

The ENEA logo features the word "ENEA" in a bold, white, sans-serif font. To the left of the text is a stylized graphic of a sun or starburst with rays emanating from it, set against a dark blue background.

AGENZIA NAZIONALE
PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA
E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO

RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO



Le attività della Ricerca di Sistema Elettrico

sull'ENERGIA ELETTRICA DAL MARE @ ENEA

Gianmaria Sannino

ENEA, Laboratorio di Modellistica Climatica (CLIM)

Divisione - Modelli e Tecnologie per la riduzione degli impatti antropici e dei rischi naturali

Dipartimento - Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali

gianmaria.sannino@enea.it

The ENEA logo features the word "ENEA" in a bold, white, sans-serif font. To the left of the text is a stylized graphic of a sun or starburst with rays emanating from it, set against a dark blue background.

AGENZIA NAZIONALE
PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA
E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO

RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO



Le attività della Ricerca di Sistema Elettrico

sull'ENERGIA ELETTRICA DAL MARE @ ENEA

Adriana Carillo, Emanuele Lombardi, Ernesto Napolitano, MariaVittoria Struglia,
Giovanna Pisacane, Flavio Borfecchia

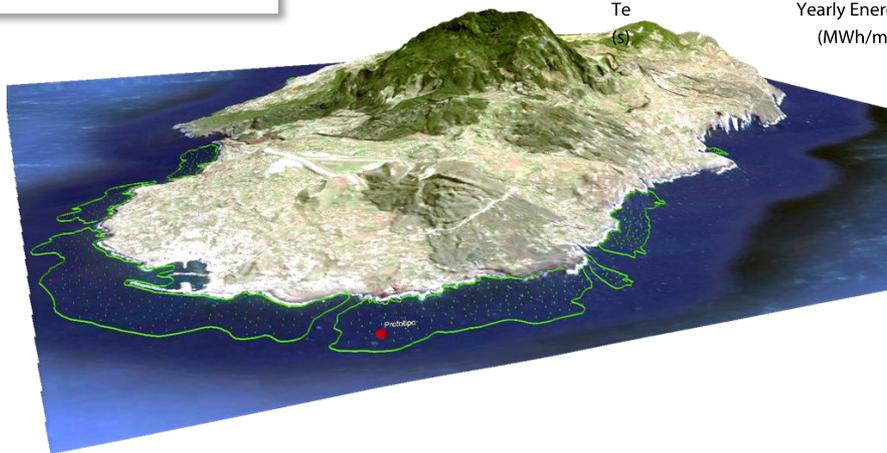
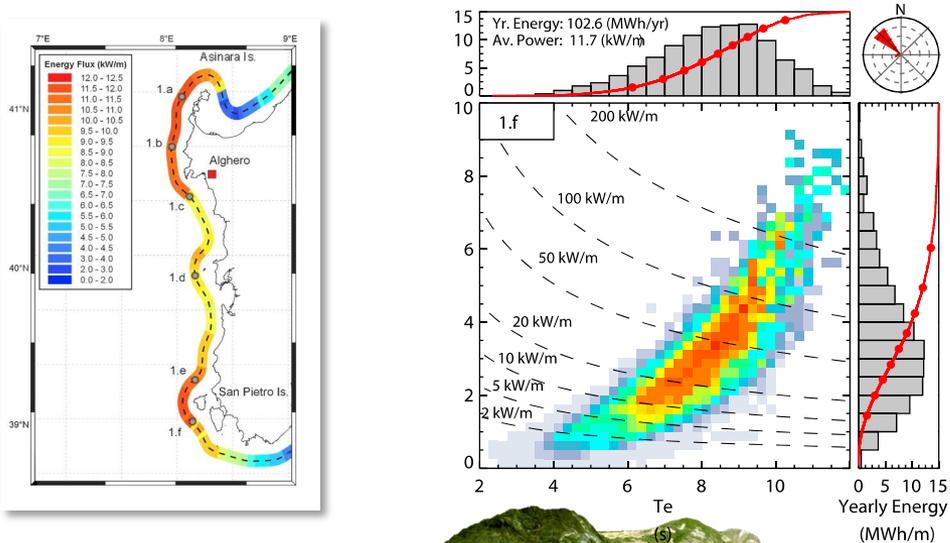
(Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali)

Tommaso Crescenzi, Alfredo Fontanella, Daniele Nicolini, Valeria Russo, Ettore
Giovannini, Emanuela Caiaffa, Maurizio Pollino, Luigi La Porta, Carla Micheli

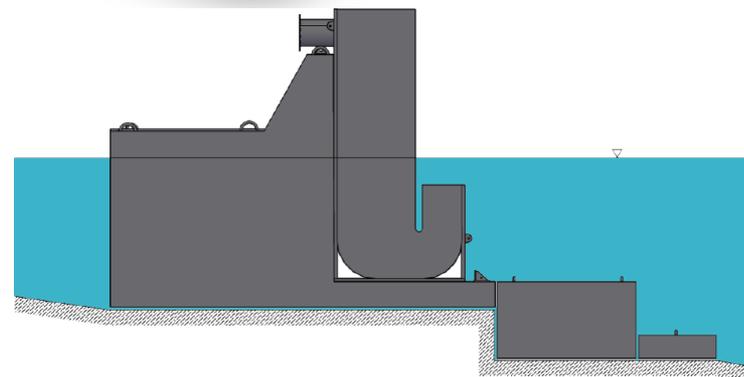
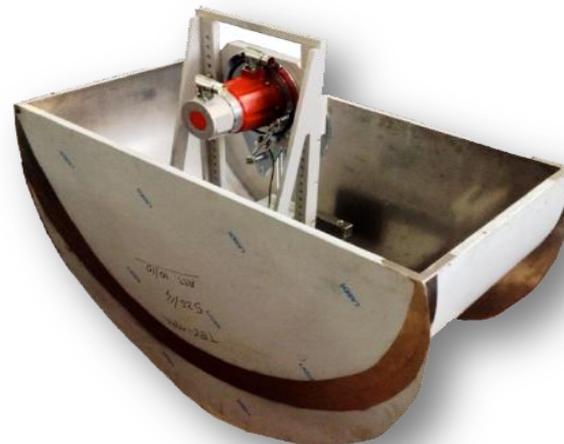
(Dipartimento Tecnologie Energetiche)

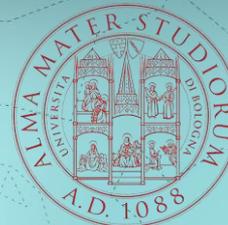
DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ

Valutazione e previsione della Risorsa



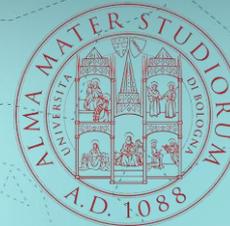
Sviluppo di dispositivi di conversione





Scuola Superiore
Sant'Anna
di Studi Universitari e di Perfezionamento





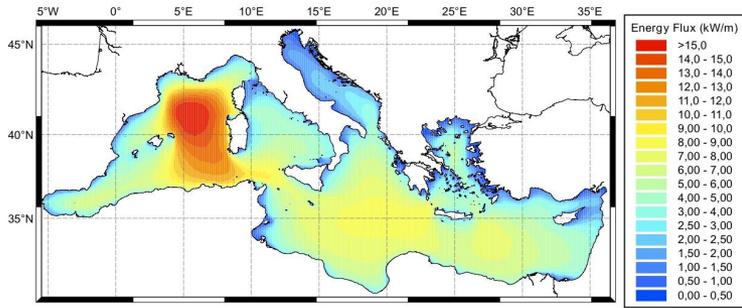
Scuola Superiore
Sant'Anna

di Studi Universitari e di Perfezionamento

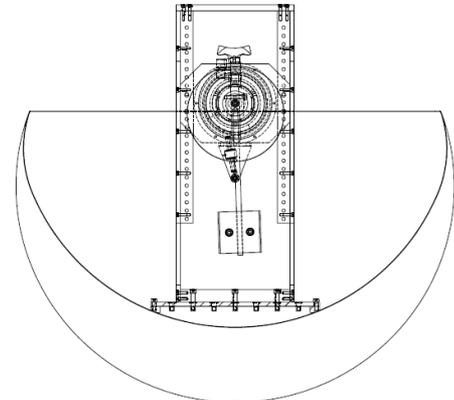
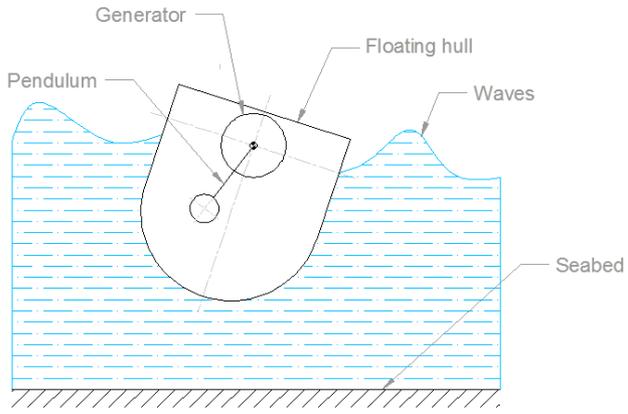
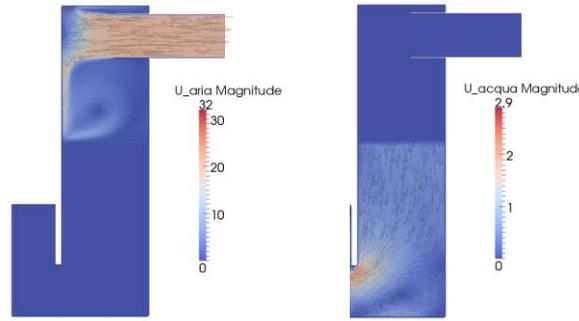
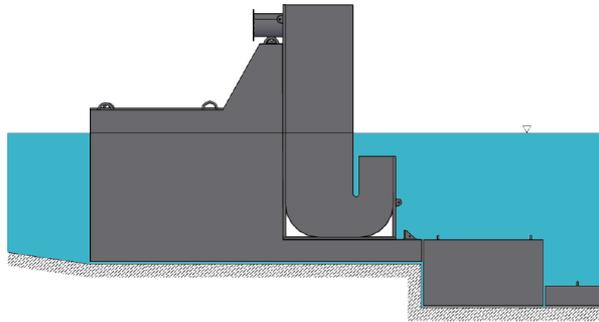
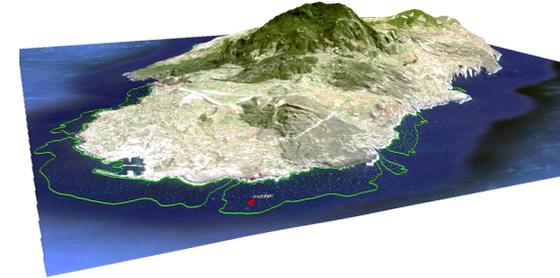
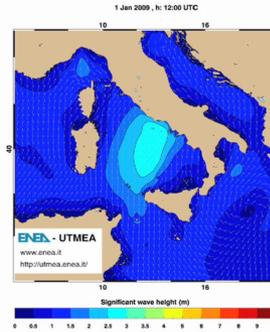


Principali linee di attività

(1) Valutazione del potenziale energetico

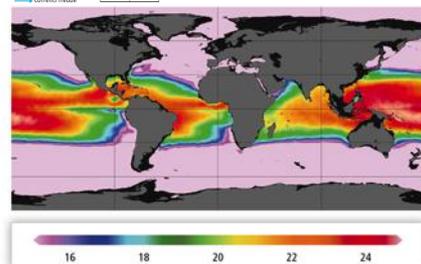
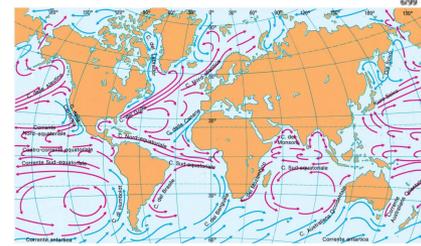
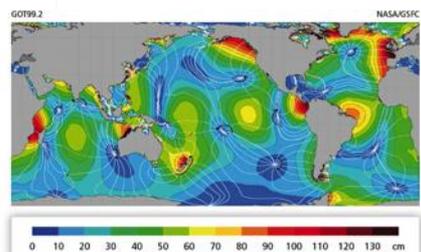
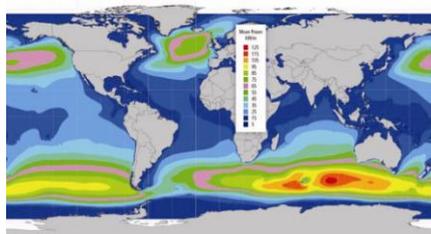


(2) Sviluppo di prototipi



Fonti di energia negli oceani

6 Fonti di energia distinte



■ **Onde:** energia cinetica trasferita dal vento alla superficie degli oceani.

■ **Maree:** energia potenziale derivata dall'attrazione gravitazionale luni-solare degli oceani.

■ **Correnti di marea:** energia cinetica delle correnti marine derivate dall'innalzamento e abbassamento della colonna d'acqua a causa delle maree.

■ **Correnti marine:** energia cinetica delle correnti dovute alla differenza di densità tra masse d'acqua e/o al vento superficiale.

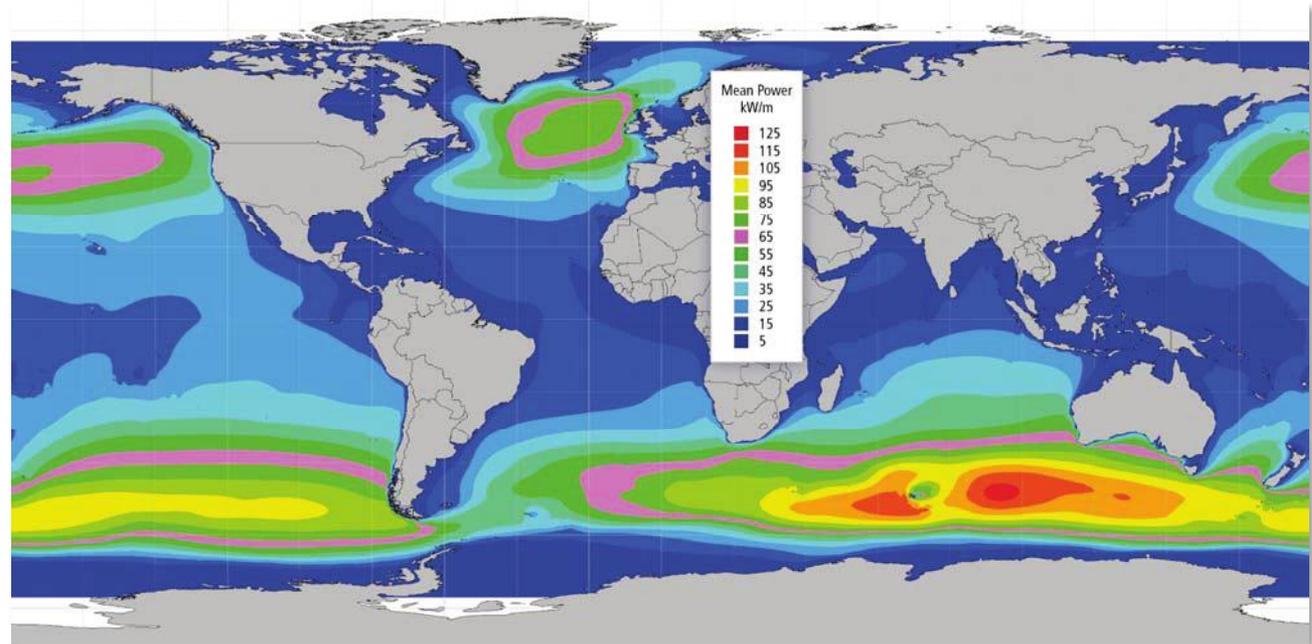
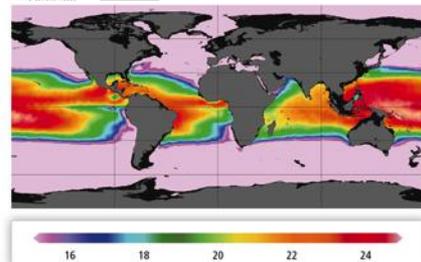
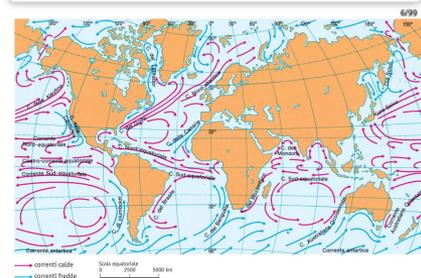
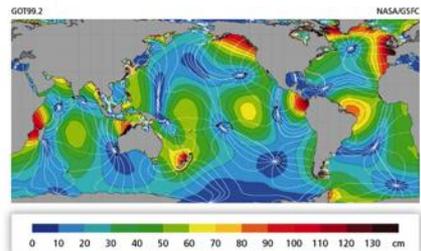
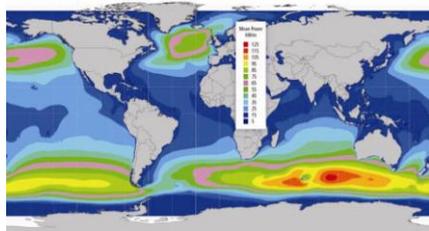
■ **Gradienti di temperatura:** energia termica derivata dalla differenza di temperatura tra gli strati superficiali degli oceani riscaldati direttamente dal sole e gli strati profondi più freddi.

■ **Gradiente di salinità:** energia osmotica derivata dalla differenza di salinità tra gli oceani e l'acqua dolce presente alla foce dei fiumi.

Fonti di energia negli oceani

Energia dalle onde

- **Onde:** energia cinetica trasferita dal vento alla superficie degli oceani.

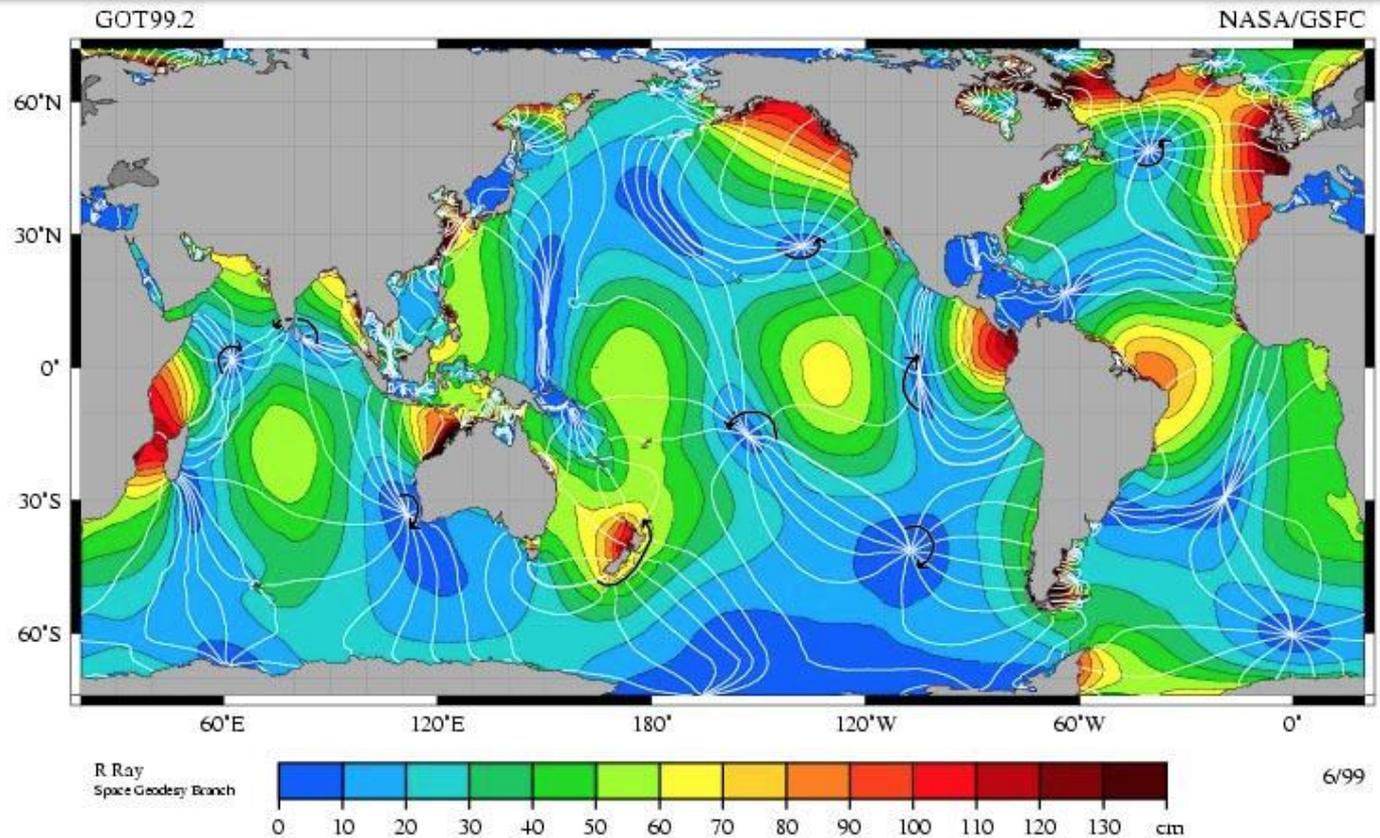
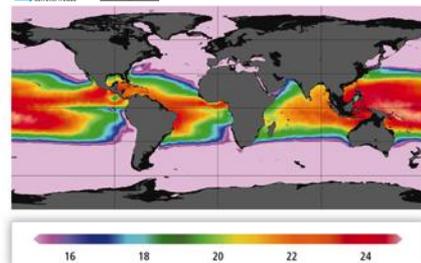
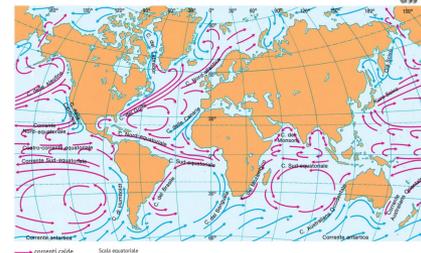
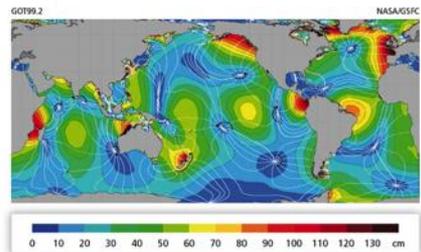
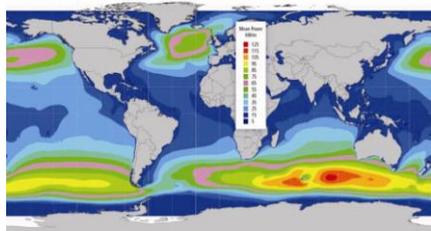


Distribuzione a livello globale della media annuale dell'energia del moto ondoso per metro lineare (Cornett, 2008).

Fonti di energia negli oceani

Livello del mare e maree

- **Maree:** energia potenziale derivata dall'attrazione gravitazionale luni-solare degli oceani.

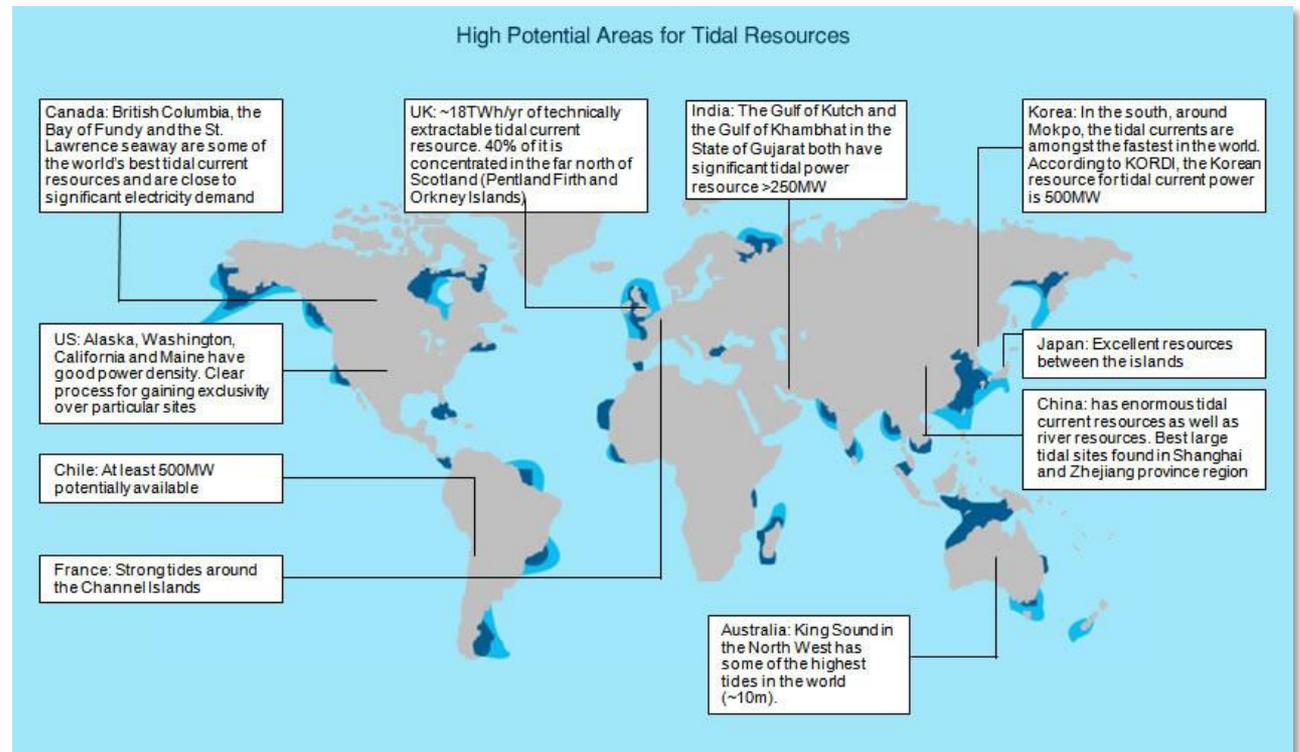
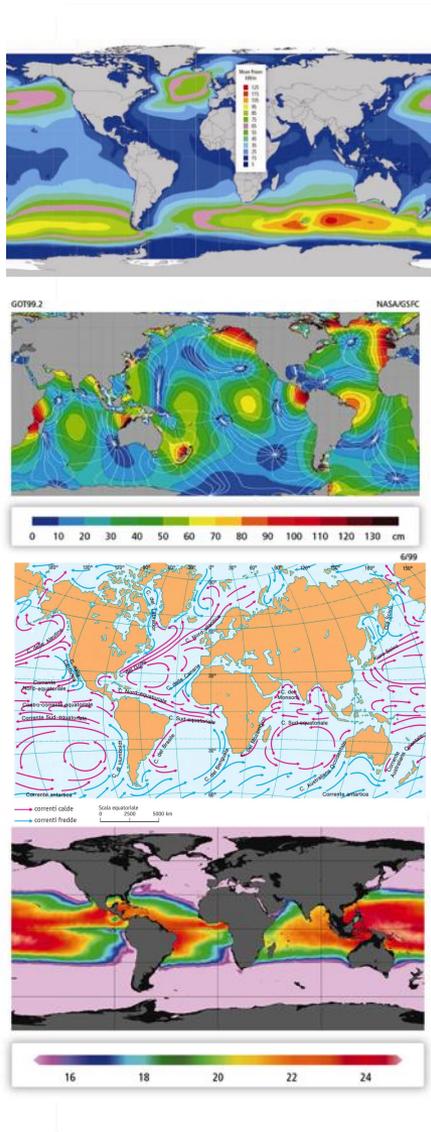


Mappa globale della componente mareale M2 dell'elevazione superficiale (NASA, 2006)

Fonti di energia negli oceani

Correnti di Marea

- **Correnti di marea:** energia cinetica delle correnti marine derivate dall'innalzamento e abbassamento della colonna d'acqua a causa delle maree.

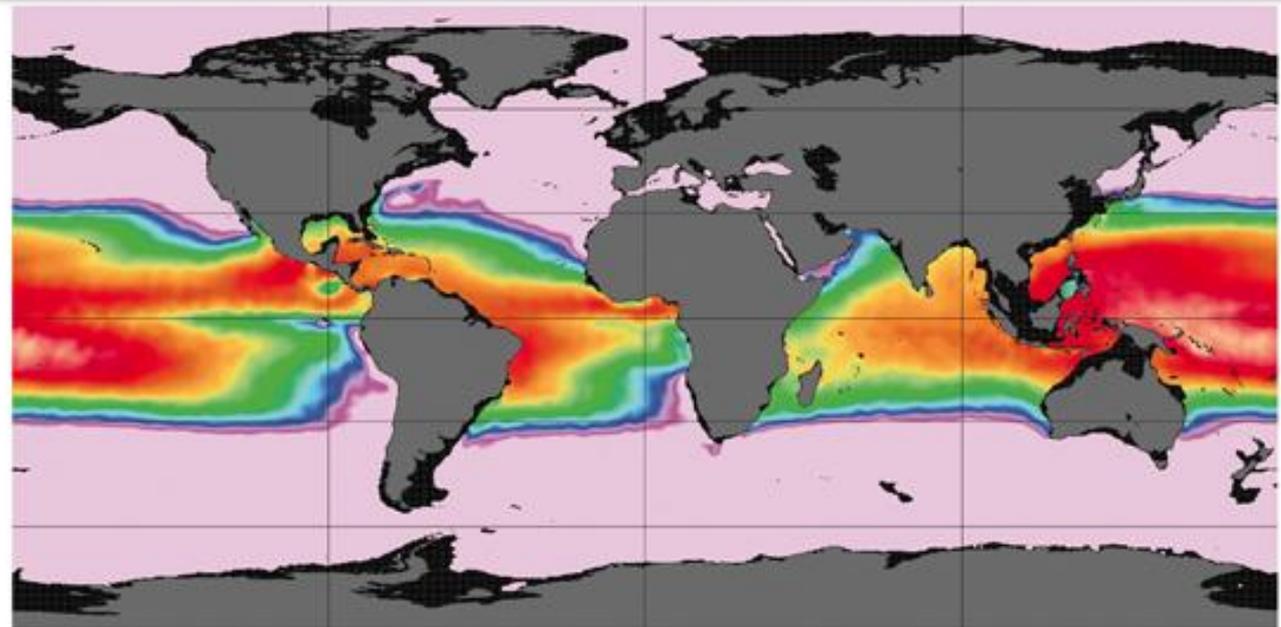
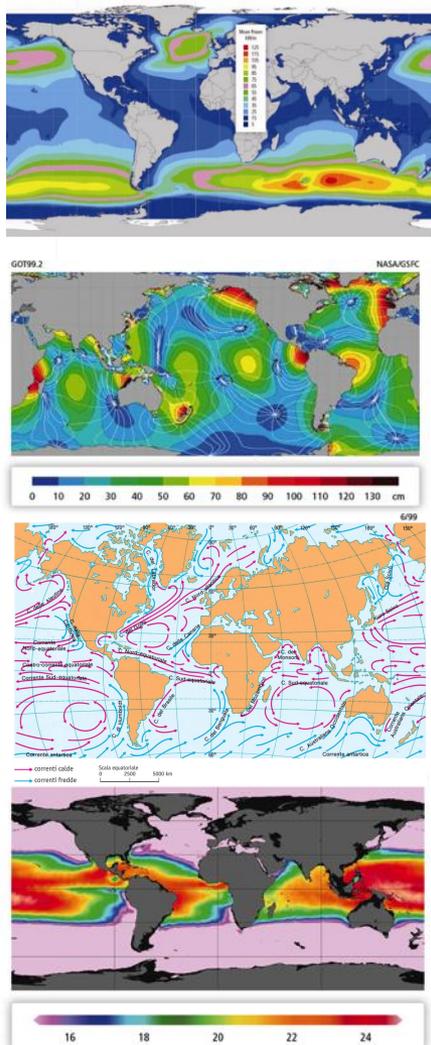


Regioni del pianeta con correnti di marea particolarmente intense.

Fonti di energia negli oceani

Temperatura oceanica

- **Gradienti di temperatura:** energia termica derivata dalla differenza di temperatura tra gli strati superficiali degli oceani riscaldati direttamente dal sole e gli strati profondi più freddi.



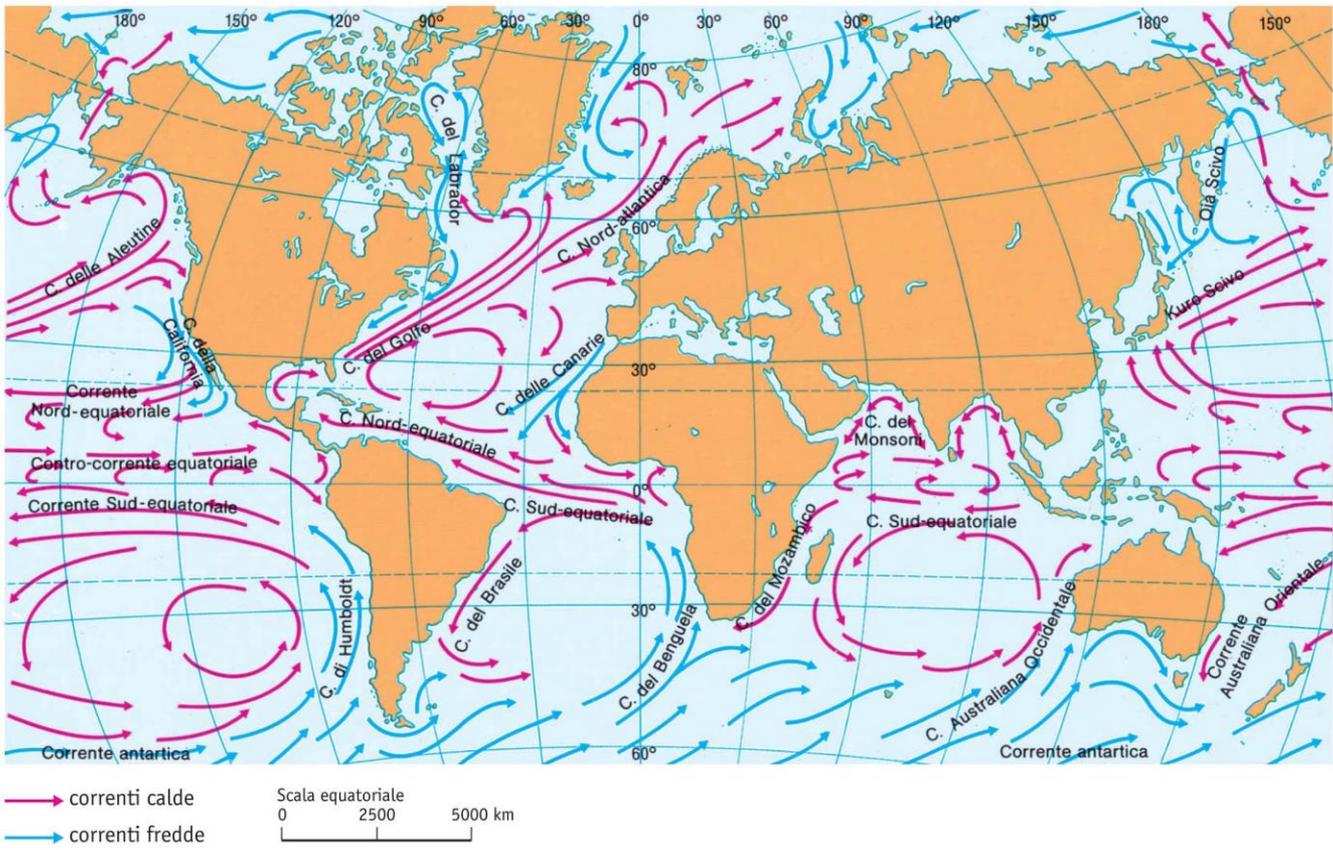
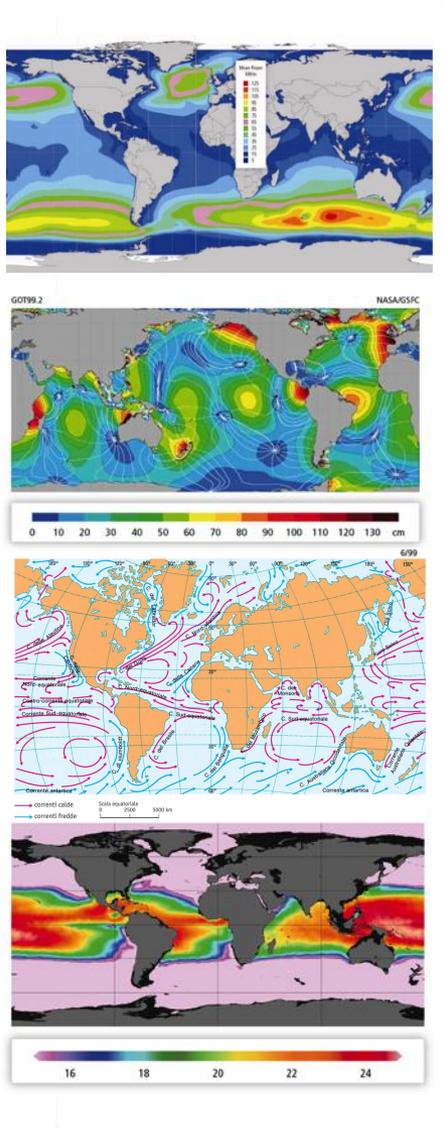
16 18 20 22 24

Mappa globale della differenza media annuale di temperatura tra 20m e 1000m (Nihous, 2010).

