

PROPONENTE

C.R.COSTRUZIONI S.R.L.

Sede Legale:

OGGETTO

PORTO TURISTICO DI VILLANOVA DI OSTUNI

Verifica di Assoggettabilità a VIA – Cod. 4285

REGIONE PUGLIA – Serv. Demanio e Patrimonio – Gestione Demanio Marit.mo

Comune di OSTUNI

**STUDIO SULLA CIRCOLAZIONE DELLE ACQUE
NEL SITO DI INTERESSE**

ai sensi del DM n. 173 del 15/07/2016

*“Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione
all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini”*



**IL TECNICO INCARICATO
DOTT. MARIO IMPERATRICE
BIOLOGO MARINO**

Premessa

Nel Bollettino Ufficiale della Regione Puglia - n. 61 del 6 giugno 2019 è stata pubblicata la Determinazione del dirigente Sezione Autorizzazioni Ambientali 29 maggio 2019, n. 128 "[ID_VIP: 4285] Procedimento di verifica di assoggettabilità a V.I.A ai sensi dell'art. 19 del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii. relativo al progetto preliminare per la riqualificazione e la gestione del porto turistico di Villanova di Ostuni - Proponente: C.R. Costruzioni S.r.l. Parere regionale di assoggettabilità a valutazione di impatto ambientale" con la quale la Sezione regionale per le Autorizzazioni Ambientali ha reso parere di assoggettamento a VIA per il progetto in oggetto.

Il parere è reso nell'ambito del procedimento di verifica di assoggettabilità a VIA attivato dal proponente presso il competente Ministero dell'Ambiente e della Difesa del Territorio e del Mare il 4.10.2018 e poi formalmente avviato in data 14.02.2019 (codice VIP 4285), pubblicato per la consultazione pubblica dal 13.03.2019 al 27.04.2019 e tutt'ora in corso di istruttoria presso le competenti strutture ministeriali.

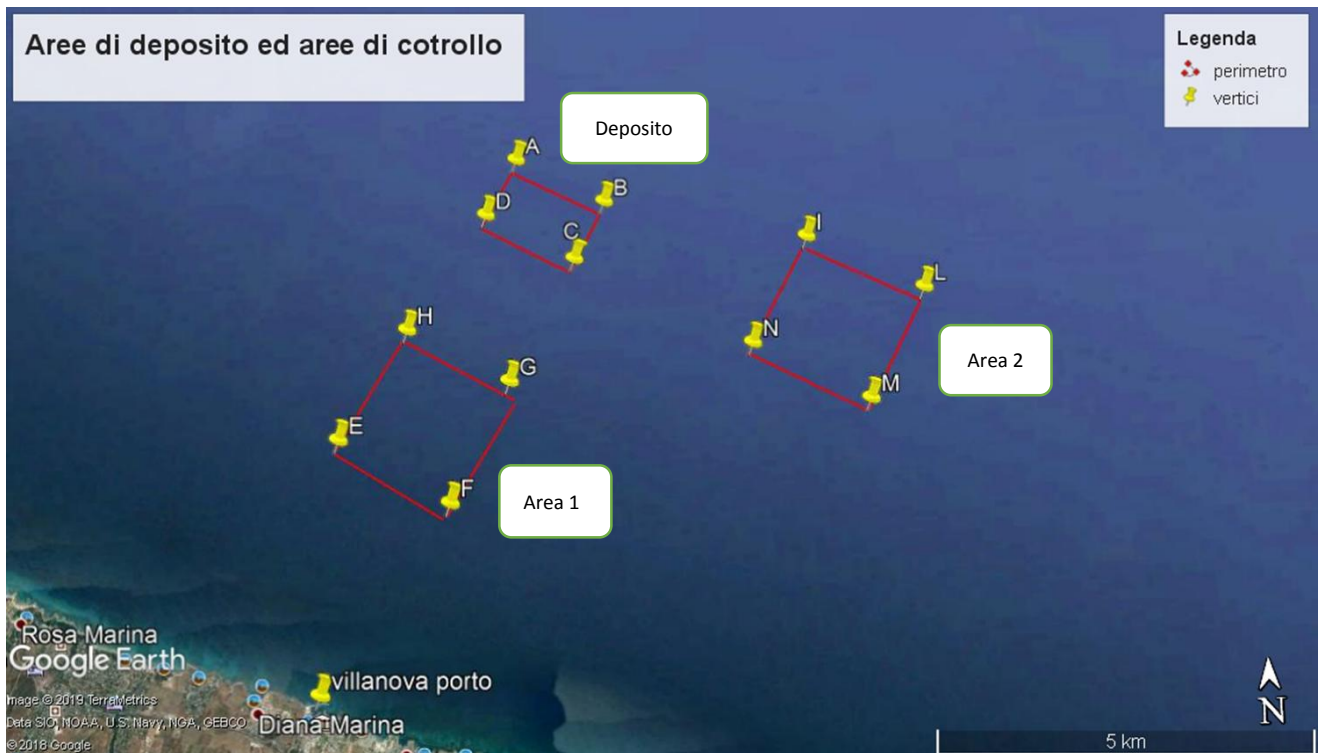
La determinazione regionale n. 128/2019 fonda sul parere reso dal comitato VIA regionale nella seduta del 14.05.2019 (prot. n. 5838 del 15.05.2019 allegato alla determinazione).

