

Stima del Potenziale ondoso nel Mediterraneo. Valutazioni preliminari per il Porto di Genova.

De Santis Greta

Università degli Studi di Genova

Overview

- 1) La Generazione elettrica dalle onde
- 2) La Ricerca
- 3) La Tecnologia
- 4) La Valutazione della risorsa
- 5) La Stima preliminare per Genova
- 6) Conclusioni

La Generazione Elettrica dalle Onde

I Vantaggi:

- ◆ Persistenza
- ◆ Densità
- ◆ Prevedibilità

Gli Svantaggi:

- ◆ Progettazione
- ◆ Installazione e Manutenzione
- ◆ Costi

La Ricerca

I principali indirizzi della ricerca:

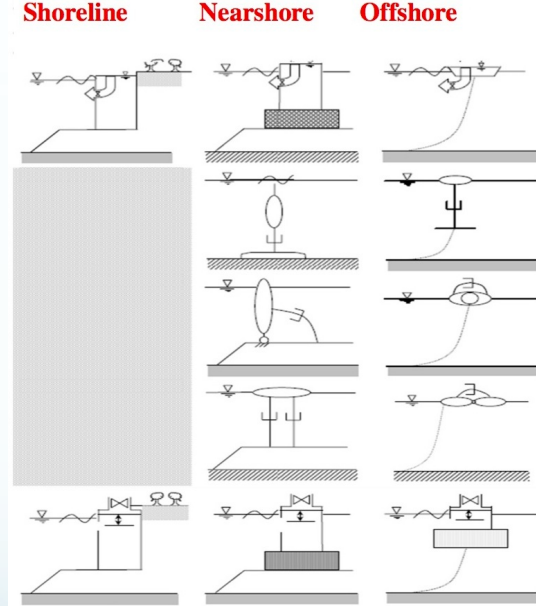
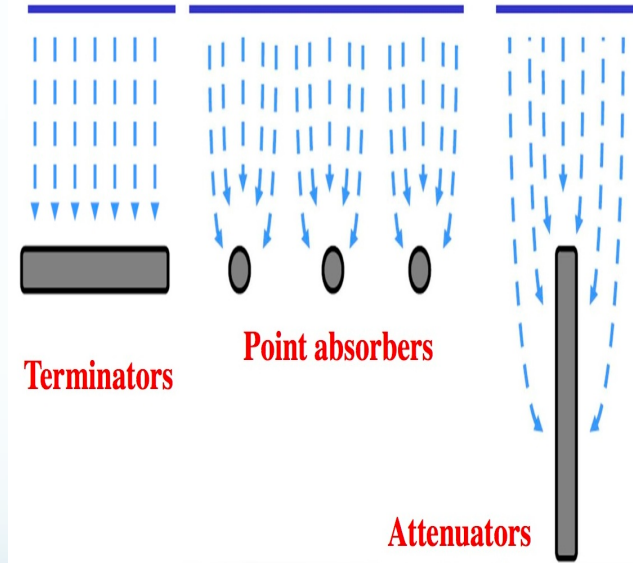
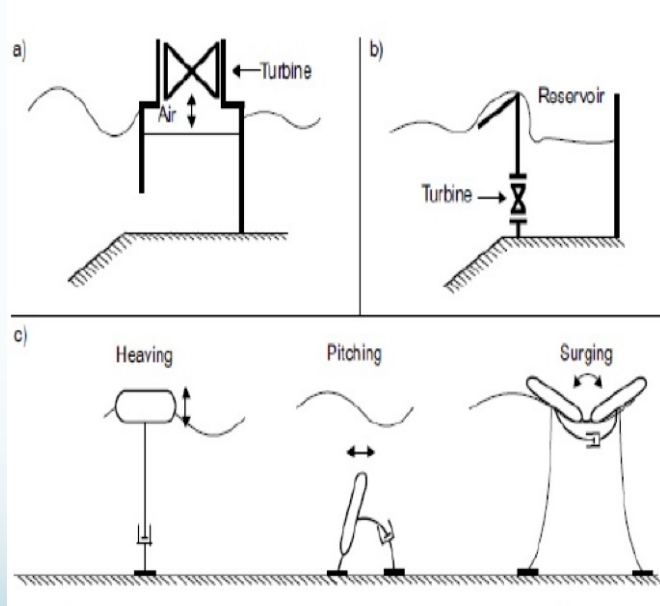
- I. Lo sviluppo, la progettazione e la sperimentazione di dispositivi idonei alla conversione del moto ondoso in energia.
- II. La dettagliata valutazione della risorsa disponibile lungo le coste dei continenti.

