



ASSOCIAZIONE DI INGEGNERIA OFFSHORE E MARINA

STUDI DI AGGIORNAMENTO SULL'INGEGNERIA OFF-SHORE E MARINA

"Nuove tecnologie, Nuove applicazioni, Nuove normative"

28 e 29 novembre 2016

Università degli Studi di Salerno
Ordine degli Ingegneri di Salerno
Ordine dei Geologi della Campania



ORDINE DEI GEOLOGI DELLA CAMPANIA



COMITATO ORGANIZZATORE

Eugenio Pugliese Carratelli (epc@unisa.it)
Elio Ciralli (elio.ciralli@cirallistudio.com)
Alberto Moroso (alberto.moroso@mososotarita.it)
Annapaola Fortunato (annapaola.fortunato@ordineingsa.it)
Elisabetta Romano (ing.romano@libero.it)
Daniela Colombo (daniela.colombo@cesi.it)
Mariano Buccino (buccino@unina.it)
Fabio Dentale (fdentale@unisa.it)

SEGRETERIA ORGANIZZATIVA

Ferdinando Reale Angela Di Leo

COMITATO SCIENTIFICO

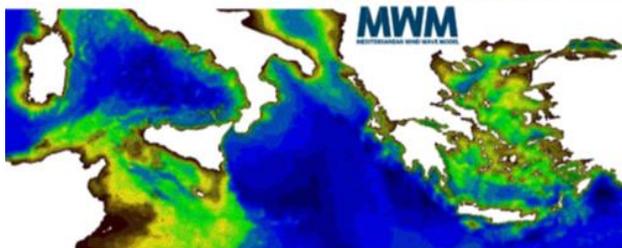
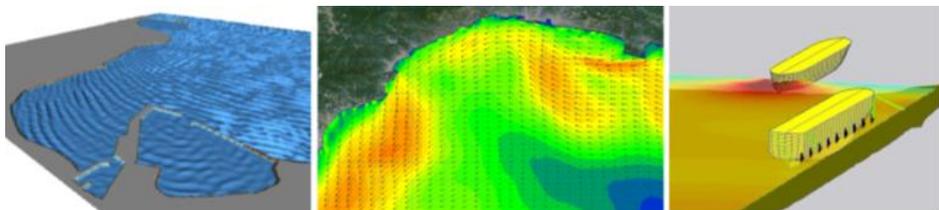
Renata Archetti
Eugenio Pugliese Carratelli
Elio Ciralli
Lorenzo Cappiotti
Alberto Moroso
Mariano Buccino

Alberto Lamberti
Mario Calabrese
Roberto Tomasicchio
Carlo Lorenzoni
Antonio Scamardella
Fabio Dentale



EnvirTech

Felice Arena
Elena Valentino
Giovanni Besio
Giovanni Ferreri
Attilio Tolomeo



LITPACK

MIKE 21

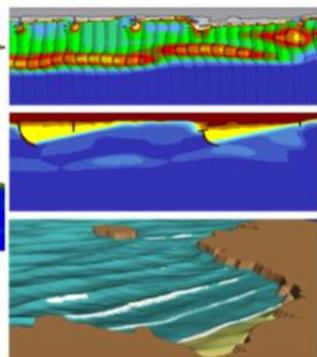
MIKE 3



Modello 1D dei processi costieri

Modello 2D per aree costiere e offshore

Modello 3D per aree costiere e offshore



The expert in WATER ENVIRONMENTS



CON IL PATROCINIO DI:



Provincia di SALERNO

www.provincia.salerno.it

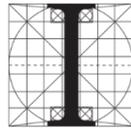


AUTORITÀ PORTUALE SALERNO

CON I RINGRAZIAMENTI A:



GUARDIA COSTIERA



ORDINE DEGLI
INGEGNERI
DELLA PROVINCIA
DI SALERNO



Studi di Aggiornamento sull'Ingegneria Off-Shore e Marina AIOM

"Nuove tecnologie, nuove applicazioni, nuove normative«
Salerno, 28-29 Ottobre 2016

DIMEMO DIGA MARITTIMA PER L'ENERGIA DEL MOTO ONDOSO:
INSTALLAZIONE DEL PRIMO PROTOTIPO NEL PORTO DI NAPOLI

PASQUALE CONTESTABILE

pasquale.contestabile@unina2.it

DIEGO VICINANZA

diego.vicinanza@unina2.it



SECONDA UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI

SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA CIVILE DESIGN
EDILIZIA E AMBIENTE



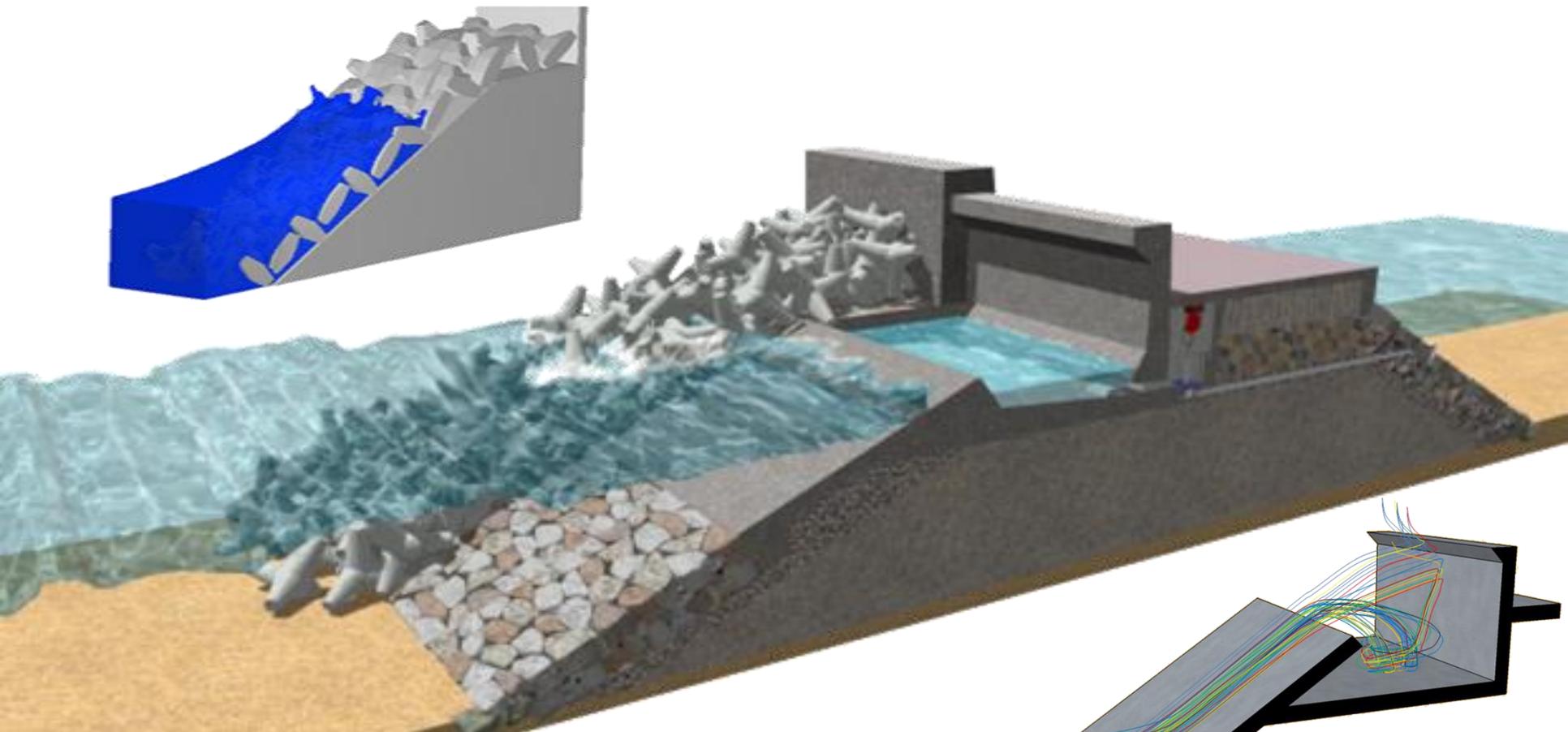
PROMUOVERE LA REALIZZAZIONE DEL PRIMO IMPIANTO PILOTA AL MONDO DI DISPOSITIVO “A TRACIMAZIONE” PER LA CONVERSIONE DELL’ENERGIA DA MOTO ONDOSO INTEGRATO TOTALMENTE NELLE DIGHE MARITTIME.



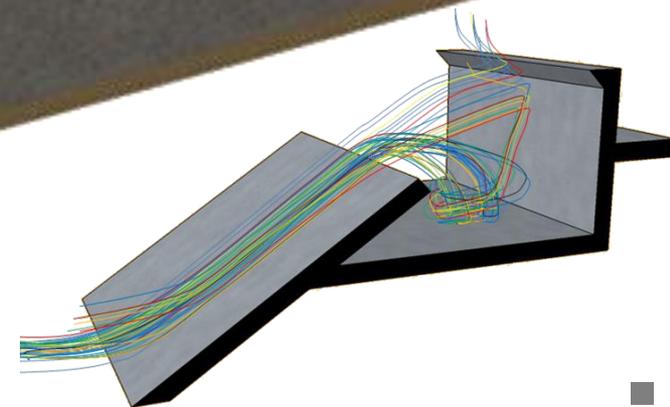
*Piano strategico nazionale della Portualità e della Logistica (PSNPL) approvato il 3 luglio 2015, nell'ambito dell'obiettivo 7 (Sostenibilità) intende promuovere l'utilizzo intelligente dell'energia attraverso tecnologie di produzione e sfruttamento delle fonti rinnovabili. In particolare prevede che **“risulta necessario innovare il modo con cui concepire e disegnare l'infrastruttura portuale (...) attraverso l'integrazione con elementi di innovazione tecnologica”**.*

