esterno o che sia frutto di una nostra intuizione, viene vagliata e sottoposta al giudizio dei nostri clienti.

Se si rivela interessante ed utile, procediamo con una fase di analisi tecnica, in cui ogni persona del nostro team può apportare il proprio contributo creativo. Una volta soddisfatti del modello teorico, proce-

diamo con lo sviluppo vero e proprio e la scrittura dei componenti. Quando un componente è pronto all'uso viene testato e poi pubblicato sul network.

Da quel momento in poi ogni cliente si aggiorna in completa autonomia, senza nessun intervento da parte nostra o da parte dei clienti. Periodicamente inviamo newsletter che descrivono tutte le innovazioni, le correzioni e gli aggiornamenti pubblicati.

Organizziamo inoltre, presso la nostra sede di Parma, giornate di formazione e divulgazione gratuite mirate a far conoscere le molteplici funzionalità offerte dalla nostra piattaforma; è possibile anche concordare una Demo Interattiva in Remoto.

In queste occasioni non ci sono presentazioni o percorsi predeterminati: ci basiamo su esempi concreti, presi dal mondo reale o suggeriti dai partecipanti.

**P.V.** Come funziona il sistema?

**V.C.** Le funzionalità di questo global system sono davvero tantissime e customizzabili in base alle esigenze più svariate. Ne cito quindi solo alcune tra le più significative e importanti per il lavoro quotidiano dei professionisti della vendita di imbarcazioni: l'utente ha a disposizione un'enciclopedia di tutti i modelli di barche, ricca di descrizioni ed imma-



Schermata 'Gallery' imbarcazioni / Boats "gallery"



gini, grazie alla quale l'inserimento di una nuova barca nel database diventa un'operazione molto semplice e veloce; ogni barca presente nel database può essere pubblicata automaticamente sui portali degli annunci (italiani ed esteri), proiettata sulla vetrina del proprio sito web e presentata nel network a cui partecipano i venditori che utilizzano la piattaforma; le richieste dei clienti, che un venditore non riesce a soddisfare con le proprie barche, vengono combinate automaticamente con l'offerta di barche, aventi le stesse caratteristiche, presentate nel network da altri venditori: chi detiene la relazione con il cliente può così proporre e tramitare la vendita; ovunque ed in ogni istante è possibile monitorare le richieste di quotazione avanzate dai clienti e l'evolversi delle proposte commerciali; la piattaforma acquisisce gli interessi dei clienti, suggerisce ed esegue proposte e campagne promozionali mirate; le email e la corrispondenza vengono prodotte con una semplice operazione; i dati e le informazioni immessi sono immediatamente e selettivamente disponibili ai collaboratori autorizzati; grazie alla tecnologia Google Apps, agenda, rubrica e casella email di Navis.net sono sincronizzate con Outlook e con il telefonino.

**P.V.** Per quando è prevista la presentazione della nuova piattaforma e quali le principali novità?

**G.M.** Navis2 rappresenta per noi un importante investimento al quale lavoriamo con pazienza da quasi tre anni. Si tratta della nuova versione della nostra piattaforma, riscritta partendo da un foglio bianco e basandoci su tutte le tecnologie più innovative presenti sul mercato. Le novità di questa nuova versione sono tantissime e sono frutto dei suggerimenti dei nostri clienti e di nuove tecnologie.

Penso che le più significative siano: la sincronizzazione di tutto il traffico e-mail in entrata ed in uscita dall'azienda fra Navis2 e Microsoft Outlook, Google Mail, iPhone, BlackBerry, Android, Windows Mobile; inoltre, l'interfaccia utente a vettori, che permette di adattare al meglio la visualizzazione su ogni monitor; nuovi strumenti visuali per comporre in modo grafico il layout dell'imbarcazione che viene inserita nel sistema; l'implementazione di Google Wave per la gestione di una componente sociale interattiva fra tutti i nostri clienti e i visitatori dei loro siti internet; la gestione dei video e la creazione di uno strumento grafico che mostra la storia dei passaggi di proprietà di ogni singola imbarcazione. Anche tutta l'infrastruttura centrale è stata rinnovata ed ora risulta ancora più sicura e veloce, per quanto vengano trasmesse molte più informazioni. Nella fase di progettazione di questa nuova versione, abbiamo riservato una cura particolare alla possibilità di personalizzazione di ogni singolo aspetto dell'infrastruttura; in questo modo i nostri clienti più esigenti potranno avere la sicurezza di poter personalizzare ogni aspetto del client, sia da un punto di vista grafico, che di strumenti di gestione, come anche di regole di condivisione degli strumenti e dei dati all'interno del proprio gruppo di lavoro.

**P.V.** Ci parli degli accordi stipulati con i principali siti di brokeraggio e dei vantaggi che ci sono per i vostri clienti in seguito a questi accordi

**V.C.** Uno dei servizi più apprezzati dai clienti è quello di poter gestire con semplicità e flessibilità la pubblicazione degli annunci sui portali di brokeraggio: basta un click nel pannello 'Gestione Pubblicazioni' e la/le barca/e vengono automaticamente pubblicate sui portali con grande ric-

chezza di descrizioni e partecolari. Digibusiness ha stretto accordi con diversi Editor e realizzato il bridge tecnologico per automatizzare la pubblicazione delle barche sui relativi portali e/o riviste nautiche. Non c'è nessun ricarico per il broker in quanto il servizio è compreso nel canone; inoltre, alcuni Editor consentono sconti e facilitazioni a chi pubblica tramite la nostra piattaforma. Attualmente sono disponibili i bridge per pubblicare su: Mondialbroker, PiùBarche, Navis.it, YachtBrokers, Barche.it, BrokerMania, TrovoBarche e saranno omologati entro giugno i bridge sui Portali internazionali BoatShop24, CosasDeBarcos, EYB. Sono in via di definizione accordi per ampliare ulteriormente la possibilità di scelta.

**P.V.** Quali nuove funzionalità sono pensate per il mercato europeo ed internazionale?

**G.M.** Navis2 introduce nuove funzionalità espressamente dedicate al mercato internazionale ed ai player attivi in diversi contesti culturali.

Il nuovo cliente infatti è multilingua e multi valuta, in modo che utenti dello stesso gruppo ma operanti in località geografiche differenti, possano lavorare insieme in modo completamente trasparente, ognuno utilizzando l'interfaccia utente nella propria lingua.

I cambi fra le varie valute sono aggiornati cinque volte al giorno e ogni commento inserito all'interno delle schede anagrafiche o delle imbarcazioni viene automaticamente tradotto e reso disponibile in inglese, francese, tedesco, spagnolo, e russo.

Anche all'atto della stampa di una scheda, o dell'invio della medesima attraverso un messaggio e-mail, è possibile scegliere la lingua nella quale visualizzare la comunicazione. Tutto è stato pensato per dare, da un lato, la possibilità alle aziende più grandi di poter

chronized with Outlook and cellular phone.

**P.V.** When is the presentation of this new platform expected and what about the main novelties?

**G.M.** Navis 2 represents an important investment for us, which we have been working on patiently for nearly three years.

It is the new version of our platform, written again starting from a blank paper and relying on all the most innovative technologies available on the market.

The innovations of this new version are numerous and come from our customers' suggestions as well as from new technologies. I think that the most meaningful of them are the synchronization of all the incoming and outgoing e-mails from the company between Navis2 and Microsoft Outlook, Google Mail, iPhone, BlackBerry, Android, Windows Mobile; in addition, the user vector interface, which allows to adjust at best the visualization on any monitor; new display tools to represent in a graph the boat layout as a system input; the implementation of Google Wave to handle an interactive social component among all the customers and the visitors of their internet websites; the display handling and the creation of a graphic tool showing the background of any boat ownership transfers. Even the entire central infrastructure has been renewed and now it is much safer and quicker although the greater amount of transmitted data. During the designing step of this new version, we focused our attention especially on the possibility to customize every single element of the infrastructure, so that our most demanding customers can be sure to be able to tailor any client function, both from the graphic point of view and of the handling tools as well, but also they can be sure of the tool and data exchange rules within one's own working group.

of our customers' suggestions as well as from new technologies. I think that the most meaningful of them are the synchronization of all the incoming and outgoing e-mails from the company between Navis2 and Microsoft Outlook, Google Mail, iPhone, BlackBerry, Android, Windows Mobile; in addition, the user vector interface, which allows to adjust at best the visualization on any monitor; new display tools to represent in a graph the boat layout as a system input; the implementation of Google Wave to handle an interactive social component among all the customers and the visitors of their internet websites; the display handling and the creation of a graphic tool showing the background of any boat ownership transfers. Even the entire central infrastructure has been renewed and now it is much safer and quicker although the greater amount of transmitted data. During the designing step of this new version, we focused our attention especially on the possibility to customize every single element of the infrastructure, so that our most demanding customers can be sure to be able to tailor any client function, both from the graphic point of view and of the handling tools as well, but also they can be sure of the tool and data exchange rules within one's own working group.

of our customers' suggestions as well as from new technologies. I think that the most meaningful of them are the synchronization of all the incoming and outgoing e-mails from the company between Navis2 and Microsoft Outlook, Google Mail, iPhone, BlackBerry, Android, Windows Mobile; in addition, the user vector interface, which allows to adjust at best the visualization on any monitor; new display tools to represent in a graph the boat layout as a system input; the implementation of Google Wave to handle an interactive social component among all the customers and the visitors of their internet websites; the display handling and the creation of a graphic tool showing the background of any boat ownership transfers. Even the entire central infrastructure has been renewed and now it is much safer and quicker although the greater amount of transmitted data. During the designing step of this new version, we focused our attention especially on the possibility to customize every single element of the infrastructure, so that our most demanding customers can be sure to be able to tailor any client function, both from the graphic point of view and of the handling tools as well, but also they can be sure of the tool and data exchange rules within one's own working group.

**P.V.** Can you speak about the agreements signed with the main brokers' websites and about the benefits for your customers after these agreement?

**V.C.** One of the most appreciated services by customers consists in being able to handle the easiness and flexibility of the advertisements on the brokers' portals. Just by a simple click on the "Publication" panel the boats are automatically published on the portals with a great deal of details and descriptions. Digibusiness signed agreements with various editors and created a technological bridge to automatize the boat publication on the related portals and/or boat magazines. No charges for the broker are required since the service is included in the expected fee; furthermore, some editors grant discounts and facility of payment to those who use the platform for publishing purposes. Currently publication bridges are available in Mondialbroker, PiùBarche, Navis.it, YachtBrokers, Barche.it, BrokerMania, TrovoBarche and bridges have been approved on BoatShop24, CosasDeBarcos and EYB International Portals. Other negotiations are in due course to further enlarge the choice.

**P.V.** Which new functions are expected for the European and International market?

**G.M.** Navis2 has introduced new functions, which have been especially devoted to the International market and to the players working in various cultural contexts. Actually the new customer is polyglot and multi-currency so as the users belonging to the same group but operating in different geographical areas can work together plainly, each of them using the user interface in one's own language. The currency exchange rates are updated five times per day and any



comment added in the names and boats database is immediately translated and spread in English, French, German, Spanish and Russian. Even when a card is printed or sent via e-mail message, one can choose the language of the communication. Everything has been designed on one hand to give larger companies the opportunity to create an International working team with all the offices, working sites and users, irrespective of the geographical area and language, and, on the other, the chance for small brokers and companies which import and sell products, to set their own International relationships through the cooperation with all the companies involved in our network.

**P.V.** How could you describe your marketing philosophy?

**V.C.** Digibusiness is aware to be able to provide boat sellers with a service which has no competitors on the boat market, where, nevertheless some lack of confidence is widespread towards the multimedial tools, due to the trend to less sophisticated and not so integrated tools, for fear of unproductive extra costs. For the above said reasons and taking into account also the current economic difficulties, we offer special economic conditions and facilitated access to allow the boat sellers to decide to rely on this tool. The service price is proportional to the use and it is applied through a three-months fee; the starting operating expenses, usually including the integration activity with the customer's website so as to introduce the boat offer, are divided into more instalments. Digibusiness handles the contemporary start-up of a limited number of customers to guarantee the required support to everyone and favour the data export from the existing sources, the training of the staff directly or indirectly involved in the in marketing

operations and the integration with other working tools (site, portal, media, management systems).

**P.V.** Are there any new project for the future?

**G. M.** The main innovations which we are designing are oriented especially to two directions: new partnership agreements with European portals; new technological tools to be introduced on our platform; new web tools to be offered to the client. Particularly, we are strongly increasing the "social" interaction possibilities, both between various companies involved in the Navis.net network and between the various internet websites visitors (ours and the customers' companies ones). Another important project concerns the charter world, which so far has been partially concerned. The potential is great indeed and it could provide our customers with new and interesting sales opportunities. We have prepared even a three-dimensions interior estimation system prototype, which we'll start proposing to our larger customers, after completing the move phase of all our customers from the current version to the version 2.

Digibusiness s.r.l.

It was established in 2001 after a meeting of well-known professionals in various Information & Communication Technology areas aiming at developing innovative solutions and providing services increasing business and favouring the operational companies' activities. Digibusiness takes part in projects and supplies Information Service consultancy in the insurance and food industry areas, while through Navis.net it leads its own core business: Vincenzo Campanini is the CEO and marketing manager, who was previously Director of an important Information Service Centre, while Gabriele Mendi is the General and R&D Manager of the company.

creare un gruppo di lavoro internazionale contenente tutti i propri uffici, le sedi e gli utenti, indipendentemente da collocazione geografica, lingua o cultura e, dall'altro, l'opportunità ai piccoli broker e alle società che importano e rivendono di creare propri legami internazionali, attraverso la collaborazione con tutte le aziende presenti all'interno del nostro network.

**P.V. Come descriverebbe la vostra strategia commerciale?**

**V.C.** Digibusiness è consapevole di poter fornire a chi vende barche un servizio che non ha concorrenti sul mercato della nautica, dove tuttavia è diffusa una certa diffidenza verso gli strumenti informatici o c'è la tendenza ad utilizzare strumenti grezzi e ben poco integrati, nel timore di dover sostenere dei costi non produttivi. Per i motivi citati e considerando anche la congiuntura sfavorevole, offriamo particolari condizioni economiche e facilitazioni d'accesso per consentire ai venditori di barche di decidere di avvalersi di questo strumento.

Il prezzo del servizio è commisurato all'utilizzo e applicato con un canone trimestrale; le spese di avviamento, che comprendono normalmente

anche l'attività di integrazione con il sito web del cliente al fine di presentare l'offerta di barche, vengono distribuite in più rate. Digibusiness gestisce lo startup contemporaneo di un limitato numero di clienti in modo da poter garantire a tutti il supporto necessario a facilitare la migrazione dei dati da fonti preesistenti, la formazione del personale addetto direttamente o indirettamente alle operazioni commerciali e l'integrazione con altri strumenti di lavoro (sito, portali, media, sistemi gestionali).

**P.V. Quali i nuovi progetti in cantiere?**

**G.M.** Le principali innovazioni che stiamo progettando sono indirizzate principalmente in tre direzioni: nuovi accordi di partnership con portali europei; nuovi strumenti tecnologici da inserire nella nostra piattaforma; nuovi strumenti web da mettere a disposizione dei clienti. In particolare, stiamo moltiplicando in modo radicale le possibilità di interazione 'sociale', sia tra le diverse aziende all'interno del network Navis.net, che tra visitatori dei vari siti internet (i nostri e quelli delle aziende clienti).

Un altro progetto importante

riguarda il mondo del charter, fino a questo punto toccato solo marginalmente.

Il potenziale è davvero grande e potrebbe regalare ai nostri clienti nuove ed interessanti opportunità di vendita.

Abbiamo anche preparato un prototipo di preventivatore di interni tridimensionale, che cominceremo a proporre ai nostri clienti più grandi, una volta esaurita l'impegnativa fase di trasloco di tutti i nostri utenti dalla versione attuale alla versione 2.

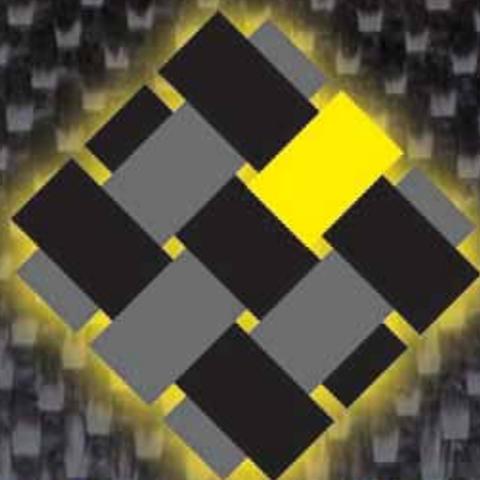
**Digibusiness srl.**

Nasce nel 2001 dall'incontro di figure professionali affermatesi in vari settori dell'Information & Communication Technology, con l'obiettivo di sviluppare soluzioni innovative e fornire servizi per potenziare il business e facilitare le operazioni gestionali delle imprese.

Partecipa a progetti e fornisce servizi di consulenza informatica in ambito assicurativo e nell'industria alimentare, mentre ha in Navis.net il proprio core business; CEO e responsabile commerciale è Vincenzo Campanini, in precedenza Direttore di un importante Centro Servizi di Informatica, mentre General Manager e responsabile Ricerca e Sviluppo è Gabriele Mendi.



Il team / The team



# compositi EXPO-congress

3<sup>a</sup> Mostra Congresso dedicato alle tecnologie dei materiali compositi a matrice polimerica, ceramica e metallica per i settori: automobilismo, motociclismo, nautico e aeronautico.

*3<sup>rd</sup> Exhibition and Congress dedicated to composite material technology with a polymeric, ceramic and metal mould implied in the fields of motoring, motorcycling, nautics and aeronautics.*

**ModenaFiere 13-14 ottobre 2010**

**[www.compositiexpo.it](http://www.compositiexpo.it)**



evento nell'ambito di



Segreteria Organizzativa Evento



BolognaFiereGROUP

**ModenaFiere S.r.l.**  
viale Virgilio, 58/B - 41100 Modena  
tel. 059 848380 - fax 059 848790  
[www.modenafiere.it](http://www.modenafiere.it) - [eventi@modenafiere.it](mailto:eventi@modenafiere.it)

Segreteria Organizzativa  
Area Conferenze



**Associazione Octima** no profit  
via Ponte Nuovo, 26  
20128 Milano  
tel. 02 2563143/2564253  
fax 02 26305621

Segreteria Organizzativa  
Area Espositiva



**CREI S.r.l.**  
via Ponte Nuovo, 26  
20128 Milano  
tel. 02 2563143/2564253  
cell. 348/8265123 - fax 02 26305621



# Consilium traccia la rotta verso la e-Navigation

L'International Maritime Organization (IMO) ha introdotto la e-Navigation, un nuovo concetto che si propone di integrare gli strumenti elettronici di navigazione e i relativi servizi a terra allo scopo di rafforzare la sicurezza della navigazione e supportare le necessità dell'operatore.

La "e-Navigation" viene definita come: "la raccolta armonizzata, l'integrazione, scambio, presentazione ed analisi di informazioni a carattere marittimo, sia a bordo che a terra, mediante mezzi elettronici che migliorino la navigazione e i servizi relativi, per la sicurezza in mare e la protezione dell'ambiente". Si tratta di un sistema aperto che collega i diversi sensori mediante una rete, attraverso la quale si scambiano le informazioni in tempo reale e i risultati dell'elaborazione vengono analizzati e presentati all'operatore per la pianificazione, il controllo e il monitoraggio. Obiettivo della e-Navigation è quello di mettere al centro del processo l'operatore sia di bordo che di terra, in modo che possano disporre di strumenti atti a rendere la navigazione e le comunicazioni più affidabili e semplici da impiegare ed interpretare, attraverso la standardizzazione e semplificazione dei componenti. Con ogni probabilità questo richiederà la ridefinizione dei vari ruoli e responsabilità, coinvolgendo tutti gli attori della "comunità" marittima: personale di bordo, piloti, armatori, organizzazioni per il controllo del traffico marittimo (VTS), autorità portuali, guardie costiere ecc. Non trascurabile sarà l'impatto su aspetti quali l'addestramento e le procedure operative che dovranno essere completamente ripensati. In questo nuovo scenario, i principali produttori di apparecchiature

giocano un ruolo fondamentale e ognuno ha intensificato le attività di ricerca e sviluppo per poter essere pronto ad affrontare questa sfida. Fra i principali costruttori, anche Consilium, azienda genovese, ha deciso di giocare un ruolo, spostando la propria strategia di mercato da un posizionamento nell'area dei singoli prodotti o apparati, verso quella della sistemistica completa. Due recenti e importanti successi hanno coronato gli sforzi di Consilium sia nell'area dei sistemi che dei prodotti. Il primo riguarda l'ordine assegnato da Fincantieri, leader mondiale nel segmento delle navi a elevato contenuto tecnologico, per la progettazione e fornitura del sistema di navigazione per la C. 6123, unità da trasporto di combustibile irraggiato e rifiuti derivanti dallo smantellamento di sommergibili nucleari, per l'armatore russo Atomflot.