Fonti di energia negli oceani

Correnti Marine

■ **Correnti marine:** energia cinetica delle correnti dovute alla differenza di densità tra masse d'acqua e/o al vento superficiale.

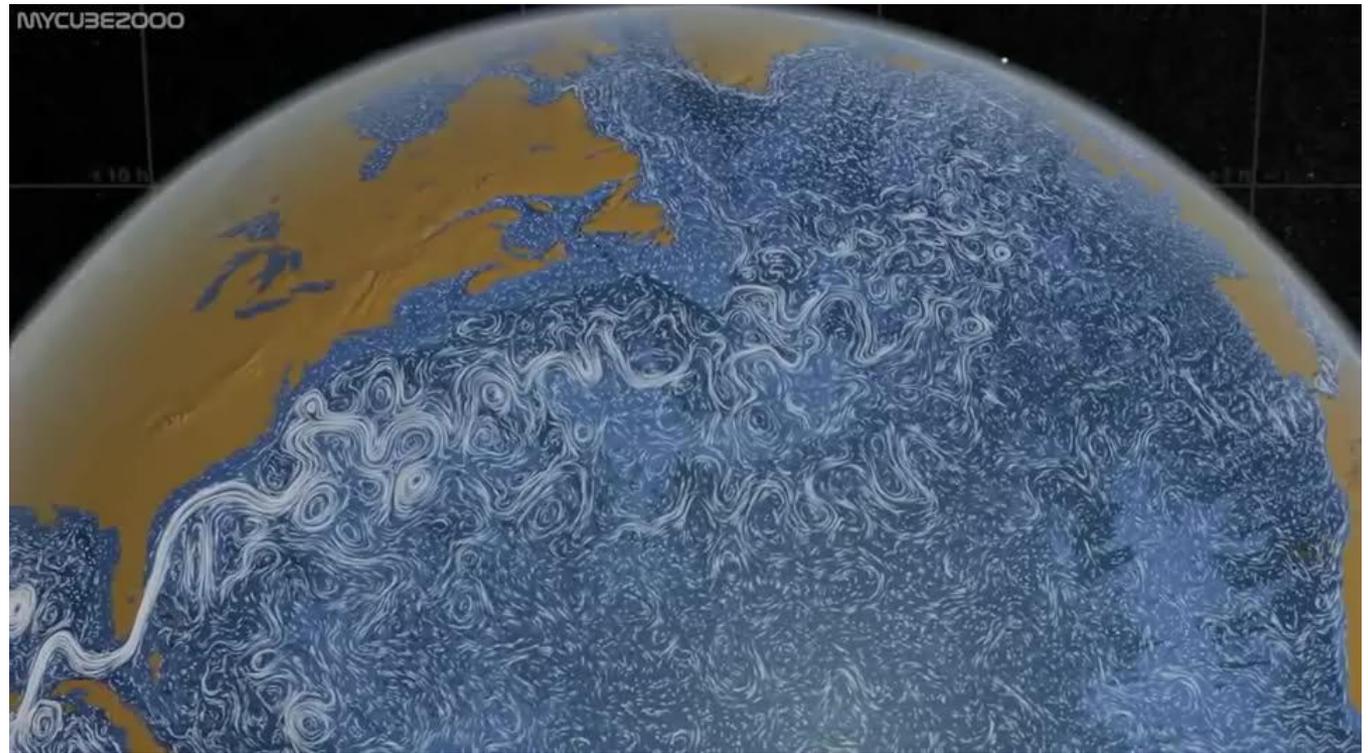
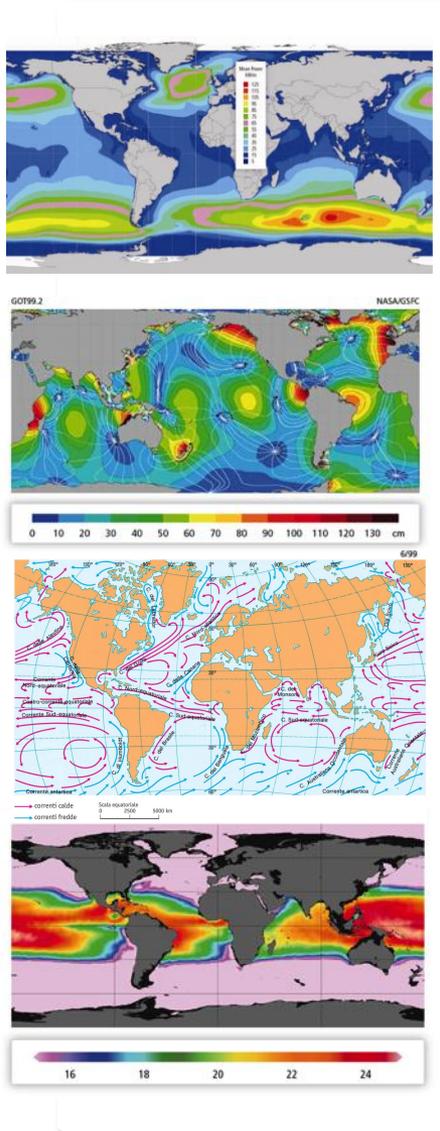


Distribuzione globale delle correnti marine (no maree)

Fonti di energia negli oceani

Correnti Marine

- **Correnti marine:** energia cinetica delle correnti dovute alla differenza di densità tra masse d'acqua e/o al vento superficiale.

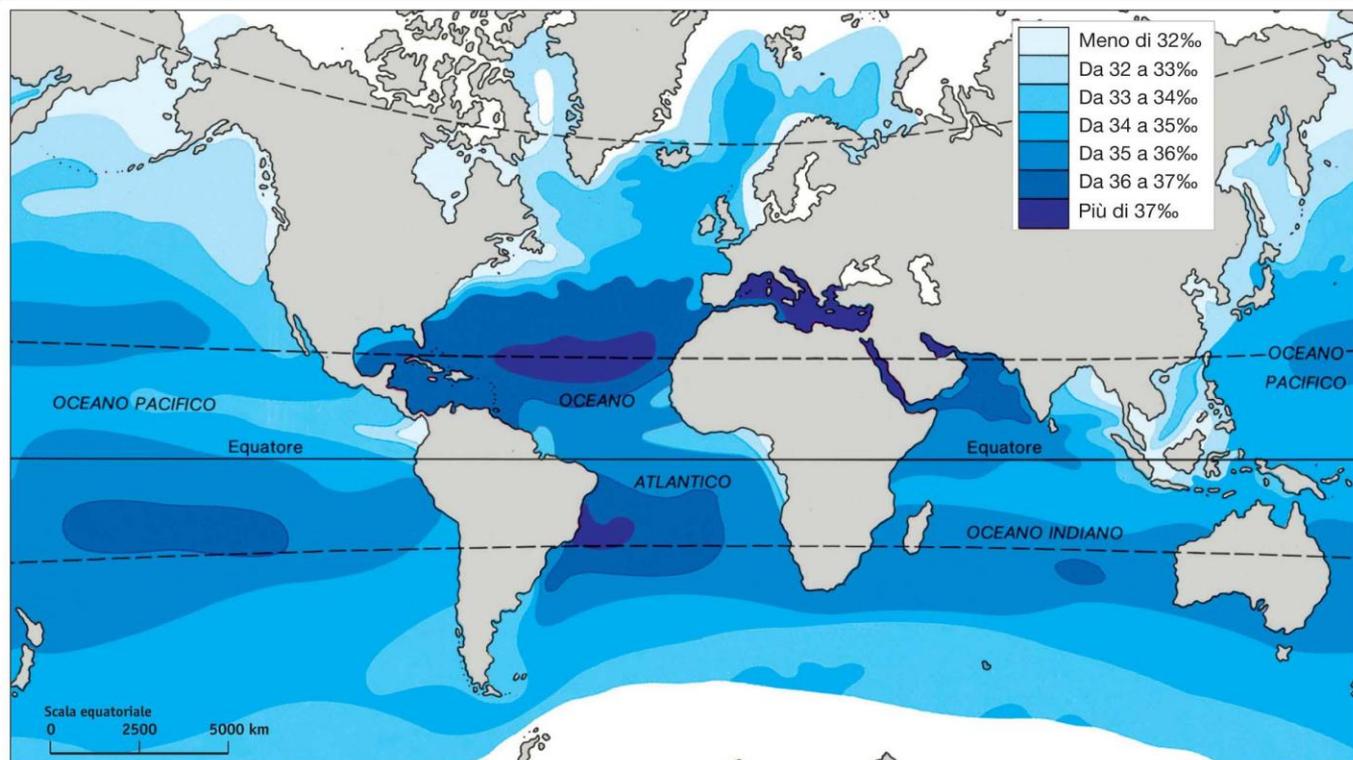
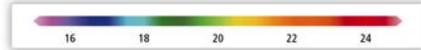
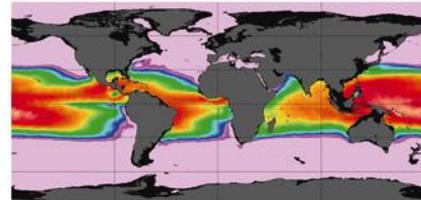
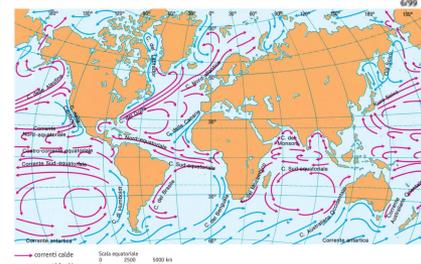
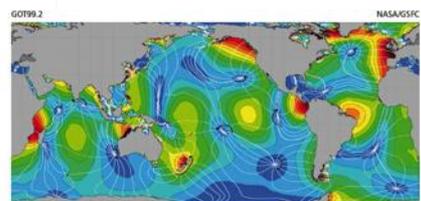
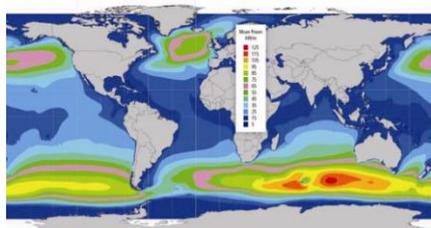


Simulazione delle correnti marine (NASA)

Background – Fonti di energia negli oceani

6 Fonti di energia distinte

- **Gradiente di salinità:** energia osmotica derivata dalla differenza di salinità tra gli oceani e l'acqua dolce presente alla foce dei fiumi.



Salinità delle acque marine

Fonti di energia negli oceani

6 Fonti di energia distinte

■ **Onde:** energia cinetica trasferita dal vento alla superficie degli oceani.

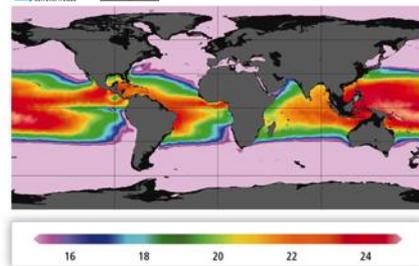
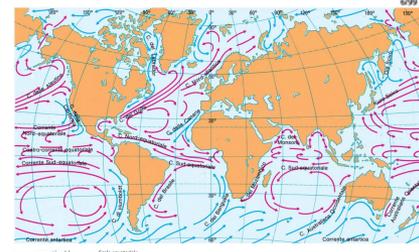
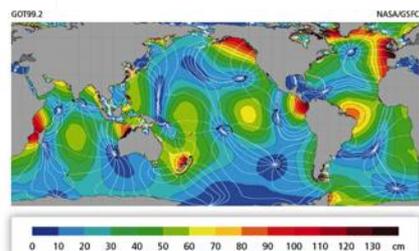
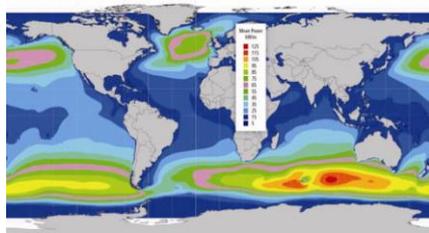
■ **Maree:** energia potenziale derivata dall'attrazione gravitazionale luni-solare degli oceani.

■ **Correnti di marea:** energia cinetica delle correnti marine derivate dall'innalzamento e abbassamento della colonna d'acqua a causa delle maree.

■ **Correnti marine:** energia cinetica delle correnti dovute alla differenza di densità tra masse d'acqua e/o al vento superficiale.

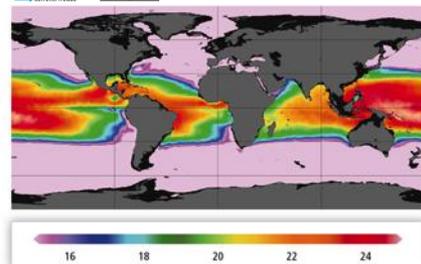
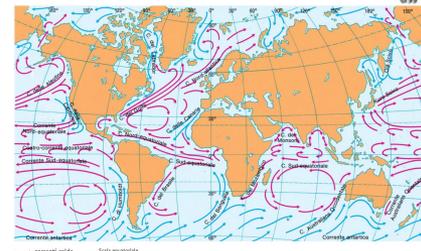
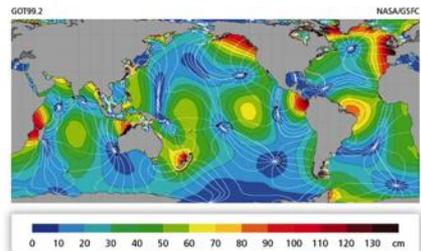
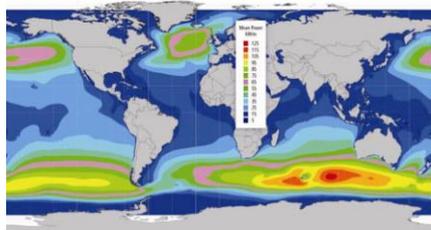
■ **Gradienti di temperatura:** energia termica derivata dalla differenza di temperatura tra gli strati superficiali degli oceani riscaldati direttamente dal sole e gli strati profondi più freddi.

■ **Gradiente di salinità:** energia osmotica derivata dalla differenza di salinità tra gli oceani e l'acqua dolce presente alla foce dei fiumi.



Fonti di energia nel Mediterraneo

6 Fonti di energia distinte



■ **Onde:** energia cinetica trasferita dal vento alla superficie degli oceani.

■ **Maree:** energia potenziale derivata dall'attrazione gravitazionale luni-solare degli oceani.

■ **Correnti di marea:** energia cinetica delle correnti marine derivate dall'innalzamento e abbassamento della colonna d'acqua a causa delle maree.

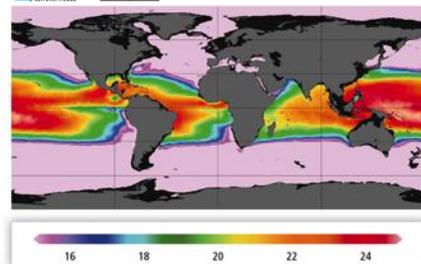
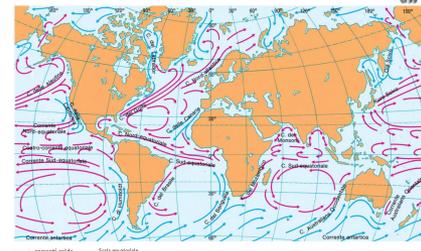
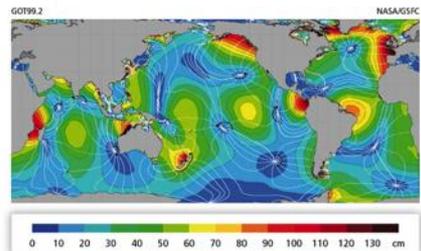
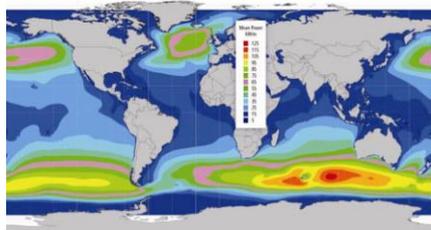
■ **Correnti marine:** energia cinetica delle correnti dovute alla differenza di densità tra masse d'acqua e/o al vento superficiale.

■ **Gradienti di temperatura:** energia termica derivata dalla differenza di temperatura tra gli strati superficiali degli oceani riscaldati direttamente dal sole e gli strati profondi più freddi.

■ **Gradiente di salinità:** energia osmotica derivata dalla differenza di salinità tra gli oceani e l'acqua dolce presente alla foce dei fiumi.

Fonti di energia nel Mediterraneo

6 Fonti di energia distinte



■ **Onde:** energia cinetica trasferita dal vento alla superficie degli oceani.

■ **Maree:** energia potenziale derivata dall'attrazione gravitazionale luni-solare degli oceani.

■ **Correnti di marea:** energia cinetica delle correnti marine derivate dall'innalzamento e abbassamento della colonna d'acqua a causa delle maree.

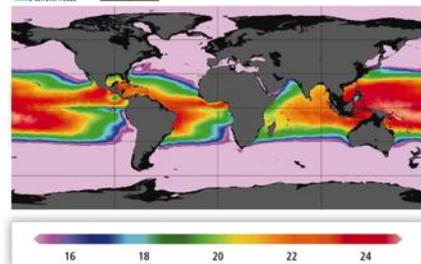
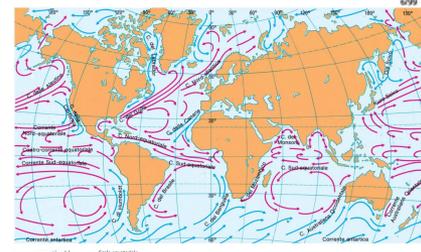
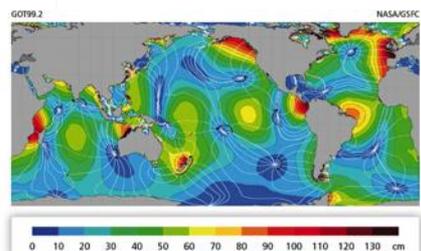
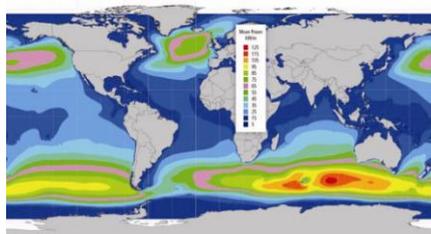
■ **Correnti marine:** energia cinetica delle correnti dovute alla differenza di densità tra masse d'acqua e/o al vento superficiale.

■ **Gradienti di temperatura:** energia termica derivata dalla differenza di temperatura tra gli strati superficiali degli oceani riscaldati direttamente dal sole e gli strati profondi più freddi.

■ **Gradiente di salinità:** energia osmotica derivata dalla differenza di salinità tra gli oceani e l'acqua dolce presente alla foce dei fiumi.

Background – Fonti di energia nel Mediterraneo

6 Fonti di energia distinte



■ **Onde:** energia cinetica trasferita dal vento alla superficie degli oceani.

■ **Maree:** energia potenziale derivata dall'attrazione gravitazionale luni-solare degli oceani.

■ **Correnti di marea:** energia cinetica delle correnti marine derivate dall'innalzamento e abbassamento della colonna d'acqua a causa delle maree.

■ **Correnti marine:** energia cinetica delle correnti dovute alla differenza di densità tra masse d'acqua e/o al vento superficiale.

■ **Gradienti di temperatura:** energia termica derivata dalla differenza di temperatura tra gli strati superficiali degli oceani riscaldati direttamente dal sole e gli strati profondi più freddi.

■ **Gradiente di salinità:** energia osmotica derivata dalla differenza di salinità tra gli oceani e l'acqua dolce presente alla foce dei fiumi.

Dispositivi di conversione: Maree – Barriere artificiali

Existing Sihwa Single Current-typed Tidal Power



SIHWA (Corea) 2014



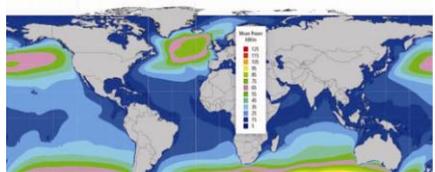
Rance Tidal Power Station
France 1966



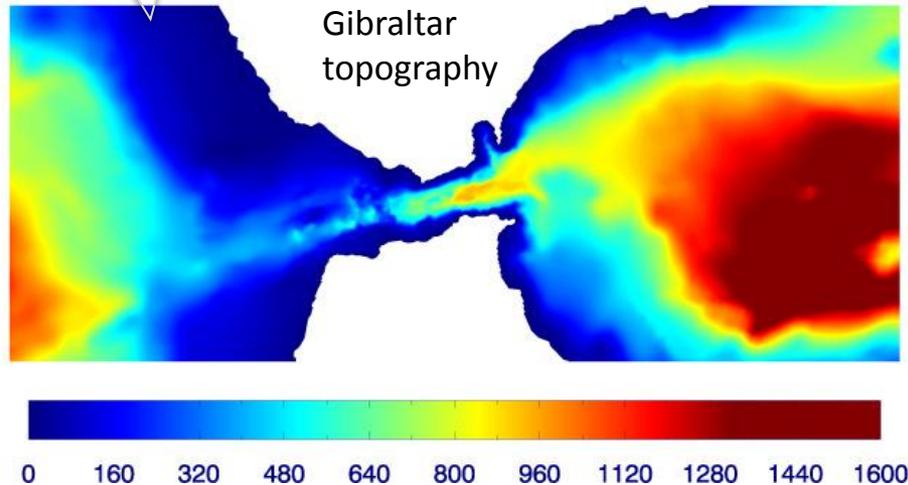
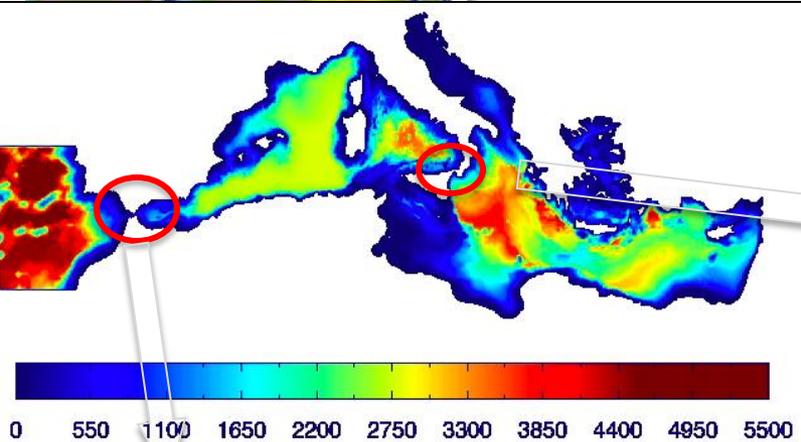
Dispositivi di conversione: Correnti di Marea



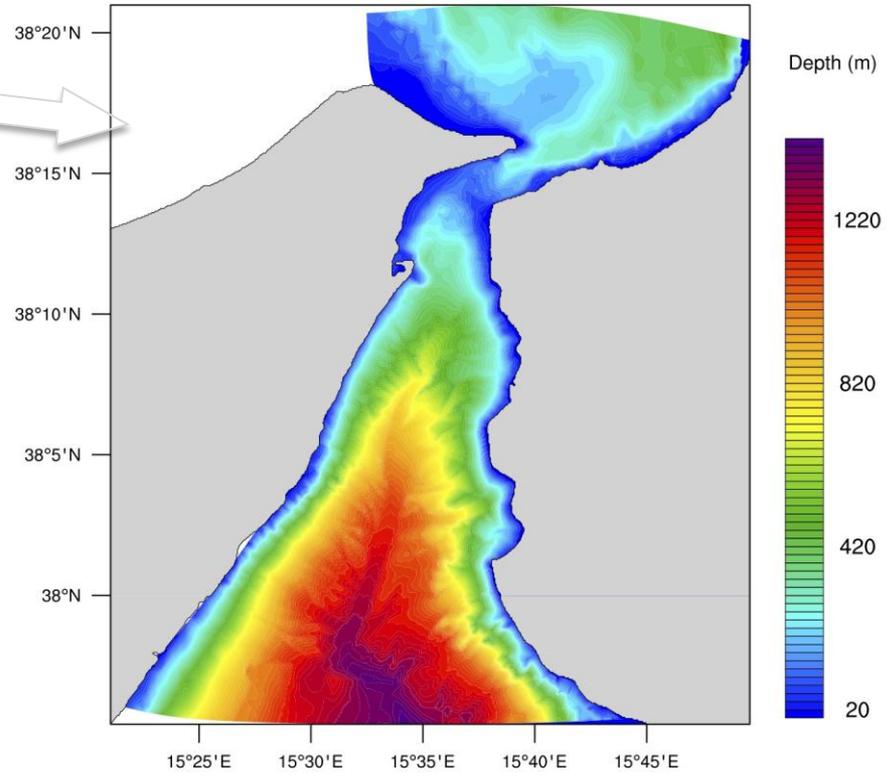
Correnti di marea nel Mediterraneo



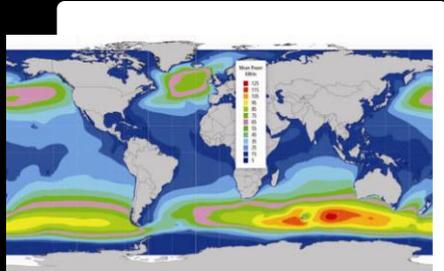
■ **Correnti di marea:** energia cinetica delle correnti marine derivate dall'innalzamento e abbassamento della colonna d'acqua a causa delle maree.



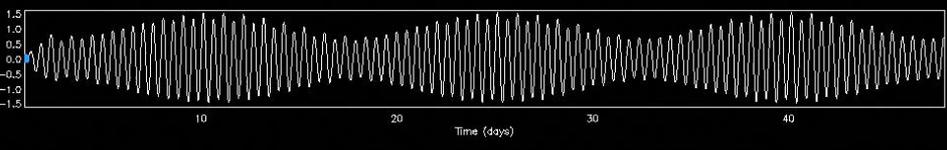
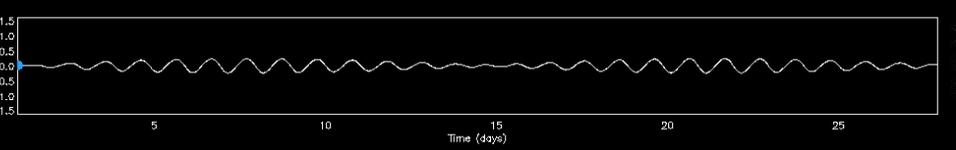
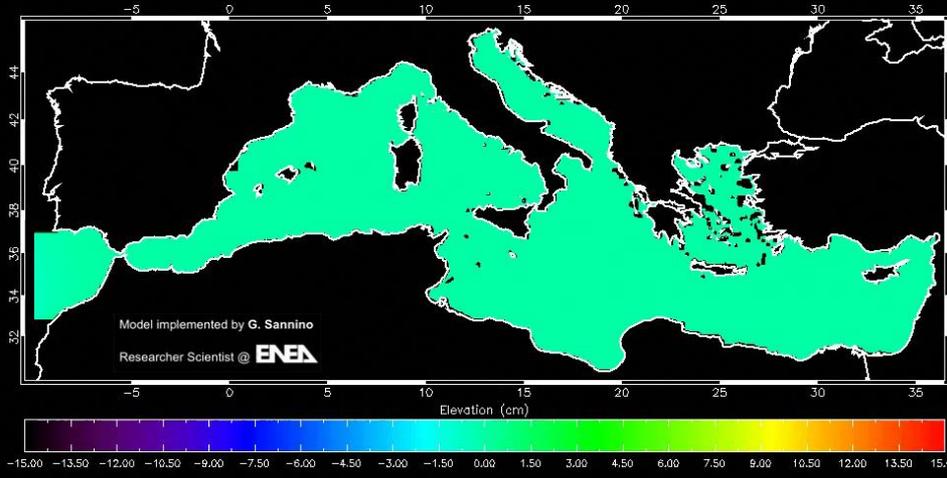
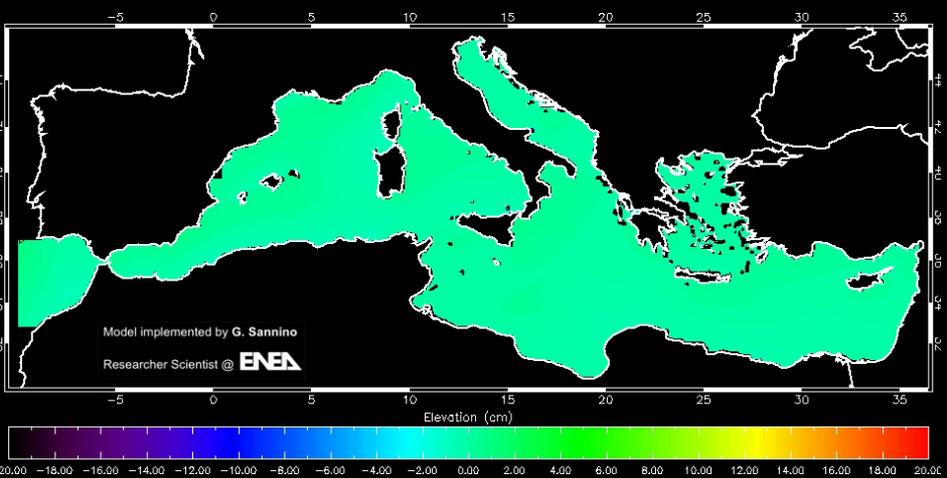
Strait of Messina topography



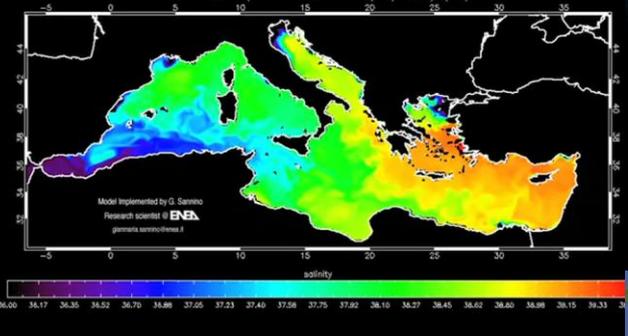
Correnti di marea nel Mediterraneo



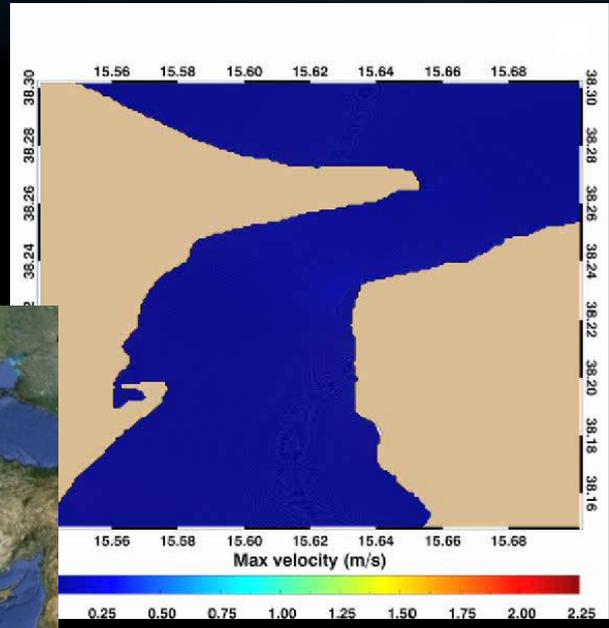
■ **Correnti di marea:** energia cinetica delle correnti marine derivate dall'innalzamento e abbassamento della colonna d'acqua a causa delle maree.