In particolare, il parere suddetto a pag. 23 riporta:

CONSIDERAZIONI DEL COMITATO

Dalla documentazione in atti non risulta disponibile una relazione tecnica che contenga uno studio celerimetrico o studio delle correnti marine né un modello per eventuali impatti su posidonia.

Pertanto, il presente report si pone l'obiettivo di fornire le informazioni disponibili, derivanti dalla letteratura scientifica aggiornata, sulla circolazione delle acque marine nell'area interessata dal refluento delle sabbie di escavo, non essendo previsto in questa fase dell'iter amministrativo un approfondimento di carattere investigativo in campo, attesa, peraltro, la estrema onerosità di tali indagini dal punto di vista finanziario. Va precisato che le aree di controllo sono state riposizionate, secondo le indicazioni suggerite dallo stesso comitato e così di seguito indicate:



Coordinate area 1- controllo

Denominazione punto	latitudine	longitudine
E	40° 49.363'N	17° 35.333'E
F	40° 48.831'N	17° 36.460'E
G	40° 49.760'N	17° 37.074'E
H	40° 50.220'N	17° 36.023'E

Coordinate area 2-controllo

Denominazione punto	latitudine	longitudine
I	40° 50.839'N	17° 40.259'E
L	40° 50.358'N	17° 41.443'E
M	40° 49.473'N	17° 40.760'E
N	40° 49.970'N	17° 39.598'E

Pertanto, è stato individuato un quadrilatero con lati 1.500 m x 1000 m utile allo scopo del refluentamento, oltre le tre miglia dalla costa, in particolare alla distanza minima di 3,72 mn (vertice C) e massima di 4,28 mn (vertice A), i cui vertici, in prima approssimazione, presentano le seguenti coordinate nel sistema UTM WGS84 fuso 32/33.

Punto/vertice	latitudine	longitudine
A	40° 51.638'N	17° 37.192'E
B	40° 51.231'N	17° 38.124'E
C	40° 50.747'N	17° 37.783'E
D	40° 51.163'N	17° 36.857'E

L'area in questione si estende dalla batimetrica dei 70 m, circa, sino a quella degli 80 metri sul lato più esterno e dista circa 2 miglia dal perimetro inferiore del SIC Posidonia (SIC IT9140005 Torre Guaceto e Macchia San Giovanni).



