



APPROCCIO STRUTTURATO ALLE DIFESE DA BLAST DI COMPOUND E DI EDIFICI STORICI

Autori: R.G. Sgherri (OTO Melara)
P. Mariotti (OTO Melara)
A. Bottaro (DICAT UNIGE)
N. Casiddu (D.S.A. UNIGE)



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI
GENOVA





In passato esistevano le problematiche di protezione di strutture militari e di strutture civili sensibili ad intrusioni ed attentati con due approcci diversi soprattutto per quanto attiene la sicurezza del personale.

Attualmente l'attenzione alla sicurezza del personale condiziona significativamente anche le soluzioni militari dato l'impatto mediatico e politico che ha il ferimento o la morte di operatori, soprattutto se fuori dei confini nazionali.

Nel prossimo futuro le due problematiche confluiranno in soluzioni comuni e soprattutto la valutazione della pericolosità/protezioni degli effetti di blast da esplosioni utilizzerà tecniche e tecnologie comuni.

L'oggetto di questa presentazione è infatti quello di evidenziare le possibilità di intervento sulla efficacia delle protezioni fisiche nei vari aspetti attraverso valutazioni numeriche anche in ambienti complessi della pericolosità e dell'impatto estetico soprattutto dei palazzi storici.





Su questa base è possibile già da oggi progettare alcune tipologie di strutture in modo da risultare (più) resistenti alle sollecitazioni derivanti da esplosioni. Contemporaneamente è forte l'esigenza di sviluppare tecniche di intervento su strutture esistenti per incrementarne la resistenza al blast.

Dalla analisi delle condizioni operative sono stati individuati tre principali scenari di possibili applicazioni degli studi sulla protezione degli edifici:

- Edifici localizzati in aree di conflitto, sia esistenti che da realizzare;
- Edifici di installazioni militari sia in patria che nei teatri a rischio;
- Edifici in patria che sono a rischio terroristico.



*L'ambasciata Usa in Tanzania
dopo l'esplosione
(AP)*



Obiettivi degli studi:

- Individuare elementi critici degli edifici per ciò che concerne la protezione degli occupanti dai danni derivanti dalle esplosioni;
- Definire linee guida per il progetto di sistemi di protezione atti a limitare gli effetti delle esplosioni che mantengano la gradevolezza dell'architettura;
- Sviluppare soluzioni di protezione, accorgimenti tecnici ed estetici per retrofittare edifici esistenti;
- Definire criteri progettuali per nuovi edifici.





1. **Caratterizzazione delle minacce tramite data-base e sperimentazioni dedicate con sintesi dei parametri;**
2. **Studio dei meccanismi di danno causati alle facciate ed agli elementi strutturali degli edifici;**
3. **Studio dei danni agli occupanti causati dagli effetti primari e secondari delle esplosioni;**
4. **Ricerca di soluzioni di protezioni compatibili con l'estetica e l'architettura dello stabile o caratterizzante la zona, basate su:**
 - **Applicazione di protezioni passive aggiuntive resistenti e/o shock resistenti;**
 - **Modifica delle geometrie e dei materiali degli edifici esistenti;**
 - **Definizione di criteri di progetto per nuovi edifici.**
 - **Introduzione di elementi di disturbo dell'onda di blast;**
 - **Elementi architettonici di mascheramento e/o sacrificabili**



Introduzione di elementi di disturbo dell'onda di blast e di propagazione dello shock

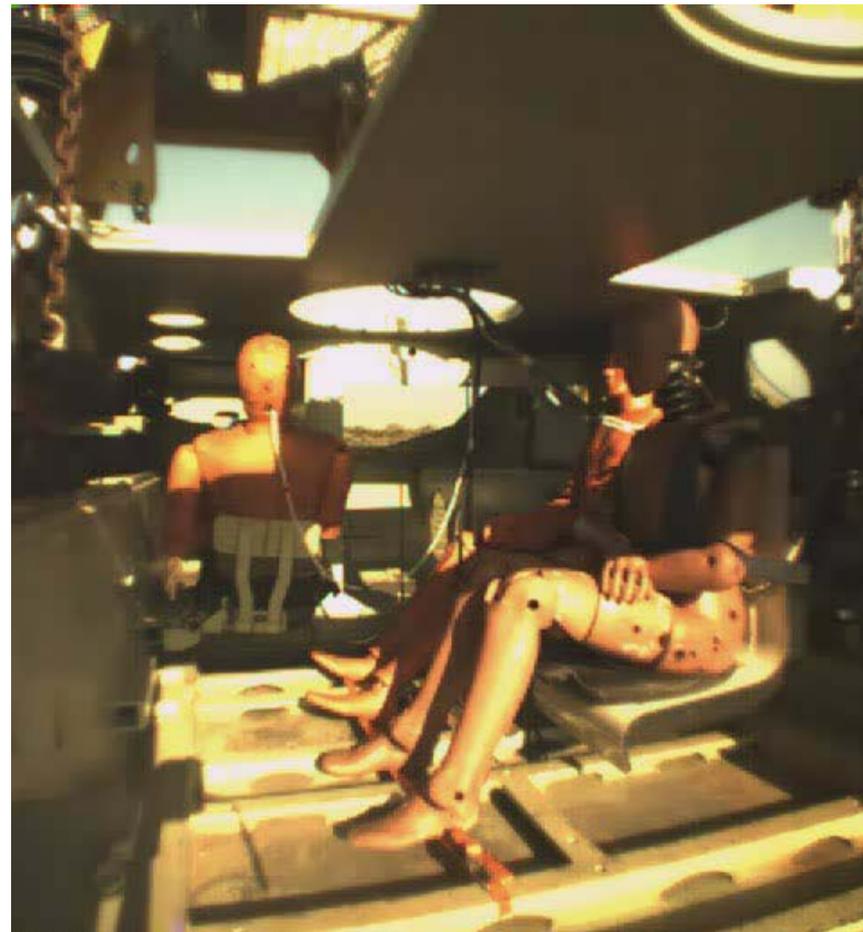
**IL PIEDE POGGIA SUL PAVIMENTO
SENZA ALCUNA INTERFACCIA
CHE LIMITI IL TRAFERIMENTO
DELL'ONDA CAUSATA
DALL'ESPLOSIONE**



25/09/2008 10.41.58 1245 135591.4[ms] 480x514, 1000 Hz, SpeedCam
MiniVis #00658, V1.7.50

Introduzione di elementi di disturbo dell'onda di blast e di propagazione dello shock

**IL PIEDE E' SVINCOLATO
MA SOSPESO DAL
PAVIMENTO SU ELEMENTO
SHOCK ASSORBENTE (CHE
NE PERTURBA LA
PROPAGAZIONE)**

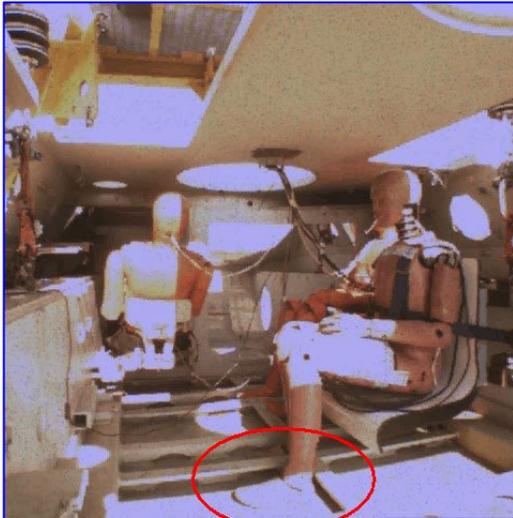


22/10/2008 10.03.05 4345 -0005.0[ms] 480x514, 1000 Hz, SpeedCam
MiniVis #00658, V1.7.50