Correnti di marea negli stretti del Mediterraneo



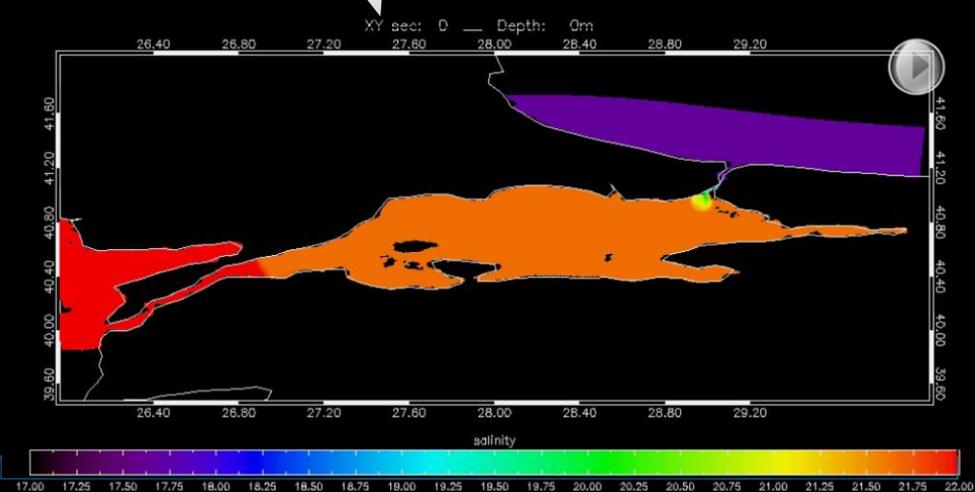
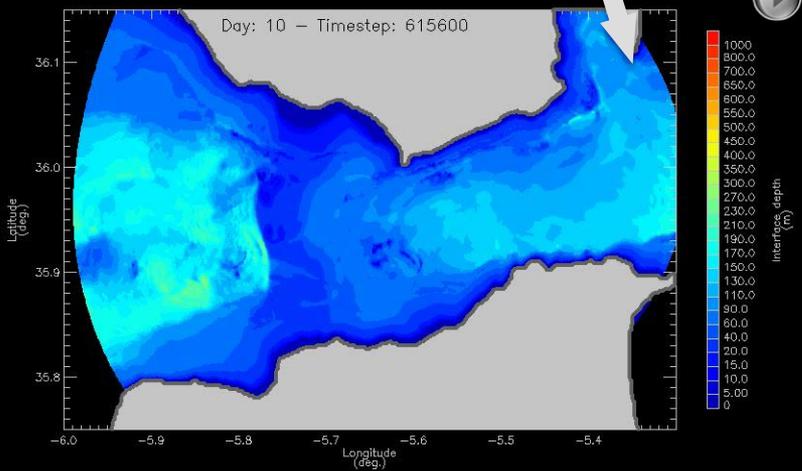
Strait of Messina (ENEA)



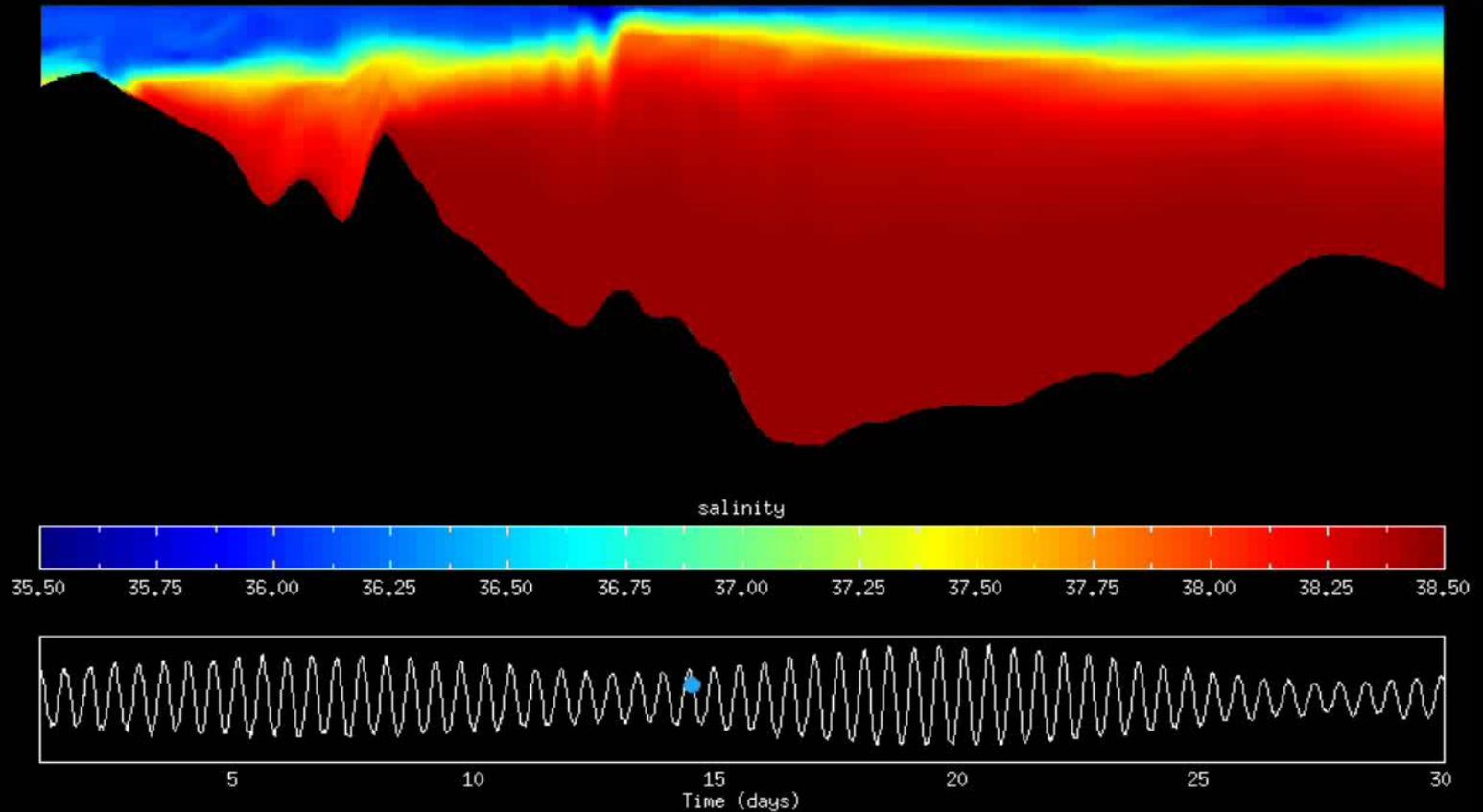
Strait of Gibraltar (ENEA)



Turkish Straits System (ENEA+METU)



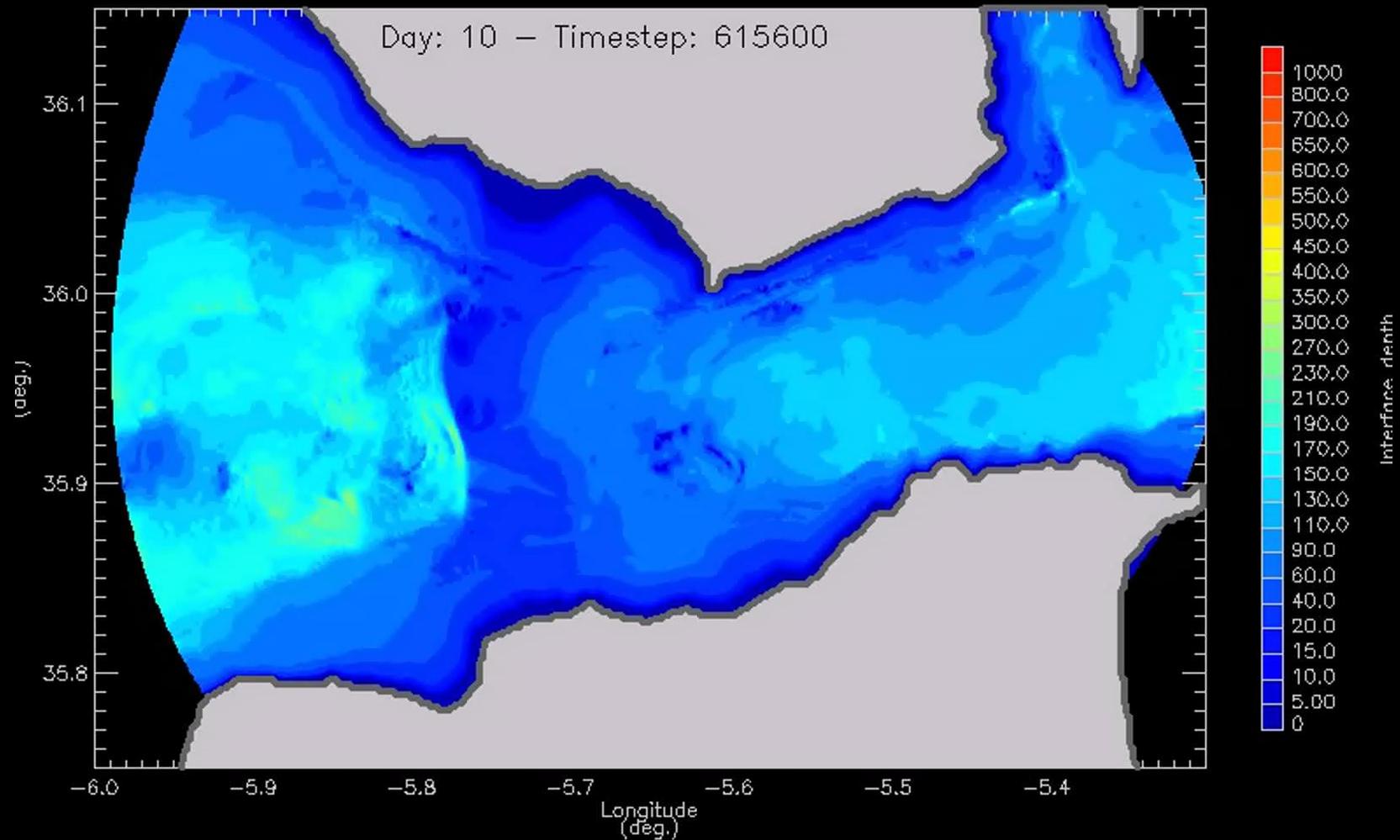
Maree nello Stretto di Gibilterra



salinity along-strait section

- Sannino et al, JGR-Book, 2013
- Sannino et al, JGR, 2007
- Sannino et al, JPO, 2009
- Sannino et al, NC, 2005
- Sanchez et al, JGR, 2009
- Sannino et al, JGR, 2004
- Garrido et al, JGR, 2008
- Sannino et al, JGR, 2002
- Garcia-Lafuente et al, JGR, 2007

Evoluzione delle onde interne nello Stretto di Gibilterra



Sannino et AGU-BOOK 2014

Lafuente et al. JMS 2013

Garrido et al. JGR 2011

Interface depth evolution

NEMERTE – Numerical Experiment on the Mediterranean model response to Enhanced Resolution and Tide

Project leader: Gianmaria Sannino, ENEA, ITALY

Collaborators:

Patrick Heimbach, Massachusetts Institute of Technology (MIT), UNITED STATES

Gabriel Jorda Sanchez, Mediterranean Institute for Advanced Studies (IMEDEA), SPAIN

Vincenzo Artale, ENEA, Italy

Adriana Carillo, ENEA, Italy

Emanuele Lombardi, ENEA, Italy

Giovanna Pisacane, ENEA, Italy

MariaVittoria Struglia, ENEA, Italy

FERMI@CINECA

Architecture: 10 BGQ Frames

Model: IBM-BG/Q

Processor type: IBM PowerA2 @1.6 GHz

Computing Cores: 163840

Computing Nodes: 10240

RAM: 1GByte / core (163 PByte total)

Internal Network: 5D Torus

Disk Space: 2PByte of scratch space

Peak Performance: 2PFlop/s

N. 7 in Top 500 rank (June 2012)

National and PRACE Tier-0 calls

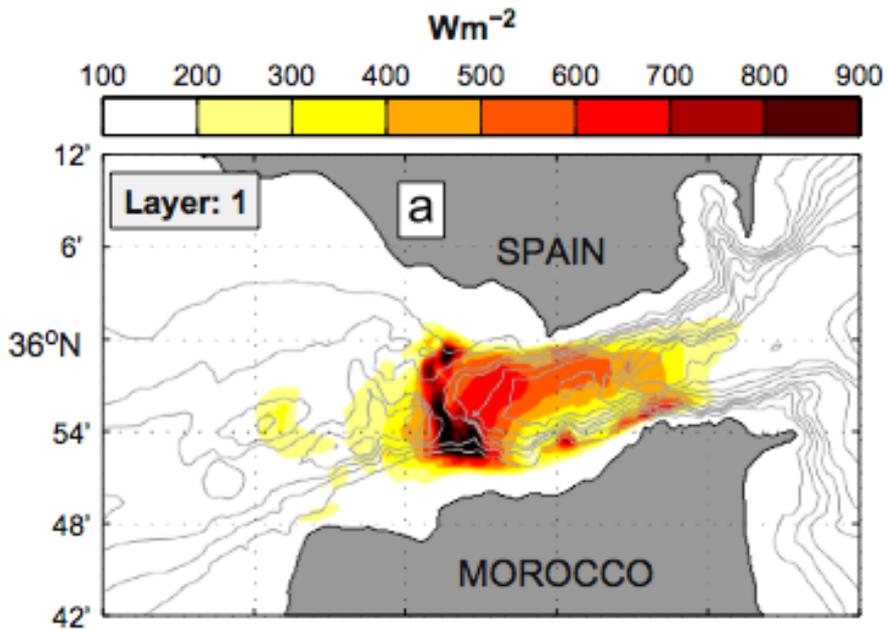
NEMERTE Resource Awarded:
18 Million core hours on FERMI



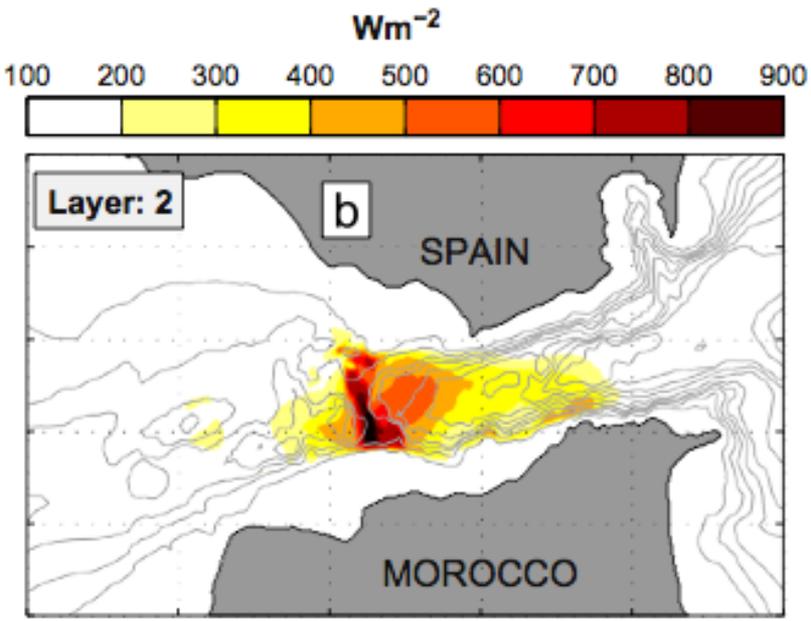
The mission of **PRACE** (Partnership for Advanced Computing in Europe) is to enable high impact scientific discovery and engineering research and development across all disciplines to enhance European competitiveness for the benefit of society. PRACE seeks to realize this mission by offering world class computing and data management resources and services through a peer review process.

Calcolo dell'energia delle maree a Gibilterra

$$P = \frac{1}{2} rV^3$$



Layer1: 25m-70m



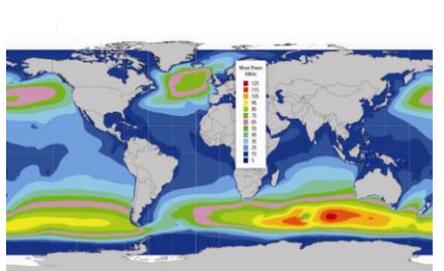
Layer2: 70m-115m

Calero Quesada et al. 2014

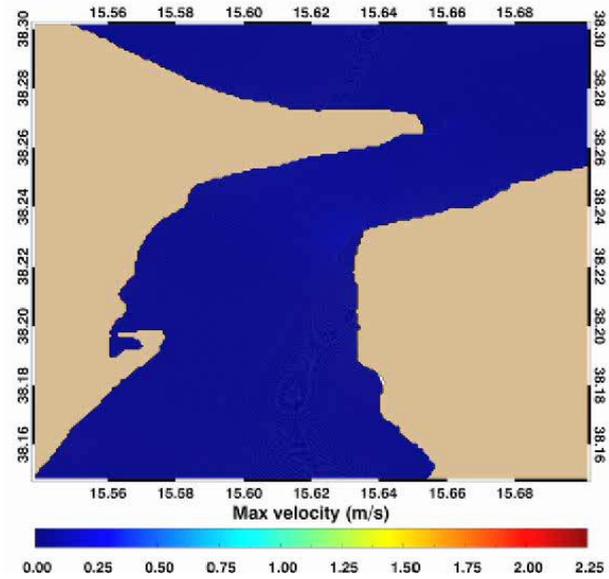
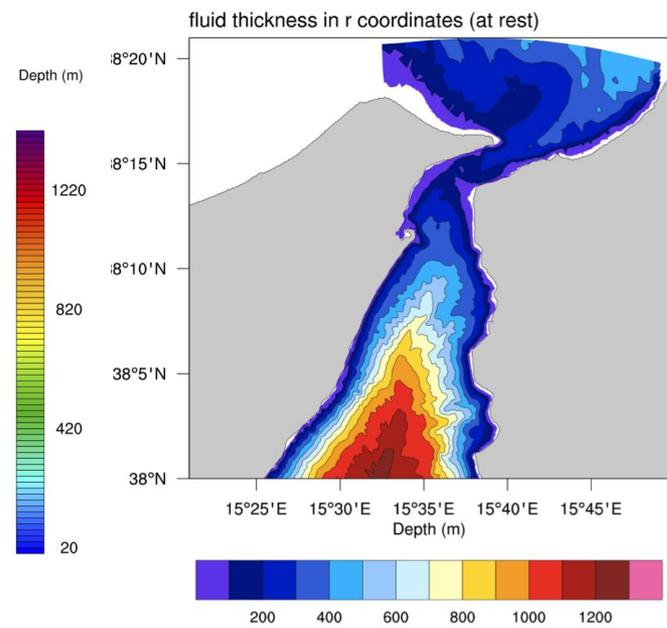
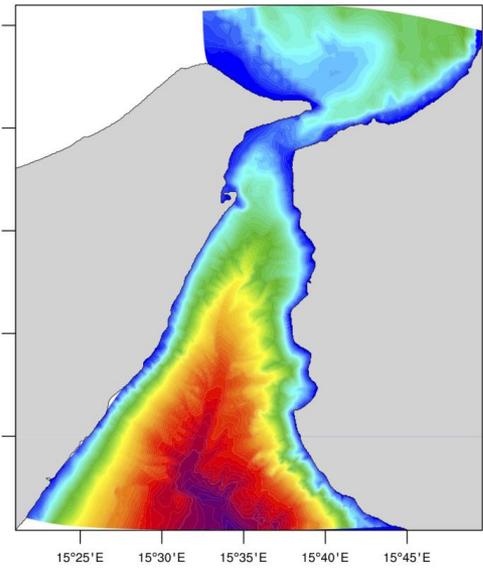
Mean Energy Flux in W/m^2

Calcolo dell'energia delle maree nello stretto di Messina

Mediterranean and strait models



■ **Correnti di marea:** energia cinetica delle correnti marine derivate dall'innalzamento e abbassamento della colonna d'acqua a causa delle maree.



Calcolo dell'energia delle maree nello stretto di Messina



Messina tidal model

ADAG
Aircraft
Design &
AeroFlightDynamics
Group



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA
INDUSTRIALE

SEZIONE
INGEGNERIA AEROSPAZIALE

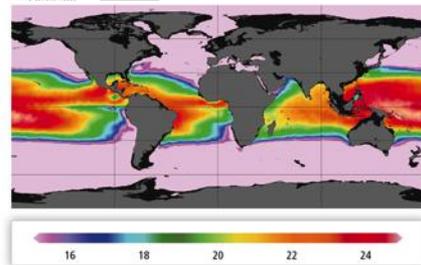
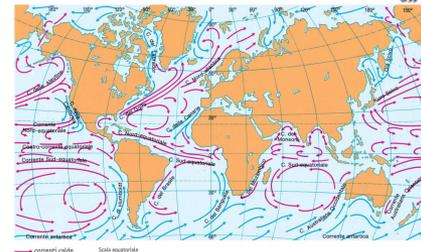
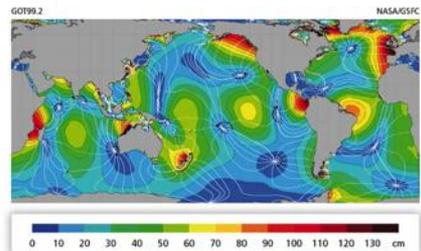
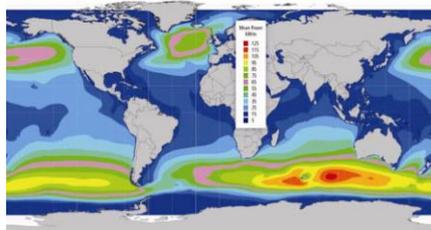


Tabella 22. Produzioni fattorie – sistema GEM

GEM											
Località riferimento	Lat.	Lon.	Vmax (m/s)	Area impianto (km ²)	Densità (unità/km ²)	Numero unità	Potenza max unità (kW)	Potenza installata (kW)	Energia annua (MWh)	Ore equivalenti (h)	
Punta Pezzo	38°14'00"N	15°38'00"E	2.95	0.5538	36	19	1001.1	19021.47	46240.5	2431.0	
Località riferimento	Lat.	Lon.	Vmax (m/s)	Area impianto (km ²)	Densità (unità/km ²)	Numero unità	Potenza max unità (kW)	Potenza installata (kW)	Energia annua (MWh)	Ore equivalenti (h)	
Adiacenze NW di T. Cavallo	38°15'00"N	15°40'40"E	1.60	1.1068	36	39	1001.1	39044.1	17959.4	460.0	
Spiaggia tra Ganzirri e Torre Faro	38°15'24"N	15°37'54"E	2.17	0.8004	36	28	1001.1	28031.6	26144.6	932.7	
Adiacenze di S. Agata	38°14'54"N	15°36'24"E	1.83	1.1819	36	42	1001.1	42047.5	28394.3	675.3	
Adiacenze di Pace	38°14'09"N	15°35'12"E	1.61	2.0578	36	74	1001.1	74083.6	26420.6	356.6	
									Etot=	145159.5	MWh
						eta_wake=	0.712	Etot_wake=	103353.6	MWh	

Fonti di energia nel Mediterraneo

6 Fonti di energia distinte



■ **Onde:** energia cinetica trasferita dal vento alla superficie degli oceani.

■ **Maree:** energia potenziale derivata dall'attrazione gravitazionale luni-solare degli oceani.

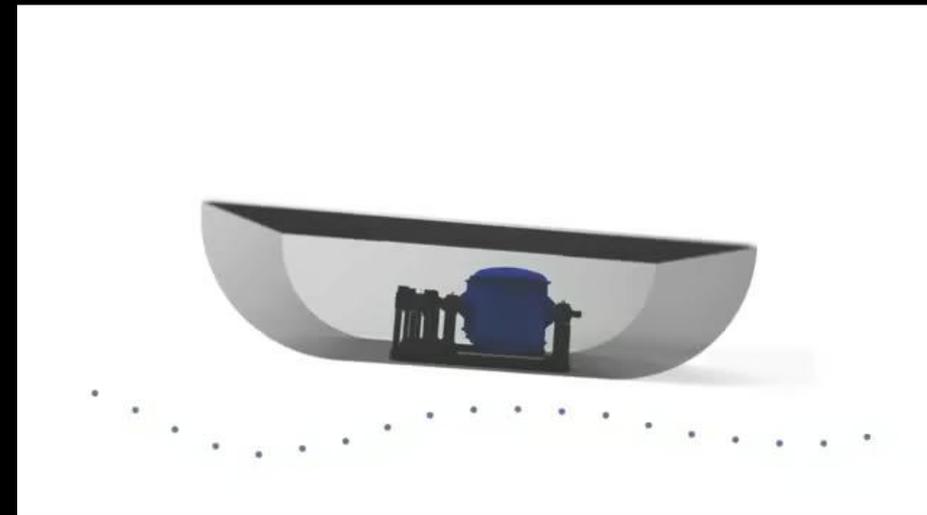
■ **Correnti di marea:** energia cinetica delle correnti marine derivate dall'innalzamento e abbassamento della colonna d'acqua a causa delle maree.

■ **Correnti marine:** energia cinetica delle correnti dovute alla differenza di densità tra masse d'acqua e/o al vento superficiale.

■ **Gradienti di temperatura:** energia termica derivata dalla differenza di temperatura tra gli strati superficiali degli oceani riscaldati direttamente dal sole e gli strati profondi più freddi.

■ **Gradiente di salinità:** energia osmotica derivata dalla differenza di salinità tra gli oceani e l'acqua dolce presente alla foce dei fiumi.

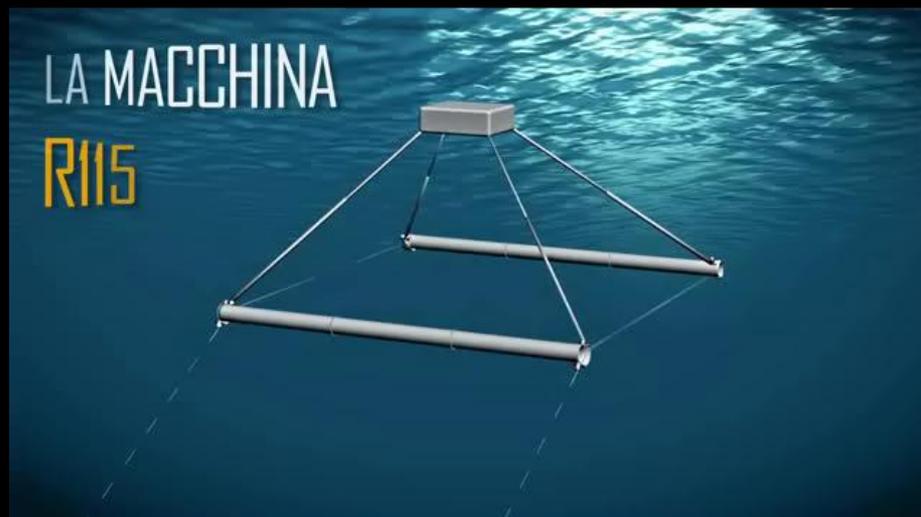
Dispositivi di conversione: ONDE



ISWEC -W4E

ISWEC -W4E

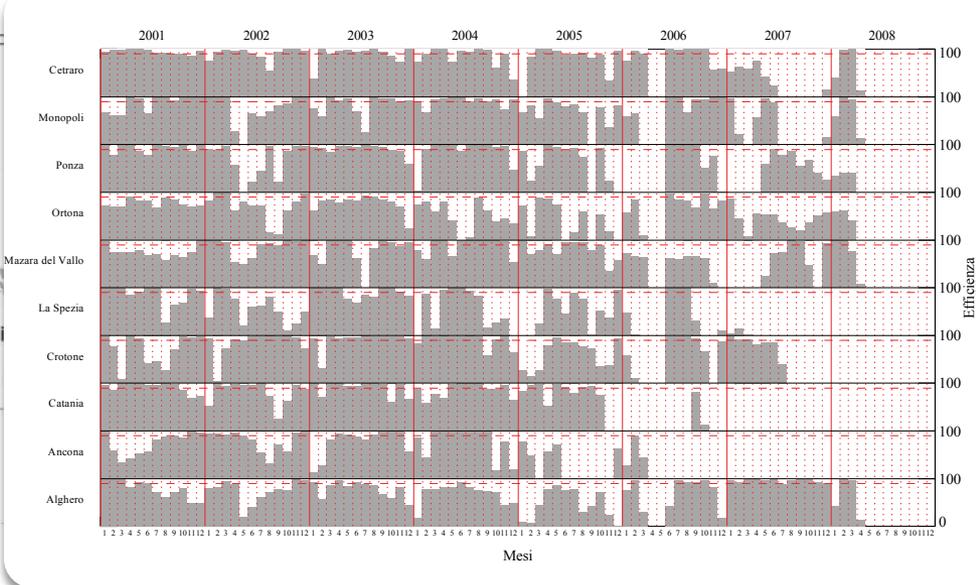
Dispositivi di conversione: ONDE



40SouthEnergy ENEL GP

Energia delle onde lungo le coste italiane

Traditional approach: using the Italian Wave measuring Network (Rete Ondametrica Nazionale, RON) managed by Institute for Environmental Protection and Research (ISPRA)

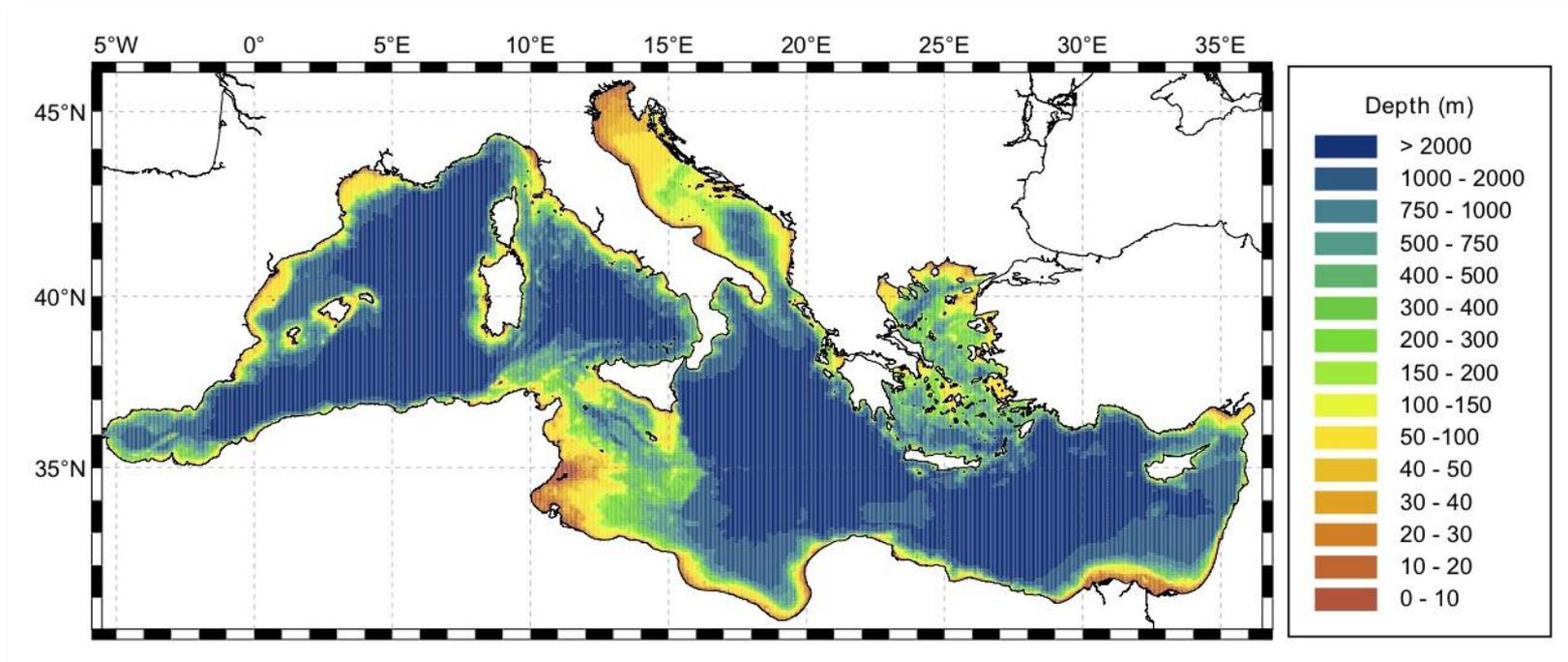


Buoy	First Record	Last Record	3hr Records after 1/1/2001	Expected 3hr records	Efficiency (%)
Alghero	01/07/1989	05/04/2008	15283	21210	72.1
Catania	01/07/1989	05/10/2006	12549	16827	80.2
Crotona	01/07/1989	15/07/2007	14962	19093	78.4
La Spezia	01/07/1989	31/03/2007	10952	18240	60.0
Mazara del Vallo	01/07/1989	04/04/2008	15323	21207	72.3
Monopoli	01/07/1989	05/04/2008	15641	21209	73.7
Ortona	01/07/1989	24/03/2008	12786	21113	60.6
Ponza	01/07/1989	31/03/2008	14479	21169	68.4
Cetraro	28/02/1999	05/04/2008	16630	21209	78.4
Ancona	10/03/1999	31/05/2006	10212	15812	64.6
Capo Comino	01/01/2004	12/09/2005	3813	5664	67.3
Capo Gallo	01/01/2004	31/03/2008	9001	12408	72.5
Capo Linaro	02/01/2004	12/09/2006	5441	7872	69.1
Punta della Maestra	02/01/2004	24/11/2004	2616	7872	62.8
Cagliari	06/02/2007	02/03/2008	1986	3120	63.7



Energia delle onde lungo le coste italiane

Batimetria e dominio computazione del modello usato in ENEA



Model computational domain and bathymetry

Model implemented: WAM (*Wave prediction Model*)

Resolution 1/16 x 1/16 (about 7Km)

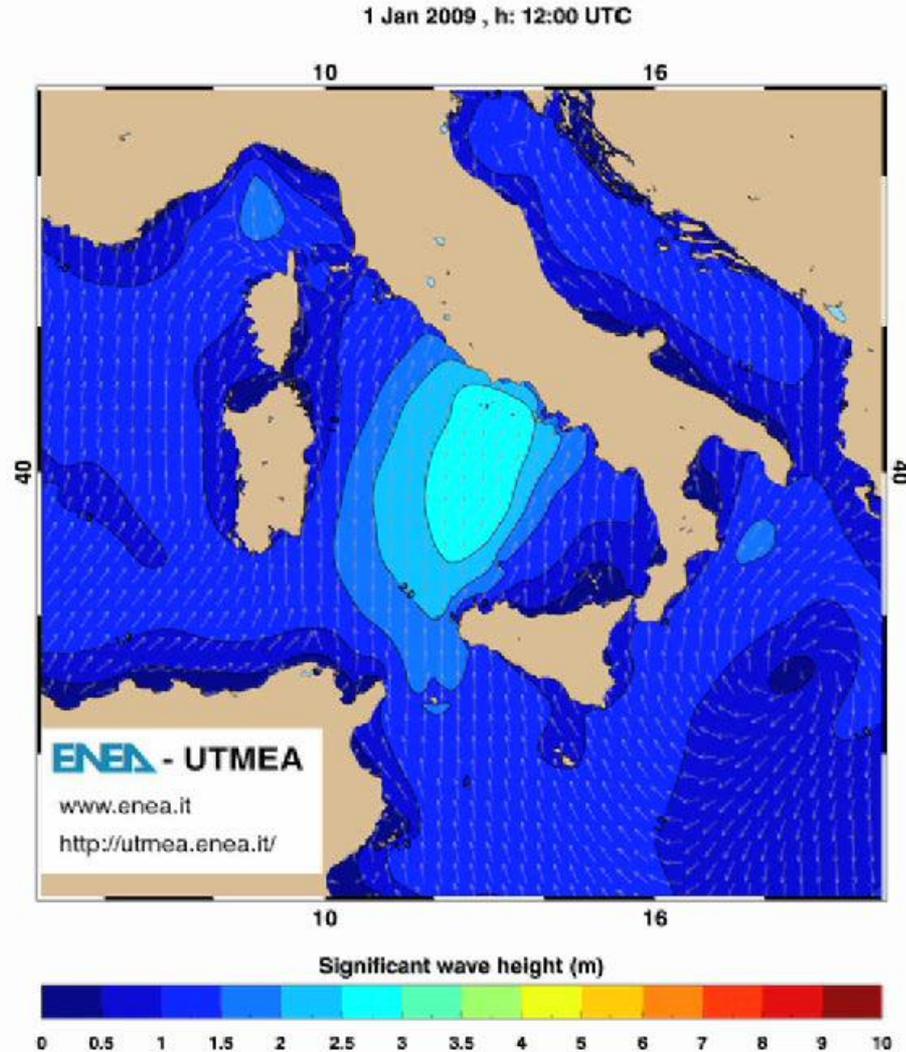
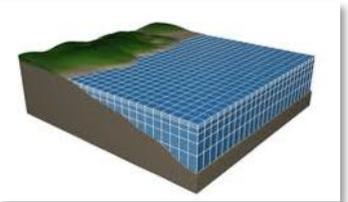
ECMWF (European Centre for Medium range Weather Forecast) wind field data (analysis 2001-2010)

