

**Gruppo Nazionale per la
Ricerca sull'Ambiente Costiero**



10° Premio G3-Miglior Presentazione di Studi Costieri



20 Settembre 2019
Ferrara Fiere e Congressi

SULL'ATTENUAZIONE DELL'AGITAZIONE ONDOSA ANTISTANTE OPERE A PARETE VERTICALE DOTATE DI SISTEMA OWC

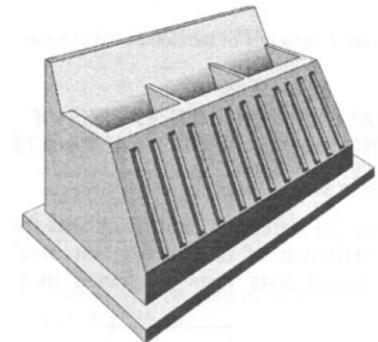
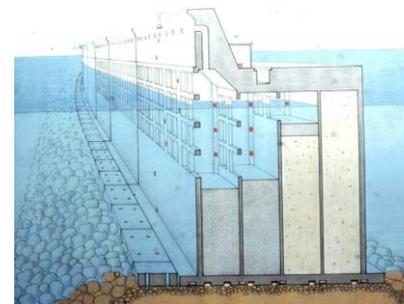
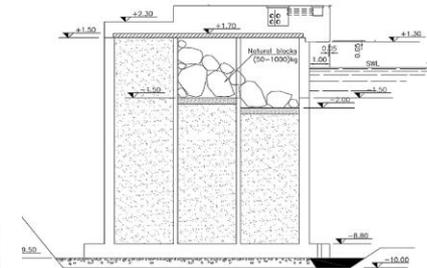
IRENE SIMONETTI
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE
irene.simonetti@unifi.it

MOTIVAZIONI

2/14

Necessità di **ridurre la riflessione** sul opere portuali a parete verticale (*navigabilità, sicurezza ormeggio e operazioni di carico/scarico etc*)...

Approcci tradizionali: cassoni antiriflettenti, cassoni cellulari forati o finestrati



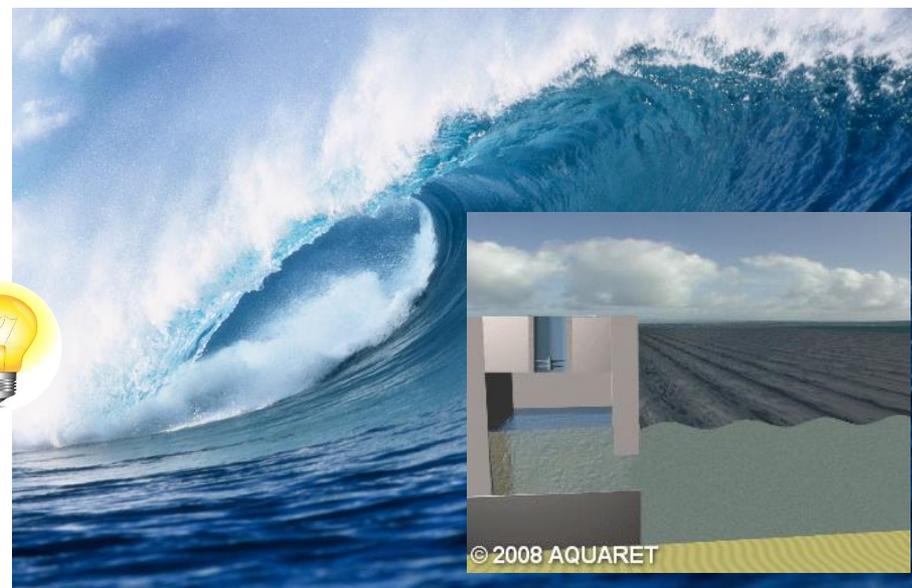
**RIDUZIONE DELLA RIFLESSIONE PER DISSIPAZIONE O
INTERFERENZA DISTRUTTIVA!**

MOTIVAZIONI

3/14

Necessità di **ridurre la riflessione** sul opere portuali a parete verticale (*navigabilità, sicurezza ormeggio e operazioni di carico/scarico etc*)...