Ricerca di soluzioni



UNIVERSITA' DEGLI STUDI
DI GENOVA



25/09/2008 10.41.58 1245 135591.4[ms] 480x514, 1000 Hz, SpeedCam
MiniVis #00658, V1.7.50



22/10/2008 10.03.05 4345 -0005.0[ms] 480x514, 1000 Hz, SpeedCam
MiniVis #00658, V1.7.50



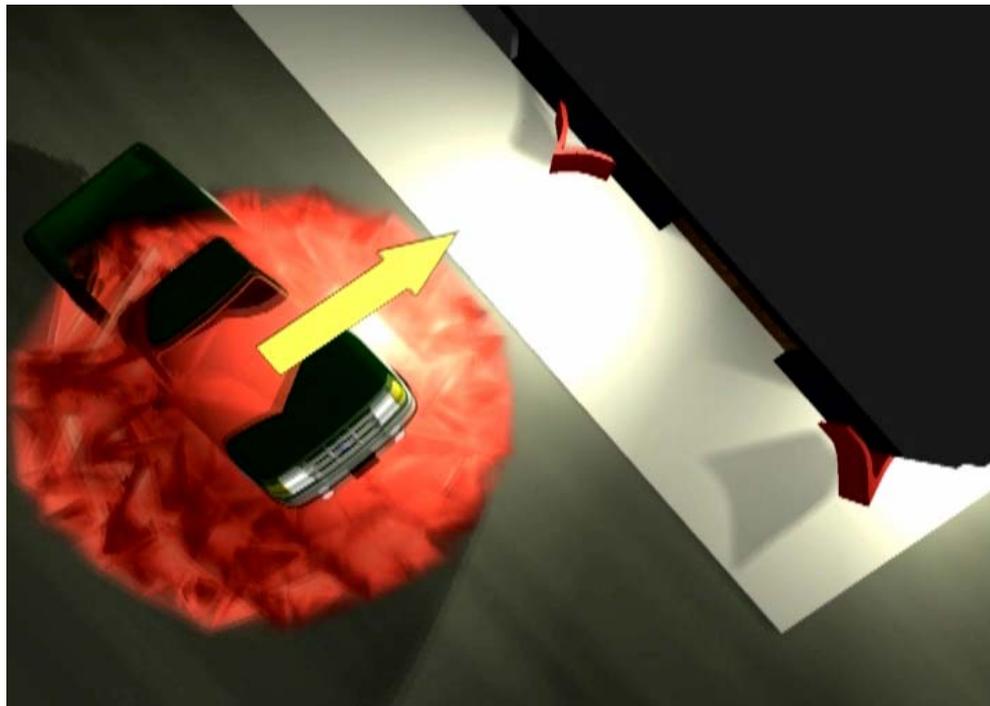
25/09/2008 10.41.58 1249 135919.8[ms] 480x514, 1000 Hz, SpeedCam
MiniVis #00658, V1.7.50

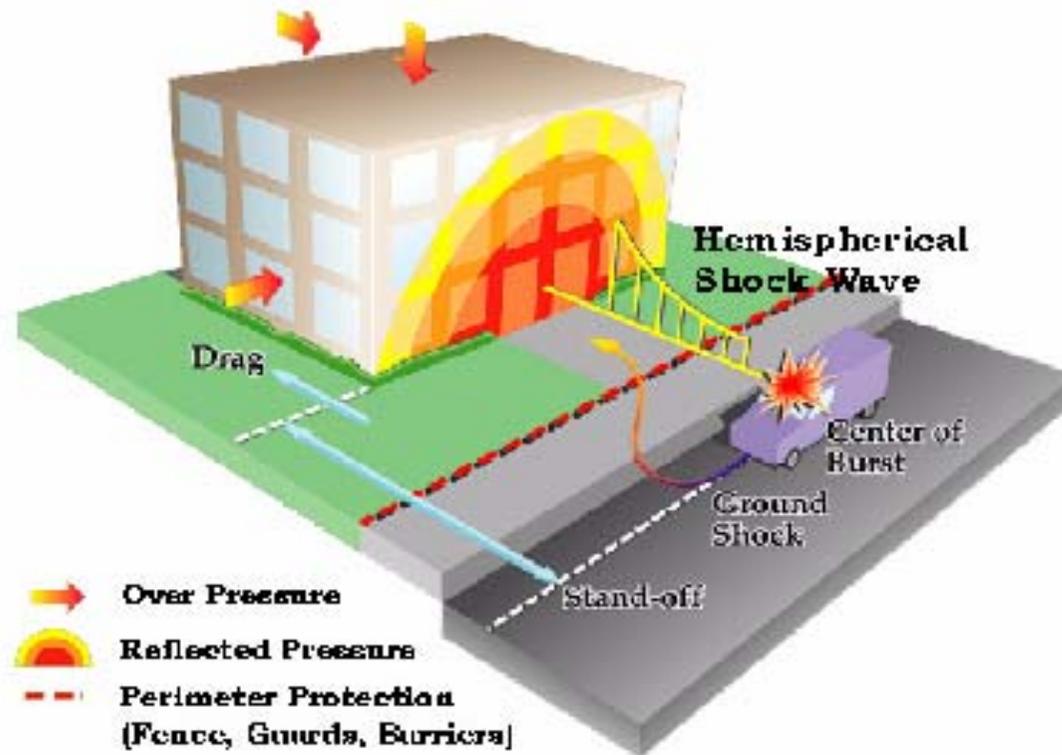


22/10/2008 10.03.05 4585 0235.0[ms] 480x514, 1000 Hz, SpeedCam
MiniVis #00658, V1.7.50



Analisi teorica degli elementi critici, delle distribuzioni delle sollecitazioni e ottimizzazione delle soluzioni tramite software dedicato







I flussi numerici sono calcolati secondo lo schema di Godunov del secondo ordine a pendenza limitata (min-mod) utilizzando un risolutore approssimato Roe Riemann