Data la tipologia particolare di servizio dell'unità, Fincantieri ha stipulato una serie di requisiti piuttosto stringenti per quanto riguarda la specifica di progetto, e più in dettaglio:

- Facilità d'impiego (ergonomia)
- Elevata affidabilità con degrado controllato in caso di guasto (sicurezza operativa)
- Capacità di funzionamento in condizioni ambientali gravose (l'unità è classificata per navigazione fra i ghiacci)

L'insieme degli apparati comprende: radar banda X, radar banda S, doppia girobussola, solcometro acustico, ecoscandaglio, stazione meteo,

doppio sistema GPS differenziale, ricevitore GLONASS (Global Navigation Satellite System) autopilota, sistema AIS, cartografia elettronica ECDIS, sistema di ricezione sonora, display conning e Voyage Data Recorder (quest'ultimo al momento in opzione). Fra le diverse funzioni disponibili, merita un cenno la funzione di track-keeping automatico che sarà in grado di mantenere automaticamente la rotta prefissata della nave. Un altro significativo successo colto da Consilium riguarda uno degli apparati strategicamente importanti per la "e-Navigation": la cartografia elettronica ECDIS (Electronic Chart Display & Information System), la cui installazione diventerà obbligatoria a bordo di tutte le navi secondo un programma che inizierà nel 2012 per terminare nel 2018 a seconda del tipo e dimensione della nave, secondo quanto stabilito dall'IMO. Consilium è una delle poche aziende in grado di progettare e fornire soluzioni complete nel campo della e-navigazione che vanno dai sistemi di navigazione al monitoraggio del traffico marittimo ed è in grado di supportarli mediante una rete di servizi internazionale.



## Consilium sets the course to e-Navigation

*e-Navigation is a strategic development by IMO (International Maritime Organization) having the aim to integrate electronic navigational tools, in an all-embracing system that will contribute to enhanced navigational safety and support the navigator. Defined as "the harmonised collection, integration, exchange, presentation and analysis of maritime information onboard and ashore by electronic means to enhance berth to berth navigation and related services, for safety and security at sea and protection of the marine environment", e-Navigation is an open system that connects the different navigation sensors into a data network, where information are exchanged in real time, analysed, and displayed to the operator for planning, control and monitoring. e-Navigation has a human-centred design approach to provide the shore operator and the navigator with reliable and user-friendly tools, through high standardization and improved usability of equipment. This will require to redefine roles and responsibilities, getting involved all the players of the "maritime community": crew, pilots, ship-owners, ship operators, VTS (Vessel Traffic System) organizations, Port Authorities, Coast Guard, etc. Training and operational procedures will need to be completely re-designed to meet the new requirements. In this scenario, equipment manufacturers play a strategic role and have increased their R&D activities to be able to meet this challenge. Among them, Consilium has decided to be part of this new strategic development, and has shifted his market positioning from that of stand-alone products supplier to that of system integrator. Two recent orders confirm this: The first is the order awarded by Fincantieri, market leader in the cruise and highly advanced vessels segments, for the design and supply of the navigation system for Hull 6213, a RW & NSF (Radioactive Waste and Nuclear Spent Fuel) carrier ship for the Russian Owner Atomflot. The design specification issued by Fincantieri was based on the following requirements, taking into consideration the vessel operation:*

- Ergonomic design of equipment and workplaces (usability)
- High availability (operational safety) through redundancy and graceful degradation in case of failure
- Capability to operate in harsh environment, in accordance to Class requirement (Russian Register of Shipping)

*The sensors suite includes: X-band radar, S-band radar, double gyrocompass, acoustic log, echosounder, meteo station, double DGPS, GLONASS receiver, AIS, autopilot, ECDIS, sound reception system, conning display and (optional) Voyage Data Recorder. Automatic track keeping function is included.*

*All sensors are type approved by the Classification Society. Another significant success by Consilium is for the Electronic Chart Display System (ECDIS), that will become mandatory onboard all vessels according to a schedule that will start in 2012 and will end in 2018, according to the IMO rules.*

*Consilium is one of the few Companies capable to engineer and deliver complete solutions in the area of e-Navigation ranging from navigation systems to Vessel Traffic Systems, and able to support them through a worldwide service network.*



## A new infusion resin by Airtech

A new infusion resin produced by Airtech, Toolfusion®3 is a two part low viscosity epoxy infusion resin formulated to produce prepreg quality, composite moulds. It has a low initial cure temperature of 49 °C and can be post cured to achieve a high glass transition temperature of 218 °C. Void contents of less than 1% are achievable. It will work in various RTM and VARTM processes. arrangements to produce autoclave quality laminates. Resin infusion process delivers very high quality lam-

inates with low manufacturing costs, no refrigeration costs, no autoclave running costs. Nano technology delivers outstanding toughness & high Tg. (218 °C) for long tool life and reduced life cycle cost. Low viscosity allows infusion of thicker and more complex laminates with fewer resin feed lines. In comparison to metallic tools, Toolfusion® composite tools are lighter weight for easier manual handling and have faster heat up and cool down rates for reduced production costs.

## Nuova resina per infusione Airtech

Una resina epossidica per alte temperature prodotta da Airtech, permette di produrre stampi di alta qualità.

La resina per infusione Toolfusion® 3-High Temperature è stata formulata per produrre

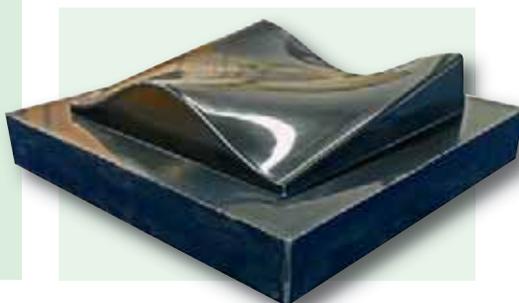
laminati in composito con il livello qualitativo del pre-preg, può essere utilizzata per RTM e VARTM. Ha una bassa temperatura iniziale di polimerizzazione di 49°C e una temperatura di post-cura fino a 218°C.

Il prodotto così ottenuto ha una percentuale di vuoto inferiore al 1%.

Il processo di infusione permette di ridurre i costi di produzione, evitare le spese per la refrigerazione e per

l'autoclave. La nano tecnologia impiegata nella resina produce una eccezionale resistenza e un Tg molto alto (218°C) che portano una lunga durata e costi ridotti dello stampo.

La bassa viscosità permette l'infusione di laminati più spessi e complessi con meno canali per la resina. Al confronto dei prodotti in metallo, gli stampi prodotti con Toolfusion® sono più leggeri e facili da maneggiare, si riscaldano e raffreddano più velocemente permettendo la riduzione dei costi di produzione.



## Rivoluzione nel mercato dell'antincendio: è arrivato l'Aerosol

La Firecom è leader italiano nel settore dell'antincendio ad aerosol. Per il mercato della nautica propone una gamma di sistemi specifici per le piccole imbarcazioni da diporto: Aernaautical, Mare 15 e Mare 30 dedicati alla protezione dei vani motore fino a 30 m<sup>3</sup>.

L'Aerosol FPG Firecom è un estinguente di nuova generazione che agisce per saturazione dell'ambiente senza eliminare l'ossigeno. Non è tossico, non interferisce nella catena di distruzione dell'ozono, non danneggia né apparecchiature elettriche né meccaniche e i residui sono di facile rimozione. L'OCE ha certificato che i file elettronici non vengono danneggiati dal prodotto. I sistemi Firecom si presentano in contenitori in acciaio inox forato. Questo permette l'eliminazione di bombole e ugelli riducendo gli ingombri.

Mare 15 è formato da un erogatore da 500 g e da una unità di controllo per attivazione semi-automatica o automatica con cavo termosensibile. Mare 30 è il sistema più complesso ed è dedicato a imbarcazioni di maggiori dimensioni con capacità estinguente doppia grazie alla presenza di due

erogatori da 500 g. Nel caso del Mare 30 si hanno sia un pannello di controllo sia una unità di gestione che possiede varie funzionalità tra cui un sistema di rilevazione automatico della temperatura per l'attivazione automatica del sistema. L'azienda è l'unica produttrice italiana del compound estinguente aerosol di sali di potassio; la produzione e l'ingegnerizzazione dei sistemi avvengono nello stabilimento di Paliano (Fr). I sistemi sono certificati dal RINA.



## Revolution in aerosol extinguishing generator market



Firecom is the Italian leader on aerosol extinguishing generator market. It has realized a range of systems dedicated to pleasure crafts.

Three nautical systems exist: Aernaautical, Mare15, Mare30. They protect engine room up to 30 m<sup>3</sup>.

Firecom aerosol is a new extinguishing agent that works through room saturation and it doesn't take off oxygen. It is not toxic, does not destroy ozone, does not damage electrical and mechanical equipments and residues are simply removed. OCE has certified that Aerosol does not damage files when exposed to the product.

Firecom systems are made in stainless steel: these means less space occupied.

Mare15 is composed by one aerosol generator of 500 g and one control and panel unit. It's activated in electrical way and, thanks to the possibility to connect a heat sensitive cable, it work in automatic way as well.

Mare30 is the most complete of Firecom systems and it's dedicated to boat with engine room up to 30 m<sup>3</sup>. It's composed by two aerosol generators of 500 g each ones, one Control Unit and one Control Panel. The Control Unit has an automatic temperature detection system built in. It's possible to activate aerosol discharge even if people aren't on board.

Firecom is the only aerosol extinguisher compound producer in Italy. Both compound production and engineering are made on Firecom Italian farm. RINA approved.



# Accordo per la certificazione di un nuovo materiale composito

Sistema Walcon e Consorzio Ferrara Ricerche (CFR) della Facoltà di Ingegneria dei Materiali di Ferrara, hanno siglato un accordo di collaborazione per l'ingegnerizzazione e la certificazione di un nuovo materiale composito denominato Novowood, materiale composito del legno utilizzato per la realizzazione di piani di calpestio in ambiente marino grazie alle sue caratteristiche di alta resistenza e durabilità. Novowood vuole essere un innovativo materiale composito realizzato mediante estrusione di materiali riciclabili al 100% (legno 70%, polietilene 30%) e nasce dalla ricerca continua di nuovi materiali con particolare attenzione all'ambiente. È un prodotto studiato per migliorare le

prestazioni del legno, pur mantenendone tutta l'eleganza e l'aspetto. Le sue proprietà racchiudono l'elevata resistenza fisico-meccanica, la buona stabilità dimensionale, l'ottima resistenza all'invecchiamento, agli agenti atmosferici, ai microrganismi marini, funghi ed insetti. Novowood ha quindi tutte le qualità del legno ma non i suoi difetti.



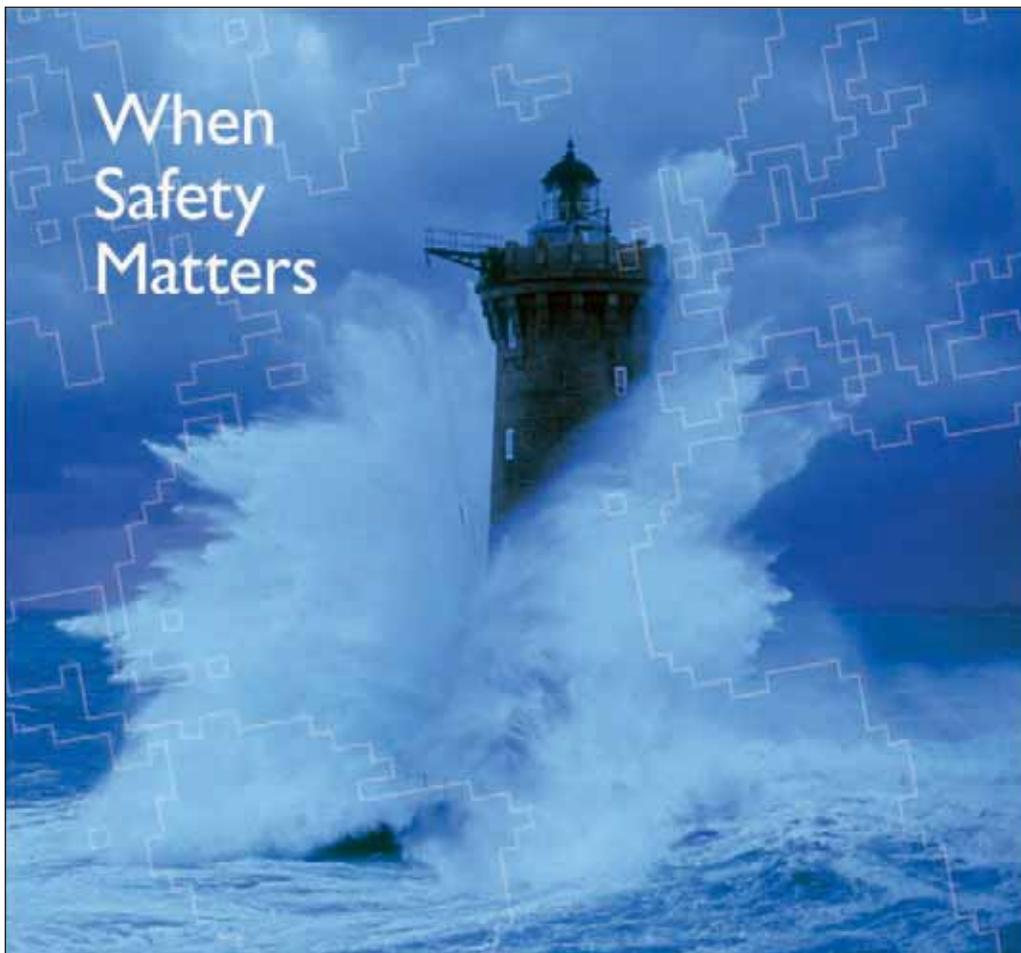
Pontile con piano calpestio in wpc  
Floating pontoon with decking in wood plastic composite (wpc)

## Agreement for the certification of a new composite material

Sistema Walcon and Consorzio Ferrara Ricerche (CFR) of the Faculty of Materials Engineering, City of Ferrara, have signed a cooperation agreement for the engineering and certification a new composite material called Novowood. This wood composite material, characterised by high resistance and durability, can be used for the manufacturing of floating pontoon for the marine industry.

Novowood is a natural fibre composite created with 100% recyclable materials (70% wood and 30% polyethylene) and comes from the continuous search for new materials with special attention to the environment. This product wants to improve the performance of wood while maintaining its elegance and appearance. Its properties are characterised by high physical-mechanical resistance, good dimensional stability,

excellence resistance to aging, atmospheric agents, marine microorganisms, fungi and insects.



### SAL

Speed Logs & Echo Sounders  
VDR  
S-VDR

### Selesmar

ECDIS  
Navigation Radars  
Vessel Traffic Systems

### Salwico

Emission Monitoring System  
Fire Detection Systems  
Gas Detection Systems

Consilium Marine Italy Srl.  
Montagnana (PD) ph: +39 0571 68121  
Genova ph: +39 010 5533900  
Napoli ph: +39 081 5423122  
cm@consilium.it





### A revolutionary product for treatment of bilges and additive in gelcoat

NCT - New Chemical Technology and Nanotech Surface launch a revolutionary product for treatment of bilges and additive in gelcoat for fiberglass product now tested by Gruppo Nautico Italiano. Ecotor Marine is an antibacterial, ionising additive containing micro and nanoparticle salts and minerals in powder form or in aqueous dispersion. It is a mixture of micro and nanoparticle salts and minerals able to create a valid barrier against the adhesion of any organic and inorganic particles.

The surfaces treated with products containing the additive avoid the deposition of the dirt and, under the action of water, they turn out to be self-cleaning and bactericidal by contact.

The essential feature of Ecotor Marine is its capacity to emit electro-negative charges on the surface of the paint and into the surrounding environment in any condition of light. Besides, this product has a very powerful antibacterial effect thanks to the action

of the nanoparticle silver ions which make it up. The ionisation makes the air cleaner and purer whilst the silver substitutes for normal anti-algae, anti-mould products used to purify stagnant waters, that are often toxic. In such a way, the water that is poured into the sea is much cleaner and less dangerous for the sea ecosystem thanks to the absence of classical bactericides.

The unbelievable features of Ecotor Marine are proved by different university certifications concerning its antibacterial effect (Università degli Studi di Urbino; Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia) and are also detectable with special equipments for the detection of ionisation.

It can also be used as an antifermentative and anti-mould in any type of paints and solvent-based varnishes. It's able to block the formation and proliferation of moulds in wet environments and it is therefore indicated for the treatment of any kind of environment having little or no air recirculation.

## Un prodotto rivoluzionario per il trattamento delle sentine navali e per gelcoat

New Chemical Technology e Nanotech Surface presentano Ecotor Marine, un prodotto assolutamente esclusivo per il trattamento delle sentine navali e per il gelcoat testato attualmente dal Gruppo Nautico Italiano. È un additivo antibatterico e ionizzante a base di sali e minerali micro e nano particellari; si trova in dispersione acquosa, in dispersione solvente sintetico, o in polvere. La miscela di sali e minerali, micro e nano particellari di cui è composto il prodotto è in grado di creare una valida barriera antibatterica contro l'adesione di tutte le particelle organiche e inorganiche. Le superfici trattate evitano quindi la deposizione dello sporco e, sotto l'azione dell'acqua, risultano autopulenti e battericide per contatto.

La caratteristica essenziale è la capacità di emettere in ogni condizione di luce cariche elettronegative sulla superficie della pittura e nel mondo circostante. Inoltre Ecotor ha una potentissima

azione antibatterica grazie all'azione degli ioni d'argento nano particellare che lo compongono. La ionizzazione rende l'aria e l'acqua più pulita e più pura, mentre l'argento sostituisce i normali prodotti anti-alga, antimuffa, spesso tossici, che vengono utilizzati per depurare le acque stagnanti.

In questa maniera l'acqua che viene riversata in mare è molto più pulita e meno dannosa per l'ecosistema marino, per l'assenza dei classici battericidi.

Il prodotto è certificato per quanto riguarda l'antibattericità (Università degli Studi di Urbino; Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia).

Il prodotto è in grado di bloccare in maniera permanente la nascita e la proliferazione delle muffe in ambienti umidi, può essere utilizzato anche come antifermentativo e antimuffa in tutti i tipi di pitture e vernici ed è quindi indicato per il trattamento di tutti gli ambienti con poco o nullo ricircolo d'aria.



**AIRTECH**  
ADVANCED MATERIALS GROUP

12 metri di larghezza  
Vacuum Bagging Film  
senza giunzioni!!

**Big Blue Securlon® L-100**

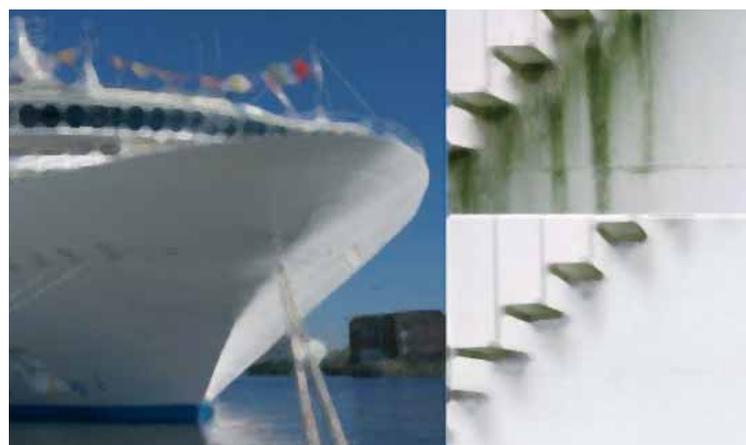
- > Molti altri film disponibili in grandi altezze
- > Molti film che raggiungono svariate temperature
- > Economico

Dal AIRTECH ADVANCED MATERIALS GROUP

**AIRTECH**  
www.airtechonline.com

<b>AIRTECH</b> EUROPE SAS www.airtech.eu	<b>AIRTECH</b> INTERNATIONAL INC. www.airtechonline.com	<b>TYGAVAC</b> ADVANCED MATERIALS LTD www.tygavac.co.uk	<b>AIRTECH</b> ASIA LTD www.airtech.asia
--	---	---	--

More than a manufacturer... a technical partner!





# Adesivo riposizionabile LedaFix

LedaFix è un adesivo a spruzzo riposizionabile di nuova concezione, unico nel suo genere. Il suo principale settore di utilizzo è la produzione di manufatti in composito di matrice poliestere o vinilestere, in particolare mediante le tecnologie dell'infusione e dell'RTM, per il posizionamento a secco dei rinforzi vetrosi e dei materiali d'anima sugli stampi.