Uso di **sistemi OWC**: possibilità di recuperare l'energia del moto ondoso in forma utile

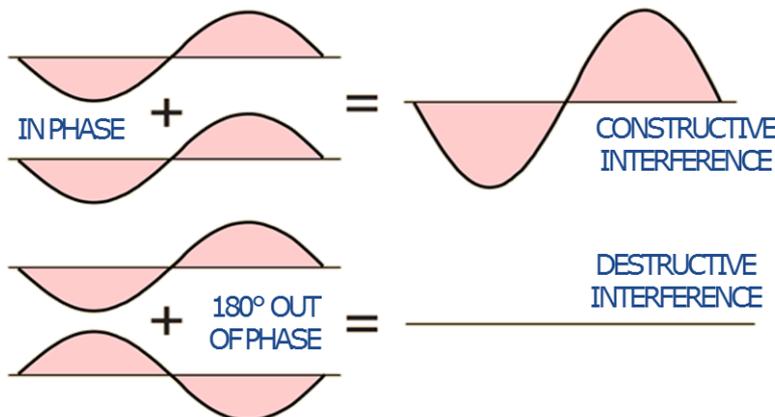
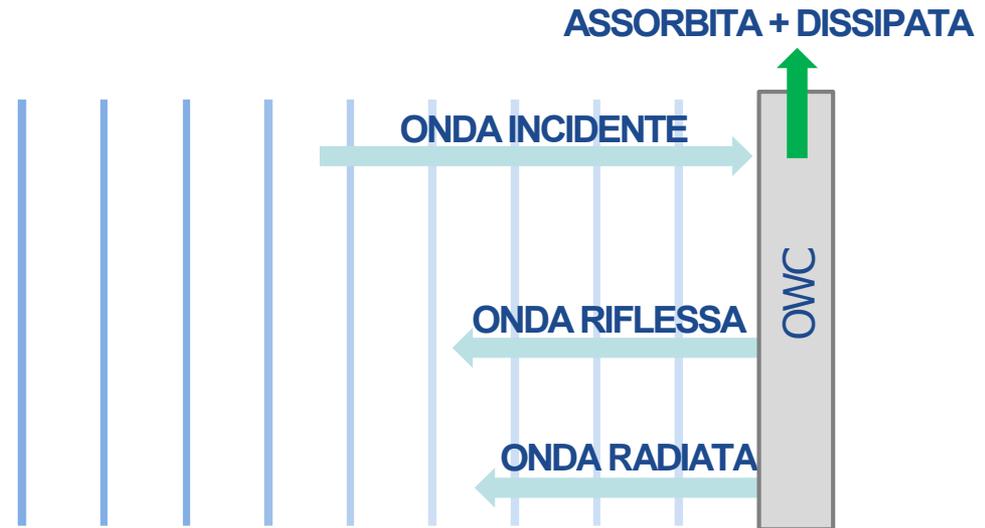


INTEGRAZIONE DEL DISPOSITIVO NELLA STRUTTURA A PARETE
VERTICALE

L'OWC COME SISTEMA ANTI-RIFLESSIONE

4/14

- ❑ Riduzione della riflessione: **assorbimento + dissipazioni**
- ❑ L'agitazione ondosa antistante l'OWC è la risultante dell'interazione del campo ondoso incidente, riflesso e radiato



L'interferenza fra le componenti può essere **costruttiva** o **distruttiva**

f (geometria OWC, onda incidente, damping applicato)

