

EVENTO FORMATIVO PER TECNICI ARPAV
nell'ambito delle attività SNPA
e del protocollo d'intesa del 27/09/2016 ISPRA - ARPAV

**INTRODUZIONE ALLA
MODELLISTICA IDROLOGICA
PER I SISTEMI COSTIERI E DI TRANSIZIONE**

Relatori ISPRA

Alessandra Feola (1)

Elisa Coraci (2)

Antonello Bruschi (2)

Iolanda Lisi (2)

(1) Cn – Cos - Area Maree e Lagune

(2) Cn – Cos - Area per l'oceanografia operativa, l'idrodinamica costiera,
il monitoraggio e la difesa delle coste

EVENTO FORMATIVO PER TECNICI ARPAV
nell'ambito delle attività SNPA e del protocollo d'intesa del 27/09/2016 ISPRA - ARPAV

MODELLISTICA AD ALTISSIMA RISOLUZIONE PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE ACQUE DI BALNEAZIONE

Progetto CADEAU – Prodotti e servizi derivati da COPERNICUS MARINE SERVICE
a supporto delle Direttive Europee per l'ambiente costiero

Elisa Coraci¹, A. Bruschi¹, R. De Angelis¹, C. Silvestri¹, S. Querin², G. Cossarini²,
M. Ferla¹, F. Lalli¹

1- ISPRA, Centro Nazionale per la caratterizzazione ambientale e la protezione della fascia costiera e l'oceanografia operativa (CN-COS)

2- OGS, Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Applicata, Sgonico (TS)

L'Unione Europea, impone agli Stati Membri di attuare specifiche Direttive al fine di preservare la qualità dell'ambiente marino (Direttiva Quadro sulle Acque, Direttiva sulle acque Reflue Urbane, Direttiva Balneazione e Direttiva Quadro sulla Strategia per l'Ambiente Marino).

CADEAU è un progetto che ha sviluppato un nuovo servizio per COPERNICUS a supporto delle Direttive per la valutazione dello stato delle acque marine costiere italiane con un focus specifico sull'Alto Adriatico.



Tra gli obiettivi

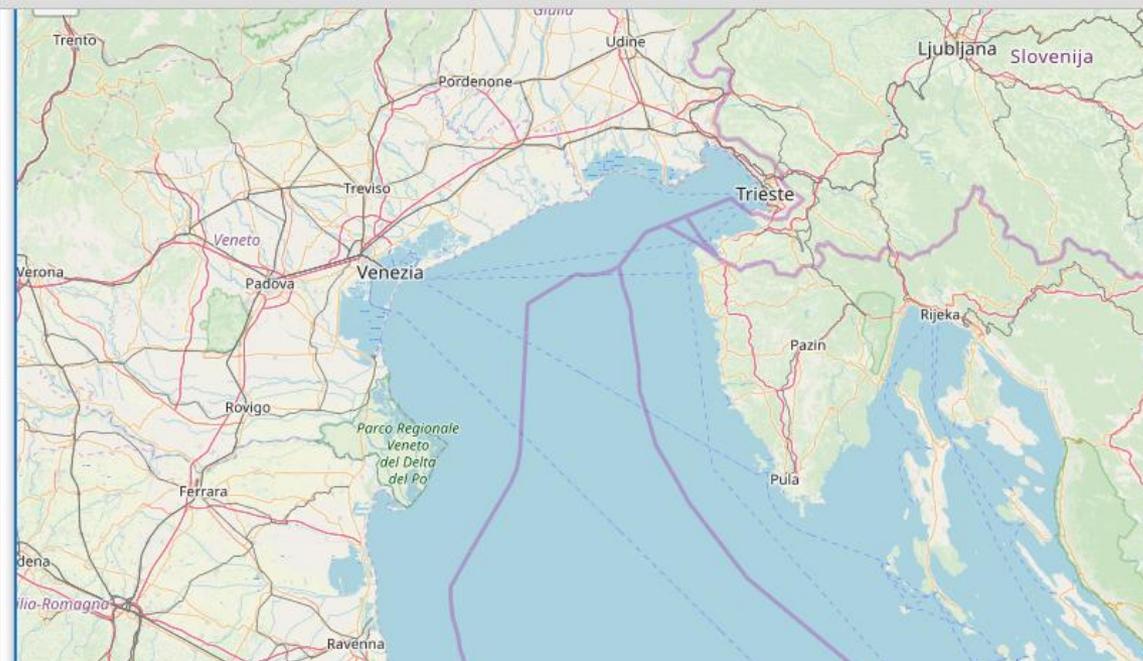
- valutare l'impatto degli impianti di trattamento delle acque reflue urbane (con punti di scarico in o vicino al mare e fiumi) in Adriatico;
- fornire un contributo a scala locale per la valutazione della qualità delle acque di balneazione.

<http://www.bio.isprambiente.it/cadeau/portal/webgis.php>

Access Data

 [Home Data](#)

[View scales](#)



Expand all -->

Raster

- OpenStreetMap
- Topographic
- Open TopoMap
- OSM B&W

<< Collapse all

Expand all -->

CADEAU

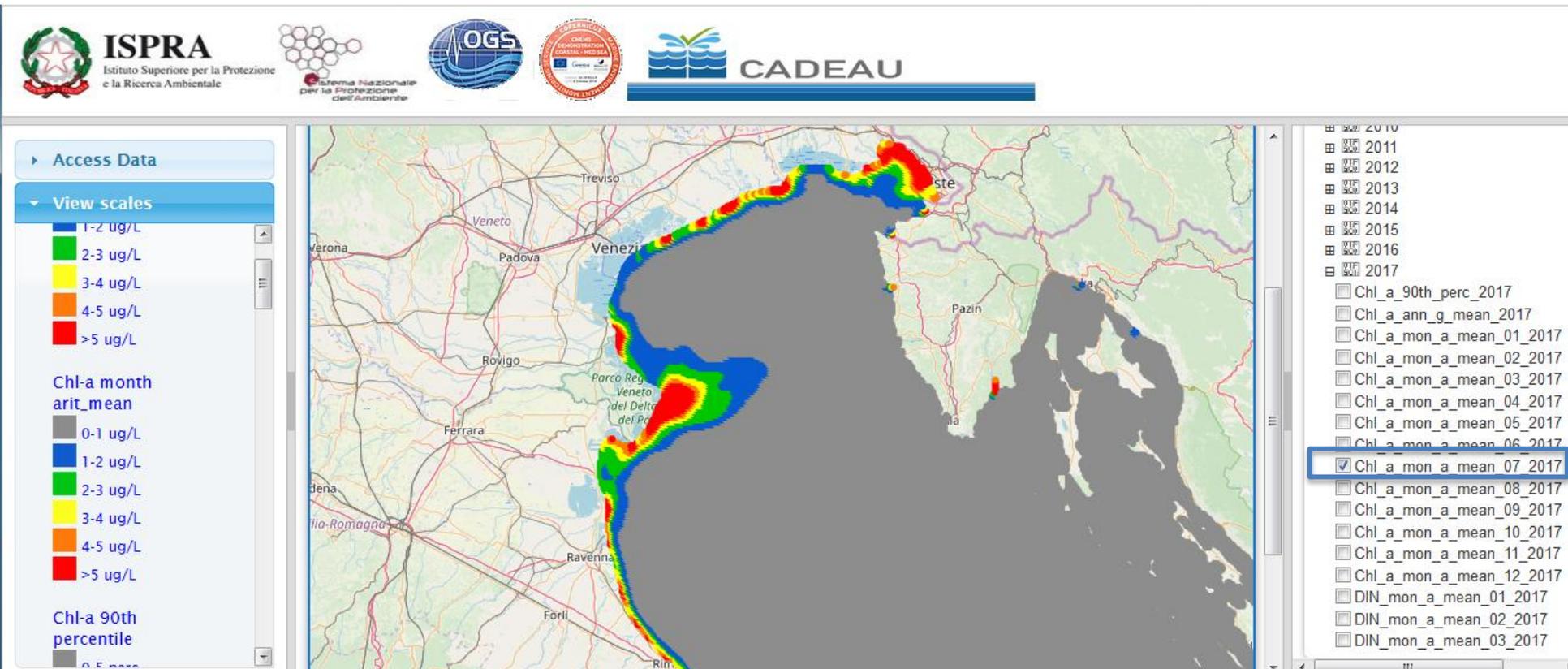
- 2006
- 2007
- 2008
- 2009
- 2010
- 2011
- 2012
- 2013
- 2014
- 2015
- 2016
- 2017

Aquaculture

- indmaxrel_source01acq
- indmaxrel_source02acq
- indmaxrel_source03acq

<http://www.bio.isprambiente.it/cadeau/portal/webgis.php>

Layers tematici con i risultati delle simulazioni: es. Chl-a luglio 2017

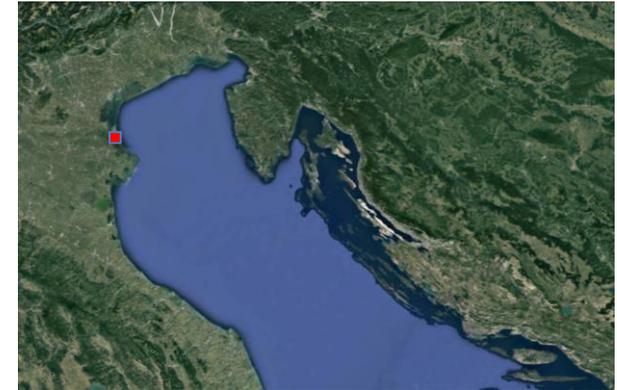


ALTO ADRIATICO: focus area sulla FOCE DELL'ADIGE

L'area costiera dell'alto Adriatico è una delle aree più sensibili lungo la costa italiana

L'eutrofizzazione e lo sfruttamento delle risorse marine sia influenzano sia dipendono dalla qualità dell'ambiente marino

Il litorale a Nord e a Sud della foce è caratterizzato da spiagge molto frequentate per la balneazione.





IL PORTALE AREE TEMATICHE ▾



Lingua | Link Utili | Area Riservata | Versione Mobile

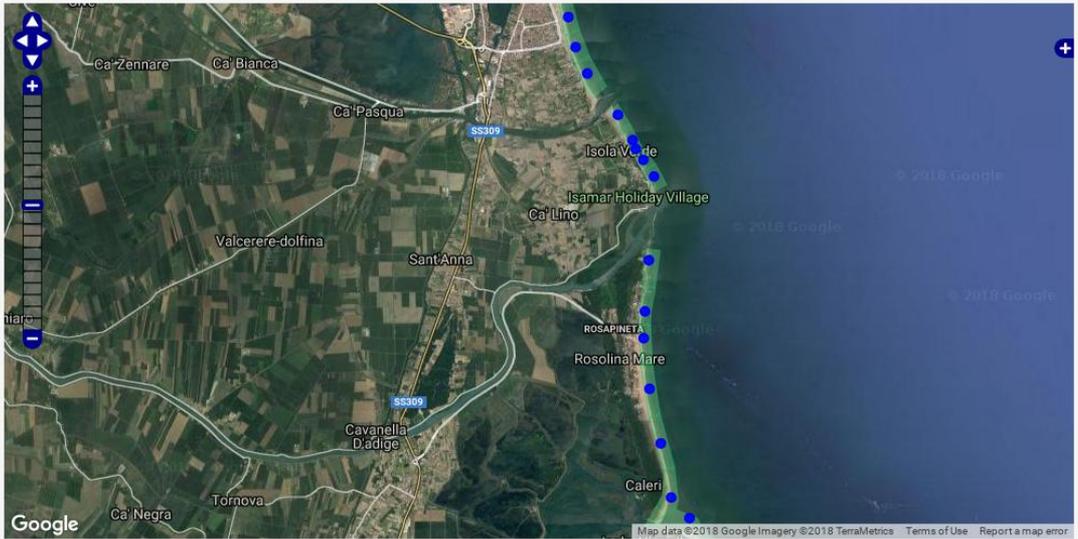
Legenda

 Punto di campionamento	 Acque Balneazione	
 Acque vietate per inquinamento	 Acque vietate per altri motivi	 Acque vietate per fioriture algali/cianobatteri
 Valori limite per classificazione	 Valori limite per balneabilità	

Attenzione, sono visualizzate le sole aree relative alla regione del comune selezionato.