DIGA TRADIZIONALE

CONCEPT



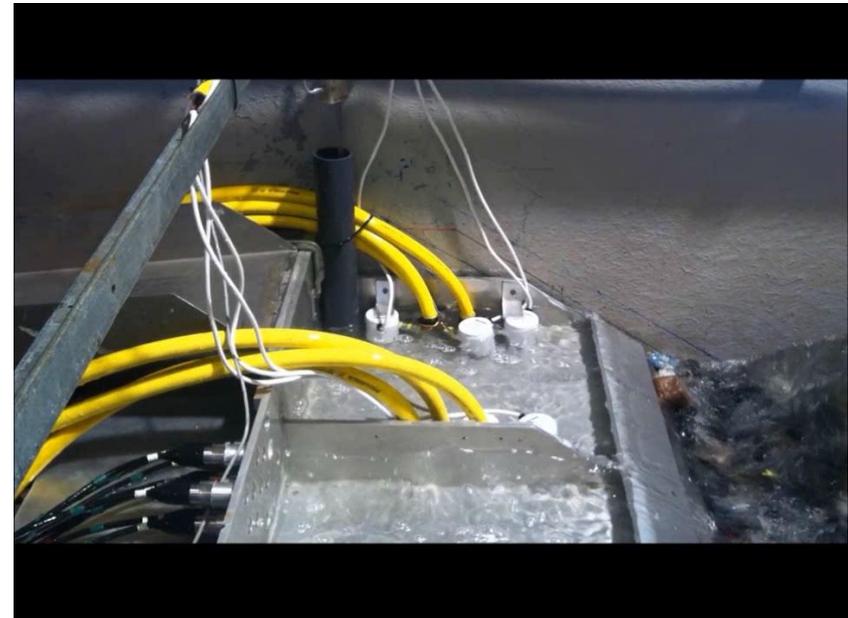
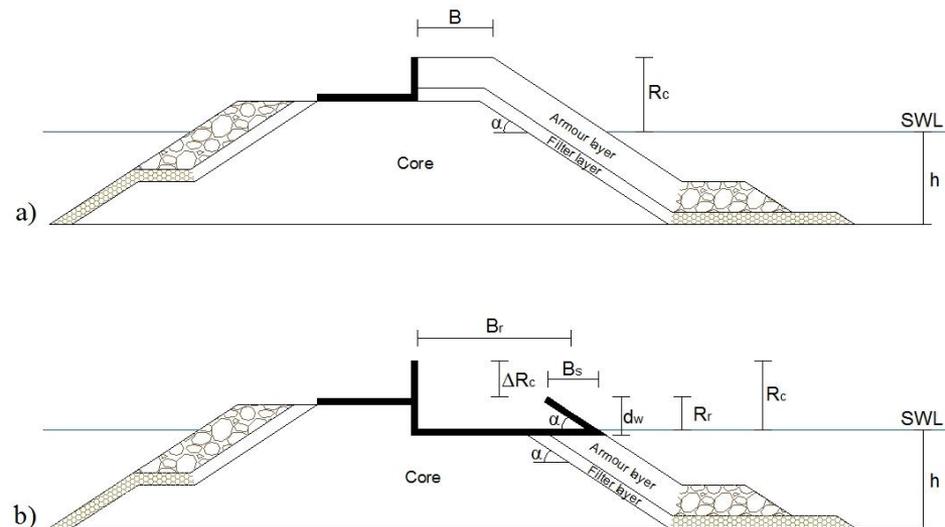
*non più DISSIPARE ma CATTURARE
l'energia del moto ondoso.*



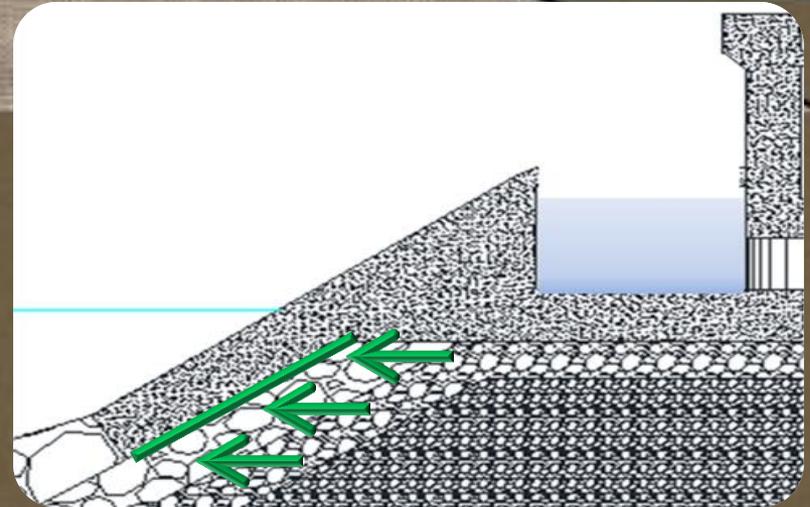
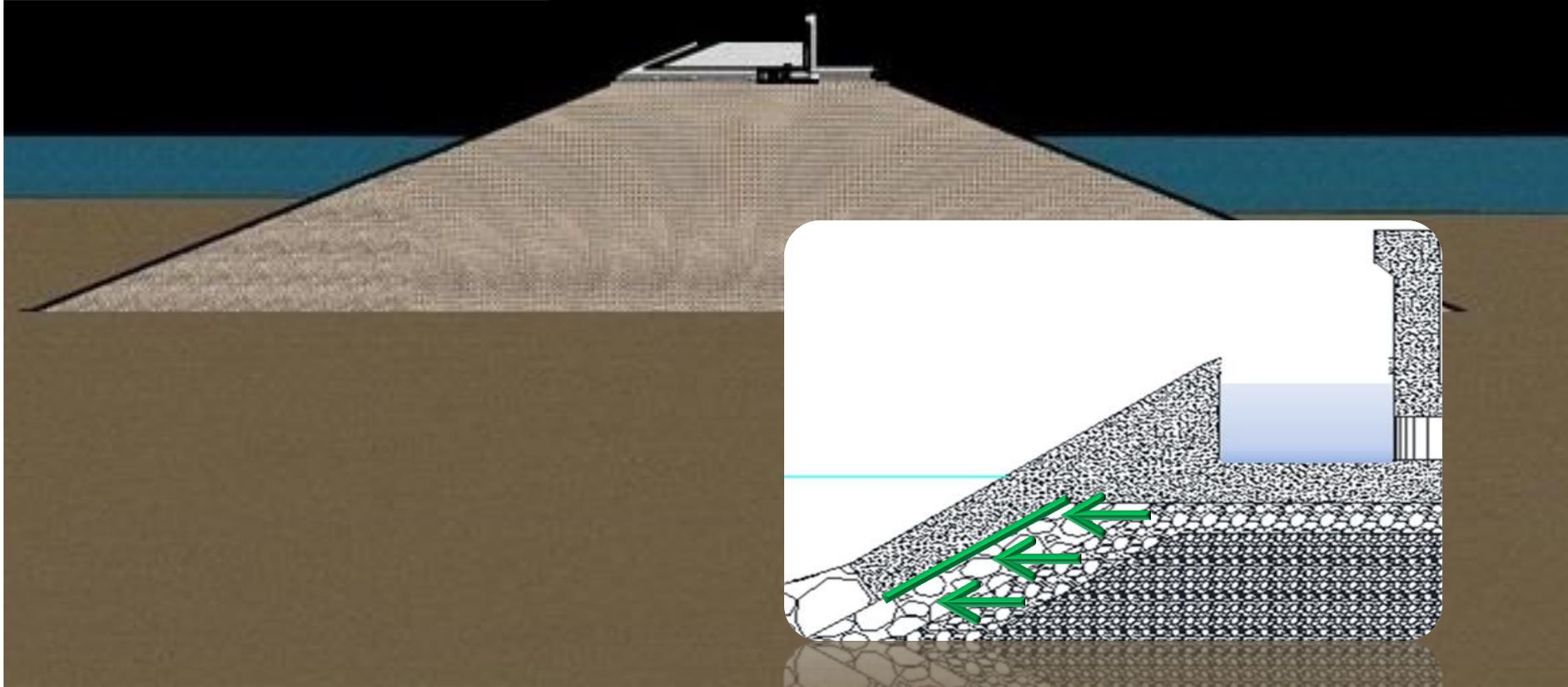
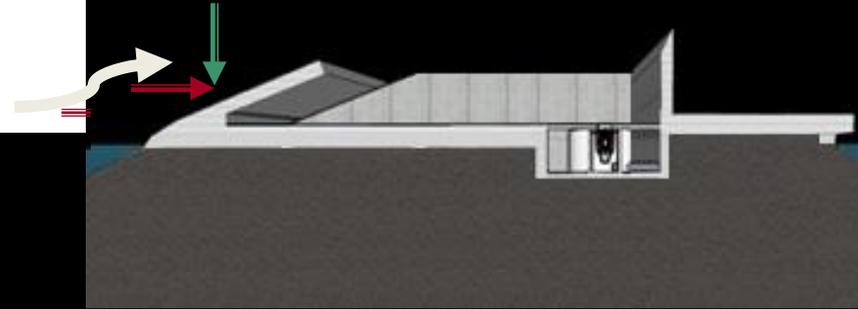
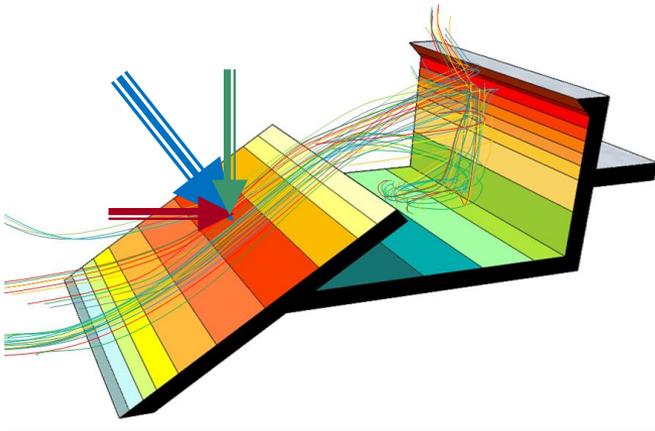
DIMEMO