L'OWC COME SISTEMA ANTI-RIFLESSIONE

5/14

Onda incidente



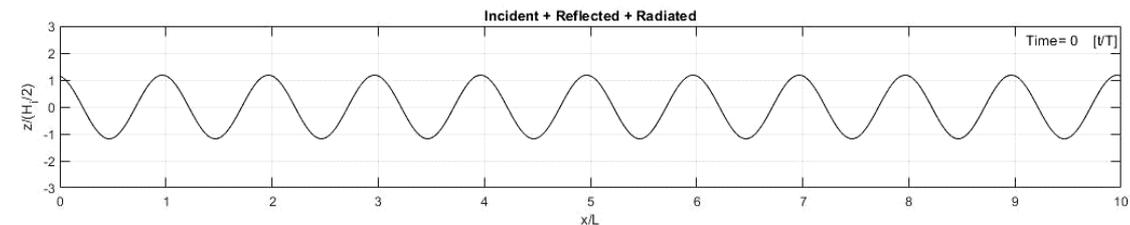
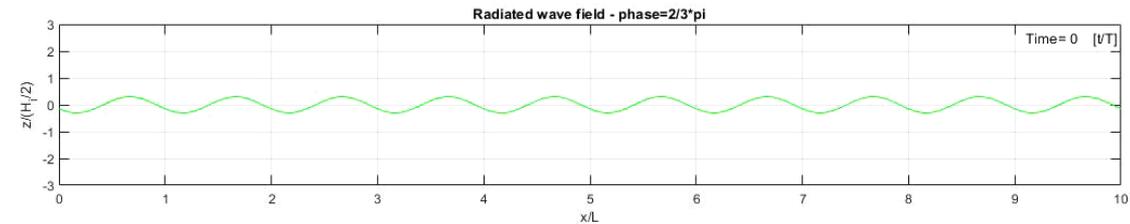
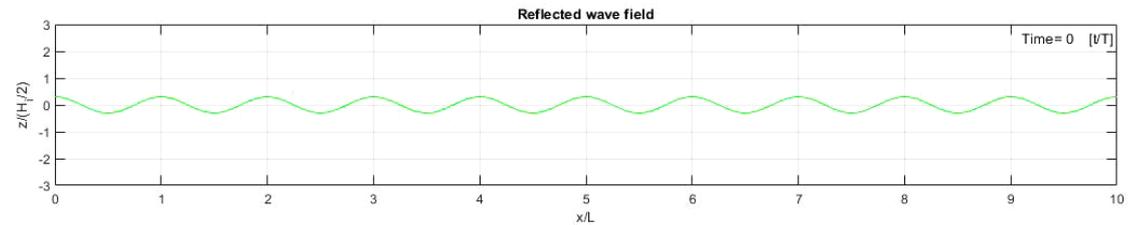
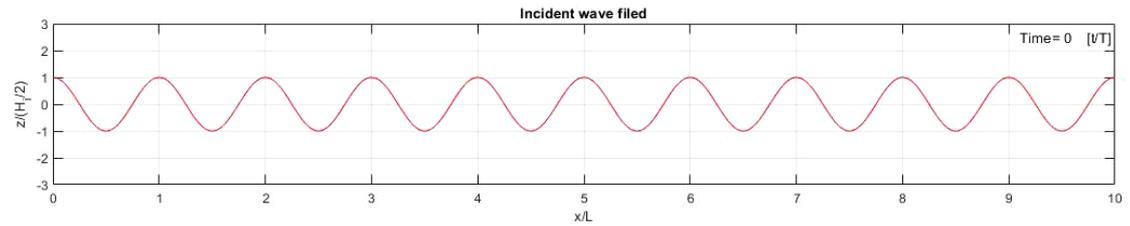
Onda riflessa



Onda radiata



Campo d'onda
risultante



OBIETTIVI DEL LAVORO

6/14

- ❑ Valutare l'efficacia di sistemi OWC, integrati in dighe o banchine a parete verticale, nel ridurre l'agitazione ondosa antistante l'opera
- ❑ Analizzare **separatamente** il contributo dell'onda **riflessa** e di quella **radiata** dall'OWC in funzione dei principali parametri progettuali dell'opera stessa

