

Advantages and applications of plastics and composites in the defence and security sector



I. Roig-Asensi

Inma Roig-Asensi - Technology Operations at AIMPLAS



Among the advantages that plastic materials and composites with respect to other traditional materials used until now in different applications in the defence and security sector, weight reduction, design, the ease of assembly, the low maintenance and a better behaviour against corrosion play a prominent role.

Lightweight is an essential aspect in these sectors, as well as in the transport sector in general, since it allows a saving of the fuel used. For this reason, CO₂ emissions to the atmosphere are reduced, what entails an advantage for the environment.

Some case studies on the use of plastics and composite materials to be applied in the defence and security sector can be observed in armored patrol boats, infrastructures

and modular constructions for emergency situations detailed below.

SHIELDING

Boats, road vehicles, aircrafts, helicopters, as well as personal protection clothes are the most armoured elements, given that they must be protected against projectiles of different calibres.

The most important aspect in ballistic protection is the choice of the type of material as light as possible and at the same time meet the security requirements established according to the standard for each menace level.

The most used materials for vehicle armoring or protection clothing are special steels, aluminium alloys and composite materials.

Composite materials offer additional advantages on metals, the materials traditionally used for armoring.

The main characteristics are: good mechanical performance against impacts by keeping a low weight and its good corrosion resistance. This is a very important aspect when armoring boats, since marine environments are highly corrosive.

From the plastics industry, important efforts led to obtaining low-weight armoured materials have been carried out. Most of them are formed by a frontal layer made of an advanced ceramic material and an aluminium, steel or composite (fibre and resin) top layer.

AIMPLAS has collaborated in the development of a research project with the aim of obtaining a low-weight armoring for patrol boats

I vantaggi e le applicazioni della plastica e dei compositi nei settori della difesa e della sicurezza

Inma Roig-Asensi, Technology Operations presso AIMPLAS



Fra i vantaggi offerti dai materiali plastici e compositi, confrontati con altri materiali tradizionali finora utilizzati per varie applicazioni nei settori della difesa e della sicurezza, la riduzione di peso, la progettazione, la facilità di assemblaggio, le ridotte operazioni di manutenzione e la risposta favorevole al processo corrosivo giocano un ruolo molto importante. Il peso ridotto è un importante aspetto di cui tenere conto in questi settori così come in quello del trasporto in generale, dal momento che consente di risparmiare carburante. Per questa ragione, le emissioni

di CO₂ nell'atmosfera subiscono una riduzione, a grande vantaggio dell'ambiente.

Alcuni casi studio sull'utilizzo della plastica e dei materiali compositi da applicare nei settori della difesa e della sicurezza riguardano le motovedette corazzate, nelle infrastrutture e costruzioni modulari per situazioni di emergenza qui di seguito spiegate nei dettagli.

SCHEMATURE PROTETTIVE

Le imbarcazioni, i veicoli su strada, i velivoli, gli elicotteri e gli indumenti per la protezione del personale sono i prodotti maggiormente

protetti, dal momento che devono essere difesi da proiettili di diverso calibro.

L'aspetto più importante della protezione balistica è la scelta del tipo di materiale quanto più leggero possibile, che allo stesso tempo soddisfi i requisiti della sicurezza, stabiliti in base agli standard di ogni tipo di minaccia incombente.

I materiali maggiormente utilizzati per corazzare i veicoli oppure per gli indumenti protettivi sono le leghe speciali d'acciaio o di alluminio e i materiali compositi.

I materiali compositi offrono ulteriori vantaggi

Fig. 1 - Sample 2, composite rear layer (a) and ceramic front layer with two aramid-fibre layers (b), and sample 5 joined with epoxy adhesive (c)



Fig. 1 Campione 2, strato posteriore in composito (a) e strato anteriore in ceramica con due strati in fibra di aramide (b), campione 5 unito con adesivo epossidico (c)



complying the level of protection 1 according to the standard STANAG 4569 (published by NATO).