Questo adesivo è concepito su materie prime completamente compatibili con tali resine e con i loro monomeri; ciò ha conseguenze estremamente importanti sulle caratteristiche finali del composito realizzato:

- la piena compatibilità con le resine poliestere e vinilestere permette infatti a questo prodotto di venire sciolto dallo stirene e più in generale dai monomeri contenuti nelle resine stesse
- i suoi componenti sono in grado di reagire con le resine stesse, prendendo parte al processo di polimerizzazione e legandosi al network polimerico.

Per questo motivo l'utilizzo del LedaFix non compromette in alcun modo le prestazioni meccaniche del composito realizzato, anche in caso di applicazioni accidentali di un eccesso di adesivo. Al contrario,

i più diffusi prodotti alternativi presenti sul mercato, a causa della loro natura, si pongono come un elemento "estraneo" al film polimerico e possono causare una diminuzione delle forze di adesione interlaminare e quindi una riduzione delle prestazioni meccaniche finali del composito.



## Repositionable adhesive LedaFix

*LedaFix is an unique, new type of repositionable spray adhesive. It is designed for use in the manufacture of items in polyester or vinyl-ester composites, in particular using infusion and RTM technologies, for the dry positioning of glass reinforcement and core materials in moulds.*

*This adhesive is based on raw materials entirely compatible with these resins and with their monomers; this peculiarity has very im-*

*portant consequences for the final characteristics of the finished compound:*

- *the complete compatibility with polyester and vinyl-ester resins permitting the adhesive to be dissolved by the styrene and in general by the monomers contained in the resins*
- *their components are capable of reacting with the resins themselves, becoming part of the polymerization process and binding to the polymer network.*

*As a result, using LedaFix does not in any way compromise the mechanical performance of the compound formed, even in cases of accidental excess adhesive application.*

*In contrast, the most common alternative products on the market, due to their chemical nature, feature as "extraneous" elements in relation to the polymer film and can cause a reduction in the strength of interlaminar adhesion, resulting in a poorer final mechanical performance of the compound.*



## Italvipla presents "Optima": waterproof fabric

*Italvipla introduces for the 2011 season the waterproof fabric called "Optima". Suitable both for exterior and interior use, it is a soft and waterproof fabric, mould and bacteria treated, easy to wash; its price is very good compared to similar acrylic fabrics currently available on the market, and they have nothing to envy in them, indeed. The "Optima" fabric meets all those customers' need to combine the aesthetic properties with maintenance practical operations, comfort and top quality, but also aiming at the best quality/price ratio.*

*"Optima" is available in 64 colours which can be easily matched, also including other smart solid and striped colours combinations.*



# Italvipla presenta "Optima": tessuto impermeabile

Novità Italvipla per la stagione 2011: un tessuto impermeabile adatto per l'arredo sia di esterni che di interni, morbido e impermeabile, trattato contro le muffe e i batteri, facile da lavare e dal prezzo "interessante" se

paragonato agli analoghi tessuti acrilici presenti sul mercato dai quali non ha nulla da invidiare.

"Optima" nasce dall'esigenza di tutti quei clienti che vogliono poter coniugare l'aspetto estetico alla praticità di manutenzione, al confort, e alla qualità richiedendo però anche un giusto rapporto qualità-prezzo.

È disponibile in 64 colori facilmente abbinabili tra loro con eleganti combinazioni di tinte unite e rigate.



## Cartello introduces "Y-POD" for motors by Yanmar Marine

Cartello S.r.l., importer in Italy of the engines by Yanmar, has introduced its new Y-POD transmission, which can be installed on the 80-530 hp engines manufactured by Yanmar. The Y-POD system has been developed by Cartello in cooperation with Yanmar Marine relying on the "Pod" by ZF. The system meets current market requirements showing unique and innovative characteristics which give remarkable benefits over similar products, first of all due to its better weight/power ratio, that is a lower weight at the same power conditions over the competitors, and still with regard to other similar solutions, it can be mounted on more powerful propeller motorizations.

As for the hydrodynamic concept, this type of transmission is much more effective than the shafting which shows some thrust flaws. Actually, it should be remarked how the new propeller supports the directional propeller thrust that shows to be parallel to the longitudinal line of the hull, with the additional benefit of a lower energy dispersion and excellent fuel savings.

The Y-POD structure also features the following technical benefits:

- increase in the max speed rate
- intuitive controls over the boat maneuvering
- lower propeller cavitation
- GPS interface via a software allowing the automatic control of the boat stall
- Much lower noise and vibrations
- Propulsion design decreasing the hydrodynamic resistance with improved performances

Following the starting tests on the water, Cartello has reported a general improvement of the performance (compared with the traditional transmissions) in the 42'-46' boats with a lower consumption rates at the same performance level for 50-54' boats. In any case the planing phase has been sensibly improved. It was confirmed that the Y-POD system, with the same power installation level, can achieve higher performances compared with a traditional shafting with additional benefits in terms of propulsion power and fuel saving. This product commercialization has just started and 4 different models are expected with various motor powers.



## Cartello presenta "Y-POD" per i motori Yanmar Marine

Cartello Srl, azienda importatrice per l'Italia dei motori Yanmar, presenta la nuova trasmissione Y-POD installabile sui motori Yanmar Marine da 380 a 530 hp. Il sistema Y-POD è stato sviluppato dall'azienda Cartello in collaborazione con Yanmar Marine e sfrutta il "Pod" di costruzione ZF. Il sistema risponde alle attuali richieste ed esigenze di mercato ed ha caratteristiche uniche ed innovative che evidenziano notevoli vantaggi rispetto a prodotti analoghi, in primis un migliore rapporto peso/potenza ovvero un

peso più contenuto a parità di potenza rispetto alla concorrenza e, sempre rispetto a soluzioni simili, montaggio su motorizzazioni di maggiore potenza all'elica.

A livello idrodinamico, questa tipologia di trasmissione, risulta molto più efficace della linea d'asse che ha nell'angolo di spinta uno dei suoi punti deboli.

È infatti importante rilevare come la nuova propulsione agevoli la spinta direzionale dell'elica che risulta essere parallela alla linea longitudinale di carena. Il conseguente beneficio conduce quindi ad una minore dispersione di energia con risultati sorprendenti anche nell'ottimizzazione dei consumi. La struttura di Y-POD, si avvantaggia altresì delle seguenti prerogative:

- aumento della velocità massima
- controllo intuitivo nelle fasi di manovra e miglioramento della manovrabilità dello scafo
- riduzione della cavitazione delle eliche
- possibilità di interfacciamento con il GPS tramite software che permette il controllo automatico della posizione di stallo della barca
- riduzione significativa del rumore e delle vibrazioni
- disegno della struttura propulsiva che riduce la resistenza idrodinamica e migliora le prestazioni

Sui primi test effettuati in mare l'azienda Cartello ha registrato, in linea generale, un miglioramento delle performance (rispetto a trasmissioni di tipo tradizionale) su imbarcazioni da 42' a 46' e consumi inferiori a parità di prestazioni su barche da 50' a 54'. In ogni caso la fase di planata è risultata sensibilmente migliorata. È stato comunque verificato che il sistema Y-POD, a parità di potenza installata, è in grado di ottenere performances maggiori rispetto ad una trasmissione in linea d'asse tradizionale con conseguenti vantaggi nello sfruttamento della potenza propulsiva e nella diminuzione dei consumi.

È appena stata avviata la commercializzazione del prodotto che prevede 4 modelli diversi a seconda della potenza dei motori.

## "ECOBOAT"

verniciatore per antivegetative  
senza solventi pericolosi

**ECOBOAT** non emana cattivi odori, non è infiammabile, non volatilizza e non cola. **ECOBOAT** può essere applicato anche in ambienti chiusi perché non è infiammabile e non genera fastidiosi vapori. **ECOBOAT** è formulato con materie prime rigorosamente selezionate esenti COV, di sicuro utilizzo dove sono richieste le massime garanzie di igiene ambientale e di lavoro.



**REVOL ITALIANA**  
di Luca Ferrini  
PRODOTTI TECNO CHIMICI  
PER L'INDUSTRIA

22012 Cernobbio (CO)  
V.le Matteotti, 39  
Tel./ Fax 031 51.11.16  
www.revol-italiana.it  
revolitaliana@tiscali.it

**ECOBOAT** • è applicabile su superfici verticali

**ECOBOAT** • ha una evaporazione molto lenta

**ECOBOAT** • agisce in profondità, anche su strati si alto spessore

**ECOBOAT** • rimane umido a lungo, facilitando l'asportazione, anche dopo diverse ore

**ECOBOAT** • si lava con semplice acqua, evitando l'uso di solventi

**ECOBOAT** • non cola dalle pareti e non scorre via

**ECOBOAT** • non intacca in alcun modo supporti di fondo tipo gel.coat

# Una nuova linea di tappezzerie per i mega yacht

Socovena & Mapla presenta una nuova gamma di prodotti per tappezzerie nautiche di lusso, è un'ampliamento della già vasta gamma dei prodotti Ultrafabrics che tanto successo hanno riscontrato presso i cantieri che producono super yachts. Si tratta di quattro collezioni con goffrature diverse e un vasto assortimento di colori tutti adatti a essere utilizzati all'esterno. Le prerogative dei nuovi articoli sono come sempre, mano soffice e calda, traspirabilità (che significa freschezza e comfort anche sotto il sole), una grande resistenza agli agenti atmosferici, all'abrasione, agli uv e all'idrolisi. Le grandi qualità di UF, i risultati ottenuti negli anni, la disponibilità immediata dell'infinita gamma colori anche per piccoli quantitativi ne fanno un articolo di successo utilizzato dai grandi marchi della cantieristica italiana



(Gruppo Azimut, Fipa, Ab Yacht, Ferretti, Rizzardi, Baja etc.). È nata inoltre la collaborazione commerciale tra T & J Vestor S.p.a, licenziataria del marchio Missoni Home, e Socovena & Mapla S.r.l. per la diffusione dei prodotti Missoni Home nel settore della nautica da diporto.

Questi prodotti, creati appositamente per arredi esterni, hanno caratteristiche tecniche che, unite al fascino dei disegni e dei colori Missoni, ben si prestano all'impiego su imbarcazioni di prestigio. La fibra sintetica è la già collaudata e ben nota "100% solution dyed acrylic" protetta da un finish che la rende idrorepellente e antimacchia, quindi si parla di tessuti idrorepellenti con grande resistenza alle macchie, agli ultravioletti, all'acqua di mare e alle muffe. I disegni e i colori combinati tra loro danno infinite possibilità di creare ambienti luminosi pieni di fascino ed eleganza senza perdere di vista le caratteristiche necessarie che l'ambiente marino richiede.

Già molte barche di pregio "vestono" Missoni, e altre si aggiungeranno presto. Anche la maison Gucci si è rivolta a Socovena & Mapla per la produzione di una linea con il presti-



gioso marchio. Questi prodotti, destinati alla cantieristica, saranno presto utilizzati su alcune barche di pregio. L'azienda ha l'orgoglio di essere stata scelta, per la propria professionalità, esperienza e qualità nei materiali e nei servizi maturate in 35 anni di lavoro nel settore della nautica da diporto.

## New range of products for mega yacht



Socovena & Mapla presents a new range of products for upholsteries addressed to luxury boats. The first is the widening of the already wide range of Ultrafabrics products, that found so many success with super yachts of main shipyards. It deals in four collections with different patterns and a wide range of colors all suitable for outside use.

Features of the new items are the usual ones, soft and warm hand, breathability (that means freshness and comfort under the burning sun), a great endurance to the atmospheric agents, to the abrasion, to the uvs and the hydrolysis. Great qualities of UF products, results reached though the years, the immediate availability of the endless range also for small quantities, make them a successfully articles, used by the best names of the Italian shipyards (Azimut group, Fipa, Ab Yacht, Ferretti, Rizzardi, Baja and so on). The Company, recently signed an agreement for cooperation with T & J Vestor S.p.a, licensee of Missoni Home mark, for diffusion of Missoni Home items in the marine sector. These products specifically designed for outside furniture,

present technical features that, together with the charm of Missoni colors and designs make them well suited for use on luxury boats. The synthetic fiber is the already tested and well-known "100% solution dyed acrylic", protected by a finish that makes it water repellent and stain resistant. Therefore, the fabrics are waterproof and resistant to stains, UV, seawater and mold.

The designs and colors are combined to give endless possibilities to create bright interiors filled with charm and elegance without losing sight of the necessary features that the marine environment requires. Already many fine boats "dress" Missoni, and more will be added soon.

Also Gucci applied to Socovena & Mapla for producing a line with their prestigious brand. These products, for the boat building industry, will soon be used on some luxury boats. The Company is proud to have been selected for its professionalism, experience and quality both in materials and services acquired in 35 years working in the field of yacht construction.

**IL PARTNER DEI PROFESSIONISTI  
NELLA PRODUZIONE DEI MATERIALI COMPOSITI**

Materiali ausiliari per lavorazioni sotto vuoto a temperatura ambiente, in forno e in autoclave

- Film per sacco a vuoto
- Nastri sigillanti
- Nontossuti assorbenti e di ventilazione
- Film distaccanti
- Tessuti peel ply
- Nastri adesivi speciali
- Tessuti teflonati adesivizzati e non adesivizzati
- Accessori per linee del vuoto
- Sacchi riutilizzabili in gomma silconica
- Intensificatori di pressione
- Misuratori di tenuta del vuoto
- Identificatori di perdita ad ultrasuoni
- Materiali ausiliari per infusione
- Reti per infusione
- Prodotti specifici per il trasferimento della resina
- Canalizzazioni speciali a spirale
- Profili in gomma silconica
- Connettori di infusione riutilizzabili
- Materiali accessori specifici per infusione

I materiali sono disponibili a magazzino in Italia per un efficiente servizio alla clientela. Il nostro staff è a disposizione per assistere la clientela nello sviluppo di produzioni in infusione specifiche, dalla dimostrazione dei concetti di base fino all'ingegnerizzazione di produzioni industriali, anche di pezzi complessi e di grosse dimensioni.

**Aerovac Systems Italy srl**  
 Centro direzionale Colleoni, Palazzo Andromeda int. 3  
 via Paracelso, 20 - 20041 Agrate Brianza (MI)  
 tel. 039.6092987 fax 039.6094351  
 info@aerovac.it www.aerovac.it



## Two women entrepreneurs at the leading edge of acoustic and thermal insulation

A Mr. A. Bonafè's article in our journal recently emphasized the need for acoustic and thermal insulation in the nautical industry. (Via Mare 1/1/2010). We wanted to further investigate this issue with a personal visit to the women entrepreneurs who produced the insulation system for engine rooms described in the article as an example of excellence in this sector. ISOL.CA.GI, created few years ago by Carmela Condemi and Giuliana Dell'Omo, operates in Colleferro, at the technology park of the Business Innovation Center (BIC) Lazio. Carmela e Giuliana started this business after more than a decade-long experience in the industry, which provided them with an in-depth know-how, both in the choice of materials and in the manufacturing processes. The company's participation in numerous nautical exhibitions allowed the trade professionals to appreciate the extreme accuracy and quality of its

products, also from an aesthetic perspective: could this be due to the feminine touch of the company's management? The versatility and customization of ISOL.CA.GI's products satisfies the needs of the most demanding clients, both in the nautical and naval sectors, and in various manufacturing industries. During our visit to the company, we found the two ladies very busy at tailoring the insulating mattresses as if they were silver evening dresses (see photo), and we were only able to interview them quite briefly, not just because of organizational reasons related to the nearness of the delivery, but also in order to avoid distracting their attention, focused on the last finishings. We therefore wish Carmela and Giuliana all the best, and hope that the market will recognize more and more the excellence of their products, crediting ISOL.CA.GI as a reliable and timely partner.

# Due imprenditrici all'avanguardia nel settore dell'isolamento termico e acustico

Il recente articolo dell'Arc. Bonafè pubblicato su Via Mare dello scorso Gennaio/Febbraio 2010, sottolineava l'esigenza dell'isolamento termico e acustico nel settore nautico.

Abbiamo voluto approfondire il tema andando a trovare le imprenditrici che hanno prodotto il sistema di isolamento sala macchine di cui l'articolo riportava la fotografia, come esempio di eccellenza nel settore.

L'Isol.Ca.Gi, creata alcuni anni fa da Carmela Condemi e Giuliana Dell'Omo, ha la sede operativa a Colleferro, presso il technology park dell'incubatore BIC (Business Innovation Center) del Lazio.

Carmela e Giuliana hanno avviato questa attività dopo un'esperienza ultradecennale nel settore, grazie alla quale hanno acquisito un approfondito know-how sia nella scelta dei materiali che nella realizzazione dei manufatti. La partecipazione dell'azienda a numerose fiere nautiche ed eventi ha consentito agli operatori del settore di apprezzare l'estrema precisione e cura, anche dal punto di vista estetico, dei prodotti Isol.Ca.Gi: che ciò sia dovuto al fatto che la gestione sia al femminile piuttosto che al maschile?

La versatilità e personalizzazione di questi prodotti ([www.isolcagi.it](http://www.isolcagi.it)) consente di soddisfare le esigenze della clientela più sofisticata, sia in campo nautico e navale, che in quello industriale, in Italia e all'estero.

Nella nostra visita in azienda abbiamo trovato le signore intente a confezionare i materassini coibenti come se fossero argentei abiti da sera e siamo riusciti a in-



Interno della sala macchine di uno yacht  
Inside the engine room

tervistarle soltanto brevemente, non soltanto per motivi organizzativi legati all'imminente scadenza della consegna, ma anche per non sviare la loro attenzione, concentrata sulle ultime rifiniture. Auguriamo quindi a Carmela e Giuliana che l'eccellenza dei loro prodotti venga sempre più riconosciuta dagli operatori del settore, che troveranno in Isol.Ca.Gi un partner affidabile e tempestivo.

## MAS marmi s.n.c

Arredamento nautico marmi leggeri su honey comb  
Lavorazioni artigianali



pietre naturali



04018 Sezze (LT) - via Gattuccia  
Tel. +39.0773.887287 - Fax +39.0773.884069  
[www.masmarmi.it](http://www.masmarmi.it) - e-mail: [mas@masmarmi.it](mailto:mas@masmarmi.it)



# Prodotti a marchio Vitel per applicazioni in ambito nautico

Mydrin, filiale italiana del gruppo Bostik, divisione del gruppo petrolchimico Total, ha ampliato la propria gamma di soluzioni: sono poliesteri lineari saturi, con alto peso molecolare (più del doppio dei gradi di laminazione standard), si presentano in forma amorfa e cristallina e hanno una temperatura di transizione vetrosa variabile - solitamente indicata col simbolo Tg, che rappresenta il valore di temperatura al di sotto della quale un materiale amorfo si comporta da solido vetroso. Alcune caratteristiche contraddistinguono tali soluzioni: i prodotti Vitel® hanno infatti un reattore dedicato per le resine copoliesteri, presentano una pellettizzazione diretta (operazione industriale che consente di ridurre prodotti di consistenza polverulenta in forma sferoidale o cilindrica) e una solvatazione diretta (interazione tra soluto e solvente che porta le singole molecole di soluto disciolto a circondarsi di molecole di solvente). Queste soluzioni vantano numerosi campi di applicazione; dal mondo dei pannelli solari, all'etichettatura, all'applicazione sulle vele delle barche: i prodotti Vitel® si possono infatti applicare su nylon.



## Vitel branded products for applications in marine industry

Mydrin, the Italian branch company of the Bostik group, division of Total petrochemical group, has enlarged its own range of solutions: the high molecule weight saturated linear polyesters (more than twice as the standard lamination rate) are offered in amorphous and crystal form with a variable glass transition temperature (usually referred to as Tg), representing the temperature below which an amorphous material behaves as a glass solids. Some characteristics highlight such solutions: in fact, the Vitel® have a reactor for the copolyester resins, with a direct pelletization (an industrial solution allowing to turn powder products into a spheroidal or cylindrical form) and a direct solvation (interaction between solute and solvent leading to the single dissolved solute molecules to be surrounded by solvent molecules). These solutions boast many application areas, from the solar panel sector, to labelling and boat sail applications: actually, the Vitel® products can be applied on nylon, too.