Onde e geometrie dell'OWC testate

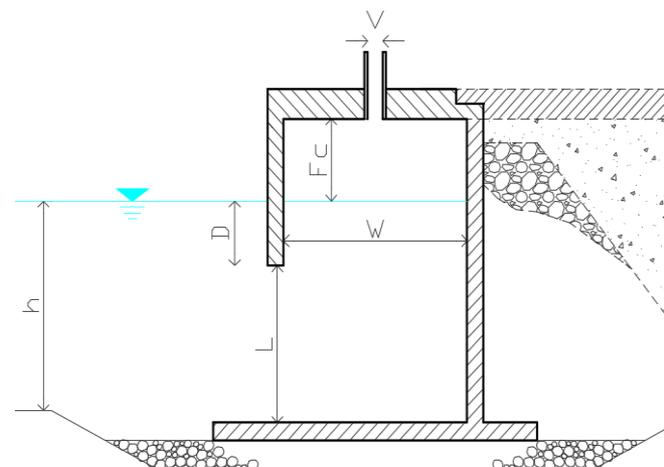
Profondità d'acqua **h**: 5-9 m

Periodi d'onda **T**: 2-6 s

Altezze d'onda **H**: 0.1-0.7 m

Larghezza della camera **W**: 2-3 m

Sommergenza **D**=1-2 m

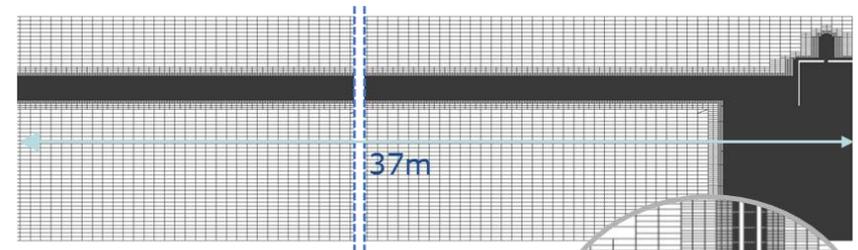


IL CANALE MARITTIMO VIRTUALE

7/14

Open ∇ FOAM

- ❑ Modello 2D, bifase (aria-acqua)
- ❑ Fluido incompressibile (**interFoam**)
- ❑ Tracciamento della superficie libera:
Volume of Fluid (**VOF**)
- ❑ RANS + modello di turbolenza k- ω
- ❑ Generazione del moto ondoso:
waves2Foam
- ❑ Dimensioni del WCF LABIMA



RISOLUZIONE SUP.
LIBERA

H/celle ~ 20

L/celle ~300

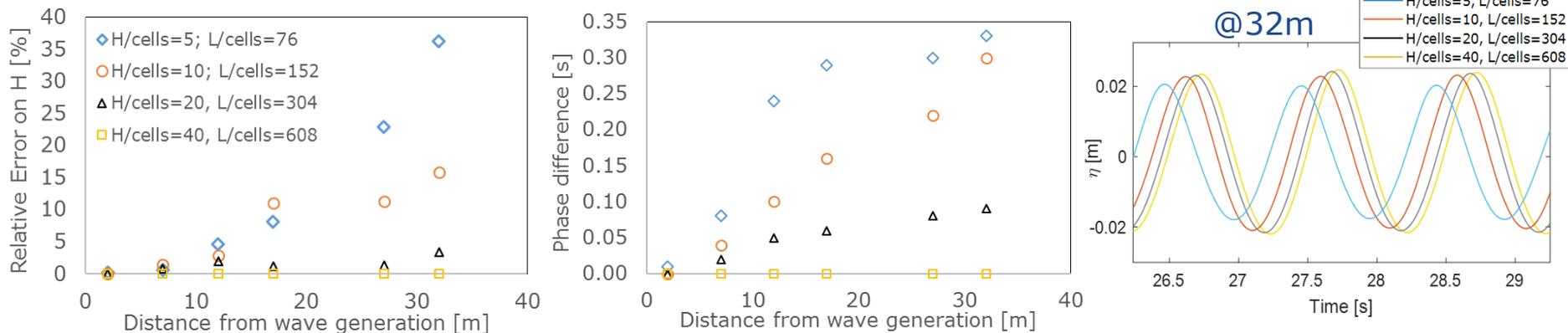
IL CANALE MARITTIMO VIRTUALE: SENSITIVITÀ

8/14

- ☐ Sensitività alla risoluzione delle griglia in prossimità della superficie libera

Errore relativo su H e differenza di fase rispetto al caso H/cells=40 & L/cells=608 a diverse distanze dalla generazione

ONDA DI RIFERIMENTO: H=5cm, T=1s



con **H/celle=20** and **L/celle=304**, errore su H < 5% & differenza di fase < 0.1s