Per visualizzare i dati analitici, cliccare sull'area di balneazione.

Per visualizzare le aree, selezionare un adeguato livello di zoom.

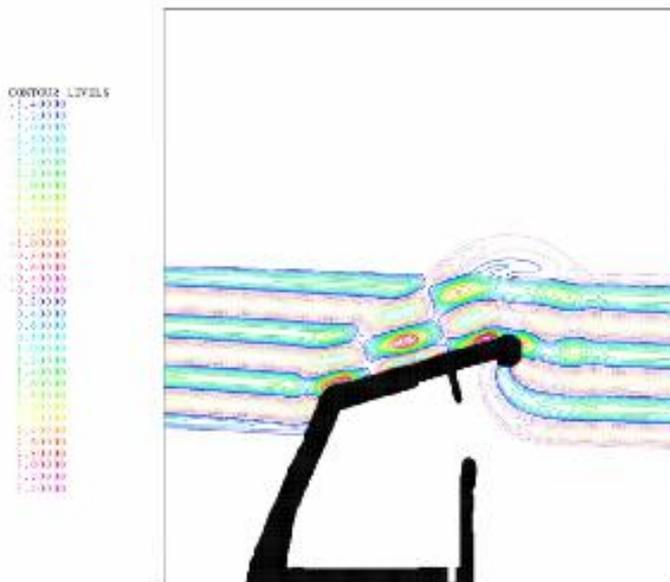


Utilizzo di un modello per l'accoppiamento di onde e corrente sviluppato in ISPRA

Applicato in ambiti di ingegneria costiera

Casi studio in ambito portuale:
interazione tra il campo di
onde e una diga antemurale

- idrodinamica costiera;
- dinamica degli inquinanti e dei sedimenti;
- interazione flusso-biota;



Utilizzo di un modello per l'accoppiamento di onde e corrente sviluppato in ISPRA

- Equazioni per le acque basse per studi in ambiti costieri (2D)
- Metodo numerico alle differenze finite
- Accoppiamento onde e corrente nel dominio del tempo

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \frac{\partial(U^2/H)}{\partial x} + \frac{\partial(UV/H)}{\partial y} = -gH \frac{\partial \eta}{\partial x} + 2 \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu H \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left[\mu H \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right) \right] - FU$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial(UV/H)}{\partial x} + \frac{\partial(V^2/H)}{\partial y} = -gH \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x} \left[\mu H \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right) \right] + 2 \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu H \frac{\partial v}{\partial y} \right) - FV$$

$$U = Hu$$

$$V = Hv$$

$$H = h + \eta$$

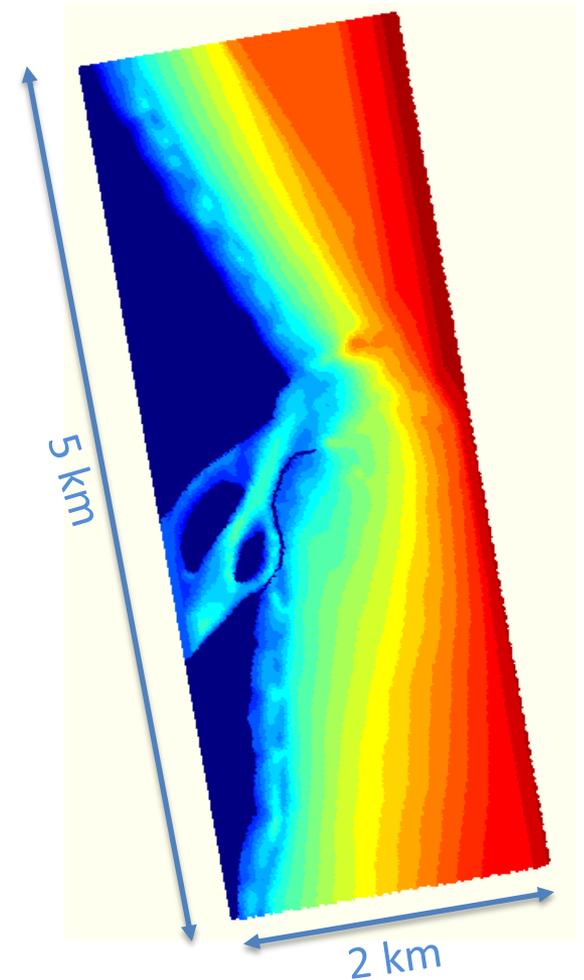
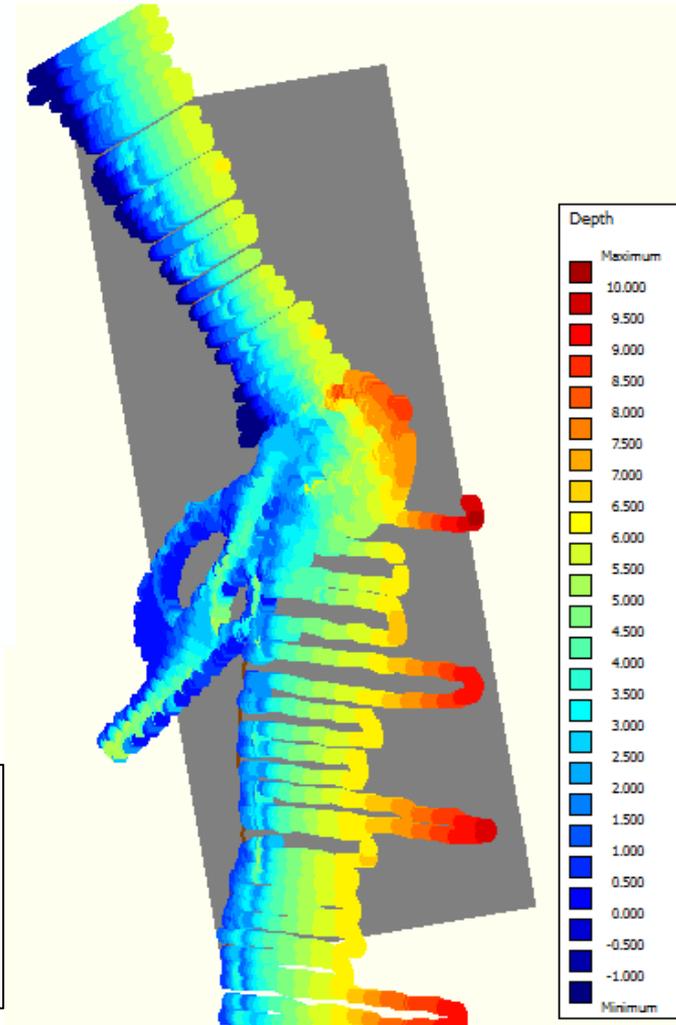
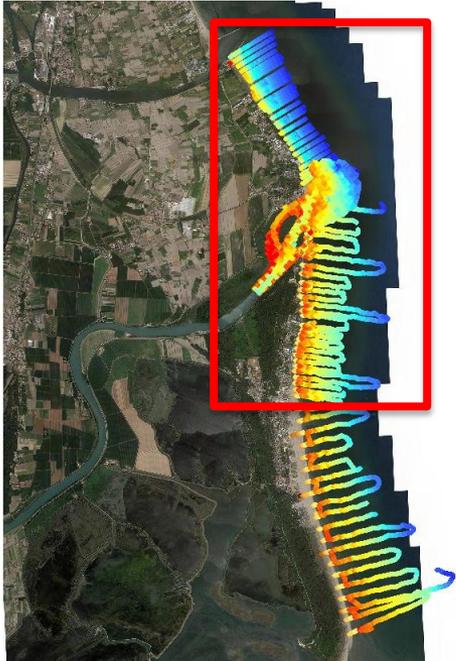
$$F = \frac{g}{H^{7/3}} n^2 \sqrt{U^2 + V^2}$$