DIMEMO - Diga Marittima per l'Energia del Moto Ondoso

OBREC - Overtopping BReakwater for Energy Conversion



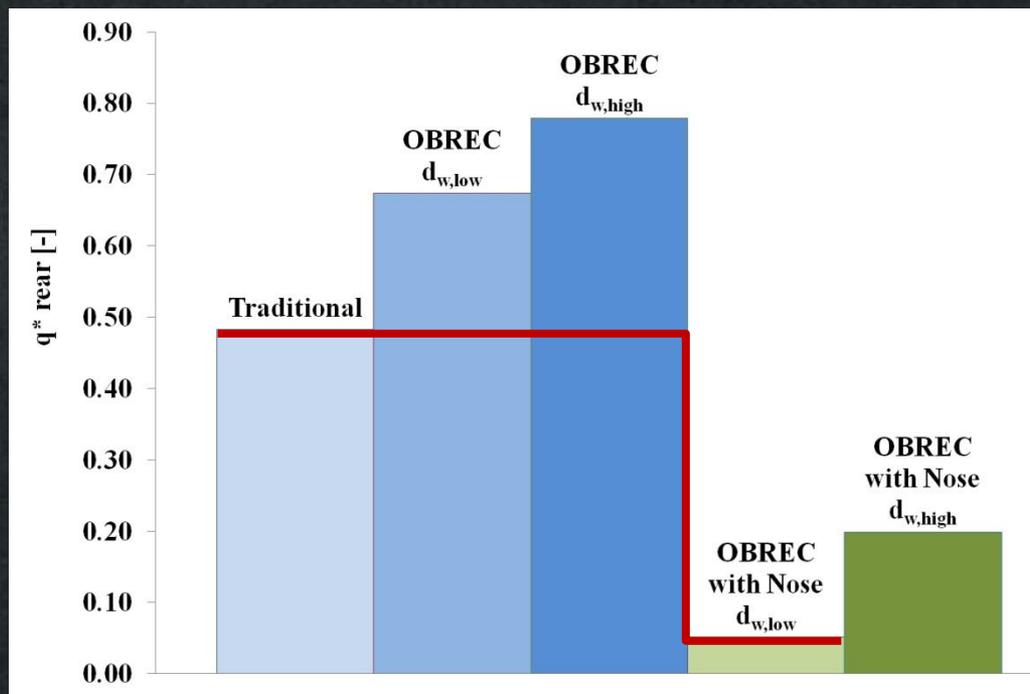
Vicinanza, D., Contestabile, P., Nørgaard, J., Lykke Andersen, T. (2014). "Innovative rubble mound breakwaters for overtopping wave energy conversion", *Coastal Engineering*, ISSN 0378-3839, vol. 88, pp. 154-170. <http://dx.doi.org/10.1016/j.coastaleng.2014.02.004>



DIMEMO MIGLIORE PROTEZIONE IDRAULICA

EVIDENZE SCIENTIFICHE DIMOSTRANO

MIGLIORE PROTEZIONE DA TRACIMAZIONE – **FINO ALL'80% IN MENO**



MINORE RIFLESSIONE ONDOSA – **10% IN MENO**



Sakata (Giappone)



Pico (Portogallo)



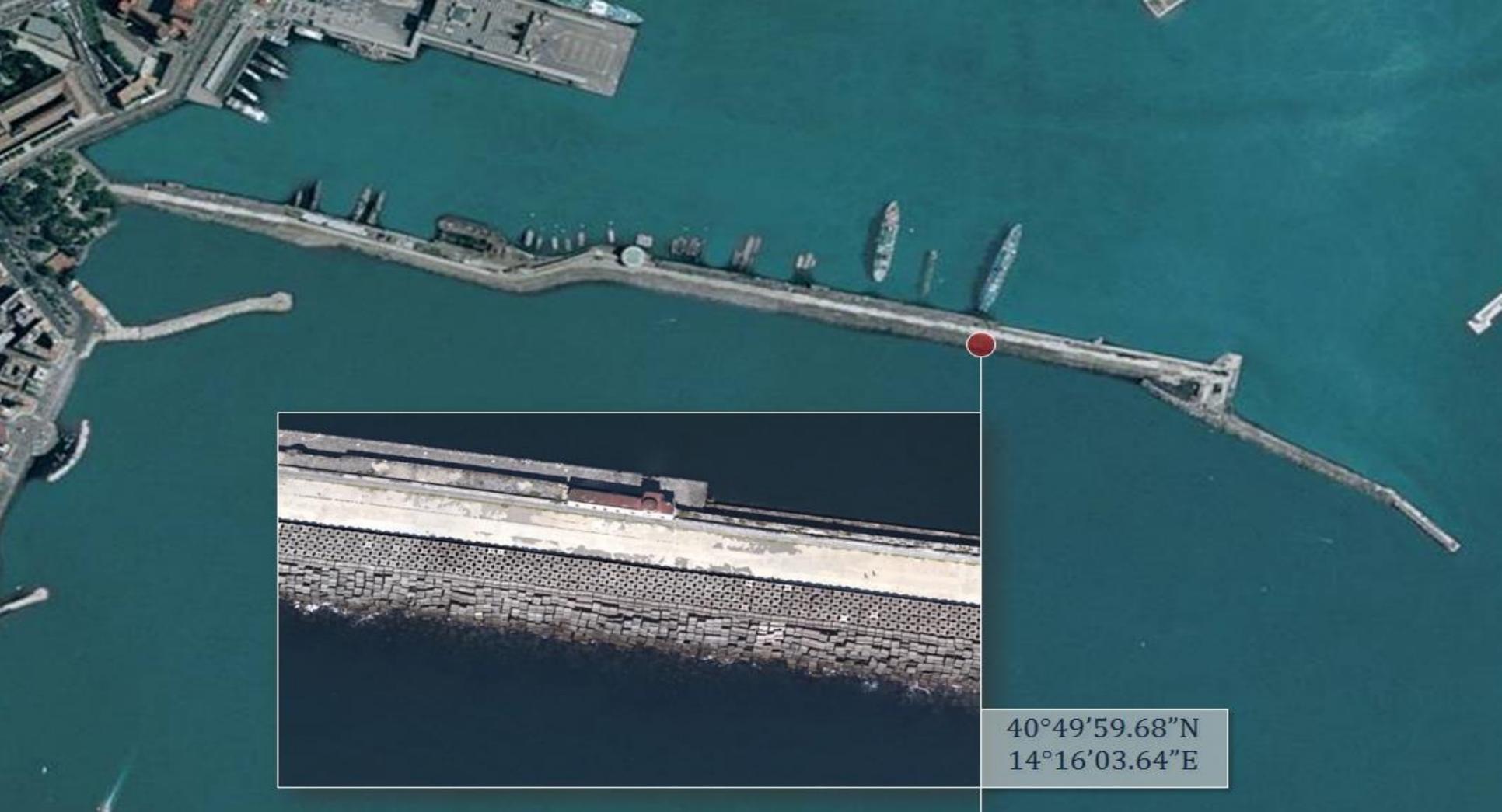
Limpet (Scozia)



Mutriku (Spagna)

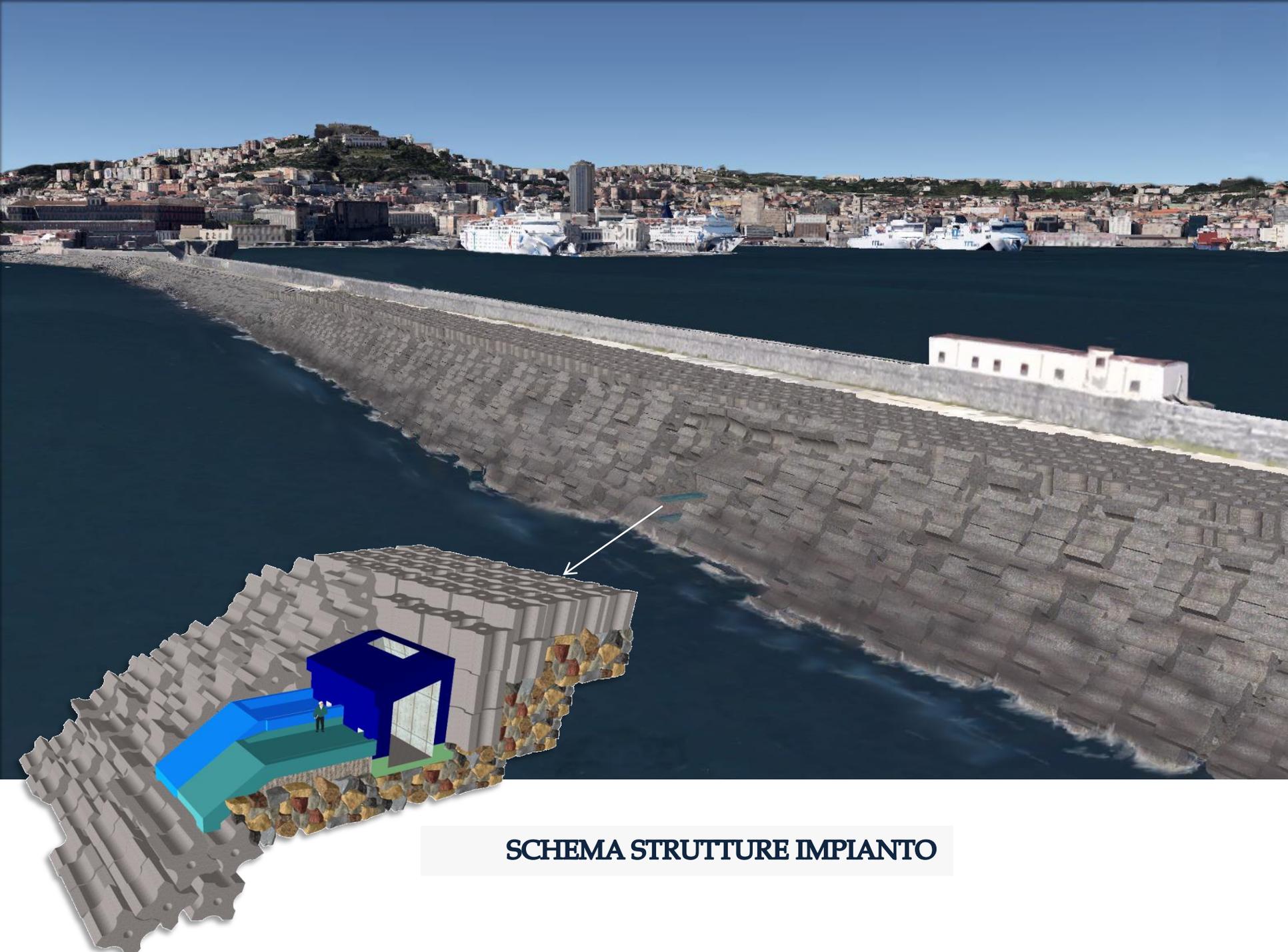


REWEC3 (Civitavecchia)



