

Hybrid technology to produce an automotive hood in CFRP: press-preg in long fibre and C-SMC in carbon fibre

Federica Marchetti R&D Engineer, Fabrizio Turchi Key Account Manager-Automotive - RI-BA



To date, the application of components made of carbon fibrosis still confined to the world of luxury cars, as it can afford the considerable costs of such detailed works due to the cars' selling prices, which are not accessible to everyone. The high expense of carbon fibre components is mainly due to economic/technological matters; currently, the cost of raw materials is still higher than that of metals. Moreover, classical production technologies are not yet automated enough

TECHNOLOGIES, AS WELL AS THE SELECTION OF MATERIALS, HAVE A DIRECT IMPACT ON THE DESIGN CHOICES. THUS, THE RESEARCH OF THE BEST PRODUCTIVE METHOD, FOR BOTH PARTS OF THE HOOD, HAS BEEN ANALYSED IN ORDER TO OPTIMIZE THE CYCLE TIME AND THE AESTHETIC AND STRUCTURAL PERFORMANCE

the need to achieve the lightening of products and, consequently, to reduce the amount of CO₂ emissions as requested by international communities. Car manufacturers are

for mass production. Regardless of these considerations, however, the most important car manufacturers predict a growing use of carbon fibres in the Automobile sector in the near future, not only constrained to niche markets. The use of carbon fibres is driven by

interested in a cost reduction of raw materials for the scale effect, and in the automation of production processes.

The purpose of the analysis made by RI-BA Composites S.r.l is to evaluate the application of a hybrid technology to produce hoods while preserving all the aesthetic and structural characteristics required by the component. These alternative processes allow for higher productivity, making the product industrialisable rather than being confined to some particular car markets.

Consider the typical structure of a hood, which consists of two parts, an external lamina and an internal stiffening, that together form a closed shell. This maximizes the structural efficiency both in terms of the overall stiffness and the

Tecnologia ibrida per la produzione di un cofano automobilistico in CFRP: press-preg in fibra lunga e C-SMC in fibra di carbonio

Federica Marchetti R&D Engineer, Fabrizio Turchi Key Account Manager-Automotive - RI-BA

Ad oggi, l'utilizzo di componenti realizzati in fibra di carbonio è ancora largamente riservato al mondo delle autovetture d'élite che possono permettersi gli elevati costi

dei particolari a fronte di prezzi di vendita delle autovetture non a tutti accessibili.

Il costo ingente dei componenti realizzati in fibra di carbonio, è imputabile principalmente a questioni di tipo economico-tecnologico; attualmente, il costo delle materie prime risulta elevato rispetto a quello dei metalli ed inoltre, le classiche tecnologie di lavorazione sono ancora

LA TECNOLOGIA, COSÌ COME LA SCELTA DEI MATERIALI, HA UN IMPATTO DIRETTO SULLE SCELTE PROGETTUALI E LA RICERCA DELLA MIGLIOR MODALITÀ PRODUTTIVA. PER LE DUE PARTI COSTITUENTI IL COFANO, È STATA ANALIZZATA AL FINE DI OTTIMIZZARE I TEMPI CICLO E LE PERFORMANCE STRUTTURALI ED ESTETICHE

in larga parte poco automatizzate per consentire una produzione di massa. Nonostante il driver del costo sia così sfavorevole ad un loro utilizzo estensivo, le case automobilistiche più importanti prevedono, nel futuro prossimo, un utilizzo crescente delle fibre di carbonio in ambito Automotive anche su segmenti meno di nicchia. Il loro utilizzo è spinto dalla necessità di alleg-

gerire le autovetture per inseguire livelli sempre più bassi di emissioni di CO₂, stabiliti dalle comunità internazionali; i costruttori contano su un abbattimento dei costi delle materie prime per un effetto scala e

sull'automazione dei processi produttivi.

L'obiettivo dell'analisi effettuata da RI-BA Composites S.r.l, è stato valutare tecnologie ibride di realizzazione del cofano anteriore di un'auto-vettura che garantiscano le proprietà estetiche e strutturali richieste e consentano, al tempo stesso, ratei produttivi importanti e industrializzabili per il mercato automobilistico di media serie.

performance when there is pedestrian impact, favouring a minimum of collapsing for a low amount of weight, in order to “mitigate” the eventual crash. The two parts are generally called cladding and framework. The cladding has primarily an aesthetic role. The framework is glued under the cladding and it has, by contrast, a significant structural role.