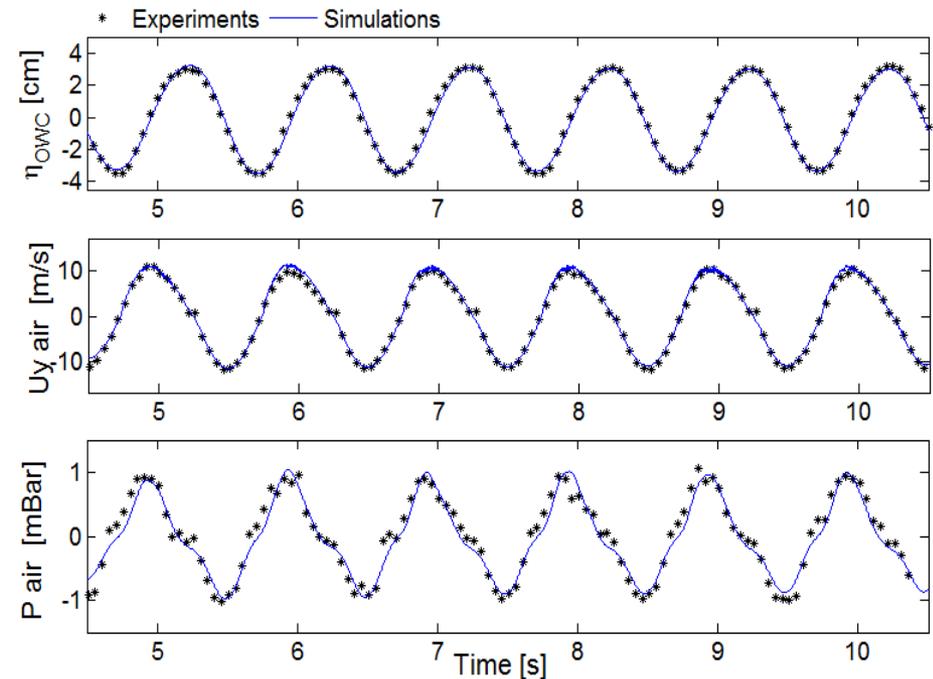
IL CANALE MARITTIMO VIRTUALE: VALIDAZIONE

9/14

Errore relativo massimo ~ 15%
sui parametri di riferimento

Buon accordo fra risultati
sperimentali e numerici

		η_{owc}	P_{air}	U_y
NRMSE	Aver.	8,1%	9,1%	8,2%
	Max	16%	15%	16%
R ²	Aver.	0,98	0,98	0,97
	Min	0,94	0,94	0,93