Le equazioni e la loro discretizzazione

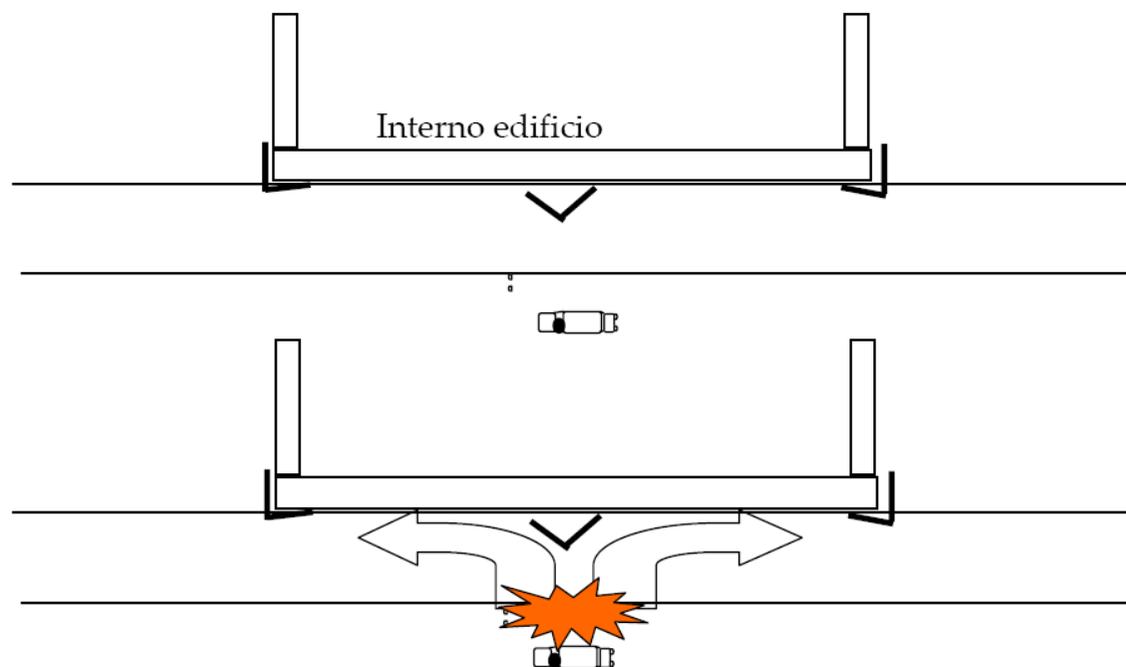
Equazioni di Eulero 2D e 3D

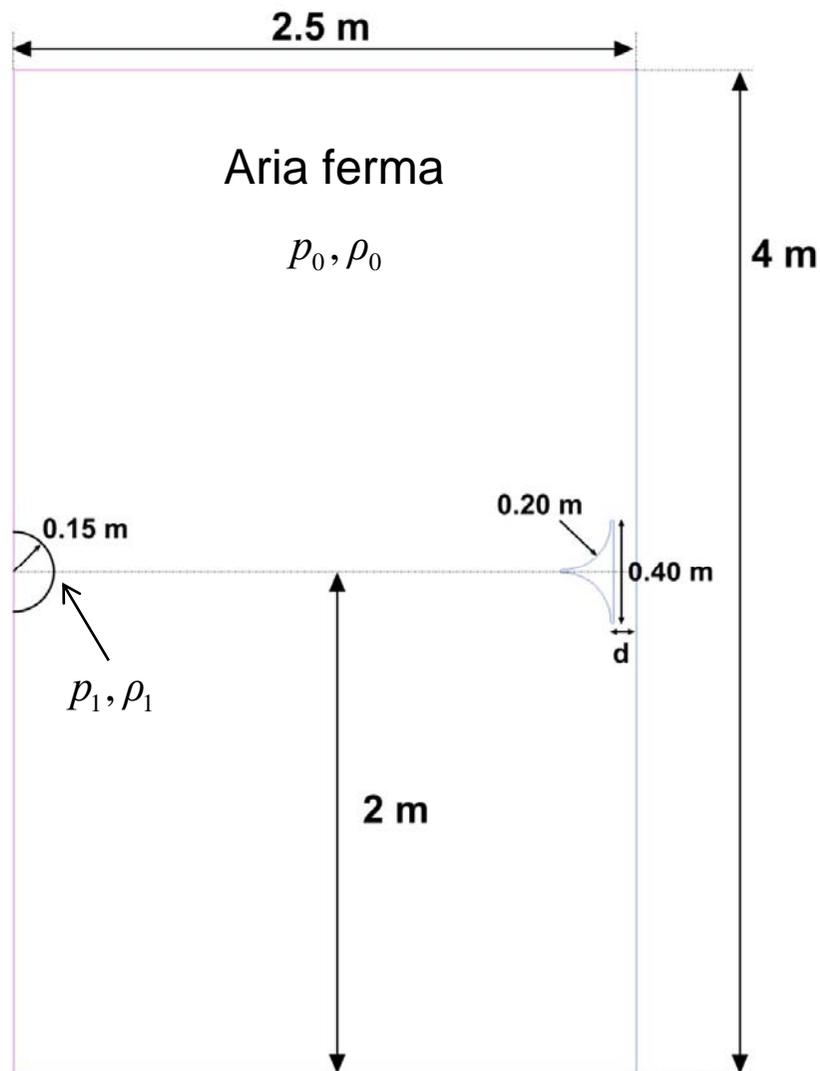
Discretizzate su un dominio unico, o con l'approccio multi-block, con griglie sovrapposte (Chimera), e con la tecnica di "adaptive mesh refinement" per la cattura degli urti

Il risolutore e' del secondo ordine nel tempo e nello spazio. La tecnica TVD (Total Variation Diminishing) e' impiegata per eliminare oscillazioni numeriche nella cattura degli urti.

Colella [1990]. Multidimensional Upwind Methods for Hyperbolic Conservation Laws
Brown [1990]. An Unsplit Godunov Method for Systems of Conservation Laws on Curvilinear Overlapping Grids
Saltzman [1989]. An Unsplit 3-D upwind method for hyperbolic conservatin laws
Roe [1981]. Approximate Riemann Solvers, Parameter Vector and Divergence Schemes.

Sistemi di protezione MOBILI (“scudi” di acciaio che si sollevano dal terreno)





d = distanza muro-schermo

$$d1 = 0.10 \text{ m}$$

$$d2 = 0.35 \text{ m}$$

$$d3 = 0.60 \text{ m}$$

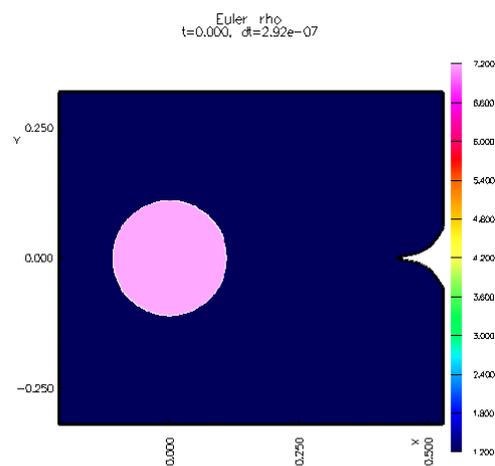
$$\frac{p_1}{p_0} \approx 30$$

$$\frac{\rho_1}{\rho_0} = 6$$

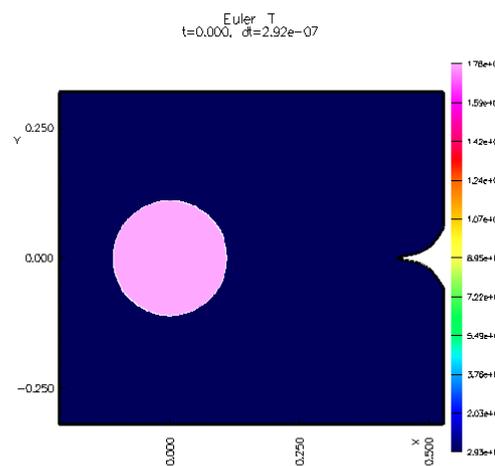
$$p_0 = 1 \text{ atm}, \quad \rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$$