CLADDING

The cladding is the visible part of the hood and it is one of the most characteristic elements of a car's style. When there is a hood made of composite material and the weft of the carbon fabrics is visible, this is known as the Clear Coated model. In this particular configuration, the finishing of the weft has to be precise, without misalignments or any other imprecisions and flaws. On the contrary, when the component is painted in a coloured hue and the paint is not transparent, it is called a Painted Body. These last models do not have to present porosity, so the painting can be done without additional time or costs in order to guarantee the necessary aesthetic quality. However, they have to avoid the “print through” phenomenon, that is, the appearance over time of “footprints” due to the texture of the fabric under the paint.

Both types of cladding present technological

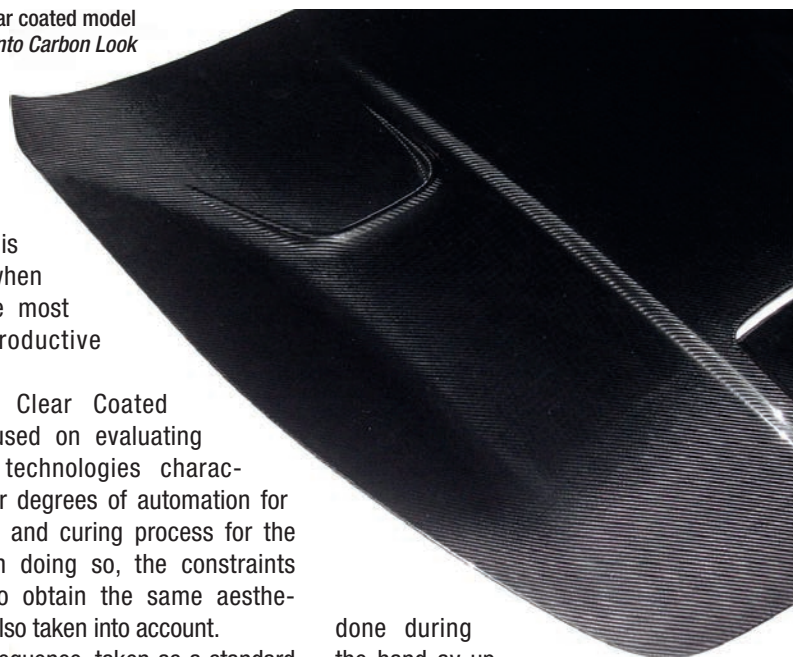
difficulties that only specific arrangements can solve, so we need to take this into account when deciding on the most appropriate productive technology.

Regarding the Clear Coated model, we focused on evaluating manufacturing technologies characterized by higher degrees of automation for the hand lay-up and curing process for the autoclave. When doing so, the constraints from needing to obtain the same aesthetic quality were also taken into account.

The lamination sequence, taken as a standard for this activity, is the same as the one used for the cladding of the hood in pre-preg and is characterized by an overall thickness of about 1 mm. The productive solution designed involves Compression Moulding of pre-pregs on a press (Press-Preg). The process consists of the manual or automatic deposition of pre-preg reinforcements on a semi-hot mould, similar to what is

done during the hand lay-up, as well as the replacement of the steps of compacting the vacuum bag and cure with a faster compaction and cure on a hot press, similar to SMC in Compression Moulding. In order to optimize the productive cadence, the fabric is preliminarily preformed to allow quicker and easier loading onto the hot mould. The two halves

Fig. 1 - Clear coated model
Rivestimento Carbon Look



La tipica struttura di un cofano è costituita da due parti distinte, lamina esterna ed irrigidimento interno, tali da creare una sezione chiusa a guscio. Questa configurazione massimizza l'efficienza strutturale sia dal punto di vista della rigidità complessiva che delle prestazioni in ottica urto pedone, favorendo un minimo di collasso a basso valore di carico, aspetto che permette di “attutire” l'eventuale impatto. Le due parti sono generalmente chiamate: rivestimento ed ossatura. Il rivestimento ha un ruolo principalmente estetico. L'ossatura è incollata nella parte inferiore del rivestimento ed ha, invece, un ruolo essenzialmente strutturale.

