



Ricerca Tecnologica e Innovazione 2024

MINISTERO DELLA DIFESA
SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA
E DIREZIONE NAZIONALE DEGLI ARMAMENTI

Il progetto CRANOS si inquadra nel contesto della protezione della testa di un soldato da ferite e traumi. In particolare, la ricerca si è concentrata sulla definizione di metodi predittivi, basati su approcci avanzati di modellazione, capaci di poter essere utilizzati per future applicazioni mirate alla progettazione e ottimizzazione di elmetti balistici. Tali metodi, una volta validati con dati sperimentali, rappresentano modelli ad alta fedeltà affidabili ed efficaci, che permettono una comparazione tra diverse soluzioni progettuali in funzione di diverse minacce prima ancora di produrre il dispositivo stesso. Il progetto ha quindi sviluppato un approccio di modellazione di elmetti protettivi di ambito militare che permette di costruire un prototipo virtuale capace di replicare prove sperimentali di qualifica e, più in generale, eventi impattivi in forma di “virtual test”. L’approccio, che è stato costruito partendo dalle migliori conoscenze allo stato dell’arte e dalla esperienza pregressa di modellazione avanzata del gruppo di lavoro, ed è stato poi applicato ad un caso reale mostrando ottima capacità di replicare i fenomeni in oggetto. Gli obiettivi sono infatti stati raggiunti e validati attraverso l’utilizzo del metodo numerico per costruire un modello virtuale di un elmetto attualmente in dotazione alle Forze Armate Italiane.

INTRODUZIONE

Tradizionalmente gli elmetti da combattimento sono progettati per fornire protezione da minacce legate agli impatti. Diverse generazioni di elmetti si sono susseguiti, soprattutto nelle ultime decadi, alla ricerca di soluzioni ottimali. Tali soluzioni mirano a trovare una sintesi tra diversi requisiti, ad esempio la combinazione di nuove minacce e la ricerca di un compromesso tra leggerezza e capacità protettiva dell’elmetto. Recenti studi hanno mostrato come ci sia la possibilità di ottimizzare sempre di più gli elmetti sia attraverso aspetti tecnologici-progettuali, quali ad esempio l’utilizzo di materiali compositi innovativi e ad alte prestazioni, sia tramite nuove conoscenze che permettono di meglio definire l’effetto di eventi impattivi sulla testa. A ciò si aggiungono ulteriori requisiti “non balistici” che stanno acquistando sempre più importanza al fine di garantire una protezione in un contesto più ampio. Il raggiungimento di una soluzione ottimale è quindi un processo complesso che

porta alla necessità di definire metodi predittivi di progettazione avanzati, che sappiano basarsi non solo su esperienza pregressa e prove sperimentali, ma anche su modelli virtuali. CRANOS si è inserito nella definizione di tali metodi.

PROBLEMA INDIVIDUATO E SOLUZIONI TECNOLOGICHE

Il progetto CRANOS ha permesso di sviluppare un approccio di modellazione di elmetti protettivi in ambito militare. Nella progettazione preliminare di tali dispositivi, spesso si ricorre a numerosi test per validare la bontà della soluzione proposta con conseguente aumento di tempi di realizzazione e costi associati. La possibilità di avere a disposizione un prototipo virtuale di elmetto, che può essere utilizzato per la verifica delle prestazioni delle soluzioni attuali e innovative verso un numero esteso di minacce e condizioni operative, rappresenta una soluzione tecnologica all’avanguardia per migliorare lo sviluppo di tali dispositivi. Tra i vari scenari sono inclusi

