



## “TEMPESTE ESTREME”

Aspetti Tecnici, gestionali ed assicurativi

Martedì 27 settembre 2022 - Ore 14:00

Stazione Marittima di Salerno

# Tecniche numeriche per il calcolo dell'impatto delle onde

Dott. Ing. Angela Di Leo

[andileo@unisa.it](mailto:andileo@unisa.it)

Prof. Ing. Fabio Dentale

[fdentale@unisa.it](mailto:fdentale@unisa.it)





In Europa scatta l'allarme inondazioni: le tempeste più violente, che fanno temporaneamente salire il livello del mare, sono in aumento fin dal 1960 ed è un trend destinato a salire ancora.

## Impatti

### AZIONI SULLE OPERE:

Gli effetti delle azioni ondometriche possono valutarsi in termini di stabilità globale, stabilità degli elementi costitutivi e sicurezza a tergo delle opere stesse

### Limiti:

**Fenomeni complessi** e **casi specifici** limitano l'utilizzo degli strumenti empirici di previsione per la progettazione e la verifica delle opere marittime.



Approccio numerico innovativo per la valutazione degli impatti

# IDRAULICA COSTIERA



MAREE,  
INNALZAMENTO DEL  
LIVELLO MEDIO MARE



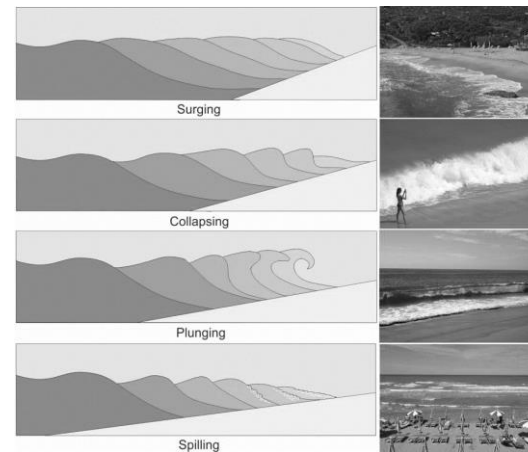
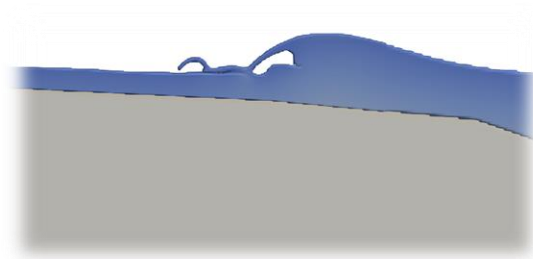
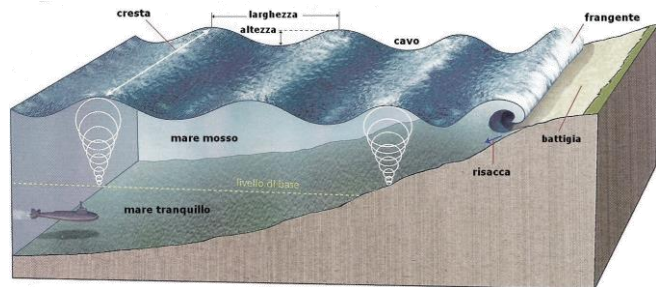
PROPAGAZIONE  
DELLE ONDE



FRANGIMENTO

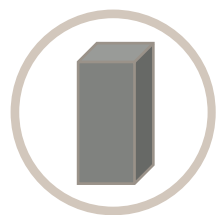


TIPOLOGIA DI OPERE

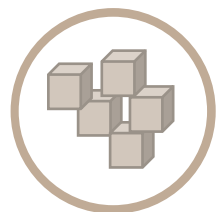




# OPERE



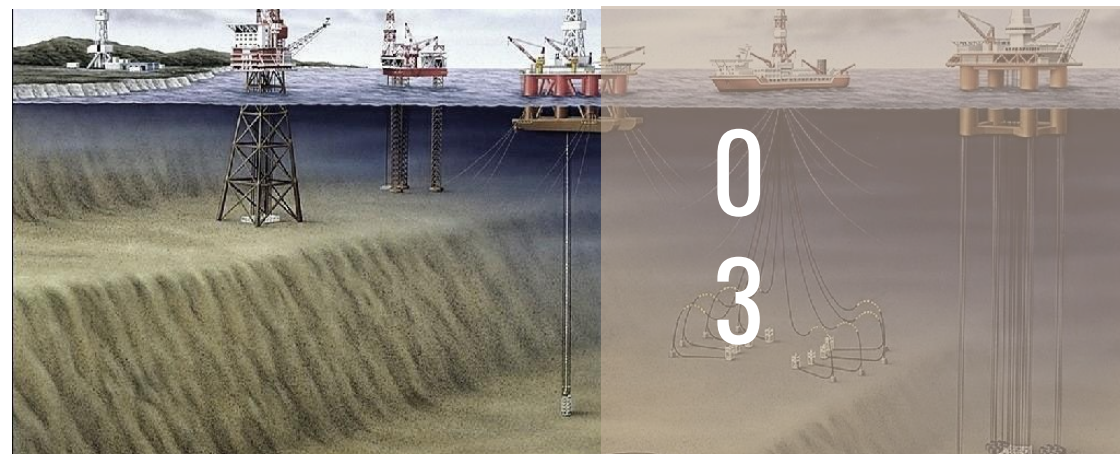
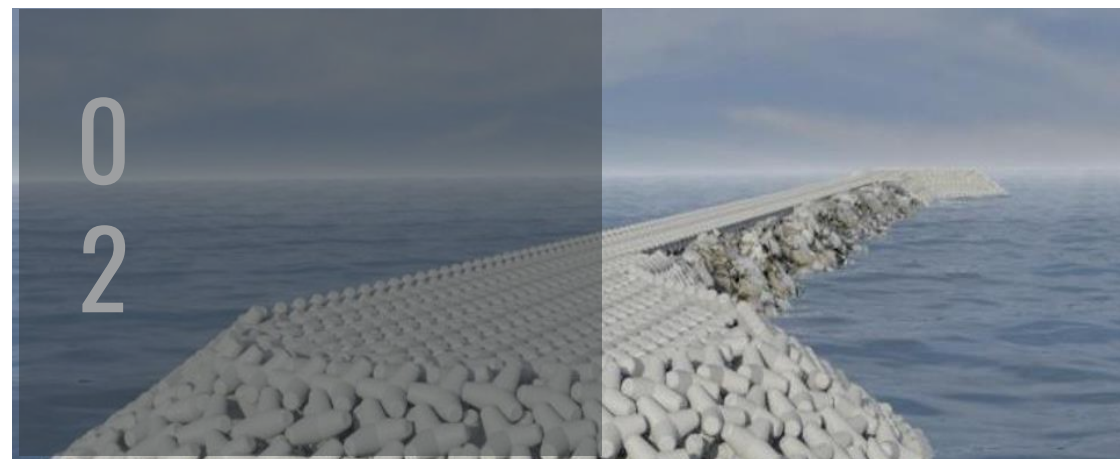
Opere a cassone

