



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



ISTITUTO NAZIONALE  
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

# WP 8

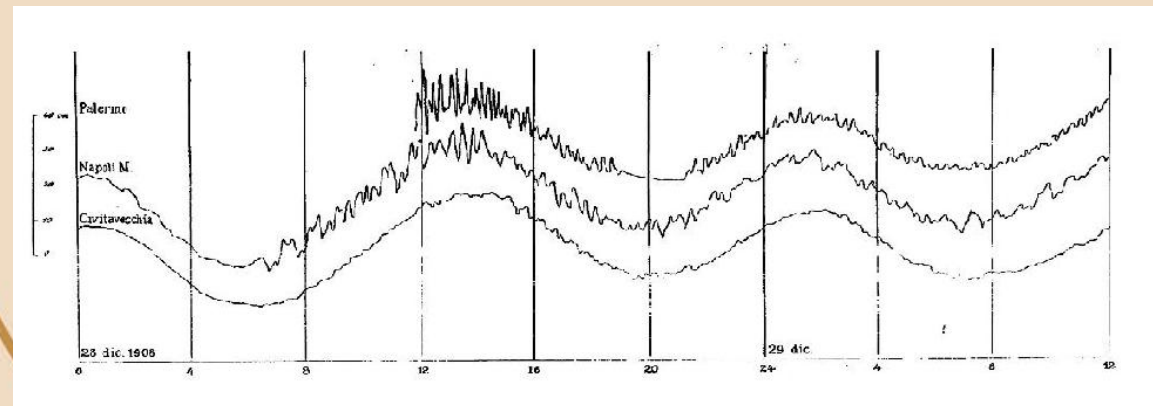
## Coordinator Stefano Lorito

### INGV

#### TUO

#### Tsunami Observation

Assigned Budget: 3 M€





Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



ISTITUTO NAZIONALE  
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

- Preparation of the technical specifications for the Open ocean pressure sensors public procurement
- Procedure to estimate the optimal positions to deploy two Open ocean pressure sensors and buoys



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



ISTITUTO NAZIONALE  
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

# Capitolato tecnico (16 pagine)



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



ISTITUTO NAZIONALE  
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

## Capitolato Tecnico per la fornitura e messa in opera di due sistemi per Tsunami Early Warning per il progetto PNRR MEET

### Art. 1 OGGETTO DELLA FORNITURA

L'oggetto dell'appalto è la fornitura, l'installazione, il collaudo, le manutenzioni, la produzione della documentazione di supporto di due sistemi completi per Tsunami Early Warning costituiti ognuno (Fig. 1) da:

- Una boa di superficie;
- Un sensore di pressione della colonna d'acqua (BPR – Bottom Pressure Recorder);
- un sistema di gestione e controllo da remoto;
- le operazioni per le installazioni di tutte le apparecchiature nei siti di funzionamento.
- le operazioni periodiche di manutenzione dopo tre (3) e sei (6) anni dall'installazione.

L'Appaltatore dovrà rispettare tutti i requisiti minimi riportati nel presente documento.

Il progetto deve soddisfare principalmente i seguenti requisiti generali di base:

- rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente (cosiddetto DNSH);

- a) Boa
- b) Sistema di energia solare
- c) Modulo CPU e comunicazioni
- d) Ricetrasmittitore acustico per la boa
- e) Sistema di ormeggio

#### 2) BPR – Bottom Pressure Recorder

- a) Sensore di pressione della colonna d'acqua
- b) Sistema di ormeggio per il BPR

#### 3) CENTRO DI GESTIONE E CONTROLLO DA REMOTO

- a) Applicazione web di un software per il monitoraggio e l'analisi del dato di tsunami registrato dal sistema

#### 4) Le operazioni marine necessarie per l'installazione degli apparati in esercizio in mare con mezzo navale fornito dall'aggiudicatario;

- 5) l'effettuazione dei test di funzionamento e messa in opera dei due sistemi completi;
- 6) operazioni di manutenzione ordinaria delle boe di superficie dopo un anno dalla messa in opera, effettuate a carico dell'operatore economico con personale tecnico



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



ISTITUTO NAZIONALE  
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

## Tabella Criteri di Valutazione (6 pagine)



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



ISTITUTO NAZIONALE  
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

### **TABELLA CRITERI DI VALUTAZIONE**

Il punteggio dell'offerta tecnica è attribuito sulla base dei criteri di valutazione elencati nella sottostante tabella con la relativa ripartizione dei punteggi.

Nella colonna identificata con la lettera D vengono indicati i "Punteggi discrezionali", vale a dire i punteggi il cui coefficiente è attribuito in ragione dell'esercizio della discrezionalità spettante alla commissione giudicatrice.

Nella colonna identificata con la lettera Q vengono indicati i "Punteggi quantitativi", vale a dire i punteggi il cui coefficiente è attribuito mediante applicazione di una formula matematica.

Nella colonna identificata dalla lettera T vengono indicati i "Punteggi tabellari", vale a dire i punteggi fissi e predefiniti che saranno attribuiti o non attribuiti in ragione dell'offerta o mancata offerta di quanto specificamente richiesto.





Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



ISTITUTO NAZIONALE  
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

## Procedure to estimate the optimal positions to deploy two Open ocean pressure sensors and buoys

- Zona Economica Esclusiva
- Depth Range (2000 m - 4000 m)
- Resampling nodes (from 90,000 to 229 every 18 km)
- 190,000 scenarios produced
- Optimization of couples of DARTs for different tsunami min. heights