La Tecnologia: Classificazione

◆ Principio di Lavoro

◆ Geometria

◆ Collocazione



- OWC, Oscillating Water Column
- OVT, OverTopping Device
- WAB, Wave Activated Body

- Terminator
- Point Absorber
- Attenuators

- Shoreline
- Nearshore
- Offshore

La Valutazione della risorsa:

◆ Calcolo della Potenza: $P = \frac{1}{16} \rho g H^2 C_g$

in acque profonde vale: $C_g = \frac{gT}{4\pi}$

sostituendo: $P = \frac{1}{64} \rho g^2 H^2 T \quad \left[\frac{kW}{m} \right]$

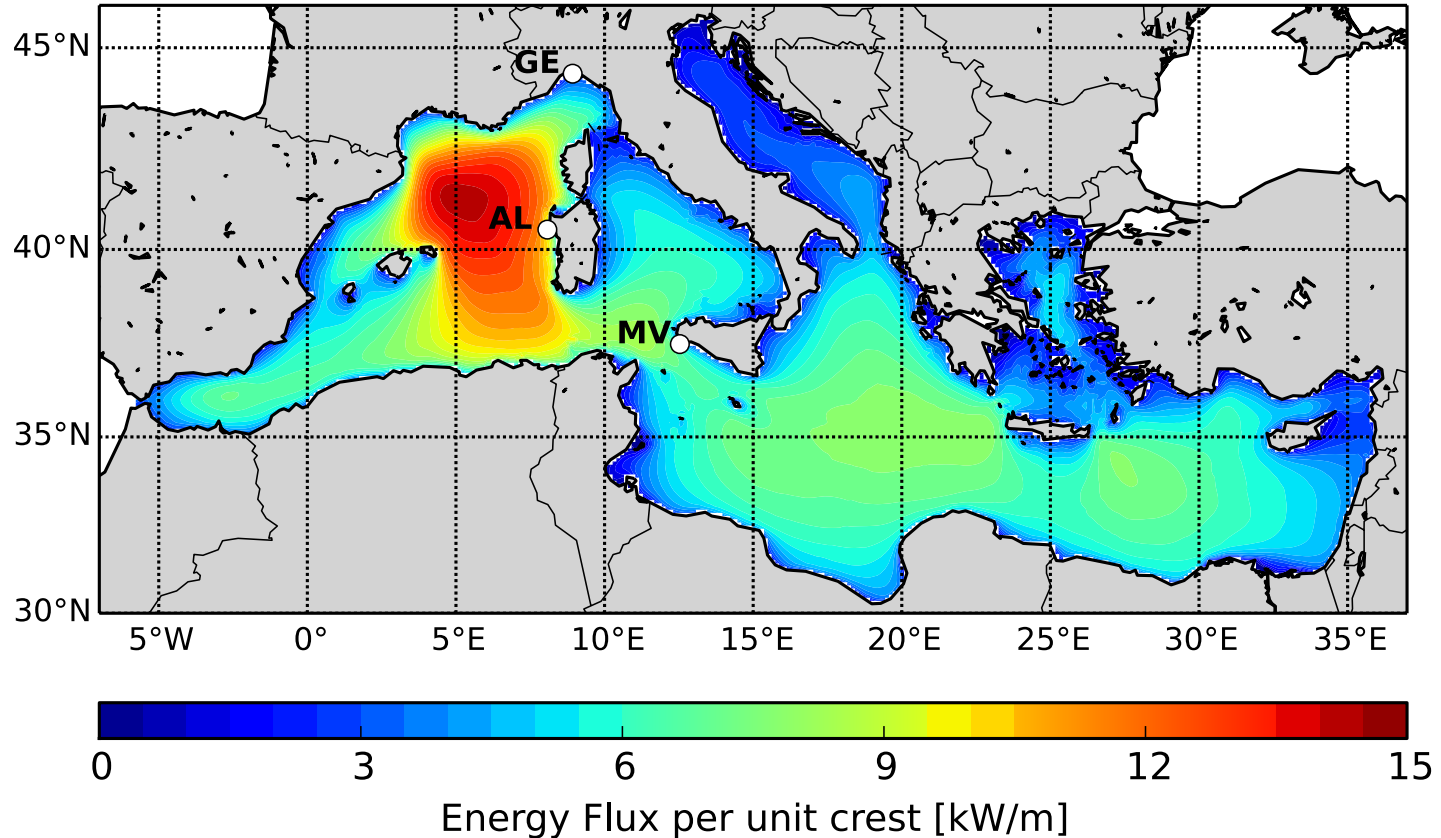
- ρ : densità dell'acqua;
- g : accelerazione di gravità;
- H : altezza d'onda;
- C_g : celerità di gruppo;
- T : periodo d'onda;
- t : intervallo di tempo.