This standard covers the protection levels needed for the occupants of light armoured vehicles and is divided into five levels from the less

sui metalli, i materiali impiegati da sempre per le schermature. Le caratteristiche principali sono le seguenti: prestazione meccanica soddisfacente contro urti grazie al peso ridotto e la buona resistenza alla corrosione. Si tratta di un aspetto molto importante





lethal in terms of penetration ability and the menace increases as the level rises to level 5). Different laminates were made by composite processes, each one on them with a different thickness, all of them formed by a ceramic layer (mix of thermosetting and alumina resin) and another composite layer formed by a thermostable resin and interlayered glass-fibre and aramid-fibre layers.

Samples 1 and 3 have passed the ballistic resistance test according to the standard STANAG 4569 (menace level 1, projectile speed: 833 m/s). The last one has a surface density of only 75.5 kg/m²; showing the viability of the use of composite materials in frameworks.

MODULAR CONSTRUCTION

Shelters: the reconstruction in an emergency situation begins immediately after the disaster. It is the position that international aid organizations assume currently. Transitional housing



quando si corazza un'imbarcazione in quanto gli ambienti marini sono altamente corrosivi.

Dall'industria delle plastiche, è stato svolto un lavoro costante affinché si ottenessero materiali corazzati di basso peso. La maggior parte di questi è costituita da uno strato anteriore realizzato con un materiale ceramico avanzato e lo strato superiore di alluminio, acciaio o composito (fibra e resina). AIMPLAS ha collaborato allo sviluppo di un progetto di ricerca al fine di ottenere una schermatura di basso peso per motovedette, che fosse conforme al grado di protezione 1, in base alla normativa STANAG 4569 (pubblicata da NATO). Questa normativa riguarda i livelli di protezione richiesti dai proprietari di veicoli corazzati con materiali leggeri e si divide in cinque livelli, dal meno letale in termini di

Tab. 1 - Results of ballistic tests

Sample <i>Campione</i>	Characteristics <i>Caratteristiche</i>		Projectile speed (m/s) <i>Velocità del proiettile (m/s)</i>	Penetration <i>Penetrazione</i>
	Composition <i>Composizione</i>	Surface density <i>Densità superficiale</i>		
1	Composite + 18 mm of ceramic layer <i>Composito + strato ceramica 18 mm</i>	95.12 kg/m ²	855.5	NO
2	Composite + 18 mm of ceramic layer <i>Composito + strato ceramica 18 mm</i>	75.5 kg/m ²	745.5	YES
			693.4	NO
			708.3	NO
			728.5	YES
3	Composite + 12 mm of ceramic layer <i>Composito + strato ceramica 12 mm</i>	75.5 kg/m ²	838.1	NO
			836.6	NO
4	1 PVC-Flex layer 1 composite layer 1 PVC-Flex layer <i>1 strato PVC-Flex 1 strato composito 1 strato PVC-Flex</i>	56.1 kg/m ²	841.2	YES
			759.9	YES
5	MARS 300 steel 1 composite layer MARS 240 steel <i>Acciaio MARS 300 1 strato di composito Acciaio MARS 240</i>	58.78 kg/m ²	844.8	YES
			759.8	NO

Tab. 1 - Risultati dei test balistici

penetrazione fino al massimo della pericolosità del livello 5.

Mediante i processi di lavorazione dei compositi sono stati realizzati diversi laminati, ciascuno dei quali con uno spessore diverso, ma tutti formati da uno strato di ceramica (miscela di resina termoindurente e allumina) e ancora un altro strato di materiale composito con resina termostabile e fibre aramide e vetrose interposte.

I campioni 1 e 3 hanno superato la prova della resistenza balistica in base alla normativa STANAG 4569 (livello di pericolosità 1, velocità

del proiettile 833 m/s). L'ultima ha una densità superficiale pari a soltanto 75,5 kg/m², a dimostrazione dell'effettiva possibilità d'impiego dei materiali compositi nelle strutture.