Viscosità $\mu = \mu_0 + \mu_H$

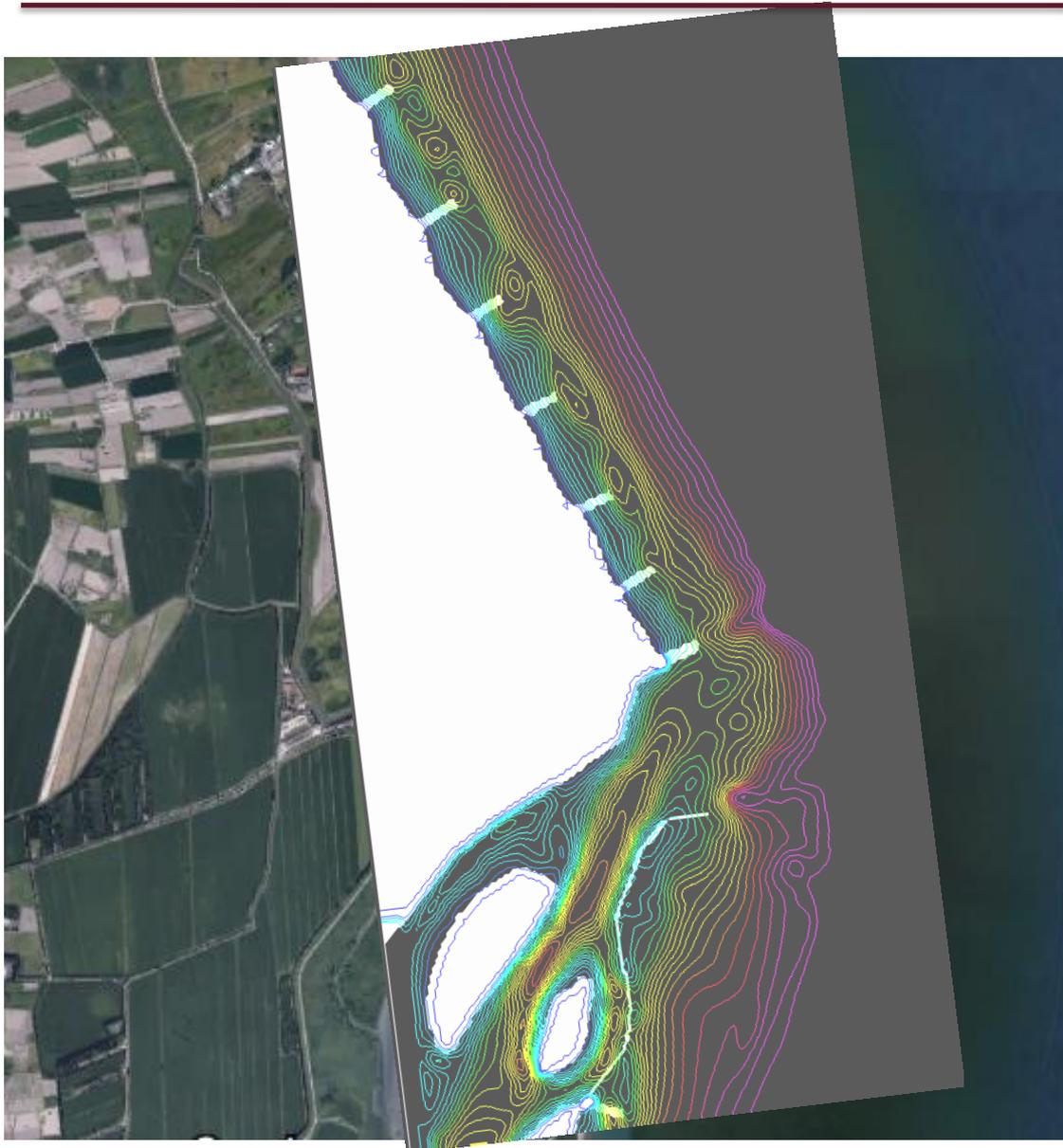
μ_0 = viscosità cinematica

$\mu_t = C H u_\tau$ viscosità turbolenta

Rilievi batimetrici → creazione della griglia → interpolazione della batimetria



GRIGLIA
REGOLARE A
MAGLIA
QUADRATA
10X10 m

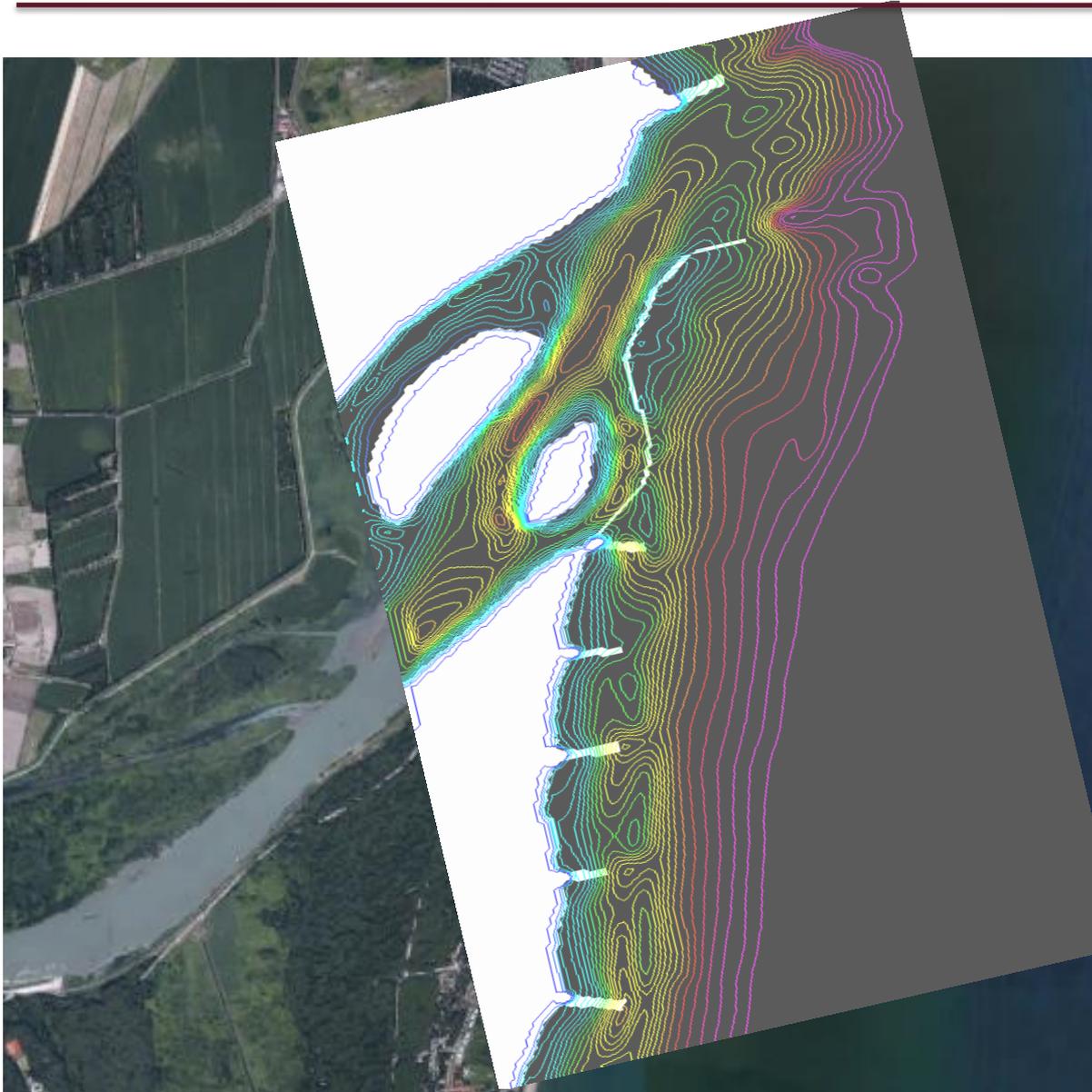


Litorale a nord della foce: terra e
isolinee batimetriche nel dominio
di calcolo

Valori batimetrici

CONTOUR LEVELS

0,20000
0,40000
0,60000
0,80000
1,00000
1,20000
1,40000
1,60000
1,80000
2,00000
2,20000
2,40000
2,60000
2,80000
3,00000
3,20000
3,40000
3,60000
3,80000
4,00000
4,20000
4,40000
4,60000
4,80000
5,00000



Litorale a sud della foce:
terra e isolinee batimetriche
nel dominio di calcolo

Valori batimetrici

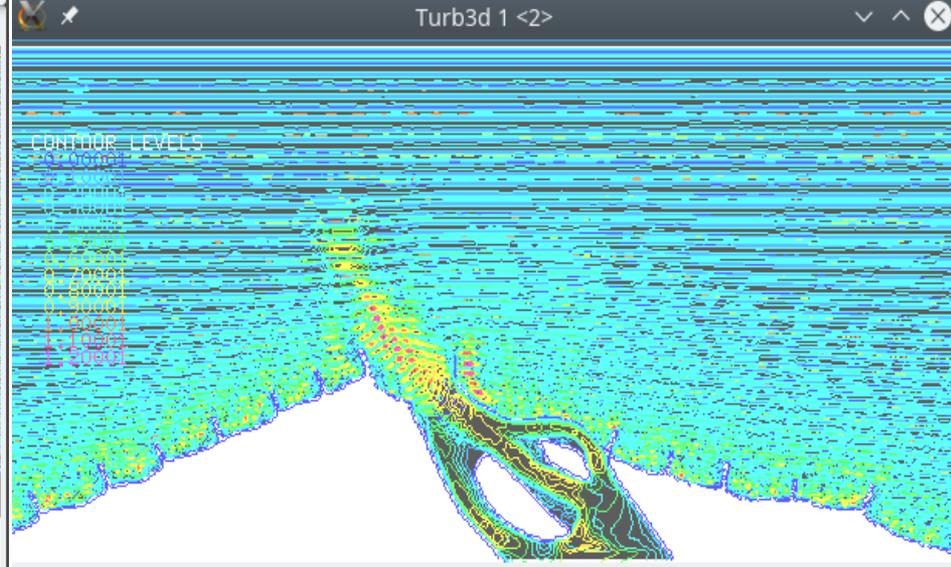
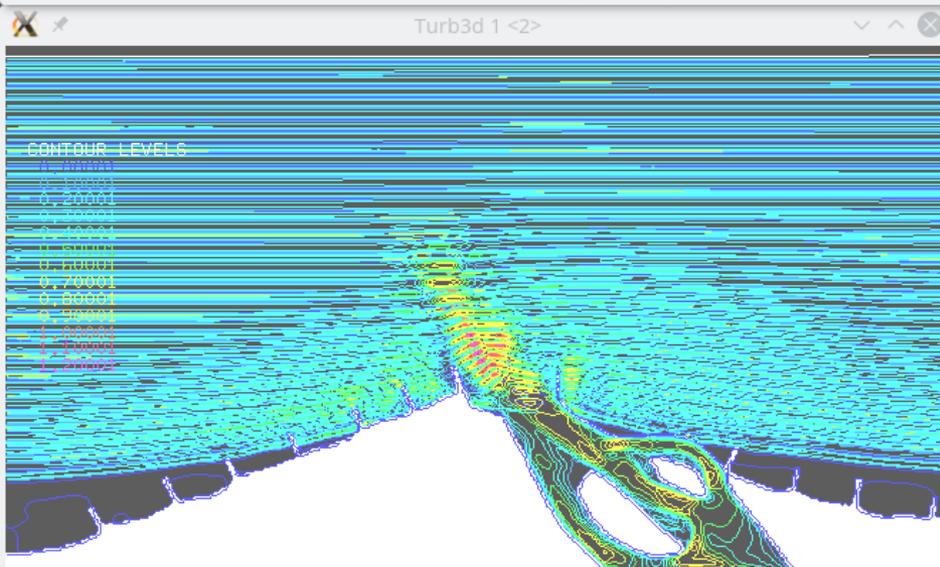
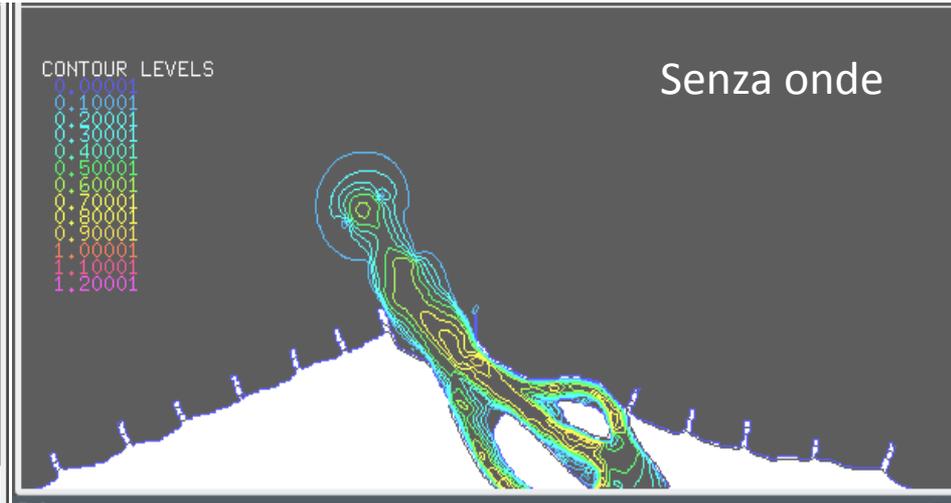
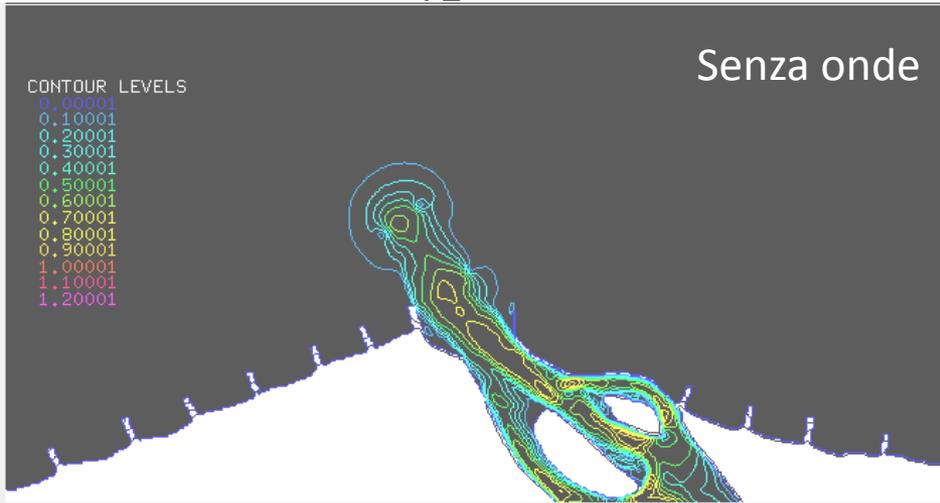
CONTOUR LEVELS