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



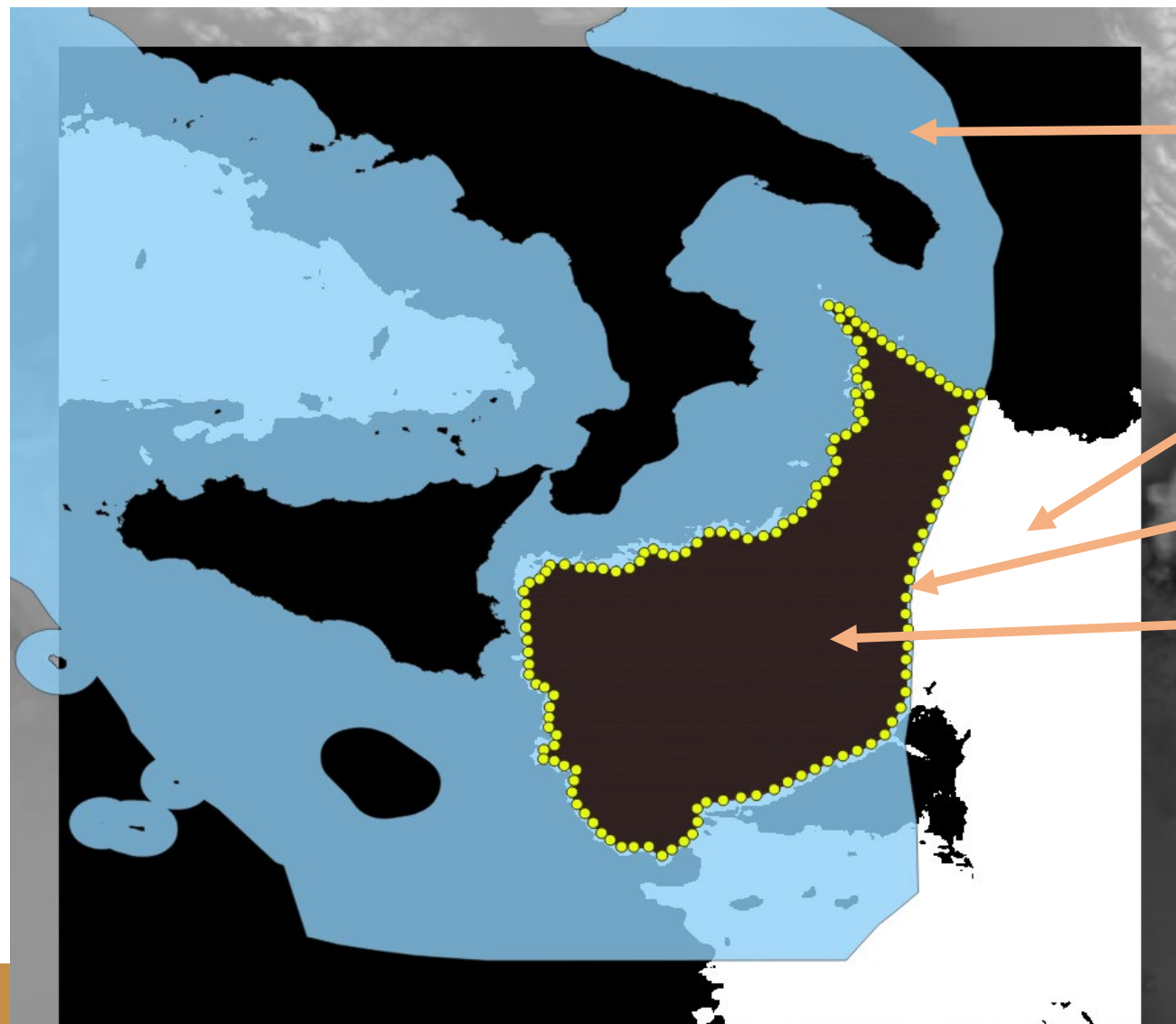
Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



ISTITUTO NAZIONALE  
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

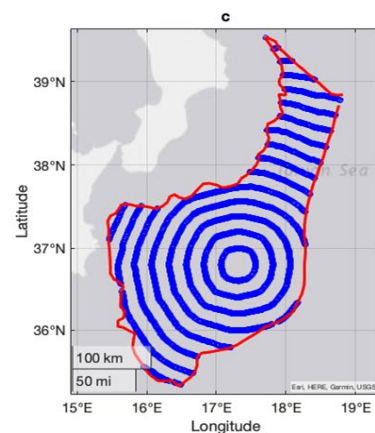
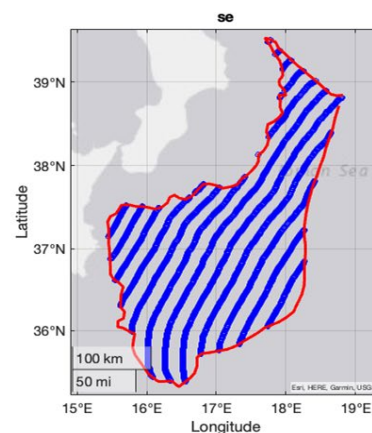
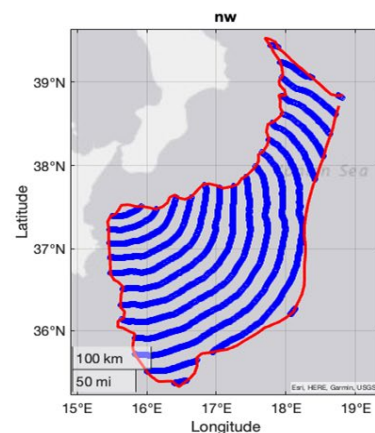
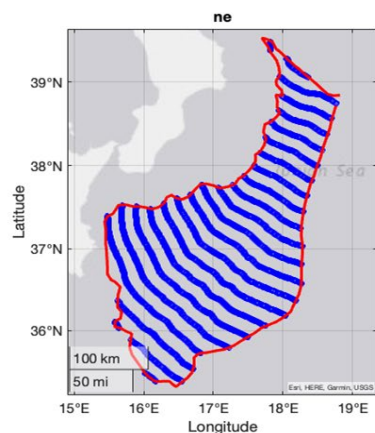


Zona economica  
esclusiva (EEZ)

Buffer Depth in  
[-4000m,-2000m]

Intersection  
between EEZ and  
Buffer

ALL Candidates  
points for  
deploying the  
buoys (dx~900 m;  
N=90000)



## Procedure to resample the offshore points:

1. Compute tsunami travel times from **5 point sources** located
  - a. NE from the offshore area
  - b. NW from the offshore area
  - c. SE from the offshore area
  - d. SW from the offshore area
  - e. In the middle of the offshore area
2. Extract the **120s isolines**
3. For each source compute the minimum distance between consecutive isolines
4. Take the minimum distance among all of the cases
5. Convert this distance in number of grid points

Here we have a **minimum distance of ~18 km**, or equivalently **20 grid points** (using a **bathymetry with a spatial resolution of 30 arc-sec**)



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero  
dell'Università  
e della Ricerca