La seguente tabella riassume i dettagli relativi all'ubicazione dell'area di deposito:

AREA DI DEPOSITO	
Parametro	valore
<i>Estensione</i>	150 ettari
<i>Distanza minima dalla costa</i>	3,72mn
<i>Distanza massima dalla costa</i>	4,28mn
<i>Batimetrica inferiore</i>	70 m
<i>Batimetrica superiore</i>	80 m
<i>forma</i>	quadrilatero
<i>Lunghezza lato maggiore</i>	1500 m
<i>Lunghezza lato minore</i>	1000 m
<i>Distanza dal SIC Posidonia</i>	1.74 mn

Al fine di comprendere al meglio le dinamiche che potenzialmente possono influenzare le operazioni di refluentamento in mare dei sedimenti oggetto di escavo e le caratteristiche idrodinamiche della zona individuata per tali operazioni, non ci si può esimere dall'esaminare il contesto ben più ampio dell'intero bacino adriatico che ne influenza le dinamiche

1.0 Caratteri generali del Mar Adriatico

L' Adriatico è il bacino più continentale del Mare Mediterraneo, si sviluppa per una lunghezza di 800 km e per una larghezza di 200 km, con una profondità media di 250 m ed una profondità massima di 1.200 m in corrispondenza della "fossa sud adriatica". L'apporto di grandi quantità di acque dolci, dovute ai fiumi che sfociano nella parte più settentrionale del bacino, determina una diminuzione della salinità delle acque marine in quell'area, mentre nella zona più meridionale sono presenti acque più calde e salate (38‰) che si mescolano con quelle che provengono dallo Jonio.

Tutto ciò provoca la presenza di tre strati d'acqua a differente densità che, unitamente al moto di rotazione della Terra e dei venti, instaurano un sistema ciclonico di circolazione generale delle acque in senso antiorario. Infatti, distinguiamo uno strato superficiale del bacino settentrionale (influenzato da acque di origine fluviale e quindi poco salato), uno strato intermedio di origine jonica più caldo e salato, che penetra attraverso il Canale d'Otranto, lambisce le coste iugoslave sino al Golfo di Trieste e Venezia, dove perde parte del suo calore e si diluisce con le acque dei fiumi, infine, uno strato profondo, caratterizzato da acque dense, che si origina in inverno nell'Adriatico settentrionale, lambisce le coste italiane e giunge sino allo Jonio.

A causa delle caratteristiche oceanografiche e geomorfologiche, il mare Adriatico viene suddiviso in tre bacini.

Il bacino settentrionale risente della presenza dei fiumi che trasportano in mare una grande quantità di sedimenti e sali nutritivi, per cui presenta, prevalentemente, fondi incoerenti con profondità media di 70 m ed acque eutrofiche, e si estende sino al traverso di Ancona.

Il bacino del medio Adriatico, che da Ancona giunge sino al traverso dell'isola di Pianosa, presenta una profondità media un po' più elevata ed è caratterizzata dalla presenza della fossa medio adriatica "Fossa di Pomo" che raggiunge i 250 m di profondità.

Il bacino meridionale presenta caratteristiche ecologiche e talassografiche del tutto peculiari che lo differenziano nettamente dal restante bacino Adriatico; le sue acque, a causa dell'assenza di rilevanti apporti fluviali, si presentano particolarmente trasparenti e povere di sali nutritivi. I fondali raggiungono profondità elevate; a sud del Gargano è ubicata la "Fossa del basso Adriatico" che è costituita da un'ampia depressione, con ripide pareti ed una estesa piattaforma alla profondità di circa 1.200 m.

A queste condizioni di oligotrofia delle acque fa eccezione il Golfo di Manfredonia, infatti, in questa area, la presenza del promontorio del Gargano, che ripara il Golfo dai venti settentrionali, rallenta il flusso della corrente discendente determinando la formazione di correnti circolari. Queste favoriscono la sedimentazione e la concentrazione dei sali nutrienti sversati in mare dal fiume Ofanto e dai torrenti

minori (Carapelle, Cervaro e Candelaro), dagli scarichi urbani dell'entroterra e dalle acque di drenaggio dei terreni agricoli. La concentrazione dei sali di fosforo ed azoto raggiunge, pertanto, valori simili a quelli riscontrati in alcune aree dell'alto e medio Adriatico.

2.0 La circolazione delle acque marine nel Mar Adriatico

Nel mare Adriatico le acque oscillano attorno ad un asse nodale che attraversa il mare al parallelo di Ancona.