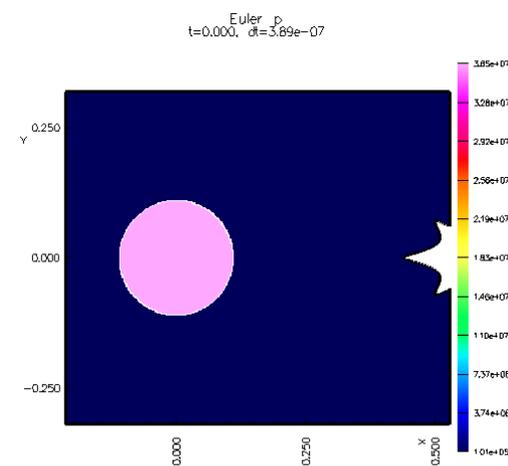
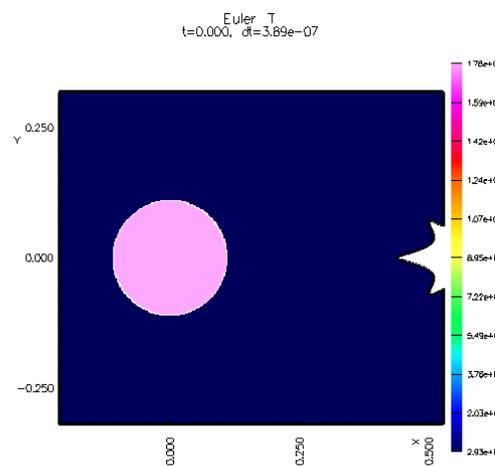
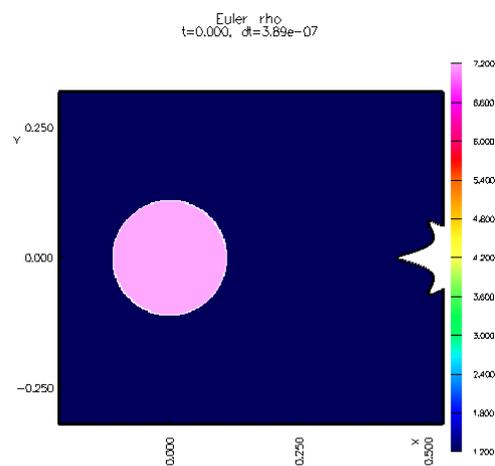
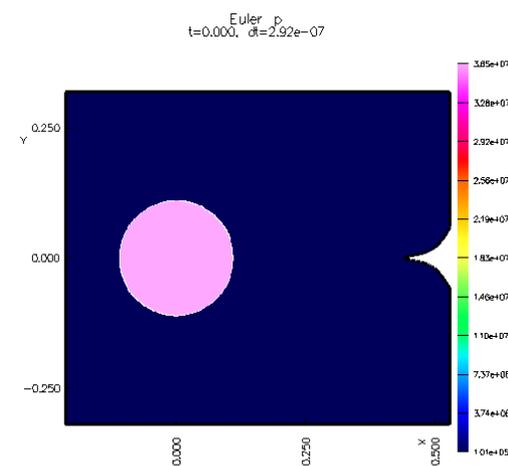
Densità



Temperatura



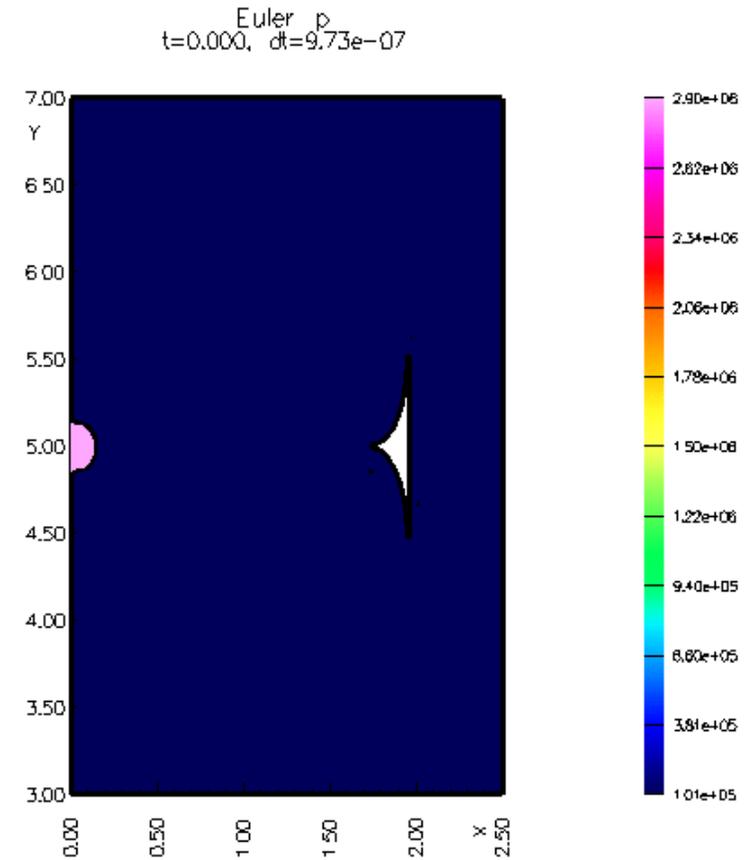
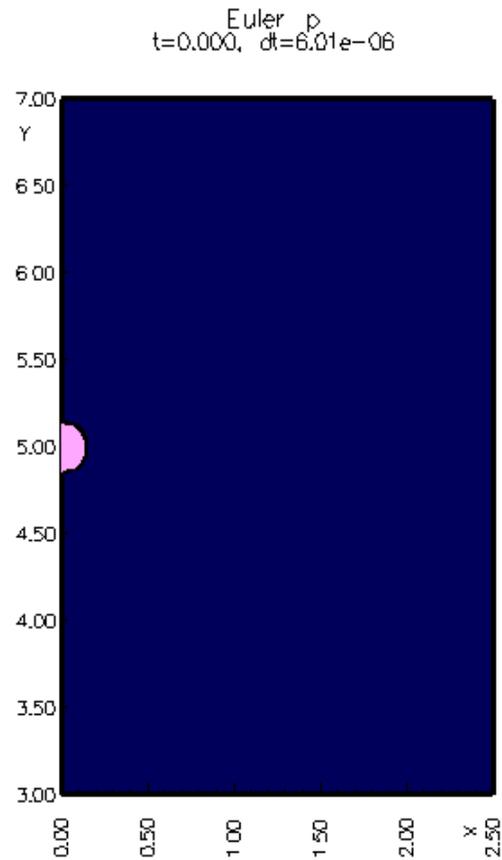
Pressione





CASO 1 (nessuno schermo)

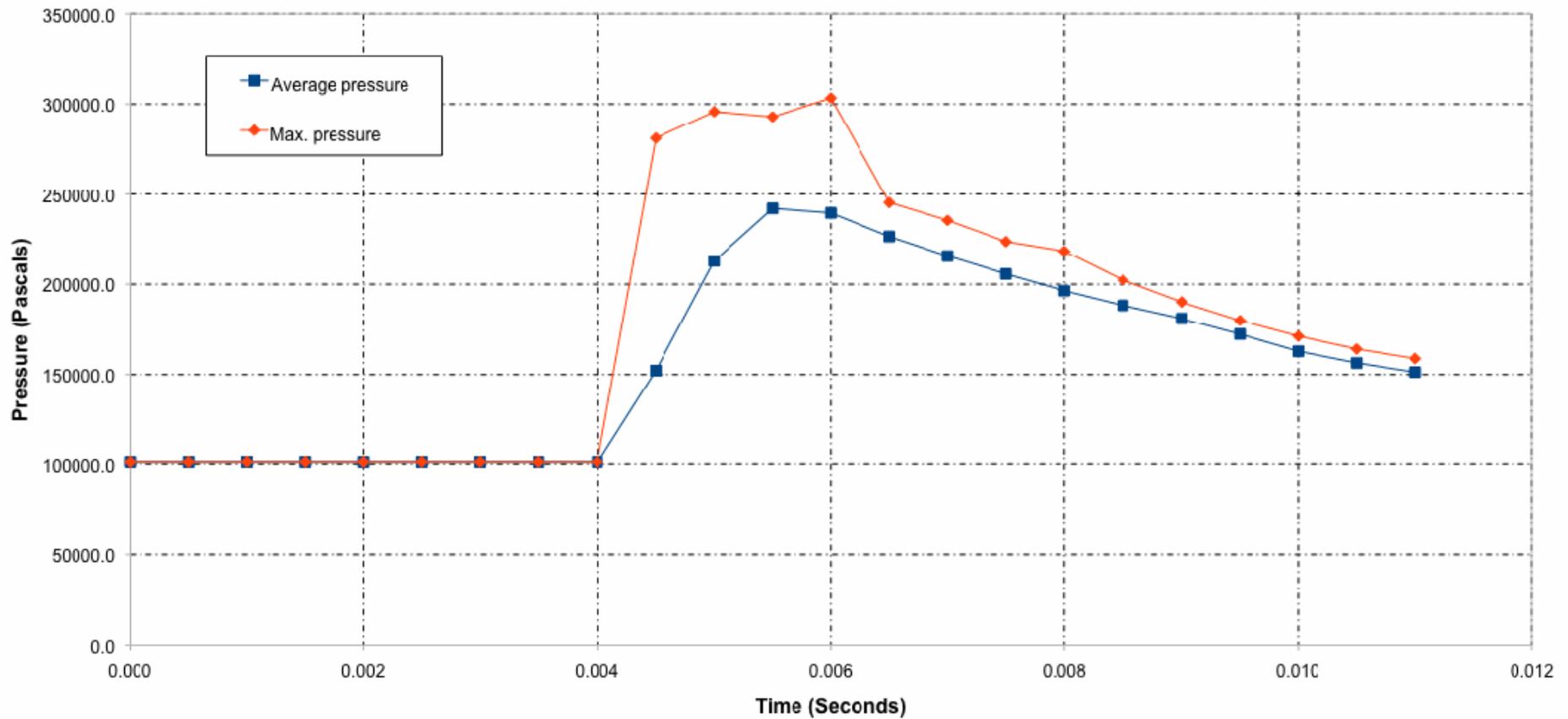
CASO 2 Largh. schermo = 2.50 x W_s , $d = 0.60$ m