anche quelli derivanti da requisiti non balistici come i casi di tipo “*blunt*” ovvero impatti o cadute. La soluzione tecnologica proposta permette di avere a disposizione una piattaforma virtuale che possa favorire la progettazione e lo sviluppo di nuove soluzioni riducendo tempi ed incertezze ed aumentando la rispondenza operativa. La soluzione proposta ha messo quindi a disposizione uno strumento razionale ed efficace per affrontare la problematica dei traumi riguardanti la parte superiore del corpo (testa), questione che sta diventando sempre più importante nei recenti conflitti. Gli obiettivi sono stati raggiunti e validati attraverso l’uso del metodo per costruire un modello virtuale di un elmetto attualmente in dotazione alle Forze Armate Italiane. Tale modello è costruito partendo da un importante contributo dell’azienda produttrice dell’elmetto, VM Safety, che ha messo a disposizione modelli geometrici, descrizione dei materiali e gli elmetti stessi che sono stati utilizzati per attività di validazione sperimentale. Tali elmetti sono stati sottoposti a test balistici in accordo con gli attuali requisiti e standard; ulteriori test sono stati svolti in situazioni non standard. Tutte le prove sono state riprodotte dal modello che ha mostrato una ottima capacità di replicare il comportamento dell’elmetto in tutte le condizioni sperimentali.

METODOLOGIA

Il progetto è stato articolato in diversi step, che hanno permesso di costruire una metodologia aggiornata e validata. Una estesa attività di ricerca bibliografica ha permesso di definire uno stato dell’arte specifico fornendo informazioni aggiornate e multidisciplinari delle problematiche riguardanti gli elmetti militari, i criteri di progettazione e verifica e più nello specifico i metodi di modellazione inerenti con approfondimento specifico sui materiali utilizzati. Si sono inoltre approfonditi i fenomeni di lesione cerebrale traumatica. Sono quindi stati definiti metodi di modellazione di elmetti balistici sempre attraverso

approcci a complessità crescente. Tali metodi sono stati applicati a diversi casi riferiti a due elmetti di concezione moderna, il PASGT e l’ACH utilizzando dati presenti in letteratura scientifica (sia per la costruzione che per la validazione). Tale metodologia è stata quindi applicata ad un elmetto in dotazione alle Forze Armate Italiane. Tale elmetto, che è stato fornito dalla ditta VM Safety, è stato ricostruito in ambiente virtuale FEM (Finite Element Model) (Figura 1). Prove sperimentali di impatto sono state eseguite in ambiente reale e replicate in ambiente virtuale. Le prove sperimentali sono state eseguite utilizzando specifiche di norme attuali, nello specifico la NATO STANAG 2920 e la NIJ 0106.01; tali prove sono state eseguite sia in forma standard che attraverso variazioni non convenzionali in modo da verificare il comportamento dei modelli anche in casi più sfidanti ed “estremi” rispetto all’involuppo di utilizzo. Le prove sono state eseguite presso il laboratorio balistico del Banco Nazionale di Prova (BNP). I risultati ottenuti (sperimentali e virtuali) sono stati confrontati (Figura 2) mostrando un’ottima concordanza in un ampio spettro di casistiche. Inoltre, il modello validato è stato utilizzato per approfondimenti, solo virtuali, nell’ambito di prove d’impatto non balistiche quale gli impatti contundenti. Infine, la metodologia è stata consolidata in modo da fornire linee guida per future progettazioni.

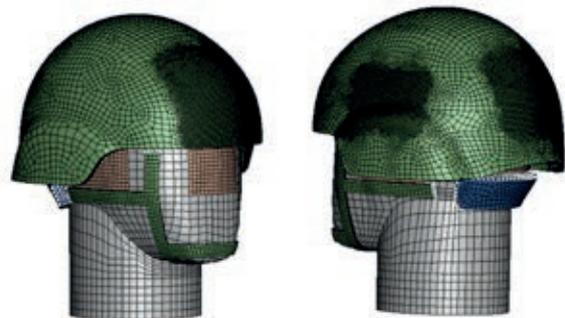


Figura 1 - Modello completo per simulazioni FEM di penetrazione da impatto balistico. Il modello comprende anche la “falsa testa” con plastilina per la misura del trauma.