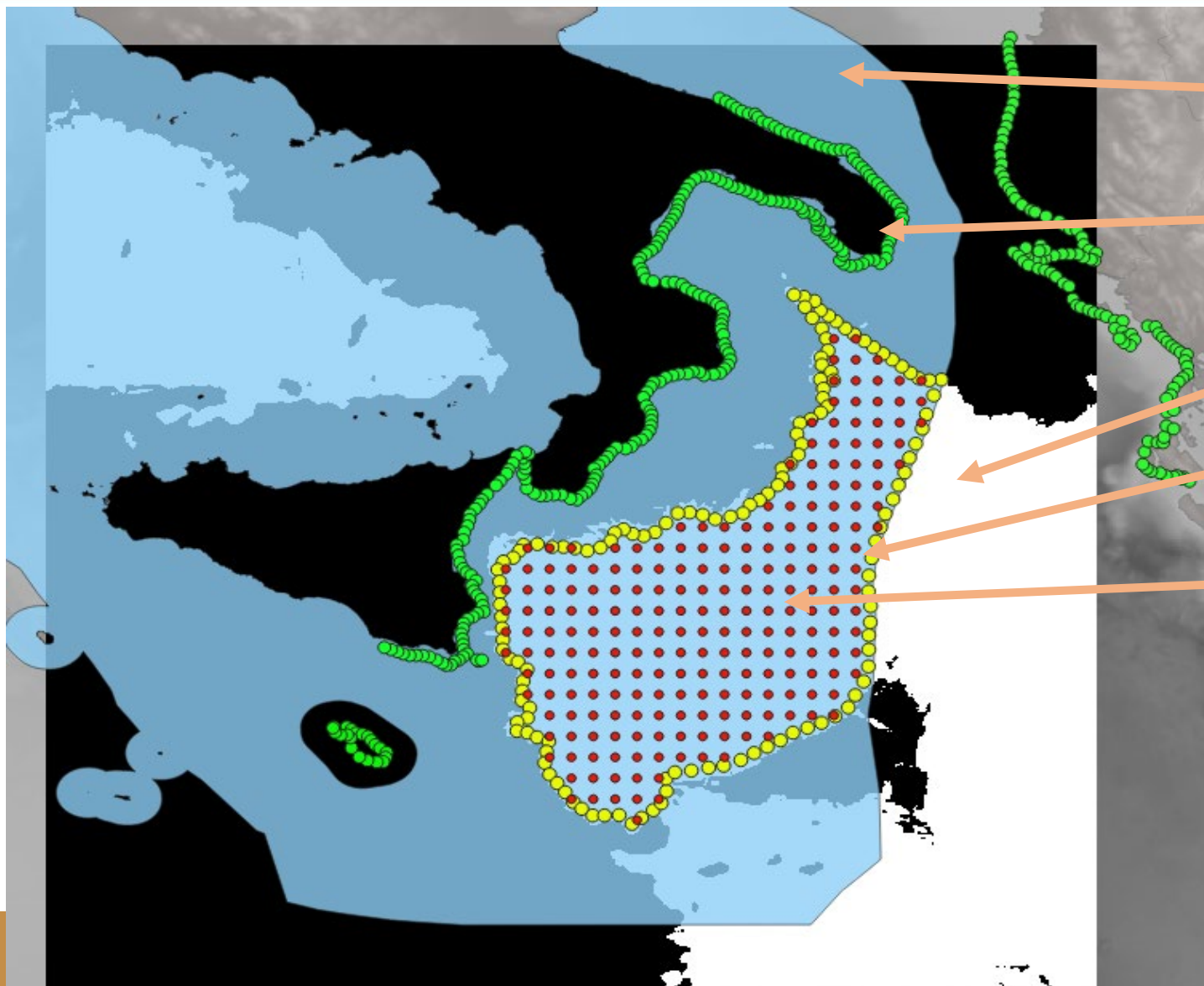


Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



ISTITUTO NAZIONALE  
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

After the  
resampling



Zona economica  
esclusiva (EEZ)

POIs (2km spaced; N=376  
[Ita:240; Malta:21;  
Greece:79; Albania:36])

Buffer Depth in  
[-4000m,-2000m]

Intersection  
between EEZ and  
Buffer

Sampled  
Candidates points  
for deploying the  
buoys (dx~18 km;  
N=229)



## TSUNAMI MODELING:

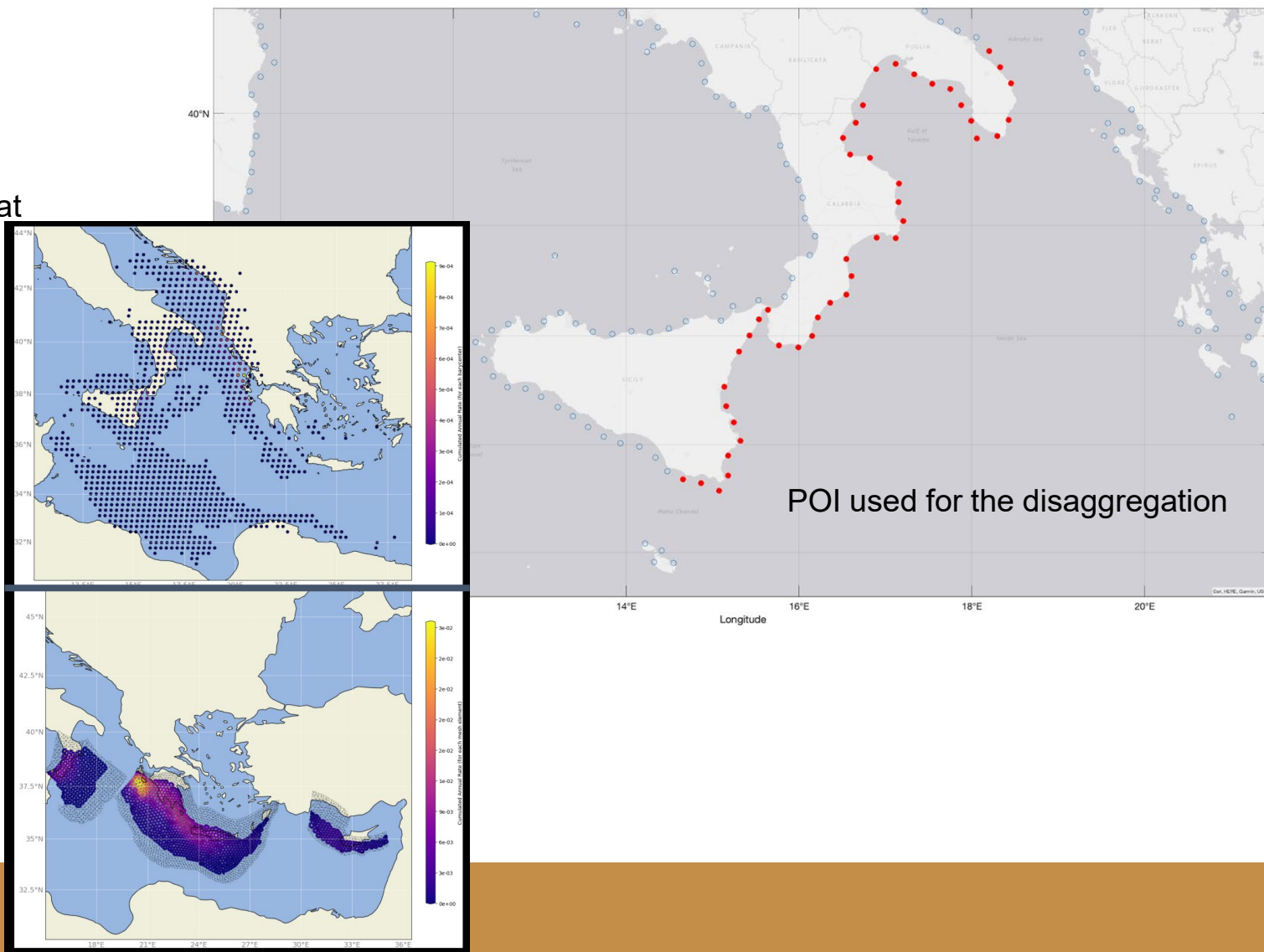
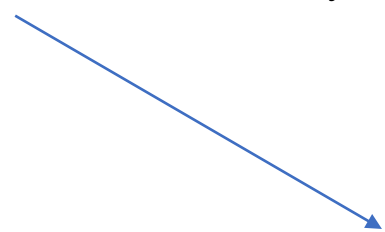
Code: Tsunami-HySEA