0.20000
0.40000
0.60000
0.80000
1.00000
1.20000
1.40000
1.60000
1.80000
2.00000
2.20000
2.40000
2.60000
2.80000
3.00000
3.20000
3.40000
3.60000
3.80000
4.00000
4.20000
4.40000
4.60000
4.80000
5.00000

SVILUPPO E PROPAGAZIONE DEL PLUME DEL FIUME: CAMPO DI VELOCITA'

T1

T2



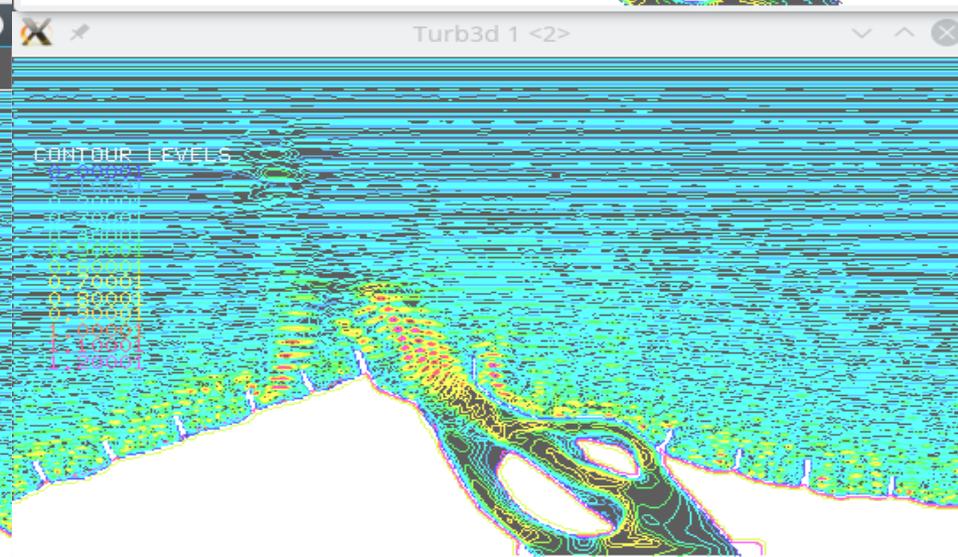
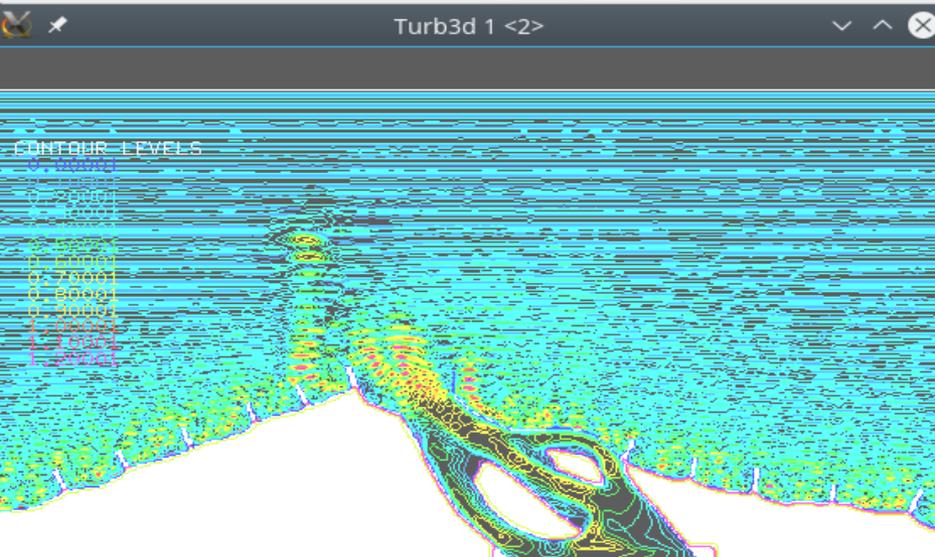
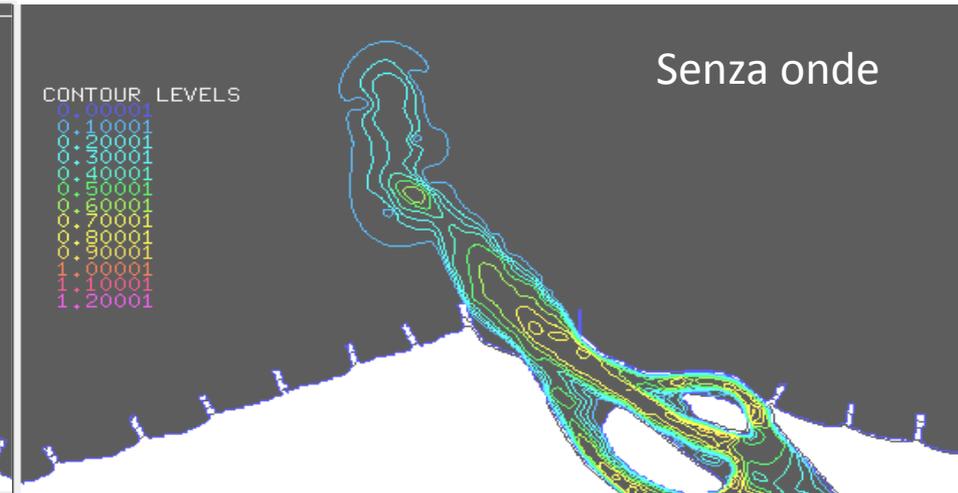
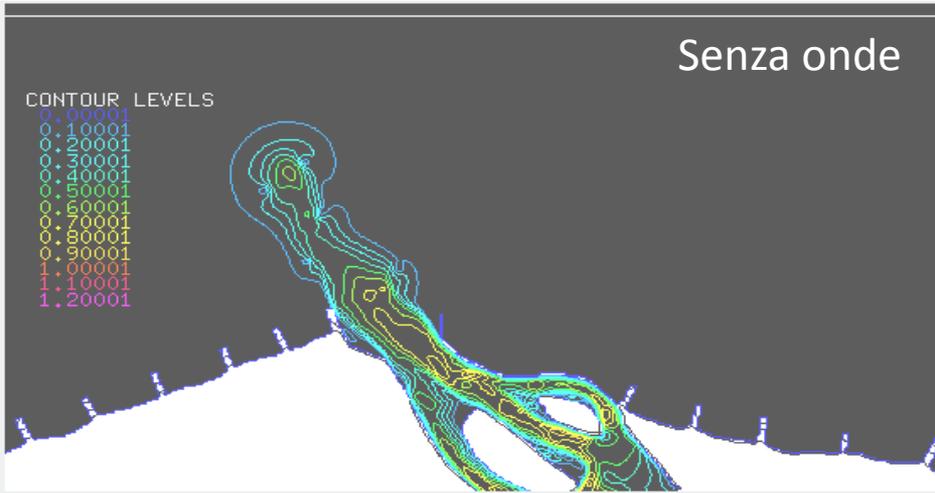
SVILUPPO E PROPAGAZIONE DEL PLUME DEL FIUME: **CAMPO DI VELOCITA'**

T3

T4

Senza onde

Senza onde



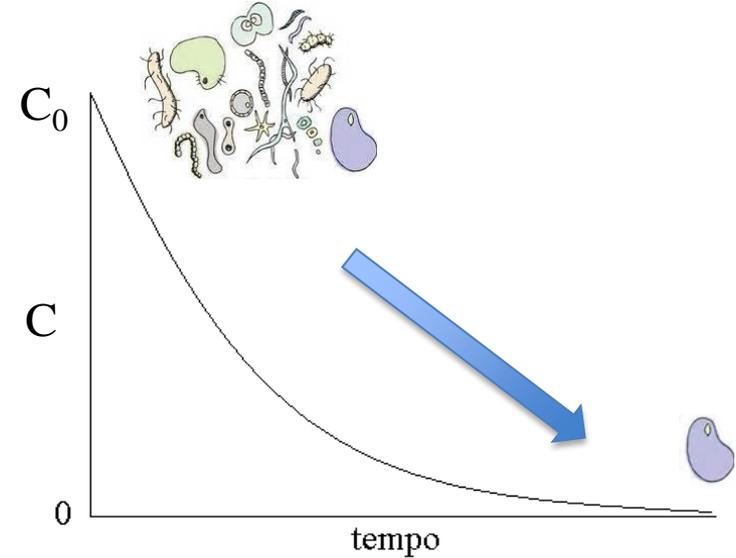
EQUAZIONE DI DECADIMENTO

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -kC$$

$$C = C_0 e^{-kt}$$

IRRAGGIAMENTO SOLARE
TEMPERATURA
SALINITA'
TORBIDITA'

$$k = \frac{-\ln(0.1)}{T_{90}}$$



Valori per Coliformi (Bruschi et al., 2010)