Profili di Pressione



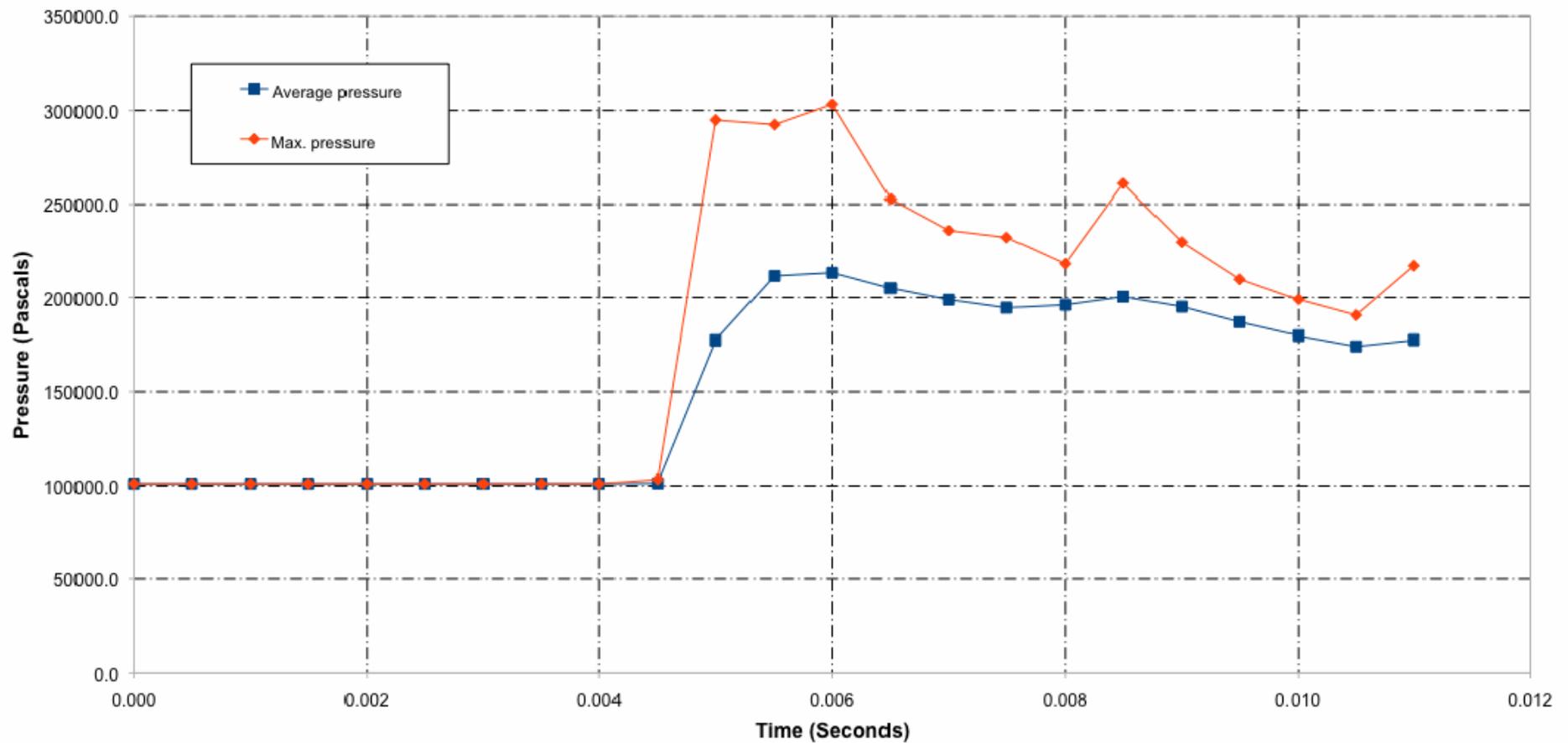
CASO 1 (nessuno schermo)



Pressione massima e media nel tempo



CASO 2 – Larghezza Schermo = $2.50 \times W_s$, $d = 0.60 \text{ m}$

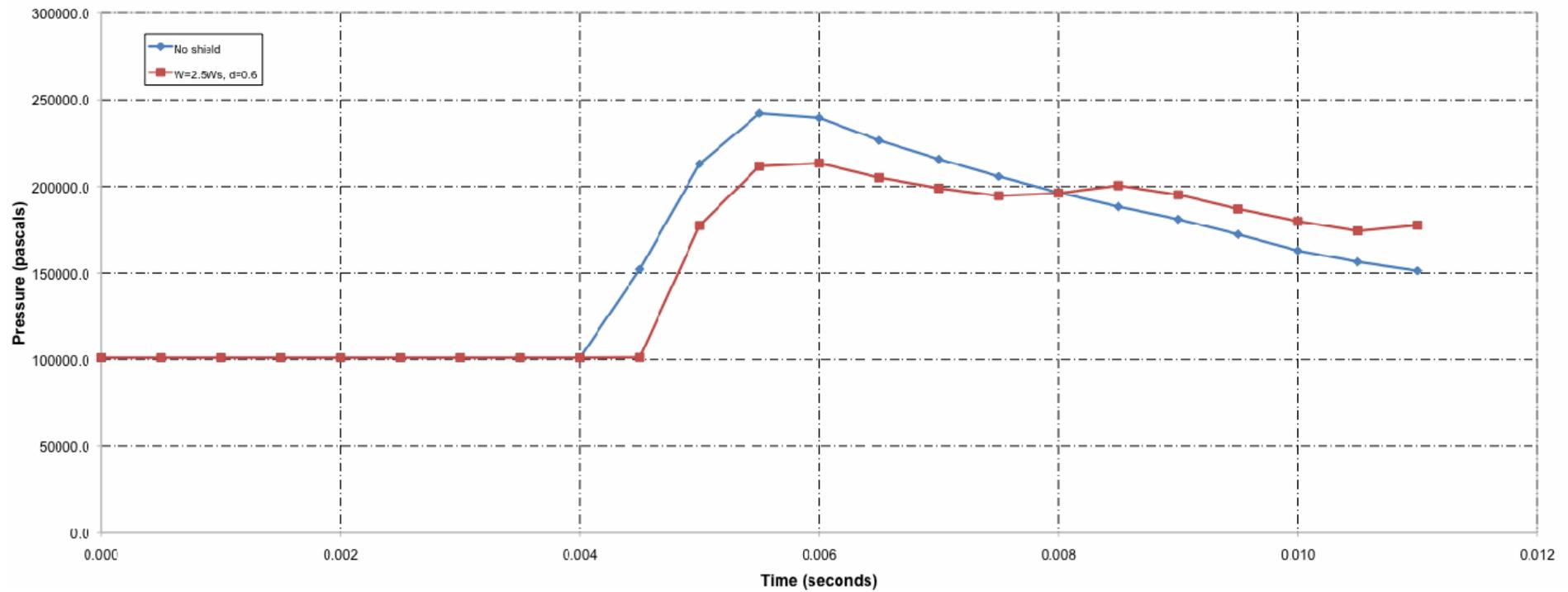


Pressione massima e media nel tempo



CASO 1 (nessuno schermo)