◆ Calcolo dell'Energia: $E = \sum_i P_i \partial t_i \quad \left[\frac{MWh}{m} \right]$

Il bacino del Mediterraneo

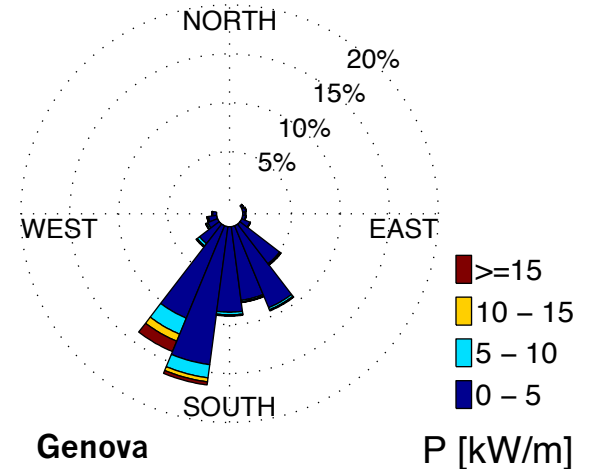
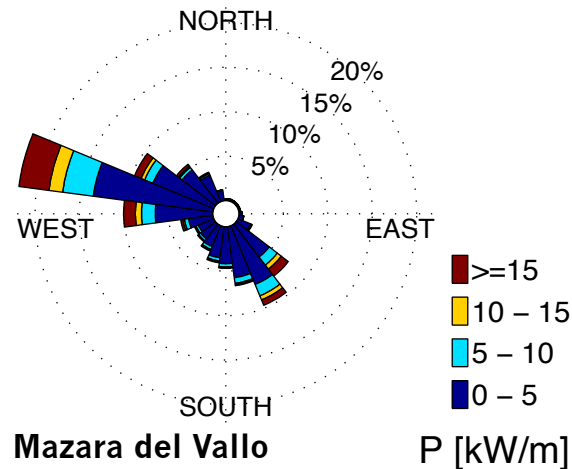
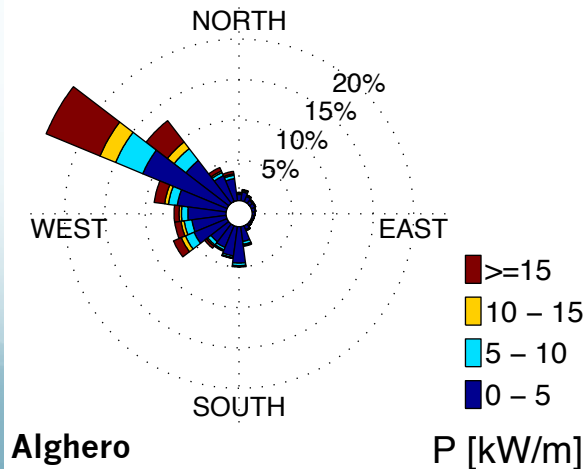
- ◆ Una stima della potenza disponibile per l'intero bacino del Mediterraneo a partire da 32 anni di dati *hindcast* (1 Gennaio 1979 – 31 Dicembre 2010).
- ◆ Modello:
 - Atmosferico: WRF-ARW 3.3.1
 - Moto ondoso: WavewatchIII 3.14
- ◆ Discretizzazione:
 - Spaziale: 10 km (latitudine 45°N)
 - Temporale: 1 ora

La Potenza Media Annuale nel Mediterraneo

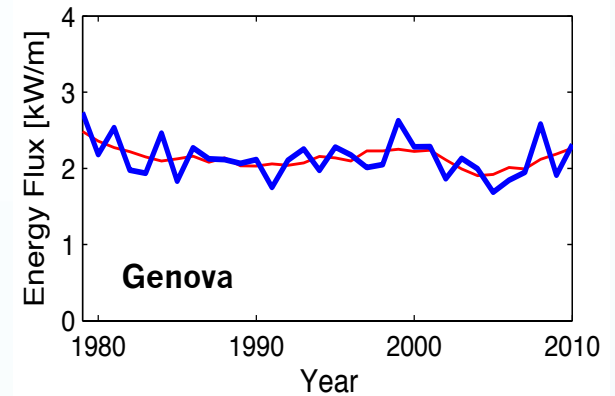
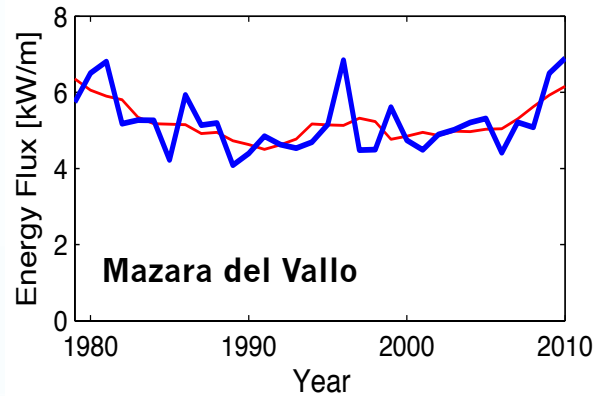
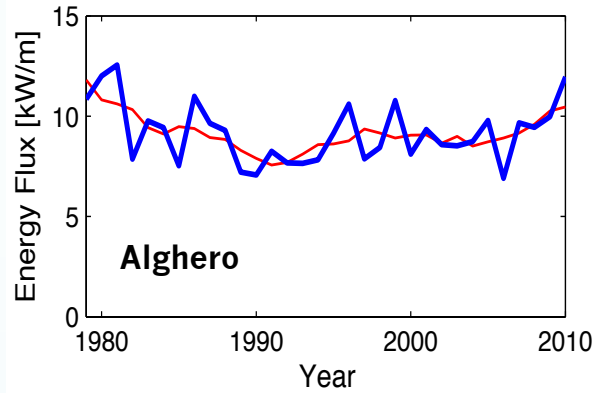