RIVESTIMENTO

Il rivestimento è il componente a vista del cofano e rappresenta uno degli elementi più caratteristici nello stile della vettura. Nel caso di cofano in materiale composito, la trama dei tessuti di carbonio può essere visibile e allora si parla di rivestimento Carbon Look. In questa partico-

lare configurazione, la finitura della trama deve essere molto accurata, quanto più priva di strature, o qualsiasi altra imprecisione e difetto. Qualora il componente venga verniciato in una tinta colorata e non trasparente, si parla, invece, di rivestimento in Tinta Scocca. Questi ultimi non devono presentare porosità sulla superficie affinché la verniciatura possa avvenire senza aggravio di tempi e costi e perché vi sia la necessaria resa estetica. La superficie del componente dovrà poi essere realizzata con tecniche che permettano di evitare il fenomeno del “print through”, ovvero la comparsa nel tempo di “impronte” dovute alla trama del tessuto sottostante la vernice.

Entrambe le tipologie di rivestimento presentano difficoltà di carattere tecnologico che solo specifici accorgimenti permettono di risolvere, quindi è necessario tenerne conto in fase di definizione della tecnologia produttiva.

Per quanto concerne il rivestimento Carbon Look, ci si è soffermati a valutare tecnologie di fabbricazione a maggior tasso di automazione

rispetto al processo di stesura manuale delle plies e cura in autoclave. Nel fare questo, si è tenuto conto del vincolo derivante dalla necessità di ottenere la medesima qualità estetica. La sequenza di laminazione considerata è la stessa impiegata per il rivestimento del cofano in pre-preg preso come riferimento per questa attività, e vede uno spessore complessivo di circa 1 mm. La soluzione produttiva pensata è quella del Compression Moulding in pressa del preimpregnato (Press-Preg). Il processo consiste nella deposizione manuale o automatizzata di rinforzi preimpregnati adeguatamente preformati, su di un semi-stampo caldo, e nel sostituire le fasi di compattazione con sacco a vuoto e cura in autoclave con una più rapida compattazione e cura in pressa calda, allo stesso modo di quel che è fatto per i prodotti SMC in Compression Moulding. Le due metà dello stampo sono realizzate in materiale metallico e lo spazio chiuso dall'accoppiamento maschio-femmina definisce la forma e lo spessore del componente. Gli stampi vengono

of the mould are made in a metallic material and the space between male-female defines the shape and thickness of the component.

The moulds are placed on the plates of the press and are usually heated electrically or by diathermic oil or water systems. The improvement of productivity and cycle time gained with this production technology is important, compared with the standard technology used for the autoclave. Furthermore, in this way, it would be possible to unify the advantages of the manual placing of pre-pregs, which means an excellent aesthetic quality, in addition to the advantages in terms of speed of cycle and costs of machinery that a press can ensure compared to the autoclave. This makes the process much more interesting for a market of medium-high volumes, which is the one we want to address. Without this strategy, which can reduce costs and time, these carbon-fibre components could remain limited to certain niche car markets.

FRAMEWORK

The framework, the structural part of the hood that has the most influence on the overall stiffness, is realized in C-SMC. According to the current guidelines of the benchmark, the component is made of several layers of pre-preg in long carbon fibre and localized reinforcements which give the item a certain thickness (approximately 1.2 mm) and thus, a specific stiffness and strength. The realization of the component,

montati sui piani della pressa e sono usualmente riscaldati elettricamente oppure da sistemi ad olio diatermico o ad acqua. Il miglioramento di rateo produttivo e tempo ciclo che si ottiene con questa tecnologia produttiva, rispetto alla produzione con autoclave, è significativo. Inoltre, essa abbina i pregi prestazionali della deposizione manuale dei preimpregnati, garanti di un'ottima qualità estetica, con i vantaggi in termini di velocità ciclo che la pressa può assicurare rispetto all'utilizzo dell'autoclave. Questo rende il processo molto più appetibile per un mercato di volumi produttivi medio-alti, quale è quello a cui ci si vuole rivolgere, in quanto permetterebbe l'abbattimento di costi e tempi altrimenti destinati a mercati di nicchia.