40°49'59.68"N
14°16'03.64"E





SCHEMA STRUTTURE IMPIANTO





Target 1: demonstration of competitively amount of work hours (i.e. > 200 day/years using low reservoir also in unsaturated conditions)

**3 fixed kaplan turbine (1.5 kW + 0.5kW + 0.5 KW)
Water Head: 0.7-1 m
Water Flow: 0.03/0.15 mc/s**

Target 2: dominant wave power conditions tests (i.e. low reservoir in saturated conditions and high reservoir in unsaturated conditions)

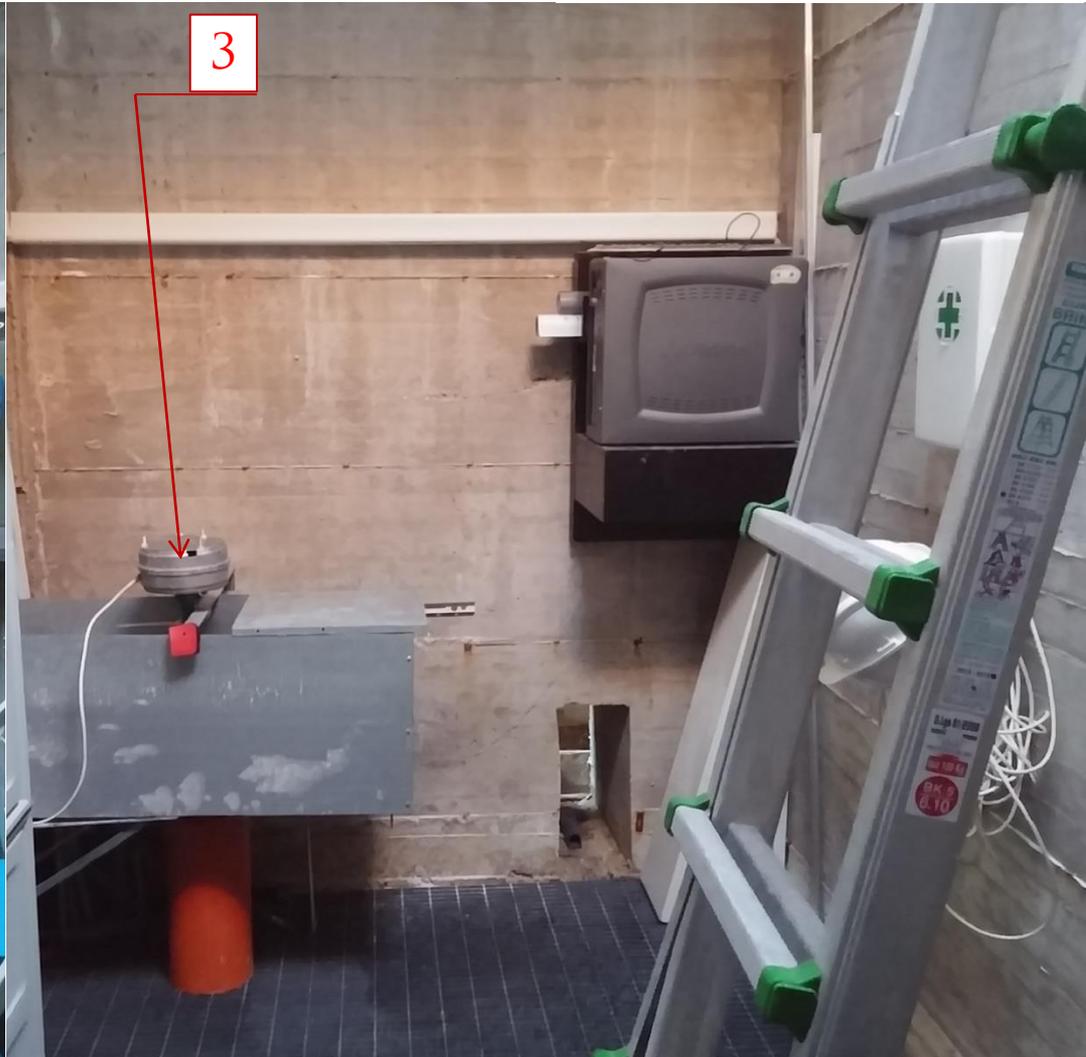
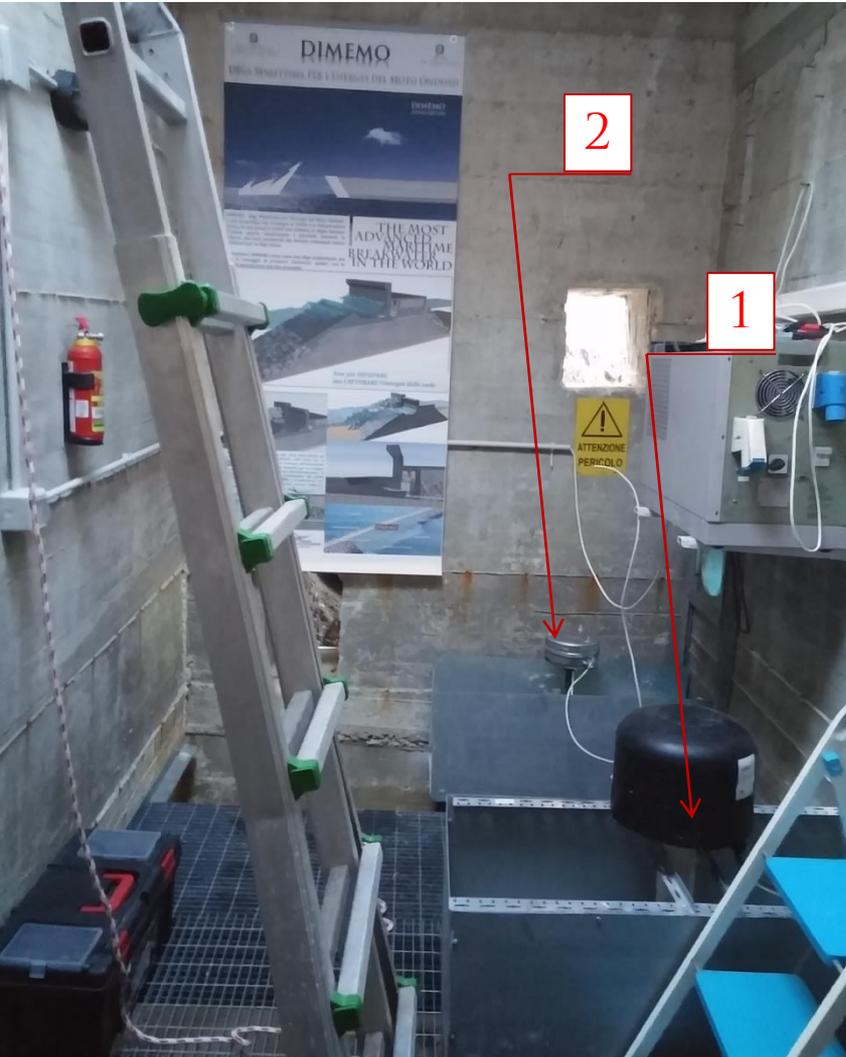
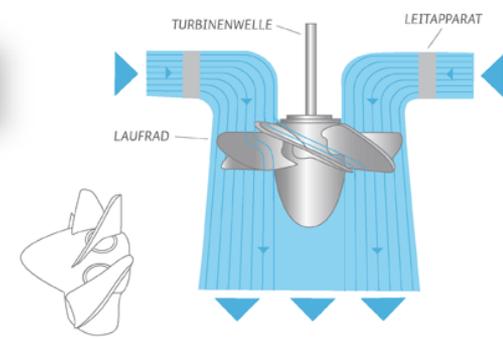
**1 multifield turbine (fixed kaplan of 0.8 kW + Archimedes screw of 7kW)
Water Head: 0.9-1.6 m
Water Flow: 0.15/0.35 mc/s**

Target 3: demonstrate operativity under storm conditions (saturated conditions for both reservoirs)