Alghero, Mazara del Vallo e Genova:

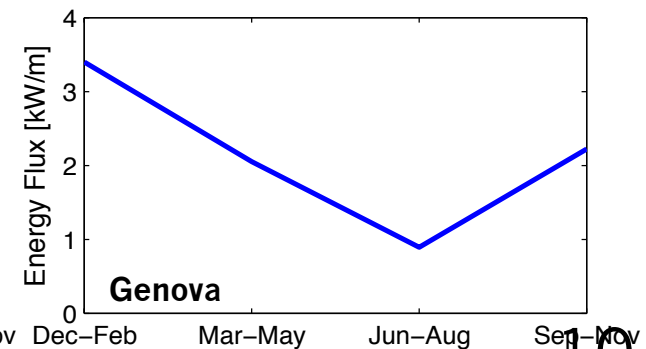
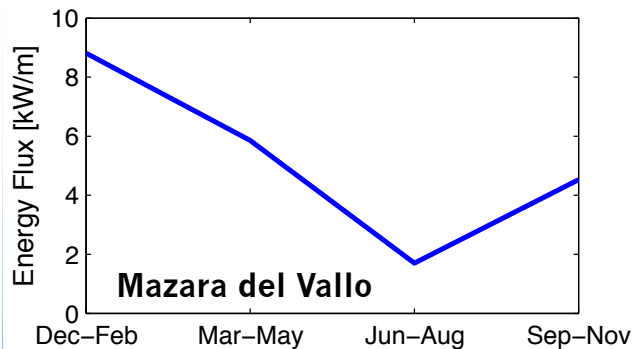
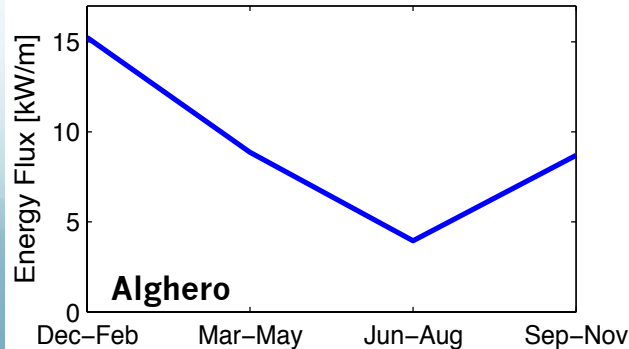
	P_{media} [kW/m]	E_{media} [MWh/m]
Alghero	9,14	79,68
Mazara del Vallo	5,19	45,27
Genova	2,14	18,68