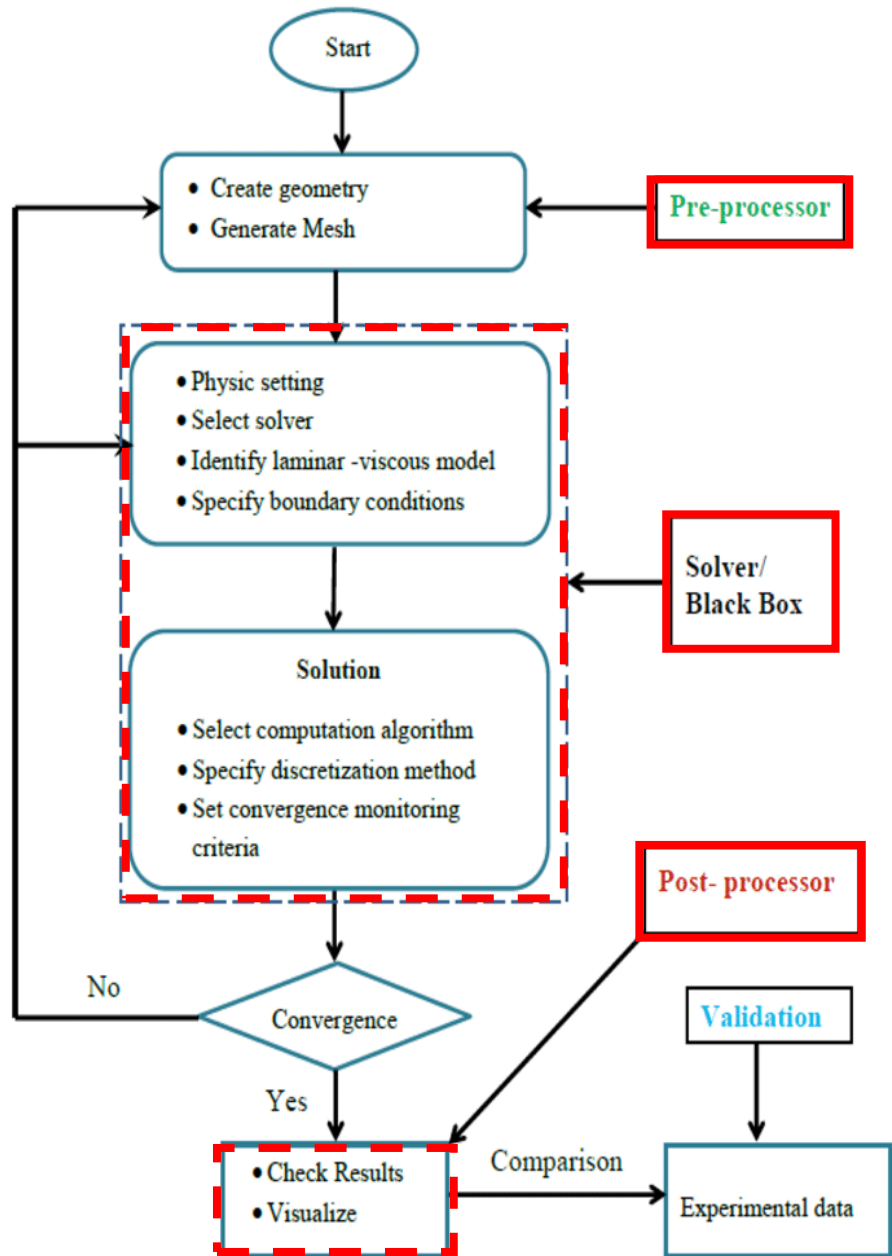


Opere a gettata



Strutture offshore o galleggianti



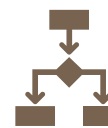


# Approccio numerico



Pre-processing:

Creazione di geometrie e della griglia



Solver

Settaggio dei parametri di input, scelta degli algoritmi di risoluzione e criteri di convergenza



Post-processing

Visualizzazione e analisi dei risultati, validazione

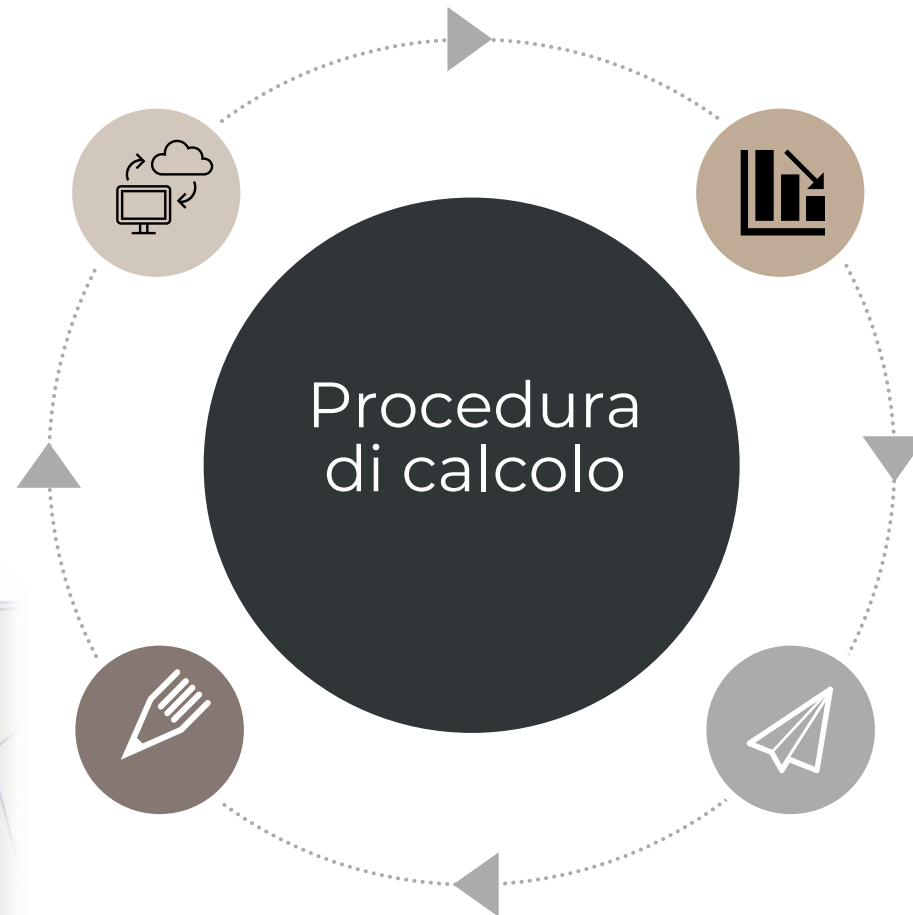
# Analisi Numerica di strutture marittime

## Set-up del modello

La costruzione del modello avviene sulla base delle conoscenze delle condizioni fisiche e idrodinamiche che governano il fenomeno e sull'esperienza nella modellazione

## Design delle strutture

Schematizzazione delle strutture e ricostruzione in ambiente CAD per poi essere importate nel software di calcolo



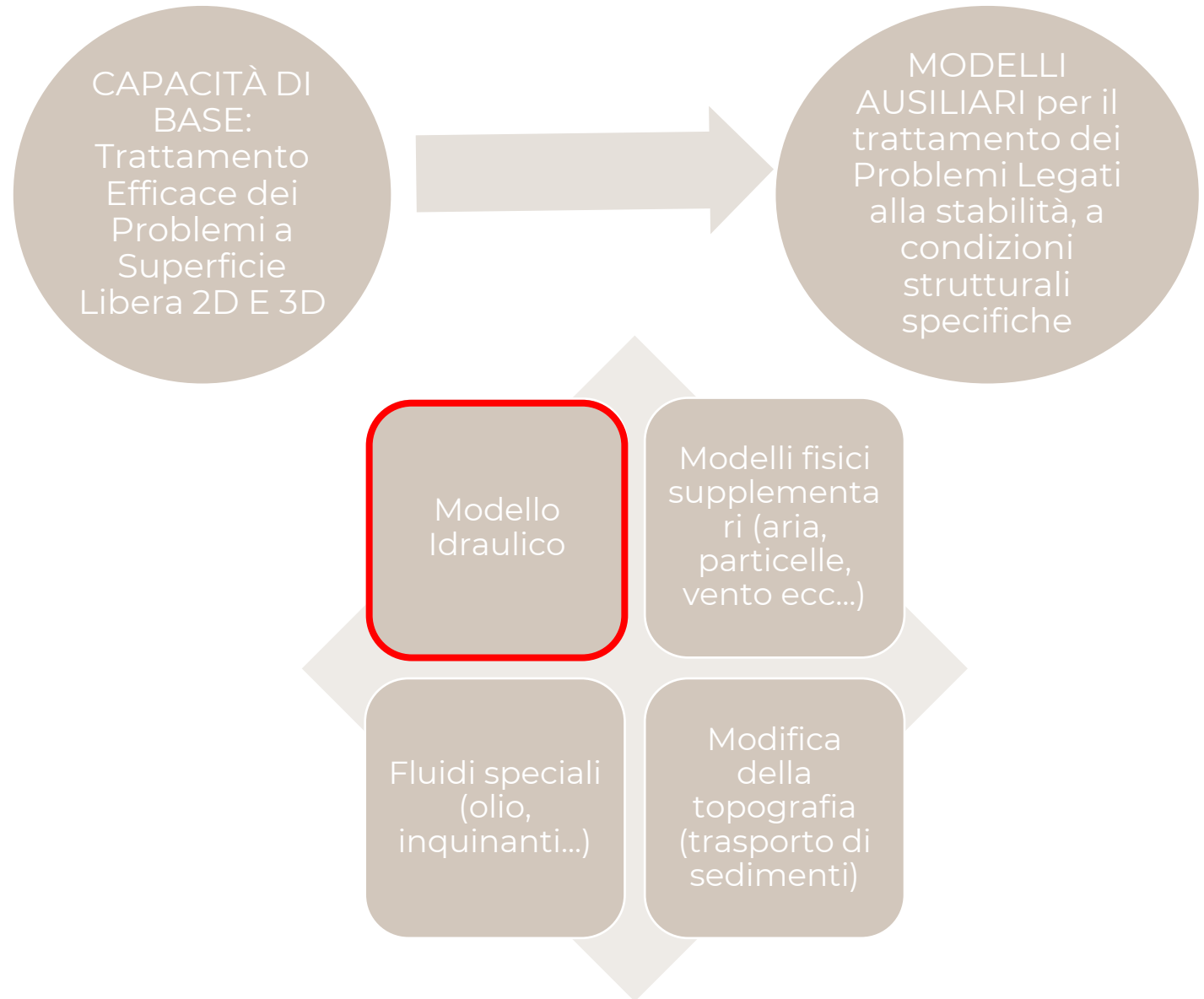
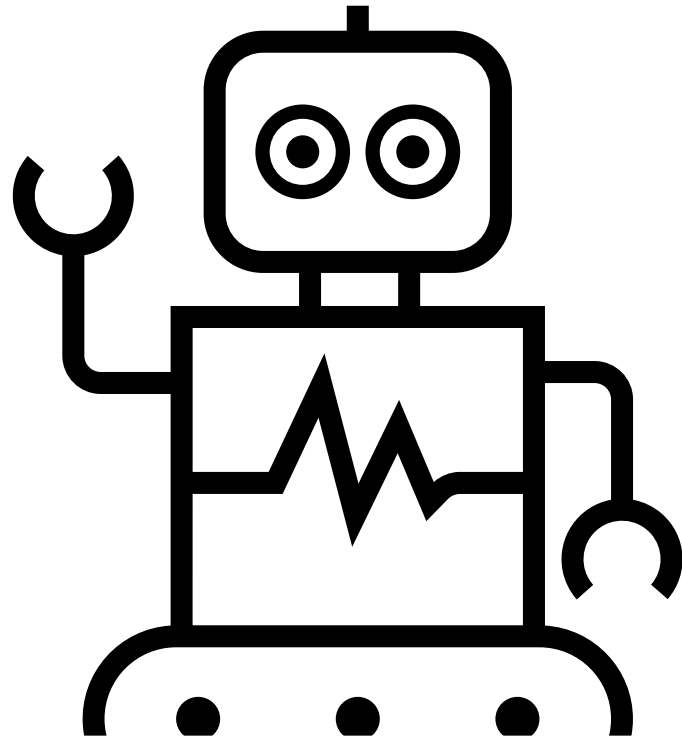
## Pianificazione della matrice di test

