



Dipartimento di Ingegneria
Civile e Meccanica
UNIVERSITÀ DI CASSINO E DEL LAZIO MERIDIONALE

Analisi numerica di impatti balistici su polycarbonato

G.Iannitti, A.Ruggiero

1^a Giornata di Studio del Gruppo XTREMA
Politecnico di Milano, 29 Marzo 2023

Introduzione

Obiettivo

- Sviluppo di una strategia di simulazione numerica delle prove d'impatto su policarbonato

Modellazione numerica

Modellazione costitutiva avanzata

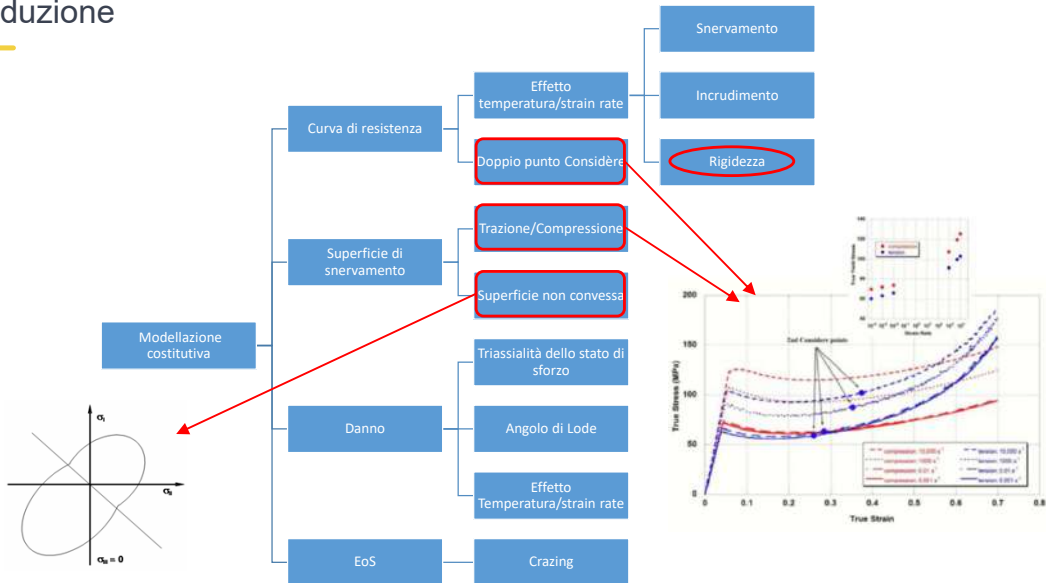
Mesh appropriata

Condizioni al contorno opportune

Contatto

- Algoritmo
- Attrito

Introduzione



Introduzione

Vincoli

- Efficacia:
 - Soluzione di compromesso
 - Trasferibilità dei risultati
- Codice numerico LS-Dyna
 - Esplicito
 - Plasticità non sempre adeguata

Scelta iniziale

- Elemento Shell: Type 16 Fully Integrated

Meccanismi di dissipazione

Plugging

Petalling

Spring back

...

Configurazione di Riferimento (Landi et al. 2019)

Pannello

500 x 500 mm

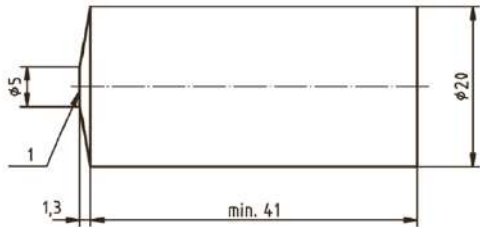
Spessore 4 mm

Bloccato al contorno per
una larghezza di 25 mm

Proiettile

Tronco-conico ISO 16090-1

Acciaio



Modellazione

ALE (0.5 x 0.5 x 0.5 mm)

Comportamento lineare elastico

Configurazione di Riferimento (Landi et al. 2019)

Modellazione numerica del pannello

LS-DYNA

Elemento shell 16 (Fully-integrated)