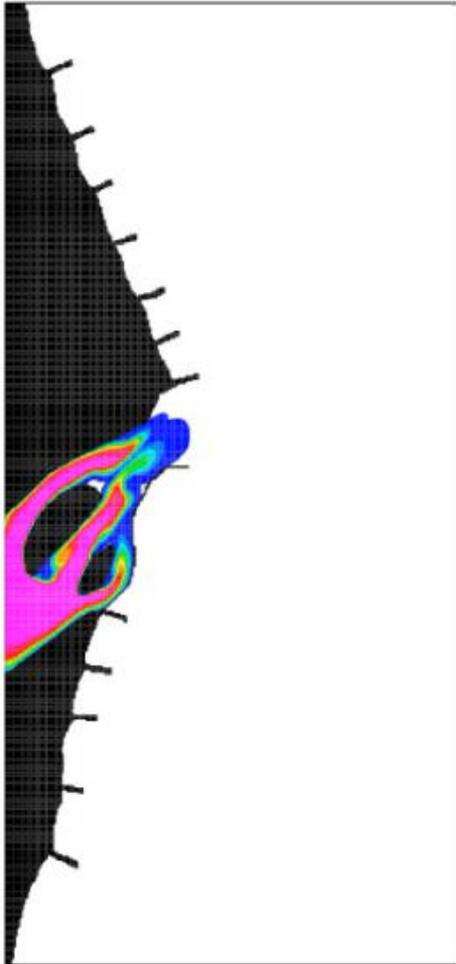
$T_{90} = 34$ ore alle ore 00:00

$T_{90} = 19$ ore alle ore 06:00

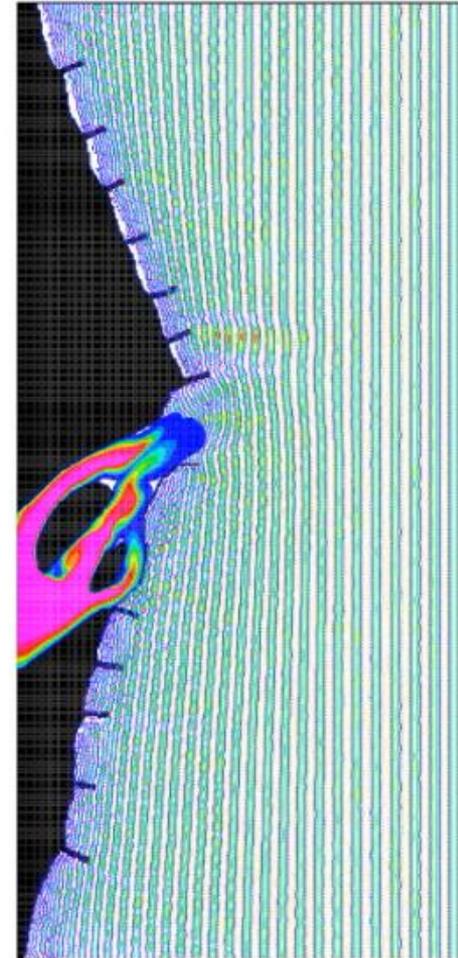
$T_{90} = 2.5$ ore alle ore 12:00

$T_{90} = 6.7$ ore alle ore 18:00

DIFFUSIONE DEL CARICO BATTERICO



SENZA AZIONE DELLE ONDE



CON AZIONE DELLE ONDE

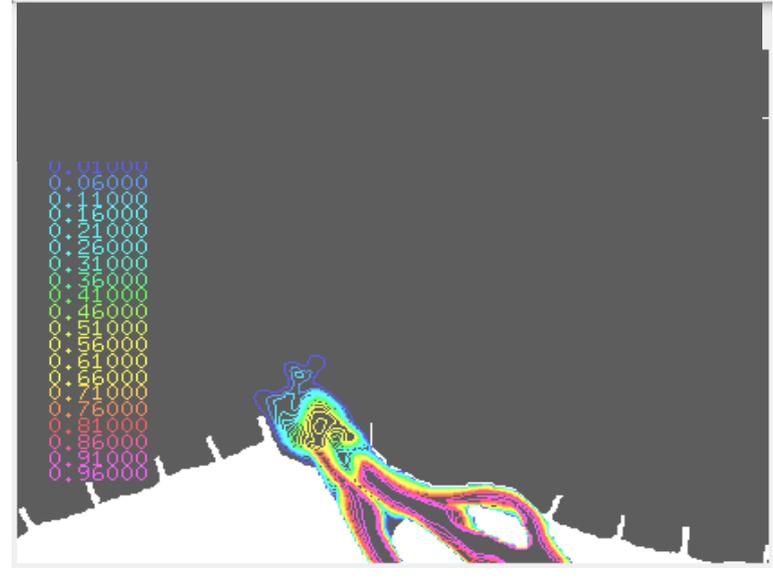
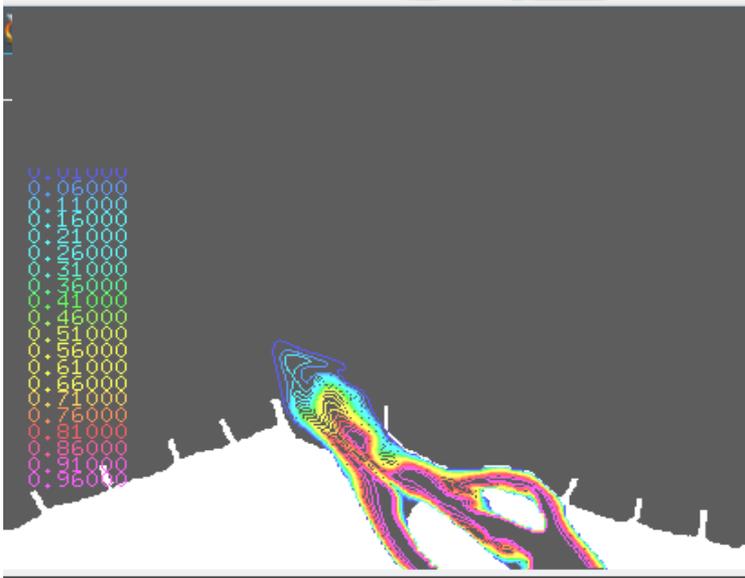
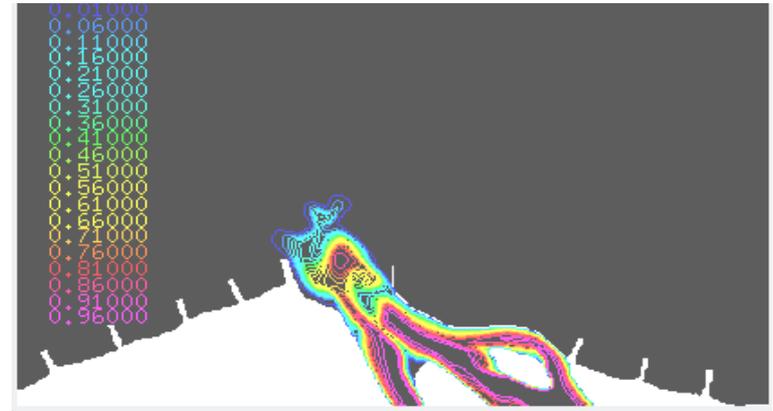
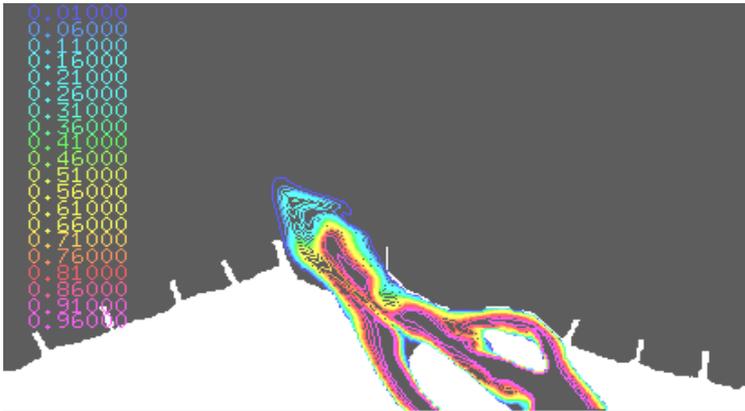
Concentrazione

0.00001
0.10001
0.20001
0.30001
0.40001
0.50001
0.60001
0.70001
0.80001
0.90001
1.00001

DIFFUSIONE E DECADIMENTO DEL CARICO BATTERICO

SENZA AZIONE DELLE ONDE

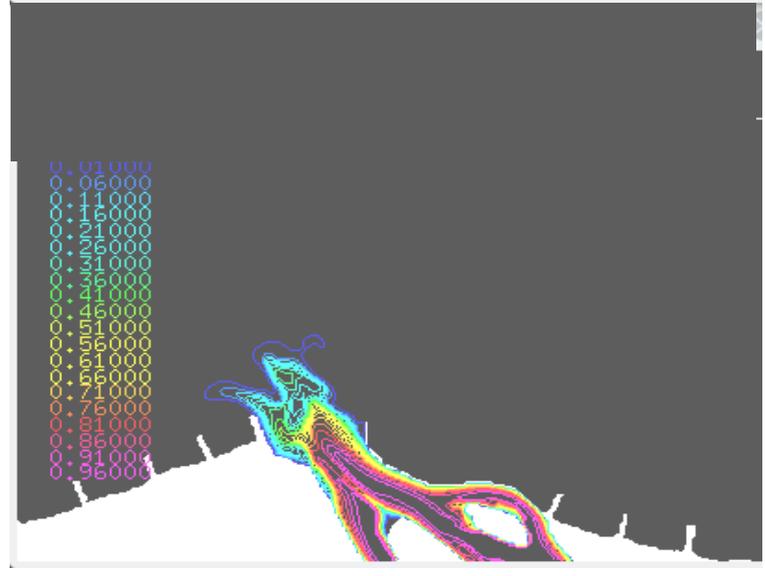
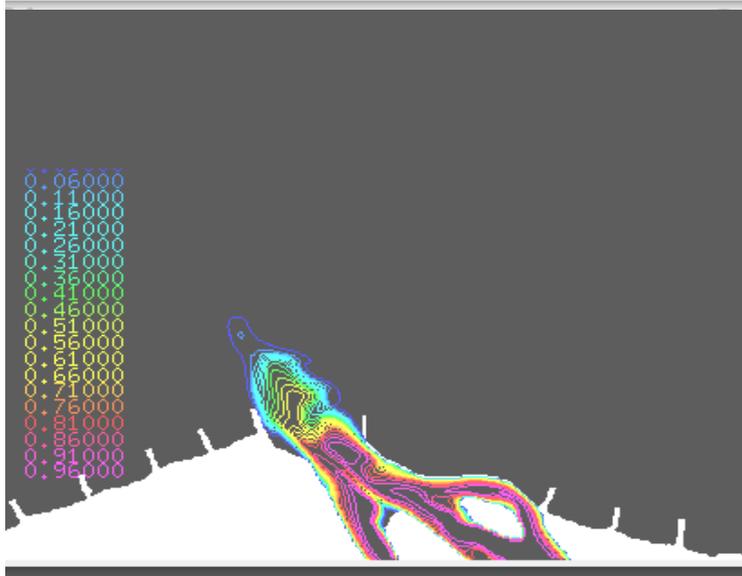
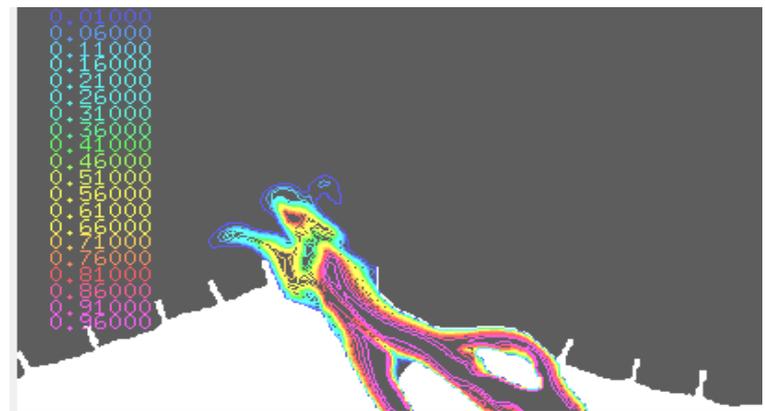
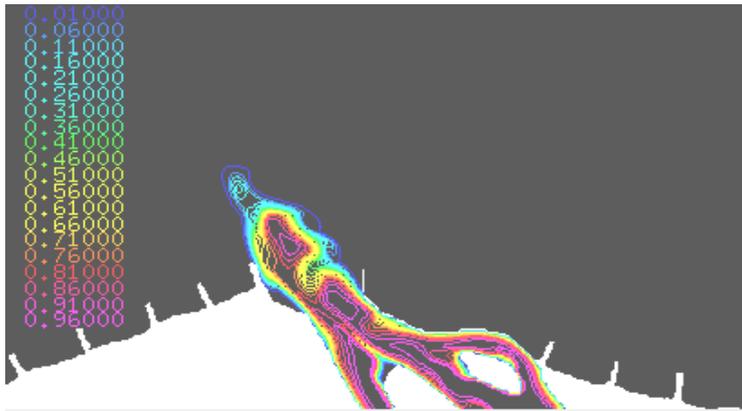
CON AZIONE DELLE ONDE