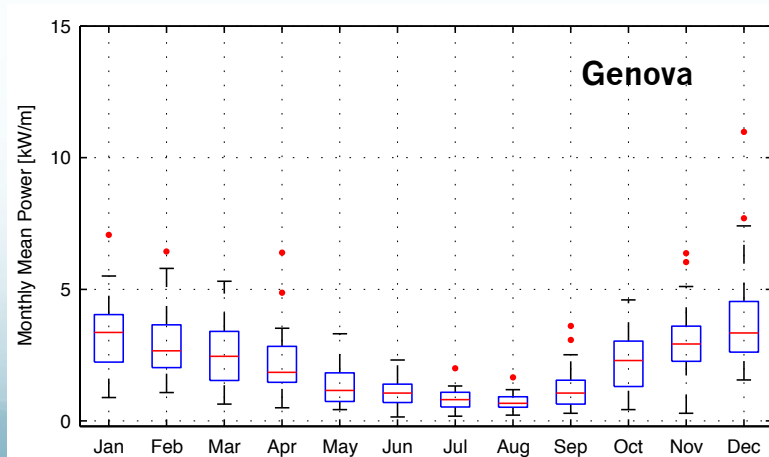
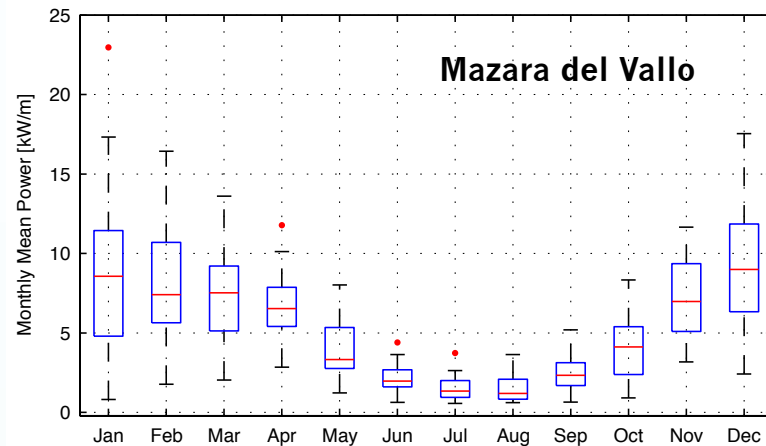
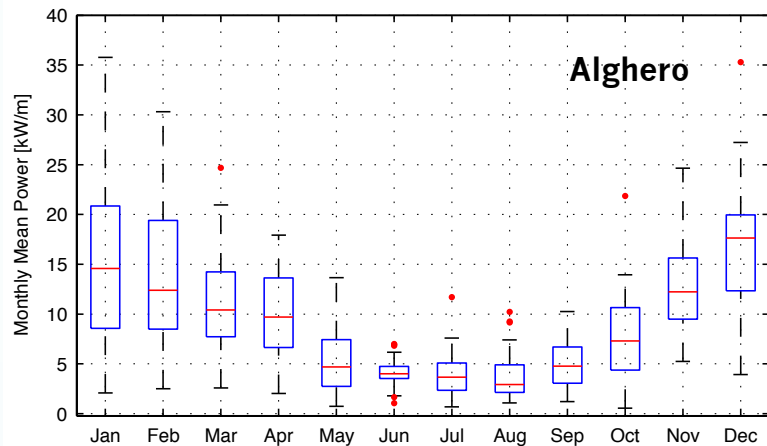
Trend negli anni



Trend stagionale



Trend Mensile



La Misura della Variabilità temporale

$$COV = \frac{\sigma_p}{\mu_p}$$

Coefficiente di Variazione

- σ_p : Varianza delle potenze
- μ_p : Media delle potenze

$$SV = \frac{P_{S_{\max}} - P_{S_{\min}}}{P_{annua}}$$

Indice di Variabilità Stagionale

- $P_{S_{\max/min}}$: Potenza stagionale massima/minima
- P_{annua} : Potenza media annua

$$MV = \frac{P_{M_{\max}} - P_{M_{\min}}}{P_{annua}}$$

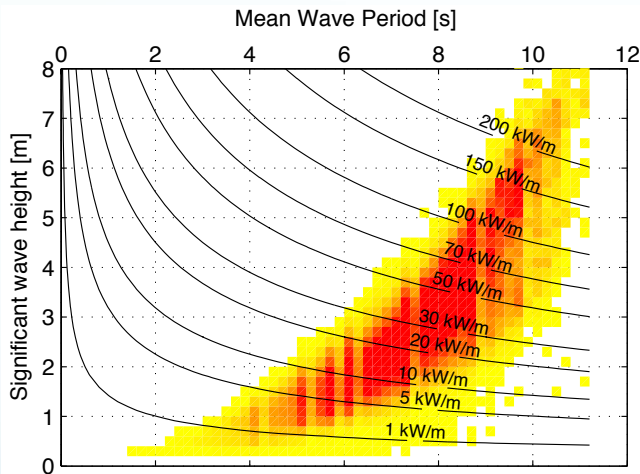
Indice di Variabilità Mensile

- $P_{M_{\max/min}}$: Potenza stagionale massima/minima
- P_{annua} : Potenza media annua