Scegliere gli stati di mare significativi in funzione delle caratteristiche meteorologiche in esame.

## Post-Processing

Interpretazione e analisi dei risultati

# VANTAGGI



# OPERE A PARETE VERTICALE

*I Frangiflutti verticali e le dighe sono strutture frequentemente utilizzate per proteggere i porti dalle azioni del mare. In generale, le strutture verticali sono impermeabili o solide strutture con paramento verticale.*

*I principali carichi che agiscono su questi tipi di pareti derivano da: pressioni d'onda dirette; forze di sollevamento; forze quasi-statiche provenienti dalle pressioni interne dell'acqua; e forze/reazioni geotecniche del supporto.*

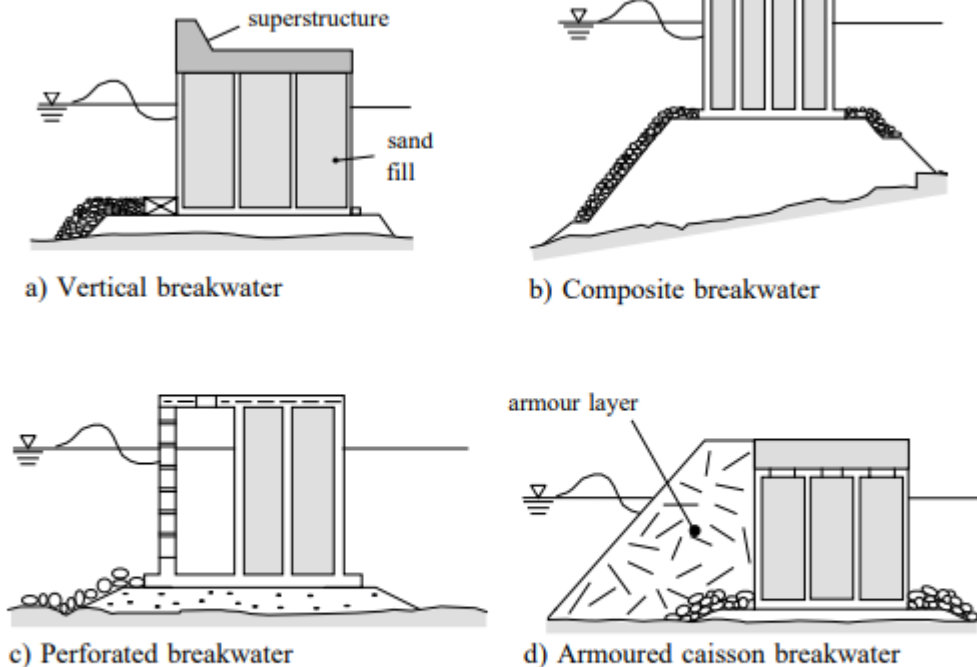
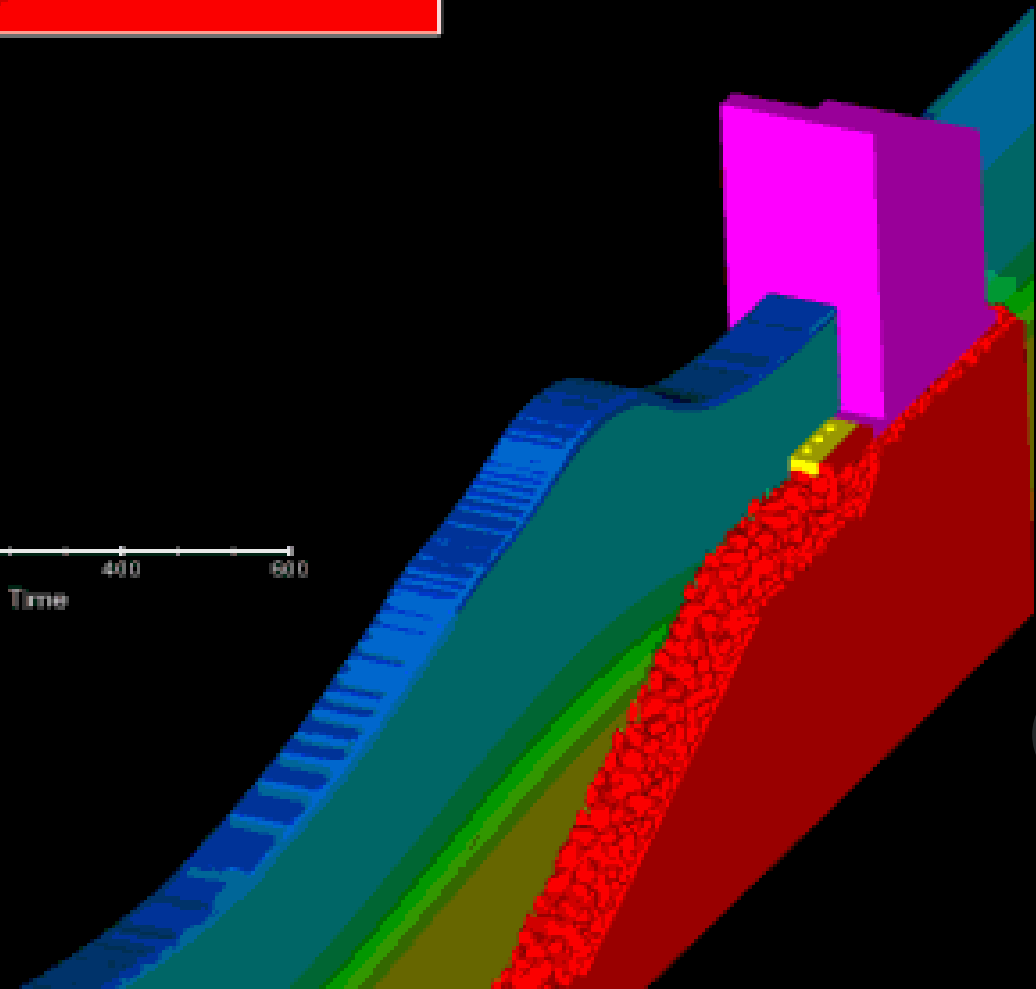
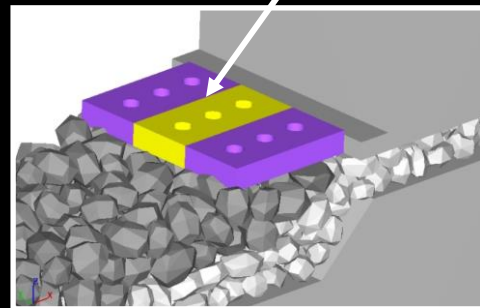
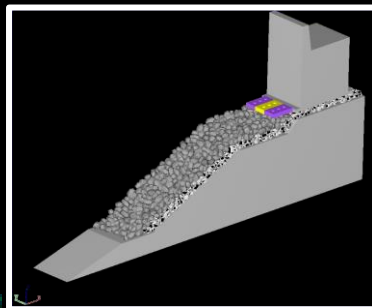
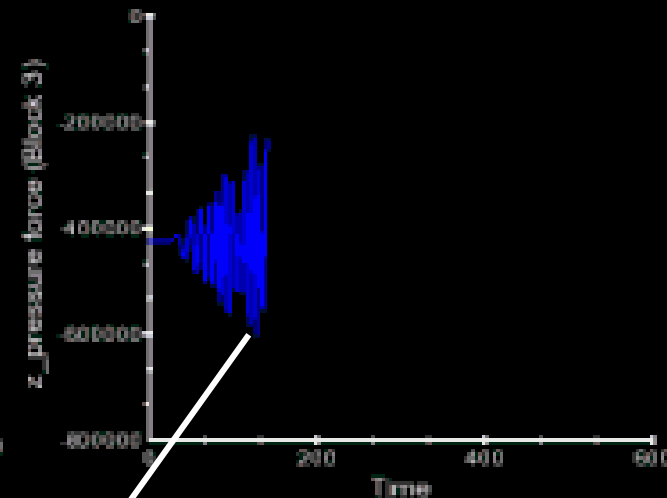
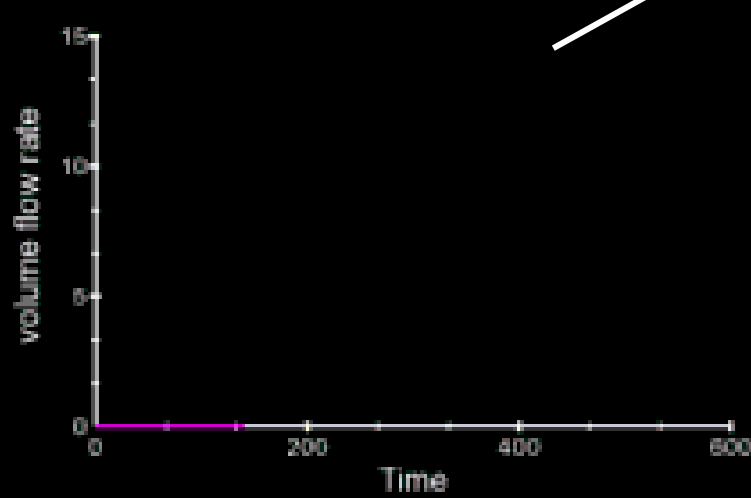
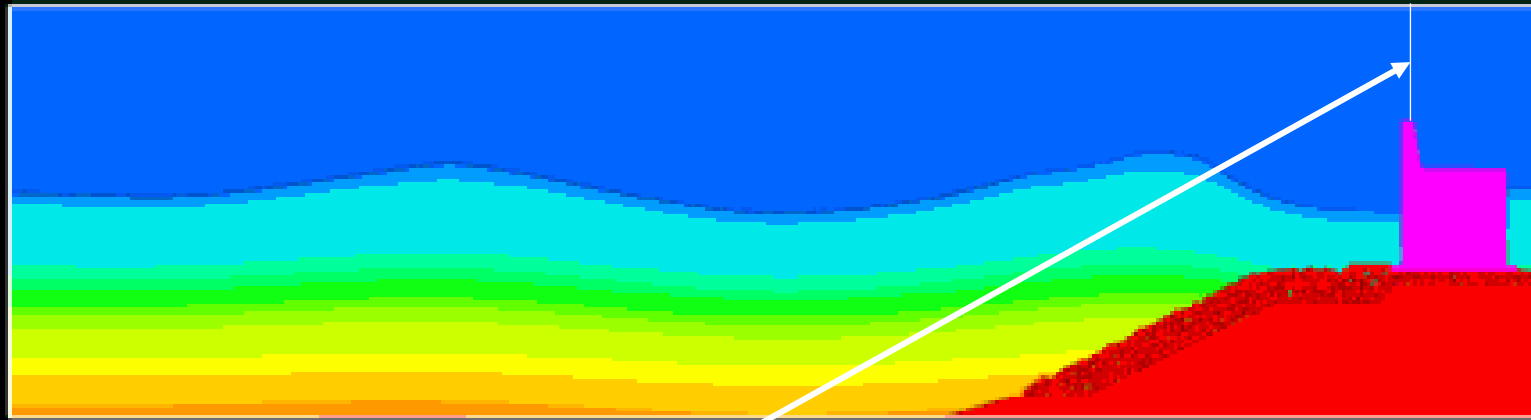


Figure 1.1 *Main types of vertical breakwaters addressed in PROVERBS (after Oumeraci, et al., 2001)*



Time = 140.49699

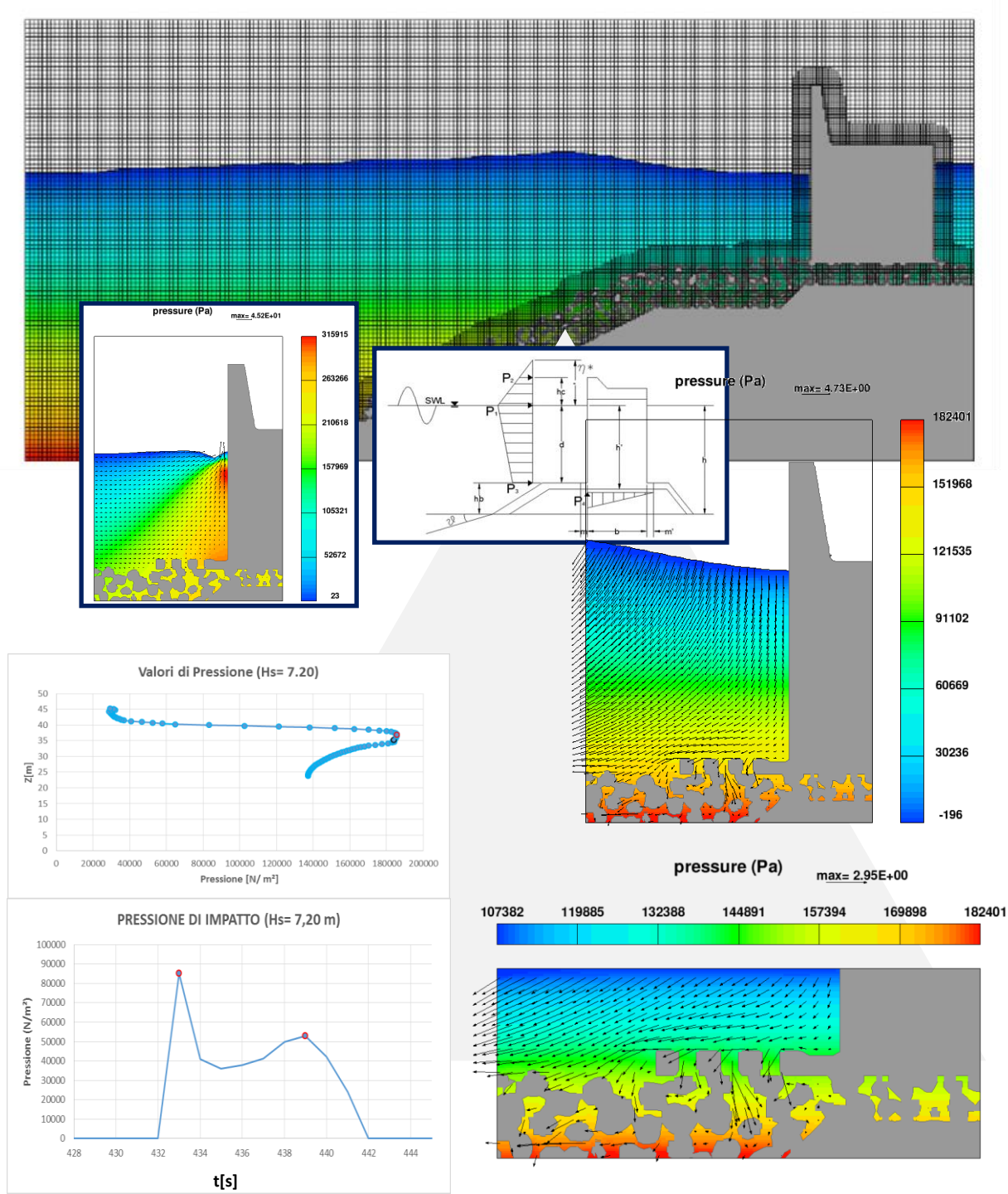


# Stabilità delle strutture a parete verticale

*La causa più importante dei cedimenti dei cassoni è lo scorrimento del cassone e la rottura per pressioni di onda impulsiva.*