DIFFUSIONE E DECADIMENTO DEL CARICO BATTERICO

SENZA AZIONE DELLE ONDE

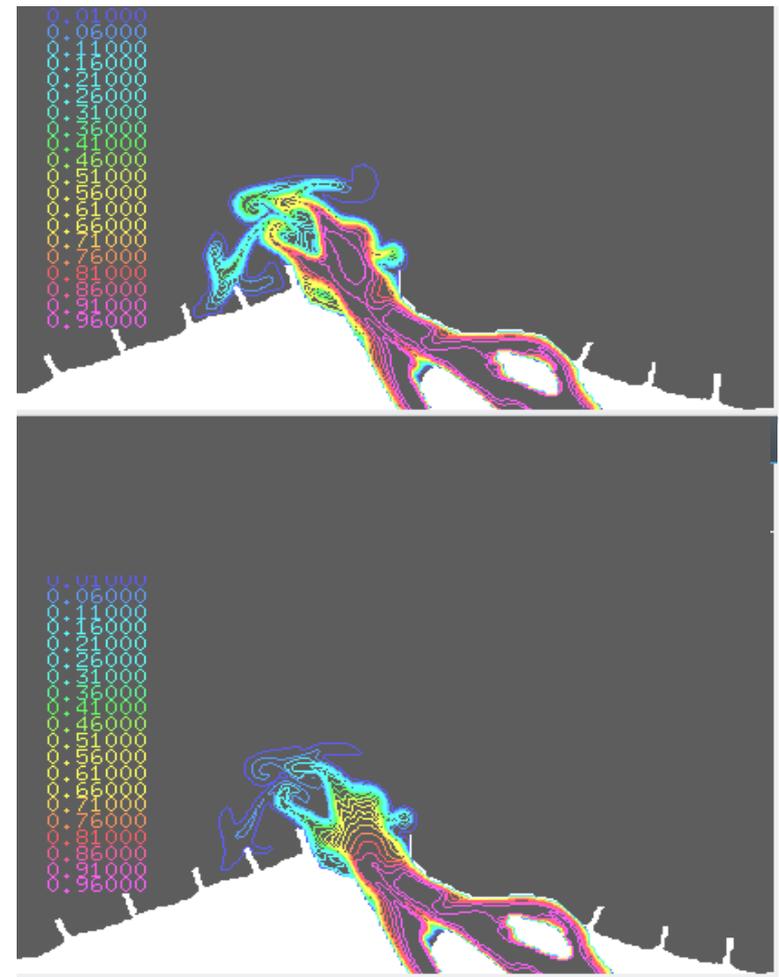
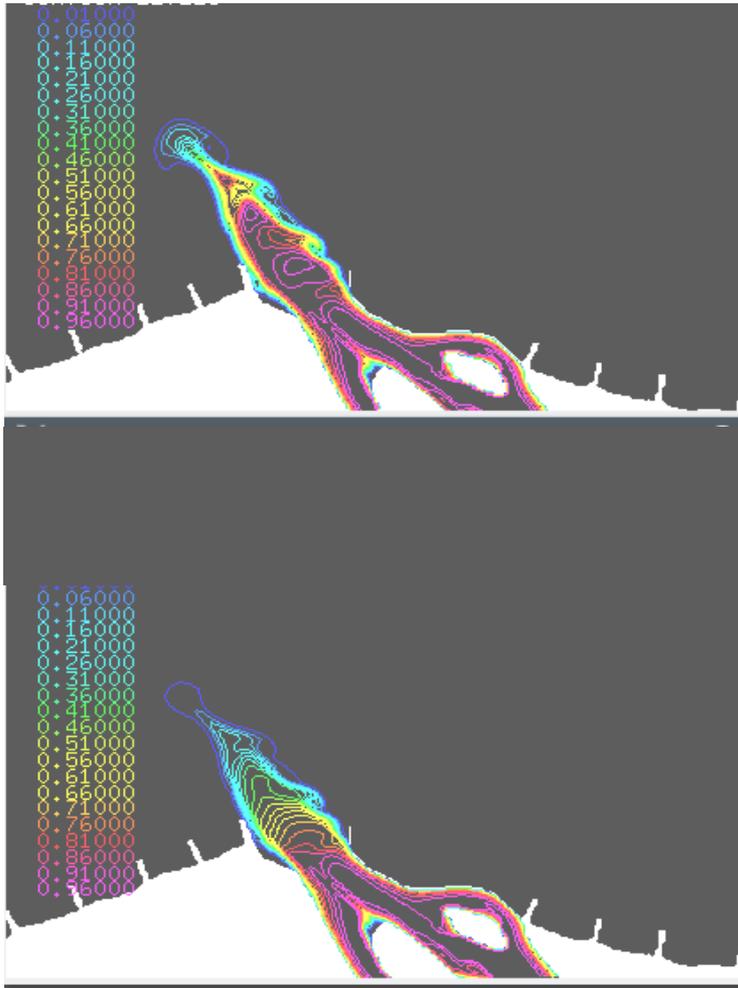
CON AZIONE DELLE ONDE



DIFFUSIONE E DECADIMENTO DEL CARICO BATTERICO

SENZA AZIONE DELLE ONDE

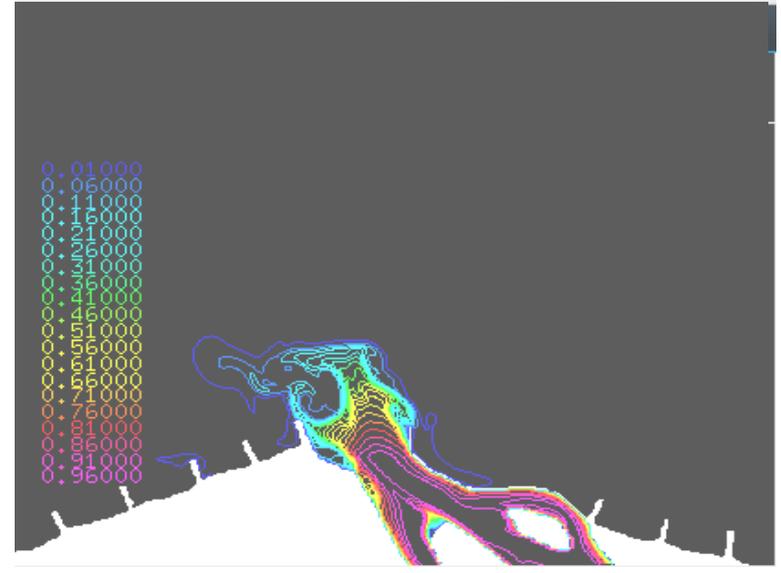
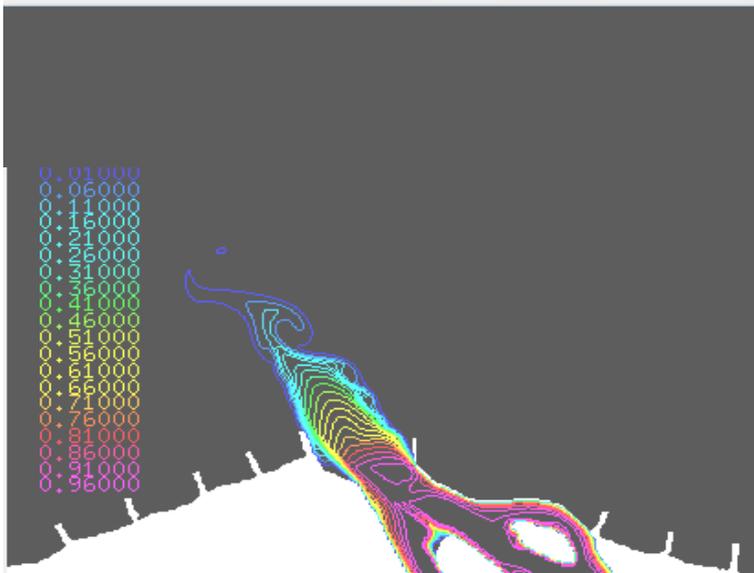
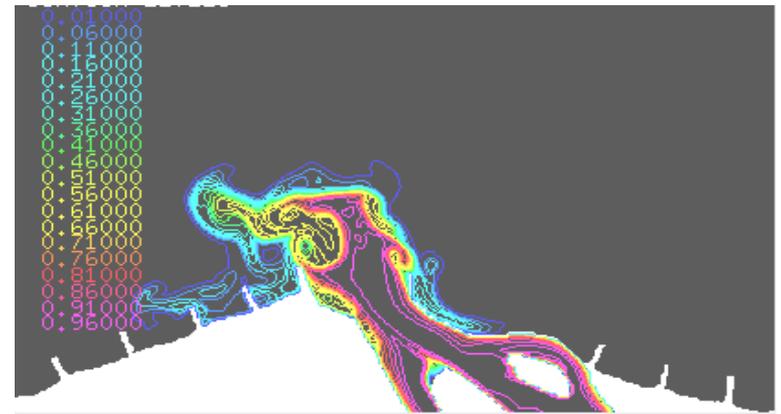
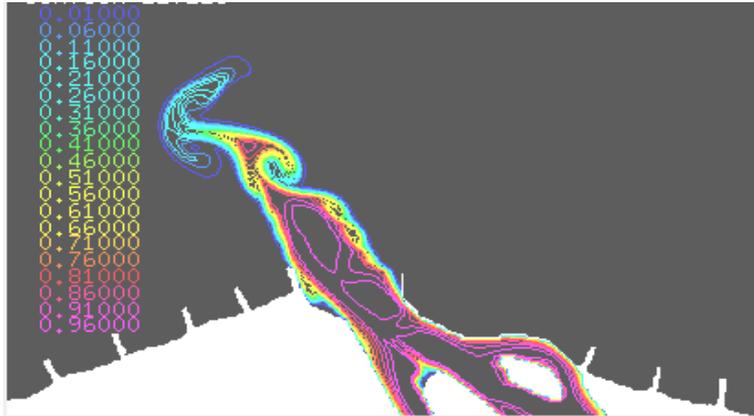
CON AZIONE DELLE ONDE



DIFFUSIONE E DECADIMENTO DEL CARICO BATTERICO

SENZA AZIONE DELLE ONDE

CON AZIONE DELLE ONDE



AGOSTO 2017

FORZANTI PRINCIPALI: PORTATA ADIGE - VENTO

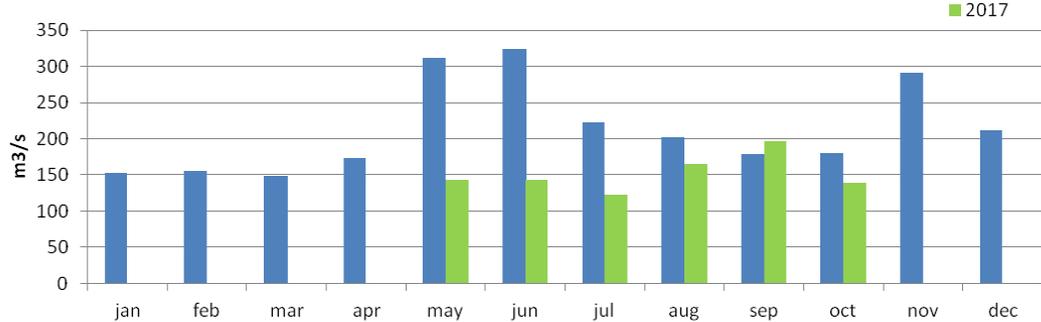
CORRENTE LITORALE

MITgcm-BFM model (Cossarini et al., 2017)