Bathymetry: 30 arc-sec

Simulation time: 8 hrs

Time-series: offshore points + POIs at 50m (Eastern Sicily, Ionian Calabria, Basilicata, and Apulia); output sampling at 30 s

Sources: ~140k BS + ~50k PS scenarios from the disaggregation considering the POIs of southern Italy





## OPTIMIZATION DART+TG

**GOAL:** minimising the detection time for scenarios resulting in at least 1 coastal point with  $H \geq 0.2\text{m}$  (after applying the Green's law, GL) along the Ionian coasts and considering the scenarios likelihood (i.e. the annual rates)

**INSTRUMENTS:** tide gauges existing in the MED, 2 DART (inside a specific region, PNRR), "future tide gauges"

The algorithm:

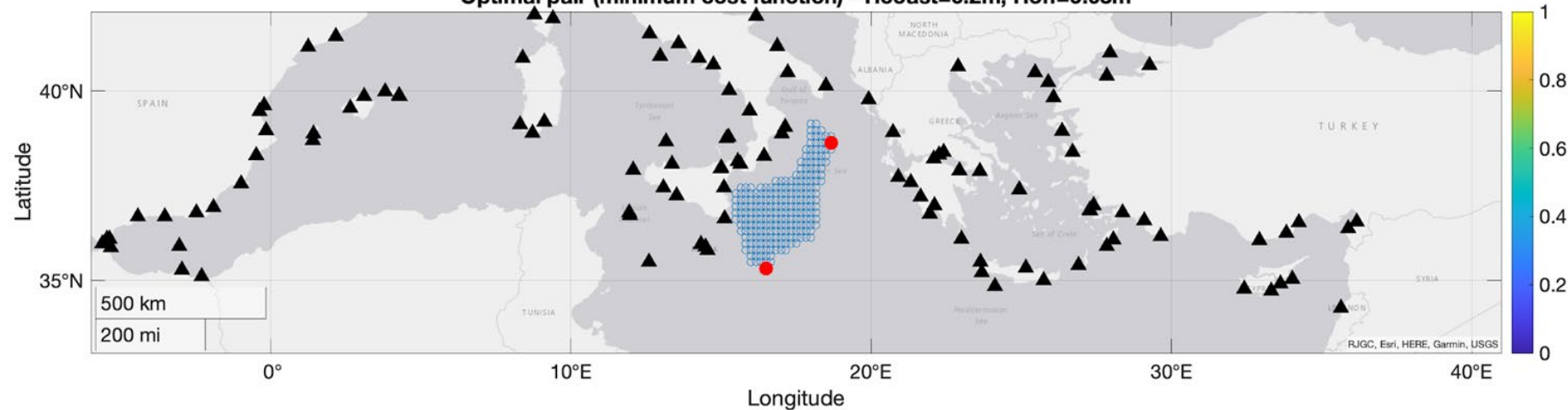
- Scenario disaggregation for Ionian sea (from TSUMAPS)
- Tsunami simulation for the TSUMAPS POIs (2 km spaced) + offshore points (possible DART locations, 18 km spaced)
- Scenarios Filter 1:  $H_{1m} \geq 0.2\text{ m}$  (after GL, also 0.5m) for iso50m in the Ionian sea
- Scenarios Filter 2:  $H_{DART} \geq 0.03\text{ m}$  (we can prepare additional thresholds for 0.01 m, 0.02 m)
- Select the rates for the remaining scenarios
- For each scenario, we assign to that scenario the minimum time between  $DART_i$ ,  $DART_j$  and the Tide gauges  $\{m_k\}$  weighted by the inverse of the scenario's rate
- We sum up over all the scenarios and normalise
- The quantity C below is the cost function to be minimised

$$C = \frac{1}{\sum_{n=1}^N \frac{1}{\lambda_n}} \sum_{s=1}^S \frac{1}{\lambda_s} * \min(T_{is}, T_{js}, T\{m_{ks}\})$$

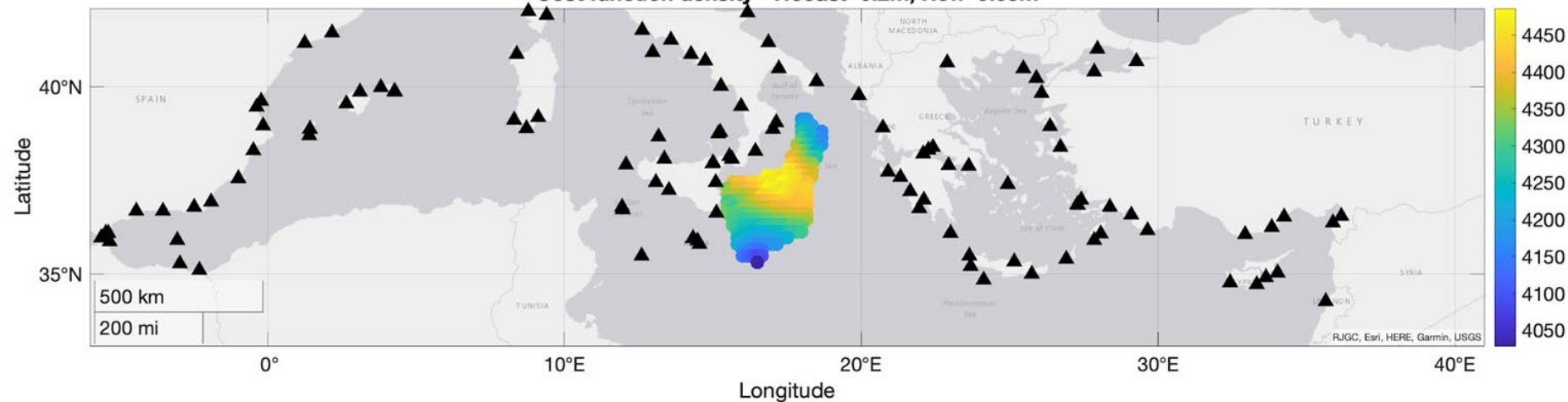
With

- $i, j$  the DART positions
- $\{m_k\}$  the Tide gauge positions
- N is the number of scenarios