CASO 2
Largh. schermo = 2.50 x Ws, d = 0.60 m

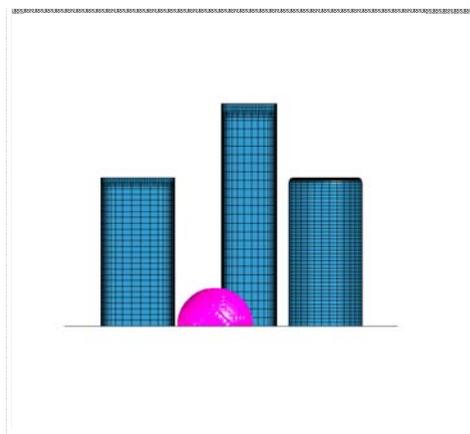


Pressione media nel tempo

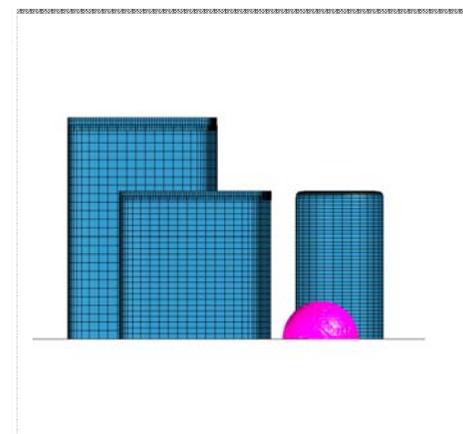
Esplosione in un centro urbano



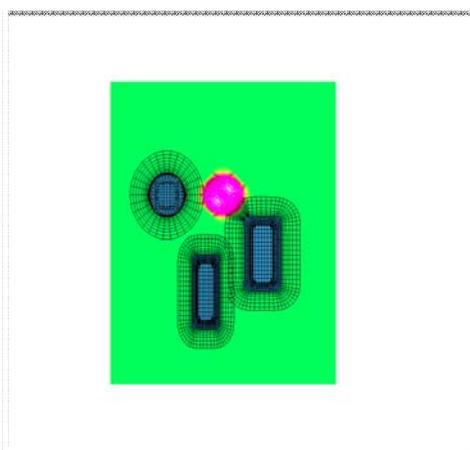
UNIVERSITA' DEGLI STUDI
DI GENOVA



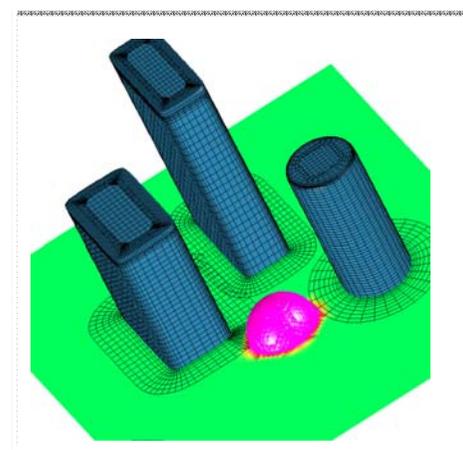
FRONT VIEW



SIDE VIEW



TOP VIEW



PERSPECTIVE VIEW

Esplosione in un centro urbano



UNIVERSITA' DEGLI STUDI
DI GENOVA