# I MIGLIORI

nomi della nautica



La tecnologia Lectra:  
una risposta all'avanguardia per il controllo di costi, qualità e produzione

  
 Create

  
 Sviluppare

  
 Produrre

  
 Ottimizzare

[lectra.com](http://lectra.com)



# Consorzio Export Nautico

*Amici Atos*

FURNISHINGS, ACCESSORIES, FITTINGS AND FINISHINGS  
IN FINE WOODS FOR YACHTS AND MEGA-YACHTS  
[www.amiciatos.com](http://www.amiciatos.com)

*bamar*

FURLERS, HYDRAULICS  
& DECK EQUIPMENT FOR S/Y  
[www.bamar.it](http://www.bamar.it) | [www.rollgen.com](http://www.rollgen.com)

*Biesse Sistemi*

ELECTRICAL SYSTEMS,  
SWITCHBOARDS & AUTOMATION  
[www.biesse sistemi.it](http://www.biesse sistemi.it)

*CARNEVALI*  
CANTIERI NAUTICI

MOTORYACHTS  
[www.carnevaliyachts.com](http://www.carnevaliyachts.com)

*CEL*

HONEYCOMBS, FOAMS,  
LAMINATES, SANDWICH PANELS  
[www.cel.eu](http://www.cel.eu)

*ESSEL*  
FONDERIA

BRASS FITTINGS AND NAUTICAL ITEMS  
[www.esselmarine.it](http://www.esselmarine.it)

*FARAONI*

ACRYLIC SHEETS  
AND POLYCARBONATE COMPLEMENTS  
[www.dittafaraoni.it](http://www.dittafaraoni.it)

*PELOSATO*  
FASTENERS

ALL KIND OF PLASTIC AND METALLIC QUICK FASTENERS  
[www.fastenerspelosato.com](http://www.fastenerspelosato.com)

*FOCCHI*

MANUFACTURE AND REPAIR OF PNEUMATIC BOATS  
[www.focchi.com](http://www.focchi.com)

*MARTINI*  
Costruzioni Nautiche

PEDAL AND OAR LIFE-SAVING BOATS  
[www.martininautica.com](http://www.martininautica.com)

*SOLERI*  
Composites

SAIL BOATS COMPOSITES SYSTEM  
[www.soleri.it](http://www.soleri.it)

*TREM*

PLEASURE MARINE ACCESSORIES  
[www.trem.net](http://www.trem.net)

*Consorzio Export Nautico*

viale I.C. Farini, 14 - c/o C.C.I.A.A.  
48121 Ravenna - Italy  
Ph. - Fax +39 0544 36289  
[info@nauticaexport.it](mailto:info@nauticaexport.it)  
[www.nauticaexport.it](http://www.nauticaexport.it)

Regione Emilia-Romagna

## Nuovo sistema Verind di dosaggio e miscelazione

Verind da anni assicura un reale vantaggio competitivo del processo applicativo e progetta soluzioni tecnologiche avanzate per apparecchiature ed ecotecnologie specifiche per processi di verniciatura e rivestimento di superfici, quali compositi, metallo, plastica, legno, ceramica. In occasione del Salone Nautico di Genova, l'azienda presenta "EcoBell", una tecnologia di spruzzatura automatica con coppa altorotante, di grandi prestazioni in termini di efficienza di trasferimento, distensione della vernice, consumo. Fra le caratteri-

stiche tecniche ricordiamo l'alta portata della vernice, il tempo ciclo ridotto, la compatibilità con vernici a base solvente e all'acqua e il sistema di controllo portata in automatico. MixVer è un'apparecchiatura elettronica per il dosaggio e la miscelazione di vernici poliuretaniche, epossidiche, idrosolubili, a solvente, le cui caratteristiche tecniche sono la tecnologia a valvole di iniezione in combinazione con flussimetri, il controllo con tecnologia ad iniezione per la vernice e per il catalizzatore, l'idoneità per tutti i campi di pressione fino a 200 bar e un range delle portate fino a 6000 ml/Min. MixVer è dotato di flussimetri Coriolis con doppio circuito di lavaggio, la migliore tecnologia di misurazione e dosaggio per vernici bicomponenti disponibile sul mercato.



### New mixing and spray eco bell systems by Verind

Since years Verind guarantees a great competitive benefit of the application process, designing advanced technological solutions by integrating know-how, industrial system engineering, specific ecotechnological equipments for surface painting and coating processes such as composites, metal, plastics, wood and ceramics. In the occasion of the Genoa Boat Show the Company presents Eco Bell, a spraying technology with high-rotating cup and high performance in terms of transport efficiency, paint flow and consumption rates.

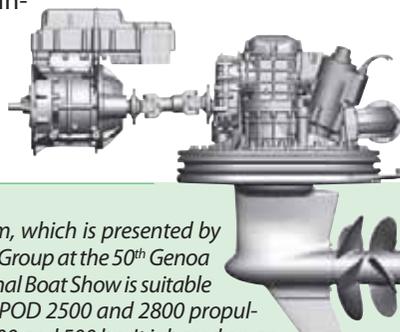
Among its technical features there are: high flow rate product, low cycle time, the compatibility with solventborne and waterborne products and the au-



tomatic flow control system. MixVer is an electronic equipment for polyurethane, epoxy, waterborne and solventborne varnish dosing and mixing purpose. Its technical features are: injection valve technology combined with flowmeters, injection technology control for varnish and catalyst, the suitability for all pressure range, up to 200 bar and a flow range up to 6000 ml/Min. MixVer is provided with Coriolis washing dual circuit flowmeters, the best measuring and dosing technology for two-packed varnishes, currently available on the market.

# Un nuovo sistema di propulsione ibrida

Un nuovo sistema di propulsione ibrida presentato da ZF Marine Group, che consente alle imbarcazioni a motore da 30 a 50 piedi di manovrare e navigare in silenzio e senza emissioni gassose, utilizzando la propulsione elettrica. Il sistema, che viene presentato al 50° Salone Nautico Internazionale di Genova, è applicato alle propulsioni ZF POD 2500 e 2800, destinate a motori di potenza compresa tra 300 e 500 cv. Si compone di un giunto elastico, di una frizione idraulica e di un motore-generatore installato fra il diesel e la trasmissione pod drive. La propulsione ibrida viene introdotta anche sulle imbarcazioni a motore. Il progetto segue quello realizzato per le propulsioni sail drive delle imbarcazioni a vela. Il modulo ibrido parallelo può essere utilizzato anche con i tradizionali sistemi di trasmissione in linea d'asse, collegandolo direttamente con l'invertitore ZF Marine, così è possibile navigare, con il motore diesel, oppure in modalità elettrica, impiegando la corrente della batteria. Durante le manovre, il motore elettrico è in grado di erogare fino a 35 kW, mentre in crociera la potenza è limitata elettronicamente, per consentirne l'uso per un periodo di tempo prolungato, con un'autonomia di diverse ore, secondo la capacità del pacco di accumulatori. La batteria del sistema, specificatamente progettata per l'ambiente marino, è agli ioni di litio ed eroga una tensione di 500 Volt; si tratta di un prodotto di alte prestazioni e lunga durata e dopo 2.700 cicli di carica/scarica possiede ancora l'80% della sua capacità. L'impianto elettrico di bordo è gestito dall'unità "Power Electronics" che fornisce l'alimentazione al motore elettrico, agli apparecchi di bordo a 220/110 Vca e alla strumentazione a 12/24 Vcc. La medesima centralina si occupa anche della ricarica delle batterie che può avvenire tramite il motore diesel o la rete di terra. Il "cervello" dell'impianto è la "Vessel Management Unit (VMU)", che coordina costantemente tutte le attività dispensando il comandante da qualsiasi compito. Il "Parallel Hybrid System" e i nuovi ZF POD 2500/2800 offrono nell'insieme un sistema di manovra di impareggiabile efficienza e precisione, nonché di assoluto comfort grazie all'assenza di rumori, vibrazioni ed emissioni durante il funzionamento con il motore elettrico.



## The new hybrid propulsion system

*This system, which is presented by ZF Marine Group at the 50<sup>th</sup> Genoa International Boat Show is suitable for the ZF POD 2500 and 2800 propul-*

*sions for motors featuring a power ranging from 300 and 500 hp. It is based on an elastic joint, a hydraulic clutch as well as on a motor-generator which is installed between the diesel and the pod drive gear box. The hybrid propulsion is mounted also on motor-boats. This project comes after the one for the sail drive propulsions of sail boats. The parallel hybrid module can be used even with the conventional shafting systems, connecting it directly to the ZF Marine reverser, thus allowing to sail either by the diesel motor or by the electric mode, using the battery power. While steering, the electric engine can supply up to 35 kW, whereas during cruising the power is limited electronically, so as to use it for a long time, with some hours endurance and according to the capability of the storage battery pack. The system battery, specifically designed for marine environments, is ion lithium based and it supplies a 500 Volt tension; it is a high performance and durability product, and after 2,700 charge/discharge cycle it still shows 80% of its capacity. The onboard electric plant is handled by the "Power Electronic" unit which supplies power to the electric engine, to the onboard equipments at 220/110 Vca as well as to the instrument systems at 12/24 Vcc. The same gearcase is responsible for the batteries recharge which can take place either through the diesel engine or the earthed system. The "brain" of the plant is the "Vessel Management Unit (VMU)", which steadily coordinates all the activities, dispensing the captain from any tasks. The "Parallel Hybrid System" and the new ZF POD 2500/2800 give a complete and high performance steering system, which is also highly comfortable since it is noiseless, with no vibrations and emissions while it is working, powered by the electric engine.*



**SAERTEX®**  
Reinforcing Your Ideas!

## Setting course to innovation.

MULTIAXIALS  
CLOSED MOULD REINFORCEMENTS  
SELF ADHESIVE FABRICS  
KITTED-FABRICS  
PREFORMS  
COMPOSITE PARTS

WIND ENERGY  
**BOAT AND SHIPBUILDING** □  
RAILWAY  
AUTOMOTIVE  
AEROSPACE  
PIPE RELINING  
CIVIL ENGINEERING  
RECREATION

[www.saertex.com](http://www.saertex.com)

SAERTEX worldwide

SAERTEX Germany  
E-Mail: [info@saertex.com](mailto:info@saertex.com)

SAERTEX Stade, Germany  
E-Mail: [info.stade@saertex.com](mailto:info.stade@saertex.com)

SAERTEX France  
E-Mail: [info.france@saertex.com](mailto:info.france@saertex.com)

SAERTEX Portugal  
E-Mail: [info.portugal@saertex.com](mailto:info.portugal@saertex.com)

SAERTEX USA  
E-Mail: [info.usa@saertex.com](mailto:info.usa@saertex.com)

SAERTEX South Africa  
E-Mail: [info.rsa@saertex.com](mailto:info.rsa@saertex.com)

SAERTEX India  
E-Mail: [info.india@saertex.com](mailto:info.india@saertex.com)

SAERTEX China  
E-Mail: [info.china@saertex.com](mailto:info.china@saertex.com)



## When light becomes a player

With its great care of the details, which should harmonize with all that is found in the surrounding area, to give an original, stylish and perfect solution as for durability and strength, Foresti & Suardi has further enlarged its offer becoming the exclusive distributor of L&S, the leading manufacturer of furniture lighting, concerned with innovation through the use of new light sources such as LEDs and energy saving efficient solutions, strictly related to the recent environmental laws. Within the wide Starlight range of products, the "Starlight for furniture" gamut is a line of products which has been designed to meet any lighting applications for furniture interiors and for any type of boat. There are several light ac-

cessories for interior and exterior applications on kitchen furniture, lounges, cabins, and bathroom items. "Star light for furniture" also includes aluminium bars with LED for built in or bearing shelves, for hanging applications, cupboards interiors and drawers; linear spots with touch switches; under-wall and shelves spots and flexible LED strips. Infrared optical sensors for switching on-off operations, integrated switches to turn the light on by a "simple touch", modern design and minimized volumes make all these products a benchmark of this sector market. So the light becomes a player, highlighting materials and colours, changing the perception of space and totally merging with the desired furniture item.

## La luce diventa protagonista

Da sempre attenta al valore del dettaglio, che deve in primis armonizzarsi con ciò che lo circonda, per poi conferire carattere, originalità ed essere, infine, una soluzione perfetta per durabilità e resistenza, Foresti & Suardi ha arricchito ulteriormente la propria offerta divenendo distributore esclusivo della L&S, azienda leader nell'illuminazione del mobile impegnata sul fronte dell'innovazione con l'utilizzo di nuove fonti luminose come il LED, soluzioni avanzate per efficienza e risparmio energetico, argomento sempre più legato alla tutela dell'ambiente. Nell'ampia offerta "Starlight" si trova starligh for furniture, una linea pensata per rispondere a

tutte le possibili applicazioni di illuminazione per interno mobili su ogni tipologia di imbarcazioni, che annovera parecchi accessori luminosi per applicazione interna ed esterna nei mobili da cucina, nei saloni, nelle cabine, nei mobili bagno. Fanno dunque parte di "starlight for furniture" barre in alluminio con LED per mensole da incasso e appoggio, per applicazioni in pensili, interno mobili e cassetti; spot lineari con interruttore touch; spot sottopensile e sottomensole; strip LED flessibili. Sensori ottici a infrarossi per accensione e spegnimento, interruttori integrati che accendono la lampada con un semplice tocco, design contem-



poraneo e ingombri ridotti al minimo rendono questi prodotti un punto di riferimento del mercato di settore. La luce diventa così protagonista, valorizzando materiali e colori, cambiando la percezione dello spazio e integrandosi perfettamente con l'elemento d'arredo desiderato.



- ✓ Revisioni e ricostruzioni motori marini
- ✓ Sala prova certificata omologata fino a 300 CV
- ✓ Vendita motori e gruppi elettrogeni
- ✓ Usato revisionato e garantito
- ✓ Costruzione gruppi lampara
- ✓ Accessori ricambi



**QUALITÀ E SERVIZIO GARANTITO**

### Nencini Marine

Via dell'Artigianato, 16/16A 57021 - Venturina (LI)  
Tel. 0565855366 - Fax 0565855638 - info@nencinimarine.com

[www.nencinimarine.com](http://www.nencinimarine.com)



## Una passerella in carbonio



Italian Composite, azienda di Bassano del Grappa, ha recentemente introdotto sul mercato una nuova passerella in carbonio denominata Carbon Bridge. Si tratta di una struttura monolitica realizzata interamente in fibra di carbonio utilizzando attrezzature altamente tecnologiche e i metodi di lavorazione più avanzati. La passerella è richiudibile e una volta riposta nell'apposita sacca può essere facilmente stoccata in un minimo spazio. È stata progettata per essere utilizzata con facilità da chiunque: la sua leggerezza garantisce infatti un'elevata maneggevolezza; con un peso poco superiore ai 6 Kg ha una struttura che supporta un carico 40 volte superiore. L'estetica semplice e lineare, la linea filante e i colori alla moda, l'attenta cura dei dettagli la rendono un oggetto unico ed esclusivo. La cerniera è realizzata totalmente in unidirezionale di carbonio, le ruote gommate sono supportate da staffe realizzate interamente in fibra di carbonio fissate con perni in acciaio Inox 316.



### A carbon based gangway

*Italian Composite, a company located in Bassano del Grappa, has recently launched on the market a new carbon based gangway, called Carbon Bridge. It is a monolithic structure which is totally based on carbon fibre, using highly advanced equipments and working methods.*

*The gangway can be closed all the time it is needed, and once it has been placed in the bag it can be stored easily and in a very small space.*

*It has been designed to be used easily by everybody, in fact, its low weight allows great handling capabilities and, with its a little more than 6 Kg weight, its structure can bear a 40 time higher load. The simple, regular and streamlined shape, as well as its fashionable colours and great care of details make it a unique and exclusive object. The hinge is totally based on carbon unidirectional material and the rubberized wheels are supported by carbon based brackets being fixed using inox steel 316 pins.*

## Tv in ogni momento

Glomex presenta una nuova versione delle antenne TV satellitari Venus, Saturn e Mars. Identiche alle precedenti per dimensioni, mostrano innovazioni hardware e software: un nuovo disco parabolico con LNB flangiato e un nuovo software di ricerca del segnale, per vedere la TV in ogni momento e compensare le perdite di qualità dovute al moltiplicarsi dei satelliti in orbita e alle trasmissioni sulle stesse frequenze.



### Tv in any moment

*Glomex presents a new version of the satellite TV antennas Venus, Saturn and Mars. Identical to the previous ones in size, they show hardware and software innovations: a new dish with flanged LNB and a new automatic tracking software, to watch TV in any moment and to offset quality losses due to the proliferation of satellites in orbit and transmissions on the same frequencies.*

# LEDA

Leda Industrie ricerca l'eccellenza e costantemente propone prodotti nuovi che risolvono problemi agli utilizzatori

L'ultimo nato è uno straordinario prodotto per i fissaggi temporanei

## LED AFIX

### Adesivo Temporaneo

Mai più rischi di delaminazione



Utilizzabile con resine Poliesteri, Vinilesteri ed Epossidici.

Disponibile sia in aerosol da 500 ml che sfuso in confezioni da 5 kg e 200 kg per quanti vogliono evitare il costo di smaltimento delle bombole.

Facilmente spruzzabile.

Colorato, per facilitarne il corretto utilizzo.



Scopri tutti i prodotti per i materiali compositi che Leda produce e distribuisce nel sito

[www.leda.it](http://www.leda.it)

Leda Industrie S.r.l. - Via Copernico 2/4 41015 Nonantola (MO) - Italia  
E-mail [info@leda.it](mailto:info@leda.it) Tel. +39 059 894911 Fax +39 059 894941



## Nuova vernice trasparente e protezione UV

Cecchi Gustavo & C. dopo la versione bianca e grigia, a completare la gamma Deco-Deck presenta una vernice trasparente poliuretana semilucida, elastica e traspirante per legno e coperte con problemi d'infiltrazioni. È a base acqua, impermeabile e traspirante sino a oltre 9 g di acqua per m<sup>2</sup> ogni 24 h, facilmente applicabile su legni esposti alle intemperie e all'ambiente salino, molto resistente al calpestio e con

funzione antiscivolo quando correttamente aditivata con antiskid powder. C-Systems UV Protection è un ulteriore passo avanti dell'ampia gamma della linea epossidica C-Systems. È resistente ai raggi UV, è privo di solventi e assicura ottima lucentezza e facilità di creare spessore protettivo. Da impiegare a temperature superiori a 15°C, protegge le finiture in carbonio a vista, legni a vista, vetroresina e altre superfici.

Si possono applicare più mani nella stessa giornata ed è idoneo anche per incollare, riparare, laminare e in tutti i lavori in cui si usa anche il 10 10 CFS. Un'ulteriore protezione con le vernici della linea Spinnaker o specificatamente Spinnaker Polyurethane 2 componenti darà la migliore protezione assoluta nel tempo.



### New UV-resistant clear varnish

After launching the white and grey versions, Cecchi Gustavo & C. have completed the Deco-Deck range introducing a clear polyurethane semi-glossy, elastic and transpiring varnish for wood and decks undergoing seepage occurrences. It is waterborne, water-proof and transpiring up to over 9 g water/m<sup>2</sup> for 24 h time and it can be applied easily on wood exposed to weathering

agents and sea environments, but it is also mar resistant with antiskid properties when it is treated with proper additives and with an antiskid powder. C-Systems UV Protection is a further step forward of the wide range of the C-Systems epoxy line of products. It is UV resistant, solvent free and it provides an excellent gloss and protective thickness. To be used at a temperature higher than 15°C, it protects decorative carbon finishes, wood, glassfibre and other surfaces. More than one coating can be applied throughout one day and it is suitable even for bonding,

repairing, laminating operations and for all those applications which are based on the use of the 10 10 CFS.

An additional protection performance provided by the Spinnaker line varnishes or, better to say, the 2-packed Spinnaker Polyurethane product, gives the best results over



# DUALSCOPE® MP0R

# Fischer®

## Misure precise - in tutte le posizioni

### Perfette misure di spessore del rivestimento

Il DUALSCOPE® MP0R non è solamente uno dei più piccoli apparecchi elettronici di misura dello spessore, ma è anche il primo con:

- due display\* LCD retroilluminati - un ampio display frontale e un display superiore - per una lettura delle misure dello spessore di rivestimento sicura e affidabile in tutte le posizioni,
- radio trasmettitore integrato standard per il trasferimento delle misure online o offline direttamente a un computer, fino a una distanza di 10-20 metri.



Il DUALSCOPE® MP0R misura lo spessore di

- vernice, plastica, ossidazione anodica su tutti i materiali non magnetici come alluminio, rame, bronzo o acciai inox secondo il metodo delle correnti parassite secondo la norma DIN EN ISO 2360,
- zinco, cromo, rame, vernice, plastica, su substrati ferro magnetici utilizzando il metodo magnetico secondo la norma DIN EN ISO 2178.

Lo strumento riconosce automaticamente il materiale di base e seleziona il metodo di misura adeguato.

\*in attesa di brevetto

**Helmut Fischer S.r.l.**, Tecnica di misura - 20128 Milano, Italy  
Tel. (+39) 02 255 26 26 - Fax (+39) 02 257 00 39 - E-Mail: italy@helmutfischer.com

P



## F&B Yachting launches the exclusive Delta Voiles sails

Delta Voiles is one of the leading French manufacturers of sails all over the world and it is well known to have been always in the forefront of the Research & Development progress and of new products.