Questo nodo è definito punto anfidromico, punto attorno al quale i ritardi dell'alta marea si susseguono regolarmente in senso antiorario, cioè l'oscillazione di marea compie una rotazione attorno a questo punto; questo è dovuto al fatto che i singoli bacini di acqua in cui sono suddivisi i mari hanno ognuno un comportamento autonomo nei confronti delle forze di attrazione luni-solari che provocano la marea.



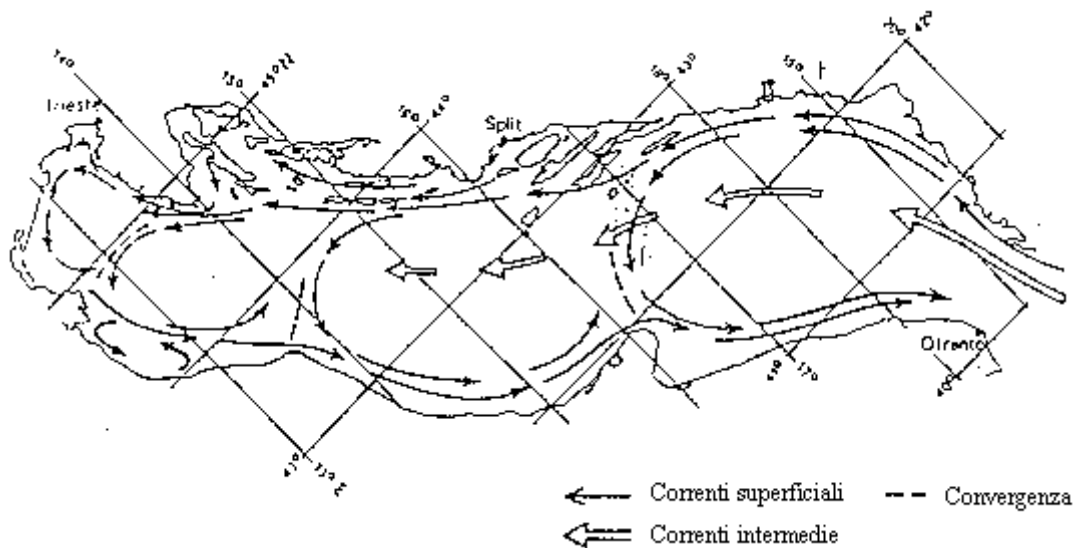
In particolare, poi, come già accennato, nell'alto Adriatico l'acqua è poco salata e poco densa, per le peculiari condizioni climatiche, per la piovosità, e per i massicci apporti

di acqua dolce da parte dei fiumi, che determinano anche una differenza di densità tra coste italiane (sal. 30g/l) e coste jugoslave (sal. 35 g/l).

Quest'acqua richiama l'ingresso di acque più dense e salate dal Mediterraneo orientale, attraverso il Canale d'Otranto, che fluiscono ad una profondità di circa 400 m. Tale corrente risale l'Adriatico lungo le coste orientali, fino all'estremo Nord, per poi ridiscendere lungo le coste italiane.

L'azione della rotazione terrestre (Coriolis) che fa sì che le acque settentrionali fluiscono appoggiate sul lato occidentale, deviate verso destra rispetto al senso del moto.

L'acqua del bacino settentrionale è fortemente soggetta a variazione di densità, sia per la temperatura (che può scendere a 5°-7° C), sia per gli apporti fluviali, assai variabili. Si determinano così anche variazioni di densità tra estate e inverno nelle varie parti del mare, cui conseguono variazioni anche vistose del regime delle correnti.



Circolazione autunno-invernale

Le acque dell'Adriatico settentrionale si raffreddano e diventano più dense. Questo, insieme all'azione del moto ondoso, provoca condizioni di instabilità nella colonna d'acqua. Le acque al largo defluiscono allora verso Sud e vengono sostituite da masse più salate meridionali, provenienti dalla parte centrale del bacino.