Energia delle onde lungo le coste italiane

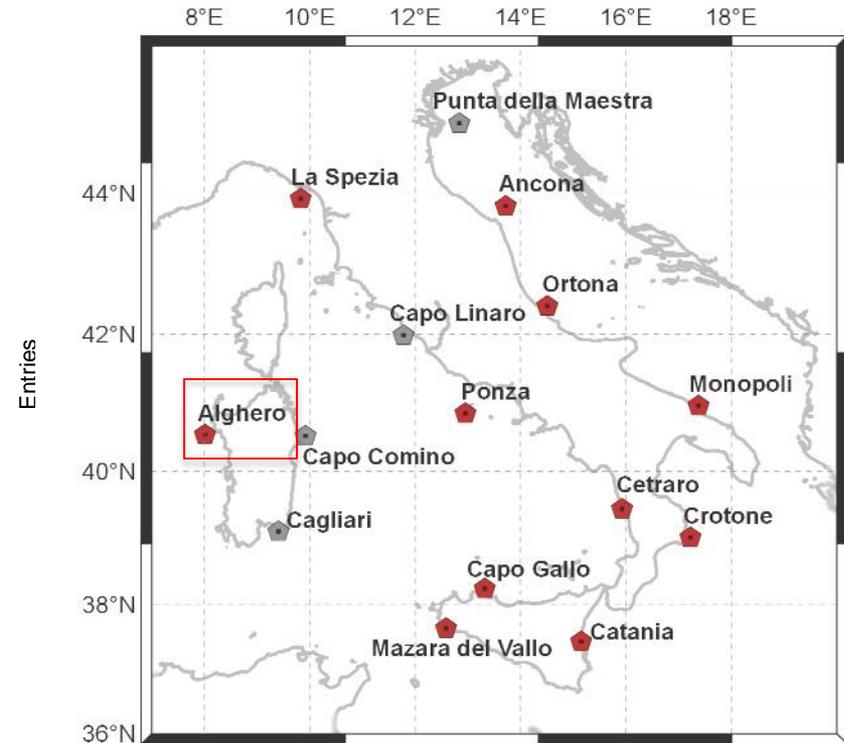
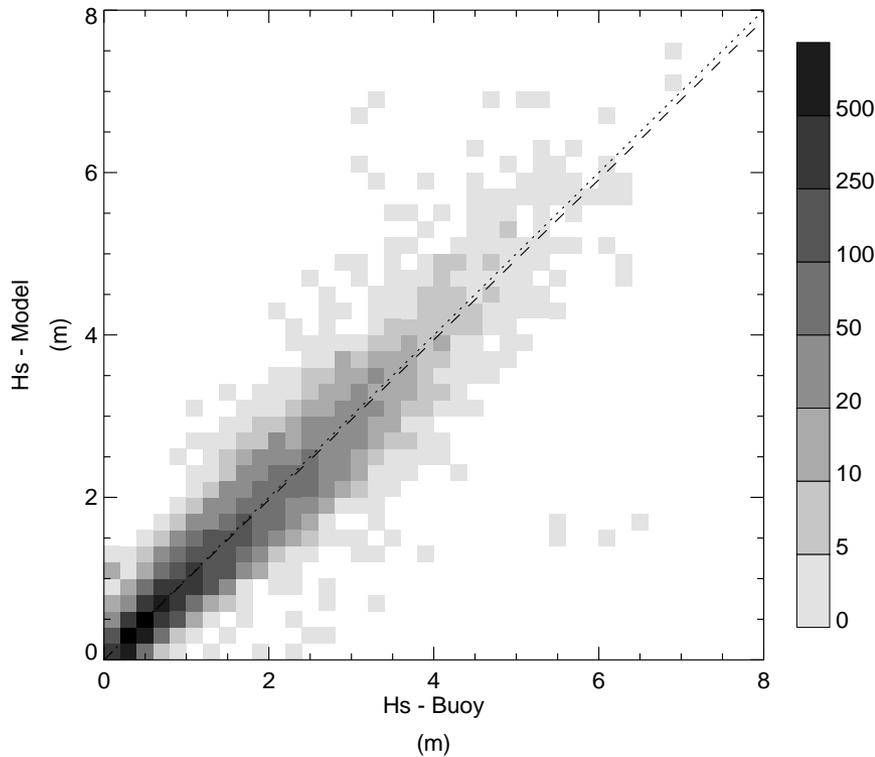
I calcolatori utilizzati per le simulazioni



www.cresco.enea.it



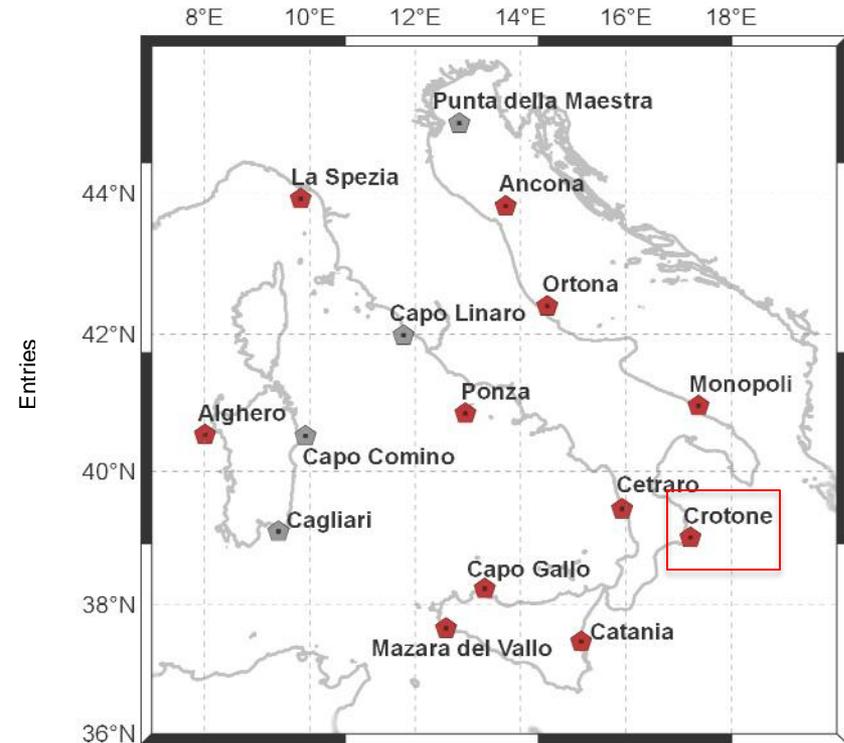
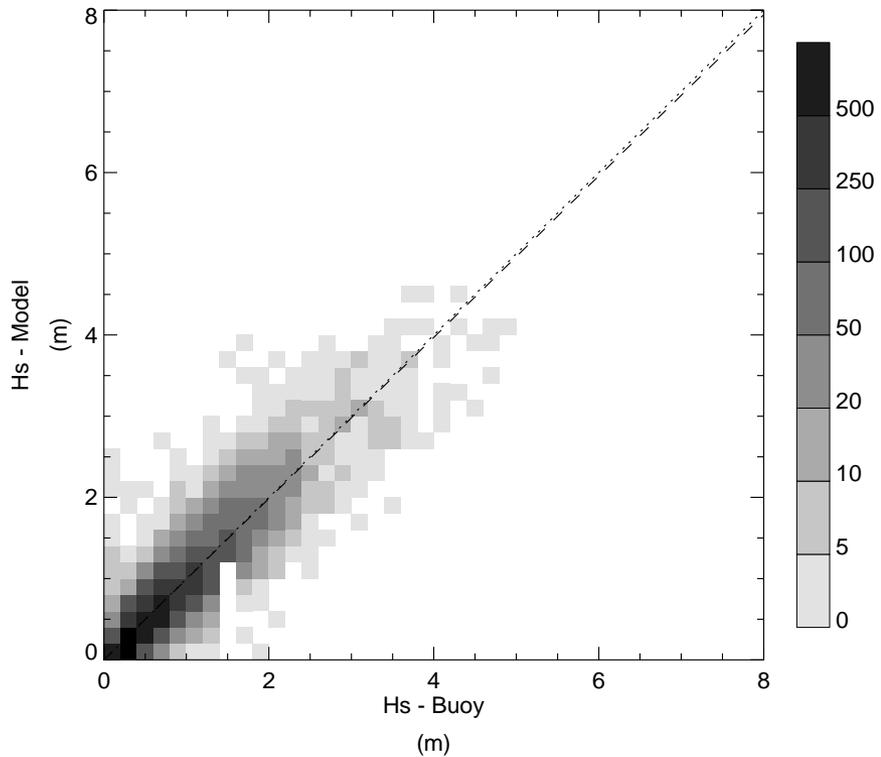
ALGERO



Correlation between buoy and model H_s at **Alghero**. Dashed line is the best fit line between model and buoy data points.

Period considered 2001-2010

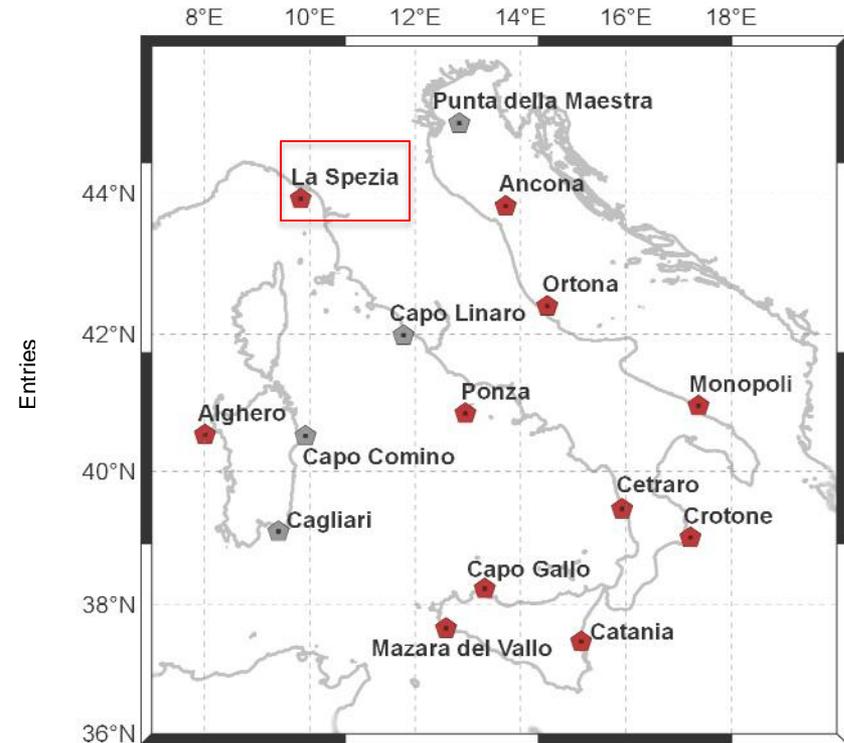
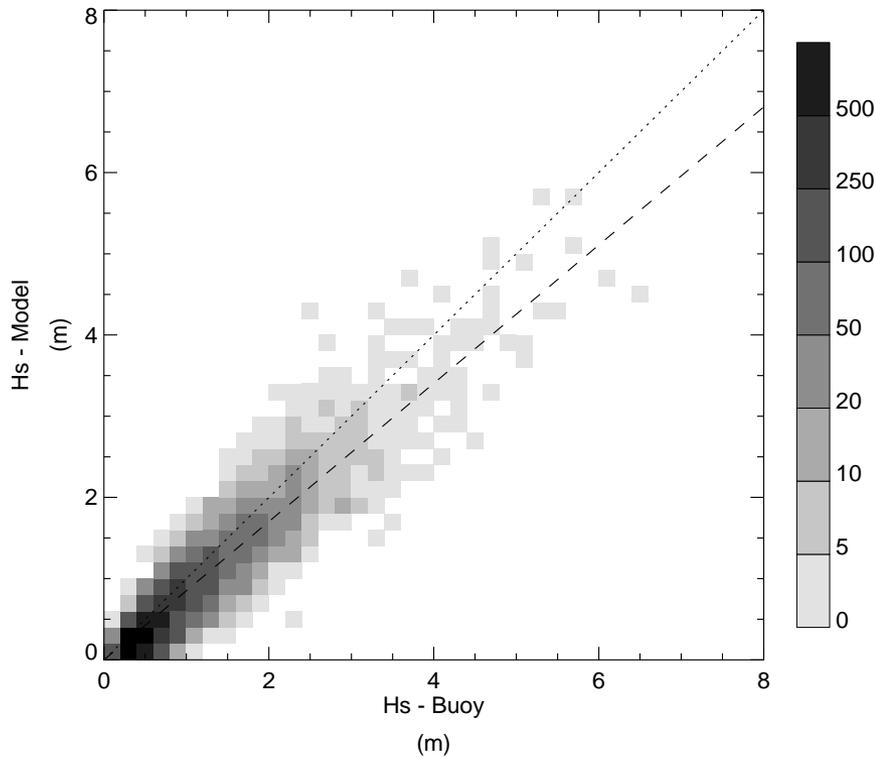
CROTONE



Correlation between buoy and model H_s at **Crotone**. Dashed line is the best fit line between model and buoy data points.

Period considered 2001-2010

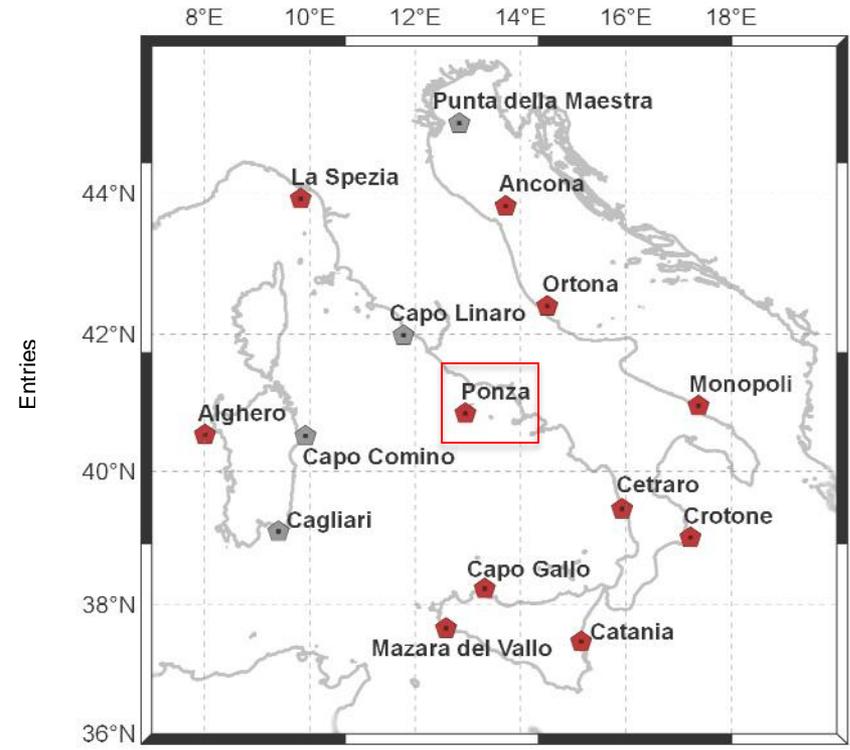
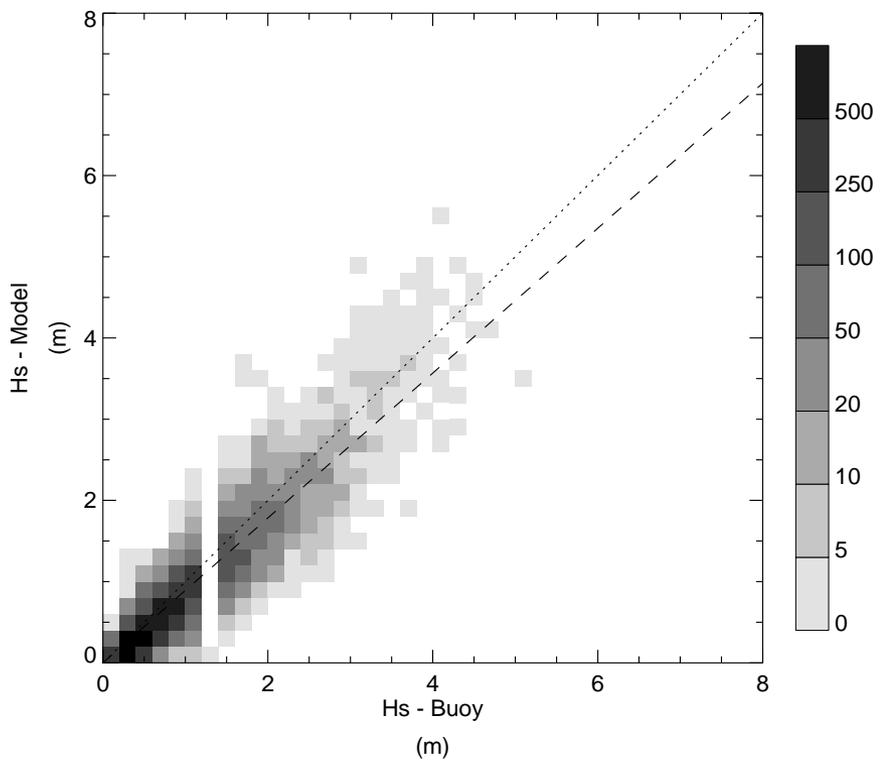
LA SPEZIA



Correlation between buoy and model H_s at **La Spezia**. Dashed line is the best fit line between model and buoy data points.

Period considered 2001-2010

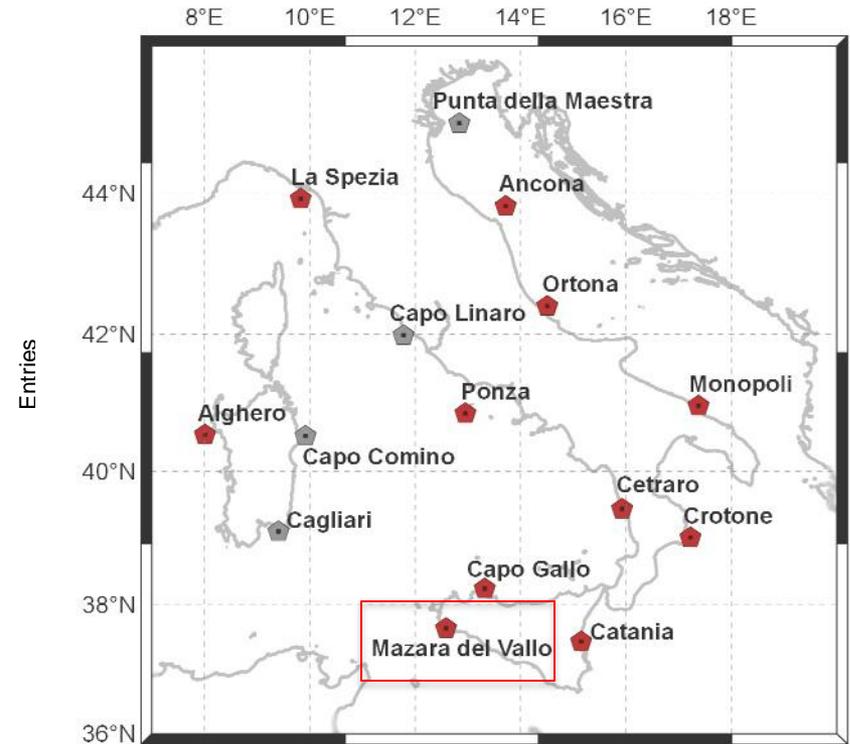
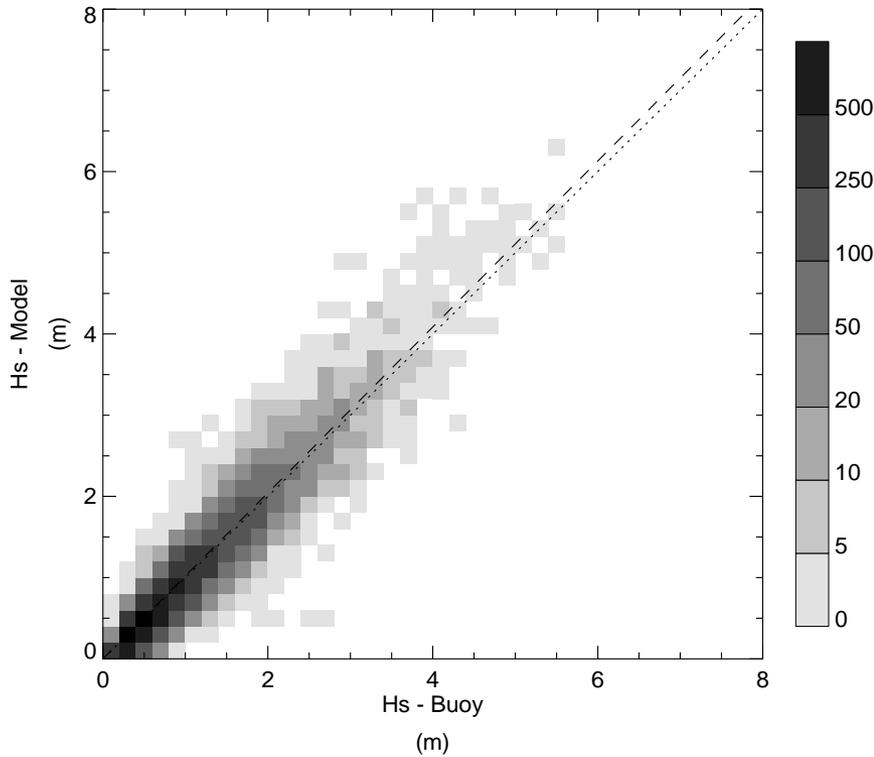
PONZA



Correlation between buoy and model H_s at **Ponza**. Dashed line is the best fit line between model and buoy data points. Period considered 2001-2010

Validazione del modello numerico

Mazzara del Vallo



Correlation between buoy and model H_s at **Mazara del Vallo**. Dashed line is the best fit line between model and buoy data points.

Period considered 2001-2010

Validazione del modello numerico (altezza significativa)

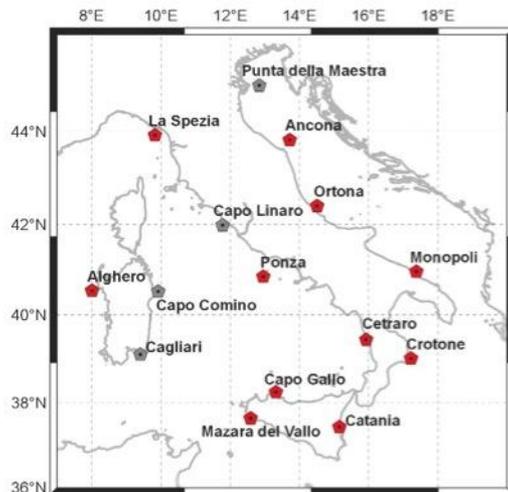
Numerical Wave model vs buoy: statistics

$$bias = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - x_i),$$

$$rmse = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - x_i)^2},$$

$$si = \frac{rmse}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i},$$

$$slope = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i x_i}.$$



Buoy	Bias (m)	Rmse (m)	Slope	Si
Alghero	-0.005	0.311	0.985	0.278
Ancona	-0.214	0.361	0.725	0.477
Catania	-0.178	0.308	0.747	0.501
Crotone	0.004	0.276	0.993	0.374
La Spezia	-0.143	0.283	0.851	0.354
Mazara del Vallo	0.013	0.257	1.022	0.253
Ortona	-0.150	0.284	0.753	0.460
Ponza	-0.103	0.273	0.892	0.328
Monopoli	-0.124	0.307	0.836	0.427
Cetraro	-0.070	0.241	0.897	0.341
Capo Gallo	0.019	0.255	1.040	0.339

Statistics of buoy and model significant wave height (H_s) comparison.

Period considered 2001-2010

Validazione del modello numerico (direzione)

ALGHERO

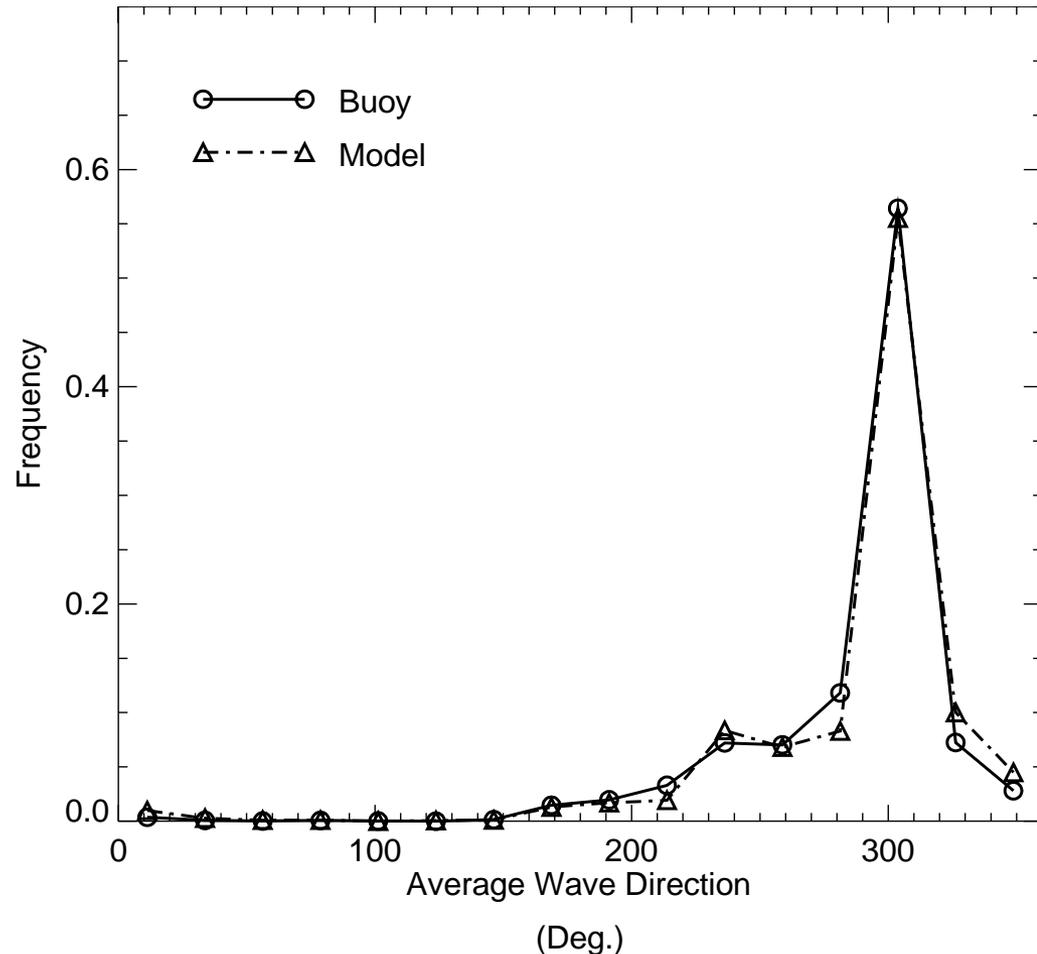
$$\bar{S} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sin(y_i - x_i),$$

$$\bar{C} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \cos(y_i - x_i),$$

$$\bar{R} = (\bar{C}^2 + \bar{S}^2)^{\frac{1}{2}},$$

$$\text{bias}^\circ = \arctan(\bar{S}/\bar{C}),$$

$$\text{var}^\circ = (1 - \bar{R}).$$



Frequency distribution of model and buoy average wave direction at **Alghero**. Only records with $H_s > 1$ m are considered. Incoming wave direction is indicated as degrees in clockwise direction from the north.

Period considered 2001-2010

Validazione del modello numerico (direzione)

Numerical Wave model vs buoy: statistics

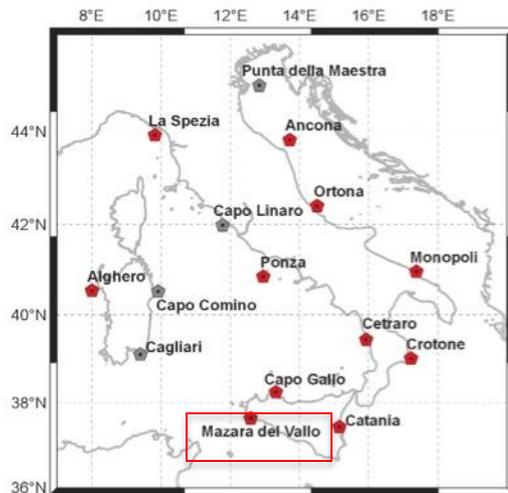
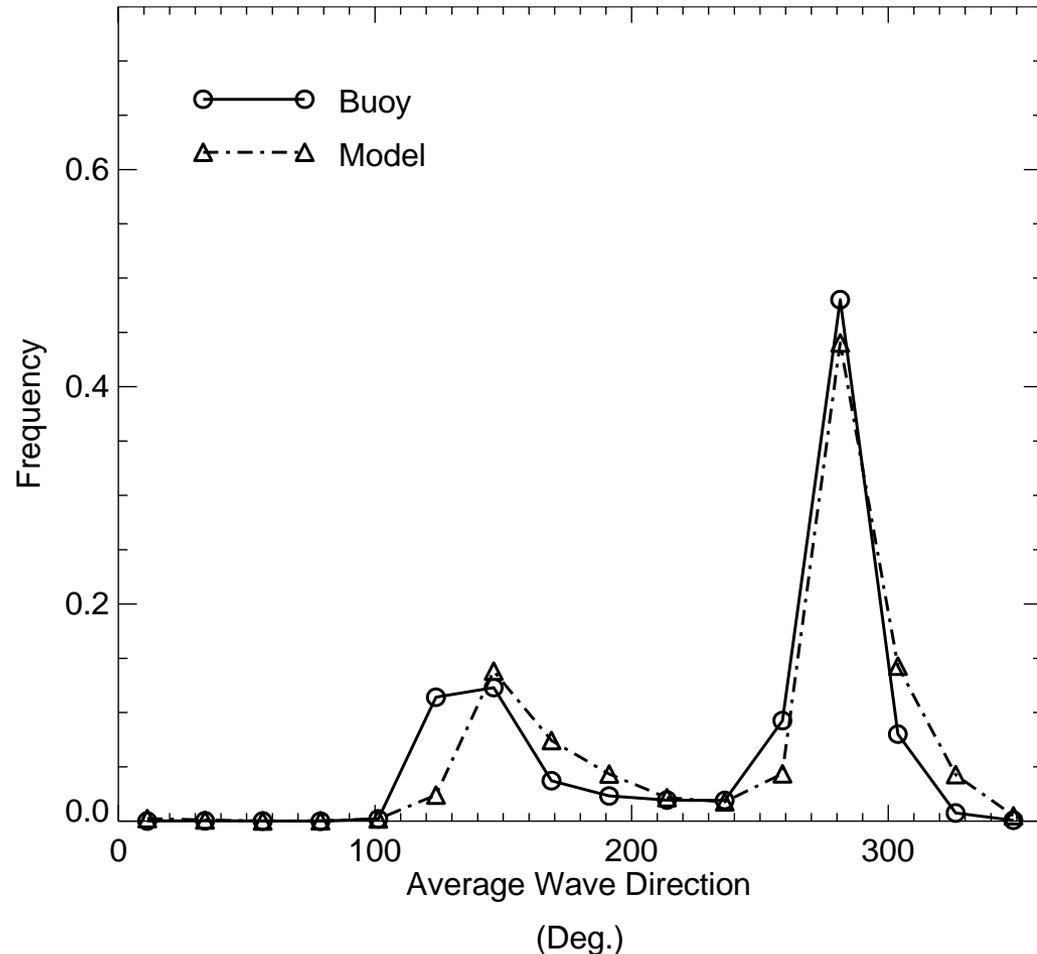
$$\bar{S} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sin(y_i - x_i),$$

$$\bar{C} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \cos(y_i - x_i),$$

$$\bar{R} = (\bar{C}^2 + \bar{S}^2)^{\frac{1}{2}},$$

$$\text{bias}^\circ = \arctan(\bar{S}/\bar{C}),$$

$$\text{var}^\circ = (1 - \bar{R}).$$

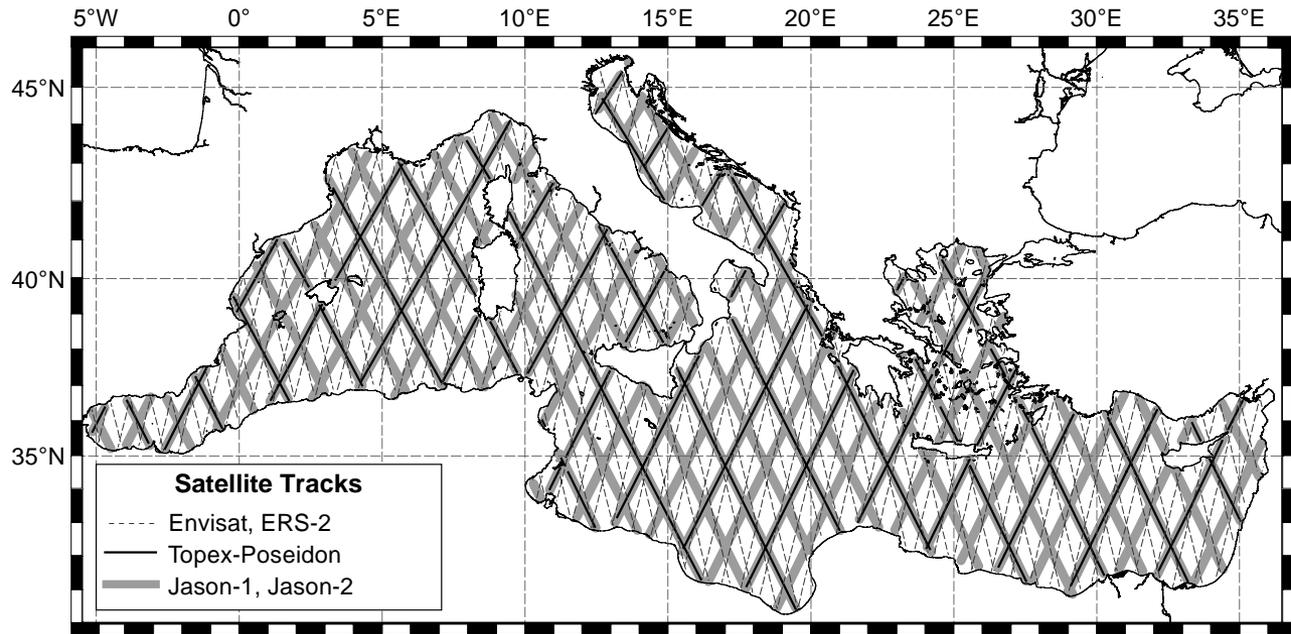


Frequency distribution of model and buoy average wave direction at **Mazara del Vallo**. Only records with $H_s > 1$ m are considered. Incoming wave direction is indicated as degrees in clockwise direction from the north.

Period considered 2001-2010

Validazione del modello numerico - Satelliti

Numerical Wave model vs satellite altimeter



Ground tracks of satellites considered in model validation. Thick grey lines identify **Jason-1** and **Jason-2** tracks. Black lines partially overlying the grey ones symbolize **Topex-Poseidon** tracks while thin dashed lines represent **Envisat** and **ERS-2** tracks

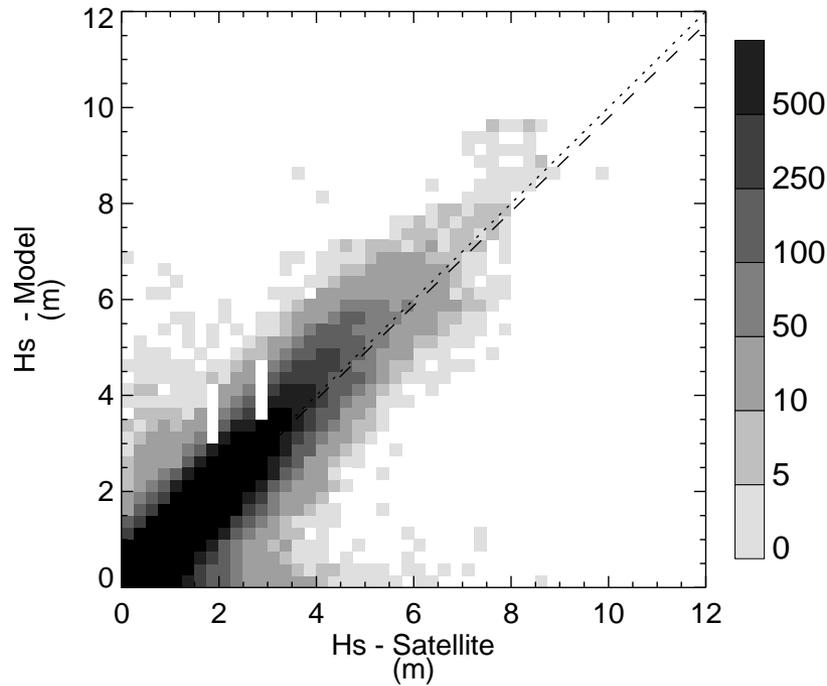
Satellite	Repeat Cycle (days)	Used Period	Track Separation at Equator (km)
Topex-Poseidon	10	Jan. 2001 - Oct. 2005	315
Jason-1	10	Jan. 2002 - Dec. 2010	315
Jason-2	10	Jun. 2008 - Dec. 2010	315
Envisat	35	Oct. 2002 - Oct. 2010	80
ERS-2	35	Jan. 2001 - Dec. 2006 Jan. 2008 - Dec. 2010	80

Characteristics of satellites used in this study.



Validazione del modello numerico - Satelliti

Numerical Wave model vs satellite altimeter



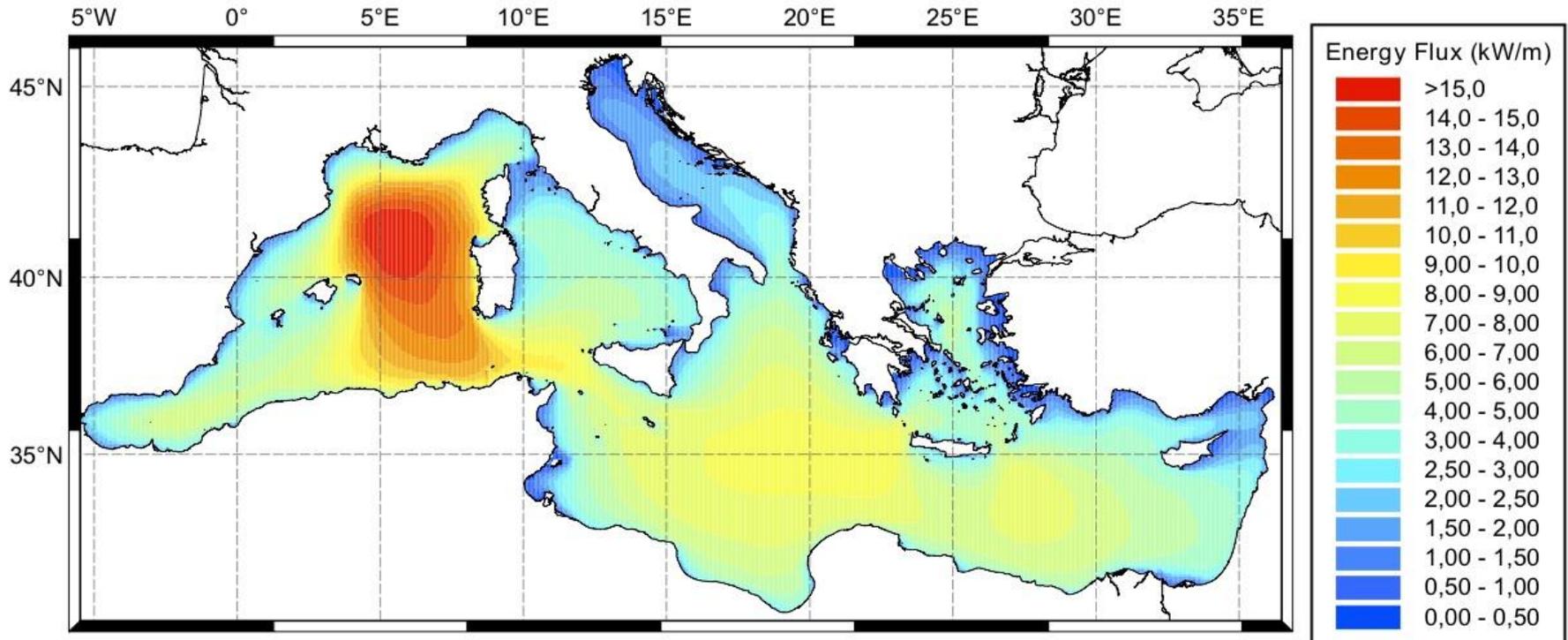
Scatter plot of model vs. Jason-1 H_s for the entire Mediterranean. Value pairs are grouped in 0.25 m wide bins, corresponding areas are painted according to the number of entries in each bin. Dashed line is the best fit line between model and satellite data points.