From the 50<sup>th</sup> edition of the Genoa International Boat Show the company will introduce its products in Italy with F&B Yachting which will market its top quality brand.

The lines of products on offer are as follows:

- **Deltacruising**, with its best solutions for yachting cruising programmes. Designed by cruise sailors, this line of products consists of very fast, easy-to-use and sturdy sails.

- **Deltaracing**, as the most technologically advanced solutions for those who want high performance racing products. Designed for racing crafts performance levels, these regatta sails are first of all fast, featuring the greatest care for details.

All the Delta Voiles sails are customized and with the numerous solutions on offer, we can meet any need and sailing requirements. The deltacruising range includes:

**Cruising spanker and furling genoa jibs** - Sails designed with the greatest care for details and for smart innovations so as to make them more and more easy-to-handle and powerful.

They are available in various cuts and fabrics:

- **cross cut** where the clothes are perpendicular to the after leech

- **polyester** - the weft yarns are reinforced for after-leech stress resistance

- **multiaxial Flex taffetas** - the yarns are oriented over 6 axes to provide the stress resistance from all directions and to stabilize the shape.

**Triradiale** - It is the ideal cut to match the fibre direction

and the stresses direction. It is possible to use a different basic weight in grams according to the stressed areas.

- **polyester laminate** - it guarantees stability whatever muzzling is required

- **hydranet radiale** - with spectra it offers shape stability for a higher sail durability

**Membrana** - it dampens the stresses for a greater shape stability and for weight savings.

- **Exxeltech carbon/kevlar® tafetas**. The carbon/kevlar® composite is suitable for boats up to 15 mt long.

- **Exxeltech dyneema/cruising class gamut**. The dyneema SK78® is used for larger boats.

**Trinchette** is for larger boats, 13 mt long.

They provide a properly cut sail for sailing at near gale conditions and the sail middle plane is closer to the stern.

### CUTS AND FABRICS

**Cross cut** - the clothes are perpendicular to the after leech: it is available in polyester and multiaxial fabrics Flex taffetas

**Triradiale** - It is the ideal cut to match the fibre direction and the stresses direction. It is possible to use a different basic weight in grams according to the stressed areas. Hydranet is suitable for 15 mt larger boats.

### THE HIGH SPEED SAILS

#### Code 0

It is a sort of large genoa jib based on a low weight fabric, mounted on a "frullone", it is handled from the cockpit. Its surface ranges from 150 to 200% cover

**Gennaker asymmetric spinnaker**. It is a powerful asymmetric sail which is fixed on the right hand tack.

# La F&B Yachting propone in esclusiva le vele Delta Voiles



La Delta Voiles è una delle più importanti velerie francesi, ed è nota per essere sempre all'avanguardia nella ricerca e nelle proposte.

Dal 50° Salone Nautico Internazionale di Genova sarà finalmente presente in Italia attraverso la F&B Yachting che ne commercializzerà il marchio di qualità. Saranno due le linee di prodotti:

- **deltacruising**, con le migliori soluzioni per realizzare programmi di crociera.

Disegnate e pensate da esperti croceristi, questa linea presenta vele anzitutto veloci, facili e resistenti.

- **deltaracing**, con le soluzioni più avanzate per chi ha aspirazioni agonistiche, disegnate e pensate per la competizione, queste vele da regata sono prima di tutto veloci ed estremamente curate.

Tutte le vele deltavoiles sono realizzate su misura e, grazie ad una elevata molteplicità di proposte, sono in grado di offrire soluzioni per ogni esigenza e stile di navigazione.

Nella gamma deltacruising si trovano: **Rande Cruising e Genoa Avvolgibili**, vele costruite con una enorme attenzione sia ai particolari, sia a quelle innovazioni intelligenti capaci di renderle sempre più maneggevoli e potenti, disponibili in diversi tagli e tessuti:

- **cross cut** i ferzi sono perpendicolari alla balumina

- poliestere; i fili della trama sono rinforzati per resistere alla tensione della balumina.

- **multiaxial Flex taffetas**; i fili sono orientati su 6 assi in modo da resistere alle sollecitazioni derivanti da tutte le direzioni e stabilizzare la forma.

- **Triradiale** è il taglio ideale per allineare la direzione delle fibre a quelle degli sforzi.

È possibile usare grammature differenti a seconda delle zone di sforzo.

- **laminato poliestere**; garantisce stabilità qualsiasi sia il grado di riduzione.

- **hydranet radiale**; con spectra offre una stabilità di forma e aumenta la longevità della



Randa in carbonio della linea Deltaracing  
Carbon based spanker belonging to the Deltaracing line

vela.

- **Membrana**, riprende gli sforzi, permette di aumentare la stabilità di forma e guadagnare sul peso.

- **Exxeltech carbonio/kevlar® taffetas** il composito kevlar®/carbonio adatto per barche fino a 15 metri.



- Exxeltech dyneema (gamma cruisingclass) il dyneema SK78® utilizzato per le imbarcazioni più grandi. Le **Trinchette** destinate a barche più grandi di 13 metri di lunghezza permettono di avere una vela realmente tagliata per navigare con vento forte ed il centro velico più spostato verso poppa.

**TAGLI E TESSUTI**

- **Cross cut** i ferzi sono perpendicolari alla balumina: disponibile in tessuti poliesteri e multiaxial Flex taffetas  
 - **Triradiale**, è il taglio ideale per allineare la direzione delle fibre a quelle degli sforzi. È possibile usare grammature differenti a seconda delle zone di sforzo. L'hydranet è consigliato per barche superiori ai 15 metri.

**LE VELE PORTANTI**

- **Code 0** una sorta di grande genoa con tessuto leggero, montato su "frullone", si manovra dal pozzetto. La sua superficie varia dal 150 al 200% di copertura.  
 - **Gennaker - Spi asimmetrico** Vela asimmetrica potente che si mura al dritto di prua. Il suo taglio particolare le permette di scendere al vento anche in andature molto larghe.  
 - **Code D:** novità 2010 Vela ibrida fra il Code 0 e lo spi asimmetrico. La sua caduta prodiera su "frullone" è simile a quella di un gennaker. In nylon, è una vela molto potente e polivalente. Nella gamma deltaracine è possibile trovare:  
 - **Rande Racing e Genoa Racing** disegnate per ottenere la massima portanza nella più bassa unità di tempo possibile e allo stesso tempo il minimo freno con venti importanti. Le balumine sono molto piatte e la caduta prodiera è calcolata per permettere un appiattimento appropriato alla



Code 0 della linea Deltacruising  
Code 0 belonging to the Deltacruising line

pressione del vento. I genoa si suddividono in "senza sovrapposizione" (fino al 100%) e "con sovrapposizione".  
 Tagli e tessuti:  
 - poliesteri - Sempre molto efficace su piccoli monotipi, questa soluzione ha un ottimo rapporto prezzo/efficacia. Queste vele devono essere sistematicamente arrotolate per evitare che il tessuto si deteriori.  
 - Multiaxial Flex - tutte le sollecitazioni sono riprese grazie ai filamenti orientati su 6 assi, qualunque sia la regolazione o l'andatura. Incollata con un sistema ad ultrasuoni (Q bond) le giunzioni sono perfette. È la soluzione imprescindibile per le vele strette.  
 - Triradiale Con Kevlar; è il taglio ideale per allineare la direzione delle fibre a quelle degli sforzi. È possibile usare grammature differenti a seconda delle zone di sforzo.  
 - Membrana; riprende gli sforzi, permette di aumentare la stabilità di forma e guadagnare sul peso.  
 - Exxeltech carbonio/kevlar è la soluzione perfetta per barche fino a 40 piedi.  
 - Exxeltech carbonio è ancora più stabile nella forma.

**I SOLENT**

Sono delle vele sottili (alte e strette), una sorta di fiocchi da vento sostenuto, con grasso avanzato in maniera da garantire il massimo della potenza e il minimo "traino". Possono essere terzarolabili!

**LE VELE DA CATTIVO TEMPO**

Sono delle vele sottili (alte e strette), con tessuto ad alta grammatura, con grasso avanzato in maniera da garantire il massimo della potenza e il minimo "traino" in condizioni di vento forte.

**I TAGLI**

- **Cross cut** (solo genoa senza sovrapposizione). Con multiaxial Flex - Tutte le sollecitazioni sono riprese grazie ai filamenti orientati su 6 assi, qualunque sia la regolazione o l'andatura. Incollata con un sistema ad ultrasuoni (Q bond) le giunzioni sono perfette. È la soluzione imprescindibile per le vele strette.  
 - **Triradiale** (non per i Solent) con Kevlar, è il taglio ideale per allineare la direzione delle fibre a quelle degli sforzi.  
 È possibile usare grammature differenti a seconda delle zone di sforzo  
 - **Membrana** riprende gli sforzi, permette di aumentare la stabilità di forma e guadagnare sul peso.  
 - Exxeltech carbonio/kevlar è la soluzione perfetta per barche fino a 40 piedi.  
 - Exxeltech carbonio è ancora più stabile nella forma. Consigliato per gli equipaggi più esperti, ovviamente alla gamma si aggiungono spinnaker e gennaker simmetrici ed asimmetrici.



Solent terzarolabile in flex multiassiale della linea Deltaracing / Multiaxial flex reefing Solent belonging to the Deltaracing line

*Its special cut allows it to jam even at reaching speed*  
 - **Code D: News 2010!**  
 It is a hybrid sail between the Code 0 and the asymmetric spinnaker.  
 Its forward leech on the "frullone" is like the Code 0 one, but its after leech is much more similar to the gennaker one. It is nylon based and it is very powerful and multifunctional.

**THE DELTARACING RANGE INCLUDES:**

*Racing spankers and Racing genoa jibs.*  
 They have been designed to obtain the highest speed and at the same time the minimal slowing down even on fresh breeze weather conditions.  
 The after leeches are flat and the forward leech has been designed so as to allow to flatten properly the wind pressure.  
 The genoa jibs are grouped into "no overlapping" (up to 100%) and "overlapping" classes.

**CUTS AND FABRICS**  
**Cross Cut**

- Polyester - it is always very effective on small boats as it shows an excellent cost/performance ratio. These sails must be always furled so as to avoid the cloth deterioration  
 - Multiaxial Flex - all stresses are dampened due to the 6 axes oriented filaments, whatever adjustment or speed rate. It is bonded using an ultrasound system (Q bond) and joints are excellent.  
 It is the best solution for small sails.  
 Triradiale together with kevlar, is the ideal cut to match the fibre direction and the stresses direction. It is possible to use a different basic weight in grams according to the stressed areas.  
 Membrane; it dampens the stresses for a greater shape stability and for weight savings.  
 - Exxeltech carbon/kevlar

is the ideal solution for 40ft boats  
 - Exxeltech carbon has an even more stable shape.

**SOLENT**

They are thin sails (high and tight), a sort of near gale jibs, with more grease to guarantee max power and the minimum "drag" effect on near gale weather condition. They can be reefed too.

**SAILS AND BAD WEATHER CONDITIONS**

They are thin sails (high and tight) based on high basic weight in grams with more grease to guarantee max power and the minimum "drag" effect on near gale weather condition.

**CUTS**

- **Cross cut** (only in case of the "no overlapping" genoa). With Multiaxial Flex - Multiaxial Flex - all stresses are dampened due to the 6 axes oriented filaments, whatever adjustment or speed rate. It is bonded using an ultrasound system (Q bond) and joints are excellent. It is the best solution for small sails.  
 - **Triradiale** (not for Solent) It is the ideal cut to match the fibre direction and the stresses direction. It is possible to use a different basic weight in grams according to the stressed areas  
 - **Membrane;** it dampens the stresses for a greater shape stability and for weight savings.  
 - Exxeltech carbon/kevlar is the ideal solution for 40ft boats  
 - Exxeltech carbon has an even more stable shape. It is ideal for expert crews. Obviously, the symmetric and asymmetric spinnakers and gennakers have been also included in the gamut.



## Nemo Industrie presents "CE" and "CE in classe" Engine Room Door

The door design is totally based on aluminium, featuring a proper thickness and painting, but also a frame to be mounted in the boat hole, a door and a framework finish as well as a perimetric seal. The door is pivoted on the frame using conical bolts which are handled by a toothed-wheels system, started by internal and external handles. These latter not only reduce the stress but also allow the bolts to tighten properly the seals, exploiting their conical shape.

A real highlight of the Nemo door is the capability of being mounted on different thickness bulkheads through the finish framework, exploiting the so called "telescope" system which they have been based on, thus optimizing sales and warehouses activities to the shipyards. The door has been constructed complying with the RINA CE o CE IN CLASSE standards.

The onboard installation takes just a few minutes, and aesthetics, easy-to-use, performance and price are the top characteristics displayed by the Nemo doors.

The following optionals are available for customers:

- different size upon request
- steel based handle
- different colours upon request.



Porta sala macchine  
Engine room door

# Porta sala macchine "CE" e "CE in classe" di Nemo Industrie

La struttura della porta è totalmente in alluminio di adeguato spessore, verniciata, composta da telaio da installare nel foro barca, porta e cornice di finitura, guarnizione perimetrale. La porta

si impegna sul telaio per mezzo di perni conici movimentati da un sistema di ruote dentate, azionate attraverso una maniglia interna ed esterna, che oltre a demoltiplicare lo sforzo danno la possibilità ai perni di stringere adeguatamente la guarnizione di tenuta sfruttando la loro conicità. Motivo di particolare interesse nella porta Nemo è la possibilità, attraverso la cornice di finitura, di permettere l'installazione su para-

tie di diverso spessore, ottenibile sfruttando il sistema a cannocchiale con il quale sono state ideate, ottimizzando così per i cantieri anche gli acquisti ed i magazzini. Le porte sono costruite secondo le normative RINA CE o CE IN CLASSE. L'installazione a bordo comporta pochi minuti di impegno, l'estetica, la semplicità, la funzionalità ed il prezzo sono gli elementi che danno ragione all'interesse delle porte Nemo. Sono disponibili a vantaggio del cliente i seguenti optional:

- misure a richiesta,
- maniglia in acciaio,
- colore a richiesta.



Porta sala macchine  
Engine room door

## La nuova tecnologia LED di BCM

"Da sempre attenta nel promuovere l'eleganza e la riconoscibilità dei propri prodotti, BCM Illuminazione conferma ancora una volta, con l'introduzione nel mercato dei nuovissimi faretto Power Led che un'esperienza consolidata di ben 10 lustri unita ad un approccio costante incline alla continua ricerca tecnologica, delimitano i tratti di una filosofia aziendale che trova nell'affermazione presso una vasta clientela la propria struttura portante. I prodotti più recenti dell'azienda conservano le caratteristiche fondamentali che contraddistinguono i modelli precedenti ma rivoluzionano le tonalità

e i giochi di luce in virtù del potente Single Led da 12 Watt che domina il centro del riflettore e del vetro satinato attraverso il quale una luce calda ed accogliente da 2800°K riesce con successo a ridurre l'antitesi tra 2 mondi, quasi a voler suggellare un felice connubio tra la tecnologia LED senza rinunciare al calore dei prodotti alogeni. Dotata di uno spirito aperto all'innovazione, BCM cattura una clientela sempre più esigente con un design che rimane all'avanguardia, capace di spaziare dalla raffinata eleganza del vetro serigrafato fino alle soluzioni più ardite dei riflettori orientabili con una fluidità



sempre rassicurante. Degna di nota l'ampia varietà dei prodotti Power Led disponibili che forniscono soluzioni per gli arredamenti interni più ricercati ma che dominano anche il paesaggio dell'exterior design grazie ad accessori luminosi che soddisfano le esigenze più specifiche.

## The new LED technology by BCM



Always committed to promoting a refined style and the distinction of its products, BMC Illuminazione, launching on the market the brand new Power Led downlights, still confirms that a consolidated 10 five-years old expertise com-

combined with the steady R&D efforts are the basic principles of the company's philosophy, widely supported by customers. The most recent products show the typical characteristics of the previous models, although radically changing the hues and light effects with the powerful 12 W Single Led dominating the central spotlight, but also the satin glass through which a 2800°K warm light can overcome the antithesis between two worlds, as it were to mark the happy combination of the LED technology with the warm effect of the halogen products. Endowed with a bent for innovation, BMC attracts more and more demanding customers who appreciate the innovative design, as they can range from the refined style of the silk-screen glass to the unique solutions of the spotlights which can be always positioned at best. The great variety of the Power Led products currently available on the market supply any solution for the most fashionable interior furniture, but they also dominate the exterior design "landscape" due to the light fittings which can meet every need.

# NavigaMI: prima edizione di un "Salone Nautico Milanese"



Da venerdì 30 aprile a domenica 2 maggio 2010, si è aperto sul Naviglio Grande a Milano "NavigaMi" esposizione realizzata da Navigli Lombardi S.c.a.r.l. e Yacht & Sail - Rizzoli Publishing Italia (RCS MediaGroup) con il patrocinio e contributo del Comune di Milano - Assessorato alle Attività Produttive e dell'Unione Confcommercio. Il bilancio dei visitatori è stato positivo: più di 50.000 persone hanno affollato l'alzaia e la riva del canale cittadino per ammirare gli oltre 50 natanti ormeggiati e per contemplare da vicino l'imponente sagoma dell'ospite d'onore: Azzurra '83. La passione per la nautica ha contagiato non solo i grandi, ma anche i più piccoli, come hanno dimostrato gli oltre 200 test per i bambini sui gommoni scuola della Federazione Italiana Mo-

tonautica (FIM) e sul simulatore della vela. Una formula originale per un evento che si è rivelato dunque vincente, salutato con grande soddisfazione da tutti i protagonisti dei tre giorni: gli operatori economici locali, gli appassionati di nautica, i cittadini, gli espositori (che hanno sviluppato moltissimi contatti con nuovi potenziali clienti), le istituzioni. "Milano è stata per tre giorni una vera 'capitale della nautica' - ha dichiarato Emanuele Errico, Presidente di Navigli Lombardi s.c.a.r.l. - Il Salone NavigaMI, oltre a superare ogni aspettativa in termini di numero di visitatori, ha mantenuto tutte le promesse: ha dato una vetrina unica come il Naviglio Grande alle numerose realtà del settore nautico, particolarmente radicato a Milano e in Lombardia; ha trasformato i Navigli in uno

spettacolare 'porto in città' che ha regalato ai milanesi un nuovo modo di vedere e vivere la loro via d'acqua; si è rivelato un evento di grande attrattiva turistica in grado di poter rappresentare un valore aggiunto per l'Expo 2015. Il modello di questa manifestazione, nata da uno sforzo comune con Navigli Lombardi e Rcs per valorizzare la nautica e il territorio, va ricercato in aspetti insiti nel dna stesso di Yacht&Sail, che rappresenta il primo sistema multimediale integrato, una multicanalità rivolta ai più diversi utenti, e che conferma la spinta ad innovare aggiungendo alla Stampa, alla Tv e ad Internet l'organizzazione di eventi.



## NavigaMI: first edition of a "Boat Show in Milano"

From Friday 30<sup>th</sup> April to Sunday 2<sup>nd</sup> May 2010, at the Naviglio Grande of Milan, NavigaMI was opened officially, the Boat show organized by Navigli Lombardi S.c.a.r.l. e Yacht & Sail - Rizzoli Publishing Italia (RCS MediaGroup) sponsored and supported by the Comune di Milano - Assessorato alle Attività Produttive e dell'Unione Confcommercio (Regional Council for Manufacturing activities and Confcommercio). The visitors participation was remarkably high with more than 50.000 people who crowded the river bank and path to admire the over 50 boats moored, and to look closely at the huge shape of the Azzurra '83 the event's special guest. The boat passion has affected not only adult people, but also children as it was shown by the over 200 trials for children on the ribs used by the Federazione Italiana Motonautica (FIM) school as well as the sail simulation activity. This was an original format for an event which showed to be successful and welcomed by all the players attending the event for three

days: local economic operators, people fond of sailing, citizens, the exhibitors (who had many business contacts with potential customers) and institutions.

"For three days Milan was a boat capital indeed", said Emanuele Errico the President of the Navigli Lombardi s.c.a.r.l. the NavigaMI show not only exceeded the estimated number of visitors, but it also kept all promises with an unique showcase such as the Naviglio Grande and the boat sector activities, well-known and widespread in Milan and Lombardy. In fact this event succeeded in turning the Navigli into an amazing "town harbour" which presented the citizens with a new way of experiencing their sailing life as a real tourist highlight adding value to the Expo 2015 event too. This exhibition format, resulting in the joined efforts of the Navigli Lombardi and Rcs to highlight the sailing activities and the town is to be found in the Yacht&Sail's DNA itself, standing for the first integrated multimedial system devoted to every users and confirming the spur to innovation publicizing the events through the press, TV and internet.