OSSATURA

L'ossatura, parte strutturale del cofano che influisce maggiormente sulla rigidità complessiva, è stata realizzata in C-SMC. Nella versione attualmente in produzione, sono presenti diverse pelli di pre-preg in fibra lunga e rinforzi localizzati che conferiscono al pezzo un certo spessore (circa 1.2 mm) e quindi una determinata rigidità e resistenza. La realizzazione del componente secondo lo specifico Ply-Book, richiede tempi di produzione piuttosto lunghi ed un lavoro meticoloso di operai specializzati, con conseguenti ripercussioni sui costi. Attraverso l'uso dell'SMC in fibra di carbonio, scegliendo in modo opportuno la grammatura del tessuto, non occorre sovrapporre più pelli stratificate in quanto è possibile partire

according to the specific Ply-Book, requires a quite long production time and painstaking work done by skilled workers, with a consequent impact on costs. By using SMC in carbon fibre and by choosing the grammage of the fabric correctly, there is not the necessity of several stratified skins because the material already has the required thickness. Consequently, the lamination with this type of pre-preg reduces the production time, among other things. Particularly combined with the Compression Moulding, SMC is a technological process which enables easier and faster production so that, it can be suitable for high levels of productivity.



Fig. 3
SMC framework
Ossatura in SMC

già da un materiale dello spessore desiderato. Di conseguenza, la laminazione dell'ossatura con questa tipologia di preimpregnato riduce i tempi produttivi e non solo. L'SMC è una scelta tecnologica che consente una produzione più semplice, veloce e, di conseguenza, risulta essere adatto ad alti ratei produttivi, in particolare se combinata allo stampaggio per compressione (Compression Moulding). La tecnica di stampaggio per compressione consente alte produttività e l'ottenimento di componenti rinforzati complessi aventi prestazioni elevate. La compressione in stampo chiuso, inoltre, permette un'ottima finitura superficiale ed un preciso controllo delle tolleranze dimensionali.

Quindi, per produrre l'ossatura, è stato posizionato un unico strato di preimpregnato in fibra corta, senza prestare particolare cura alla laminazione vera e propria. La produzione del componente è avvenuta in tempi molto ridotti rispetto a quelli relativi al processo standard in autoclave, proprio grazie al fatto che non è necessario posizionare

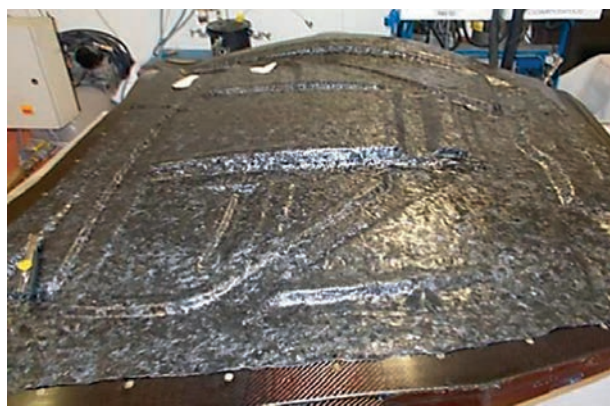


Fig. 2 - SMC framework lamination
Laminazione ossatura in SMC

The technique of Compression Moulding also allows for high productivities and results in reinforced and complex components with top performance. Furthermore, the compression in a closed mould allows an excellent surface finish and a precise control of dimensional tolerances.