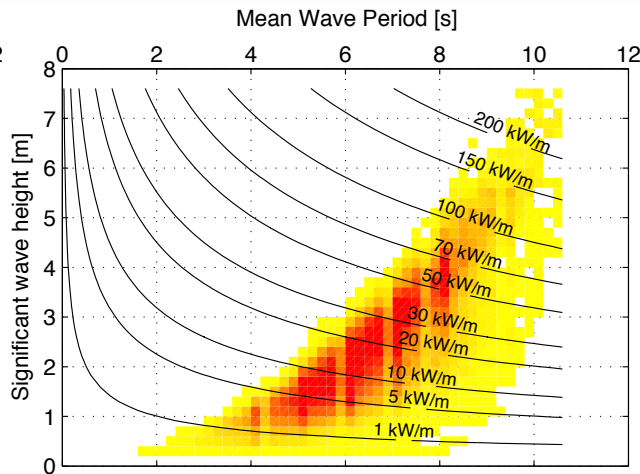
	COV	SV	MV
Alghero	0,16	1,34	1,35
Mazara del Vallo	0,15	1,43	1,45
Genova	0,12	1,09	1,46

Distribuzione della potenza per H_s e T_m

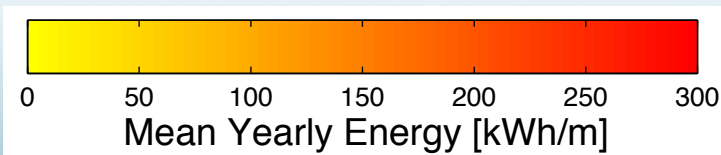
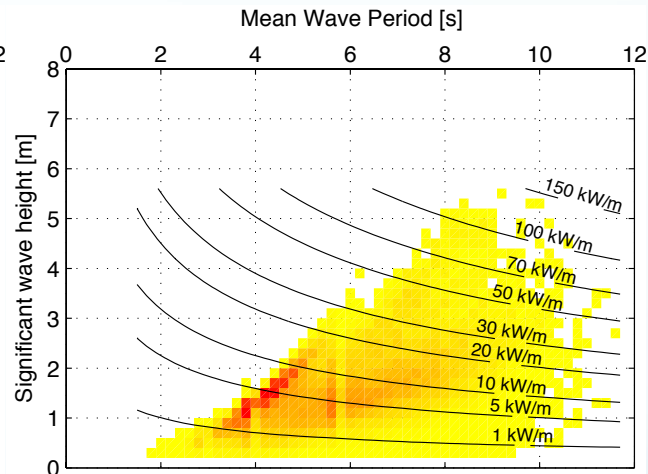
Alghero



Mazara del Vallo



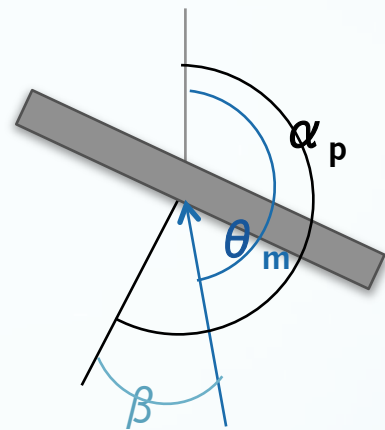
Genova



La Stima preliminare per Genova:

◆ Potenza convertibile: $P_{av} = P C_f \left[\frac{kW}{m} \right]$

Dispositivo direzionale: $P_{av} = P C_f |\cos \beta| \left[\frac{kW}{m} \right]$



◆ Energia per porzione di diga: $E_{tot} = \sum_i P_{av_i} \partial t_i l \quad [GWh]$

- C_f : capacity factor;
- β : angolo tra la perpendicolare al muraglione e direzione del moto ondoso;
- α_p : perpendicolare al muraglione;
- θ_m : direzione media delle onde;
- l : lunghezza porzione di diga foranea;

L'efficienza del dispositivo: *Bozzi et al., 2014*

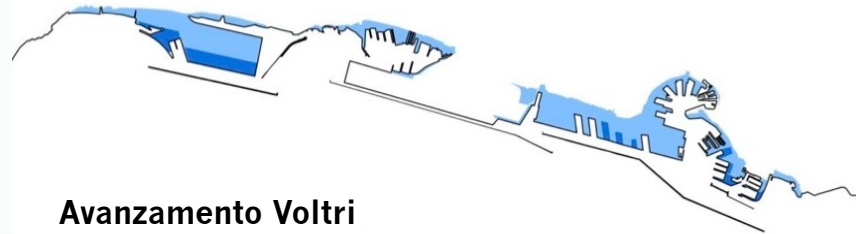
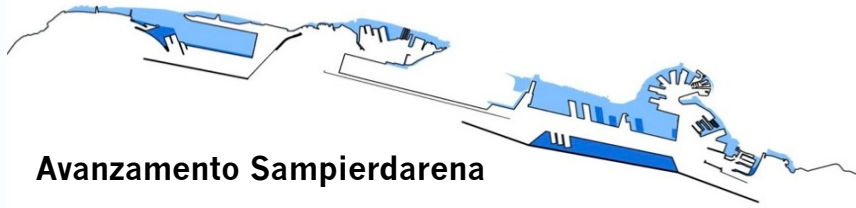
◆ Dispositivi in scala 1:1