## AZZURRA '83 TORNA A SPLENDERE

Il cantiere nautico Maxi Dolphin si è occupato del restauro del leggendario scafo di Azzurra' 83, l'imbarcazione italiana che ha partecipato con successo all'"Americas Cup" nel 1983 che è stata esposta a NavigaMi. I lavori di restauro di Azzurra sono stati commissionati nel 2009 dallo Yacht Club Costa Smeralda, proprietario dello scafo. Vittorio Moretti, titolare di Maxi Dolphin e socio di YCCS, ha entusiasticamente raccolto la sfida di restaurare l'imbarcazione. Il restauro è durato nove mesi e 6'000 ore di lavoro; lo scafo è stato completamente ristrutturato con un materiale a matrice epossidica, la superficie riverniciata ricreando il caratteristico colore originale grazie ad un campione trovato negli archivi dello studio Vallicelli. È stato necessario studiare i disegni della barca al momento del varo per riportare l'attrezzatura di coperta allo stato originario, questa, ossidatasi nel tempo, è stata smontata, rianodizzata e r lucidata; altri elementi, andati dispersi, sono stati fedelmente riprodotti. Marco Ramundo, Amministratore Delegato del cantiere, ha dichiarato: "Maxi Dolphin ha accolto senza riserve il compito affidatogli dallo Yacht Club Costa Smeralda sapendo restituire ad Azzurra, icona della vela italiana, lo smalto che anni di inutilizzo avevano danneggiato".



### AZZURRA '83 BACK ON THE STAGE

The Maxi Dolphin shipyard has taken care of the restructuring work of the legendary Azzurra '83 hull, the Italian boat which successfully took part in the "America's Cup" of 1983, and which was displayed on the occasion of NavigaMI. The refitting of Azzurra was ordered in 2009 by the Yacht Club Costa Smeralda, the boat's owner. Vittorio Moretti, the Maxi Dolphin and YCCS's member, accepted this challenging task. The work lasted nine months and 6.000 working hours: the hull was completely replastered using an epoxy matrix material and the surface was painted relying on the original colour, due to a sample which was found in the Vallicelli designer's archives. When it was launched it was necessary to study the boat design so as to bring the deck riggings to their original state. The riggings, which had oxidized over time, was disassembled, reanodized and polished newly; and other elements, which were lost, were reproduced like the original ones. Marco Ramundo, member of the Board of Directors of the Shipyard, said that Maxi Dolphin has accepted straightaway the assignment given by the Yacht Club Costa Smeralda, as he was able to give back to Azzurra, a benchmark of the Italian sailing world, the look which had been damaged by many inactivity years.



## Forty successful years for a company from Viareggio

*Gianneschi Pumps and Blowers srl has recently celebrated an important anniversary, its 40th birthday which indicates the utmost satisfaction and success which began from Luigi's intuition and entrepreneurial skills not forgetting his constant support and back up from Cristiano, Alessando and a valid team of collaborators.*

*In 1969 Luigi created the Gianneschi & Ramacciotti snc, a little factory situated in Viareggio (Tuscany) which main activity was repairing and rewinding pumps and the production of electric panel and industrial plants.*

*At the end of the 70's he decided to take on another adventure, investing in his own business.*

*He was succesful therefore he passed from rewinder to entrepreneur.*

*After this step forward, the Company introduced the logo G&R and changed headquarters, moving from Viareggio to the industrial zone "Le Bocchette" and extended its factory space from 100 sqm to around 600 sqm.*

*The Company took a significant change, going from repairing to production of nautical products: pumps, electric pumps, water pressure systems, electric fans, motor pumps, compressors, direct current motors.*

*Products created with selected materials which are made to guarantee to last longer in any type of difficult environment such as the marine.*

*Every year the product range expands, thanks to the Technical department which strives to improve not only existing products but also in new projects.*

*This office is constantly monitored by Engineer Cristiano Gianneschi, who entered the Company in 2002, manages both R&D and the Quality Control System.*

*Thanks to his technical background, Cristiano and his father, who has the utmost technical capabilities, were able to launch innovative products on the market, such as, The Control Fan and Control Pump, which enabled Gianneschi Pumps and Blowers to work and have substantial success with the mega yacht sector.*

*In a short time, the name Gianneschi became well known for its quality and reliability in both nationally and internationally, this has been achieved by taking part in the most important Boat shows such as, Genova, Mets, Fort Lauderdale, Montecarlo and Dubai.*

*Not forgetting that its success is mainly due to the President's natural ability of creating a significant, good feeling between himself and his customers.*

*An important contributor to the Company's international success is mainly due to Alessando Gianneschi who, in 1997 joined the family business, and now handles with great enthusiasm and know-how the Business Development, participating in numerous Boat Shows, in missions organized by various institutions such as Ice (Institution of Foreign Trade), the Chamber of Commerce and frequently visiting customers who are posted in diverse European, American, Middle and Extreme Orient nations.*

*In a brief time, Alessando was able to build up a solid work relationship in Countries like Turkey, Dubai and Taiwan, which represent e-*

# Quaranta anni di successi per una azienda viareggina

La Gianneschi Pumps and Blowers ha di recente celebrato un anniversario importante, 40 anni di attività che segnano un traguardo di grandi soddisfazioni e successi nati dall'intuito e dalle capacità imprenditoriali del presidente Luigi Gianneschi affiancato in questa avventura dai figli Cristiano e Alessando e da una "squadra" di validi collaboratori.

Nel 1969 Luigi Gianneschi, creò la Gianneschi & Ramacciotti snc, una piccola officina nel centro di Viareggio che si occupava principalmente di riparazioni e avvolgimenti di pompe di motori e della realizzazione di impianti e quadri elettrici industriali.

Alla fine degli anni '70 decise di intraprendere una nuova avventura facendo importanti investimenti per la propria attività. Intuito vincente che gli permise di passare da "avvolgitore" a imprenditore.



La famiglia Gianneschi  
The Gianneschi family

Dopo questo passo in avanti l'azienda introdusse il logo G & R e cambiò sede, fu spostata da Viareggio alla zona industriale "Le Bocchette" e ampliata notevolmente passando da 100 mq a 600 mq circa.

Ebbe una svolta decisiva e, dalle riparazioni passò alla produzione di prodotti per la nautica, pompe, elettropompe, autoclavi, elettroventilatori, boilers, motopompe, com-

pressori, motori in corrente continua e alternata.

Prodotti realizzati con materiali selezionati in modo da garantire la più lunga durata nel tempo anche in condizioni difficili come l'ambiente marino. Ogni anno, la gamma dei prodotti viene ampliata grazie al lavoro dell'ufficio tecnico impegnato nel miglioramento di quelli già esistenti e nella progettazione di nuovi. Tale ufficio è costantemente monitorato dall'Ing. Cristiano Gianneschi che si occupa della ricerca e sviluppo ed è responsabile del sistema qualità.

Cristiano, grazie ai suoi studi e alle indiscusse capacità tecniche e imprenditoriali del padre ha lanciato sul mercato prodotti innovativi, Control Fan e Control Pump, che hanno permesso all'attuale Gianneschi Pumps and Blowers di affacciarsi ed avere successo nel mercato dei mega yachts.

In poco tempo il nome Gianneschi è diventato una garanzia di qualità e affidabilità sia in campo nazionale che internazionale, questo grazie alla costante partecipazione ai più importanti saloni nautici: di Genova, Mets, Fort Lauderdale, Montecarlo, Dubai, ma an-



Lavorazione / Processing



La sede a Viareggio "le Bocchette"  
The Viareggio Headquarters of the company

che alla capacità del presidente di creare un ottimo feeling con i propri clienti. Importante contributo al successo dell'azienda in campo internazionale si deve all'ingresso nella società nel 1997 di Alessandro Gianneschi, che si occupa con grande entusiasmo e competenza della parte commerciale estera partecipando ai numerosi saloni nautici, alle missioni organizzate dai vari enti, tra i quali Ice (Istituto Commercio Estero) e Camere di Commercio e visitando frequentemente i clienti dislocati in numerose nazioni europee, americane, del Medio ed estremo Oriente. Alessandro è riuscito in poco tempo a creare solidi rapporti di lavoro in zone, quali la Turchia, Dubai e Taiwan, che rappresentano mercati emergen-

ti nel campo della nautica. Con l'aiuto di validi collaboratori ha migliorato la rete di "service" internazionale già esistente e ha velocizzato la distribuzione di prodotti all'estero grazie alla creazione di un'ampia rete di distributori. Nel 2004 la Gianneschi & Ramacciotti diventa Gianneschi Pumps and Blowers srl esclusivamente di proprietà dalla famiglia Gianneschi. Per migliorare la produzione e la gestione del prodotto sono stati introdotti nuovi banchi di lavoro attrezzati, il magazzino automatico per la gestione e stoccaggio dei componenti, la cabina di verniciatura semi-automatica con reciprocatore, e per garantire un elevato grado di professionalità nell'assistenza e nella riparazione dei prodotti, nel febbraio del 2005

è stata creata la Gianneschi Service. In questa azienda, personale specializzato e di esperienza si occupa della riparazione di tutti i prodotti Gianneschi e di interventi a bordo sia su imbarcazioni ormeggiate in Italia che all'estero.

Al fine di migliorare l'organizzazione e la collaborazione tra uffici è stata introdotta una rete informatica implementata su un dominio locale assistita per i servizi erogati da otto server.

Rete, gestita da un IT interno all'azienda, che permette una completa integrazione e collaborazione dei vari reparti circa la condivisione dei documenti e delle risorse. Con la totale ristrutturazione e ampliamento dell'azienda (oggi si

estende su una superficie di circa 4000 mq) e con l'intraprendenza dei tre Gianneschi è stato possibile avviare e consolidare strategiche relazioni con consulenti e progettisti elettromeccanici, terzisti e fonderie specializzate, le quali lavorano quasi esclusivamente per l'azienda versiliese.

La ditta, inoltre, per far fronte ad un mercato esigente che tende a costruire imbarcazioni di dimensioni sempre più grandi ha operato anche importanti investimenti in campo di comunicazione e marketing che gli è valso il riconoscimento nel 2006 del premio Alveare. Il gruppo Gianneschi srl, ad oggi, è composto da cinque aziende, ognuna delle quali ha una propria divisione di lavoro, la principale è la Gianneschi Pumps and Blowers srl, certificata ISO 9001:2000.

*merging markets in the Marine Industry. With the contribution of his collaborators who improved the existing international Service network and speeded up the distribution of the products abroad thanks to the creation of a wide distribution network.*

*In 2004 Gianneschi & Ramacciotti became Gianneschi Pumps and Blowers srl, solely owned by the Gianneschi family.*

*In 2006, to satisfy the increase of national and international requests, Luigi Gianneschi once again decided an important investment at a structural level, doubling the surface of the warehouse also at productive and logistical level.*

*To improve the production and the handling of product, more work benches were introduced, an automatic storage for the handling and stocking of components, a semi-automatic painting cabin with robot*



Un particolare della produzione  
Production detail

*and to guarantee an elevated level of professionalism of assistance and the repairation of products – Gianneschi Service was opened in February 2005.*

*In this Company, specialized and experienced personnel deal with repairing all types of Gianneschi products and also are on call nationally and internationally for interventions on board.*

*To finalize the improvement of the organization and the collaboration between offices, an IT network was implemented on a local domain assisted for services distributed from eight servers.*

*Networks, run from an internal IT manager, which allows a complete integration and collaboration with various departments from documents to resources.*

*With total restructuring and extensions of the Company (today is on a surface of around 4000 sqm) and the initiative of the three Gianneschi, it has been possible to set up and consolidate strategic relations with consultants and designers electro mechanics, subcontractors and specialized foundries, which work exclusively for the Company.*

*The Firm, furthermore, to be able to face a demanding market which tends to build yachts of a bigger dimension year by year, decided to invest more on the communication and marketing field.*

*This entitled them in obtaining the Alveare prize in 2006. Today, the Gianneschi Group, is made up of 5 Companies each one having their own work division, the most important is "Gianneschi Pumps and Blowers srl" certified ISO 9001:2000.*



Sala controllo produzione  
Control room

## La ripresa della nautica italiana dopo la crisi secondo Ucina

UCINA- Confindustria nautica ha presentato il 29 maggio, in occasione dell'annuale Convention Ucina - Satec, tenutasi a Genova dal 28 al 30 maggio 2010, un convegno dal titolo: "L'Industria nautica Italiana: da dove parte la ripresa". Dopo un benvenuto del Presidente di UCINA, Anton Francesco Albertoni, si sono confrontati in una tavola rotonda guidata da Sebastiano Barisoni del Sole 24 Ore: Aldo Bonomi, Vicepresidente di Confindustria, Tom Dammrich, Presidente dell'NMMA (l'Associazione di categoria dei produttori nautici nord americani), Annette Roux, Presidente del Gruppo Benetau e Massimo Perotti, Presidente di San Lorenzo. La ricerca presentata, intitolata "L'industria italiana della nautica da diporto oltre la crisi mondiale", è stata condotta dalla Fondazione Edison che ha rilevato come il settore della nautica abbia reagito proattivamente alla crisi congiunturale che ha colpito l'economia globale, puntando sull'innovazione e la ristrutturazione delle proprie aziende conservando così il proprio primato nell'export. Dalla ricerca, condotta dal professor Marco Fortis e introdotta da Fabio Renzi segretario generale della fondazione insieme a Elmete Realacci presidente della Fondazione Edison e dalla Fondazione Symbola emerge in sintesi, che con oltre 3 miliardi di dollari di valore, l'industria nautica italiana si conferma al primo posto nella classifica dei primi 20 paesi esportatori di yacht e barche da diporto nel mondo, avendo contenuto nel 2009, nonostante la crisi, il calo del valore del proprio export in un -

15%. Si tratta di una flessione di gran lunga inferiore non solo a quella dell'export dell'industria nautica dei principali Paesi concorrenti, ma anche a quella della maggior parte dei settori del Made in Italy più vocati all'export, che hanno accusato diminuzioni dei valori esportati superiori al 20-30%. Il comparto per superare la crisi punta su una nuova spinta che fa riferimento a tassi di crescita storici nella produzione di yacht, a un posizionamento al "top" nel segmento dei grandi yacht (con oltre 2 miliardi di dollari di valore) e al terzo posto (con oltre 55 milioni di dollari di valore) in quello delle imbarcazioni pneumatiche, al ruolo dei distretti cantieristici e al contributo fondamentale dato dal settore della nautica alla bilancia commerciale italiana. Il valore dei diversi comparti in cui si articola l'export della nautica italiana comprende, tra gli altri, oltre 2,7 miliardi di dollari per quello dei grandi yacht, oltre 55 milioni di dollari per le imbarcazioni pneumatiche, oltre 130 milioni di dollari per le imbarcazioni a vela (fonte dati 2008). Fortis ha sottolineato come "Il contributo positivo dato dal comparto della nautica da diporto al "surplus" commerciale con l'estero generato complessivamente dalle "4 A" del made in Italy (Abbigliamento, Arredamento, Au-



### Soluzioni CAD/CAM per l'industria nautica

Per ottimizzare i metodi tradizionali nella costruzione di imbarcazioni o per sviluppare un vero e proprio nuovo processo per accrescere la vostra accuratezza, precisione e produttività.

<http://www.marinecadcam.com>

Delcam Italia srl  
Via priv. Maestri del Lavoro, 29  
20025 Legnano MI  
Numero Verde 800-750999



model it • make it • inspect it



[www.delcam.it](http://www.delcam.it)



tomazione e Alimentare) è cresciuto di cinque volte negli ultimi 18 anni, passando dallo 0,3% del 1991 all'1,5% del 2009". Uno spunto di riflessione significativo che ha trovato un immediato riscontro nella parte qualitativa della ricerca, intitolata "La sfida della qualità: strategie e riorganizzazione del comparto nautico dopo la crisi", realizzata dalla Fondazione Symbola, e basata su 10 colloqui con big players del settore nautico italiano.

Nel 2008 la nautica italiana, dopo essere stata per anni il principale motore dell'innovazione e della ricerca nei processi produttivi, ha affrontato la difficile congiuntura economica ripensando le proprie strategie, avviando ristrutturazioni aziendali, ridimensionando le proprie prospettive di crescita e introducendo anche cambiamenti positivi.

In questo senso le innovazioni di prodotto e di servizio sono state determinanti per superare le difficoltà e sono state accompagnate dalla volontà delle aziende di puntare sul territorio italiano, non attuando la delocalizzazione della produzione, bensì puntando sull'individuazione di nuovi mercati di sbocco.

Le aziende che disponevano

di risorse finanziarie si sono mosse tempestivamente in questa direzione, cogliendo nuove opportunità per aumentare la propria quota di mercato. La strada da seguire non può venire, come sottolineato dal Rapporto PIQ - Prodotto Interno Qualità 2009 promosso da Symbola in collaborazione con Unioncamere, che dalla promozione della qualità, così come sta avvenendo in altri settori del Made in Italy: a vincere saranno quelle imprese in grado di innovare il prodotto, curandone la qualità in fase di produzione e di assistenza post vendita, ma tutelando anche la qualità e la sicurezza del lavoro. "Nel corso dell'ultimo decennio, la nautica è diventata un vero e proprio settore industriale, meritevole di ammirazione e rispetto: un risultato che deve rendere orgogliosi tutti gli imprenditori del comparto.

Sebbene nell'ultimo anno il fatturato globale sia diminuito del 30,5%, siamo un settore trainante e dinamico che può ancora vantare una leadership mondiale nel segmento delle grandi barche, detenendo il 51,3% del portafoglio ordini". - Ha affermato Anton Francesco Albertoni

Presidente di Ucina - "La sfida del domani si gioca non solo nel mantenimento di questo primato ma anche, e forse ancor di più, sul piano della competitività globale, sulla ricerca e sulla creazione di vera qualità". Nel pomeriggio si è svolto il seminario "End-of-life Boats: la dismissione sostenibile di imbarcazioni e stampi a fine vita" che ha illustrato un percorso meno oneroso a livello ambientale ed economico, per il trattamento di fine vita delle unità da diporto.

Nel corso della serata di Gala che si è tenuta venerdì 28 maggio presso il padiglione Blu della Fiera di Genova - è avvenuta la premiazione dei Pionieri della Nautica, evento dedicato ogni anno a manager, giornalisti e maestranze che hanno contribuito alla storia della nautica in Italia.

Sono stati premiati Luigi Cesare Casarola per la categoria manager, Annunziato Zucca per la categoria maestranze, Carlo Borlenghi per la categoria giornalisti e Giovanni Zuccon per la nuova categoria progettisti e designer nautici. È stato inoltre consegnato il premio a Madame Annette Roux - Presidente di Beneteau S.A. - per la categoria manager stranieri.