Satellite	Samples	Bias (m)	Rmse (m)	Slope	Si
Topex-Poseidon	457,000	-0.128	0.331	0.912	0.279
Jason-1	910,133	-0.028	0.362	0.979	0.304
Jason-2	242,766	0.024	0.366	1.018	0.303
Envisat	695,768	-0.141	0.385	0.921	0.310
ERS-2	363,336	-0.011	0.426	0.962	0.400

Statistics of satellite and model significant wave height H_s comparison for the entire Mediterranean.

Energia delle onde nel Mediterraneo

Media annuale climatologica

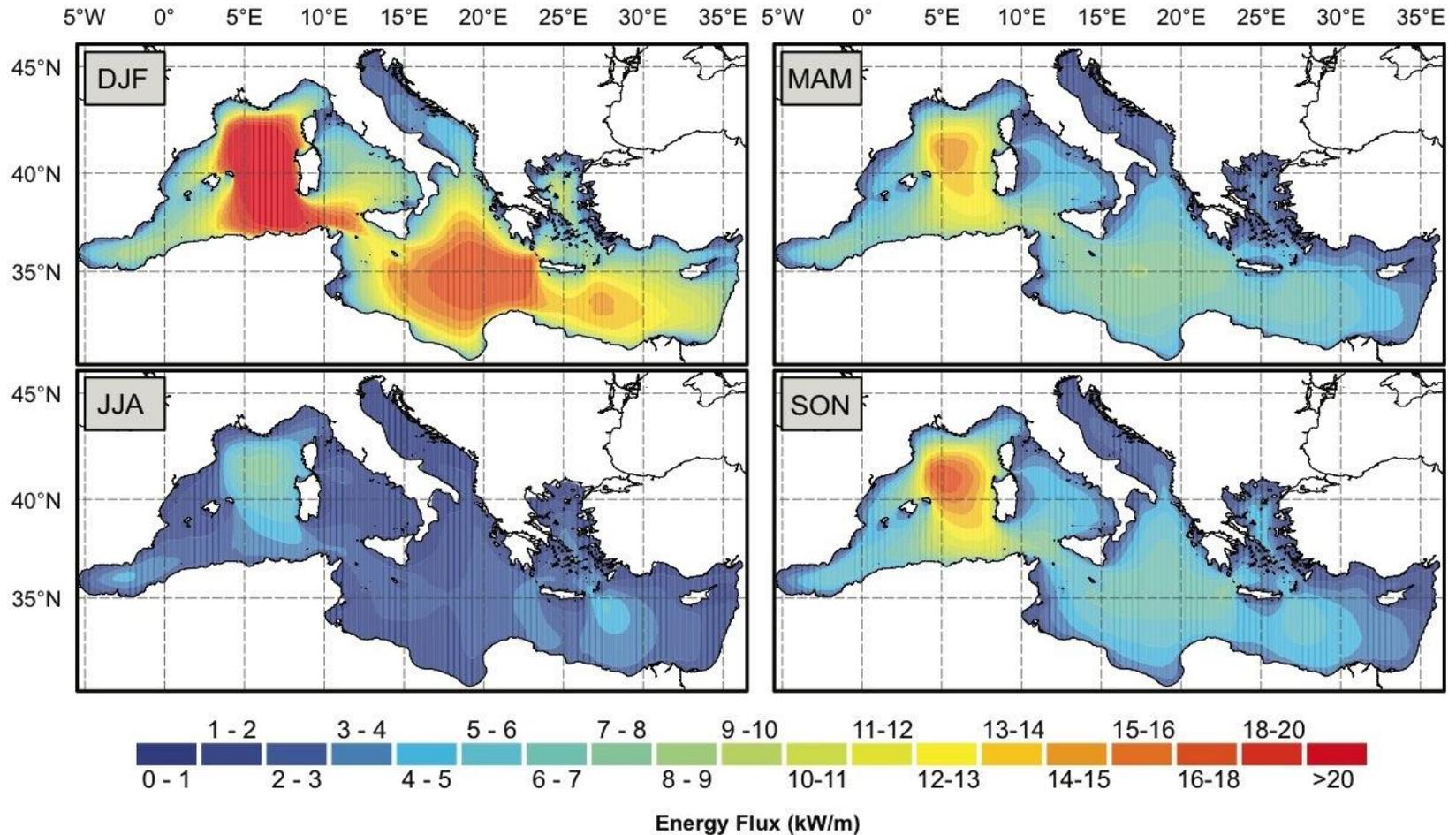


Distribution of average power per unit crest in the Mediterranean between 2001 and 2010.

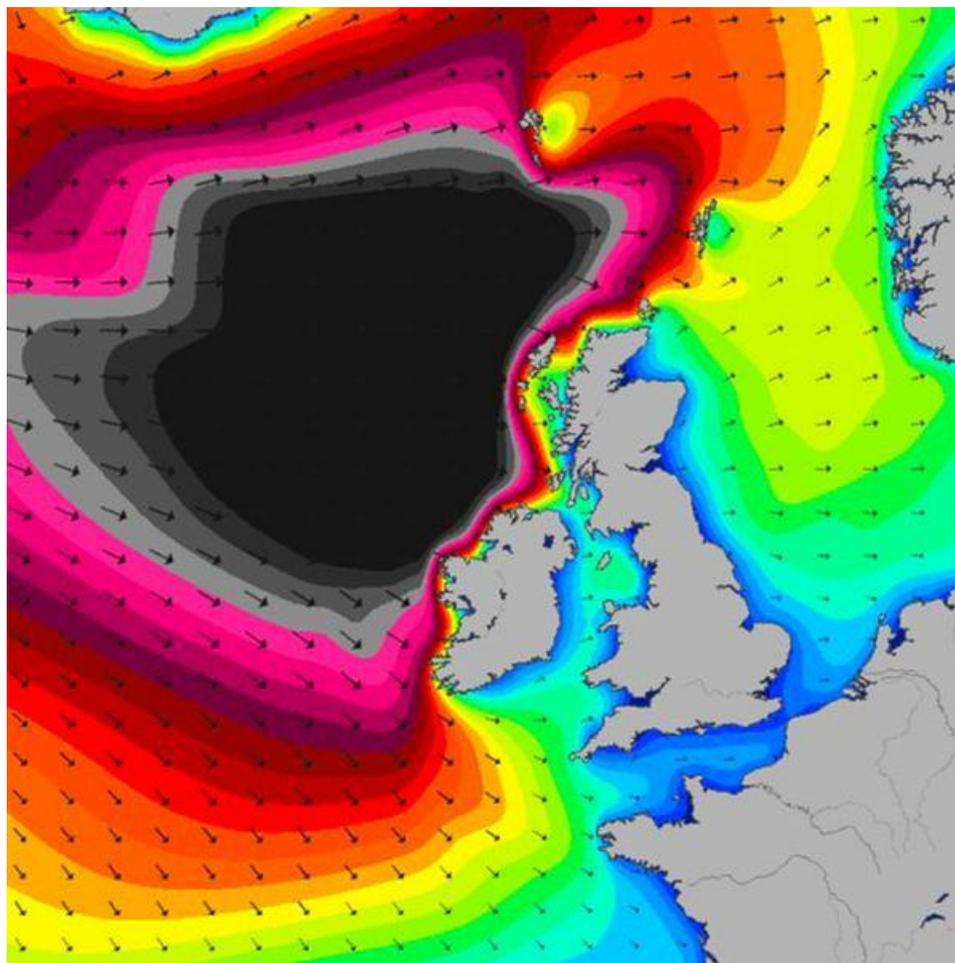
$$J = \frac{\rho g^2}{64\pi} T_e H_s^2$$

Energia delle onde nel Mediterraneo

Seasonal average energy flux



Seasonal distribution of average power per unit crest in the Mediterranean. Averages are calculated for the entire ten years simulation.



Sequenza di tempeste tra
Dicembre 2013 - Febbraio 2014

Energia delle onde nel Mare del Nord



Energia delle onde nel Mare del Nord



Energia delle onde nel Mare del Nord



Rainfall since St Jude's storm*
6 February 2014

467.63mm

RICHARD BROOME

*27 October 2013, Source: Met Office

Porthcothan Bay: Before



After: 6 January 2014



Pom Pom rock: 29 December 2013

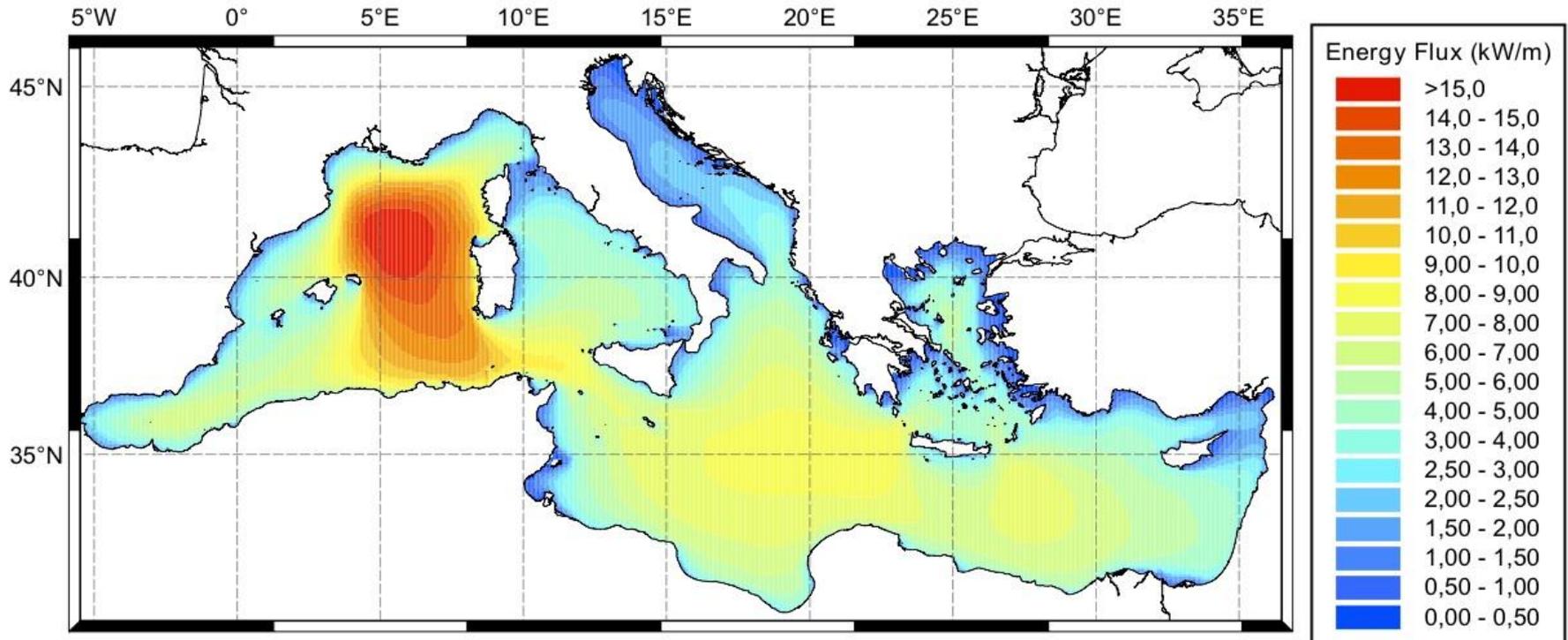


After: 6 January 2014



Energia delle onde nel Mediterraneo

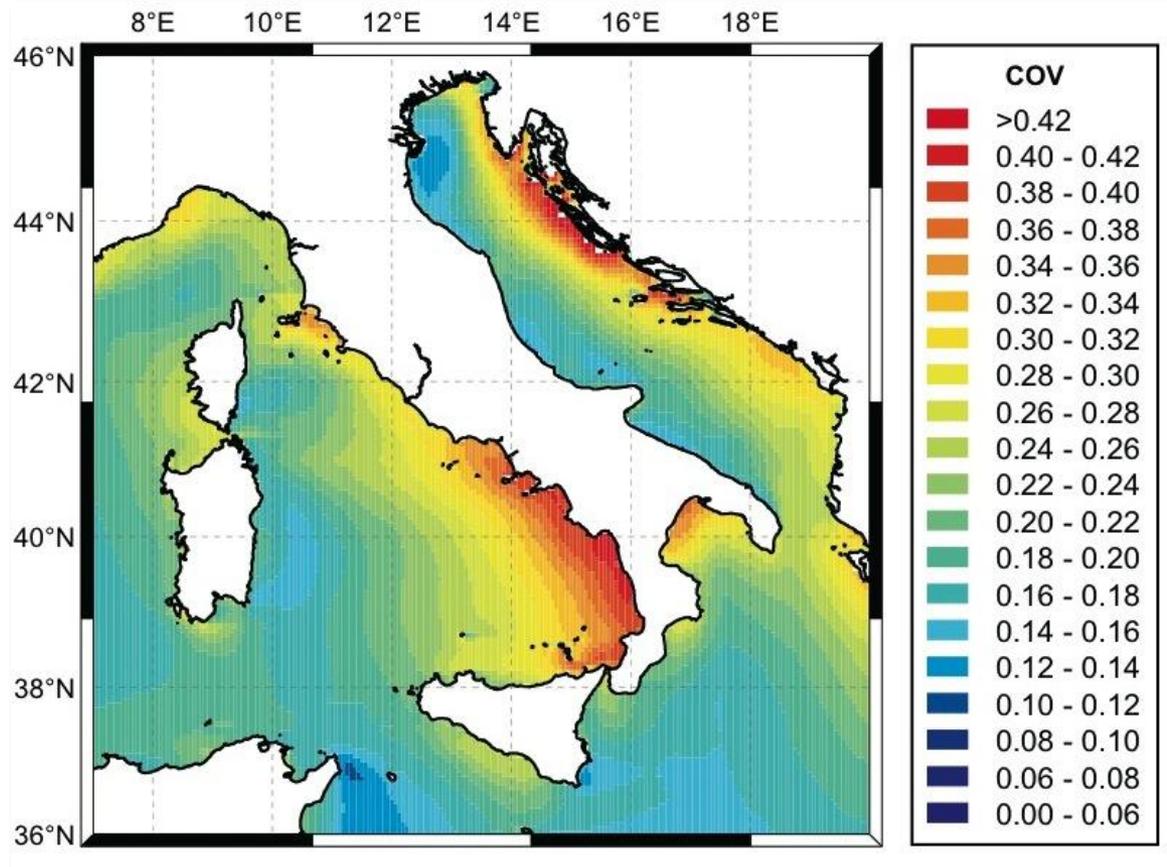
Media annuale climatologica



Distribution of average power per unit crest in the Mediterranean between 2001 and 2010.

$$J = \frac{\rho g^2}{64\pi} T_e H_s^2$$

Variabilità dell'energia ondosa lungo le coste italiane



Distribution of the Coefficient of Variation (COV) of the yearly average power fluxes for years 2001-2010 around Italy.

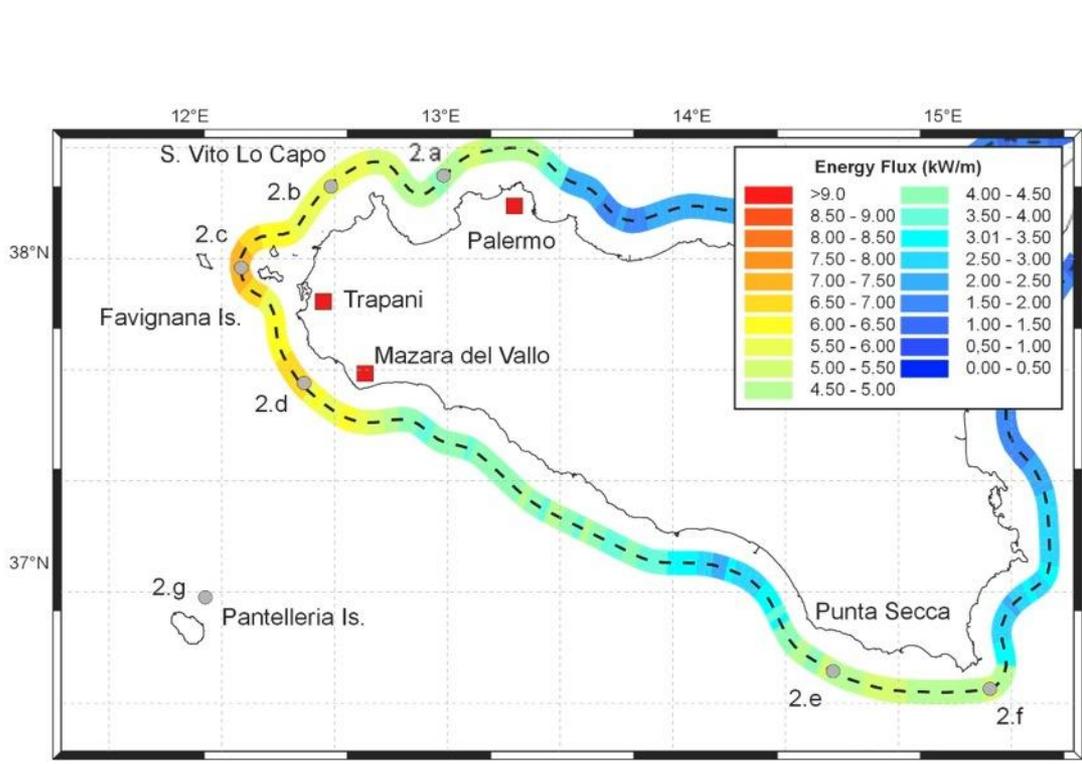
σ Standard deviation (yearly)

μ Averaged yearly value

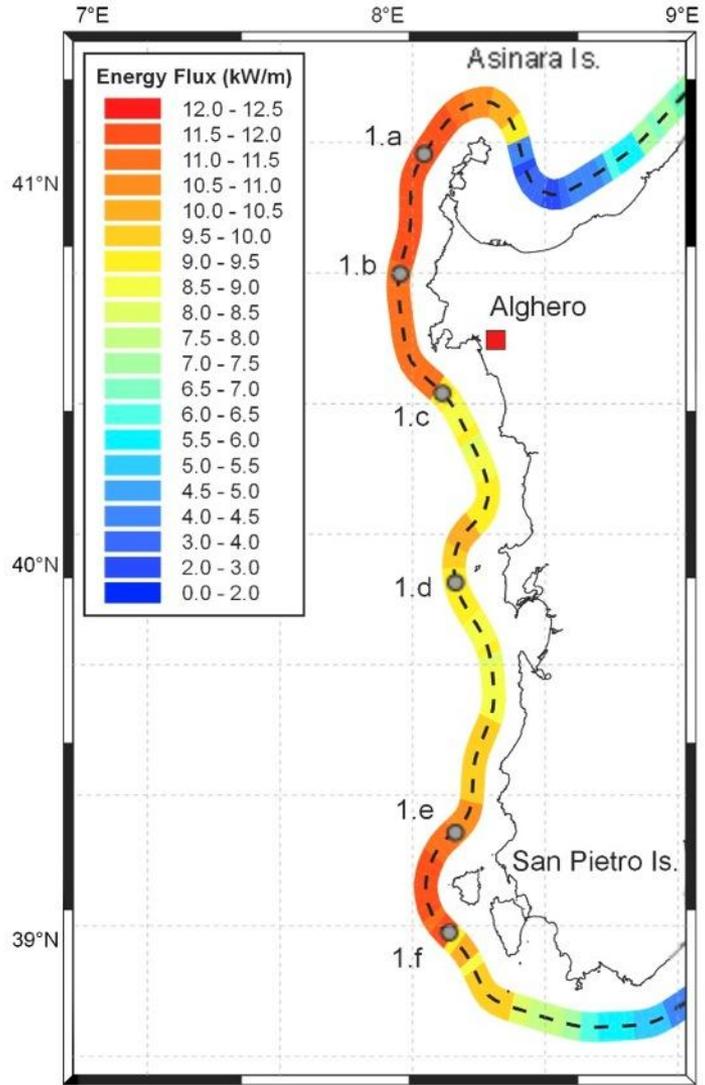
$$COV = \frac{\sigma}{\mu}$$

Energia delle onde lungo le coste italiane

Sicilia e Sardegna

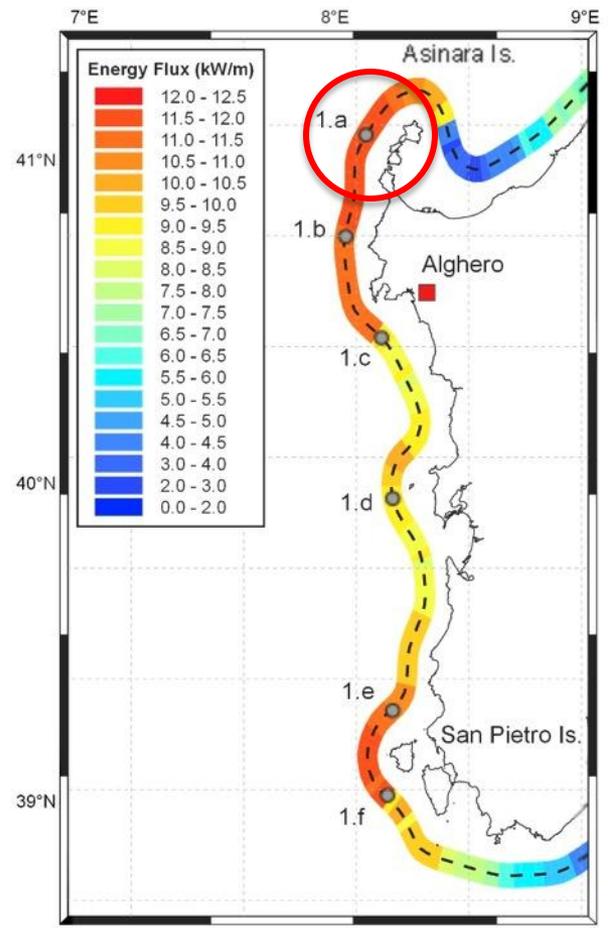
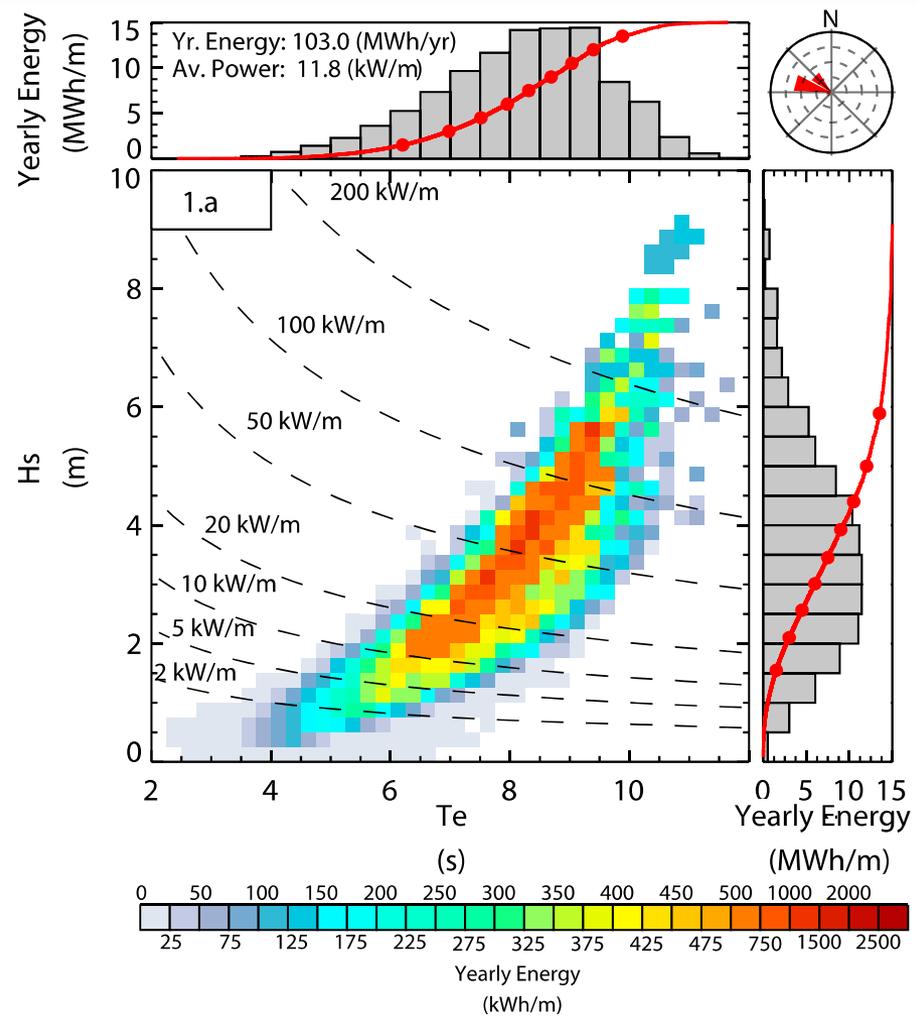


Distribution of average wave power flux per unit crest on western Sardinia and Sicilian coastline. Values are calculated on a line located 12 km off the coast.



Energia delle onde lungo le coste italiane

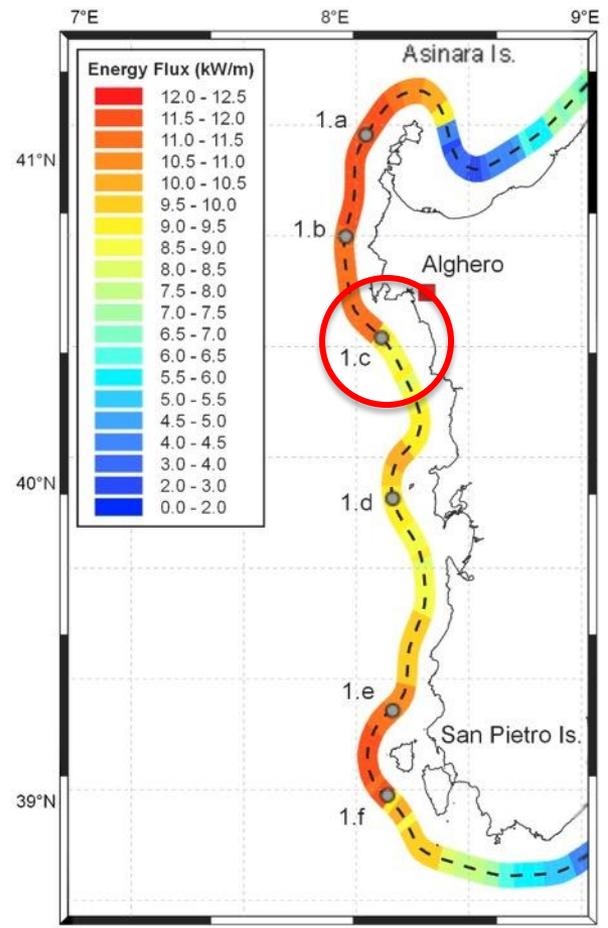
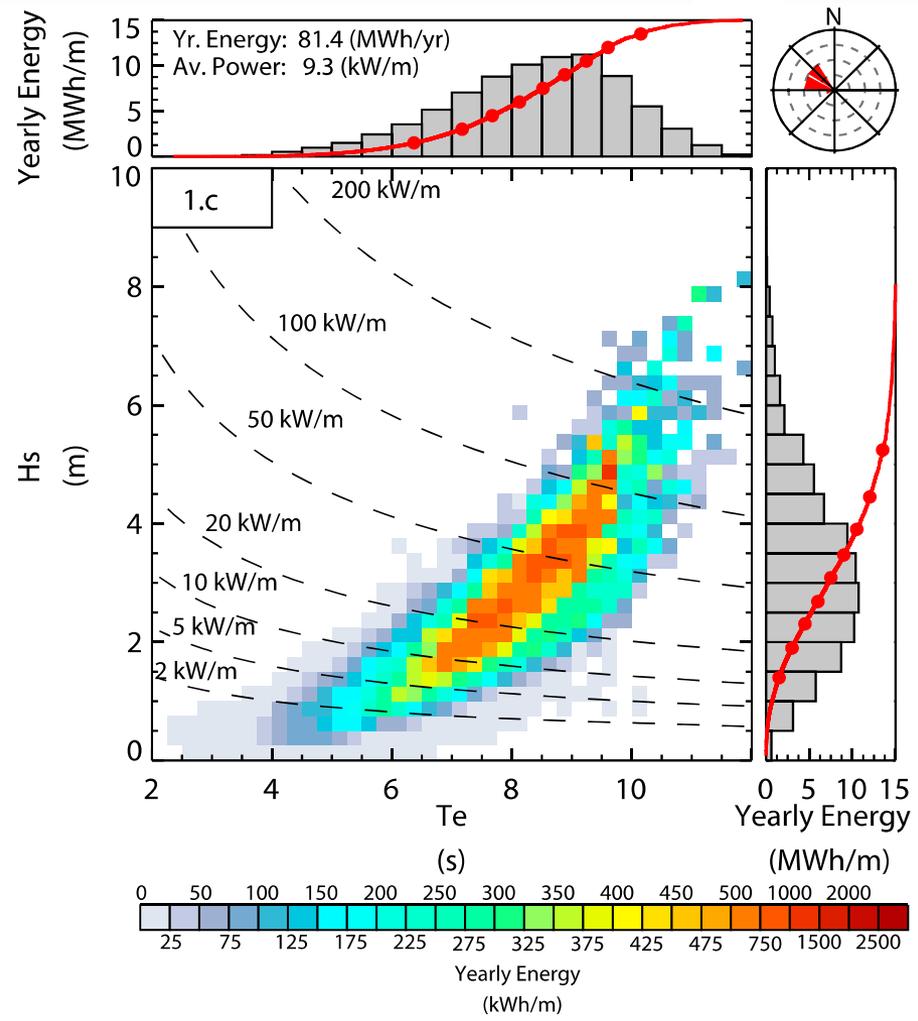
Energia media climatologica in funzione di frequenza e periodo



Distribution of wave energy as a function of significant wave period and significant wave height at specific points. Lower left panel shows the average yearly energy associated with sea states identified by T_e and H_s couples. Dotted lines mark reference power levels. Upper panel shows the energy distribution as a function of T_e only; right panel as a function of H_s only. Red lines in the upper and right panels are the cumulative energy as a percentage of the total. Red dots on the cumulative lines mark each 10th percentile. Rose plot in the upper right panel shows energy distribution over wave incoming direction. Each circle represents 20% fractions of the total energy.

Energia delle onde lungo le coste italiane

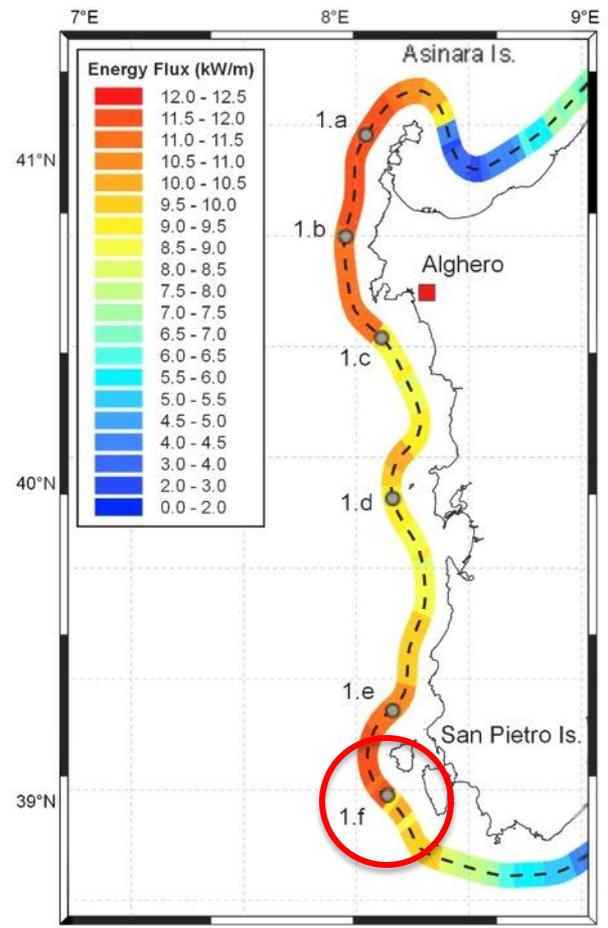
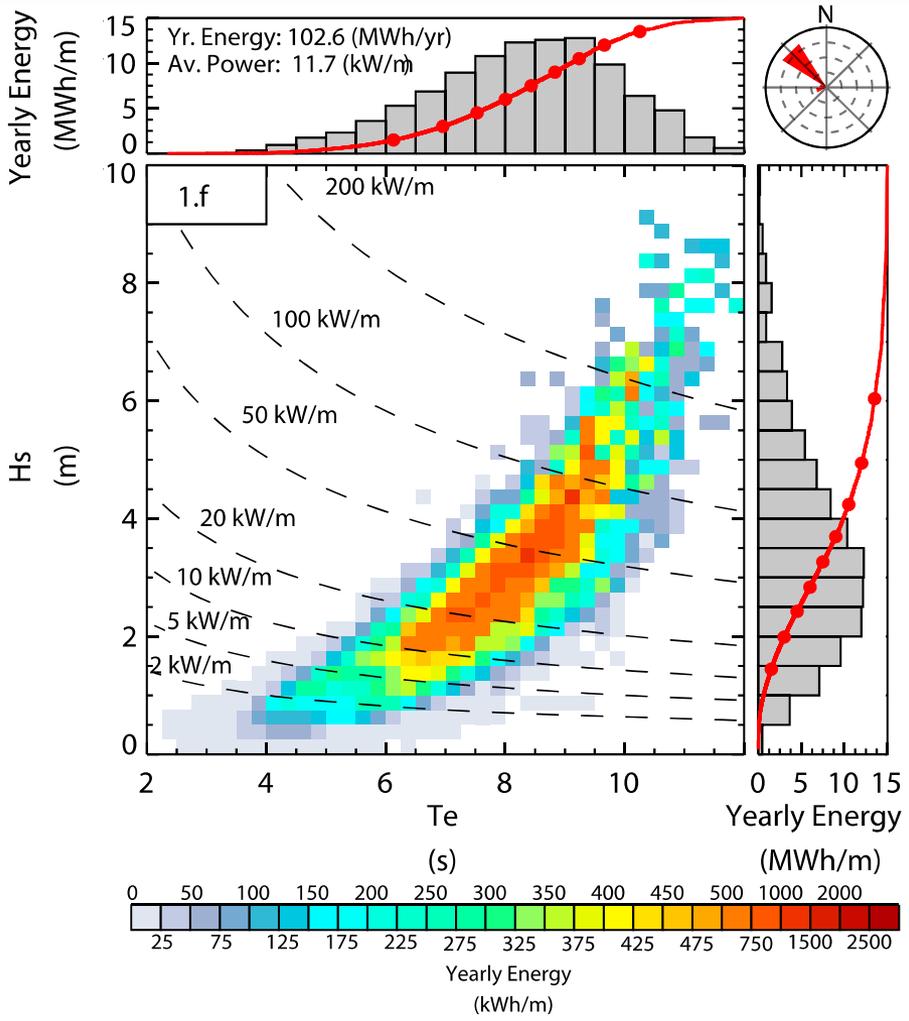
Energia media climatologica in funzione di frequenza e periodo



Distribution of wave energy as a function of significant wave period and significant wave height at specific points. Lower left panel shows the average yearly energy associated with sea states identified by T_e and H_s couples. Dotted lines mark reference power levels. Upper panel shows the energy distribution as a function of T_e only; right panel as a function of H_s only. Red lines in the upper and right panels are the cumulative energy as a percentage of the total. Red dots on the cumulative lines mark each 10th percentile. Rose plot in the upper right panel shows energy distribution over wave incoming direction. Each circle represents 20% fractions of the total energy.