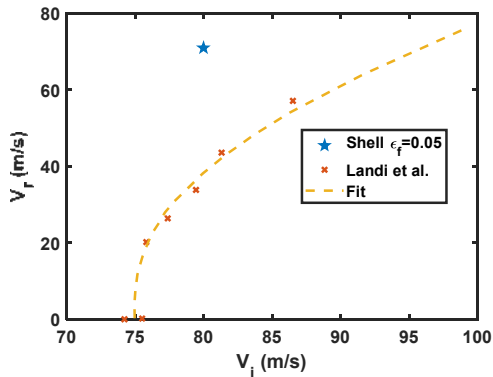
Dimensioni 0.25 x 0.25 mm

Modellazione costitutiva

Plasticità J_2

Johnson–Cook

Rottura: deformazione massima



ρ (T/mm ³)	G (MPa)	E (MPa)	Poisso n ratio	K (MPa)	A (MPa)	B (MPa)	n	C	m	Tr (K)	Tm (K)
1.197E-9	930.	2590	0.49	4200	80.0	75.0	2.0	0.052	0.548	293	562

Elemento shell

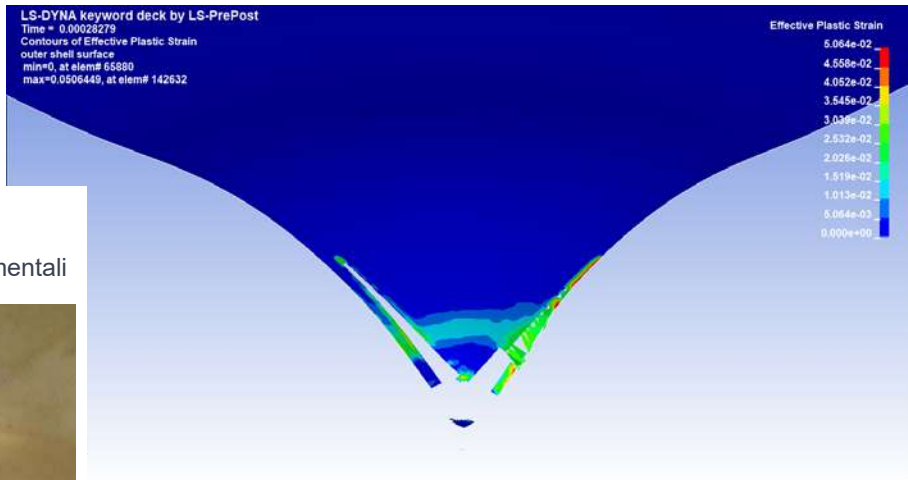
Risultati

LS-DYNA

Elemento shell 16

$\varepsilon_f=0.4$

Petalling:
in contrasto con le
osservazioni sperimentali



Elemento shell

Prossimi passi

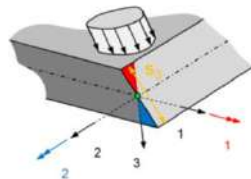
LS-DYNA

Elemento shell 25:

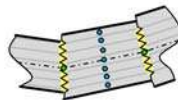
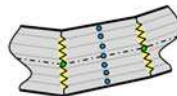
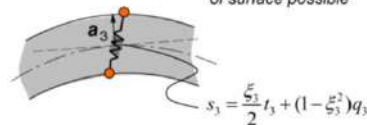
Belytschko-Tsay shell with thickness stretch
(26 – Fully integrated)

Caratteristiche/peculiarità

- Deformazioni finite nello spessore
- Contatti e carichi in superficie
- Possibilità di avere un campo di spostamenti discontinuo



Loading and contact of surface possible



Elemento solid

Modellazione numerica del pannello

LS-DYNA

Elemento solido 1 (sotto-integrato)