**A 20 kW semikaplan turbine
Water Head: 1.3-1.6 m
Water Flow: 0.35/0.85 mc/s**

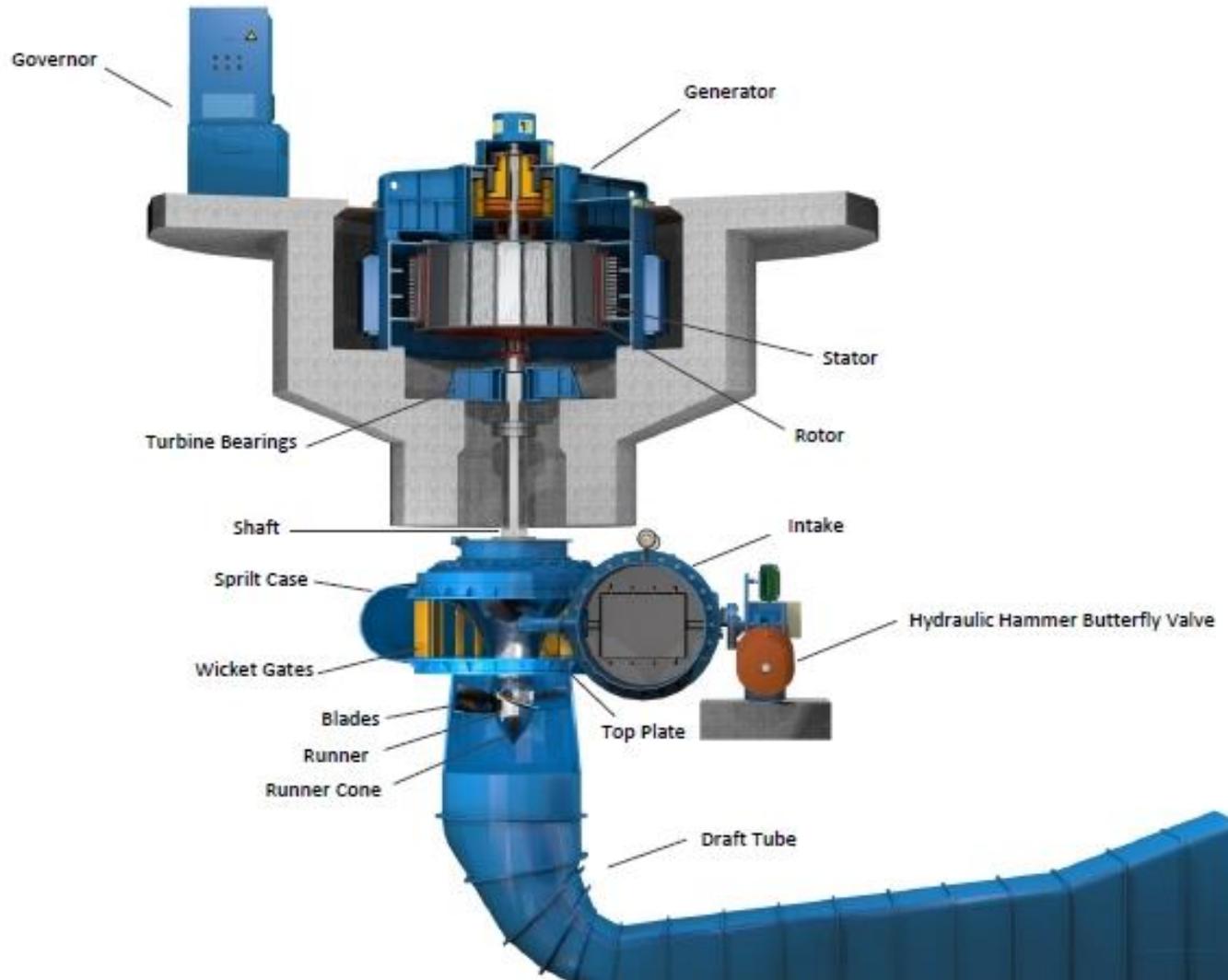
Target 1

3 SEMIKAPLAN TURBINES WITH 2.5 KW OF NOMINAL POWER FOR HIGH FREQUENCY POWER RATES



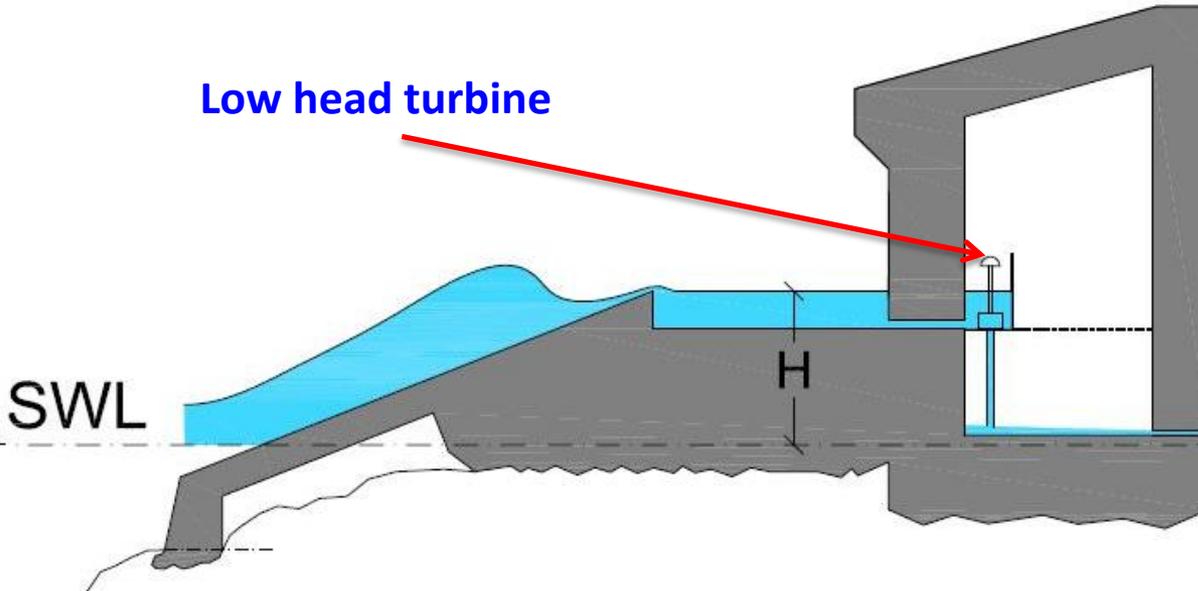
Target 3

A 20 KW SEMIKAPLAN HYDRO TURBINE FOR EXTREME WAVE POWER RATE



Turbine a basso carico

Low head turbine

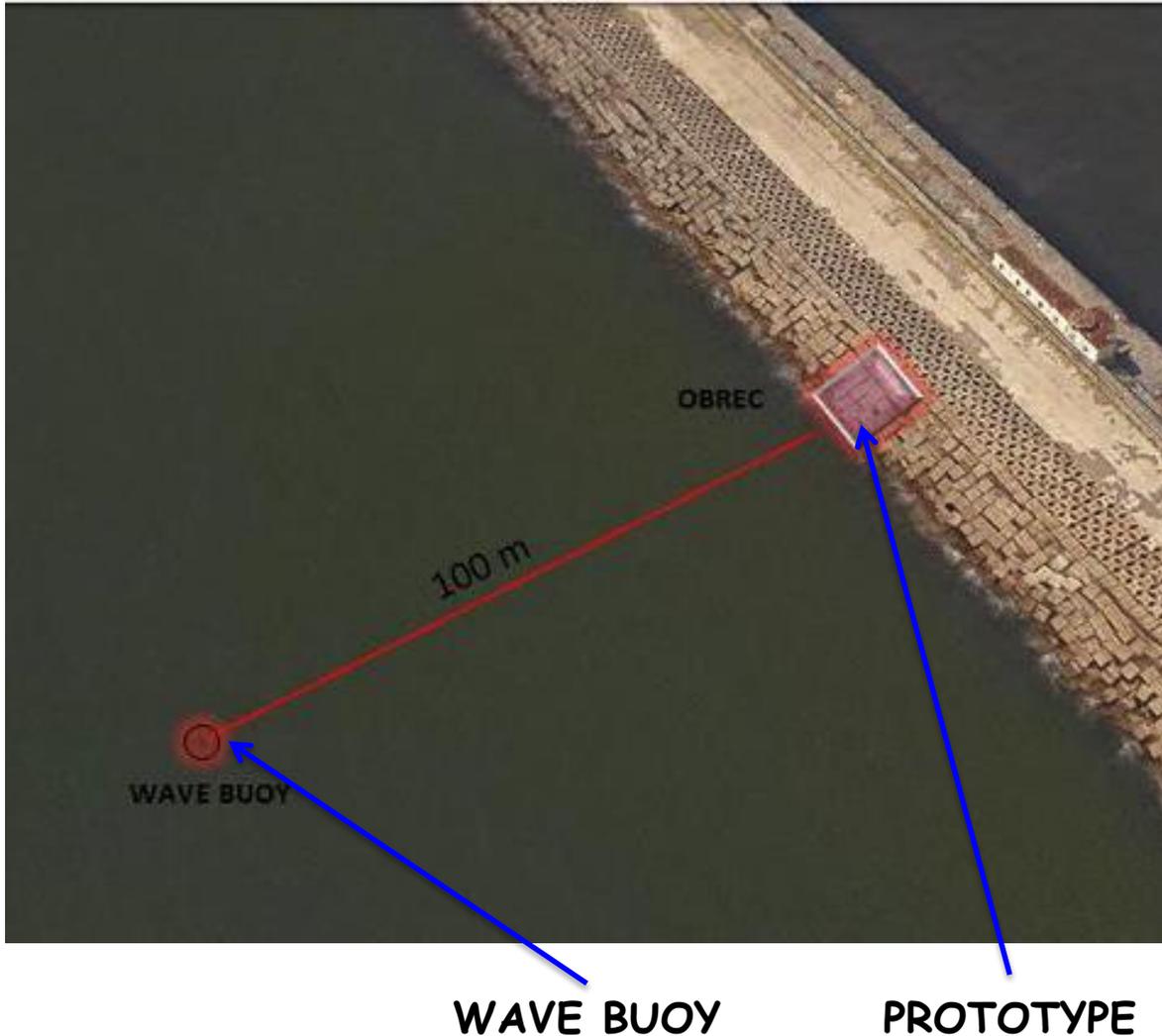


Lo scopo è di testare diversi tipi di turbine per individuare l'ottima anche da un analisi costi benefici