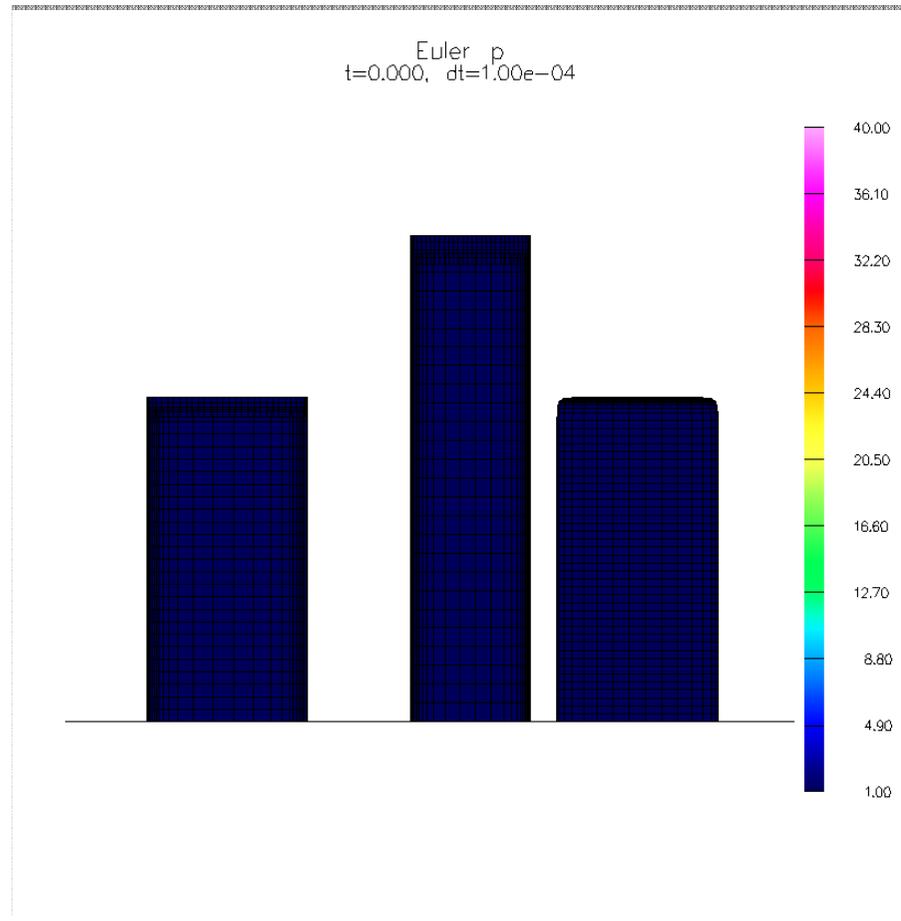


EAGLE VIEW

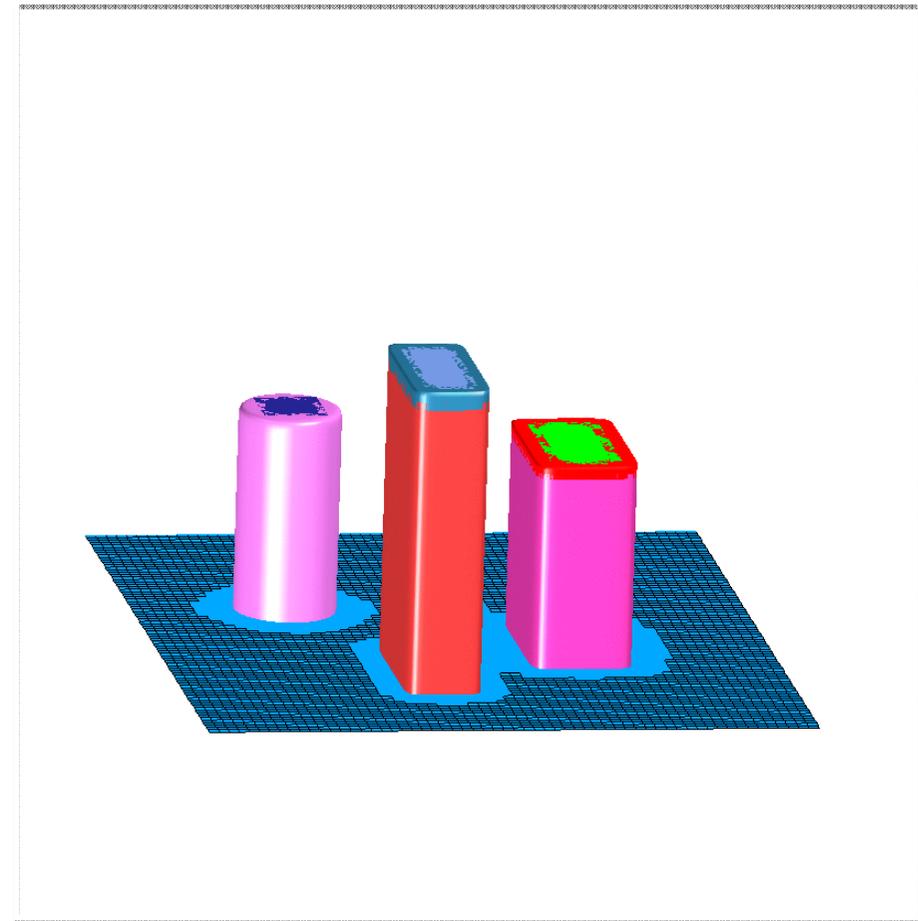
Esplosione in un centro urbano



UNIVERSITA' DEGLI STUDI
DI GENOVA



PRESSURE CONTOURS

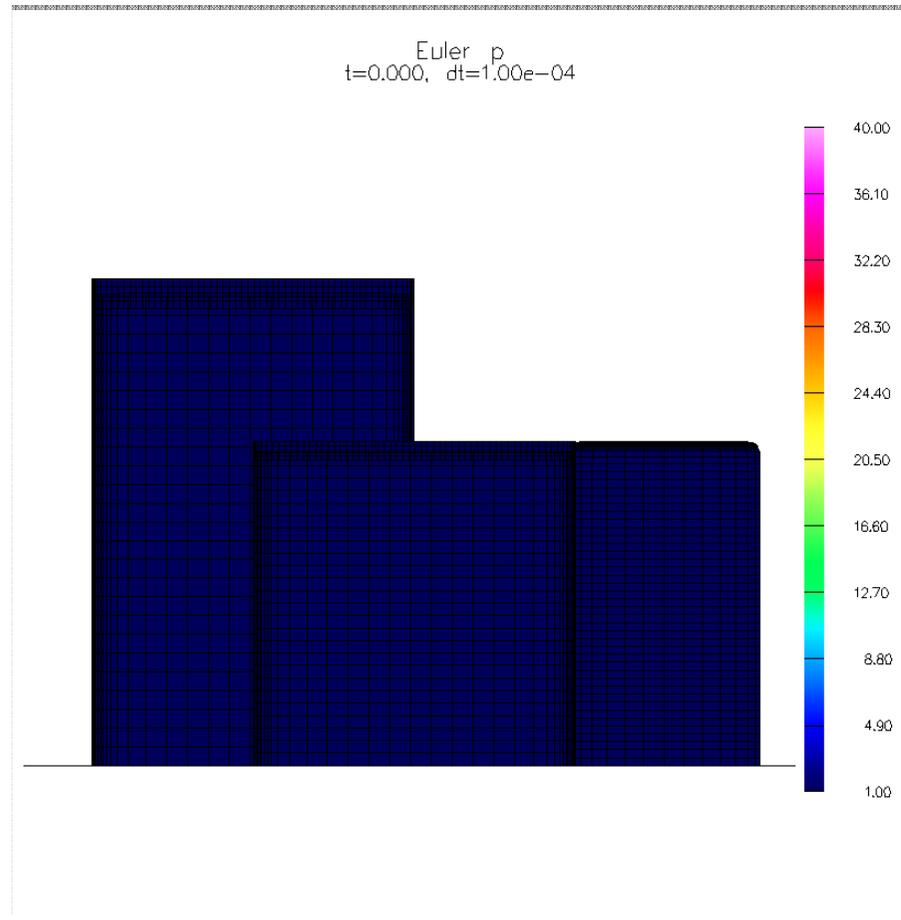


PRESSURE ISOSURFACES

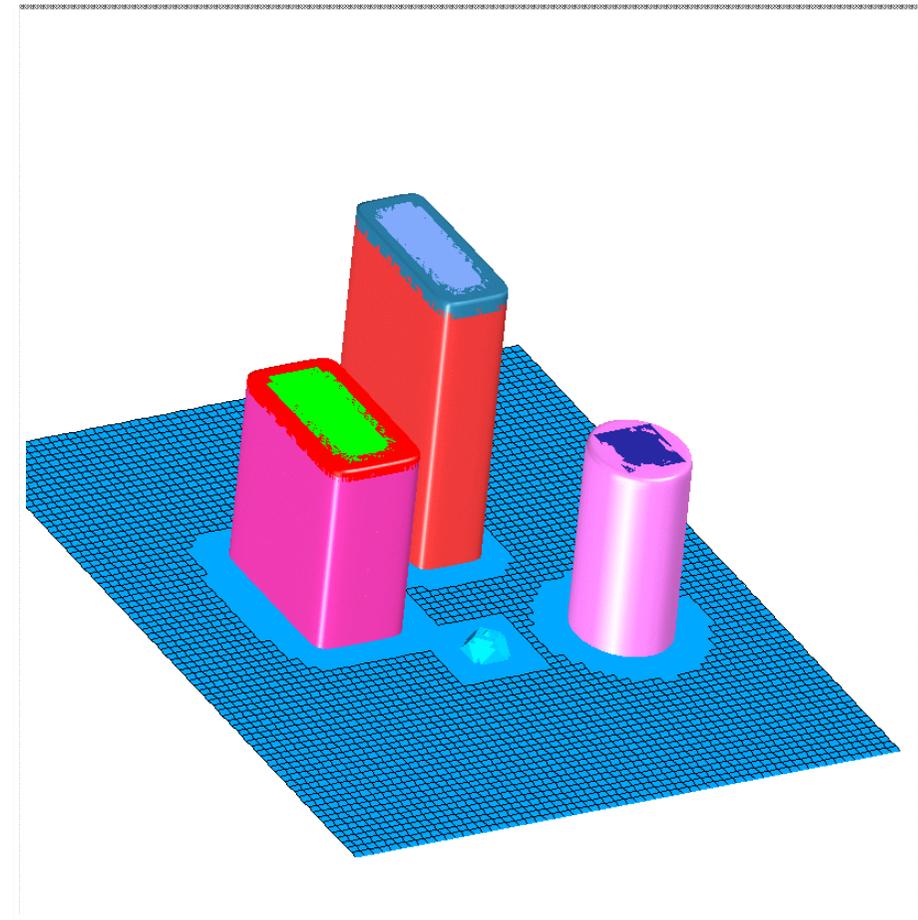
Esplosione in un centro urbano



UNIVERSITA' DEGLI STUDI
DI GENOVA



PRESSURE CONTOURS

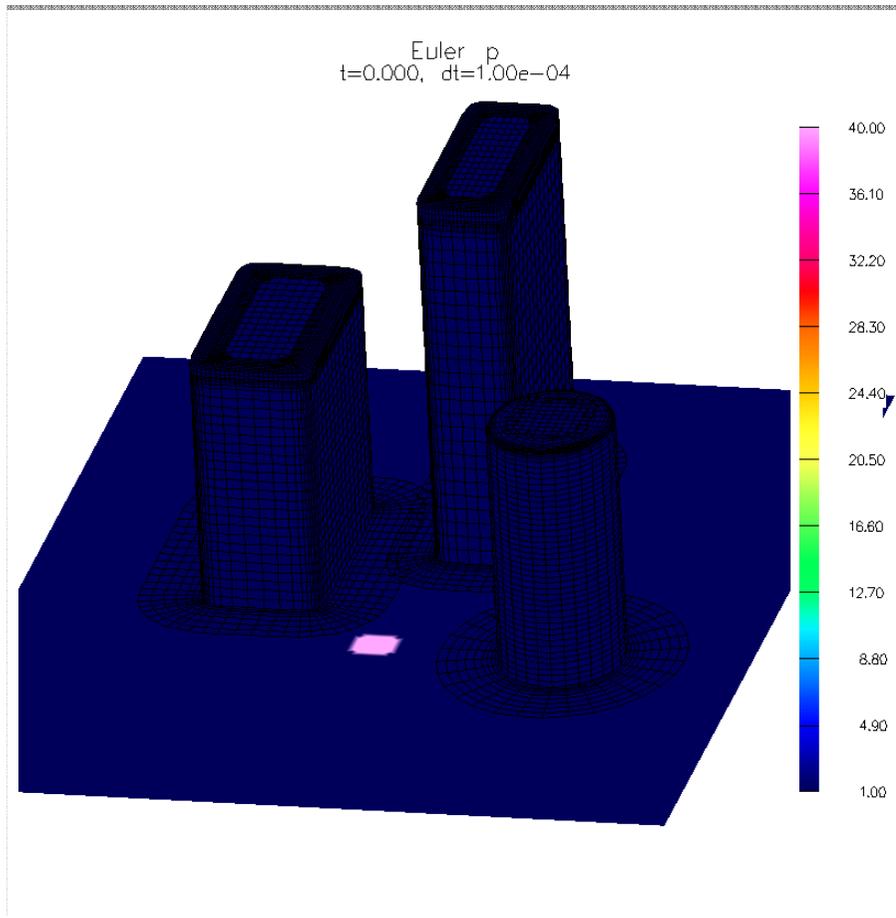


PRESSURE ISOSURFACES

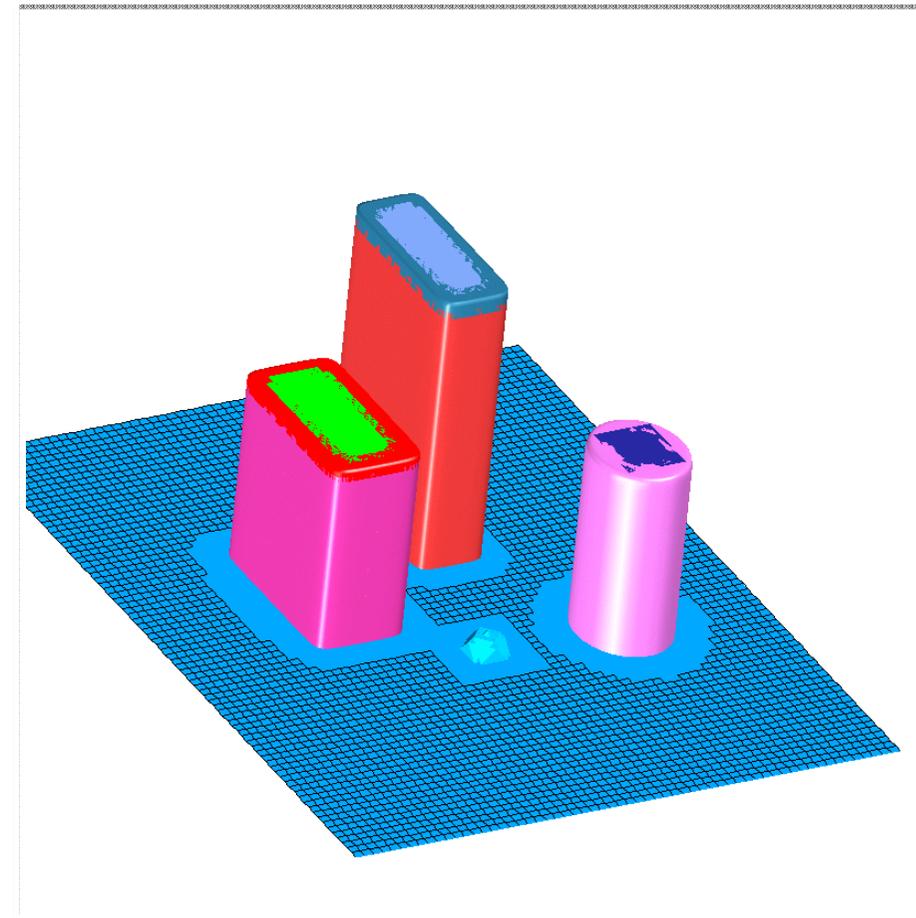