	Alghero			Mazara		
	AquaBuOY	Pelamis	Wave Dragon	AquaBuOY	Pelamis	Wave Dragon
Rated power [kW]	250	750	7000	250	750	7000
Mean power output [kW]	22	71	616	9	32	270
Annual energy output [MWh]	192	619	5400	81	278	2362
Full load hours [h]	766	825	771	323	371	337
Capacity factor [%]	8.7	9.4	8.8	3.7	4.2	3.9
Coefficient of variation of monthly time series [%]	42	43	44	66	62	62
Correlation coefficient between energy input and output [–]	0.97	0.98	0.98	1.00	1.00	1.00

◆ Dispositivi ridimensionati

	Alghero			Mazara		
	AquaBuOY	Pelamis	Wave Dragon	AquaBuOY	Pelamis	Wave Dragon
Scale	0.4	0.4	0.4	0.35	0.3	0.3
Rated power [kW]	10	30	283	6	11	104
Mean power output [kW]	1.6	6.0	48.1	1.1	2.3	19.9
Annual energy output [MWh]	14	53	421	10	20	175
Full load hours [h]	1423	1735	1486	1551	1837	1686
Capacity factor [%]	16	20	17	18	21	19
Coefficient of variation of monthly time series [%]	21	2	22	28	25	23
Correlation coefficient between energy input and output [–]	0.81	0.87	0.86	0.87	0.86	0.80

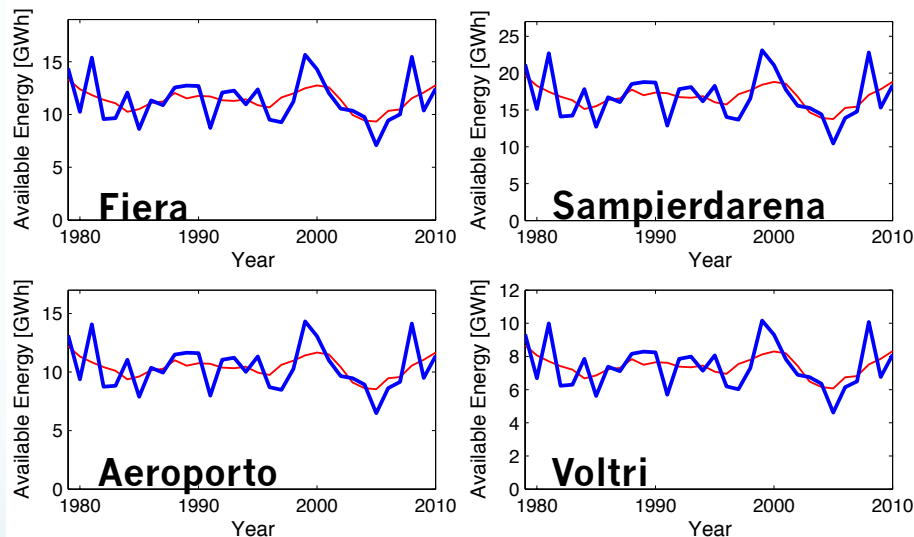
Gli Scenari del nuovo PRP



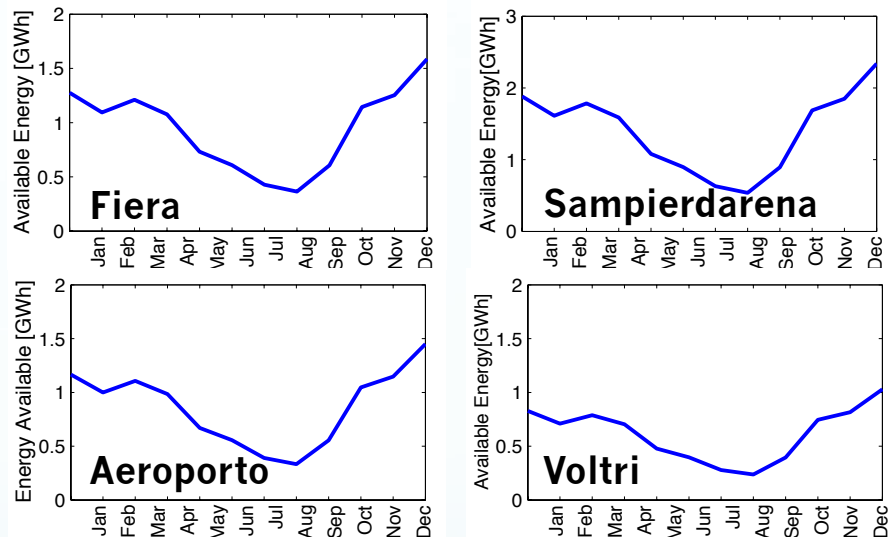
	Angolo [°N]	Lunghezza [m]
Fiera	104	4745
Sampierdarena	104	7000
Aeroporto	104	4340
Voltri	102	3100