*Altri tipi di rottura possono essere dovuti a:*

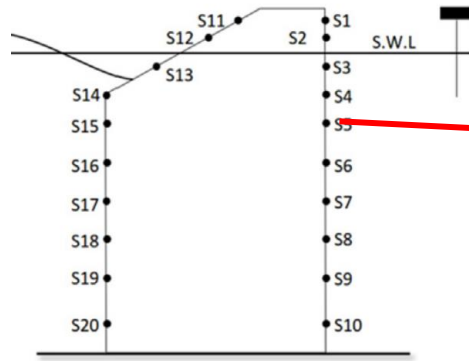
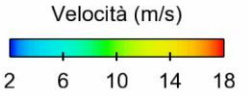
- Scorrimento dovuto all'amplificazione locale delle onde non frangenti per rifrazione della struttura;*
- Rottura e spostamento di unità corazzate nelle berme poste per dissipare energia davanti a cassone*
- dispersione dell'armatura nel caso di fondazioni in massi a causa della forte corrente indotta dalle onde che agiscono intorno alla testata;*
- erosione del fondale anteriore;*
- cedimento della fondazione e del sottosuolo*



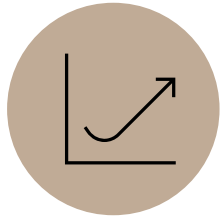
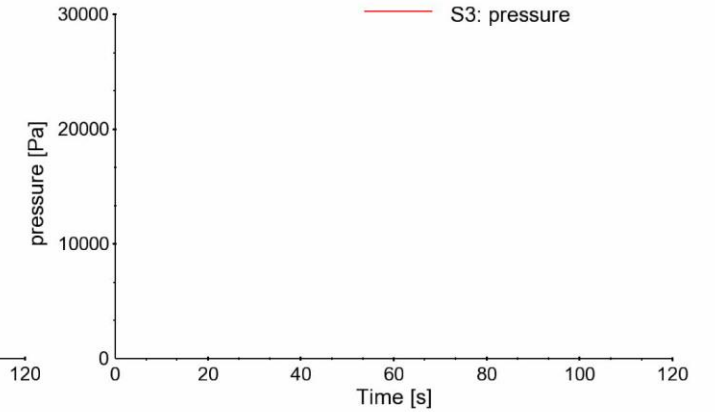
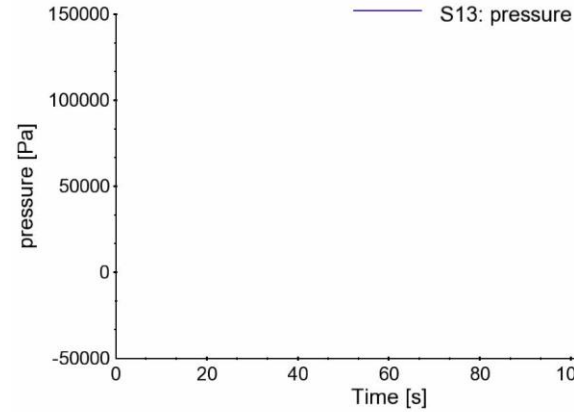
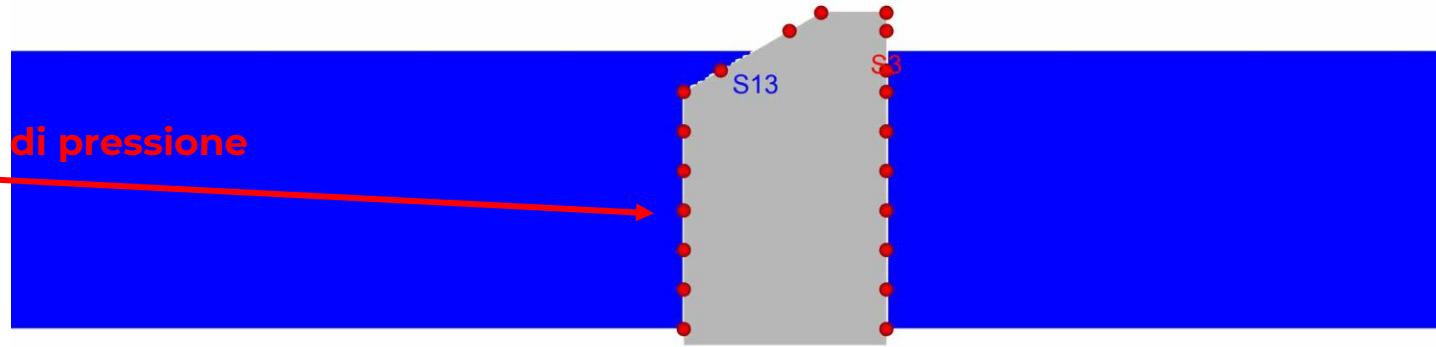
# Strutture a Cassone

FLOW-3D

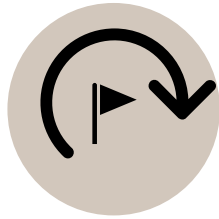
Time = 0.0000



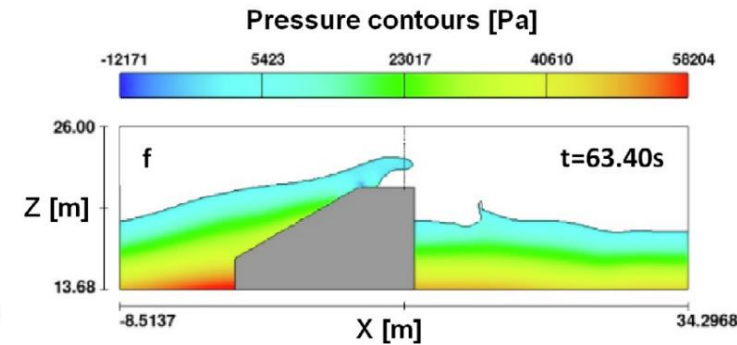
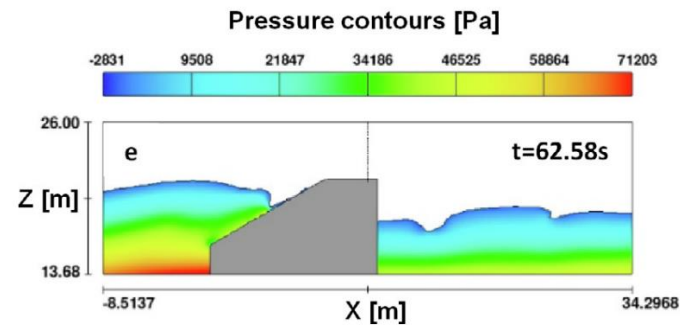
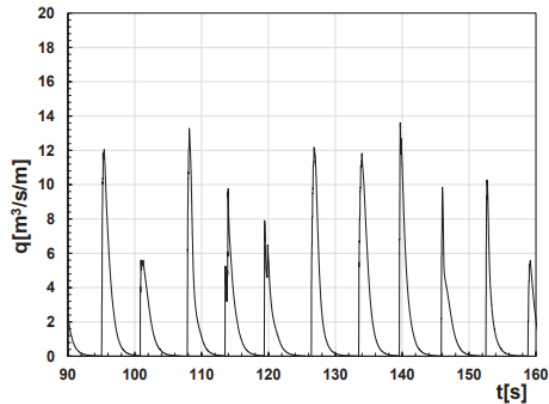
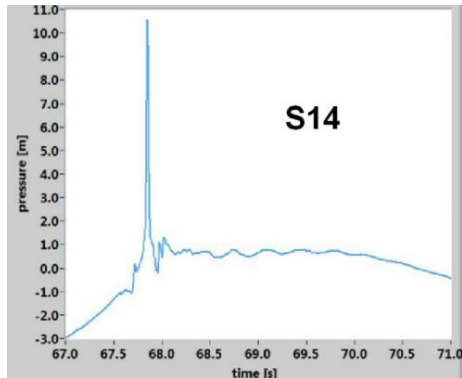
Trasduttori di pressione