Circolazione estiva

In estate le acque del Nord-Adriatico sono assai meno dense rispetto al periodo invernale per l'aumento della temperatura ed i forti apporti di acque dolci non compensati dalla, sia pur elevata, evaporazione. Il divario di densità con il bacino

meridionale aumenta, e le correnti di gradiente hanno quindi la massima intensità. Ne deriva che il massimo ricambio (cioè flusso entrante ed uscente) attraverso il canale d'Otranto, si ha in estate.

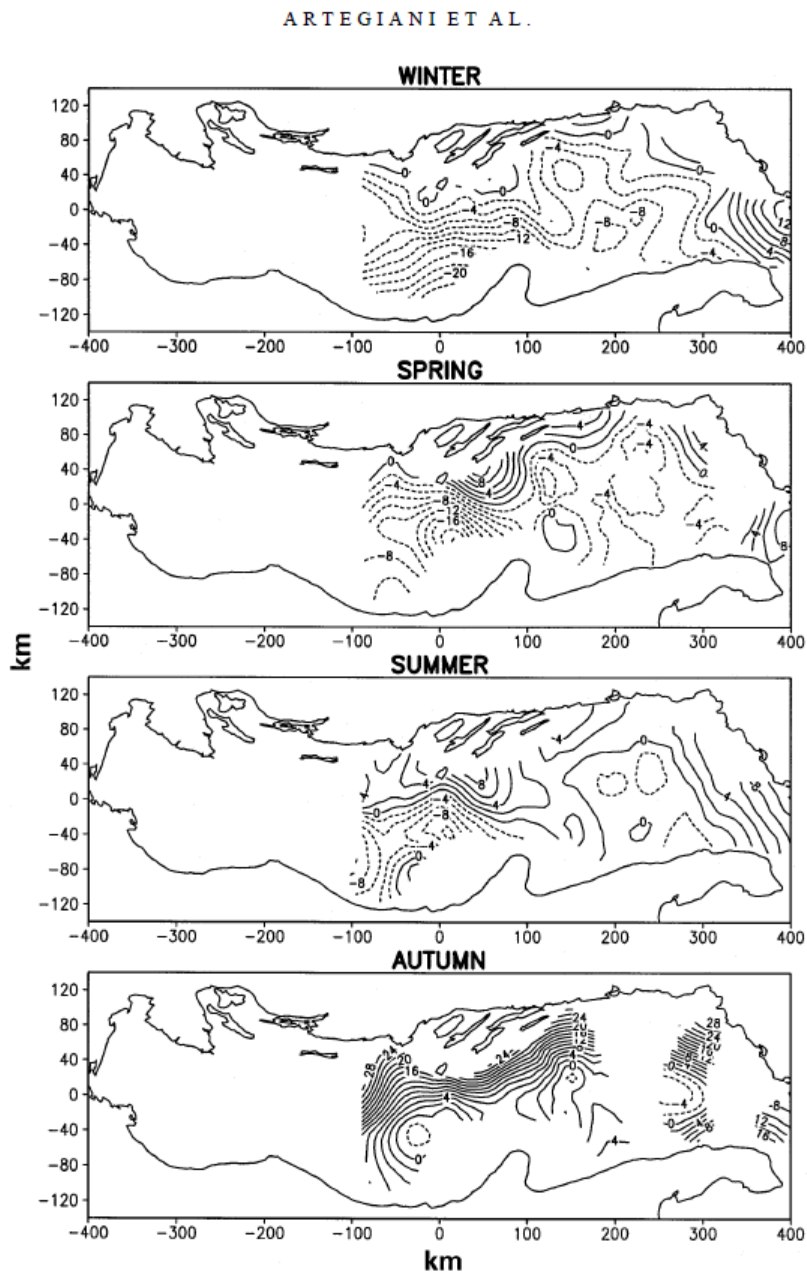
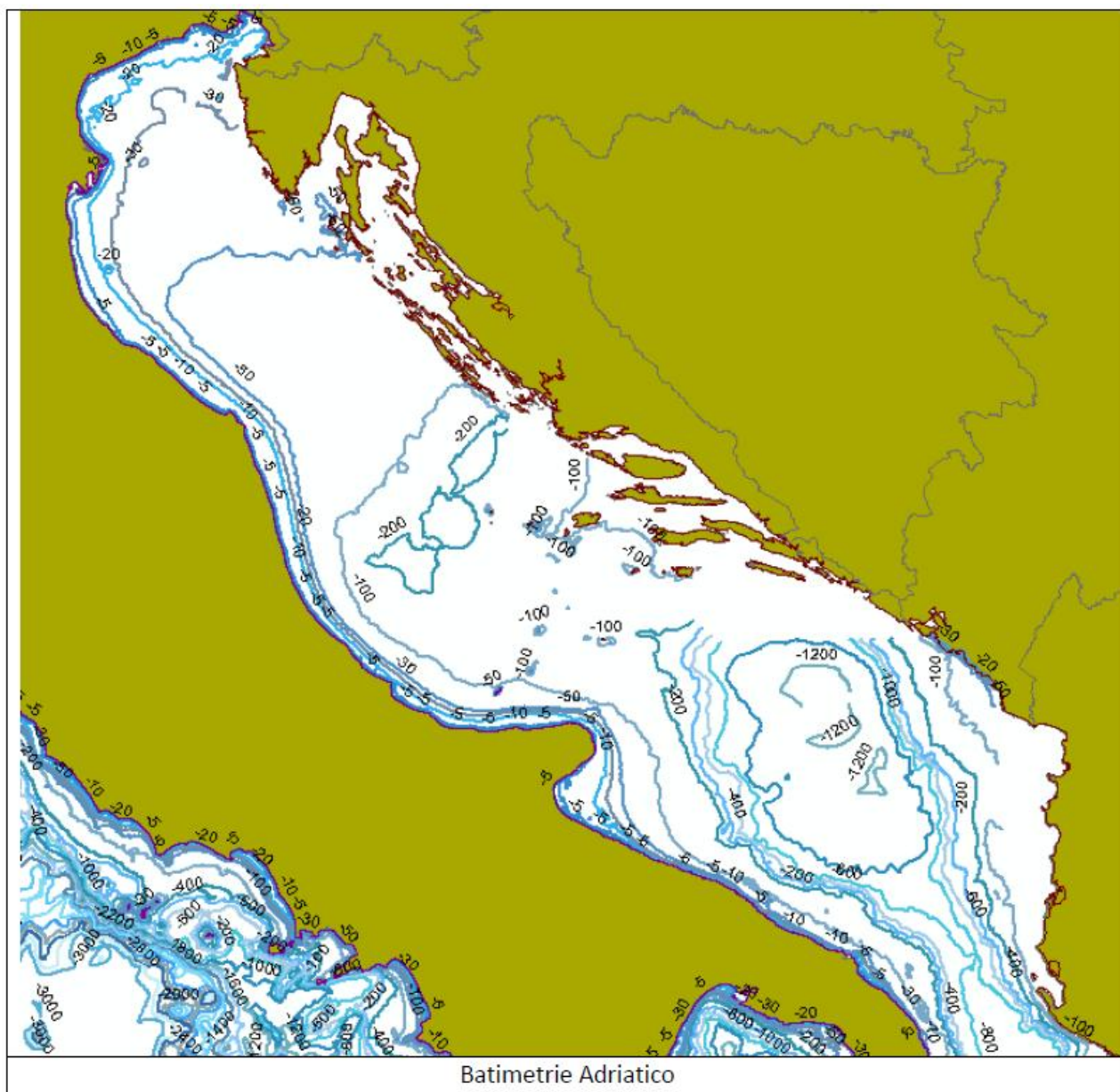