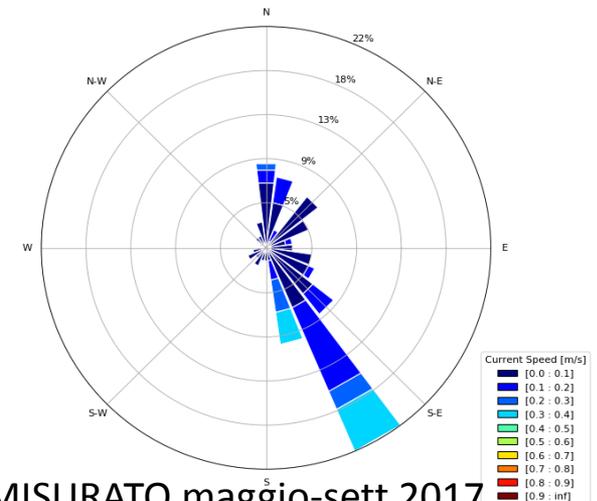
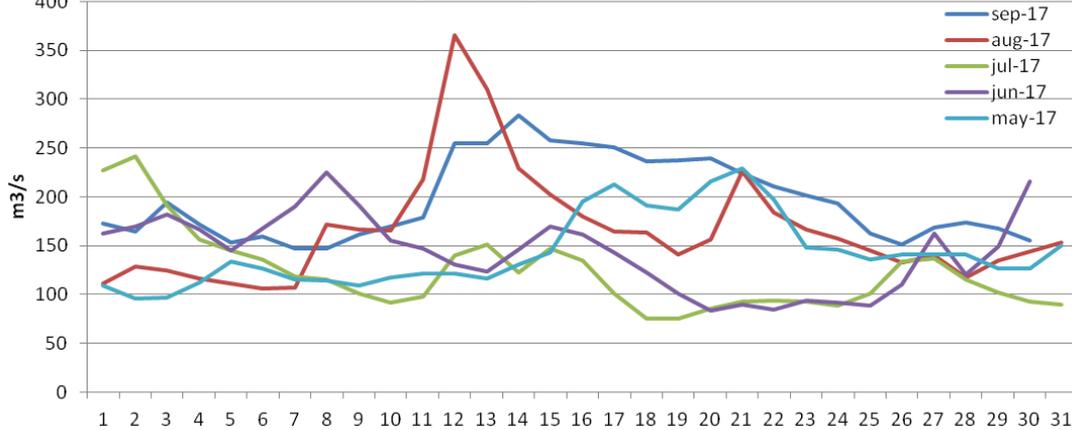
ONDE

Kassandra storm surge model
(Ferrarin et al. 2013)

DISCHARGE 2008-17: monthly mean



Daily discharge summer 2017

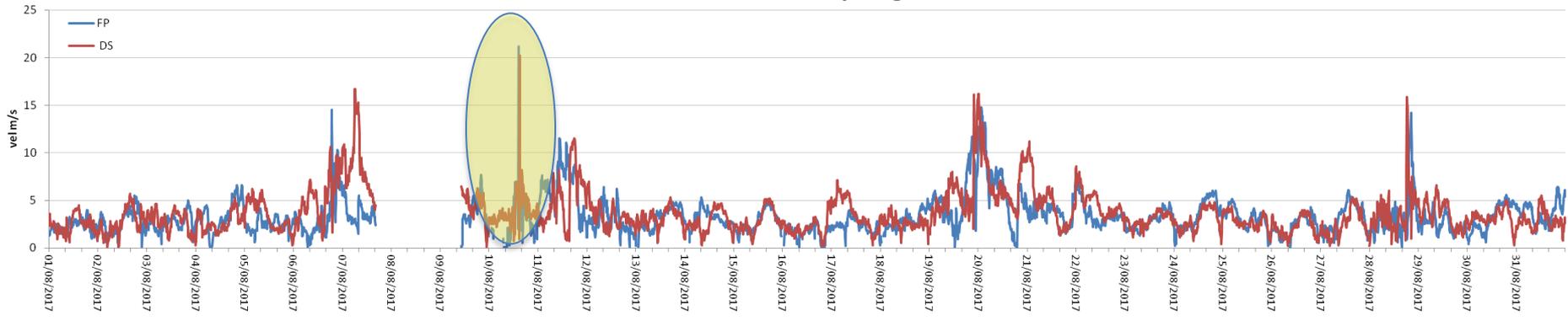


DATI DI VENTO dalla rete meteomareografica di ISPRA

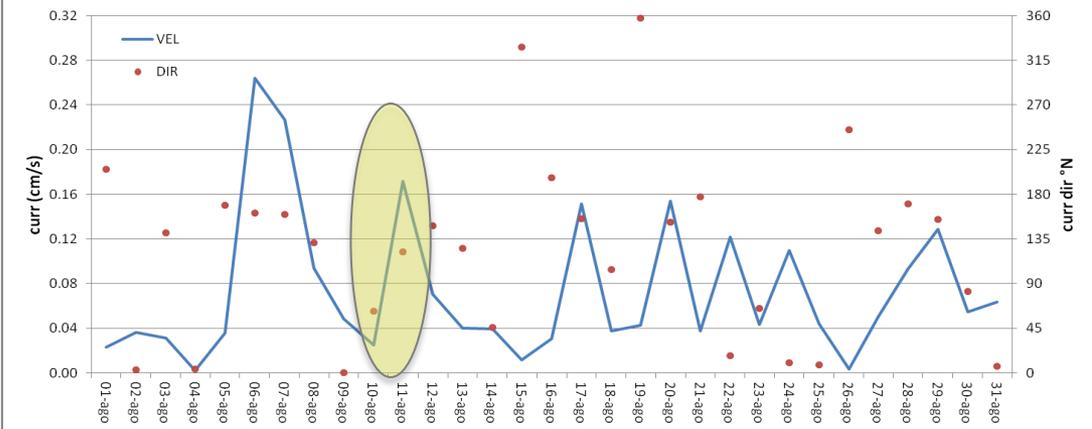
DATI DI CORRENTE dal modello accoppiato MITgcm-BFM MODEL a scala adriatica (OGS)

DATI DI ONDA dal sistema operativo KASSANDRA che prevede livello e H onda (ISMAR)

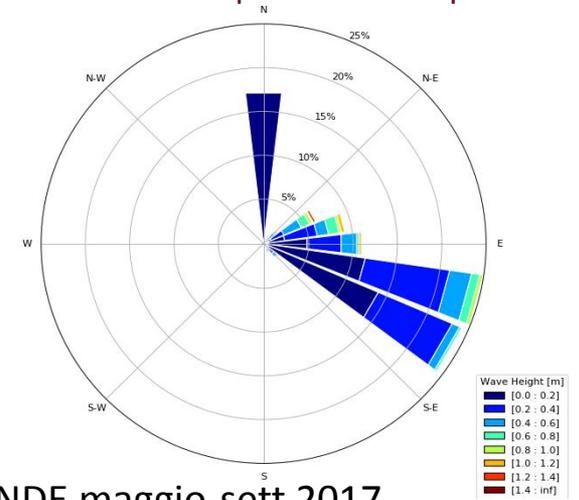
Measured wind velocity - aug 2017



Current velocity and direction - aug 2017



Kassandra: sistema previsionale operativo



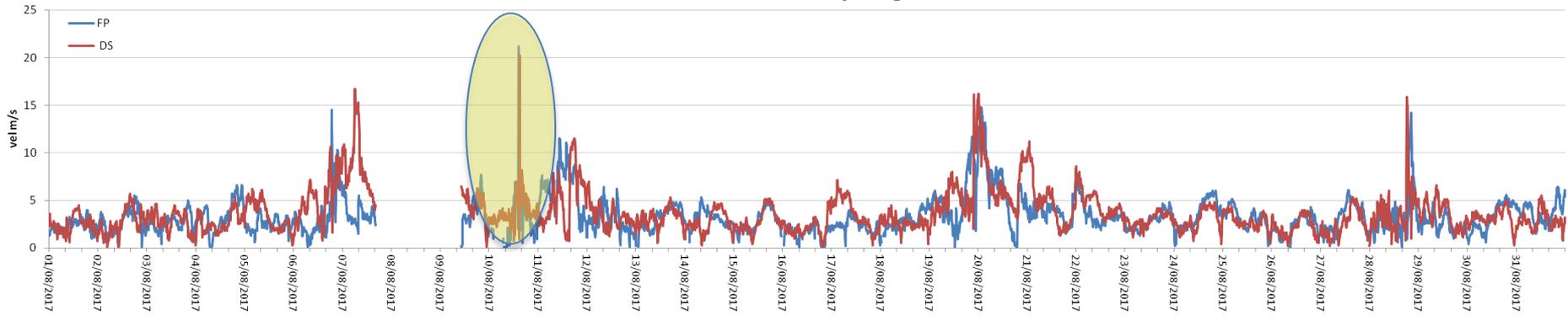
ONDE maggio-sett 2017

DATI DI VENTO dalla rete meteomareografica di ISPR

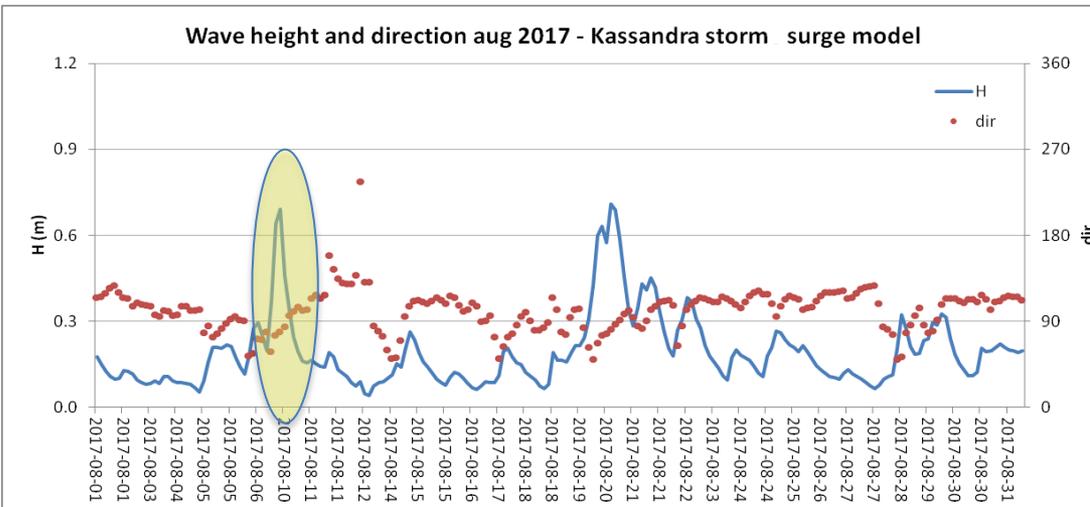
DATI DI CORRENTE dal modello accoppiato MITgcm-BFM MODEL a scala adriatica (OGS)

DATI DI ONDA dal sistema operativo KASSANDRA che prevede livello e H onda (ISMAR)