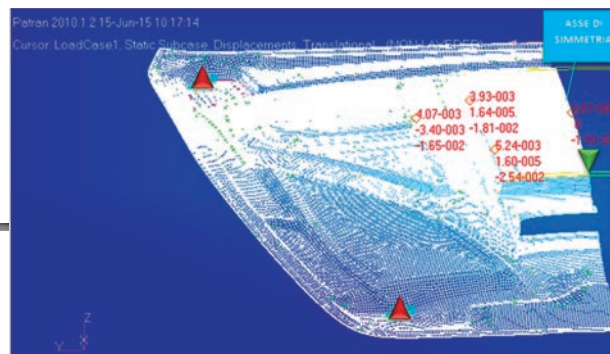


Fig. 4 - FEM framework
Modellazione FEM ossatura

in maniera precisa i tessuti; sarà la pressione di autoclave a farli scorrere durante il processo produttivo. Significativo nell'ottica della riduzione dei costi è anche il risparmio sui materiali di consumo. Il peso dell'ossatura così realizzata è inferiore di circa 2 kg rispetto a quello dell'originale di produzione. Tale riduzione in peso è imputabile principalmente al fatto che la laminazione è priva di zone di rinforzo locale. Lo spessore medio misurato per la parte in C-SMC (privo di rinforzi) è di 1.2 mm, uniforme su tutta la superficie, mentre lo spessore caratteristico del pre-preg in fibra lunga è variabile tra 1.2 mm e 1.6 mm, a seconda della posizione. Quest'ultima scelta progettuale, inerente al componente in fibra lunga, deriva dall'ottimizzazione delle prestazioni meccaniche e costituisce sicuramente un vantaggio rispetto

To produce the framework, only one layer of pre-preg in short carbon fibre was placed, without any particular attention given to the real standard lamination. The production of the component took place in a very short period of time compared with the one of the benchmark process, thanks to the fact that there is no need to place the fabrics in a precise way; during the production process, the pressure of the autoclave will slide the fabrics. The saving of

consumables is significant in light of the cost reduction. The weight of the frame turns out to be 2 kg less than the benchmark, mainly due to the fact that, in this lamination there are no areas of localized reinforcements. Considering thicknesses, the average thickness measured for the case in SMC (without reinforcements) is 1.2 mm, uniform for almost the entire extension

of the surface, while the average thickness of the case in long fibre pre-preg changes between 1.2 mm and 1.6 mm, depending on the position. This last design choice in long fibre enables the

a qualsiasi tecnologia a maggior livello di automazione.

Il componente realizzato mostra quindi una nuova filosofia progettuale

per i compositi, non più incentrata sull'utilizzo di rinforzi localizzati che massimizzano il comportamento anisotropo del materiale, ma basata sull'impiego di un materiale pressochè omogeneo che conferisce al prodotto caratteristiche quasi isotrope ed uno spessore uniforme. Questa scelta è giustificata dal fatto che il cofano è un componente avente carichi non univocamente determinati, per cui la quasi isotropia del laminato può essere adeguata e pertinente al caso.

Per verificare l'impatto delle variazioni di spessore sulla rigidità dell'ossatura, è stata eseguita una prova sperimentale. Il componente è stato sottoposto a carichi statici in configurazione di appoggio. L'ossatura è stata collocata su blocchetti in acciaio di egual altezza e spessore. Successivamente è stato creato un appoggio adeguato per il comparatore, che consentisse

optimization of mechanical performance and it is certainly an advantage over any other technology characterized by a higher level of automation.

Thus, this prototype presents a new philosophy of design for composites, no longer focused on the use of localized reinforcements that maximize the anisotropic behaviour of the material, but based on the use of a sort of homogeneous material that gives the component nearly isotropic features and a uniform thickness. This choice is justified by the fact that the hood is a product which does not have uniquely determined loads. Therefore, the near isotropy of the laminate can be appropriate and relevant to the case.

In order to verify the effect of the variant thicknesses on the stiffness of the frame, an experimental test was performed. The hood was placed on steel blocks of equal height and thickness. Subsequently, a support suitable for the position of the comparator was created in order to register the deflections correctly. Then, some interspersed loads were applied in the middle of the framework and different measurements were recorded for each applied weight, in different zones of the component. The test results were collected and they have been compared with those obtained from the

simulation. The experimental results show an almost linear behaviour of the material with the exception of the part connected to the lower loads due to the static friction between the surfaces, and a short terminal portion in which, for heavier loads, the laminate suffers a phase of over-tightening.