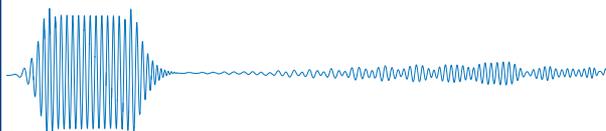


STIMA DELLA COMPONENTE RIFLESSA E RADIATA

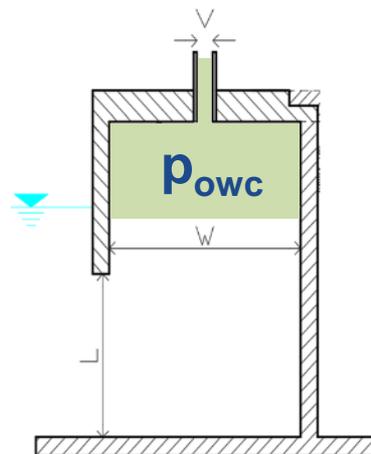
10/14

1° fase

GENERAZIONE DEL MOTO
ONDOSO: $20 \cdot T$



TEMPO DI
SIMULAZIONE TOTALE:
 $110 \cdot T$



ESTRAZIONI

Onda riflessa +
radiata

Pressione nella
camera p_{owc}

Livello d'acqua nella
camera η_{owc}

2° fase

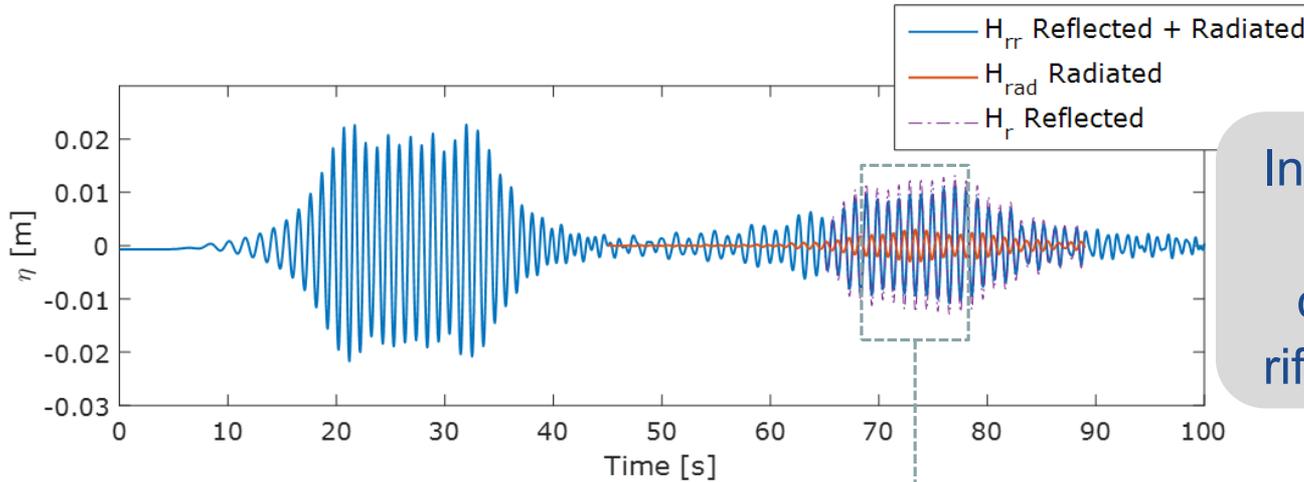
PRESSIONE NELLA CAMERA
 p_{owc} IMPOSTA COME
CONDIZIONE AL CONTORNO



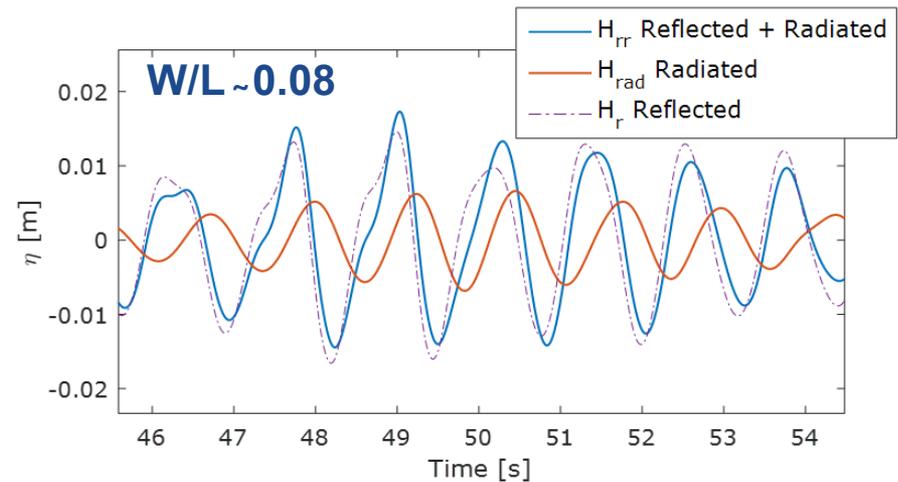
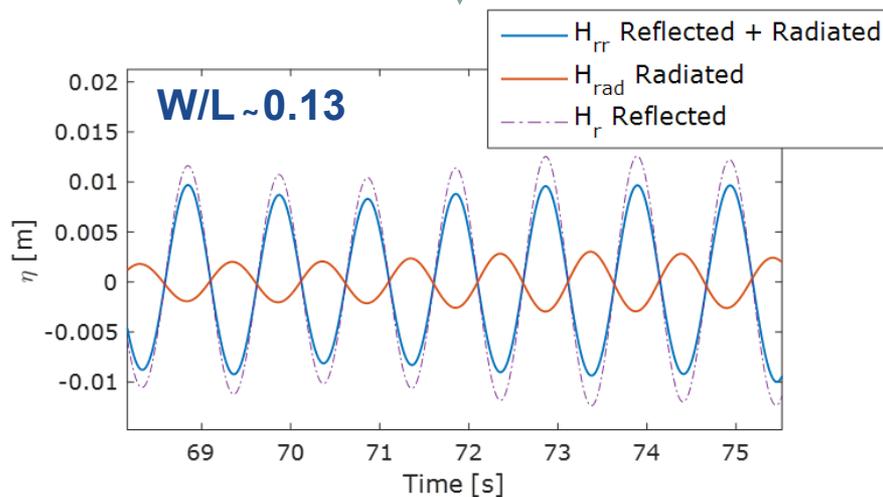
Stima del campo
d'onda radiato