## The recovery of the Italian Marine Sector after the crisis: the Ucina fore sights

*On the occasion of the Convention Satec, held in Genoa from 28th to 30th May, UCINA- Confindustria Nautica has introduced a symposium "The Italian boat sector situation after the economic crisis".*

*With more than 3 billion \$ turnover, Italy is still the first pleasure boats and yachts exporter, contributing to the over 1,3 billion \$ successful surplus, brought about by the four "A" of the "Made in Italy clothes, automation, food and furniture).*

*Product top quality and innovation, partnership and co-branding as companies' strategies stand for the key to the after-crisis recovery of the Italian marine industries.*

*The Italian marine industry is still on top of the 20 yacht and pleasure boats exporter countries in the world, after curbing in 2009, despite the crisis, the drop in the export value by a minus 15%. It is a much less decrease not only than the marine industry export rates of the*

*130 million dollars for the sail boats (source 2008).*

*It is a meaningful starting point which has given rise to the research quality section, called: "The quality challenge": strategies and reorganization of the marine sector after the crisis", carried out by the Fondazione Edison and based on 10 interviews with big players of the Italian boat sector. During the Symposium, it was introduced by the Secretary General of the Foundation, Fabio Renzi who, together with the President Ermete Realacci has depicted to the attending professionals the strategies which have been pursued by some companies to fight against the crisis.*

*In 2008 the Italian marine sector, after being for years the main manufacturing process innovation and research driver, coped with the difficult economic situation thinking over its strategies, leading companies' restructuring activities, reviewing its own growth targets and introducing positive changes too.*

*This way, the product and service innovations have been essential to overcome the difficulties and they have been supported by the companies' will to focus on the Italian country, without any production delocalization, but identifying new markets.*

*The companies which owned economic resources have moved promptly toward this direction, taking new opportunities to increase their market share. Once more, Ucina, has suggested to think positively of this subject to find values, technologies and strategies that the new scenario shows to the marine world, so as to look at the future confidently.*



GLI INSERZIONISTI DI QUESTO NUMERO DI VIA MARE - BY SEA  
ADVERTISERS IN THIS ISSUE OF VIA MARE - BY SEA



**Aerovac Systems Italy** • pag. 49  
tel. +39 039 6892987 - fax +39 039 6894351  
www.aerovac.it - info@aerovac.it



**Airtech** • pag. 46  
www.airtechonline.com



**ANCCP** • IV cop.  
tel. +39 02 2104071  
fax +39 02 210407218  
www.ancpp.it



**Carlo Ricco & F.lli SpA** • pag. 13  
www.ricco.it



**Composites Europe** • pag. 8  
www.composites-europe.com



**Compositi Expo-Congress**  
pag. 18  
tel. +39 02 2563143/2564253  
fax +39 02 26305621  
www.compositiexpo.it



**Consilium Marine Italy**  
pag. 45  
Montagnana  
tel. +39 057168121  
Genova  
tel. +39 010 5533900  
Napoli  
tel. +39 081 5423122  
www.consilium.se  
cmi@consilium.it



**Consorzio Export Nautico** • pag. 52  
tel. +39 0544 36289 - fax +39 0544 36289  
www.nauticaexport.it  
info@nauticaexport.it



**Cray Valley** • pag. 4  
tel. +33 01 47969958  
fax +33 01 47969998  
www.crayvalley.com



**Delcam** • pag. 60  
numero verde 800-750999  
www.delcam.it  
www.marinecadcam.com



**Diab** • pag. 11  
tel. +39 010 6001248 - fax +39 010 6519298  
www.diabgroup.com/italia.html  
info@it.diabgroup.com



**Epaflex** • I cop.  
tel. +39 0381 929521 - fax +39 0381 929523  
www.epaflex.it



**Eurochimica** • pag. 29  
tel. +39 06 9073607 - fax +39 06 9085238  
www.eurochimica.eu  
info@eurochimica.eu



**Helmut Fischer** • pag. 56  
tel. +39 02 2552626 - fax +39 02 2570039  
italy@helmutfischer.com



**Idromar** • II cop. - pag. 3  
tel. +39 02 98280194



**Lectra Italia** • pag. 51  
www.lectra.com



**Leda Industrie** • pag. 55  
tel. +39 059 894911 - fax +39 059 894941  
www.leda.it  
info@leda.it



**MAS Marmi** • pag. 50  
tel. +39 0773 887287 - fax +39 0773 884069  
www.masmarmi.it  
mas@masmarmi.it



**MCoating** • pag. 35  
tel. +39 011 936 7778 - fax +39 011 931 9406  
www.mcoating.it  
info@mcoating.it



**Nencini Marine** • pag. 54  
tel. +39 0565 855366 - fax +39 0565 855638  
www.nencinimarine.com  
info@nencinimarine.com



**Palazzoli** • pag. 57  
tel. +39 030 2015.1 - fax +39 030 2015.217  
www.palazzoli.com  
marketing@palazzoli.it



**Revol Italiana** • pag. 48  
tel. +39 031 511116 - fax +39 031 511116  
www.revol-italiana.it  
revolitaliana@tiscali.it



**Saertex** • pag. 53  
www.saertex.com - info@saertex.com



**Sika Italia** • III cop.  
tel. +39 02 54778.111  
fax +39 02 54778.119  
www.sika.it



**Vaber Industriale / ITW Plexus**  
pag. 33  
tel. +39 011 273 4432 - fax +39 011 273 1776  
www.vaber.it - info@vaber.it



**Vaber Industriale / Recytext Marine**  
pag. 37  
tel. +39 011 273 4432 - fax +39 011 273 1776  
www.vaber.it - info@vaber.it



**Verind** • pag. 6  
tel. +39 02 9595171  
www.verind.it  
apt.industriale@verind.it

**Hanno  
collaborato  
a questo  
numero:**

L. Torre, R. Petrucci, J. M. Kenny  
Università di Perugia,  
Dip. Ingegneria Civile e Ambientale,  
Terni, Italia

Giuseppe Dell'Anno Former Senior  
Applications Engineer, Scott Bader  
Co Ltd, Wollaston (GB)

A. Shahzad, D.H. Isaac,  
S.M. Alston

Arch. Luca Olivari  
Olivari Compositi Engineering

Jan Kaufmann, Axel Köhlmoos,  
Volker Bertram,  
FutureShip GmbH

Paola Vecchiarelli

GLI INSERZIONISTI DI QUESTO NUMERO DI VIA MARE - BY SEA  
ADVERTISERS IN THIS ISSUE OF VIA MARE - BY SEA



**Aerovac Systems Italy** • pag. 49  
tel. +39 039 6892987 - fax +39 039 6894351  
www.aerovac.it - info@aerovac.it



**Airtech** • pag. 46  
www.airtechonline.com



**ANCCP** • IV cop.  
tel. +39 02 2104071  
fax +39 02 210407218  
www.anccp.it



**Carlo Ricco & F.lli SpA** • pag. 13  
www.ricco.it



**Composites Europe** • pag. 8  
www.composites-europe.com



**Compositi Expo-Congress**  
pag. 38  
tel. +39 02 2563143/2564253  
fax +39 02 26305621  
www.compositiexpo.it



**Consilium Marine Italy**  
pag. 45  
Montagnana  
tel. +39 057168121  
Genova  
tel. +39 010 5533900  
Napoli  
tel. +39 081 5423122  
www.consilium.se  
cmi@consilium.it



**Consorzio Export Nautico** • pag. 52  
tel. +39 0544 36289 - fax +39 0544 36289  
www.nauticaexport.it  
info@nauticaexport.it



**Cray Valley** • pag. 4  
tel. +33 01 47969958  
fax +33 01 47969998  
www.crayvalley.com



**Delcam** • pag. 64  
numero verde 800-750999  
www.delcam.it  
www.marinecadcam.com



**Diab** • pag. 11  
tel. +39 010 6001248 - fax +39 010 6519298  
www.diabgroup.com/italia.html  
info@it.diabgroup.com



**Epaflex** • I cop.  
tel. +39 0381 929521 - fax +39 0381 929523  
www.epaflex.it



**Eurochimica** • pag. 29  
tel. +39 06 9073607 - fax +39 06 9085238  
www.eurochimica.eu  
info@eurochimica.eu



**Helmut Fischer** • pag. 56  
tel. +39 02 2552626 - fax +39 02 2570039  
italy@helmutfischer.com



**Idromar** • II cop. - pag. 3  
tel. +39 02 98280194



**Lectra Italia** • pag. 51  
www.lectra.com



**Leda Industrie** • pag. 55  
tel. +39 059 894911 - fax +39 059 894941  
www.leda.it  
info@leda.it



**MAS Marmi** • pag. 50  
tel. +39 0773 887287 - fax +39 0773 884069  
www.masmarmi.it  
mas@masmarmi.it



**MCoating** • pag. 35  
tel. +39 011 936 7778 - fax +39 011 931 9406  
www.mcoating.it  
info@mcoating.it



**Nencini Marine** • pag. 54  
tel. +39 0565 855366 - fax +39 0565 855638  
www.nencinimarine.com  
info@nencinimarine.com



**Palazzoli** • pag. 57  
tel. +39 030 2015.1 - fax +39 030 2015.217  
www.palazzoli.com  
marketing@palazzoli.it



**Revol Italiana** • pag. 48  
tel. +39 031 511116 - fax +39 031 511116  
www.revol-italiana.it  
revolitaliana@tiscali.it



**Saertex** • pag. 53  
www.saertex.com - info@saertex.com



**Sika Italia** • 18  
tel. +39 02 54778.111  
fax +39 02 54778.119  
www.sika.it



**Vaber Industriale / ITW Plexus**  
pag. 33  
tel. +39 011 273 4432 - fax +39 011 273 1776  
www.vaber.it - info@vaber.it



**Vaber Industriale / Recytext Marine**  
pag. 37  
tel. +39 011 273 4432 - fax +39 011 273 1776  
www.vaber.it - info@vaber.it



**Verind** • pag. 6  
tel. +39 02 9595171  
www.verind.it  
apt.industriale@verind.it

**Hanno  
collaborato  
a questo  
numero:**

L. Torre, R. Petrucci, J. M. Kenny  
Università di Perugia,  
Dip. Ingegneria Civile e Ambientale,  
Terni, Italia

Giuseppe Dell'Anno Former Senior  
Applications Engineer, Scott Bader  
Co Ltd, Wollaston (GB)

A. Shahzad, D.H. Isaac, S.M. Alston  
School of Engineering, Swansea  
University (GB)

Arch. Luca Olivari  
Olivari Compositi Engineering

Jan Kaufmann, Axel Köhlmoos,  
Volker Bertram,  
FutureShip GmbH

Paola Vecchiarelli



CE

FORMAZIONE  
TECNICA

CERTIFICAZIONE  
EQUIPAGGIAMENTO MARITTIMO

CERTIFICAZIONE  
COMPONENTI E PRODOTTI

CERTIFICAZIONE DI SISTEMI

VERIFICHE DI SICUREZZA

POST CONSTRUCTION

EMISSIONI ACUSTICHE  
E GAS DI SCARICO

PERIZIE



ANCCCP  
Certification Agency

# Organismo di Certificazione

*ANCCCP è presente in tutti i principali porti ed approdi turistici*

[www.anccp.it](http://www.anccp.it)

HEAD OFFICE - Via Rombon, 11 - Milano Tel. 02.2104071 Fax 02.210407218



# Sviluppo e caratterizzazione di compositi ad alta performance basati su matrici nanocaricate



L. Torre, R. Petrucci, J. M. Kenny  
Università di Perugia, Dip. Ingegneria Civile e Ambientale, Terni, Italia

## ABSTRACT

Il presente lavoro riguarda la produzione di materiali compositi ad alta performance, per i quali la matrice è basata su una resina epossidica nanocaricata, processati mediante le comuni tecniche di liquid moulding. A tal proposito, lo sforzo principale è stato quello di trovare uno o più nanorinforzi in grado di rinforzare la matrice epossidica e conseguentemente il composito basato sulla suddetta matrice. In particolare va ottimizzata la percentuale in peso della nanocarica all'interno della resina, allo scopo di fornire una matrice avente delle proprietà meccaniche superiori al sistema puro senza che si verifichi un drammatico aumento della relativa viscosità. Il requisito principale dell'introduzione del suddetto nanofiller all'interno della resina è

quello di consentirne il processo mediante le stesse tecnologie utilizzate sul sistema puro, senza costi di produzione addizionali. Sono stati prodotti due tipi di materiale composito a base di fibra di carbonio, mediante la tecnica del Resin Transfer Moulding, in stampo rigido, assistito dal vuoto (VARTM). Per quanto riguarda il primo tipo, la matrice è costituita da una resina pura, mentre per il secondo la matrice è basata su suddetta resina rinforzata con l'aggiunta del 3% in peso di Montmorillonite nanometrica. L'attività sperimentale ha mostrato un significativo aumento delle proprietà meccaniche sia nella semplice matrice nanorinforzata che nel pannello composito basato su tale matrice stessa, rispetto al caso degli stessi componenti menzionati ma basati sulla matrice pura. Ciò senza incontrare difficoltà alcuna nella fase di processo.

## INTRODUZIONE

I nanocompositi sono una nuova classe di materiali, in cui un costituente ha una o più dimensioni dell'ordine del nanometro. Piccole quantità di nanofiller uniformemente dispersi all'interno di una comune matrice polimerica possono determinare un aumento delle proprietà (termiche, meccaniche, di barriera ai gas e di ritardo alla fiamma) della matrice stessa<sup>[1]</sup>. La natura cristallina di alcune argille, specialmente la Montmorillonite (fig. 1), è stratificata e propensa alla formazione di strutture nanocomposite componente organica/argilla. Le argille ed altri materiali organici stratifi-

cati possono essere disgregati in particelle submicrometriche a forma di disco consistenti in una sequenza di strati di spessore nanometrico dotati di elevata rigidità e resistenza. Le particelle argillose o i rispettivi strati sono incorporati all'interno di una matri-

ce polimerica per formare un composito organico/inorganico<sup>[2]</sup>. In base all'organizzazione degli strati suddetti nella matrice polimerica, si possono ottenere nel nanocomposito due tipi di morfologie: intercalata ed esfoliata (fig. 2). Nel nanocomposito intercala-

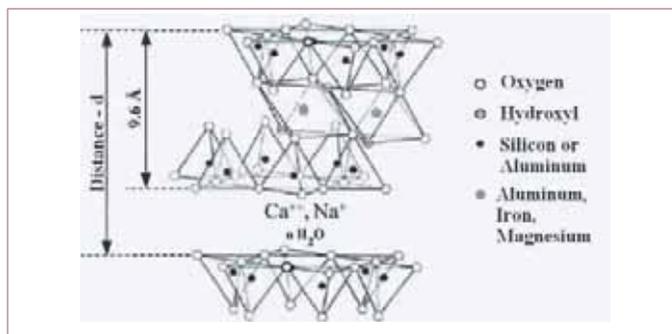


Fig. 1 - Struttura chimica della Montmorillonite / Chemical structure of Montmorillonite

## Development and characterisation of high performance, fibre reinforced nanocomposites

L. Torre, R. Petrucci, J. M. Kenny<sup>1</sup>  
Università di Perugia,  
Dip. Ingegneria Civile e Ambientale, Terni, Italy

## ABSTRACT

The present work concerns with the production of high performance composite materials, in which the matrix is based on a nanofilled epoxy resin, processed by mean of common liquid moulding techniques.

For this purpose, the main effort is to find one or more nanofillers able to strengthen an epoxy resin and consequently the composites based on the aforesaid matrix. In particular, the nanofiller weight percentage has to be optimized, in order to provide a matrix with higher mechanical properties than the neat one, without any dramatic increase on viscosity. The main requirement of the introduction of the nanofiller is to allow the nanoreinforced matrix to be processed using the same techniques as the neat resin with no additional production costs.

Two kind of composite materials, reinforced with carbon fibres have been produced by mean of Vacuum Assisted Resin Transfer Moulding (VARTM). For the first one a neat epoxy resin has been used as a matrix, while for the second one the same resin reinforced with 3%wt of Montmorillonite was employed. The experimental activity has shown a significant increase on mechanical properties both in the nanoreinforced matrix and in the relative composite materials, with no any difficulties met during the processing phase.

## INTRODUCTION

Nanocomposites are a new class of materials, in which a constituent has one or more dimension in the range of nanometres. Small amounts of nanofiller uniformly dispersed inside a common polymer matrix can produce an improvement on properties (thermal, mechanical, gas barrier, flame retardance, etc.) concerned with the matrix itself<sup>[1]</sup>. The crystalline structure of some clays, especially montmorillonite (fig. 1), is layered and amenable to forming organic/clay nanocomposites.

Clays and other layered inorganic materials can be broken down into submicron size disk-like particles consisting of a stack of nanometer thick layers of very high stiffness and strength. The clay particles or their layers are incorporated into a polymer matrix to form an organic/inorganic composite<sup>[2]</sup>.

Depending on the organization of the silicate layers in a polymer matrix, two types of morphology can be achieved in nanocomposites: intercalated or exfoliated (fig. 2).

In intercalated nanocomposites the polymer is inserted (intercalated) into the clay structure between the layers in a crystallographically regular fashion<sup>[3,4,5]</sup>. In an exfoliated nanocomposites, instead, the individual 1 nm thick clay layers are separated and dispersed in a continuous polymer matrix.

The intimate matching among a nanocomposite matrix and high performance reinforcements could lead to a mere revolution in the advanced materials field. It means



ultra light composite materials should be developed, having surprisingly high features and properties. For the purpose, a key factor is the exfoliation level and the particles size (as smaller as possible) inside the matrices, in order to avoid, during the infusion (liquid moulding techniques) process, the fibrous reinforcement behaving as a filter for the nanofillers.

It could lead to inhomogeneous laminates both in the composition and in the properties.

In the RTM technique a dry reinforcement is embedded into a mould cavity, then a thermosetting resin is forced to flow in the cavity and wets the reinforcement itself, pushing out the air. After the cure process, the components are extracted from the mould and can be used without any additional refinement operations.

The infusion pressures are quite low (69 ÷ 690 kPa) [6] and any kind of fibres and reinforcement configurations can be used.

In VARTM, the infusion pressures are lower than in the RTM thanks to the vacuum application, that promotes the infusion step and the air evacuation. In the present work the produced laminates have been experienced a mechanical characterisation, in order to investigate on the effect of nanofiller on their final properties.

The main aim was to produce high performance thermosetting system for composite production, starting from a common purpose and relatively cheap resins. In particular, these resins, although filled with high aspect ratio nanofillers, hold their low viscosity features which enable them to be used with the common and cheap processing methods as Resin Transfer moulding and Vacuum Infusion. From the early stages of this research activity, the natural application field of this composites based on a nanocomposite matrix was thought to be the boat building, despite some other investigations on this system have to be yet carried out.

This is due, as reported in the next section, other than to the low viscosity characteristics, to the fact that a significantly tough composite has been obtained, without any increase in the related specific weight.

Moreover, from a theoretical point of view, nanofilled polymers should perform higher barrier to liquid and gas characteristics than the corresponding neat systems.

As introduced, the system can be used both in processes as RTM and Vacuum Infusion, with the aim to produce a wide range of geometries with no limit on the related sizes. A whole boat hull as well as some smaller parts of a boat



Tessuto di carbonio / Carbon reinforcement

to il polimero si inserisce (intercala) fra gli strati della struttura argillosa in modo cristallograficamente regolare [3,4, 5]. Nei nanocompositi esfoliati, invece, gli strati nanometrici di argilla sono completamente separati e dispersi nella matrice polimerica. L'intimo abbinamento tra la matrice nanocomposita e rinforzi ad alta performance potrebbe portare ad una mera rivoluzione nel settore dei materiali avanzati. Ciò significa che possono essere sviluppati compositi ultraleggeri dotati di proprietà estremamente elevate. A tal proposito, un fattore chiave è il livello di esfoliazione e la

particolare suddette resine, malgrado siano rinforzate con nanofiller ad elevato rapporto tra lunghezza e spessore, mantengono una bassa viscosità che le rende utilizzabili in metodi di processo economici come il Resin Transfer Moulding e l'infusione sotto vuoto. Sin dalle prime fasi di questa ricerca, si riteneva che l'applicazione più naturale di questi laminati compositi a matrice nanocomposita in questione fosse quella della costruzione di imbarcazioni, sebbene debbano essere sviluppati ancora ulteriori test. Ciò si deve, come riportato nelle sezioni successive, oltre che alla bassa vi-

gie di fibre. Ciò implica che questo possa essere utilizzato in altre applicazioni al di fuori del settore nautico, sebbene, grazie alla bassa reattività del sistema a temperatura ambiente e alla elevata performance meccanica, questo ultimo sembra essere quello più appropriato.

## PROCEDURE SPERIMENTALI

Come matrice è stata utilizzata una resina epossidica avente nome commerciale EC 360, fornita dalla Elantas Camattini SPA, catalizzata con il 30% in peso di l'indurente W 160.

Come rinforzo sono stati utilizzati alcuni strati di un tessuto di carbonio in configurazione batavia (fibre da 12K, direzione 0/90 e densità areale 630 g/m<sup>2</sup>). Infine, tra i differenti nanofiller testati, è stato scelto un fillosilicato stratificato (Montmorillonite), avente nome commerciale Cloisite 20, fornito dalla Southern Calys. La matrice nanorinforzata è stata ottenuta miscelando la resina pura con il 3% in peso di suddetta nanocarica, in un comune miscelatore meccanico. I livelli di intercalazione ed esfoliazione sono stati studiati mediante diffrazione a raggi x, la quale è stata effettuata sia sul nanofiller da solo che sulla matrice nanorinforzata. Infine, sono stati prodotti dei laminati tramite VARTM in stampo rigido.

Tutti questi hanno una percentuale in volume di fibra pari a 50 ± 2 % e sono stati caratterizzati meccanicamente. A tal proposito i test a trazione sono stati condotti seguendo la normativa ASTM D 3039, quelli a flessione seguendo la normativa ASTM D 790 e quelli di taglio (SBS) la ASTM D 2344. La fase di impregnazione è stata condotta a temperatura ambiente, applicando una pressione di iniezione pari a 1,2 bar, con una pressione in cavità pari a 0,2 bar (P<sub>Tot</sub> = 2 bar).

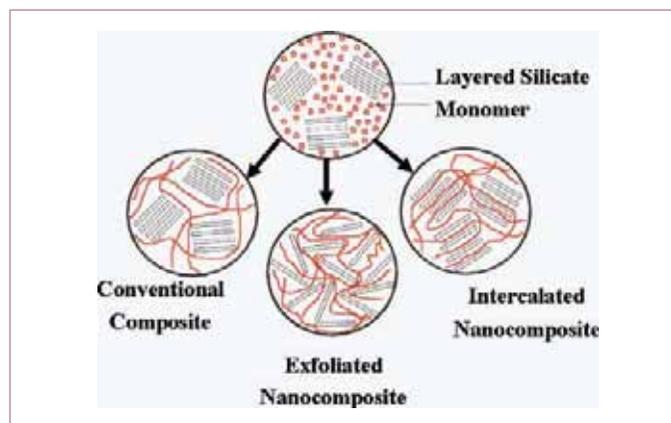


Fig. 2 - Morfologia dei nanocompositi / Nanocomposites morphology

dimensione delle nanoparticelle (deve essere più piccola possibile) nella matrice, allo scopo di evitare, durante il processo di infusione (tecniche di liquid moulding), che il rinforzo fibroso agisca da filtro per i nanofiller.