In order to understand how the simulation/calculation model can be reliable and predictive

for this technology and its respective material, a finite element analysis using suitable software was implemented: MSC Patran/Nastran. Depending on the complexity of the surfaces, we used manual methods of meshing and automatic methods available on Patran. The finite elements used were of the 2D Shell, which have specific properties related to the SMC attributed to it. A linear static analysis was

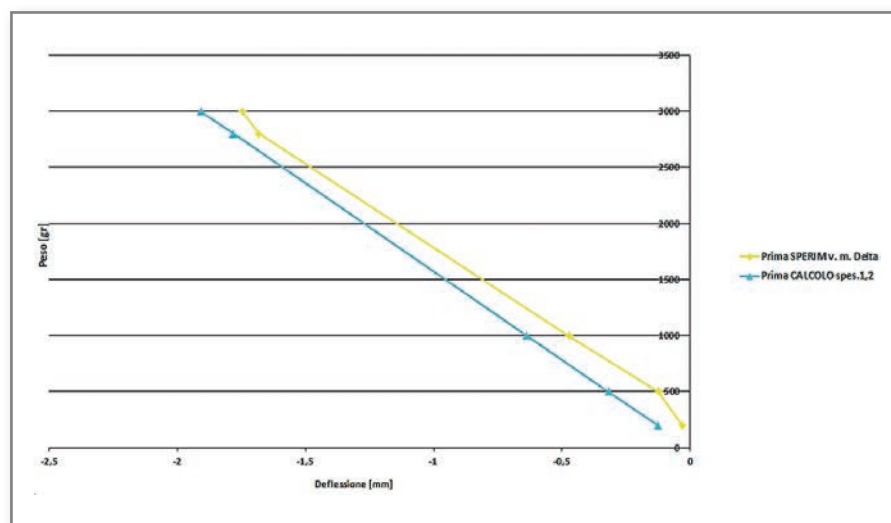


Fig. 5 - Comparison between experimental and computational line
Raffronto fra rigidità sperimentale di simulazione dell'ossatura in C-SMC

un'efficace lettura delle deflessioni. Infine, sono stati applicati in mezzera diversi carichi intervallati e, per ogni peso applicato, sono state registrate le misure di spostamento su punti diversi del cofano. I dati raccolti dalle prove sperimentali sono stati comparati, in seguito, a quelli forniti dalla simulazione a calcolo. I risultati sperimentali evidenziano un comportamento pressochè lineare del materiale, fatta eccezione per il tratto relativo ai bassi carichi a causa dell'attrito fra le superfici, e per un breve tratto terminale in cui, per carichi maggiori, il laminato subisce una fase di sovra-irrigidimento.

Per capire quanto la simulazione a calcolo possa essere attendibile e predittiva per questa tecnologia e relativo materiale, è stato implementato un modello agli elementi finiti tramite opportuni software di calcolo: MSC Patran/Nastran. A seconda della complessità delle superfici, sono stati scelti sia metodi manuali di meshatura che metodi automatici resi disponibili dal software. Gli elementi finiti impiegati sono i 2D Shell, a

cui sono state attribuite specifiche proprietà per simulare il comportamento quasi isotropo dell'SMC posato. È stata eseguita un'analisi lineare statica su metà ossatura, sfruttando efficacemente la simmetria del pezzo e del carico applicato. I vincoli posizionati durante la prova hanno replicato con precisione quelli della prova sperimentale in laboratorio. In alternanza, sono poi state applicate diverse forze in mezzera. Sono state posteriormente plottate le deflessioni dell'ossatura in punti precisi, in direzione perpendicolare alle lamine, per ogni caso di carico. Tali spostamenti sono stati elaborati e confrontati con le deflessioni misurate durante la prova sperimentale precedentemente descritta. Disponendo su un grafico i risultati, si ottengono delle rette i cui coefficienti angolari sono proporzionali alla rigidità del cofano. La fig. 5 dimostra che le pendenze della retta sperimentale e della retta simulata sono comparabili e possono quindi essere correttamente correlate. In particolare, la differenza fra la

rigidità sperimentale e quella di simulazione è di circa un 7%; ciò significa che fra i due modelli vi è una buona correlazione e che la prova a calcolo è in grado di prevedere correttamente il comportamento del componente in composito. Dopo aver ottenuto una valida correlazione fra la prova sperimentale ed il calcolo per il componente in C-SMC, il modello FEM è stato impiegato per ottenere indicazioni sulle modifiche da effettuare sul prototipo, per centrare il target di rigidità del componente in fibra lunga. Quest'ultimo risulta essere circa un 30% più rigido del prototipo realizzato, cosa imputabile al maggior spessore su tutta l'area perimetrale che contribuisce notevolmente al contenimento delle deflessioni. Ciò che si evince dal calcolo FEM è che la rigidità dell'ossatura in fibra lunga può essere raggiunta da quella del fibra corta lavorando sulla grammatura delle lamine usate, senza peggiorare significativamente il peso complessivo. Infatti, il prototipo in C-SMC presenta un peso decisamente inferiore rispetto