Optimal pair (minimum cost function) - Hcoast=0.2m; Hoff=0.03m

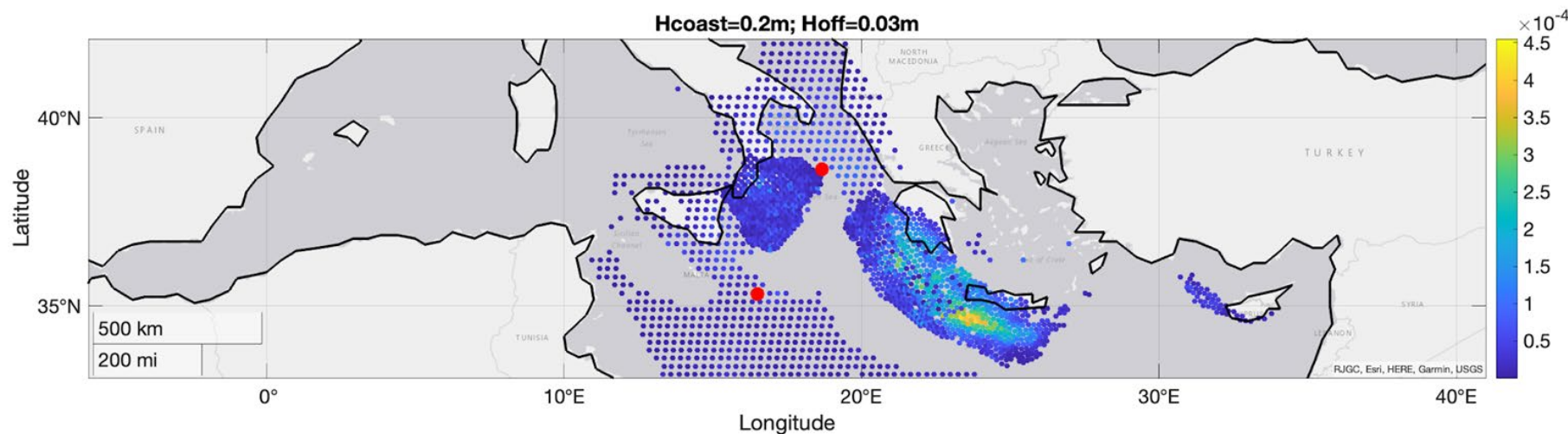


Cost function density - Hcoast=0.2m; Hoff=0.03m

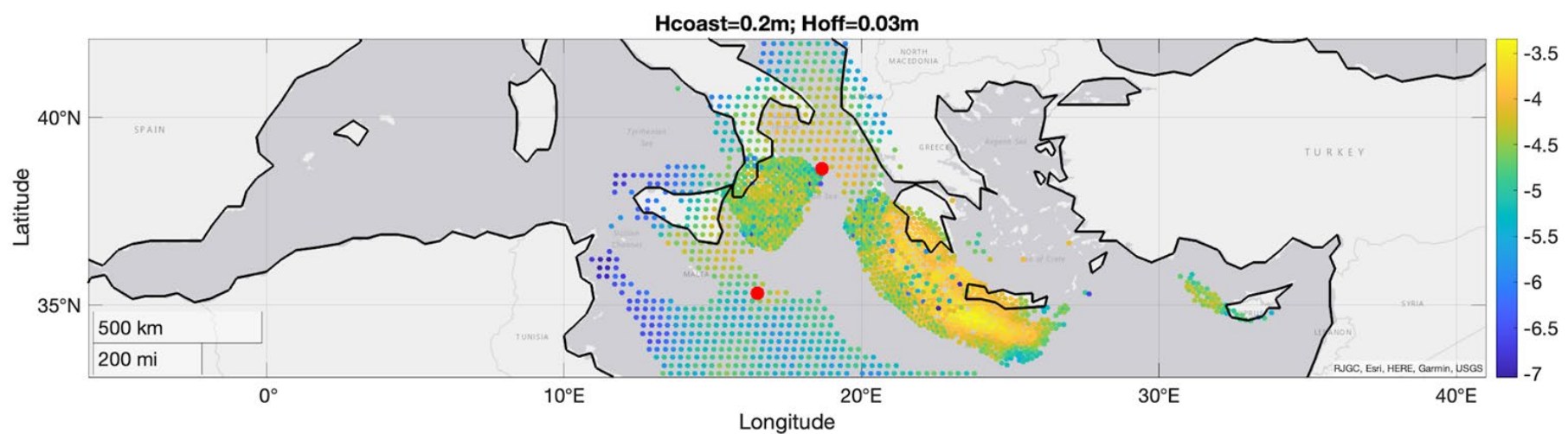


When the minimum wave amplitude measured along the coast is 0.2 m (corresponding to the ADVISORY level) the optimal pair of sensors is far from land





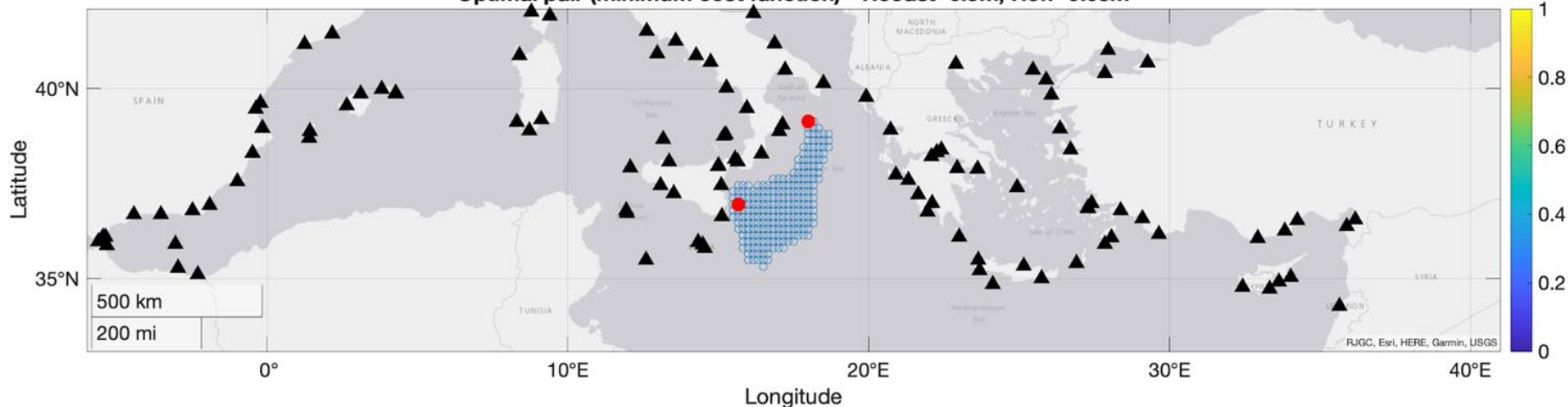
When the minimum wave amplitude measured along the coast is 0.2 m (corresponding to the ADVISORY level) the optimal pair of sensors is far from land