COSTRUZIONE MODULARE

Alloggi d'emergenza

La ricostruzione in una situazione di emergenza inizia immediatamente dopo che sia avvenuto il disastro. Questa è la posizione che le organizzazioni umanitarie internazionali assumono attualmente. Le abitazioni provvisorie forniscono riparo alle famiglie a cui manca



provide shelter to families with lack of protection and has the following characteristics: 1) updatable, 2) reusable, 3) relocatable, 4) resaleable, 5) recyclable.

Based on this concept, the construction company Urbana de Exteriores has developed habitable modules for peace missions and emergency situations.

It is a product designed by Barbarela Studio with the collaboration of the University of Alicante (UA) and AIMPLAS.

The module offers habitability improvements with respect to tents or metallic containers

Fig. 2 - Shelter prototype



Fig. 2 - Prototipo di un alloggio d'emergenza

normally used in catastrophes or wars at competitive cost.

In the images, the modular structures developed within the project SURI can be seen, as well as different applications of these modules in the defence and security sector.

The development carried out within the project SURI has resulted in modular constructions easy to carry that can be used in different sectors due to the characteristics mentioned above.

The new housing concept for emergency situations developed with

polymeric materials is notable for its easy transport and

assembly, with comfort and habitability improvements. It is a low-cost system of modular architecture.

AIMPLAS has taken part in the assessment of the different thermoplastic materials for the development of different structures of the modules, considering the performances regarding

Fig. 3 - Applications of the modules in the defence sector



Fig. 3 - Applicazioni dei moduli nel settore della difesa

mechanical resistance, UV radiation resistance, fire resistance, etc. as well as its capacity to fold up and adapt to the origami-like design established for the shelter modules.

As it is described in previous detailed case studies, it can be stated that plastics and composites are a real alternative to be used in defence and security sector, due to their clear advantages regarding to weight reduction, ease of assembly, maintenance and design, among others.



protezione ed esse hanno le seguenti caratteristiche: 1) possono essere revisionate, 2) riutilizzate, 3) riaffittate, 4) rivendute, 5) riciclate.

In base a questo principio, la società costruttrice Urbana de Exteriores ha messo a punto moduli abitativi per le missioni di pace e le situazioni di emergenza. Si tratta di un prodotto sviluppato da Barbarela Studio con la collaborazione dell'Università di Alicante (UA) e AIMPLAS. Il modulo offre un miglioramento dell'abitabilità per quanto riguarda tende o container metallici, normalmente utilizzati in caso di calamità o di guerra, a costi competitivi. Nelle immagini, sono presentate le strutture modulari sviluppate nell'ambito del progetto SURI oltre alle applicazioni di questi moduli nei settori della difesa e della sicurezza.

Lo sviluppo messo a punto nell'ambito del

progetto SURI ha dato luogo a costruzioni modulari di facile realizzazione che possono essere utilizzate in diversi settori per le loro caratteristiche. La nuova concezione di abitabilità in situazioni di emergenza, elaborata con la tecnologia dei materiali polimerici è degna di nota per il trasporto e l'assemblaggio con i progressi in quanto a comfort e abitabilità. Si tratta di un sistema dai costi contenuti di architettura modulare. AIMPLAS ha preso parte al processo di valutazione dei diversi materiali termoplastici per lo sviluppo di differenti strutture dei moduli, considerate le prestazioni di resistenza meccanica, resistenza alle radiazioni UV, alla fiamma e altre, oltre alla capacità di rimodulare e adattare il progetto come fosse un modello origami, ideato per i moduli abitativi. Come descritto nei precedenti casi studio, si può affermare che la plastica e i compositi

rappresentano un'alternativa vera e propria nel settore della difesa e della sicurezza per i vantaggi offerti relativamente alla riduzione di peso, facilità di assemblaggio, manutenzione e progettazione.

Fig. 4 - Prototypes manufactured in different thermoplastic materials of the origami-like design of the shelter modules



Fig. 4 - Prototipi realizzati con diversi materiali termoplastici del progetto simile a un modello origami dei moduli abitativi