Ciò potrebbe portare a laminati disomogenei sia nella composizione che nelle proprietà. In questo lavoro i laminati prodotti sono stati sottoposti a caratterizzazione meccanica, allo scopo di studiare l'effetto della presenza del nanofiller sulle relative proprietà finali.

Lo scopo principale è quello di produrre sistemi termoisolanti ad elevata performance per la produzione di materiali compositi, partendo da delle resine di uso comune e relativamente economiche. In

scosità della matrice, al fatto che è stato ottenuto un composito molto tenace, senza che si sia verificato un aumento di peso specifico dello stesso. Inoltre, da un punto di vista teorico, polimeri nanorinforzati dovrebbero mostrare proprietà di barriera ai liquidi ed ai gas superiori a quelle del sistema puro. Come anticipato, il sistema può essere impiegato sia nel RTM che nell'Infusione sotto vuoto, allo scopo di produrre una vasta gamma di geometrie e dimensioni. Un intero scafo così come piccole parti di imbarcazioni possono essere sviluppate mediante il sistema studiato. Al momento il sistema stesso ha evidenziato una positiva interazione con le fibre di carbonio, ma ciò si può verificare anche con altre tipolo-



A tal proposito in figura 3 è mostrato il lay-out della regione interessata dal flusso, in figura 4a è illustrato l'apparato di RTM utilizzato e in figura 4b l'evoluzione nel tempo del fronte di avanzamento della resina. Infine, i laminati sono stati curati a temperatura ambiente per 12 ore e post cura-

ti secondo due step: uno a 60°C per tre ore ed uno a 80°C per quattro ore.

### RISULTATI

Circa il nanofiller, i parametri principali presi in considerazione sono stati la frazione in

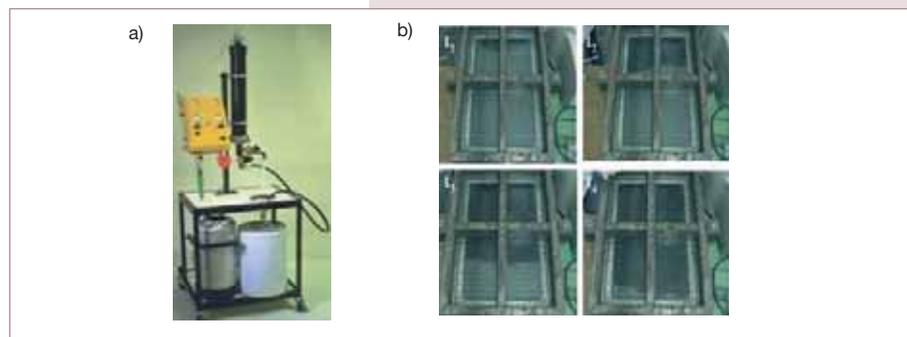


Fig. 4 - Dispositivo di RTM utilizzato (parte a) ed evoluzione del fronte del flusso durante la fase di infusione (parte b)  
RTM apparatus (a part) and flow front evolution during the infusion stage (b part)

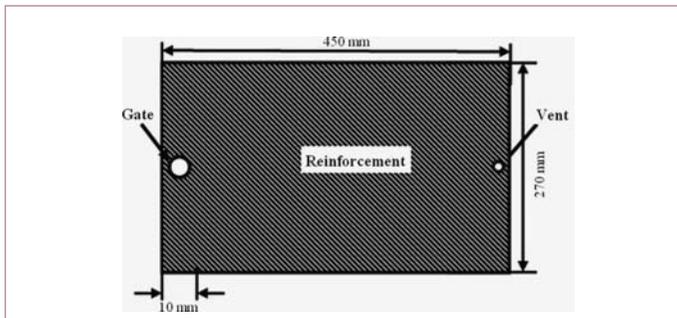


Fig. 3 - Lay-out della regione interessata dal flusso / Flow region lay-out

peso all'interno della resina e parametri di processo legati alla ottimizzazione della suddetta fase, quali tempi e velocità di miscelazione.

Applicando una velocità rotazionale pari a 600 rpm alla girante utilizzata è stato possibile limitare il numero di cluster nel

*could be produced using the nanofilled system investigated. At the moment the system has shown a positive interaction with carbon fibres but the same should be performed also in combination with other kind of fibres. It means it should be used also in other application unnecessarily concerned with the boat building field, despite, due to the system low rate curing reaction at a room temperature other than to its high mechanical performance, the boat building seems to be the most natural application.*



When Azimut decided to move to closed molding they chose DIAB as their technology partner. DIAB Core Infusion™ brings together all the benefits of sandwich composites with the processing, performance and health and safety advantages of closed moulding. It enables Azimut to improve quality, achieve consistent and repeatable results and allows

additional weight savings. It also provides optimum core to skin bonding and reduces mould cycle times by up to 50%. Equally important is the fact that Azimut have virtually eliminated VOC emissions, thereby improving working conditions. Contact DIAB to take advantage of the latest developments in composite construction - [www.diabgroup.com](http://www.diabgroup.com)

cores | kits | processing | engineering | training

Tel: +39 010 6001248 • Fax: +39 010 6519298 • E-mail: [info@it.diabgroup.com](mailto:info@it.diabgroup.com) • [www.diabgroup.com/italia.html](http://www.diabgroup.com/italia.html)



EXPERIMENTAL

An epoxy resin has been employed, whose commercial name is EC 360, provided by Elantas Camtini SPA. The resin has been catalysed with 30%wt hardener W 160. Reinforcement concerned with some plies of 12 k carbon fibres, according to the configuration 2x2 twill (0/90 and 630 g/m<sup>2</sup>), have been used. Finally, among different kinds of nanofillers, a layered phyllosilicate (Montmorillonite), whose trade name is Cloisite 20A (Southern Clays), has been used. The nanoreinforced matrix has been obtained mixing the neat resin with 3%wt of nanofiller, by mean of a common mechanical mixer, equipped of a notched spindle. The intercalation (or exfoliation) levels have been investigated through x rays scanning, developed both on the neat nanofiller and on nanoreinforced matrix. Finally, some composite laminates have been obtained by mean of VARTM processing techniques. All the laminates have a fibre volume fraction of 50 ± 2 % and have been characterised from a mechanical point of view. On the purpose tensile tests, according to the standard ASTM D 3039, flexural (3-Pb) ones, according to the standard ASTM D 790, and short beam shear test (ASTM D2344) have been performed. The infusion phase has been developed at room temperature, applying an injection pressure of 1.2 bar, with an in cavity pressure equal to 0.2 bar ( $\Delta P_{Tot} = 2$  bar). At this purpose in figure 3 the flow region lay-out and arrangement is clearly shown. Moreover the employed RTM apparatus and the flow front evolution during the infusion stage are shown respectively in figure 4a and 4b. Finally, laminates panels have been cured at room temperature for 12 hours and post-cured in two steps: 60°C for three hours and 80°C for four hours.

RESULT AND DISCUSSION

About nanofiller, the related weight amount selection and mixing optimisation, spindle rotational speed and mixing time are main parameters taken into account. Applying a rotational rate of 600 rpm neither cluster are detectable nor a big number of air bubbles are formed. Few bubbles can be easily evacuated in few minutes, putting under vacuum the thermosetting system (resin + catalyst). Moreover mixing phase has been set for 4 hours with the aim to provide a perfectly homogeneous fluid. As previously discussed, the level of dispersion of the nanofiller inside the matrix has been investigated through x rays scanning techniques (fig. 5). The intensity peaks, indicating the distance between the montmorillonite crystallographic plains (Bragg's law  $n\lambda = 2dsina$ ), reveal a bigger distance (enhancement of 34%) for the aforesaid plains in the nanocomposites than in the neat nanofiller (3,19 nm versus 2,38 nm). It means a good level of dispersion (exfoliation or intercalation at least) of the nanofiller inside the matrix. Two laminates have been produced. The first one is based on the neat resin as a matrix, while the second on the nanoreinforced one, both of them with a carbon fibre volume fraction very close to 0,5. According to the figure 6 and to the table 1 the laminate with the nanofilled matrix shows a significant improvement in tensile (+33,09%) and the flexural (+59,42%) strength with respect the laminate based on the neat resin. Moreover also the tensile strain at break is increased in the nanofilled resin laminate (+28,57%). Instead Young Modulus is slightly decreased in the nanoreinforced composite (-5,14% in tensile test and -9,09% in flexurale test). Results indicate the use of the nanocomposita matrix causes a significant im-

nanofiller ed evitare la formazione di bolle d'aria nella resina: le poche bolle formate sono state fatte evacuare sotto vuoto nel sistema catalizzato. Per quanto riguarda il tempo di miscelazione, 4 ore sono state necessarie per ottenere un sistema perfettamente omogeneo. Come detto precedentemente, il livello di dispersione del nanofiller all'interno della matrice è stato studiato attraverso la diffrazione a raggi X (figura 5). I picchi di intensità che rivelano la distanza basale dei piani cristallini della Montmorillonite (legge di Bragg), rivelano una distanza maggiore (aumento del 34%) di tali piani nel nanocomposito che nel nanofiller puro (3,19 nm rispetto a 2,38 nm).

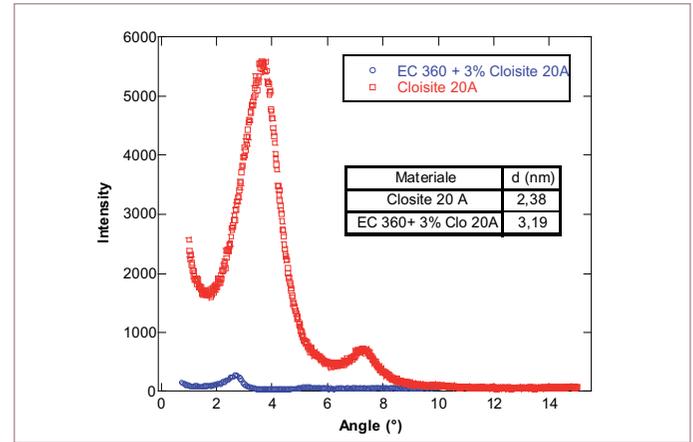


Fig. 5 - Diagramma recante la scansione ai raggi X per il nanofiller e per il nanocomposito ( $\lambda = 0,3$  nm) X rays scanning diagrams for the neat nanofiller and the nanocomposite ( $\lambda = 0,3$  nm)

Sono stati prodotti due laminati, di cui uno con la resina pura e l'altro con quella caricata, entrambi con una frazione in volume di fibra di carbonio di circa 0,5. In base alla fi-

stenza a trazione (+33,09%) e a flessione (+59,42%), rispetto a quello realizzato con la resina pura. Inoltre aumenta nel primo tipo anche la deformazione a rottura (di circa il

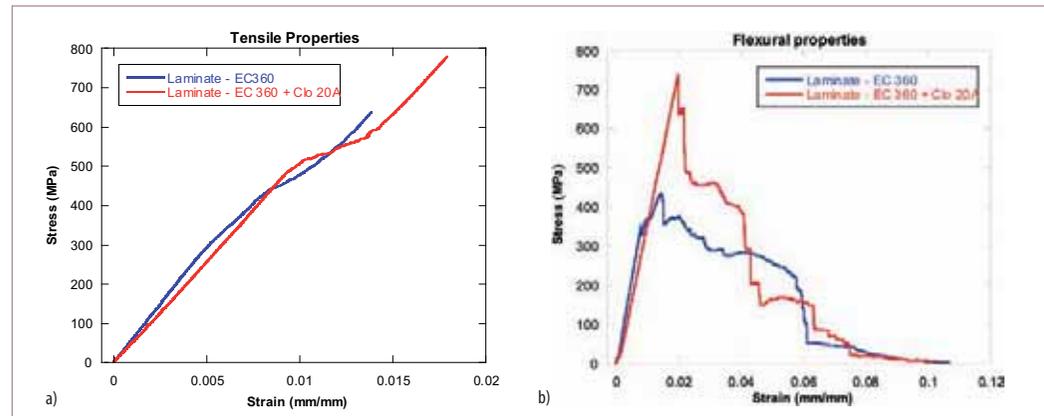


Fig. 6 - StressDiagrammi sforzo-deformazione relativi ai testa a trazione (a) e quelli a flessione (b) per entrambi i laminati Stress-Strain curves obtained in tensile tests(a) and flexural ones (b) for both laminates

Ciò sta a significare un buon livello di dispersione (esfoliazione o almeno intercalazione) del nanorinforzo nella matrice.

gura 6 e ai dati di tabella 1, il laminato a base di resina nanorinforzata mostra un significativo aumento della resi-

28,57%). Al contrario, il modulo elastico decresce lievemente rispetto al laminato con la resina pura (-5,14% a trazione e -

Materiale Material	$E_{trazione}$ (GPa) $E_{Tensile}$ (GPa)	$E_{flessione}$ (GPa) $E_{Flexural}$ (GPa)	$\sigma_{trazione}$ (MPa) $\sigma_{Tensile}$ (MPa)	$\sigma_{flessione}$ (MPa) $\sigma_{Flexural}$ (MPa)	$\epsilon_{trazione}$ $\epsilon_{Tensile}$	$\tau_{taglio}$ (MPa) $\tau_{Shear}$ (MPa)
Laminato: Laminato: EC 60	54,67 ± 2,01	48,85 ± 2,04	593,27 ± 49,09	447,64 ± 68,96	0,014 ± 0,003	62,34 ± 4,35
Laminato: Laminato: EC 360 + Clo 20A	51,86 ± 2,10	41,68 ± 1,08	789,61 ± 48,48	713,77 ± 54,05	0,018 ± 0,002	60,34 ± 5,35

Tab. 1 - Principali proprietà meccaniche dei laminati prodotti / Main mechanical properties related to the produced laminates



9,09% a flessione). I risultati indicano quindi che la matrice nanorinforzata determina un aumento significativo della tenacità del materiale, piuttosto che della rigidità strutturale. Inoltre, la resistenza a taglio interlaminare del composito a matrice nanocomposita è lievemente inferiore a quella afferente il composito tradizionale (-3,21%), malgrado ci si aspettasse un lieve aumento. Questo comportamento può essere attribuito al fatto che la nanopolvere non sia completamente esfoliata, ma sia stata ottenuta una miscela mista intercalata/esfoliata. Ciò significa che l'utilizzo di un apparato di miscelazione più performante o l'utilizzo di una nanocarica appositamente compatibilizzata, potrebbe portare a risultati lievemente migliori di quelli ottenuti.

#### SOMMARIO

I risultati ottenuti hanno confermato la possibilità di aumentare le proprietà dei materiali compositi, utilizzando dei nanorinforzi all'interno delle matrici. Il miglioramento delle proprietà meccaniche, inoltre è stato ottenuto senza aumentare apprezzabilmente il peso della struttura e senza

creare difficoltà nella fase di processo. Sfortunatamente l'ottenimento di una struttura perfettamente esfoliata rappresenta un punto molto critico. Ciò significa che la fase di miscelazione deve essere migliorata ulteriormente.

#### BIBLIOGRAFIA

[1] Jyi-Jiin Luo, Isaac M. Daniel, Characterization and modeling of mechanical behaviour of polymer/clay nanocomposites. Robert R. McCormick School of Engineering and Applied

Science, Northwestern University, Evanston, IL 60208, USA (2002).

[2] EP Giannelis, Polymer layered silicate nanocomposites. Adv Mater 1996; 8(1):29-35

[3] Novak BM. Adv Mater 1993; 5:422.

[4] Ziolo RF, Giannelis EP, Weinstein BA, Ohoro MP, Ganguly BN, Mehrotra V, Russell MW, Huffman DR. Science 1992;257:219.

[5] Ruiz-Hitzky E., Conducting polymers intercalated in layered solids. Advanced Materials 1993; 5(5):334-40.

[6] P. K. Mallick, Fiber-Reinforced Composites, 403, (1985).

#### C U R R I C U L U M V I T A E

**Roberto Petrucci** si è laureato presso la Facoltà di Ingegneria dei Materiali dell'Università di Perugia - sede di Terni nell'anno accademico 2000/2001, discutendo la tesi dal titolo "Sviluppo e caratterizzazione di materiali compositi a matrice poliestere, rinforzati con fibre vegetali, per applicazioni autoveicolistiche. Dal 2002 lavora come assegnista di ricerca presso il Gruppo STM (Scienza e Tecnologia dei Materiali) dell'Università di Perugia, occupandosi dei temi riguardanti la lavorazione e la trasformazione dei materiali polimerici, compositi e nanocompositi. Nell'anno accademico 2004/2005 ha conseguito il dottorato di ricerca in ingegneria industriale discutendo la tesi da titolo: Studio e ottimizzazione dei processi di liquid moulding, applicati a polimeri e compositi a matrice termoindurente. Nel 2003, insieme ad altri 6 ingegneri dell'Università di Perugia, ha contribuito alla nascita della società di Spin-off MDP (Materials Design & Processing) Srl, società di ricerca ed ingegneria, dove riveste la carica di Manager di Processo.

**Roberto Petrucci**, graduated in Engineering on Materials at the University of Perugia (Terni) - academic year 2000 / 2001 - with the thesis entitled: Development and characterisation of composite materials based on polyester resin, reinforced with natural (plant derived) fibres, for automotive application.

Since 2002 he works at the STM Research Group (Materials Science and Technology) of the University of Perugia, dealing with issues related to processing of polymeric, composites and nanocomposites materials. In the academic year 2004/2005 he received his Ph.D in Industrial Engineering with the thesis entitled: Study and optimization of liquid molding processes applied to composites based on thermoset matrices.

In 2003, along with other six engineers graduated at the University of Perugia, contributed to the foundation of the spin-off: MDP (Materials Design & Processing) Ltd, a research and engineering company, where he plays the role of Material Processing Manager.

provement on the material toughness, rather than a structural stiffening. Moreover the interlaminar shear strength is decreased with respect the traditional composite (-3,21%). On the contrary an improvement on the through thickness properties was expected.

This behaviour could be attributed to the fact the nanopowder should be not completely exfoliated, but a mixed structured intercalated/exfoliated has been obtained.

It means the employment of high performance mixing devices or compatibilised nanofiller, could lead to better result than the obtained ones in the present work.

#### SUMMARY

The aforesaid results have confirmed the possibility to significantly enhance composite properties, by mean of the use of small amount of nanoreinforcements into the matrices. The improvement of the mechanical properties, moreover, have been obtained without increasing structure weight or creating difficulties on the material processing technologies.

Unfortunately the mere exfoliation of the nanofillers inside the matrices is a very critical point. It means the mixing phase, in particular, need to be optimised.

#### REFERENCES

[1] Jyi-Jiin Luo, Isaac M. Daniel, Characterization and modeling of mechanical behaviour of polymer/clay nanocomposites. Robert R. McCormick School of Engineering and Applied Science, Northwestern University, Evanston, IL 60208, USA (2002).

[2] EP Giannelis, Polymer layered silicate nanocomposites. Adv Mater 1996; 8(1):29-35

[3] Novak BM. Adv Mater 1993; 5:422.

[4] Ziolo RF, Giannelis EP, Weinstein BA, Ohoro MP, Ganguly BN, Mehrotra V, Russell MW, Huffman DR. Science 1992;257:219.

[5] Ruiz-Hitzky E., Conducting polymers intercalated in layered solids. Advanced Materials 1993; 5(5):334-40.

[6] P. K. Mallick, Fiber-Reinforced Composites, 403, (1985).



Carlo Riccò & F.lli SpA

Since 1955

Not Only common resins but specialities:

Low styrene content resins (25-32%)

"No roll" resins for PRFV

Full range for sanitary reinforcement (ABS and PMMA)

DCPD Lloyd's certified resins for marine use

Correggio (RE) Italy - [www.ricco.it](http://www.ricco.it)

# Repertorio Nautico di Via Mare-by sea

la ricca panoramica annuale interamente dedicata  
alle aziende italiane e internazionali che operano nella nautica

oltre al più completo elenco merceologico del settore,  
utile e affidabile, per incrementare  
i propri contatti e le possibilità di business



CREI

via Ponte Nuovo, 26 - 20128 Milano (Italy)  
tel. +39 02.26305505 - fax +39 02.26305621  
www.viamarebysea.it  
redazione@viamarebysea.it