FIG. 7d. Seasonal maps of dynamic height anomalies (dyn mm) at 75 m relative to 140 m. The contour interval is 2 dyn mm and the dotted lines indicate negative values. The field is plotted for expected error less than 30%.



3.0 Indagini ambientali correntometriche

Nella sezione seguente si riportano i dati desunti da campagne di indagini specifiche sulla circolazione delle correnti nel bacino di interesse.

Velocità della corrente

Soggetti detentori di dati individuati:

Progetti Europei MyOcean e MyOcean2;

Dati e metodi:

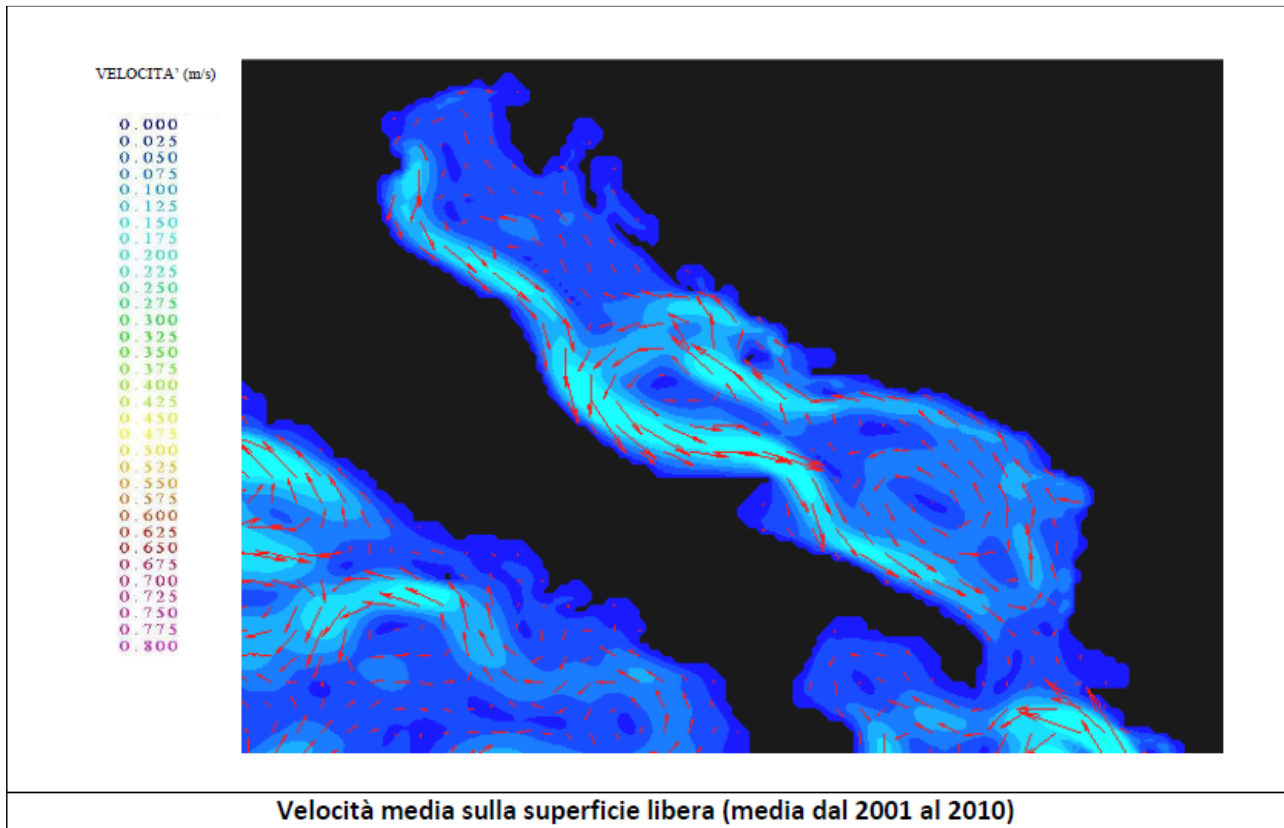
Sono stati utilizzati i dati di ri-analisi per il periodo 2001 - 2010 forniti dal modello numerico per il Mar Mediterraneo del progetto MyOcean su grigliato regolare con passo di griglia 1/16 di grado (sia per latitudine che per longitudine). Tali dati della

velocità della corrente consistono in medie mensili su 72 livelli di profondità. Sono stati raggruppati per stagione e per anno al fine di valutare in ogni punto di griglia le medie stagionali e annuali dell'intensità e della direzione della componente orizzontale della velocità in corrispondenza della superficie e del fondo. Verranno inoltre valutati i trend temporali e la distribuzione spaziale.