Energia delle onde lungo le coste italiane

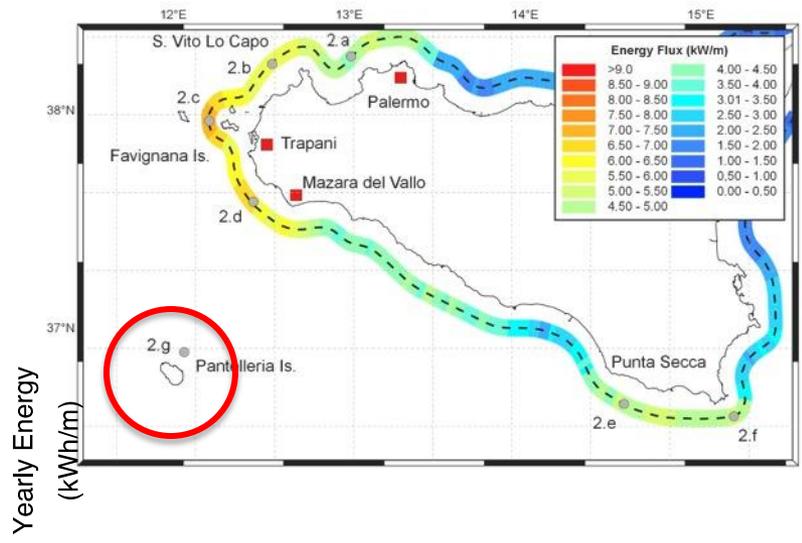
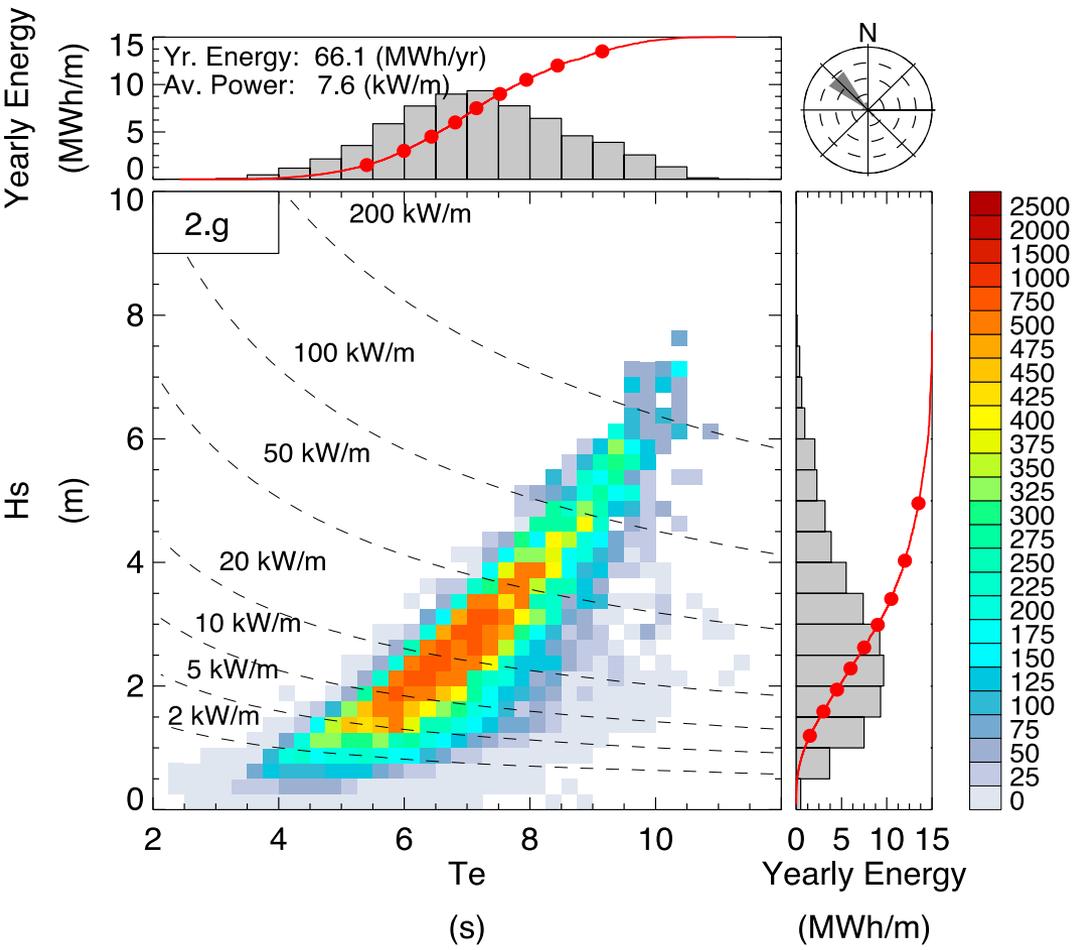
Energia media climatologica in funzione di frequenza e periodo



Distribution of wave energy as a function of significant wave period and significant wave height at specific points. Lower left panel shows the average yearly energy associated with sea states identified by T_e and H_s couples. Dotted lines mark reference power levels. Upper panel shows the energy distribution as a function of T_e only; right panel as a function of H_s only. Red lines in the upper and right panels are the cumulative energy as a percentage of the total. Red dots on the cumulative lines mark each 10th percentile. Rose plot in the upper right panel shows energy distribution over wave incoming direction. Each circle represents 20% fractions of the total energy.

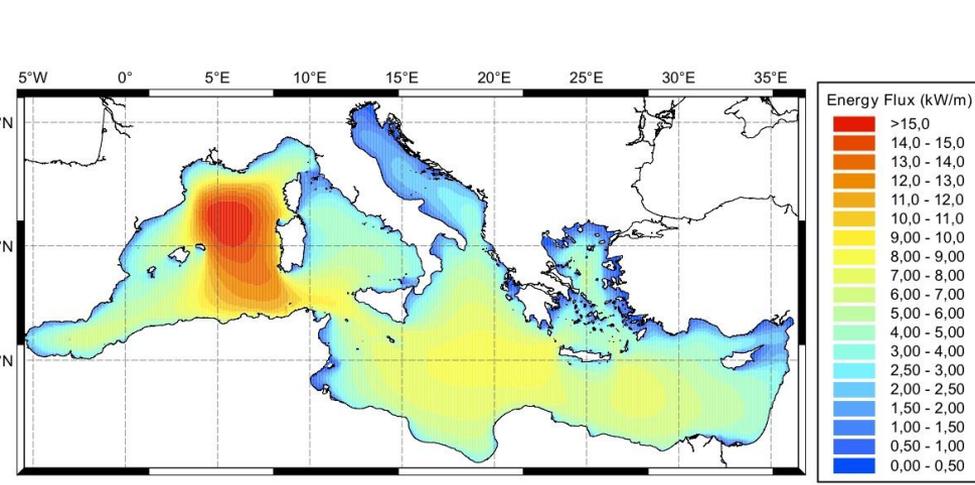
Energia delle onde lungo le coste italiane

Energia media climatologica in funzione di frequenza e periodo

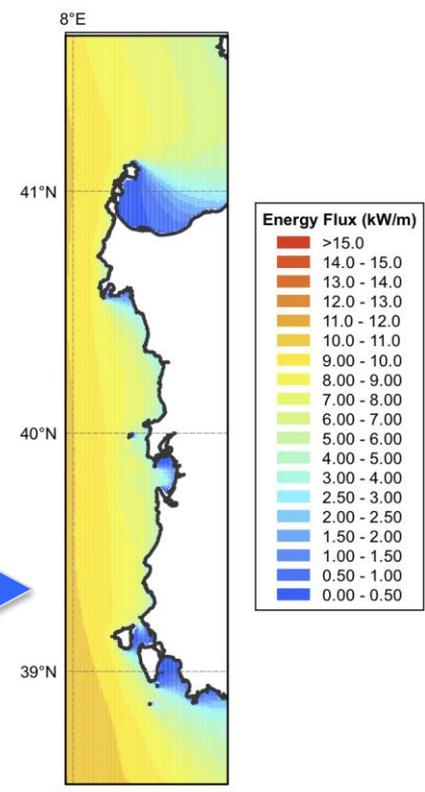


Distribution of wave energy as a function of significant wave period and significant wave height at specific points. Lower left panel shows the average yearly energy associated with sea states identified by T_e and H_s couples. Dotted lines mark reference power levels. Upper panel shows the energy distribution as a function of T_e only; right panel as a function of H_s only. Red lines in the upper and right panels are the cumulative energy as a percentage of the total. Red dots on the cumulative lines mark each 10th percentile. Rose plot in the upper right panel shows energy distribution over wave incoming direction. Each circle represents 20% fractions of the total energy.

Valutazione potenziale energetico in punti specifici



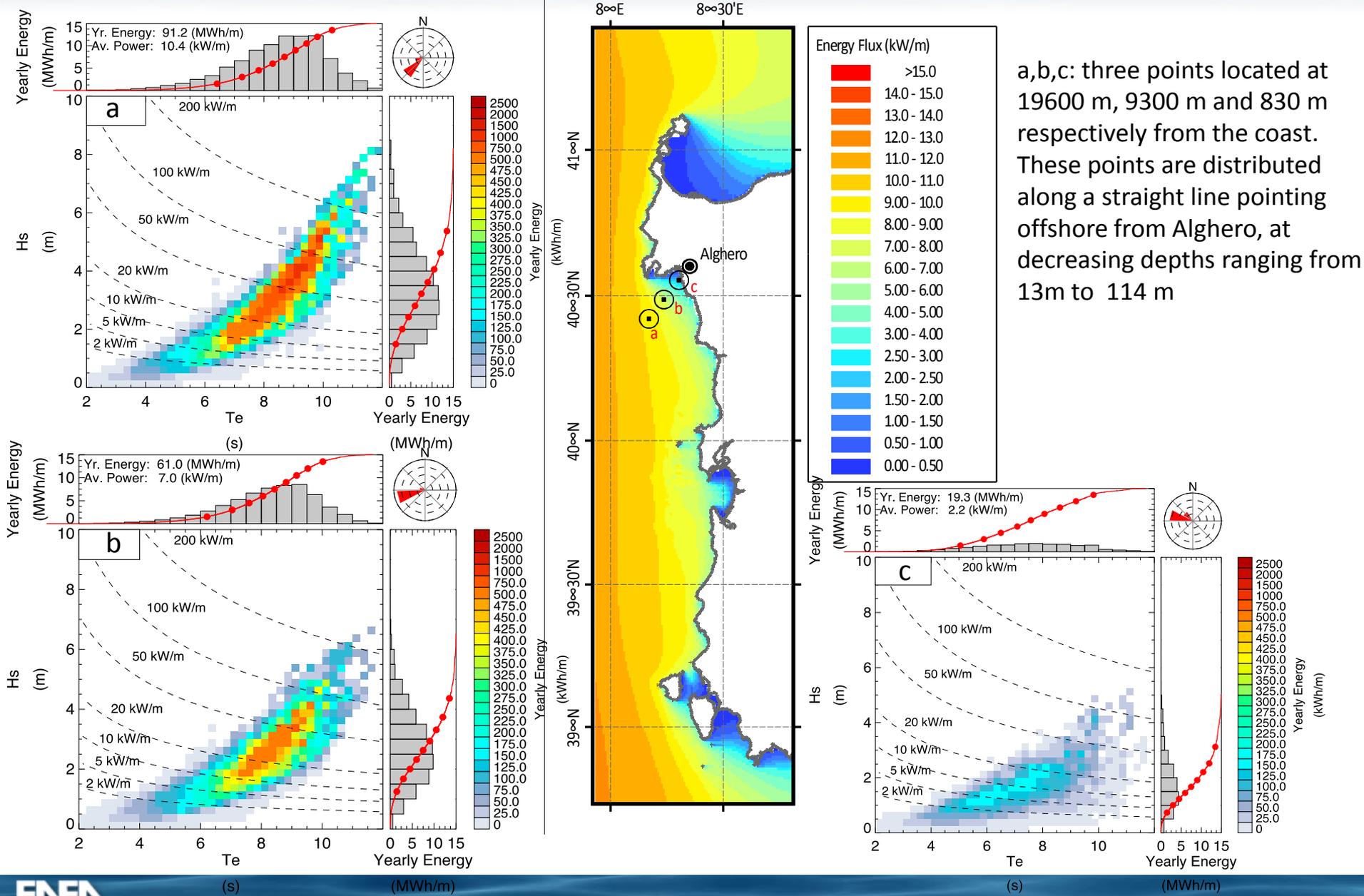
WAM
(1/16°x1/16°)



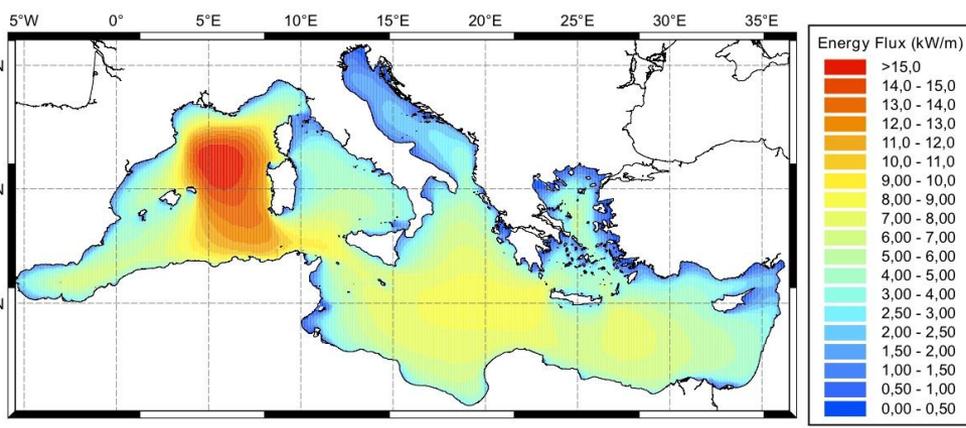
WAM/SWAN
(1/120°x/120°)

Valutazione potenziale energetico in punti specifici

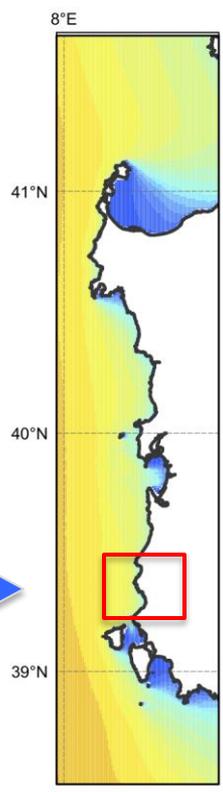
Numerical Wave model description for western Sardinia



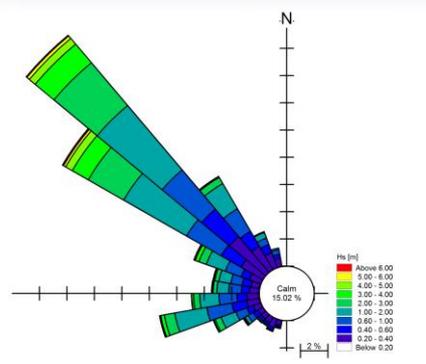
Valutazione potenziale energetico in punti specifici



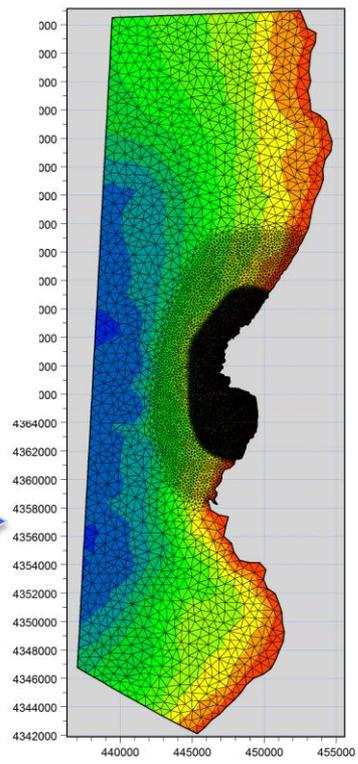
WAM
(1/16°x1/16°)



WAM/SWAN
(1/120°x/120°)

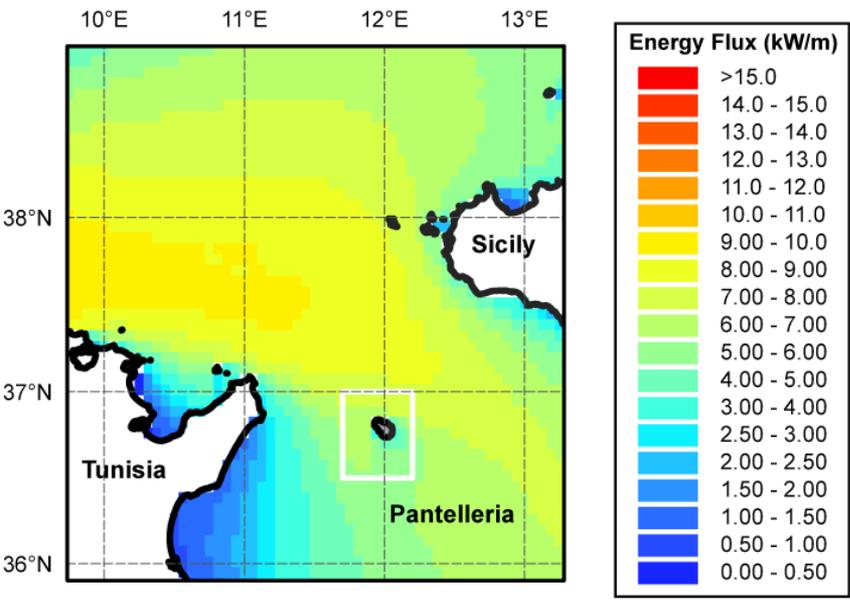


MIKE21 SW

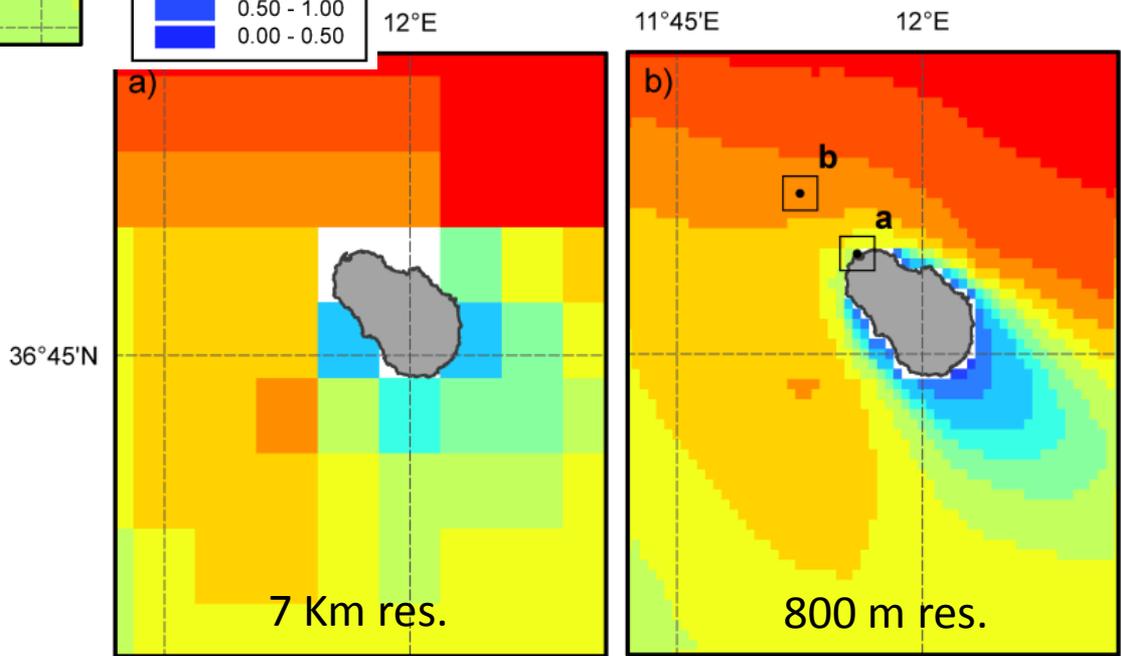


Valutazione potenziale energetico in punti specifici

PANTELLERIA

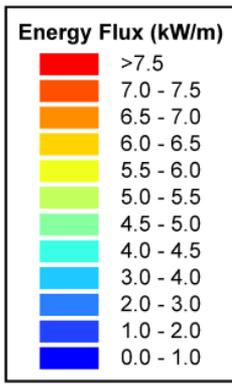
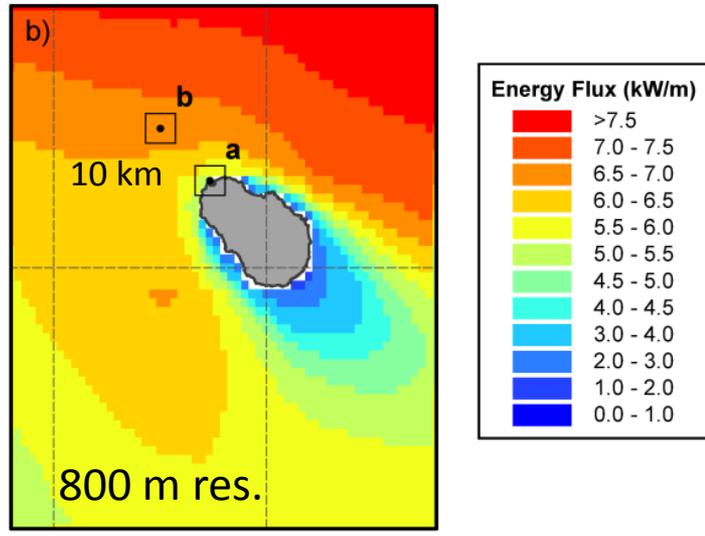
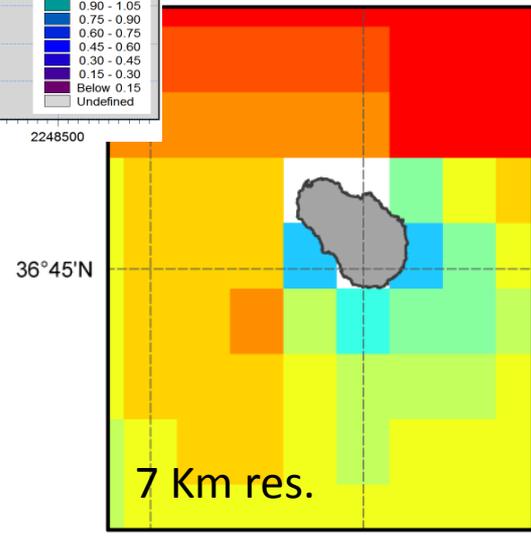
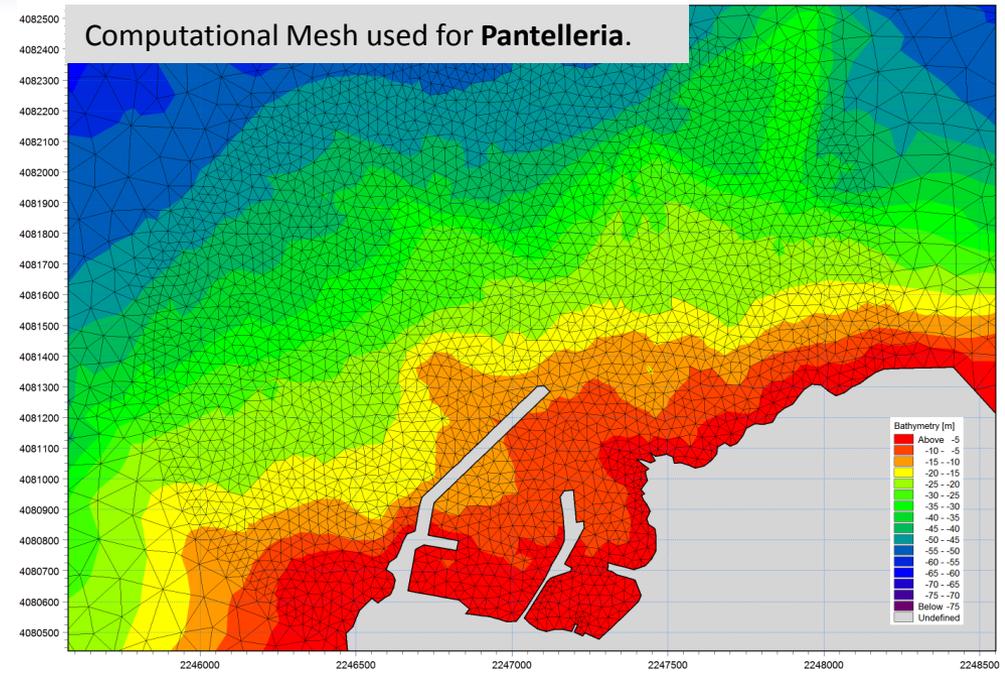
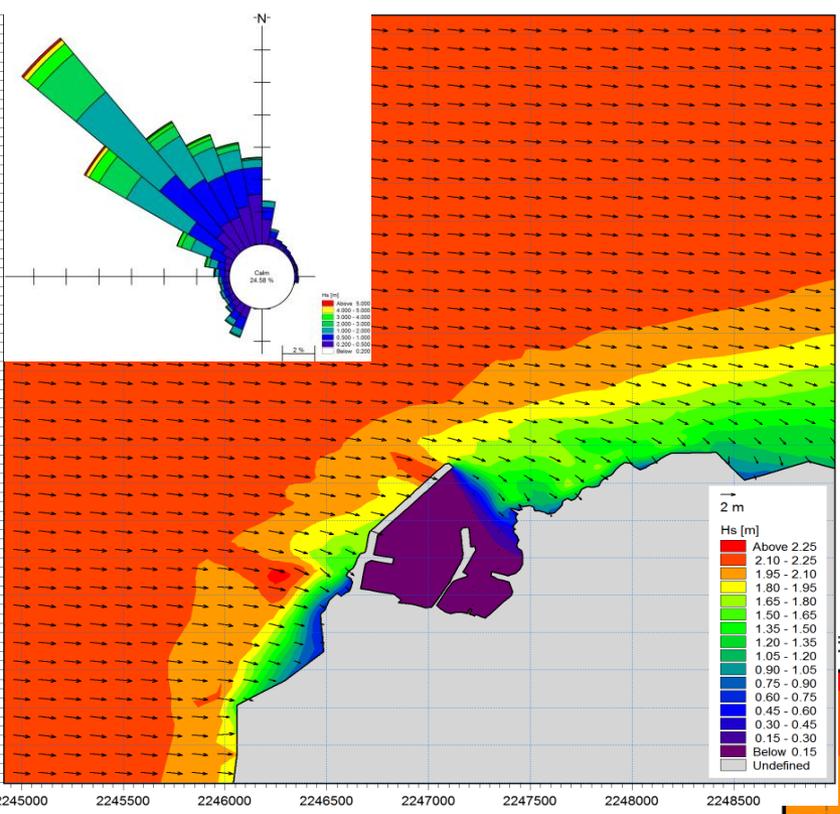


SWAN model laterally forced by the WAM simulation



Wave energy assessment for Pantelleria island

Distribution of yearly average (2001-2010) wave energy around PANTELLERIA



Dove installare il convertitore e **Come**
costruire il convertitore



Quanta energia sarà
immessa in rete

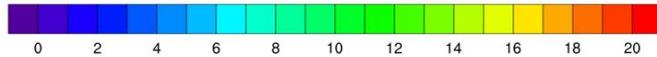
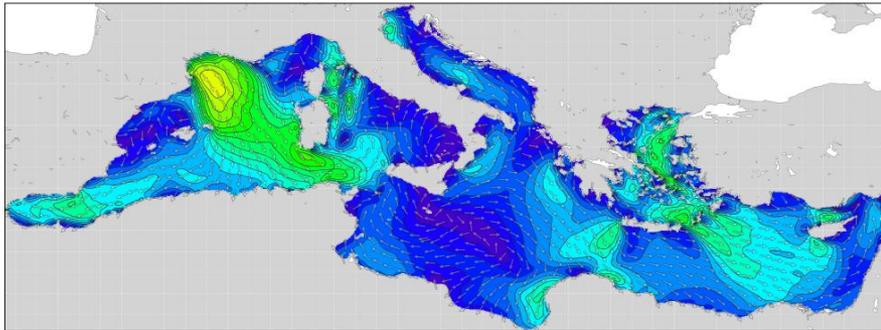


Previsioni del potenziale energetico delle onde

SKIRON Forecast valid for 00:00 GMT 09 Aug 2013

Wind speed [m] and direction

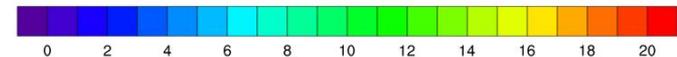
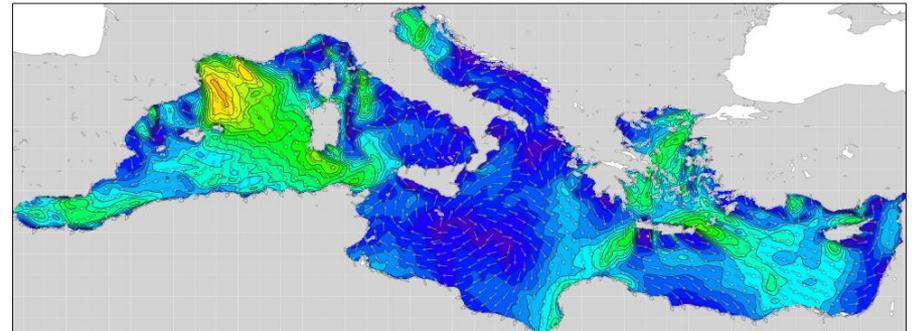
Init 00:00 GMT 09 Aug 2013



COSMO Forecast valid for 00:00 GMT 09 Aug 2013

Wind speed [m] and direction

Init 00:00 GMT 09 Aug 2013



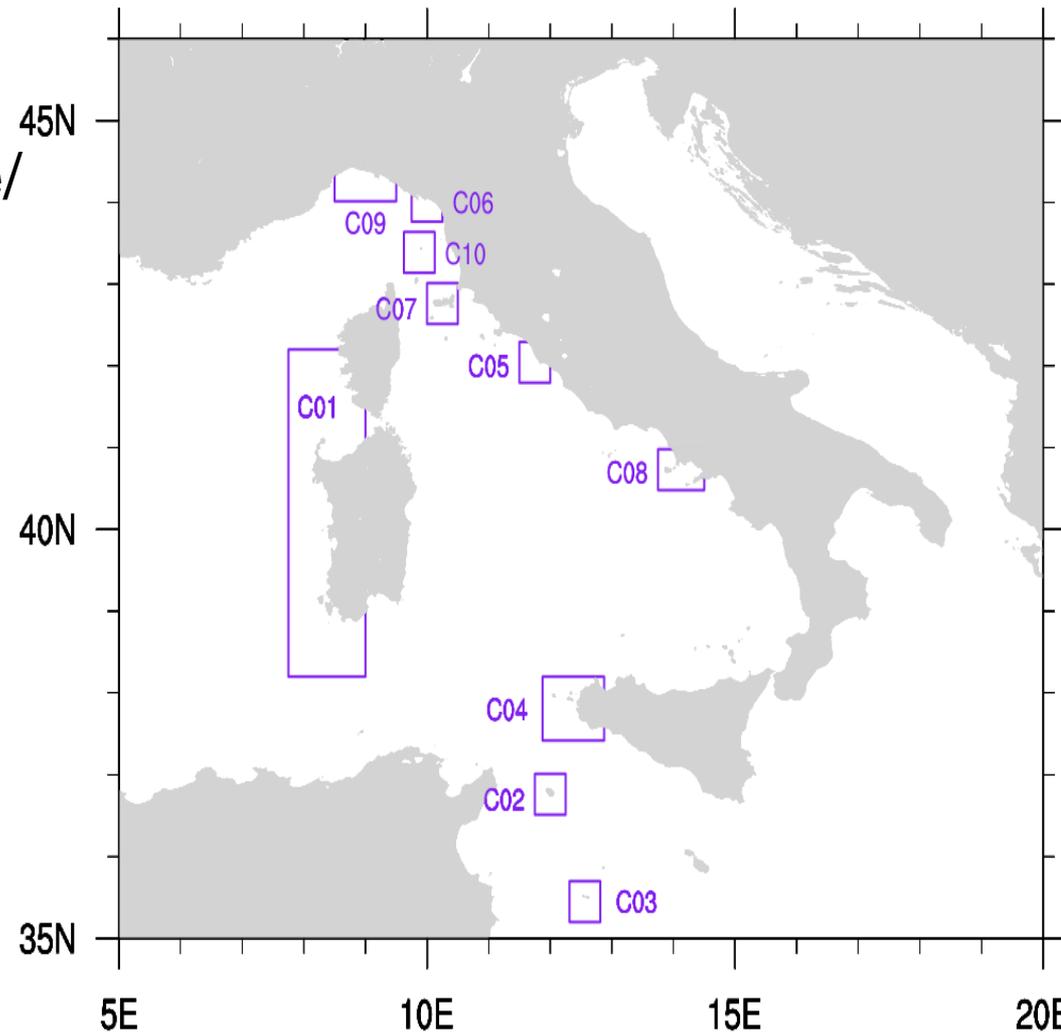
Campo di vento a 10 m per le ore 00 del giorno 9 agosto 2013. Pannello superiore campo di analisi ricavato dal sistema **SKIRON**, pannello inferiore campo di analisi proveniente dal modello **COSMO (Aeronautica Militare Italiana)**

Wave ATLAS

utmea.enea.it/energiadalmare/

Wave Forecast

<http://utmea.enea.it/waves/>



Wave energy ATLAS – available from WEB

The screenshot displays the Waves Energy WebGIS interface. At the top, the browser address bar shows the URL utmea.enea.it/energiadalmare/. The main header features the ENEA logo on the left, the text "WebGIS WAVES ENERGY" in the center, and a logo for "RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO" on the right. Below the header, there is a "Help" section and a "Layer" panel on the left. The "Layer" panel includes a tree view with the following items: Forecasting, Mediterraneo, Sub-Zones, Climatology(Energy), and Other Layer. A calendar widget is positioned below the layer panel, showing the month of June 2014 with the 30th selected. A digital clock displays "12:00". The central area is dominated by a map of the Mediterranean Sea region, with labels for various countries and bodies of water. The map includes a navigation toolbar with a compass and a globe icon. The "Legend" panel on the right is currently empty. At the bottom of the map area, the URL utmea.enea.it/energiadalmare/ is repeated.