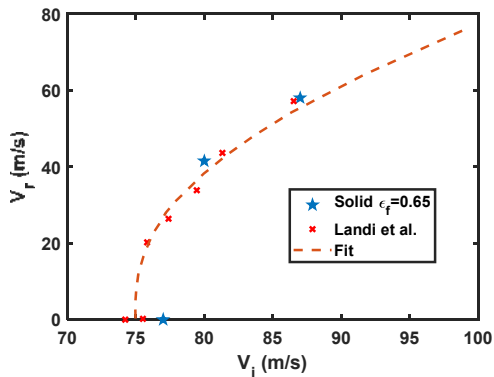
Dimensioni 0.25 x 0.25 x 0.75 mm

Modellazione costitutiva

Plasticità J_2

Johnson–Cook

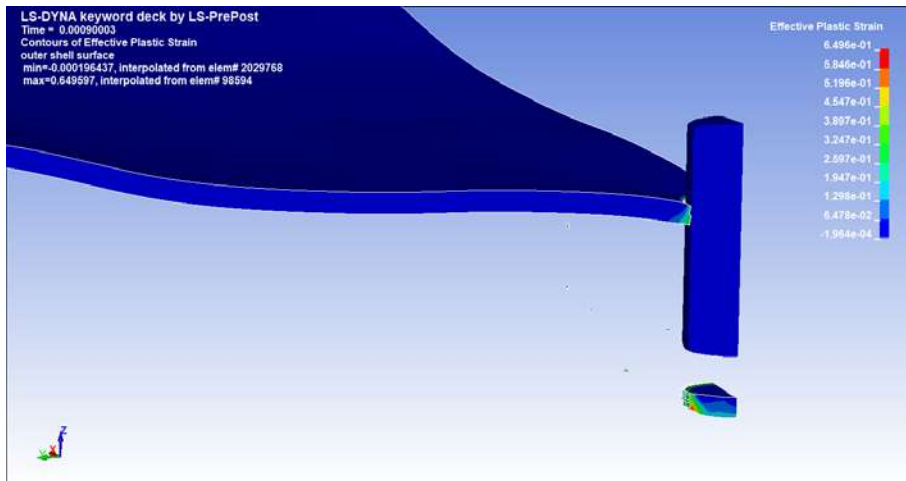
Rottura: deformazione massima



ρ (T/mm ³)	G (MPa)	E (MPa)	Poisso n ratio	K (MPa)	A (MPa)	B (MPa)	n	C	m	Tr (K)	Tm (K)
1.197E-9	930.	2590	0.49	4200	80.0	75.0	2.0	0.052	0.548	293	562

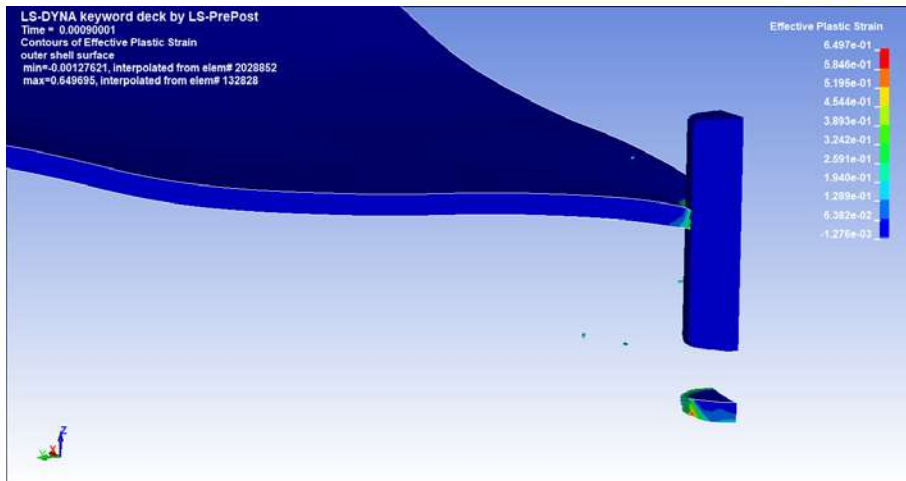
Elemento shell: risultati

$\varepsilon_f=0.65$ - no attrito



Elemento shell: risultati

$\varepsilon_f=0.65$ - attrito $f=0.2$



Prime indicazioni

- Importanza dello spring back e dell'attrito
- Opportunità di disporre di dati per determinarlo in modo diretto
- Test d'impatto con misura della decelerazione
 - Telecamera high frame rate
 - Photon Doppler Velocimetry (PDV)