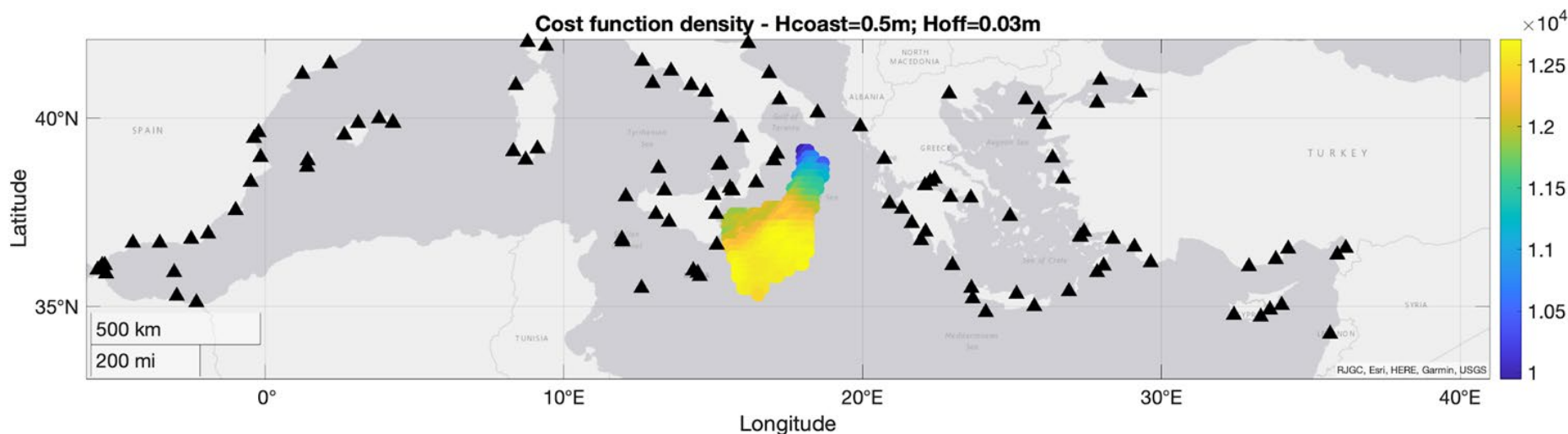
By applying the Bayes's Theorem, the probability of the scenarios given  $H > 0.2\text{m}$  along the Ionian coast is consistent with the optimal pair position



Optimal pair (minimum cost function) - Hcoast=0.5m; Hoff=0.03m

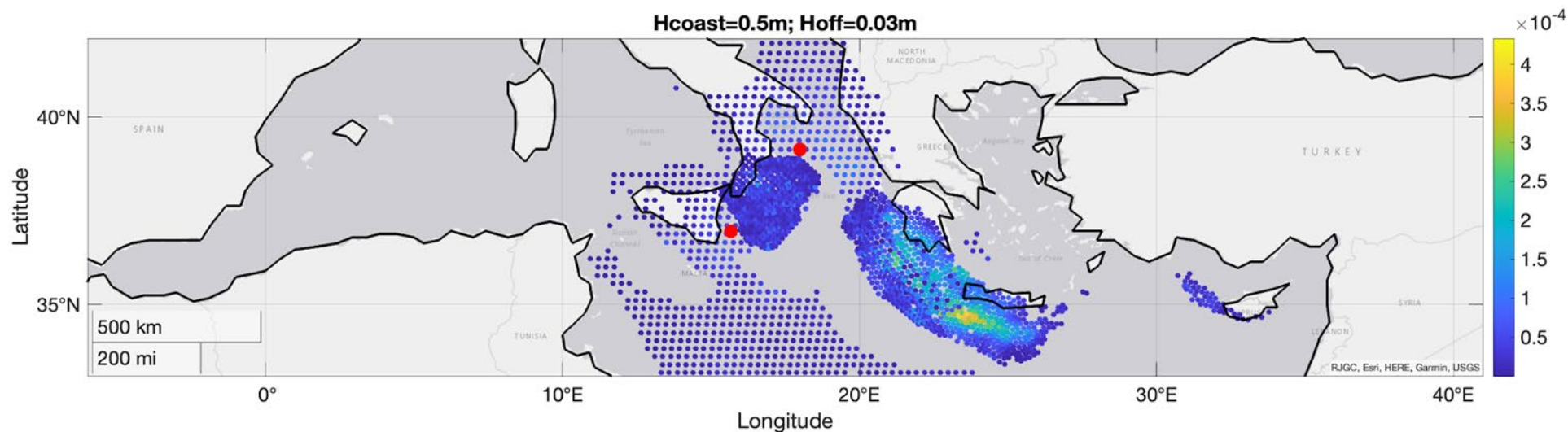


Cost function density - Hcoast=0.5m; Hoff=0.03m



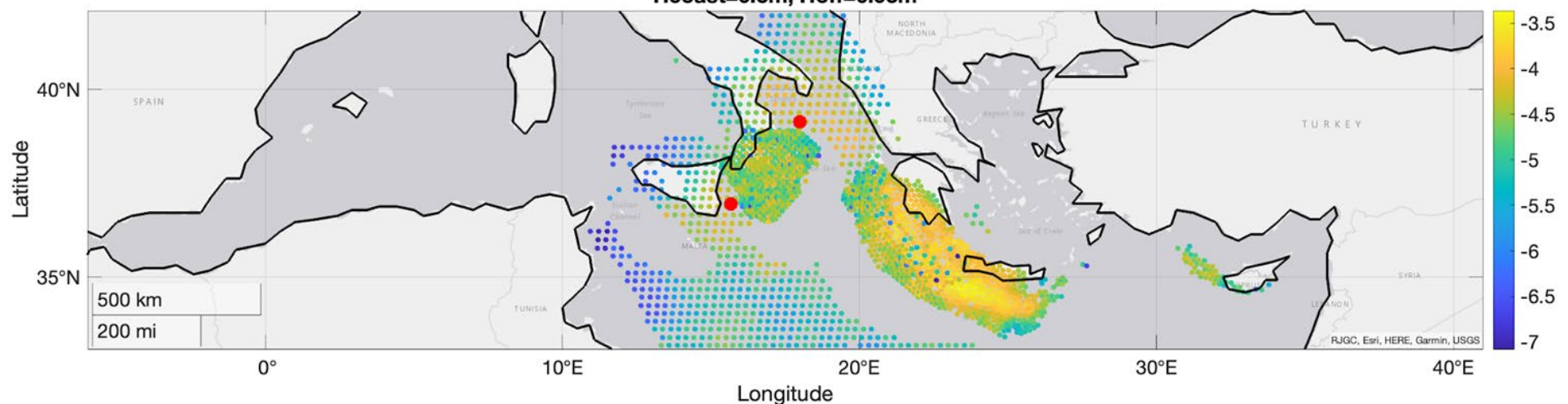
Increasing up to 0.5 m (the WATCH level) the threshold for the minimum wave amplitude measured along the coast the optimal pair of sensors is closer to the land