Risultati: positivo direzionale

◆ Trend negli anni



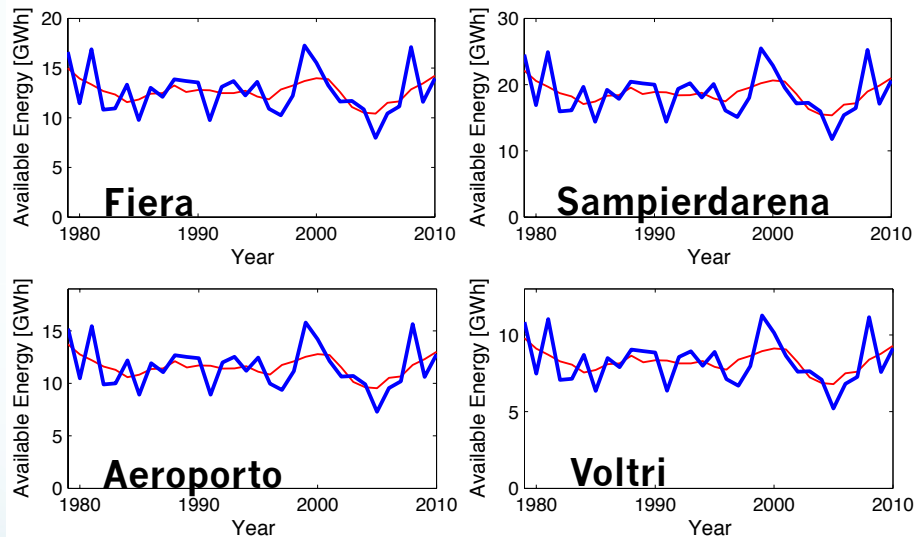
◆ Trend mensile



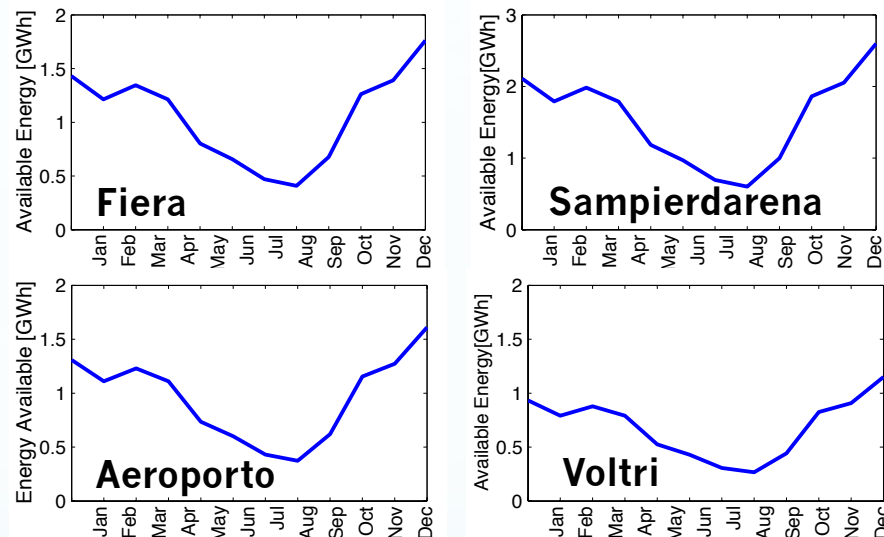
	P_{media} [kW/m]	$E_{media\ annua}$ [MWh/m]	$E_{tot\ annua}$ [GWh]
Avanzamento Sampierdarena	0,27	2,39	16,77
Aeroporto oltre Appennino	0,54	4,78	21,76
Avanzamento Voltri	0,54	4,77	18,76

Risultati: dispositivo adirezionale

◆ Trend negli anni:



◆ Trend mensile



	P_{media} [kW/m]	$E_{media\ annua}$ [MWh/m]	$E_{tot\ annua}$ [GWh]
Avanzamento Sampierdarena	0,3	2,66	18,62
Aeroporto oltre Appennino	0,6	5,32	24,17
Avanzamento Voltri	0,6	5,32	20,86

Conclusioni

- ◆ Oscillazione inter annuale e intra annuale
- ◆ Necessità di ridimensionare i dispositivi
- ◆ Efficienza ridotta