RISULTATI: IL CAMPO D'ONDA RADIATO

11/14



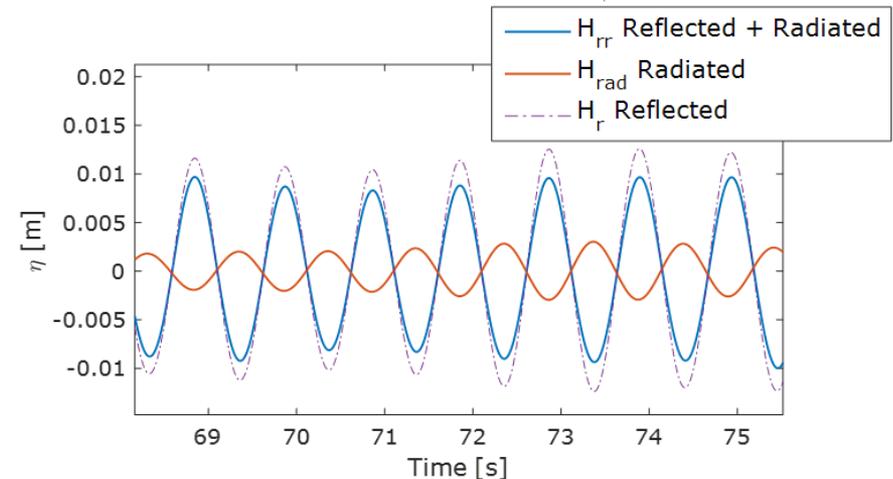
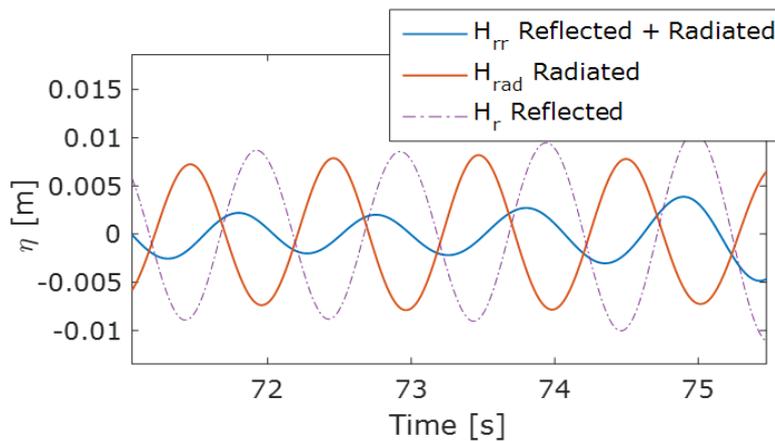
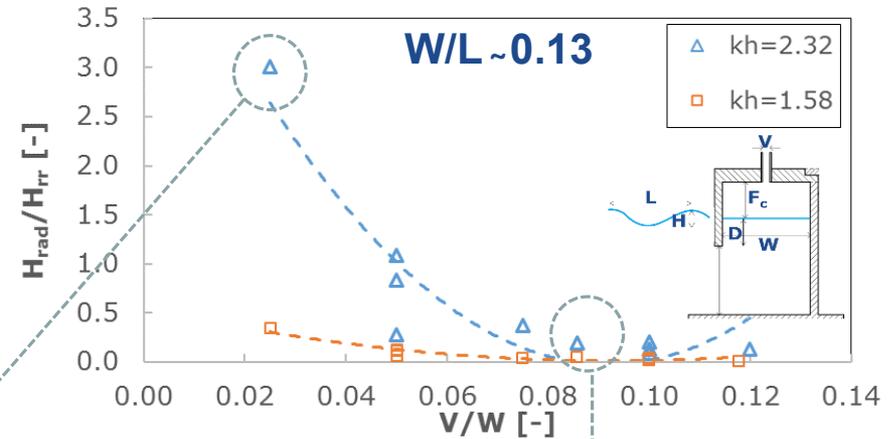
Interferenza **costruttiva**
o **distruttiva** fra le
componenti radiate e
riflessa, funzione di **W/L**