Hcoast=0.5m; Hoff=0.03m



Increasing up to 0.5 m (the WATCH level) the threshold for the minimum wave amplitude measured along the coast the optimal pair of sensors is closer to the land

Hcoast=0.5m; Hoff=0.03m

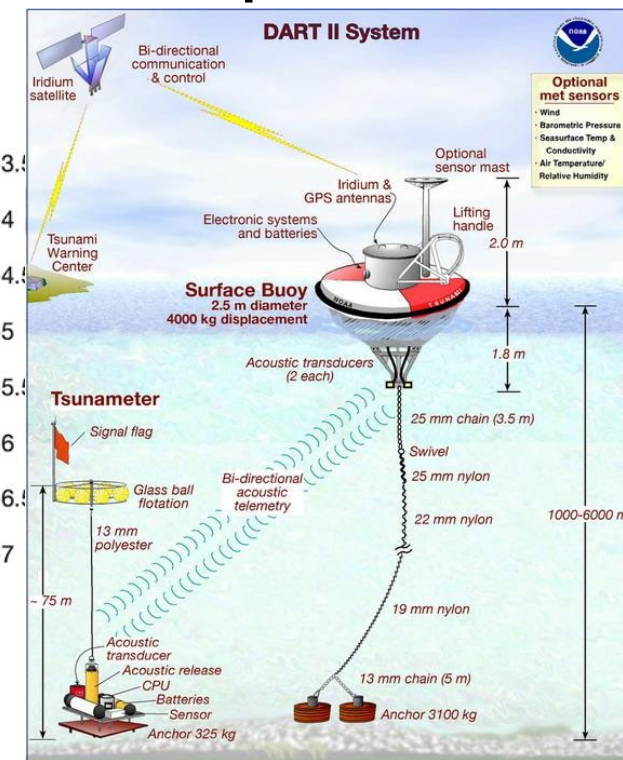
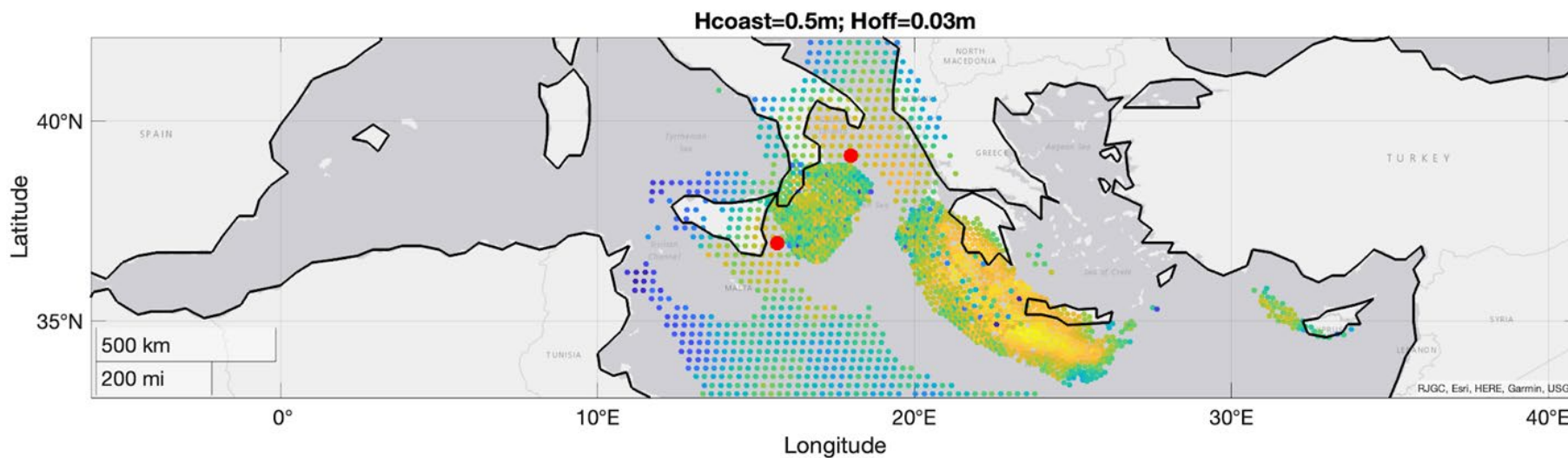


By applying the Bayes's Theorem, the probability of the scenarios given  $H > 0.5m$  along the Ionian coast is consistent with the optimal pair position



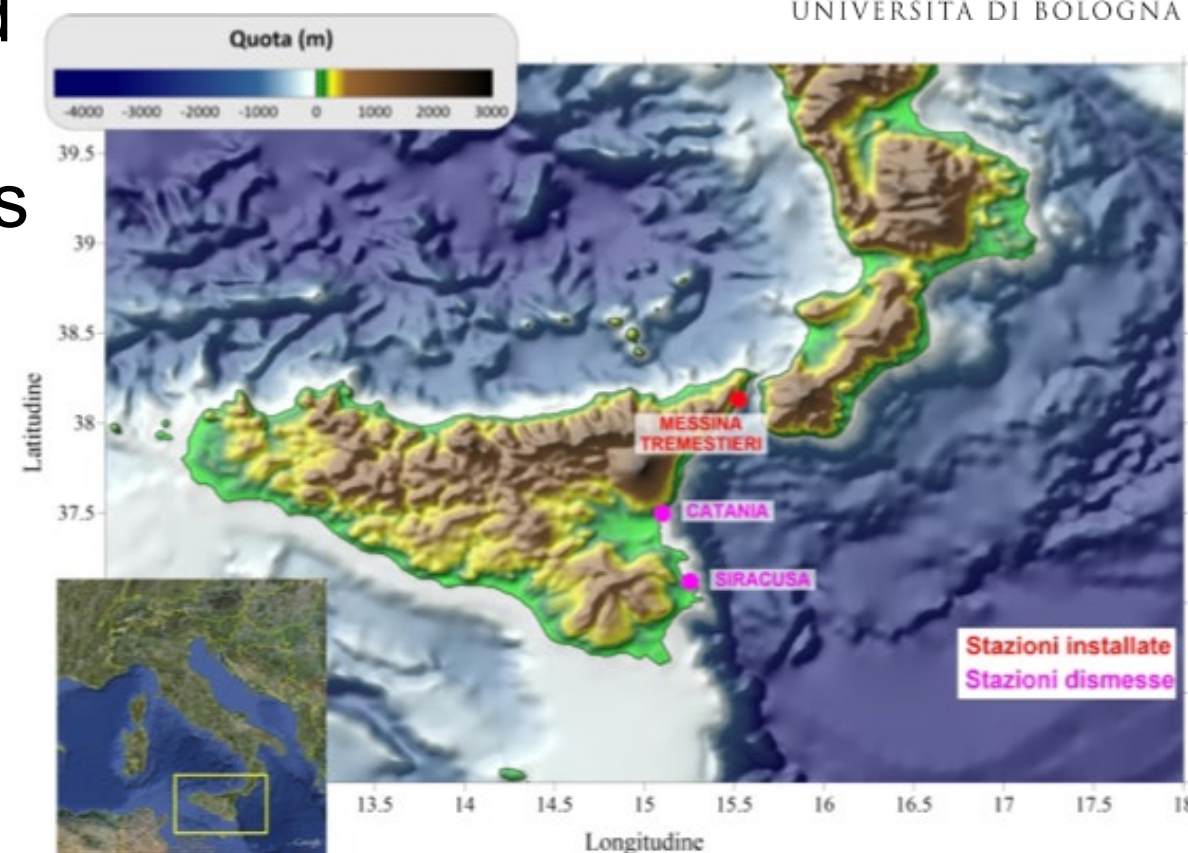
# Conclusions:

- first order estimation of the optimal coordinates completed



## Next steps:

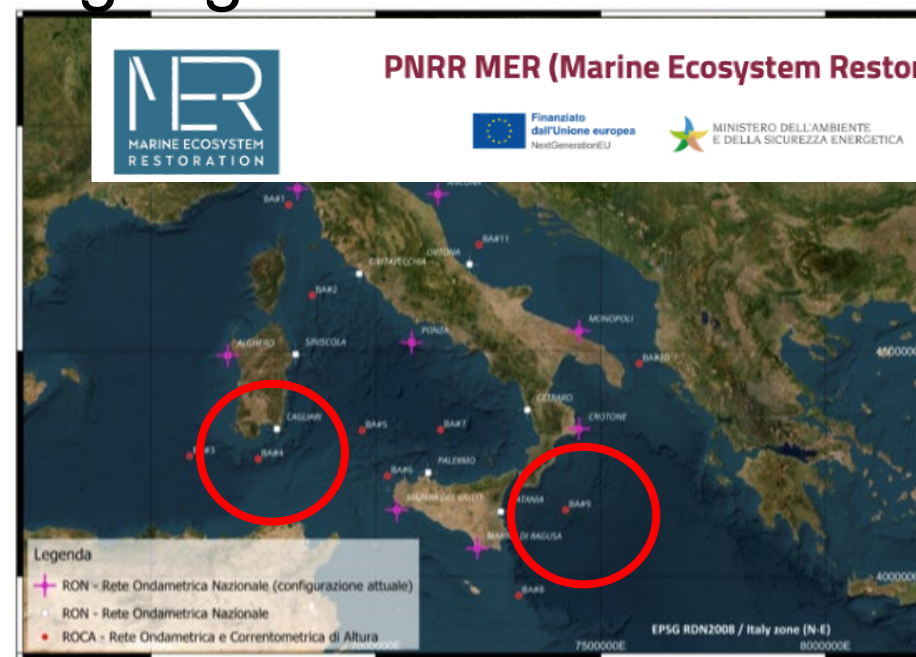
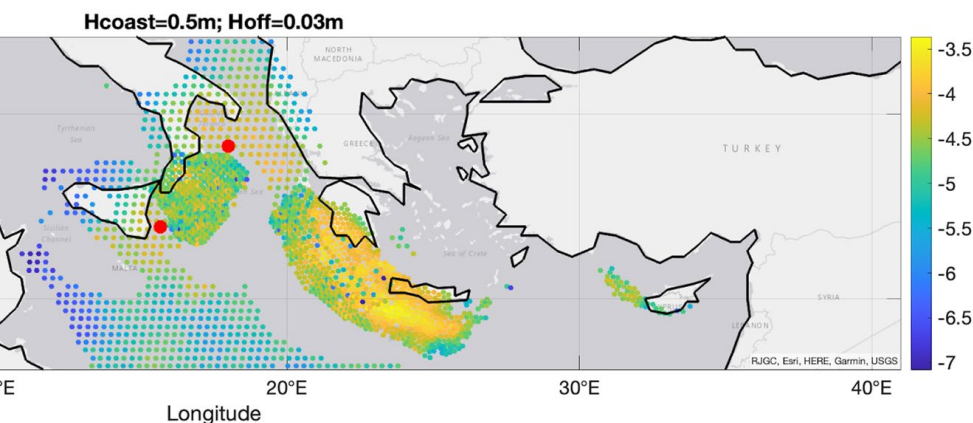
- sensitivity to the inclusion of further future instruments
  - UniBO tide gauges being repaired
  - ISPRA new PNRR MER buoys
  - Messina Obs. (MEET) tide gauges





## Next steps:

- sensitivity to the inclusion of further future instruments
  - UniBO tide gauges being repaired
  - ISPRA new PNRR MER buoys
  - Messina Obs. (MEET) tide gauges



## Next steps:

- DNSH checking
- Analyze the neighbour points to the optimal pair to verify if depth and distance from the coast can have a significant impact in terms of costs
- Check if the optimal pair is compatible with the ship traffic
- Ask permissions to the Marina Militare

## Filling the Gaps: WP8 TUO – Tsunami Observation



Legend:

- Station is offline, or data is outdated
- Station is online
- Station is not available at this site

Title	Bimester	Deliverables
IO8.1	8	D8.1 - D8.2 Assignment of the contract for the acquisition of 2 to 4 DARTs (bottom pressure gauges, acoustic communication link, sea surface buoy, anchor, mooring and satellite communication module to the control room), of the servers for data acquisition and analysis, and all the related services, incl. shipment, later refurbishment, vendor's specialist in-person assistance during the installation, software, training, etc.
IO8.2	12	D8.3 Installation of DARTs in two sites in the Ionian Sea; this includes the ship charter for the deployment cruise. Installation of servers and software for data acquisition and analysis
IO8.3	15	D8.4 Training for using the software for data acquisition, analysis and stations remote operations. Final report on data production, analysis and distribution

## Filling the Gaps: WP8 TUO – Tsunami Observation



Legend:

- Station is offline, or data is outdated
- Station is online
- Station is not available at this site

# GRAZIE PER L'ATTENZIONE