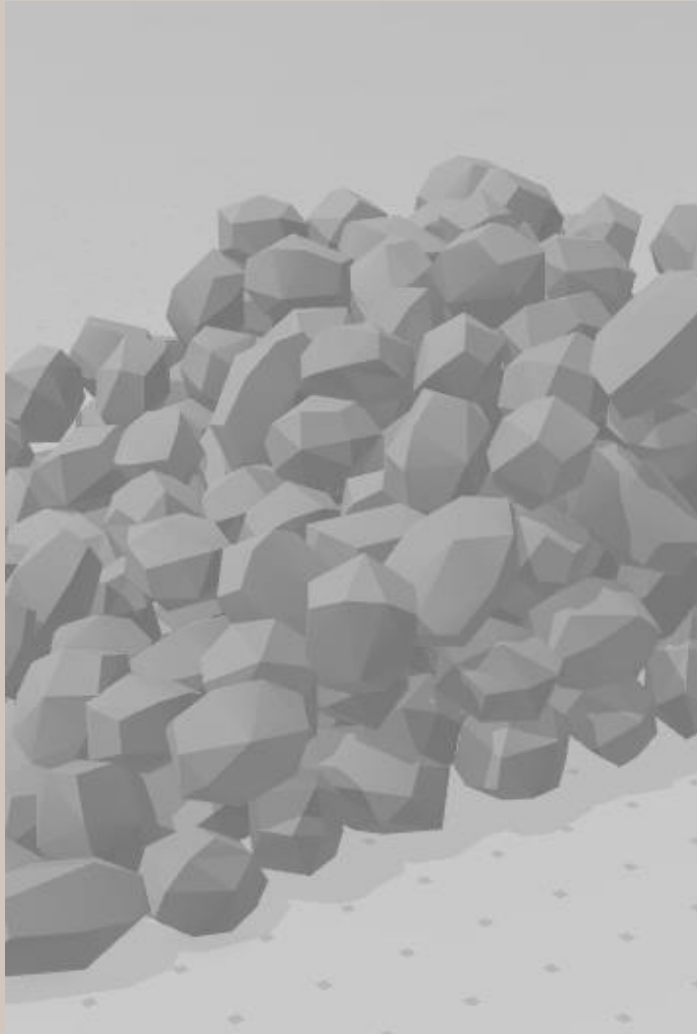


PRESSIONI



OVERTOPPING



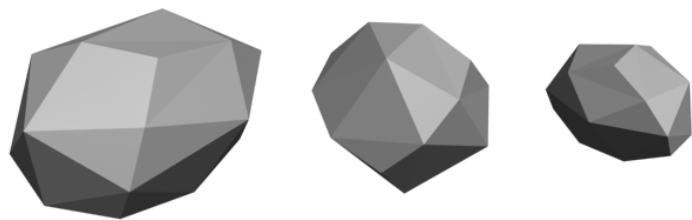


## 02

# OPERE A GETTATA

Le azioni dinamiche delle onde che impattano contro questo tipo di strutture possono causare movimenti delle unità di armatura generando “instabilità idraulica”.

La rottura strutturale delle singole unità, invece, rappresenta un'altra tipologia di instabilità che viene indicata come “instabilità strutturale”.



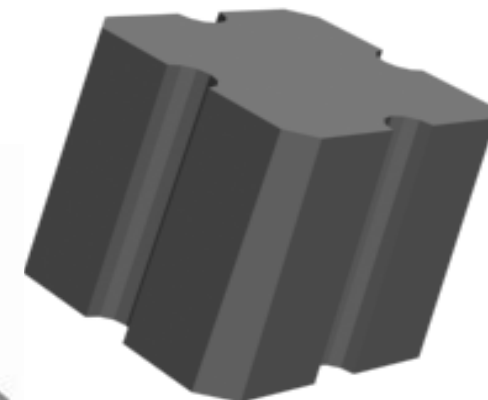
**ROCCE  
NATURALI**



**CORE-LOC™**

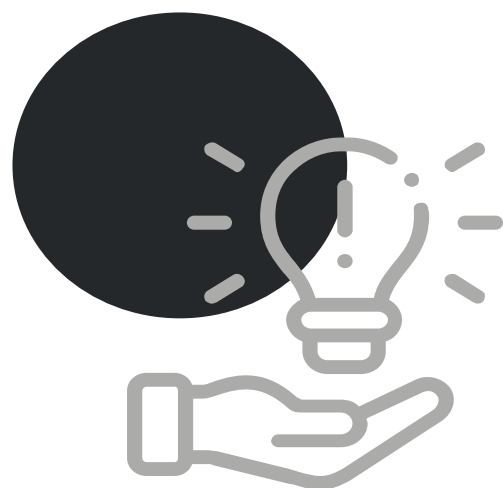


**TETRAPOD**

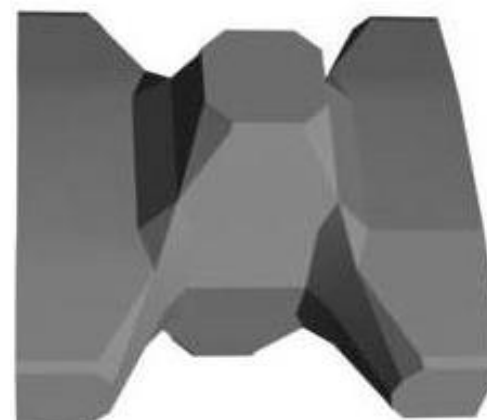


**ANTIFER**

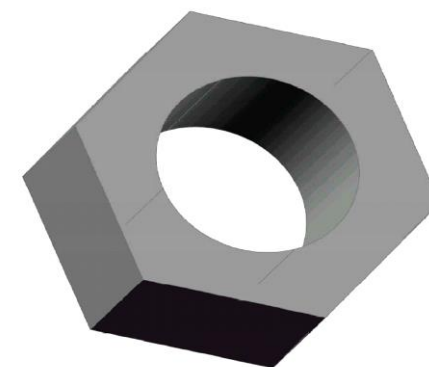
# BLOCCHI VIRTUALI



**XBLOC®**

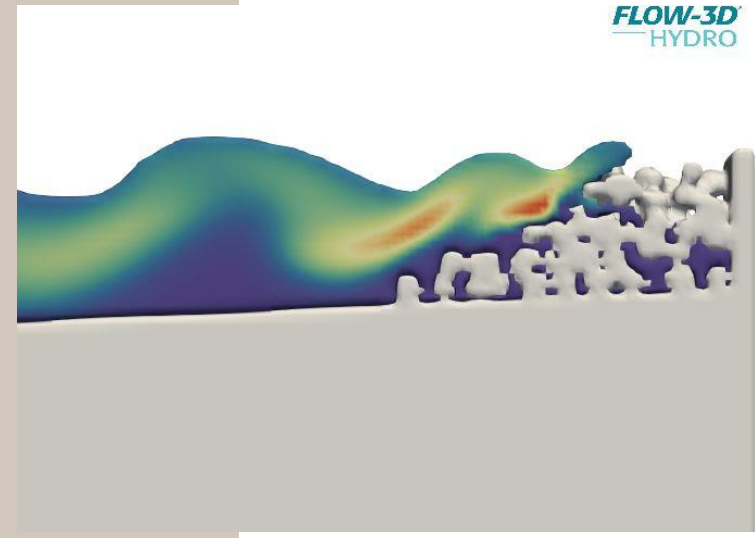
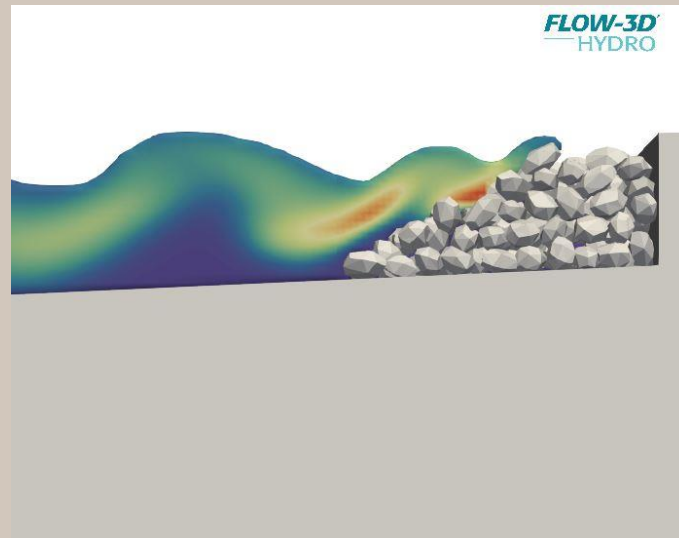