carried out on half the frame, exploiting the symmetry of the framework and the symmetry of the applied load. The constraints placed in the numerical model replicated precisely those used during the experimental test. Alternately, different forces along the axis of symmetry were applied. Later, some deflections of the framework perpendicular to the layers, at precise measuring points, were plotted for each load. These deflections were processed and compared with those measured during the previously mentioned experimental test.

Making a graph with the results, we obtained straight lines whose slopes are proportional to the stiffness of the hood. Figure 5 shows that the gradients of the experimental line and the computational line are

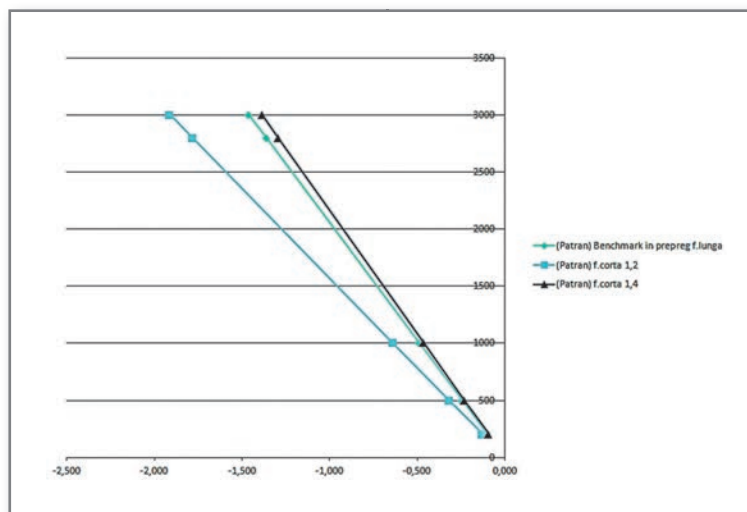


Fig. 6
Stiffness obtained modifying the component thickness in C-SMC
Risultato di rigidità ottenibile incrementando lo spessore del componente in C-SMC

a quello del prodotto di riferimento, perciò vi è margine per un aumento dello spessore (circa il 30%) senza perdere in leggerezza rispetto all'originale. Lavorando in questa direzione, si è ottenuta a calcolo una configurazione soddisfacente aumentando la grammatura del pre-preg in fibra corta di solo un 15% in più circa.

Si può quindi ottenere un risultato prestazionale equivalente, se non addirittura superiore, maggiorando leggermente lo spessore del componente senza che esso vada ad aggravare in maniera importante il peso del cofano complessivo.

comparable and, therefore, can be correctly related. In particular, the difference between the experimental stiffness and the computational one is 7%; this means that between the two models there is a good correlation and that the calculation test is correctly able to predict the real behaviour of the composite component.

After receiving a good correlation between the experimental and numerical results for the component in C-SMC, the FEM model was then employed to obtain information about changes to be made to the prototype in order to achieve the target stiffness of the benchmark. This last solution was approximately 30% more rigid than the prototype, due to the fact that the benchmark has a higher thickness along the entire perimeter that contributes, considerably, to the reduction of deflections. The FEM analysis shows that the stiffness of the frame in long fibre can be reached by the one in short fibre by modifying the grammage of the laminates without worsening the overall weight. Indeed, the C-SMC prototype has a lower weight than the benchmark, so there is the possibility to increase the thickness (about 30%) without losing the lightness of the original component. Working in this direction, it was possible to obtain a satisfying configuration

by calculation, with the slight increase of the pre-preg in short fibre of around 15%. Thus, it is possible to obtain an equivalent, or even better, performance result by slightly increasing the thickness of the component without considerably worsening the weight of the whole hood. All this will be done by using C-SMC, which leads to a reduction of the lamination time and material costs in comparison with the long fibre item. Obviously, a higher degree of automation leads to a significant growth of investment costs, particularly the ones connected to the moulds, but they can be easily recovered with the resulting increase in productivity.