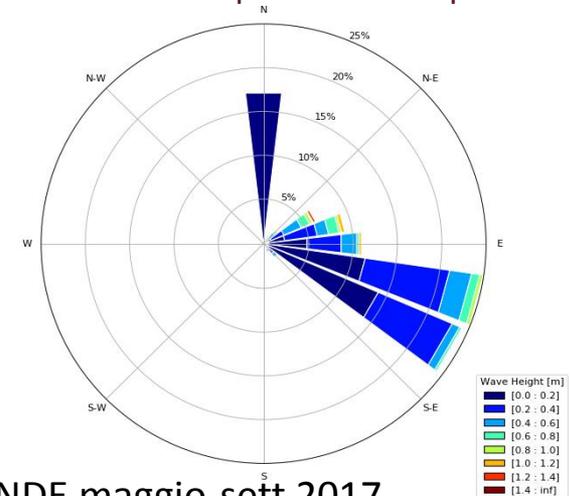
Measured wind velocity - aug 2017



Wave height and direction aug 2017 - Kassandra storm surge model



Kassandra: sistema previsionale operativo



ONDE maggio-sett 2017

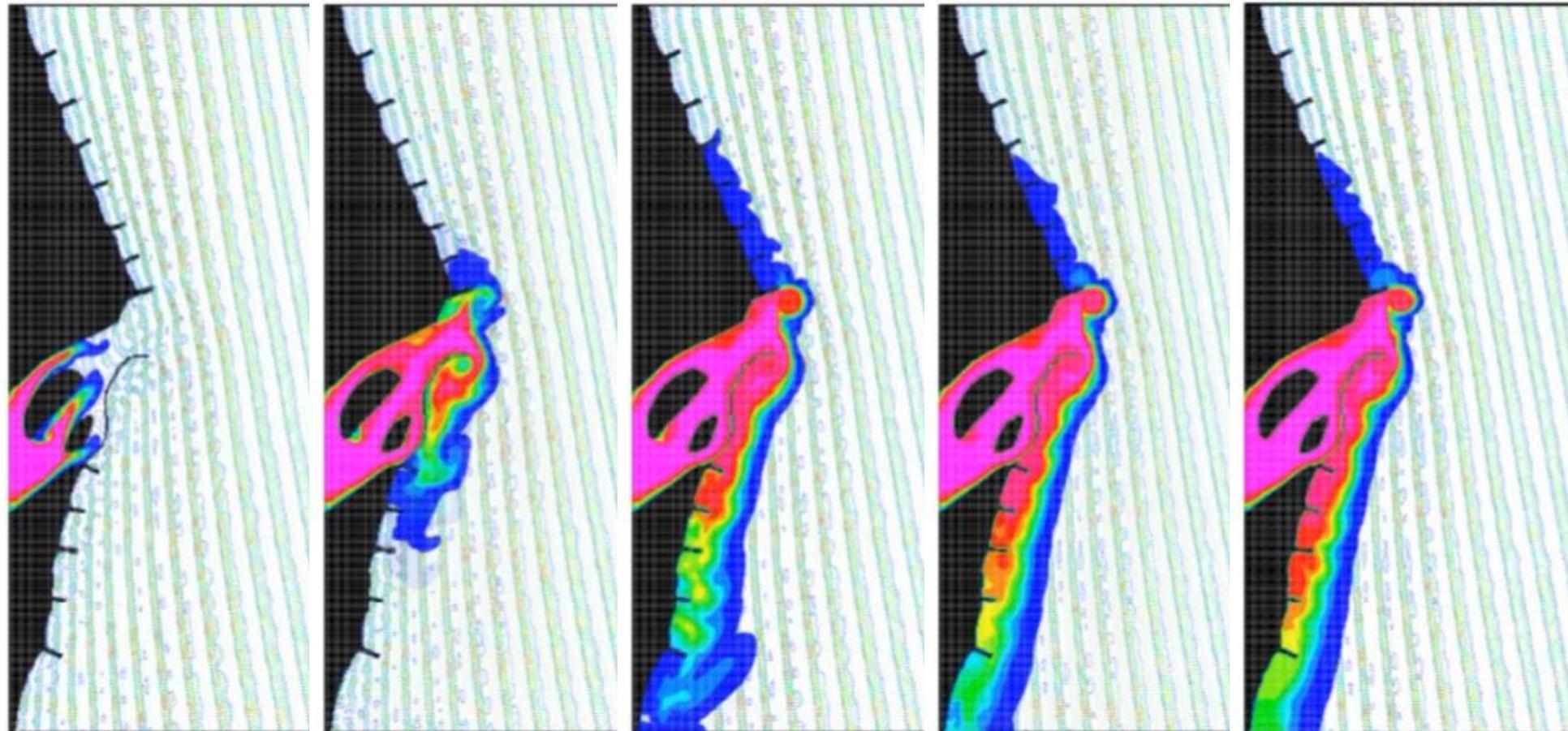
Risultati delle simulazioni

SOLO DISPERSIONE

PORTATA ADIGE 220 m³/s
CORRENTE LITORALE 10 cm/s
ONDE H 40 cm, Dir 80°N

Concentrazione

0.00001
0.10001
0.20001
0.30001
0.40001
0.50001
0.60001
0.70001
0.80001
0.90001
1.00001



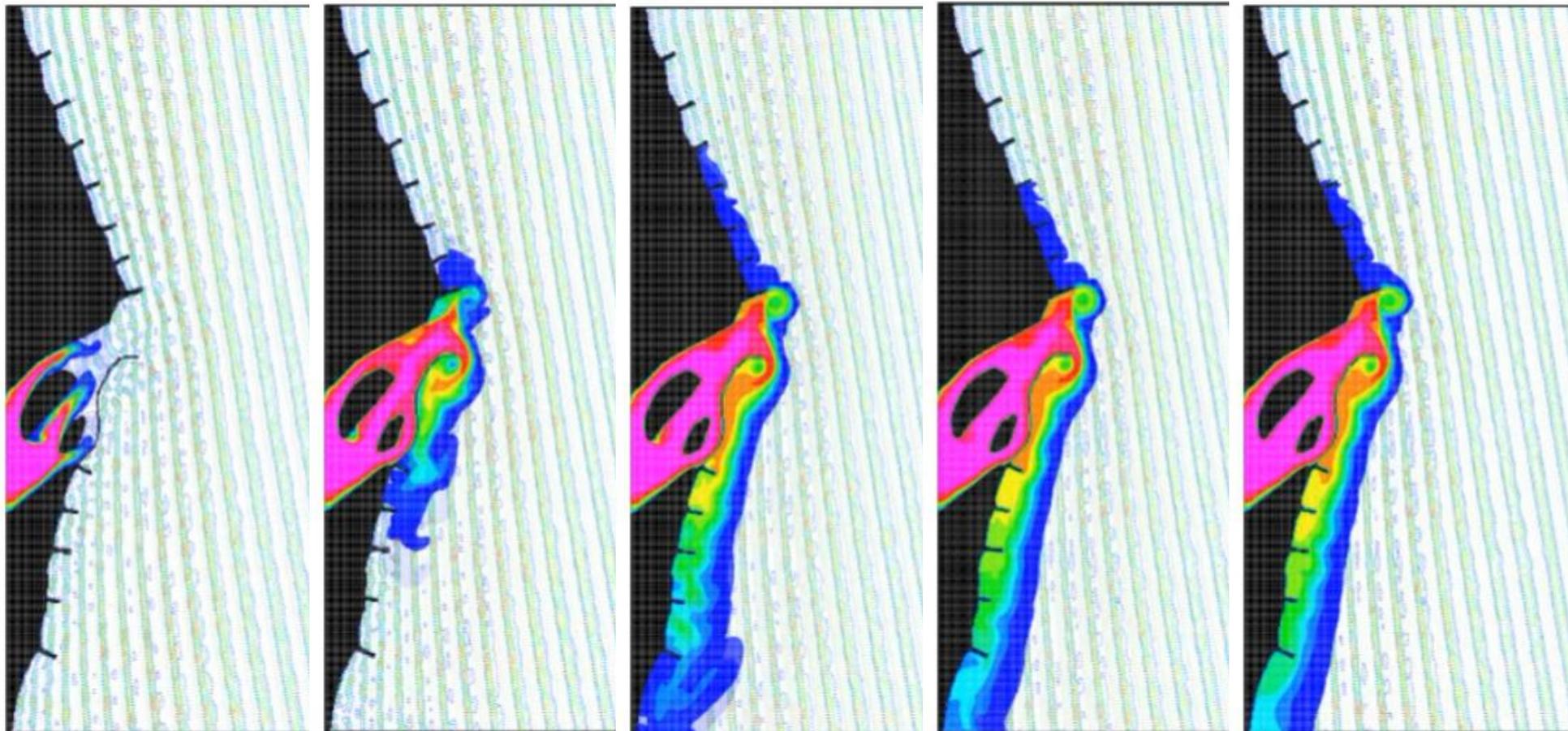
Risultati delle simulazioni

DISPERSIONE E DECADIMENTO

PORTATA ADIGE 220 m³/s
CORRENTE LITORALE 10 cm/s
ONDE H 40 cm, Dir 80°N

Concentrazione

- 0.00001
- 0.10001
- 0.20001
- 0.30001
- 0.40001
- 0.50001
- 0.60001
- 0.70001
- 0.80001
- 0.90001
- 1.00001



- Il modello di interazione onde-corrente ad alta risoluzione è stato applicato nella sua versione 2D per le acque basse, discretizzando il dominio con una griglia strutturata a maglia regolare.
- Le simulazioni sono state condotte utilizzando come condizioni al contorno: portata del fiume Adige, corrente marina, campo di onde.
- Il modello permette di riprodurre sia la dispersione di un tracciante passivo sia il decadimento a valle di un punto di scarico.
- Molteplici scenari possono essere simulati in modo da valutare la circolazione dovuta all'interazione tra la foce del fiume e il mare. Il modello può essere utilizzato per valutare gli impatti di sostanze inquinanti (es. carico batterico) sulle aree costiere e sulle zone di balneazione.

F. Lalli, A. Bruschi, M.L. Cassese, A. Lotti & V. Pesarino, 2016. A numerical model for wave-current interaction at the scale of marine engineering, *Journal of Operational Oceanography*, 9:sup1, s215-s222, doi: 10.1080/1755876X.2015.1118803.

Bruschi A., Lalli F., Pesarino V. 2010. Valutazione dell'impatto di inquinanti sulle acque di balneazione tramite l'utilizzo di metodi numerici, <http://www.isprambiente.gov.it/files/linee-indirizzo-inq-acque-balneazione.pdf>

Cossarini, G., Querin, S., Solidoro, C., Sannino, G., Lazzari, P., Di Biagio, V., Bolzon G., 2017. Development of BFMCOUPLER (v1.0), the coupling scheme that links the MITgcm and BFM models for ocean biogeochemistry simulations. *Geosci. Model Dev.*, 10, 1423–14 <https://doi.org/10.5194/gmd-10-1423-2017>.

Ferrarin C., Roland A., Bajo M., Umgieser G., Cucco A., Davolio S., Buzzi A., Malguzzi P., Drofa O., 2013. *Tide-surge-wave modelling and forecasting in the Mediterranean Sea with focus on the Italian coast*. *Ocean Modelling*, Vol. 61, 38-48, doi: 10.5194/asr-6-227-2011.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Dott.ssa Elisa Coraci, ISPRA
E-mail elisa.coraci@isprambiente.it