Boe Ondametriche

2 **waverider buoys**

100 m dal prototipo

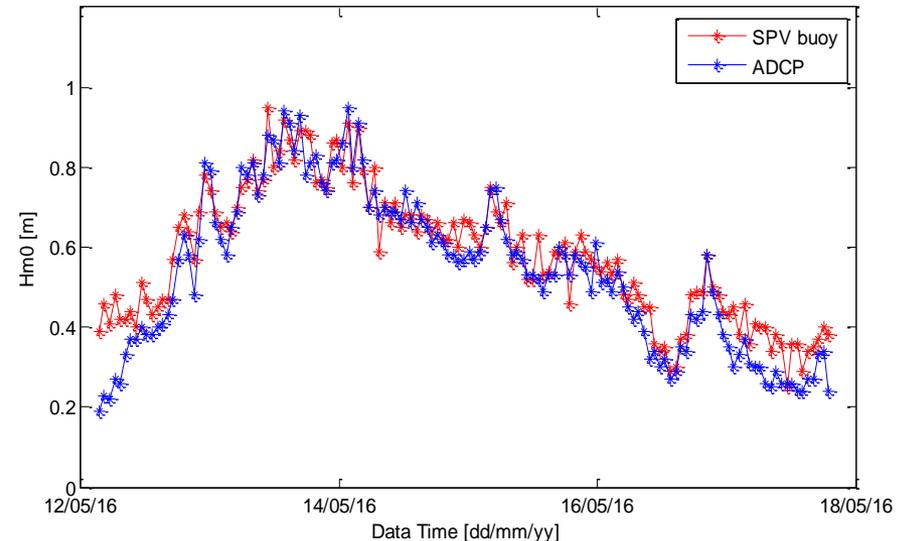
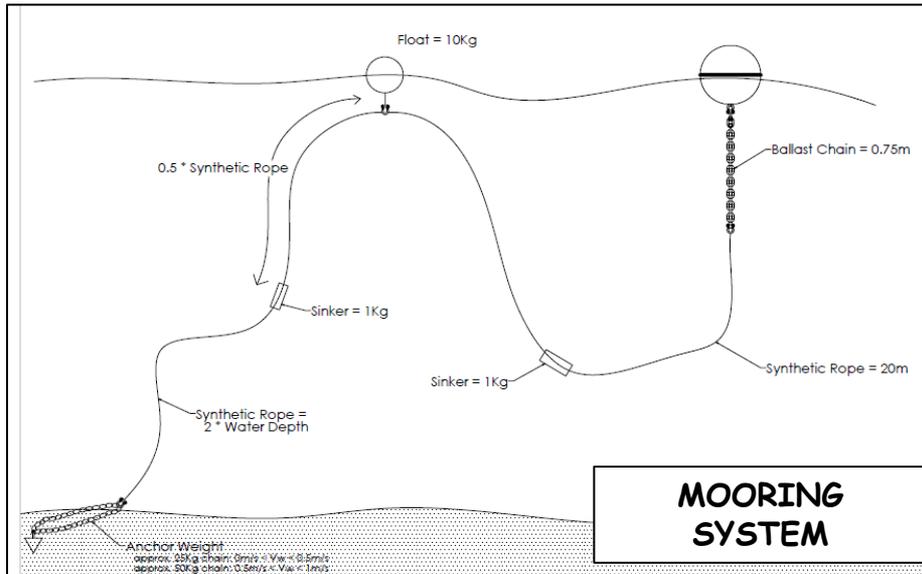


DIMEMO MONITORAGGIO SPERIMENTALE

Surface Velocity Program Wave - SVPWV usa una tecnologia Global Positioning System (**GPS**) Lagrangian Drifter Laboratory (LDL) **Scripps Institution of Oceanography (SIO)**.

diametro 0.39 m e peso 12 Kg.

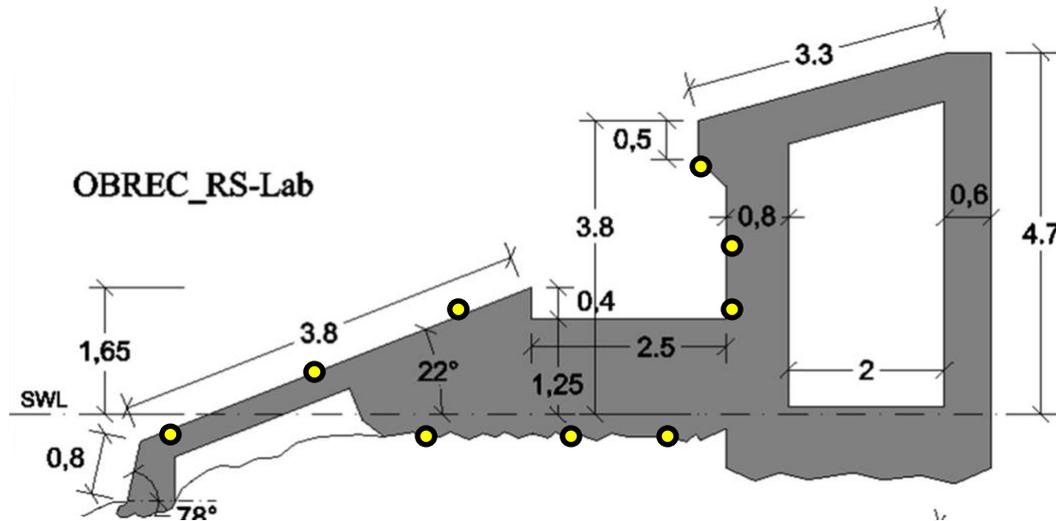
Analisi dei dati è trasmessa in real-time **Iridium satellite system**
Raw data salvati all'interno della boa **SVPWV**.



Trasduttori di pressione

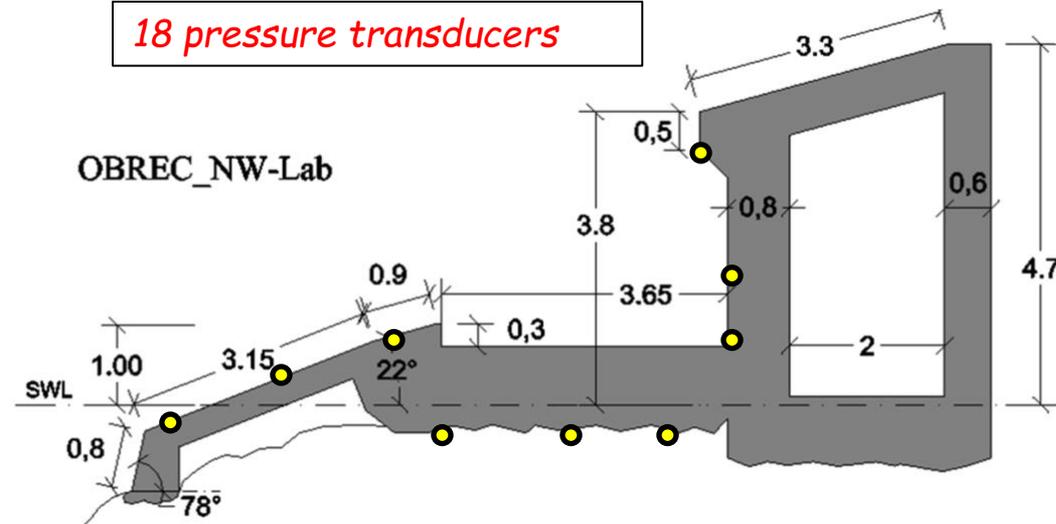
The measurement will be **recorded at 50Hz** and synchronized with the data acquisition system of the pressure sensors in order to **capture the possible impact pressures** that would act on the structure under extreme wave conditions.

OBREC_RS-Lab



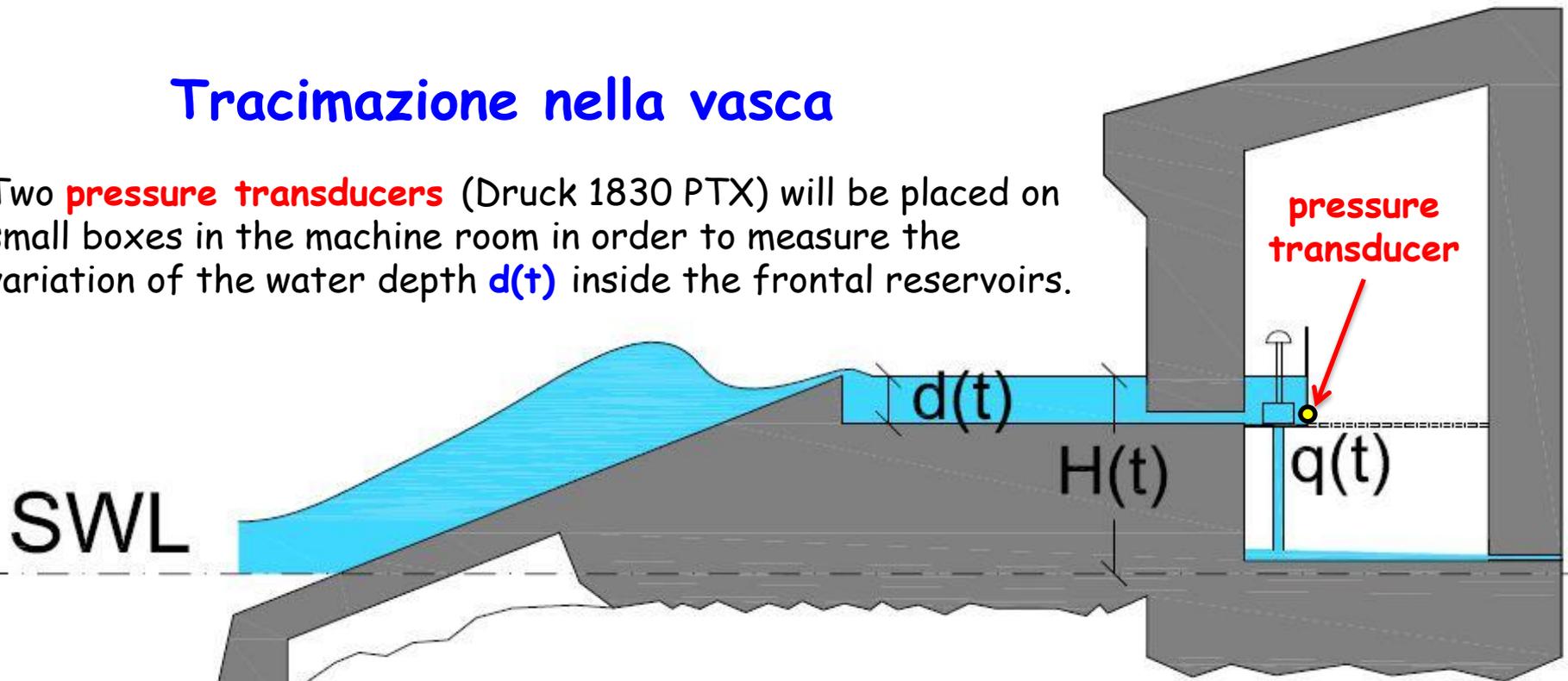
18 pressure transducers

OBREC_NW-Lab



Tracimazione nella vasca

Two **pressure transducers** (Druck 1830 PTX) will be placed on small boxes in the machine room in order to measure the variation of the water depth $d(t)$ inside the frontal reservoirs.