Waves Energy

utmea.enea.it/energiadalmare/

ENE A

WebGIS
WAVES ENERGY

RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

Help

Layer

- Forecasting
- Mediterraneo
- Sub-Zones
- Climatology(Energy)
- Other Layer

Main Contents

Legend

June 2014

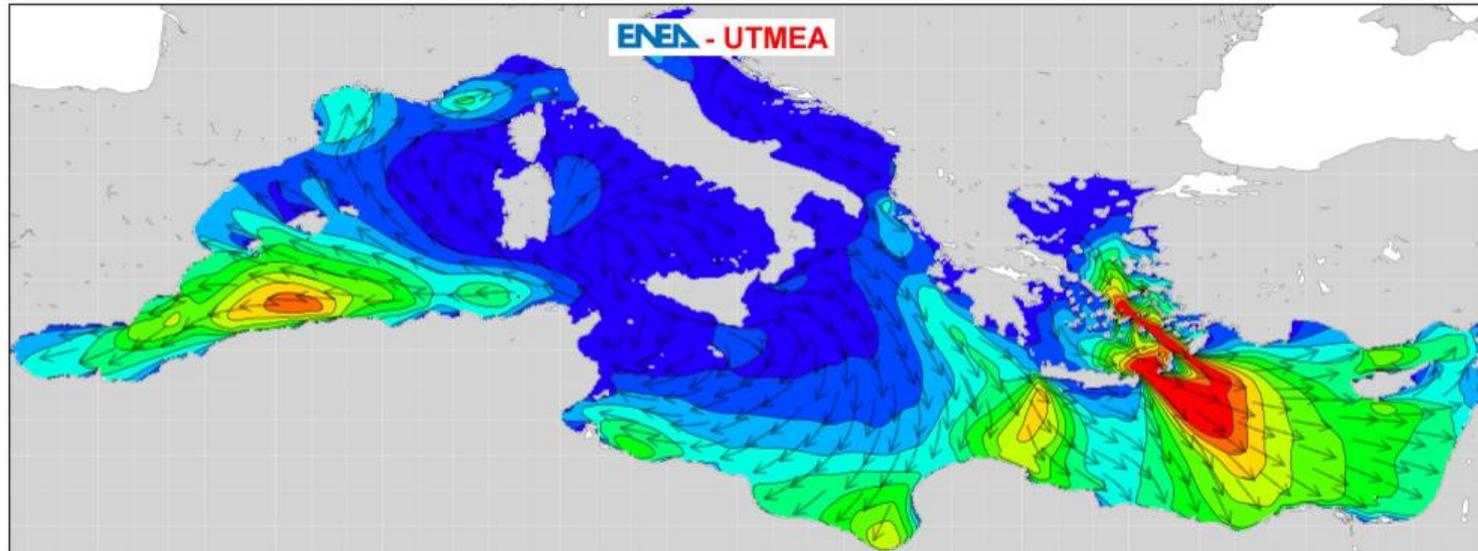
M	T	W	T	F	S	S
26	27	28	29	30	31	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	1	2	3	4	5	6

12:00

utmea.enea.it/energiadalmare/

Previsioni del potenziale energetico delle onde

Forecast valid for 01:00 GMT 06 Jul 2015
Init 00:00 GMT 06 Jul 2015

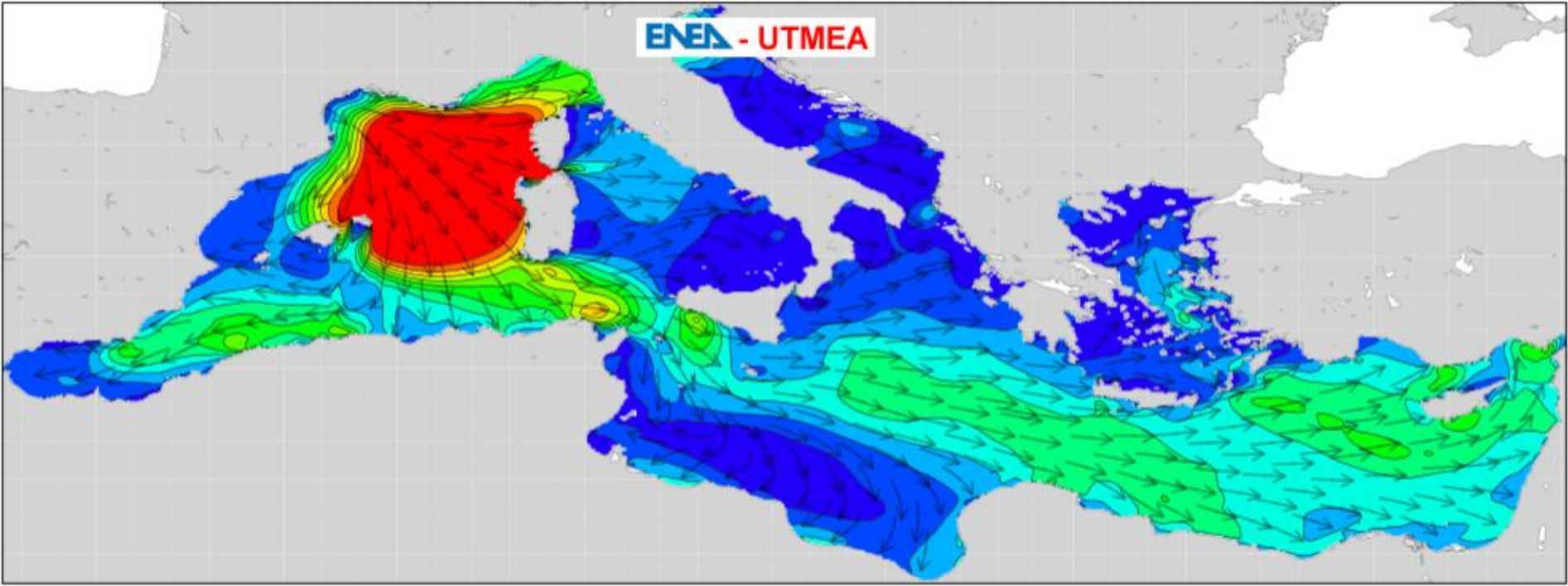


Significant wave height [m]



Previsioni del potenziale energetico delle onde

Forecast valid for 13:00 GMT 09 Jul 2015
Init 00:00 GMT 06 Jul 2015



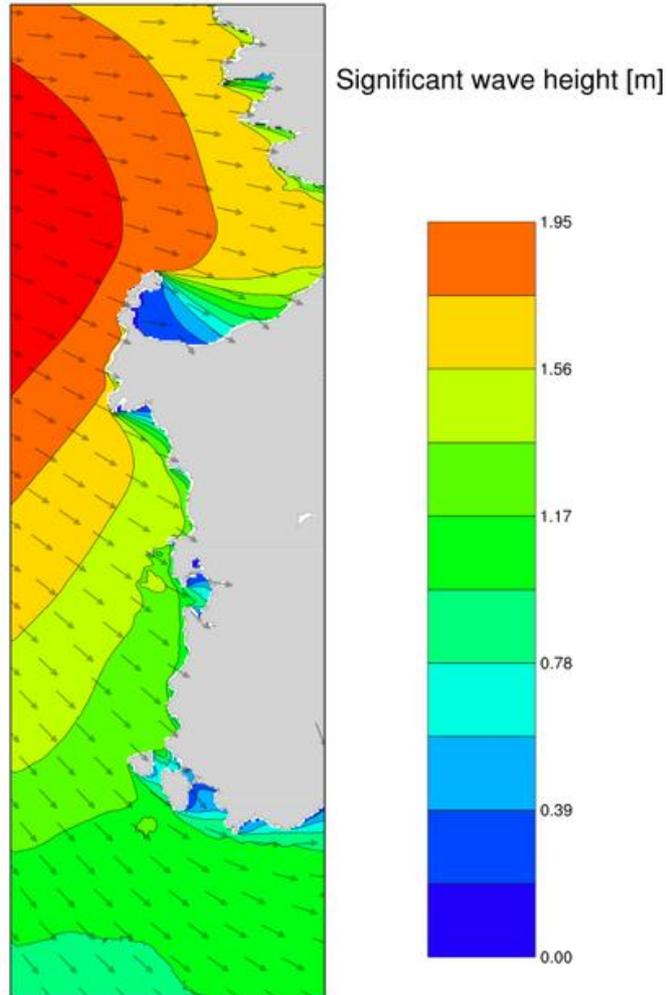
Significant wave height [m]



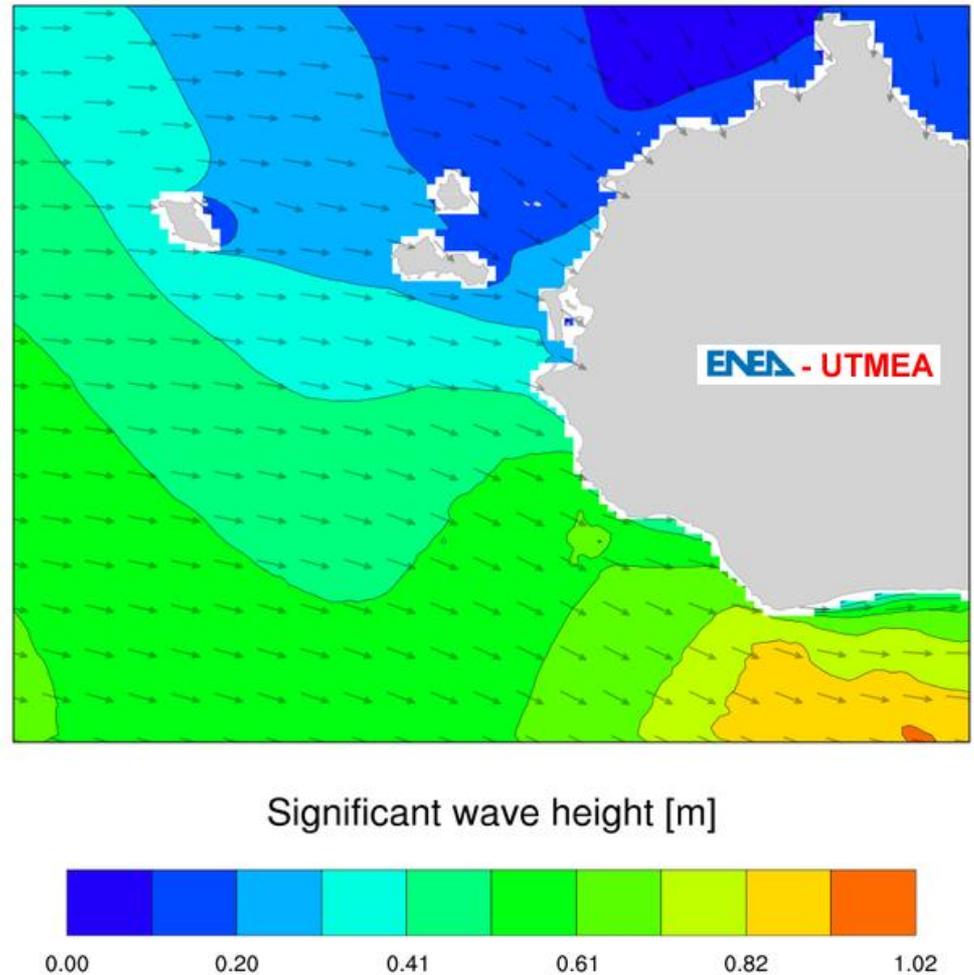
Previsioni del potenziale energetico delle onde

Forecast valid for 13:00 GMT 09 Jul 2015
Init 00:00 GMT 06 Jul 2015
western sardinia

ENEA - UTMEA

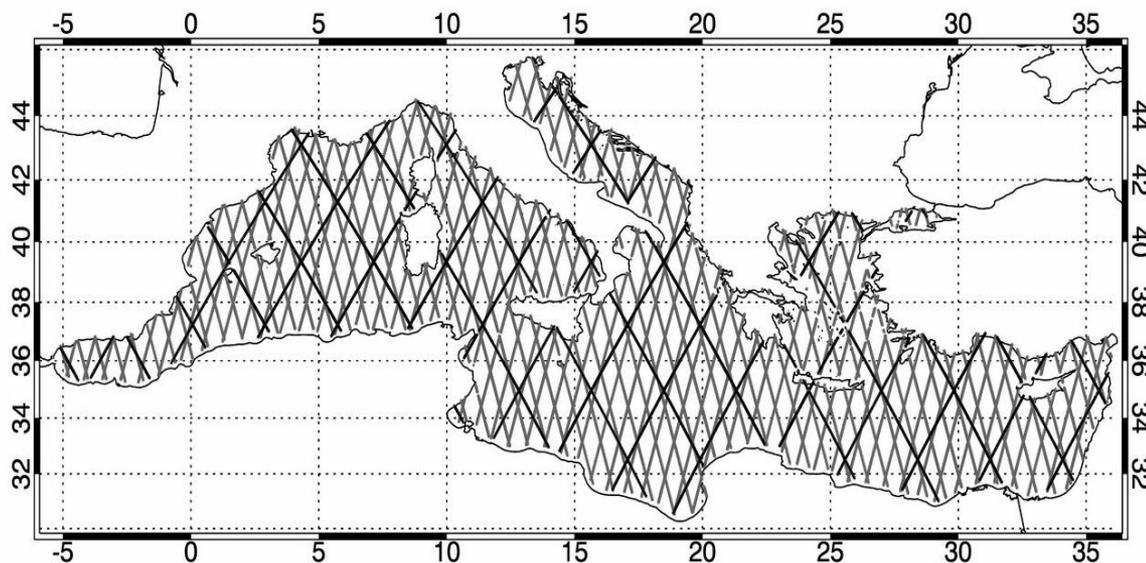


Forecast valid for 13:00 GMT 09 Jul 2015
Init 00:00 GMT 06 Jul 2015
northwestern sicily



Validazione del modello operativo

I risultati del modello WAM sono stati validati rispetto ai dati di altezza d'onda dei satelliti **Jason-2** (lanciato il 20/6/2008) e **Saral/Altika** (lanciato il 25/2/2013) per il periodo di operatività da giugno 2013 a dicembre 2014 per i primi 3 giorni simulati.



Tracce al suolo dei satelliti usati per il confronto: linee nere **Jason-2**, linee grigie **Saral/Altika**



Validazione del modello operativo

I risultati del modello WAM sono stati validati rispetto ai dati di altezza d'onda dei satelliti **Jason-2** (lanciato il 20/6/2008) e **Saral/Altika** (lanciato il 25/2/2013) per il periodo di operatività da giugno 2013 a dicembre 2014 per i primi 3 giorni simulati.

$$bias = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - x_i) \qquad rmse = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - x_i)^2}$$

$$si = \frac{rmse}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i} \qquad slope = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i x_i}$$

Indice di Willmott

$$d = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - x_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|y'_i| - |x'_i|)^2} \right]$$

Statistiche utilizzate per il confronto delle altezze significative previste dal sistema operativo con le misure da satellite e dalle boe.

Validazione del modello operativo

I risultati del modello WAM sono stati validati rispetto ai dati di altezza d'onda dei satelliti **Jason-2** (lanciato il 20/6/2008) e **Saral/Altika** (lanciato il 25/2/2013) per il periodo di operatività da giugno 2013 a dicembre 2014 per i primi 3 giorni simulati.

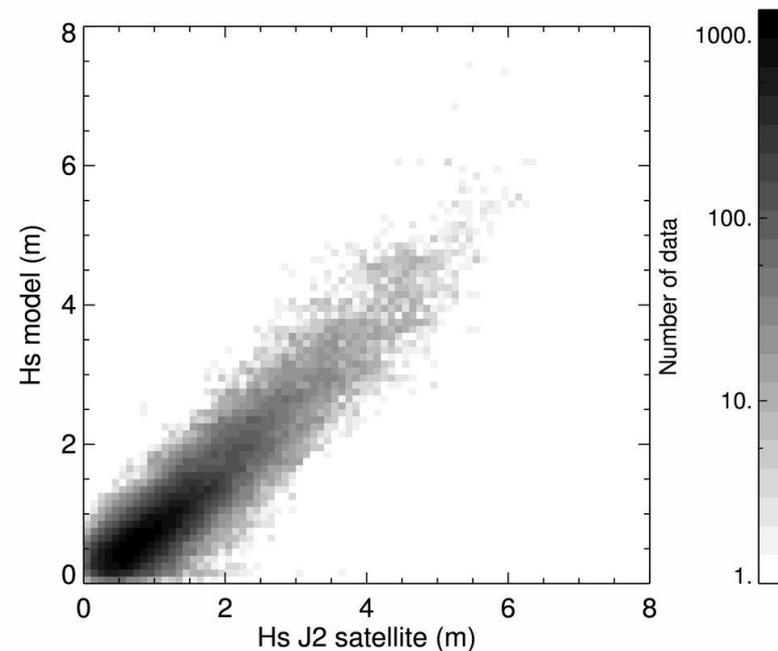
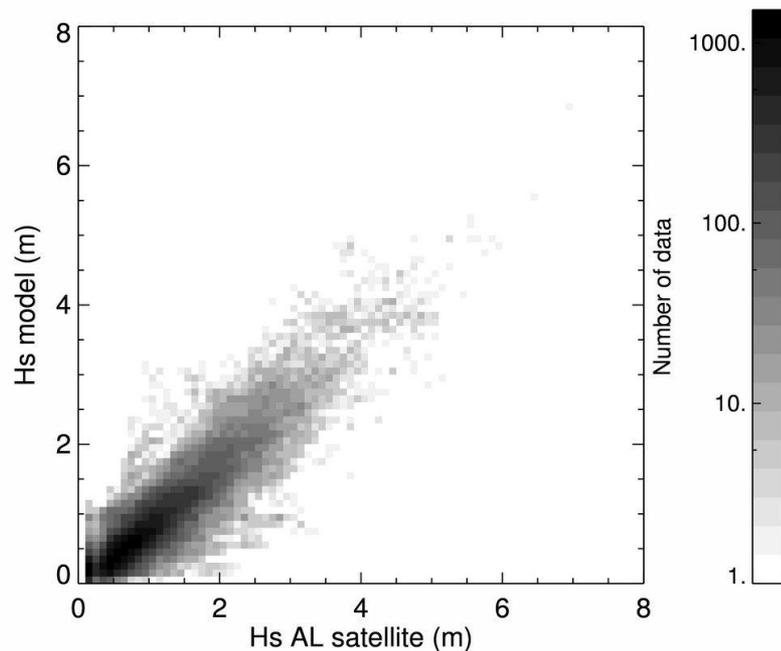
Satellite	forecast	samples	Bias (m)	Rmse (m)	si	slope	d
Jason-2	giorno 1	100,399	0.20	0.40	0.34	0.83	0.93
	giorno 2	101,036	0.22	0.44	0.37	0.81	0.92
	giorno 3	99,386	0.24	0.50	0.42	0.78	0.89
Saral/Altika	giorno 1	74,709	0.19	0.38	0.36	0.82	0.93
	giorno 2	74,896	0.20	0.42	0.39	0.80	0.91
	giorno 3	74,691	0.21	0.46	0.44	0.78	0.89

Statistiche utilizzate per il confronto delle altezze significative previste dal sistema operativo con le misure da satellite e dalle boe.

Validazione del modello operativo

Scatter plot relativo alle altezze significative previste dal modello e quelle misurate dai satelliti.

Dati del primo giorno simulato per l'intero bacino Mediterraneo. Valori raggruppati su intervalli di 0.2 m.



Validazione del modello operativo

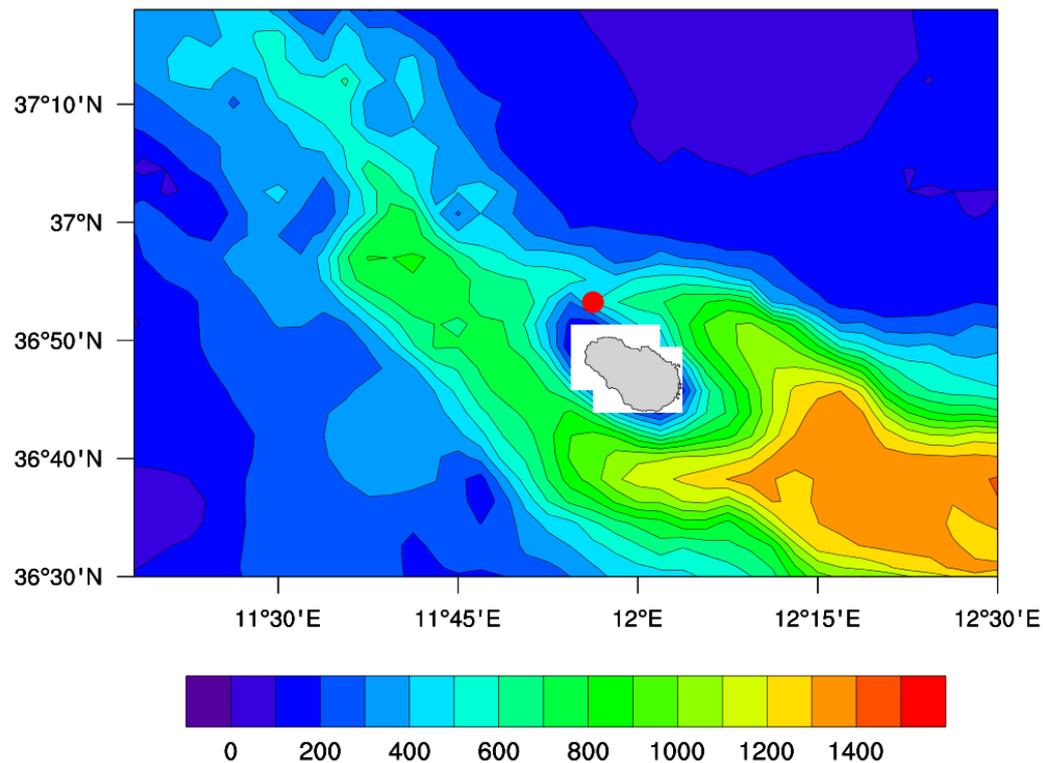
Statistiche relative al confronto delle altezze significative ricavate dal sistema operativo per il primo giorno di previsione con i dati misurati dalle boe della rete RON per l'intero bacino Mediterraneo.

WAM (altezza significativa)					
<i>boa</i>	bias	Rmse	Slope	Si	d
Alghero	-0.33	0.46	0.79	0.50	0.95
Ancona	-0.19	0.40	0.82	0.49	0.93
Cagliari	-0.17	0.26	0.76	0.52	0.90
Catania	-0.25	0.33	0.63	0.97	0.85
Crotone	-0.16	0.31	0.79	0.56	0.93
Cetraro	-0.19	0.32	0.72	0.72	0.91
Civitavecchia	-0.09	0.26	0.86	0.47	0.93
LaSpezia	-0.23	0.36	0.75	0.62	0.92
Mazara	-0.11	0.27	0.87	0.37	0.94

Partizione del moto ondoso

Studio delle partizioni nelle varie componenti ondose

Risultati preliminari: posizione NE di Pantelleria (11.9375°E / 36.8875 °N)

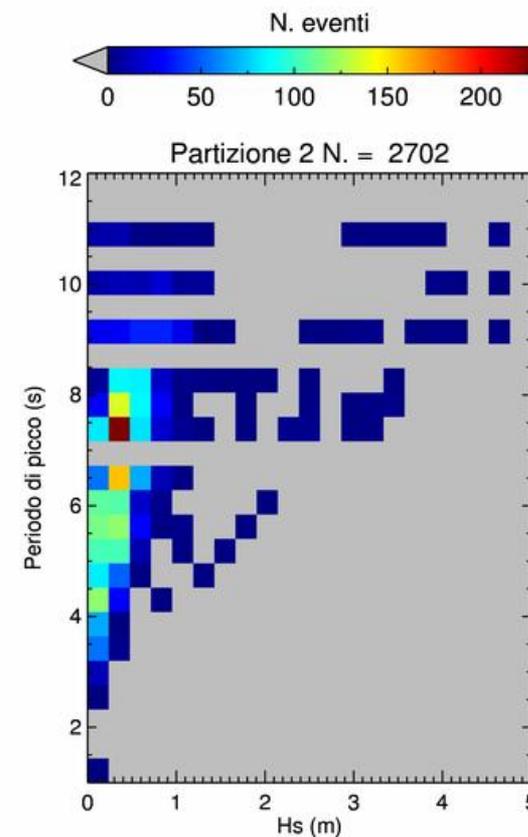
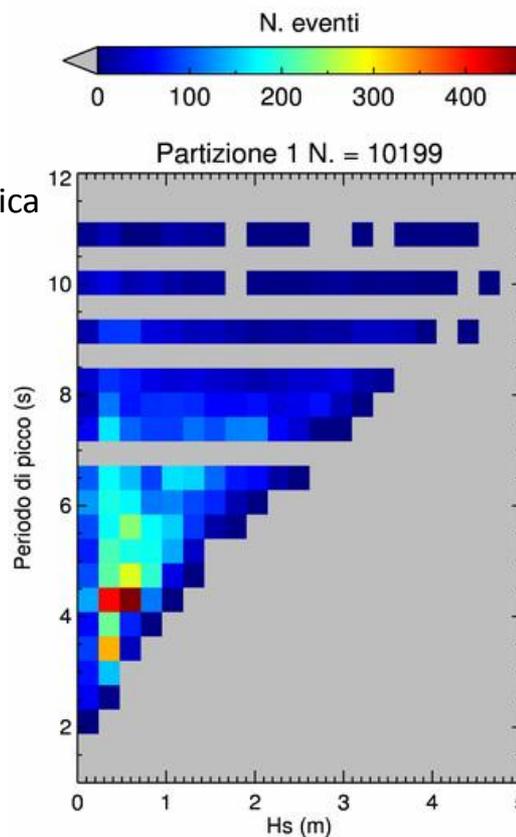


Partizione moto ondoso

Esempio: Anno 2001 simulazione climatologica

Partizione 1 – Vento

Partizione 2 – Onde lunghe



ATTIVITÀ DA SVOLGERE – OBIETTIVI ANNUALITÀ 2014-2015

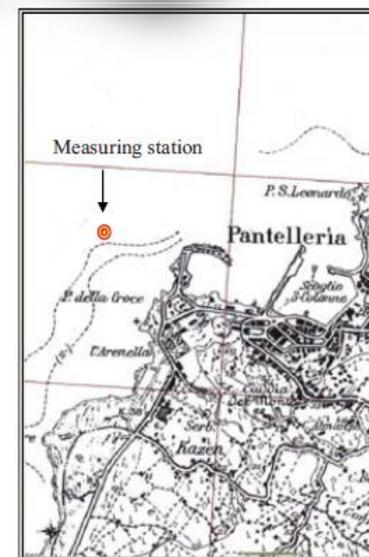
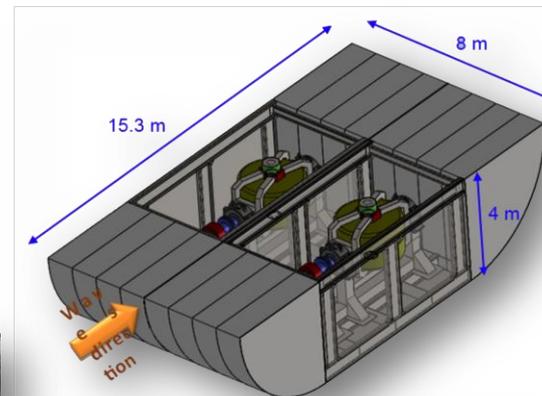
- Monitoraggio e mappatura degli ecosistemi costieri interessati dall'installazione di impianti di produzione di energia dal mare

L'obiettivo generale è la messa a punto di un sistema per il monitoraggio e la mappatura degli ecosistemi costieri interessati dall'installazione di impianti di produzione energetica tramite tecniche integrate di telerilevamento e rilievi in situ, con approccio GIS-based compatibile con il DSS-WebGIS di progetto (obiettivo e).

- Acquisizione, pre-processing ed omogeneizzazione di layer di base vettoriali (batimetrie, topografia, distribuzioni precedenti,..) e raster (aerofoto) relativi ai fondali di riferimento preesistenti
- Selezione ed acquisizione d'immagini satellitari recenti (05-08-2013, 05-08-2014) Landsat 8 OLI, pre-processing geometrico e radiometrico
- Configurazione e popolamento del geodatabase e test delle funzionalità GIS
- Progettazione, pianificazione e conduzione prima campagna di rilievi in situ

ATTIVITÀ DA SVOLGERE – OBIETTIVI ANNUALITÀ 2014-2015

- Monitoraggio e mappatura degli ecosistemi costieri interessati dall'installazione di impianti di produzione di energia dal mare

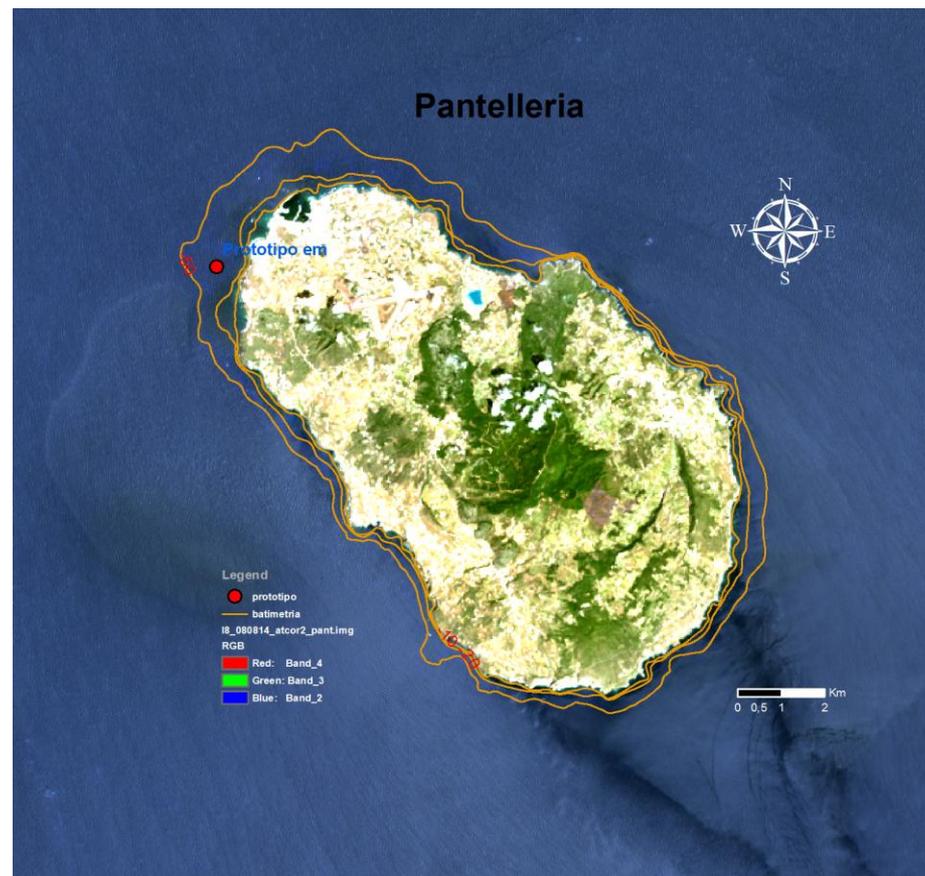


Il punto di installazione del sistema ISWEC presso l'Isola di Pantelleria. Profondità **36 metri**.

ATTIVITÀ DA SVOLGERE – OBIETTIVI ANNUALITÀ 2014-2015

- Monitoraggio e mappatura degli ecosistemi costieri interessati dall'installazione di impianti di produzione di energia dal mare

Combinazione true color dell'immagine multispettrale Landsat 8 OLI (acquisita in data 08-08-2014) dell'isola di Pantelleria con indicazione del sito (punto rosso) di posizionamento del prototipo e batimetria



ATTIVITÀ DA SVOLGERE – OBIETTIVI ANNUALITÀ 2014-2015

- Monitoraggio e mappatura degli ecosistemi costieri interessati dall'installazione di impianti di produzione di energia dal mare

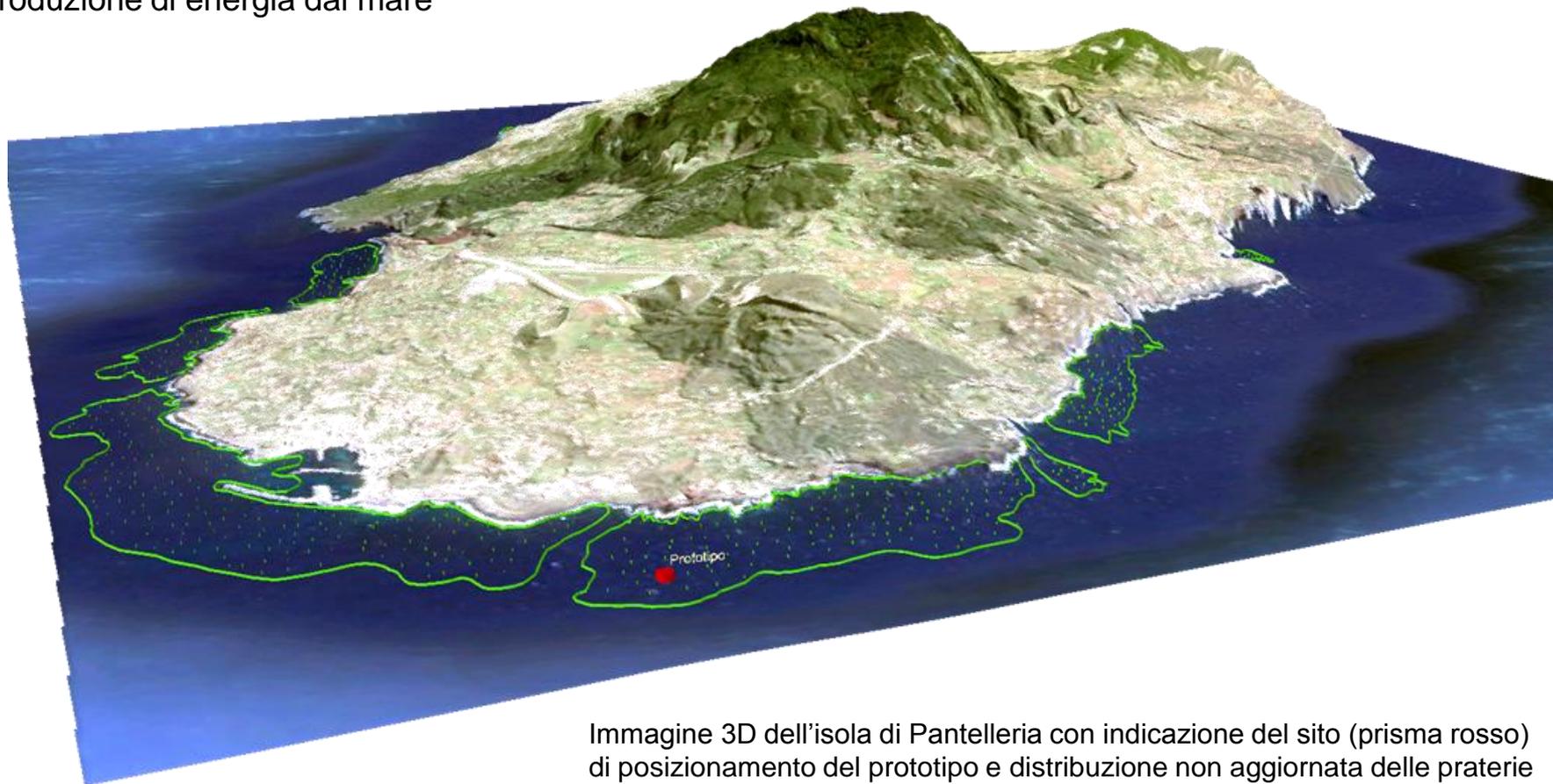
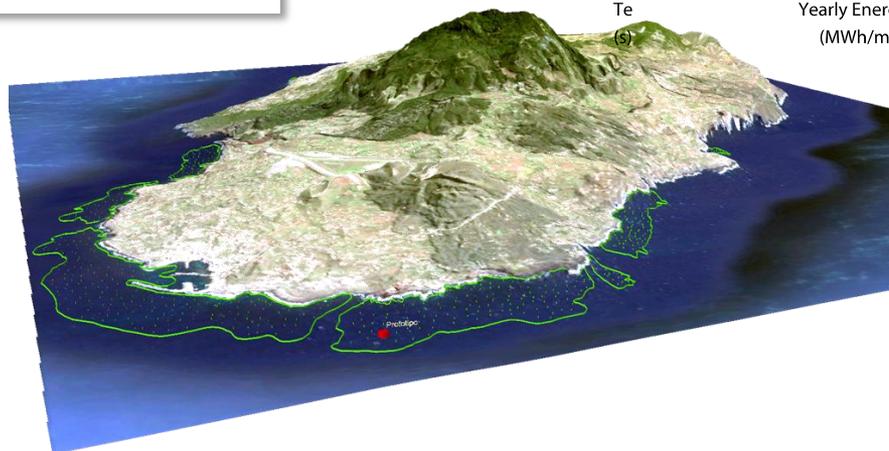
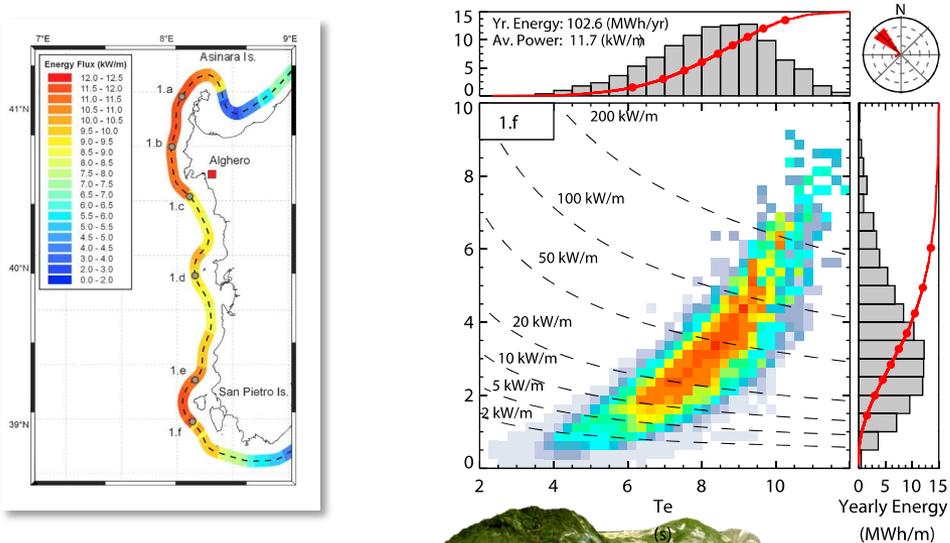