CONCLUSIONS

The hood is made of two separate parts pasted together: the framework and the cladding. The improvement of the productivity must involve both parts, otherwise, one of these parts could be the bottleneck of the production cycle. The study of RI-BA Composites S.r.l shows a solution where each part is created with different technologies in order to maximize the efficiency of the whole process: the SMC and Compression Moulding for the framework combined with the production of the cladding

in Press-Preg. The synergy of the technologies, as well as the resulting total hybrid technology, allow an optimization of the finished product, a wide flexibility of shapes, and the reduction of cycle time that produce the growth of the production capacity. In this way it is possible to adequately respond to an increasing need of carbon fibres from many car companies, not only for niche models. Indeed, the major challenges for the main car manufacturers involve lower fuel consumption and CO₂ emissions and the use of composite materials is seen, more and more, with greater interest. In conclusion, it can be said that by combining these two technologies, it is possible to obtain a hybrid productive solution, extremely optimized and efficient, able to ensure the overall performance of the component while reducing the production costs and cycle time.

about the authors

ING. FABRIZIO TURCHI

Master Degree in Mechanical Engineering at University of Bologna.

For 7 years Marketing Manager in the iron and aluminium industries. Since 2012 is Key Account Manager, automotive sector at RI-BA Composites.

ING. FABRIZIO TURCHI

Laureato in Ingegneria Meccanica presso l'Università di Bologna nel 2004, ha lavorato per 7 anni come responsabile commerciale nel mondo delle fonderie di ghisa e di alluminio. Dal 2012 è in RI-BA Composites Srl con la mansione di Key Account Manager per il settore Automotive, settore produttivo di riferimento per l'azienda.

ING. FEDERICA MARCHETTI

Bachelor's Degree in Mechanical Engineering achieved at University of Bologna. She obtained a Master's Degree in Mechanical Engineering at Politecnico di Milano. Currently, she is involved in Research and Development (R&D) at RI-BA Composites.

ING. FEDERICA MARCHETTI

Laurea Triennale in Ingegneria Meccanica acquisita presso l'Università di Bologna. Conseguita Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica presso il Politecnico di Milano. Ad oggi, addetta alla Ricerca e Sviluppo (R&D) presso l'Azienda RI-BA Composites.

Il tutto è conseguibile impiegando del C-SMC, che garantisce tempi di laminazione ridotti e un costo inferiore del materiale rispetto al preimpregnato in fibra lunga. Chiaramente, un elevato grado di automatizzazione comporta una crescita significativa dei costi di investimento, in particolare quelli relativi agli stampi, che possono però essere ampiamente ammortizzati da una produttività su larga scala.

CONCLUSIONI

Il cofano è costituito da due parti incollate ed aventi necessità funzionali e prestazionali diverse: l'ossatura ed il rivestimento. L'ottimizzazione della produttività deve riguardare entrambe le parti costituenti, altrimenti una delle due potrebbe rappresentare il collo di bottiglia della produzione. Questo studio di RI-BA Composites S.r.l. mostra una soluzione in cui ciascuna parte viene prodotta secondo una tecnologia differente, in modo da massimizzare l'efficacia del processo complessivo. All'SMC in Compression Moulding per l'ossa-

tura, viene abbinata la produzione del rivestimento in Press-Preg. La sinergia di queste tecnologie e la conseguente tecnologia ibrida complessiva, consente un'ottimizzazione del prodotto finito, un'ampia flessibilità di forme e la riduzione dei tempi ciclo a cui corrisponde l'incremento della capacità produttiva. Questo permette di rispondere adeguatamente ad una domanda sempre più in crescita della fibra di carbonio da parte di numerose case automobilistiche, anche su modelli non propriamente di nicchia. D'altronde l'abbattimento dei consumi e delle emissioni di CO₂ è la grande sfida che i principali costruttori di auto stanno affrontando e l'impiego di materiali compositi è visto, sempre più, con maggior interesse. Concludendo, si può affermare che, associando le due tecnologie, si può ottenere una modalità ibrida produttiva estremamente ottimizzata ed efficiente per garantire le performance complessive del componente, riducendo al contempo i costi di produzione ed i tempi ciclo.