 $d(t)$  $H(t)$  $q(t)$

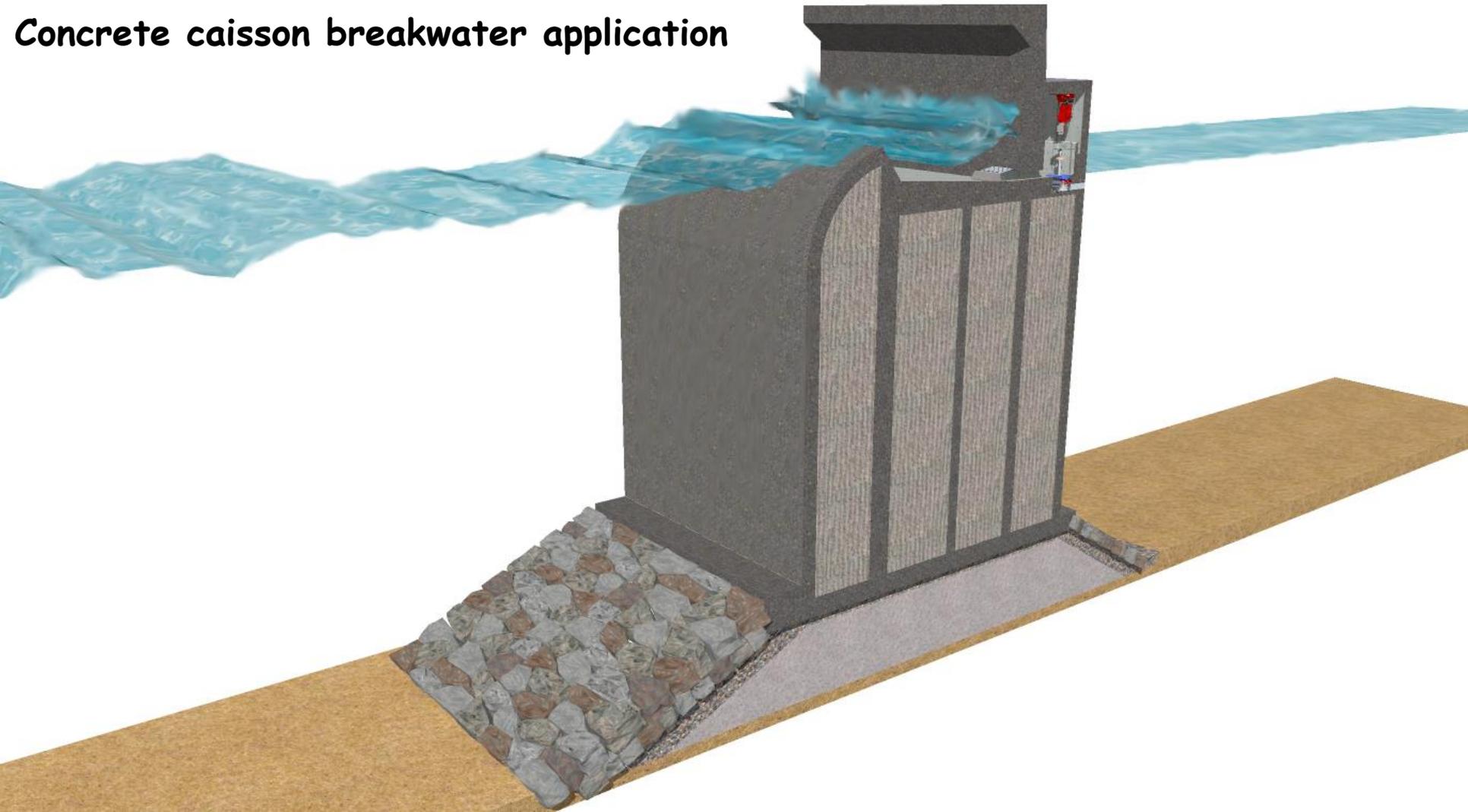
Water depth
in the
reservoirs
[Measured]

Total
hydraulic
head

Instantaneous
flow rate
[Calculated]

DIMEMO - Diga Marittima per l'Energia del Moto Ondoso

Concrete caisson breakwater application



COSTI E RITORNO DELL'INVESTIMENTO?

PROLUNGAMENTO DIGA DUCA D'AOSTA



COSTI E RITORNO DELL'INVESTIMENTO?

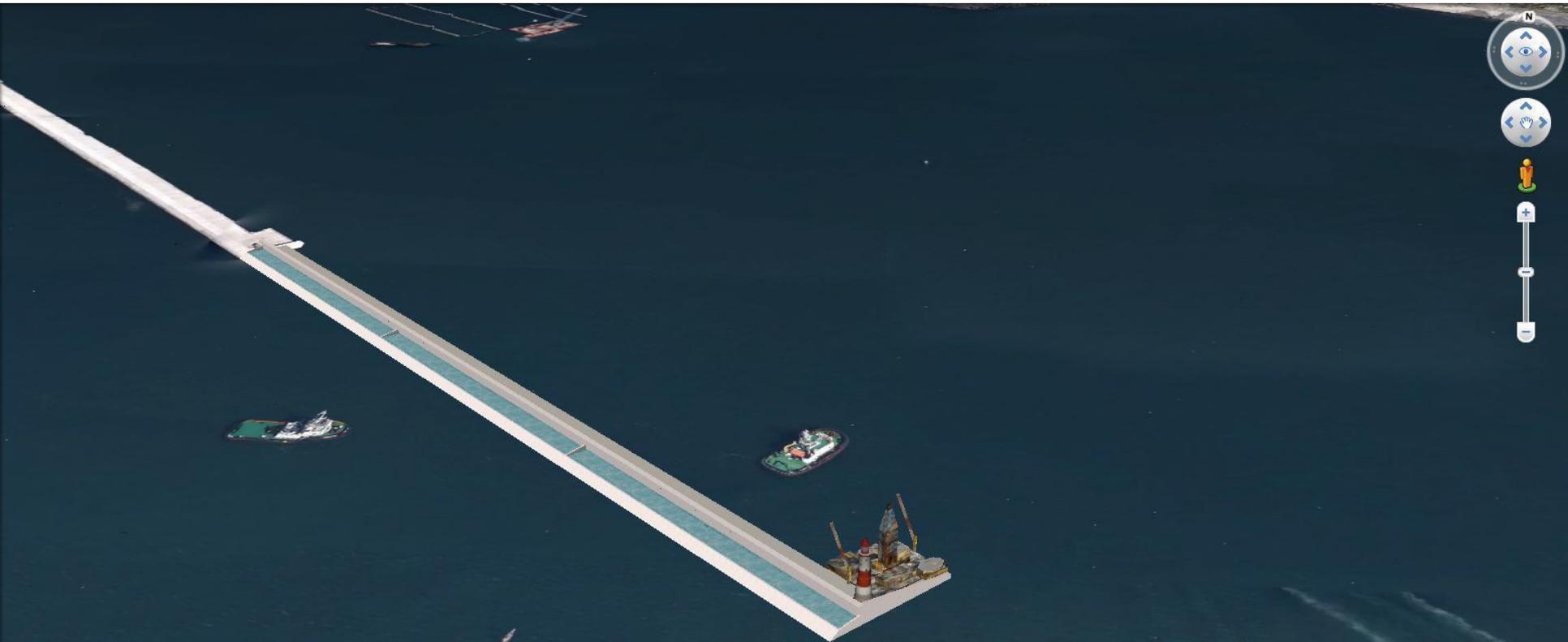


Image Landsat
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

Google earth

COSTI E RITORNO DELL'INVESTIMENTO?

DECRETO MISE - 23 GIUGNO 2016

INCENTIVAZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA DA FONTI RINNOVABILI
DIVERSE DAL FOTOVOLTAICO.

29-6-2016

GAZZETTA UFFICIALE DELLA REPUBBLICA ITALIANA

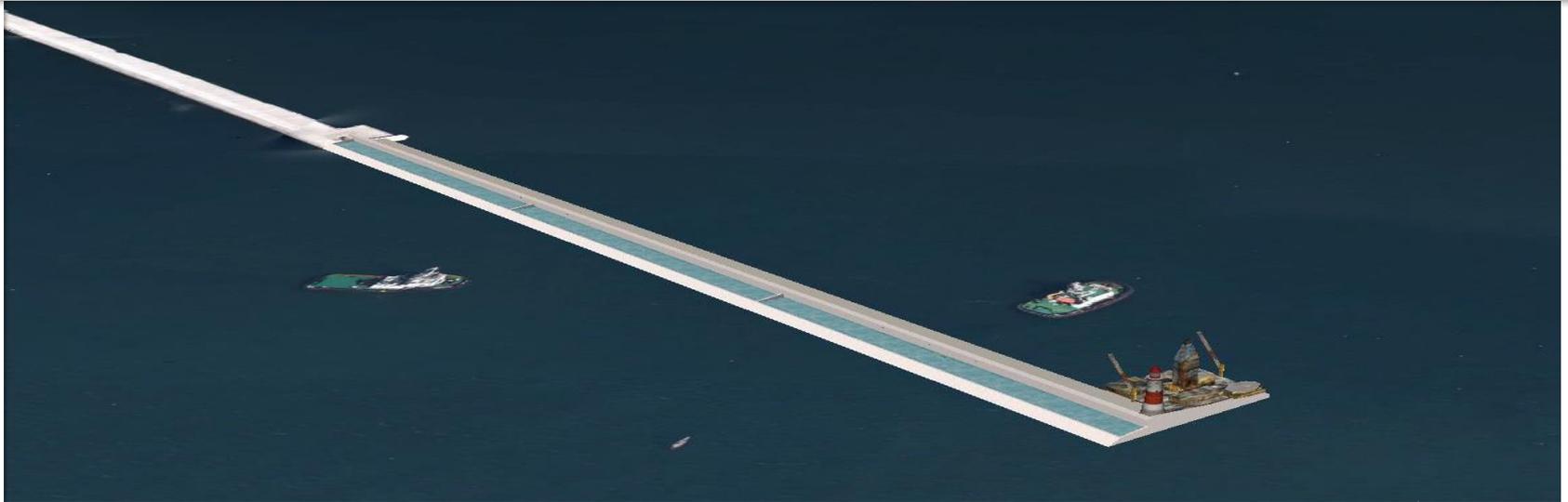
Serie generale - n. 150

ALLEGATO 1

VITA UTILE CONVENZIONALE, TARIFFE INCENTIVANTI E INCENTIVI PER I NUOVI IMPIANTI

Fonte rinnovabile	Tipologia	Potenza	VITA UTILE degli IMPIANTI	TARIFFA
		kW	anni	€/MWh
Eolica	On-shore	1<P≤20	20	250
		20<P≤60	20	190
		60<P≤200	20	160
		200<P≤1000	20	140
		1000<P≤5000	20	130
		P>5000	20	110
	Off-shore (1)	1<P≤5000	-	-
		P>5000	25	165
Idraulica	ad acqua fluente	1<P≤250	20	210
		250<P≤500	20	195
		500<P≤1000	20	150
		1000<P≤5000	25	125
		P>5000	30	90
	a bacino o a serbatoio	1<P≤5000	25	101
		P>5000	30	90
		1<P≤5000	15	300
Oceanica (comprese maree e moto ondoso)		P>5000	-	-

COSTI E RITORNO DELL'INVESTIMENTO?