**ACCROPODE™  
M**

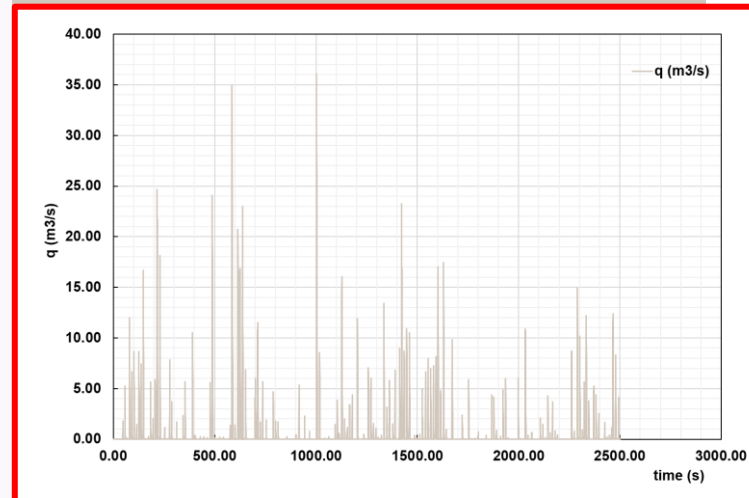


**SEABEES**





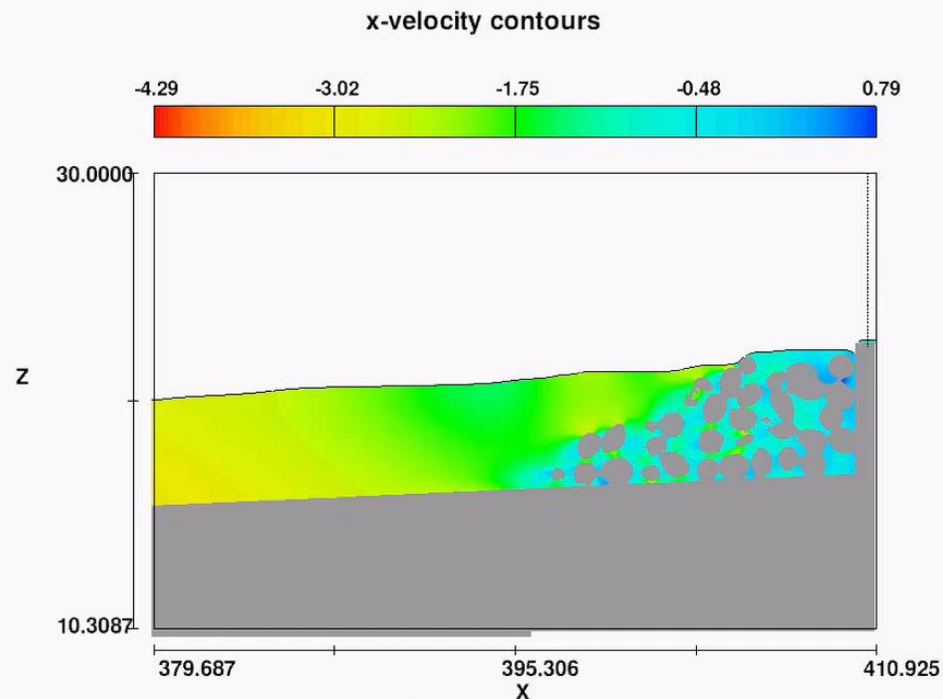
## Strutture a Gettata: Berme



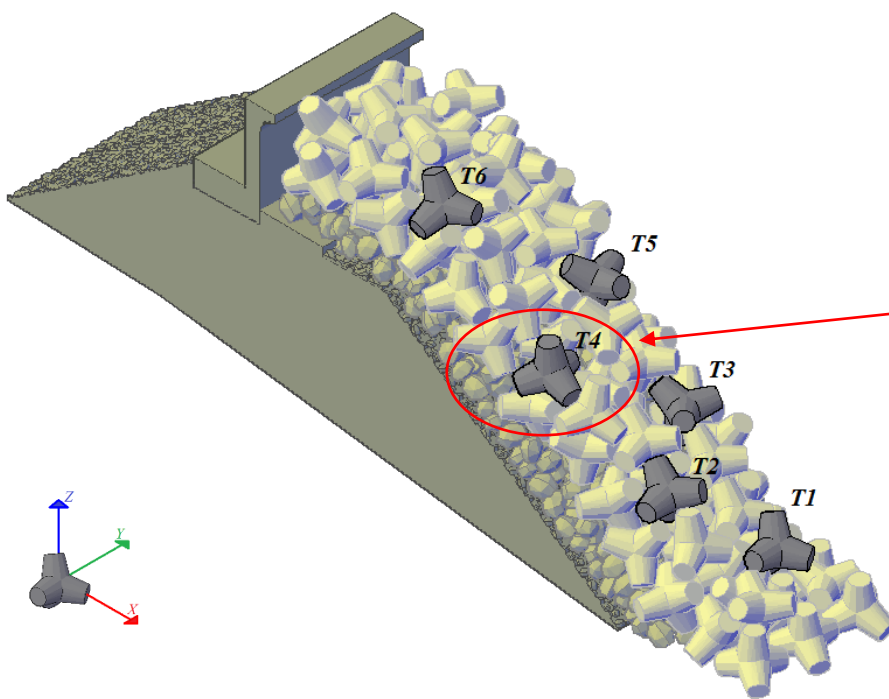
Analisi dell'interazione fluido struttura

Parametri caratteristici:

- Run-up
- Riflessione
- Trasmissione
- **Overtopping**

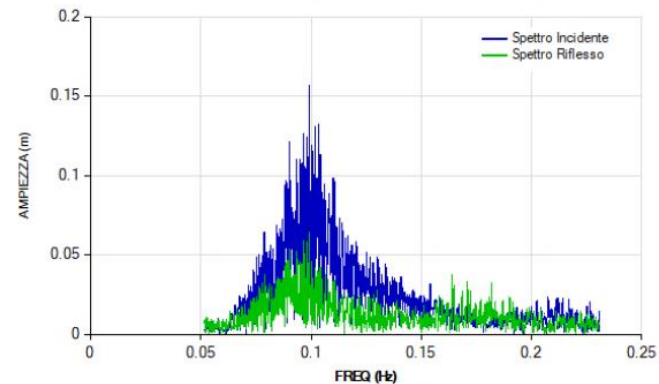


# Analisi dei parametri fondamentali

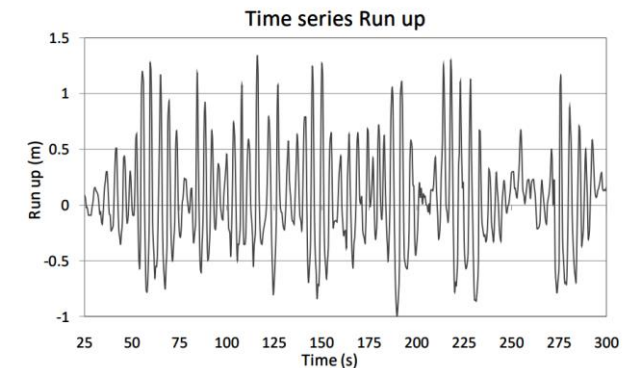


## ONDE INCIDENTI/riflessione

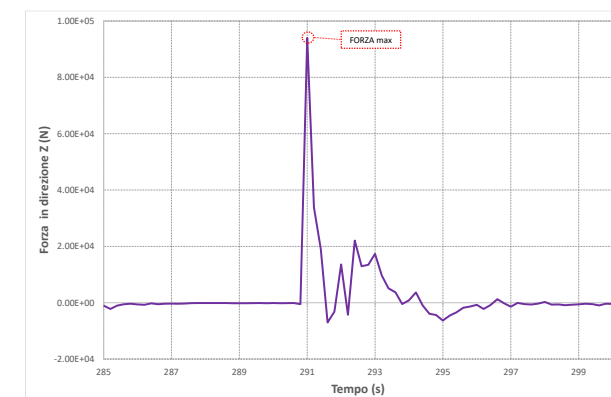
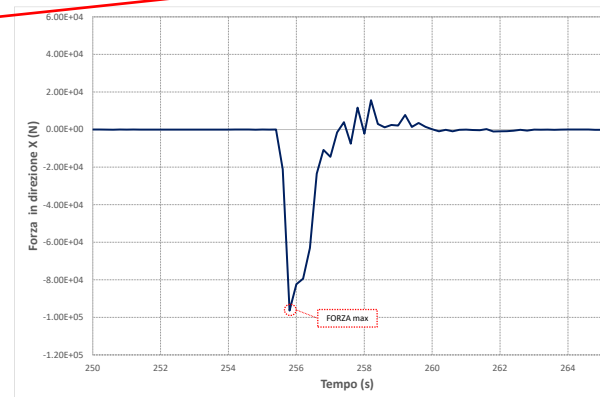
$$K_r = 0.46 \cdot H_{si} (m) = 2.799 \cdot H_{sr} (m) = 1.313 \cdot T_m (s) = 8.076 \cdot T_p (s) = 10.096$$



## RUN-UP

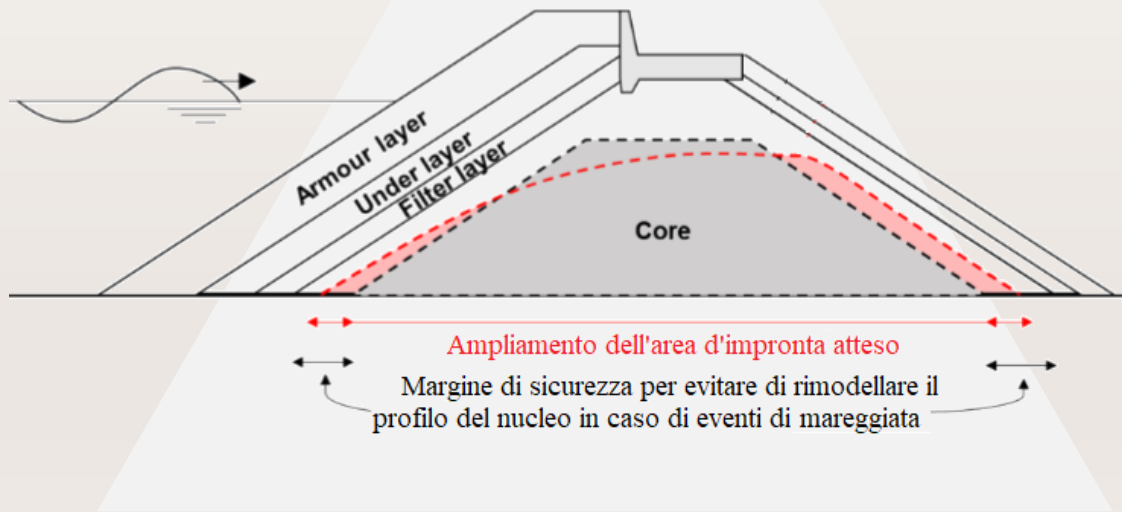
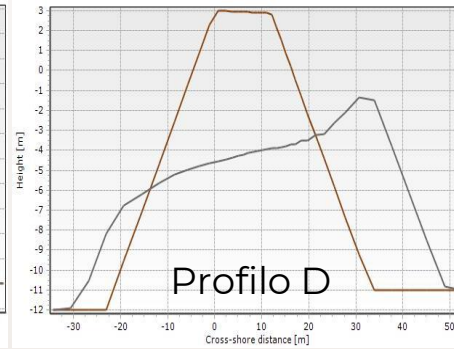
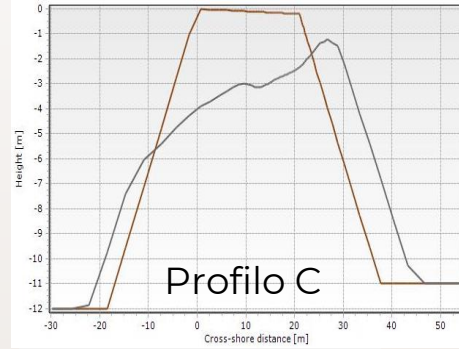
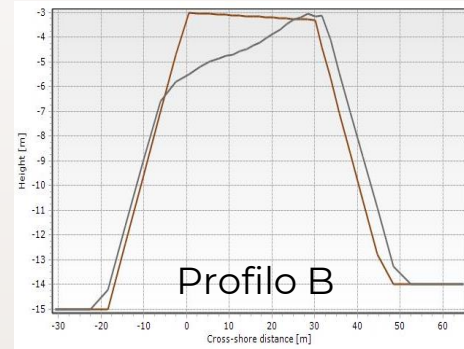
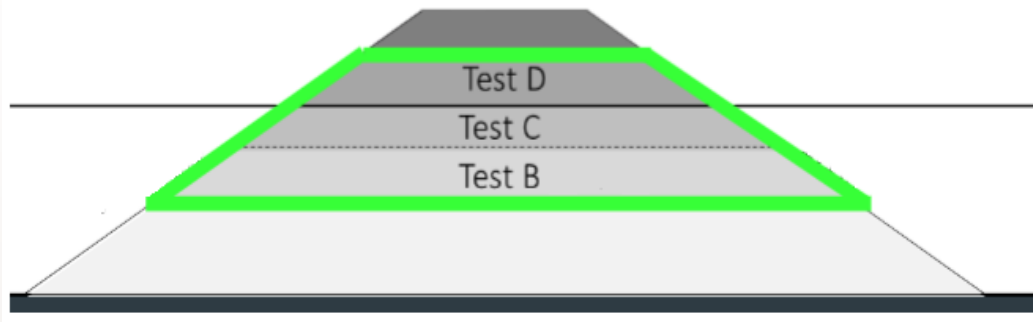


## FORZE AGENTI

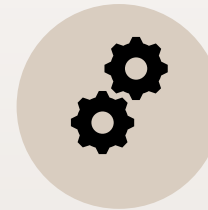


I movimenti delle unità di armatura possono essere rappresentati da oscillazioni, dislocamenti di singole unità che vengono portate al di fuori dello strato della mantellata, scivolamenti in blocco della mantellata, o da semplici assestamenti dei massi di mantellata per un effetto di compattamento.

# Verifica di stabilità del nucleo



I risultati di questa analisi dimostrano che il profilo B (struttura sommersa) ha minori danni rispetto a quelli esposti ( C e D).



## Modello

Modello numerico mono-dimensionale per l'analisi della morfodinamica delle spiagge ghiaiose e delle barriere.



## Applicazione

Analisi degli effetti del moto ondoso durante i vari stadi di costruzione del nucleo.



## Risultati

La conoscenza dei possibili danni del nucleo, permette di quantificare il materiale da riposizionare mediante nuovi getti oppure, è possibile adottare una soluzione preventiva al problema.

# Conclusioni



## Veloce e sicura

La modellazione numerica risulta un innovativo e potente strumento di supporto al progettista, in particolare in fase di progettazione preliminare, sia in fase di verifica delle opere esistenti sottoposte a mareggiate estreme.



## Elevata Affidabilità

Applicabilità sia nel campo professionale che di ricerca con sviluppo di nuove formule di progetto e verifica.



## Confronto tra soluzioni progettuali

Costo contenuto e facilità di implementazione dei modelli

HIGH



EFFICIENCY

LOW



COST



UNCERTAINTY

“ Grazie per l’ Attenzione ”



**PROF. ING. FABIO DENTALE**  
**PROF. ING. EUGENIO PUGLIESE CARRATELLI**  
**DOTT. ING. ANGELA DI LEO**

## Contatti

Università degli Studi di Salerno  
Dipartimento di Ingegneria Civile  
Maritime Engineering Division of University of Salerno

**Telefono**

+39 089 96 4088 (IT)

**Social Media:**

<https://www.medus.unisa.it/>

**Emails:**

andileo@unisa.it

fdentale@unisa.it

epc@unisa.it

**Indirizzo:**

Via Giovanni Paolo II, 182, Fisciano (SA)