Esplosione in un centro urbano



UNIVERSITA' DEGLI STUDI
DI GENOVA



PRESSURE CONTOURS

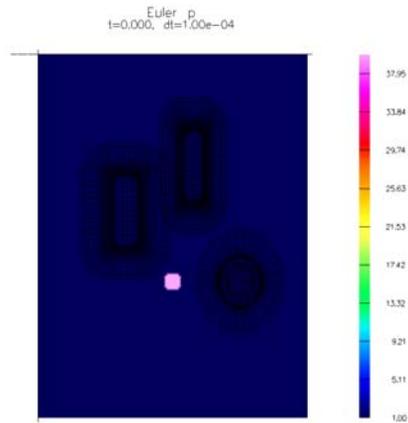


PRESSURE ISOSURFACES

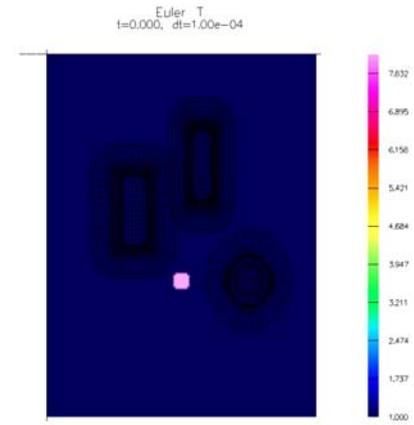
Esplosione in un centro urbano



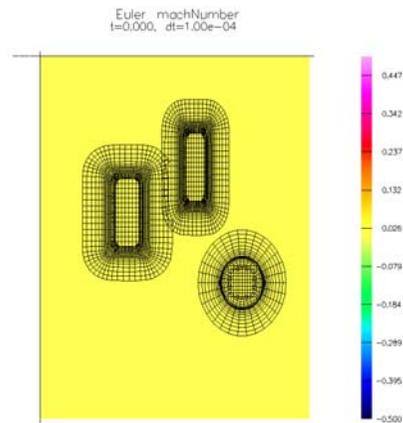
UNIVERSITA' DEGLI STUDI
DI GENOVA



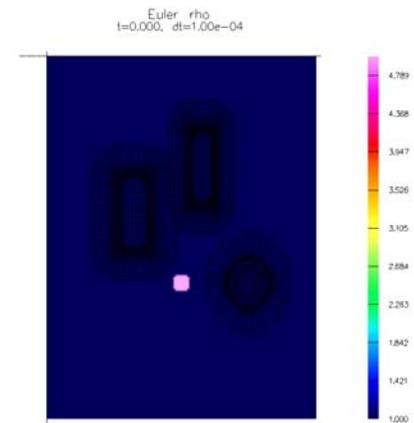
PRESSURE CONTOURS



TEMPERATURE CONTOURS



MACH NUMBER CONTOURS



DENSITY CONTOURS