QUADRO SINTETICO

Tratto in prolungamento (Duca d'Aosta)	250 m
Durata impianto	20 anni
Potenza media annua	2.5 kW/m
Produttività media	630 MWh/anno
manutenzione	2.25 % del costo totale
ritorno investimento	5 anni

Efficienza media "onda-rete"	0.1165
1 turbina coclea per regimi dominanti	70 kW
1 kaplan per regimi medio alti con Prob. Occ. 30%	25 kW
1 kaplan per eventi rari con Prob. Occ. 20%	25 kW

Bosa Marina, Costa Nord-occidentale della Sardegna





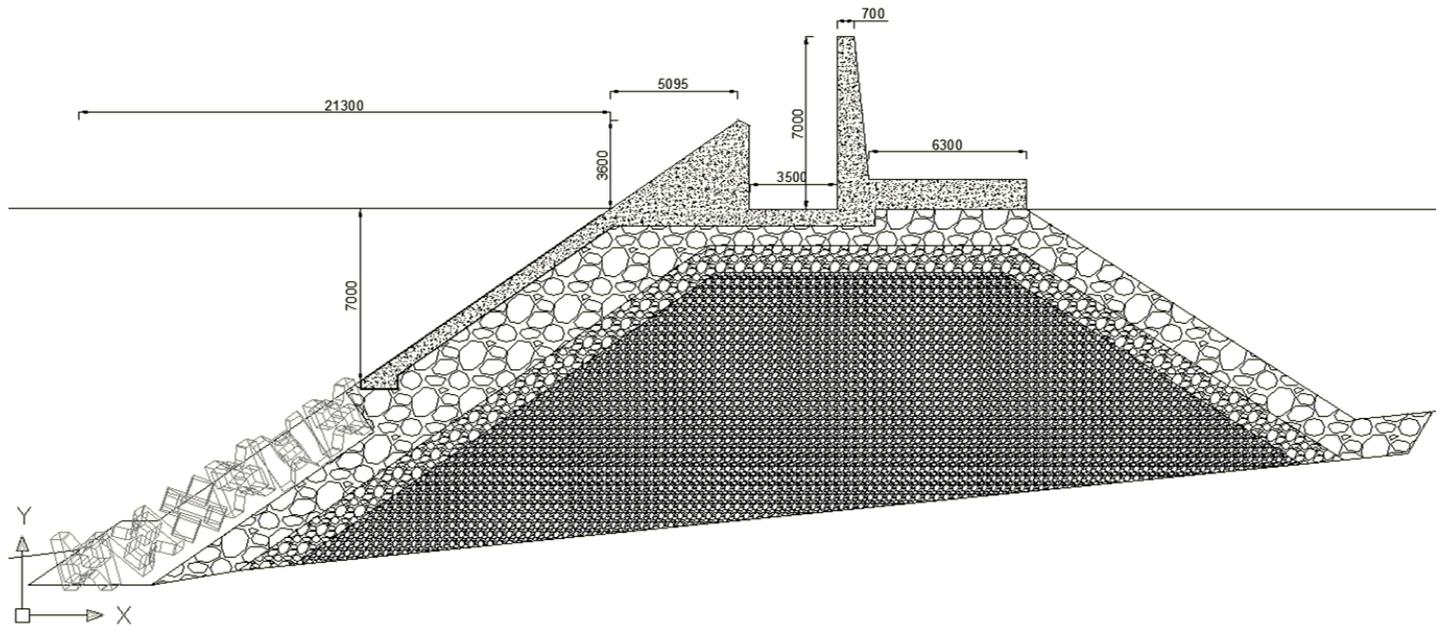
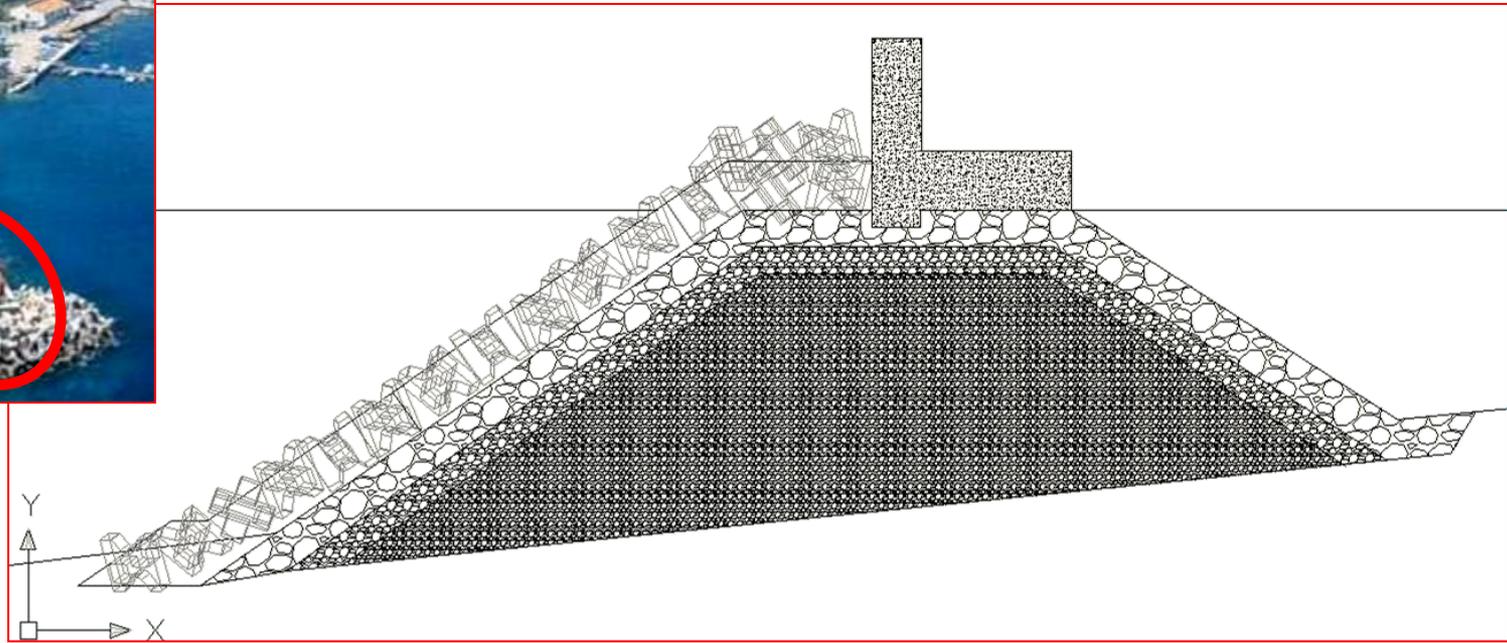
Wave Power 5 kW/m

Fondali di 8 m

Nuovo molo da 300 m



2 KAPLAN DA 130 kW \approx 340 MWH/ANNO \approx 100'000 €/ANNO (300 €/MWH)



COSTI E RITORNO DELL'INVESTIMENTO?

OPERE TRADIZIONALI VS OPERE CON DIMEMO

Mantellata	14978	Mantellata	7100
Scogliera emersa	2395	Rampe e berma	8200
Berma di sommità	2410	Strati filtro e nucleo	4012
Strati filtro e nucleo	6867	Paramento interno	1200
Paramento interno	3100	Opere di coronamento	11500
Opere di coronamento	8300	Opere complementari	2950
	38050		34962

-3000 €/M !!!

3000 €/METRO X 300 METRI = € 900'000

COSTI E RITORNO DELL'INVESTIMENTO?

OPERE TRADIZIONALI VS OPERE CON DIMEMO

COSTO TURBINE (REALIZZAZIONE, POSA IN OPERA E MANUTENZIONE PER 20 ANNI)
+ € 1'200'000

RISPARMIO STRUTTURE - € 900'000

COSTO NETTO + € 300'000

CON 100'000 €/ANNO DI BONUS ENERGIA

**PAYBACK
3 ANNI**

PORTO DI LIVORNO

CONSUMI TOTALI ANNUI 1300 MWH *

* *Autorità Portuale di Livorno Piano Regolatore del Porto, Dichiarazione di sintesi - allegato 2*

**Ipotesi di diga
principale con sistema
DIMEMO (1760 m)**

Nearshore Wave Power 1.3 kW/m



PORTO DI LIVORNO

CONSUMI TOTALI ANNUI 1300 MWH *

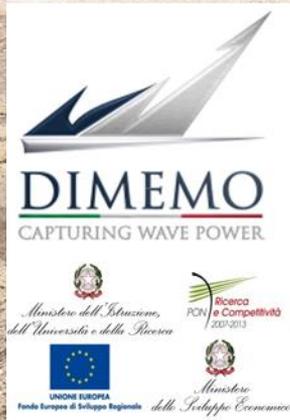
* *Autorità Portuale di Livorno Piano Regolatore del Porto, Dichiarazione di sintesi - allegato 2*

Tratto diga principale	1760 m
Durata impianto	20 anni
Potenza media annua	1.37 kW/m
Produttività media	1795 MWh/anno
manutenzione	2.25 % del costo totale
costo ulteriore	€ 3'080'000,00
ritorno dell'investimento	5.8 anni

**PORTO
COMPLETAMENTE
AUTOSUFFICIENTE
ENERGETICAMENTE**



GRAZIE PER LA CORTESE ATTENZIONE



WWW.DIMEMO.EU
WWW.DIMEMO.IT