RISULTATI: IL CAMPO D'ONDA RADIATO

12/14

Il valore di H_{rad} è fortemente correlato a V/W (damping applicato alla camera)

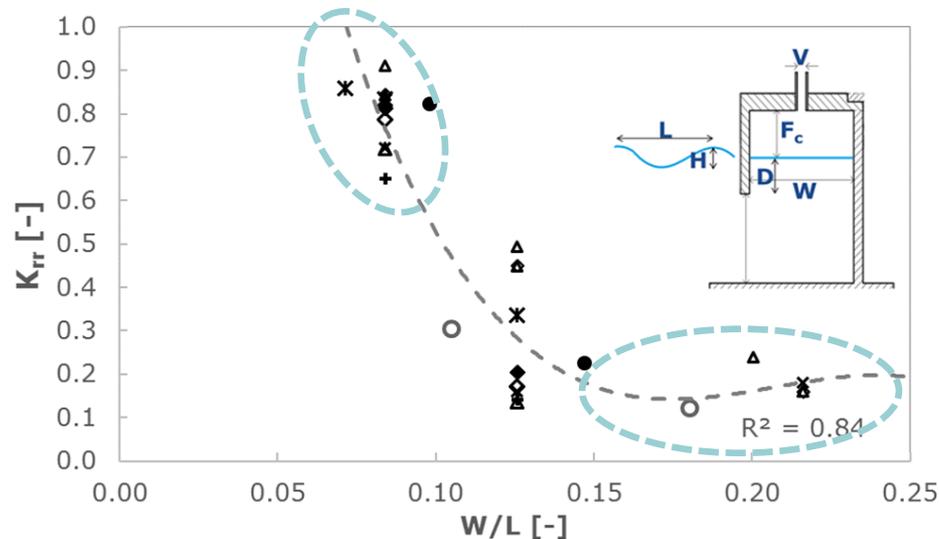


RISULTATI: COEFFICIENTI DI RIFLESSIONE

13/14

$$K_{rr} = H_{rr} / H_i$$

include la componente **radiata** e quella **riflessa**



- ◇ $D/H=1.67, V/W=0.1$
- ▲ $D/H=1.67, V/W=0.05$
- ◆ $D/H=2.5, V/W=0.025$
- ◇ $D/H=2.5, V/W=0.05$
- ◆ $D/H=2.5, V/W=0.075$
- $D/H=2.5, V/W=0.086$
- ✕ $D/H=2.5, V/W=0.1$
- $D/H=2.5, V/W=0.12$
- ▲ $D/H=3.33, V/W=0.05$
- ✕ $D/H=3.33, V/W=0.1$

- ❑ Valori minimi di $K_{rr} < 0.2$, ottenuti per OWC con $W/L = 0.15-0.22$
- ❑ Valori massimi $K_{rr} \sim 0.9$ for $W/L \sim 0.08$

Efficienza pneumatica $\sim 50\%$ per le configurazioni con K_{rr} più basso!

CONCLUSIONI

14/14

L'OWC come sistema anti-riflessione

La differenza di fase fra le componenti radiata e riflessa, come la loro entità, può essere controllata agendo sui parametri geometrici del dispositivo: W , D , V .

Il dispositivo OWC è efficace nel ridurre l'agitazione ondosa di fronte a strutture a parete verticale (**min $K_{rr} \sim 0.15$** , con **eff. $\sim 50\%$**)

Outlooks

Considerare l'agitazione globale di fronte alla Struttura (non solo K_{rr})

Estendere le geometrie e le condizioni d'onda testate

Gruppo Nazionale per la
Ricerca sull'Ambiente Costiero



10° Premio G3-Miglior Presentazione di Studi Costieri



20 Settembre 2019
Ferrara Fiere e Congressi

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

IRENE SIMONETTI
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE
irene.simonetti@unifi.it