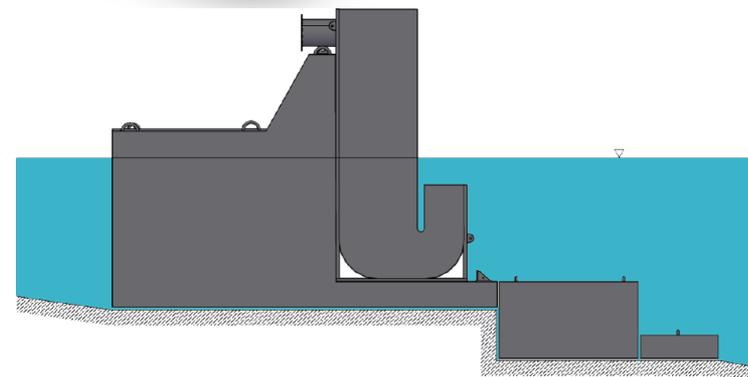
Immagine 3D dell'isola di Pantelleria con indicazione del sito (prisma rosso) di posizionamento del prototipo e distribuzione non aggiornata delle praterie di PO (campitura verde)

DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ

Valutazione e previsione della Risorsa



Sviluppo di dispositivi di conversione



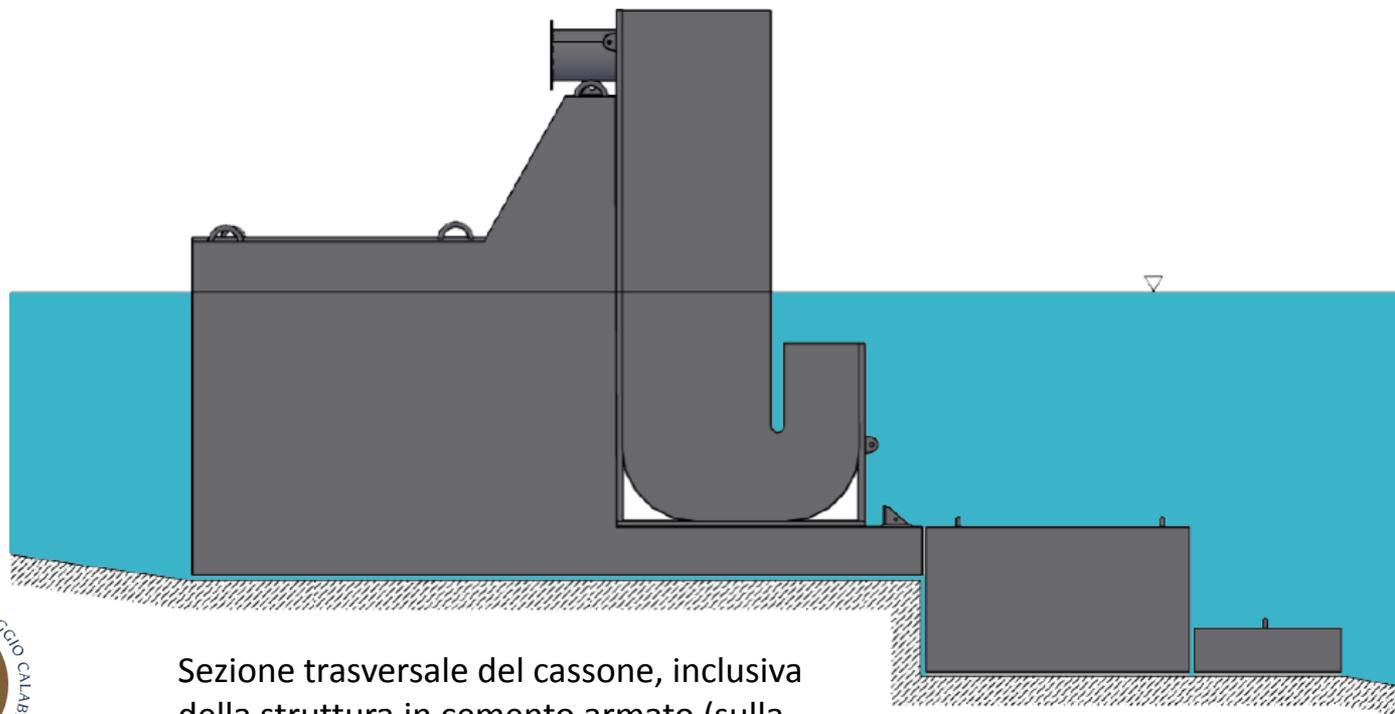
Attività sperimentale su dispositivi a colonna d'acqua oscillante OWC

- Progettazione, costruzione e installazione prototipo 1:8 UOWC a geometria modificabile.



Attività sperimentale su dispositivi a colonna d'acqua oscillante OWC

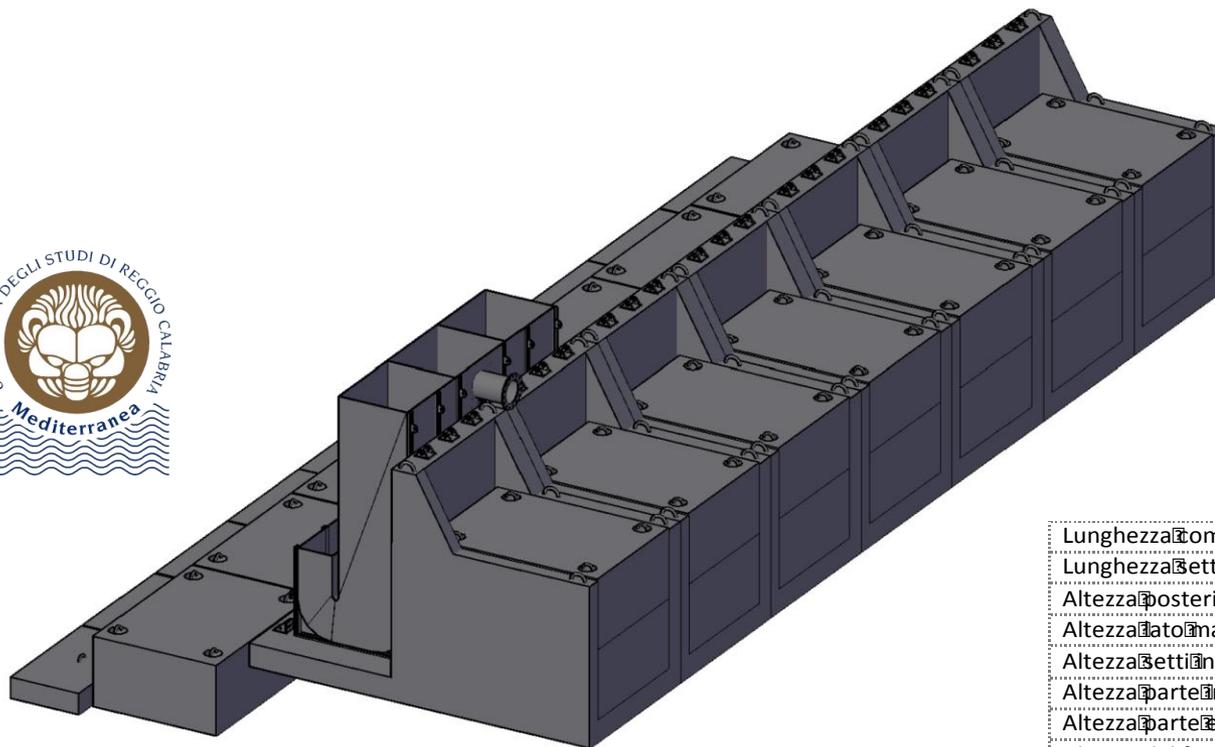
- Progettazione, costruzione e installazione prototipo 1:8 UOWC a geometria modificabile.



Sezione trasversale del cassone, inclusiva della struttura in cemento armato (sulla sinistra) e del cassone REWEC3 in acciaio

Attività sperimentale su dispositivi a colonna d'acqua oscillante OWC

- Progettazione, costruzione e installazione prototipo 1:8 UOWC a geometria modificabile.



Dettagli costruttivi:

il cassone è interamente in acciaio, con larghezza di **1.7m**, lunghezza di **3.8m** ed altezza pari a **3.6m**. La struttura è interamente zincata e verniciata.

Lunghezza complessiva interna camera	3770mm
Lunghezza setti interni	1250mm
Altezza posteriore	3570mm
Altezza lato mare	1270mm
Altezza setti interni	1000mm
Altezza parte immersa	1670mm
Altezza parte emersa	1900mm
Altezza al fondo dell'asse della turbomacchina	3230mm
Larghezza complessiva	1700mm
Larghezza ingresso moto ondoso	500mm
Larghezza camera/setti interni	1000mm

Vista 3D della diga, con il cassone ENEA sulla sinistra

Attività sperimentale su dispositivi a colonna d'acqua oscillante OWC

- Progettazione, costruzione e installazione prototipo 1:8 UOWC a geometria modificabile.



La posa in mare è stata conclusa il giorno 11 settembre 2014, con l'ausilio di una gru da 100 tonnellate, in grado di eseguire la posa del cassone in mare direttamente da terra.



Attività sperimentale su dispositivi a colonna d'acqua oscillante OWC

- Progettazione, costruzione e installazione prototipo 1:8 UOWC a geometria modificabile.



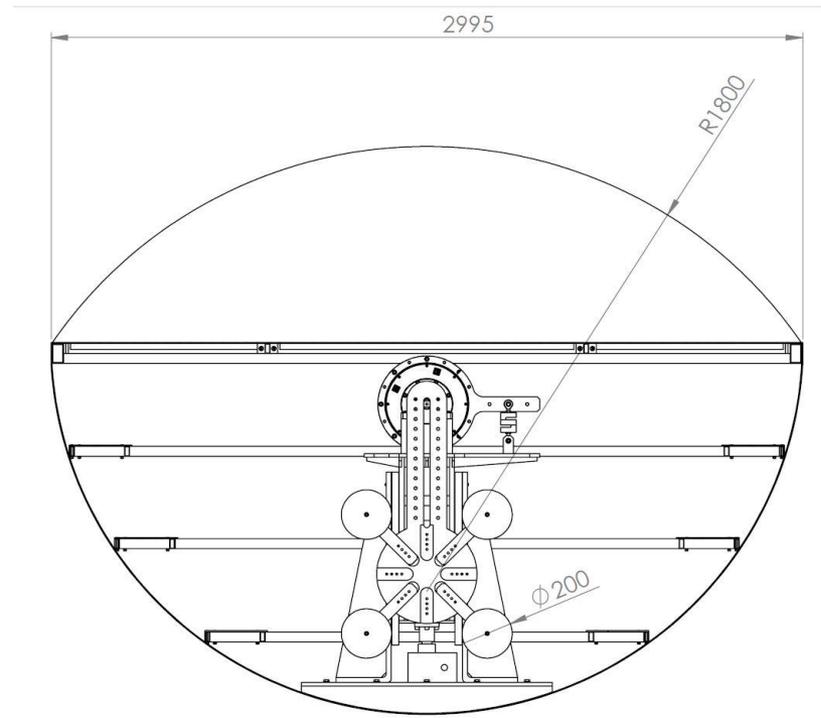
Attività sperimentale su dispositivi a colonna d'acqua oscillante OWC

- Progettazione, costruzione e installazione prototipo 1:8 UOWC a geometria modificabile.

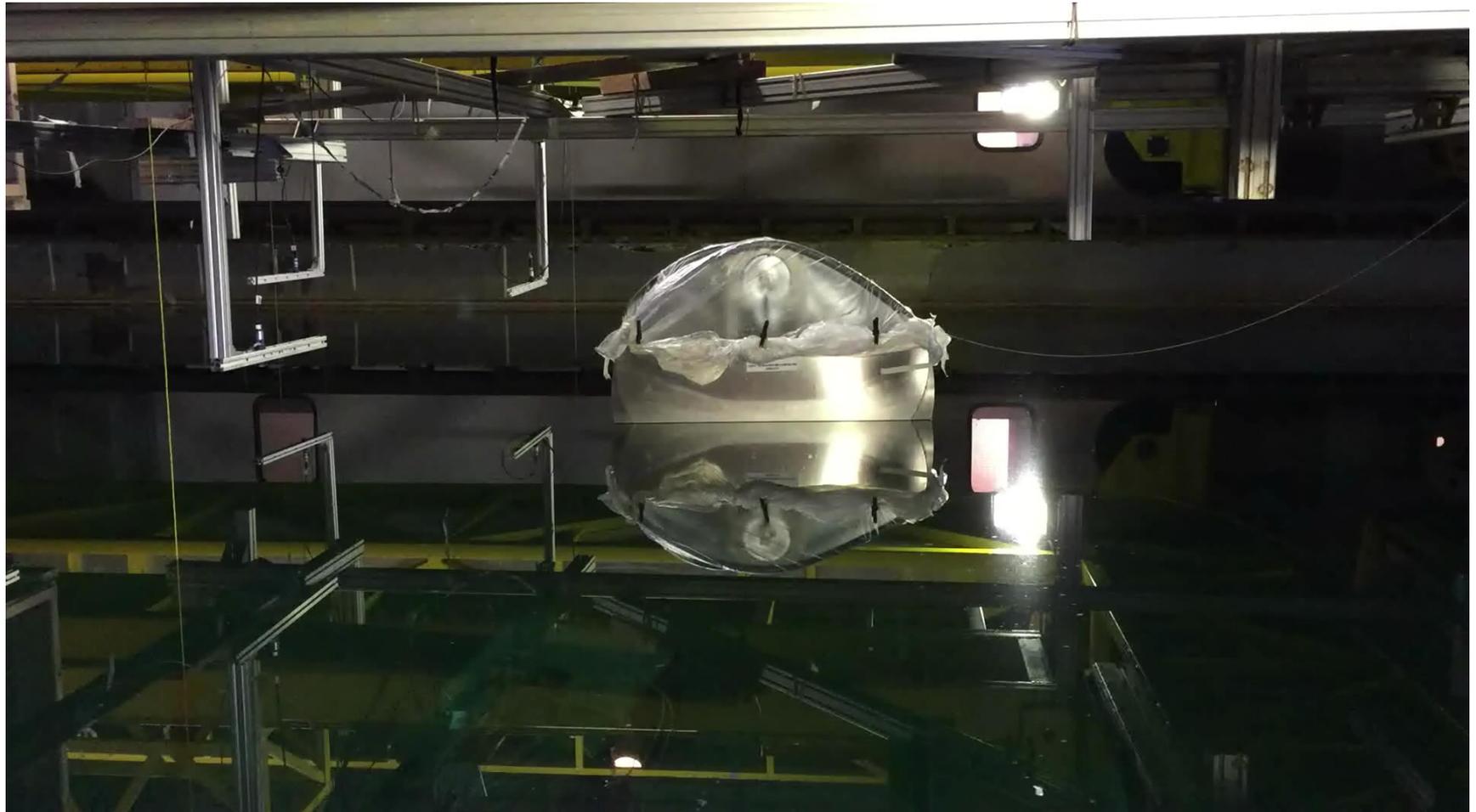


Sequenza di immagini relative alla mareggiata del 01.09.2014 presso il NOEL.

Progettazione, costruzione ed esecuzione di prove sperimentali di un prototipo in scala 1:12 di tipo point absorber “passivo” per il recupero di energia da moto ondoso (PEWEC)



**POLITECNICO
DI TORINO**







2011



2014

Italian initiative: workshops



AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE



AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE



ENERGIA DAL MARE - LE NUOVE TECNOLOGIE PER I MARI ITALIANI

AGENDA 1 LUGLIO 2014

Tecnologie offshore

- 15.30 • **La R115 e le altre macchine prodotte da 40South Energy: un approccio industriale alla wave energy conversion**
M. Grassi - 40South Energy Group
- 15.50 • **ISWEC: varo del sistema in scala reale nel mare di Pantelleria**
G. Mattiazzo - Wave for Energy
- 16.10 • Coffee break
- 16.40 • **Dimensionamento di un dispositivo "point absorber" per la conversione di energia da onda nel Mare Mediterraneo**
R. Archetti (1), G. Passoni (2)
1 - Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali - Università "Alma Mater" Bologna e CONISMA
2 - Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria, Politecnico di Milano e CONISMA
- 17.00 • **Produzione di energia dal mare in installazioni off-shore multi-funzionali**
B. Zanuttigh, E. Angelilli - Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali, Università "Alma Mater" Bologna
- 17.20 • **GEM, l'aquilone del Mare: un sistema a scala reale per lo sfruttamento dell'energia dalle correnti marine**
D. P. Coiro - Dipartimento di Ingegneria Industriale (DII), Sezione Aerospaziale, Università degli Studi di Napoli "Federico II"
- 18.00 • Fine lavori

AGENDA 2 LUGLIO 2014

- 9.00 • **Sintesi delle presentazioni del 1 luglio**
G. Sannino - ENEA, Unità Tecnica Modellistica Energetica Ambientale (UTMEA)
- 9.20 • **L'energia dal mare nel sistema della ricerca europea**
L. G. Giuffrida, Cristina Tommasino - ENEA, Unità Centrale Studi e Strategie (UCSTUDI)
- 9.40 • **INORE: la rete internazionale dei giovani ricercatori per lo studio delle energie dal mare**
M. Martini - Istituto di Idraulica Ambientale, Università della Cantabria (Spagna)
- 10.00 • Coffee break

Tavola Rotonda "Energia dal Mare in Italia: una realtà in continua crescita"

- 10.20 - 13.00
Intervengono: GSE, RSE, TERNA, ENEL GREEN POWER, ENEA, CNR, Polito
Moderatore: Dott. Sergio Malatesta - Autore Rai e Regista Documentario "Green Generation"

- GSE - Divisione Operativa
Dott. Gerardo Montanino
- RSE SpA - Direttore Dipartimento Ambiente e Sviluppo Sostenibile Ricerche sul Sistema Energetico
Dott. Antonio Negri
- TERNA - Responsabile Area Disaccoppiamento della Gestione e Ingegneria del Sistema Elettrico
Ing. Enrico Maria Carlini
- ENEL GREEN POWER - Innovation
Ing. Carlo Papa
- POLITECNICO Torino - Membro del Consiglio di Amministrazione
Prof. Mauro Velardocchia
- CNR - Direttore dell'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC)
Dott. Salvatore Mazzola
- CNR - Direttore dell'Istituto Nazionale per Studi ed Esperienze di Architettura Navale (INSEAN)
Dott. Emilio Fortunato Campana
- ENEA - Responsabile Unità di Progetto Ricerca di Sistema Elettrico (UPRSE)
Ing. Vincenzo Porpiglia
- ENEA - Responsabile Unità Tecnica Modellistica Energetica Ambientale (UTMEA)
Dott. Vincenzo Artale

- 13.00 • Pranzo



AGENDA 1 LUGLIO 2014

- 8.00 • Registrazione dei partecipanti
- 9.00 • Apertura dei lavori - **Saluti del Commissario ENEA Giovanni Lelli**

Introduzione al Workshop

- **Vincenzo Porpiglia** - Responsabile Unità di Progetto Ricerca di Sistema Elettrico - ENEA
- **Vincenzo Artale** - Responsabile Unità Tecnica Modellistica Energetica Ambientale - ENEA
- **Gianmaria Sannino** - Unità Tecnica Modellistica Energetica Ambientale - ENEA

Tecnologie onshore

- 9.40 • **Un impianto REWEC3 per la produzione di energia elettrica da moto ondoso: dall'invenzione del prof. Paolo Boccotti alla costruzione del primo prototipo**
F. Arena (1,2), P. Boccotti (2) 1 - Wavenergy.it srl 2 - Università Mediterranea, Facoltà di Ingegneria, Dipartimento di Meccanica e Materiali
- 10.00 • **Dighe REWEC3 per la produzione di energia elettrica dalle onde di mare: nuove attività sperimentali nel laboratorio NOEL di Reggio Calabria**
A. Romolo, F. Arena - Laboratorio NOEL, Facoltà di Ingegneria, Dipartimento di Meccanica e Materiali, Università Mediterranea
- 10.20 • **Progetto e prima verifica operativa di una micro-turbina Wells per stati di mare mediterranei**
M. Bassetti (1), A. Corsini (1), F. Rispoli (1), M. Ruggeri (2)
1 - Dipartimento di Meccanica e Aeronautica, Facoltà di Ingegneria, Università di Roma "La Sapienza" 2 - Divisione Energia, Faggioli Pumps SpA, Macerata
- 10.40 • **WAVE SAX, un dispositivo modulare innovativo per la generazione d'energia elettrica dal moto ondoso**
M. Peviani, G. Agate, A. Amicarelli, A. Danelli - RSE SpA, Ricerca sul Sistema Energetico
- 11.00 • **DIMEMO - Diga Marittima per la produzione di Energia da Moto Ondoso**
D. Vicinanza, P. Contestabile - Dipartimento di Ingegneria Civile, Design, Edilizia, Ambiente, Seconda Università di Napoli
- 11.20 • Coffee break
- 11.40 • **Sviluppo e test di un innovativo sistema oscillante per lo sfruttamento dell'energia da moto ondoso**
D. P. Coiro - SEAPOWER Scari, Consorzio di ricerca con l'Università di Napoli "Federico II"

Analisi della risorsa e interazione con dispositivi di conversione

- 12.00 • **L'Atlante ENEA del potenziale energetico dei mari italiani**
G. Sannino, A. Carillo, E. Caiaffa, M. Pollino, L. La Porta, E. Lombardi - ENEA, Unità Tecnica Modellistica Energetica Ambientale (UTMEA)
- 12.20 • **Sistema di monitoraggio e valutazione del potenziale energetico dal moto ondoso: implementazione presso il Porto di Civitavecchia**
F. Paladini (1), M.F. Carli (1), S. Bonamano (1), M. Marcelli (1), A. Danelli (2), M. Peviani (2)
1 - Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina, Università della Tuscia 2 - RSE SpA, Ricerca sul Sistema Energetico
- 12.40 • **Metodologia di integrazione di risorsa e tecnologia - caso studio: la costa ovest della Sardegna**
G. Bracco, E. Giorelli, M. Raffero, G. Mattiazzo, D. Poggi - Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Aerospaziale, Politecnico di Torino
- 13.00 • Pausa pranzo
- 14.30 • **MARINET: la rete europea di infrastrutture per la ricerca e lo sviluppo delle rinnovabili dal mare**
F. Salvatore - CNR, Istituto Nazionale per Studi ed Esperienze di Architettura Navale (INSEAN)
- 14.50 • **Metodologie sperimentali e computazionali per lo studio di sistemi di generazione da onde e correnti**
E. F. Campana - CNR, Istituto Nazionale per Studi ed Esperienze di Architettura Navale (INSEAN)
- 15.10 • **Messa a punto di un modello CFD finalizzato all'ottimizzazione di un dispositivo OWC**
D. Nicolini, A. Fontanella, T. Crescenzi - ENEA, Unità Tecnica Fonti Rinnovabili (UTRINN)

./.



Objectives

The sixth Conference on **Computational Methods in Marine Engineering (Marine 2015)** will be organized in **Rome, Italy, on 15-17 June 2015**. The previous conferences of these series were held in *Oslo (Norway) on 27-29 June 2005*, in *Barcelona (Spain) on 5-7 June 2007*, in *Trondheim (Norway) on 15-17 June 2009*, in *Lisbon (Portugal) on 28 – 30 September 2011* and in *Hamburg (Germany), on 29-31 May, 2013*

The objective of **Marine 2015** is to be a meeting place for researchers developing computational methods and scientists and engineers focusing on challenging applications in marine engineering.

Invited Sessions

Computational Methods in Support of Ocean Energy Harvesting

Organized by Gianmaria Sannino *ENEA (Italy)*

Speciale

OCEAN ENERGY: ONGOING RESEARCH IN ITALY



bimestrale dell'ENEA
anno 61

SPECIALE II - 2015



ENEA SPECIAL ISSUE OCEAN ENERGY



Seas and oceans have the potential to become important sources of clean energy. They represent a vast and largely untapped source of renewable energy, usually known as 'marine energy' or 'ocean energy'.

In Italy there is an increasing interest in the exploitation of wave and tidal technology to produce clean and renewable energy. Moreover, according to the National Renewable Energy Action Plan (NREAP), the Italian Government expects to meet the targets of 3 MW of installed capacity by 2020. At the current stage marine renewable energy is a real opportunity for Italy to generate economic growth and jobs, enhance the security of its energy supply and most importantly boost competitiveness through technological innovation.

In this context, we are pleased to present this Special EAI issue : Ocean Energy: ongoing research in Italy. It is intended to be a comprehensive coverage of ocean energy converter technologies, specifically designed for the Italian seas by the major research and academic organizations in Italy.

We hope that this collection of reviews and original papers will be a nice treat to our readers, and foster a comprehensive understanding of the current status of development of ocean energy in Italy. It is also our hope that the research and development presented in this Special Issue will boost and contribute to the growth of the ocean energy sector in Italy.

DOWNLOADABLE ON www.enea.it/it/produzione-scientifica/EAI

Speciale



bimestrale dell'ENEA
anno 61

OCEAN ENERGY: ONGOING RESEARCH IN ITALY

SPECIALE
II - 2015



OCEAN ENERGY: ONGOING RESEARCH IN ITALY

FOREWORD

RESOURCE ASSESSMENT

Environmental monitoring techniques and equipment related to the installation and operation of Marine Energy Conversion Systems

S. Scanu, F.M. Carli, M.A. Peviani, V. Piermattei, S. Bonamano, F. Paladini de Mendoza, K. Dampney, J. Norris, M. Marcelli

Wave energy potential: A forecasting system for the Mediterranean basin

A. Carillo, G. Sannino, E. Lombardi

Marine Waves Energy: A spatio-temporal DSS-WebGIS to support the wave-energy potential assessment in the Mediterranean Sea

M. Pollino, L. La Porta, E. Caiaffa

Evaluation of wave power by integrating numerical models and measures at the Port of Civitavecchia

F. Paladini de Mendoza, S. Bonamano, F.M. Carli, A. Danelli, C. Burgio, M.A. Peviani, M. Marcelli

Recent developments at CNR-INSEAN on testing and modelling marine renewable energy systems for waves and currents

F. Salvatore, F. Difelice, L. Fabbri

Marine renewables: Exploring the opportunity for combining wind and wave energy

A. Azzellino, L. Riefolo, C. Lanfredi, D. Vicinanza

CONVERSION SYSTEMS

Resonant Wave Energy Converters Concept development

F. Arena, G. Barbaro, V. Fiamma, V. Laface, G. Malara, A. Romolo, F.M. Strati

Resonant Wave Energy Converters Small-scale field experiments and first full scale prototype

F. Arena, V. Fiamma, R. Iannolo, V. Laface, G. Malara, A. Romolo, F.M. Strati

Double system wave energy converter for the breaker zone

S. Malavasi, M. Negri

Designing a point-absorber wave energy converter for the Mediterranean Sea

R. Archetti, A. Moreno Miquel, A. Antonini, G. Passoni, S. Bozzi, G. Gruosso, F. Scarpa, F. Bizzozero, M. Giassi

Innovative rubble mound breakwaters for wave energy conversion

P. Contestabile, C. Iuppa, L. Cavallaro, E. Foti, D. Vicinanza

Development of analysis tools for self-rectifying impulse turbines for OWC systems

G. Calaggi, G. Manfrida, L. Cappiotti

Development and field tests of GEM, the Ocean's Kite: A submersible floating device to tap tidal current energy

D.P. Coiro, G. Troise, F. Scherillo, N. Bizzarrini, G. Calise

Numerical and tank test of a pivoted floating device for wave energy

D.P. Coiro, G. Troise, G. Calise, N. Bizzarrini

Stochastic control applied to the ISWEC Wave Energy System

G. Bracco, M. Casassa, E. Giorcelli, M. Martini, G. Mattiazzo, B. Passione, M. Raffero, G. Vissio

Wave Energy Converters based on Dielectric Elastomer generators: Status and perspectives

M. Fontana, R. Vertechy

INTERNATIONAL NETWORKING

INORE: The International Network on Offshore Renewable Energy

M. Martini, A. de Andrés



L'Energia dal Mare
Newsletter



Newsletter 1-2015

EDITORIALE A CURA DI: GIANMARIA SANNINO (ENEA), LAURA SERRI (RSE)



La Newsletter "L'Energia dal Mare" fornisce una rassegna delle principali attività a livello nazionale nel settore della ricerca volta alla produzione di energia dal mare: i risultati scientifici, le iniziative, i seminari, i convegni.

La realizzazione di questa Newsletter nasce dalla sentita necessità di disporre di uno strumento efficace di distribuzione delle informazioni e di una raccolta organica e aggiornata di quanto viene prodotto su tale tema, mettendola a disposizione dei principali utenti italiani operanti nel settore della ricerca e produzione dell'energia dal mare.

Al fine di fornire un'informazione quanto più completa possibile, si invitano tutti i soggetti coinvolti in tale tematica a inviare il loro contributo da inserire nei prossimi numeri della newsletter al seguente indirizzo email edm.project@enea.it.

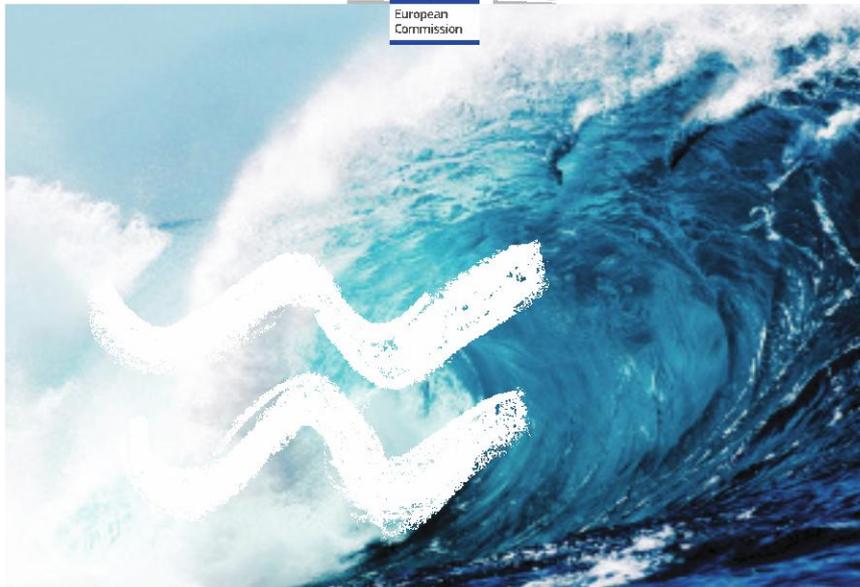
La Newsletter rientra nelle iniziative di diffusione portate avanti da ENEA e RSE nell'ambito dei relativi Accordi di Programma con il Ministero dello Sviluppo Economico sulla Ricerca di Sistema Elettrico. In questo ambito, essa si configura come un'iniziativa innovativa che, non solo permette di riportare in un unico contesto i risultati salienti che i due affidatari della ricerca hanno ottenuto nel Progetto, ma si prefigge lo scopo di promuovere lo sviluppo del settore delle energie rinnovabili dal mare attraverso la condivisione delle conoscenze e delle recenti esperienze nella valutazione della risorsa e nella realizzazione di dispositivi di conversione del potenziale energetico marino in energia elettrica.

Nell'ambito della Ricerca per il Sistema Elettrico, l'Autorità per l'energia elettrica e il gas ha previsto il Progetto "[Energia elettrica da fonte marina](#)" in continuità con quanto già sviluppato in passato, volto a realizzare un'attività esplorativa per valutare la fattibilità dello sfruttamento energetico dell'energia dal mare, esaminare le tecnologie necessarie anche attraverso sperimentazioni dimostrative. Verrà approfondita in particolare la possibilità di produzione di energia elettrica adottando dighe portuali in grado di sfruttare il moto ondoso.





European
Commission



Energy Research
Knowledge Centre

Overcoming Research Challenges for Ocean Renewable Energy

n
e
a

Contents

■ Ocean energy brochure scope	1
■ Policy background and main figures	3
■ Technological research key points and future challenges	7
■ Tidal barrage	7
■ Tidal current converter	8
■ Wave energy converter	9
■ Barriers and challenges	10
■ Defining research priorities beyond technology improvements: an integrated approach	12
■ Resource potential assessment	12
■ Sustainability assessment, marine spatial planning and integrated coastal zone management	13
■ Grid integration	14
■ Recommendations	16
■ References	18
■ List of Acronyms	20

Manuscript completed in April 2013

EUR Number: 25941
SSN: 1018-5593 (print) 1831-9424 (online)
SBN: 978-92-79-29514-0 (print) 978-92-79-29513-3 (pdf)
Catalogue Number: LD-NA-25941-EN-C (print) LD-NA-25941-EN-N (online)
DOI: 10.2790/8776 (print) 10.2790/8711 (online)
Publisher Name: Publications Office of the European Union
Publisher City: Luxembourg
Publisher Country: Luxembourg

© European Union 2013

Reproduction is authorised provided the source is acknowledged.

Cover: © GOPA-Cartermill

Photo credits: Courtesy of ADAG (page 2, 8), EMEC (Mike Brookes-Roper, page 6), Pelamis Wave Power (page 10), Flumill (Mike Brookes-Roper, page 10), Istockphoto (cover, page 13, 14, 17).

Printed in Belgium

This publication was produced by the Energy Research Knowledge Centre (ERKC), funded by the European Commission, to support its Information System of the Strategic Energy Technology Plan (SETIS). It represents the consortium's views on the subject matter. These views have not been adopted or approved by the European Commission and should not be taken as a statement of the views of the European Commission.

The manuscript was produced by Gianmaria Sannino from the Italian National Agency for New Technology, Energy and Sustainable Economic Development (ENEA) and *Cristina Cavichioni* from Research on Energy Systems (RSE Spa). We would like to thank *Antonio Negri*, Director of the Environment and Sustainable Development Department, Research on Energy Systems (RSE Spa) for his support.

We would like to extend our grateful thanks to *Ana Brito e Melo* (Wave Energy Centre, WavEC), *Tony Lewis* (Hydraulics and Maritime Research Centre, University College Cork) and *Sian George* (CEO of the European Ocean Association) for their review of the manuscript and their valuable support.

While the information contained in this brochure is correct to the best of our knowledge, neither the consortium nor the European Commission can be held responsible for any inaccuracy, or accept responsibility for any use made thereof.

Additional information on energy research programmes and related projects, as well as on other technical and policy publications is available on the Energy Research Knowledge Centre (ERKC) portal at:

setis.ec.europa.eu/energy-research

The **EERA** Ocean Energy JP is based around six key research themes. These themes have been developed based on existing research roadmaps which identify the critical areas of research required for the successful growth of the industry. The Research Themes are here:

- Resource
- Devices and Technology
- Deployment and Operations
- Environmental Impact
- Socio-economic Impact
- Research Infrastructure, Education and Training

Within each Research Theme a number of sub-topics have been identified as key long term research objectives. Initial EERA Ocean Energy JP activities are not able to cover all of the objectives identified but have been prioritized in the first year's programme by need and the current availability of funding. The gap between what has been identified as a key long term objective and what the EERA Ocean Energy JP is actually able to deliver in the first year will help identify issues that need future funding and coordinated research efforts.



www.eera-set.eu

Coordinating energy research
for a low Carbon Europe