Figura 2 - Comparazione numerico sperimentale di un impatto occipitale, Cal 9x19 FMJ (7.45g) - 390 m/s); la misura del trauma sperimentale (16 mm) e numerico (15 mm) mostrano un'ottima concordanza.

POTENZIALI UTILIZZI E RICADUTE APPLICATIVE DELLA TECNOLOGIA

Lo sviluppo di elmetti e caschi protettivi è attualmente una prerogativa importante anche in ambito civile, come evidenziato dai recenti aggiornamenti delle norme, quale ad esempio la ECE 22-06. Gli studi affrontati in questo progetto hanno una forte valenza nella direzione di progettare caschi ed elmetti sempre più protettivi in tutti i contesti. I risultati raggiunti dal progetto hanno inoltre mostrato una robustezza dell'approccio di modellazione in un range di casi molto variegato: ovvero la definizione di un unico modello di partenza per effettuare prove differenti senza necessità di specifici aggiustamenti. Il modello si è infatti dimostrato capace di replicare una varietà di casi che vanno dalla completa penetrazione all'assorbimento di energia attraverso estese deformazioni, questo con diversi impattatori ed energie di impatto. Il metodo ha quindi permesso di costruire un modello numerico robusto capace di investigare una moltitudine di requisiti. In questo contesto la possibilità di disporre di modelli virtuali può essere utilizzata per un processo di ottimizzazione di elmetti verso i diversi requisiti, anche e soprattutto innovativi (e quindi diversi da quanto fatto fino ad ora) al fine di ottenere prodotti sempre più prestanti e rispondenti alle nuove sfide.

CONCLUSIONI

Il progetto ha pienamente raggiunto il suo scopo mostrando la capacità di definire e produrre di essere un valido strumento predittivo capace di eseguire test virtuali con ottima capacità replicativa delle principali grandezze fisiche coinvolte. Nello specifico ha permesso di identificare un approccio di modellazione efficace (capace di riprodurre i fenomeni in oggetto) ed efficiente (capace di produrre risultati con analisi di durata limitata). Tale approccio è stato applicato ad un caso di studio reale, ovvero un elmetto in materiale composito attualmente in dotazione alle Forze Armate Italiane, attraverso la replicazione di prove sperimentali secondo le norme vigenti ed oltre. Tali prove sono state simulate dal modello e il confronto ha permesso di validare l'approccio di modellazione anche in condizioni più gravose di quelle richieste. Questo ha permesso di estendere la validità dell'approccio di modellazione così che possa, in futuro, essere applicato a casi nuovi e non ancora contemplati. Infine, l'approccio validato è stato applicato alla simulazione di casi di impatto non balistici (impatti contundenti) mostrando le capacità del modello anche in questo contesto. Gli ottimi risultati aprono ampie possibilità ad un futuro utilizzo di tale approccio per ulteriori fasi di evoluzione degli elmetti balistici.

SIGLE, ACRONIMI, SIMBOLI ED ABBREVIAZIONI

FEM	<i>Finite Element Model</i>
BNP	<i>Banco Nazionale di Prova</i>

PAROLE CHIAVE

Elmetti balistici, modelli virtuali, FEM, impatto balistico, impatto contundente, progettazione.

RECAPITI AMMINISTRATIVI DEL PROGETTO

Numero contratto:	n. 133 stipulato in data 23.12.2022
Amministrazione appaltante:	TERRARM
Ente responsabile del progetto:	Politecnico di Milano
Città, Regione:	Milano, Lombardia
Titolo e nome del responsabile del progetto:	Prof. Andrea Manes
Recapiti del responsabile del progetto:	Via Giuseppe La Masa, 1 - 20156 Milano, Italia
Recapito telefonico del responsabile del progetto:	+39 02 2399 8630
E-mail del responsabile del progetto:	andrea.manes@polimi.it

**PER VISUALIZZARE TUTTO IL
RAPPORTO DI RICERCA
TECNOLOGICA E INNOVAZIONE
2024**

[CLICCA QUI](#)