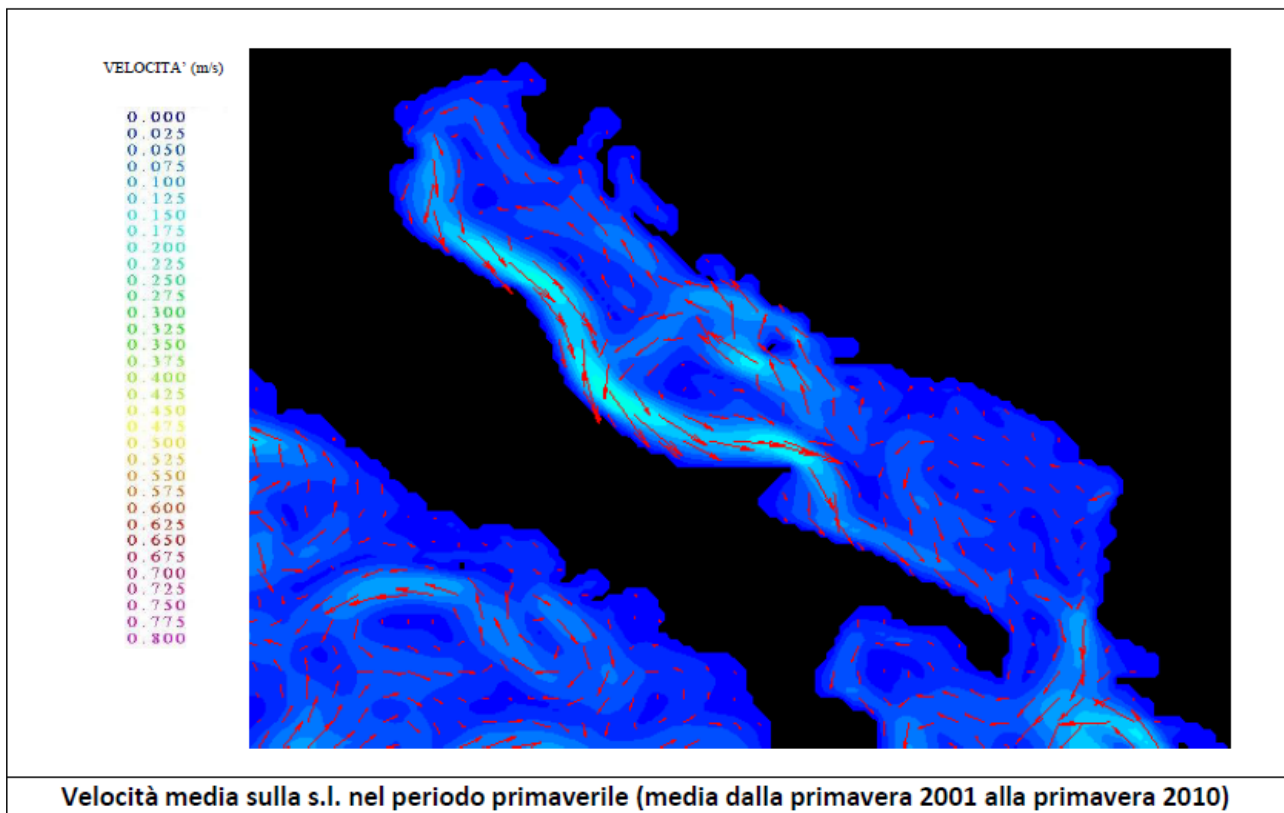
Analisi:

I risultati vengono analizzati attraverso la realizzazione di mappe dei valori di corrente sulla superficie e al fondo. Attraverso di esse è possibile caratterizzare il campo fluidodinamico della sotto-regione e valutare la presenza di eventuali trend temporali e la distribuzione spaziale. A titolo di esempio, si riportano 5 mappe rappresentanti il campo fluidodinamico sulla superficie libera nei 10 anni analizzati e i valori medi relativi alle singole stagioni.

La prima mappa, mostrata nella figura seguente, consente di individuare le caratteristiche principali del campo fluidodinamico medio nei 10 anni analizzati.

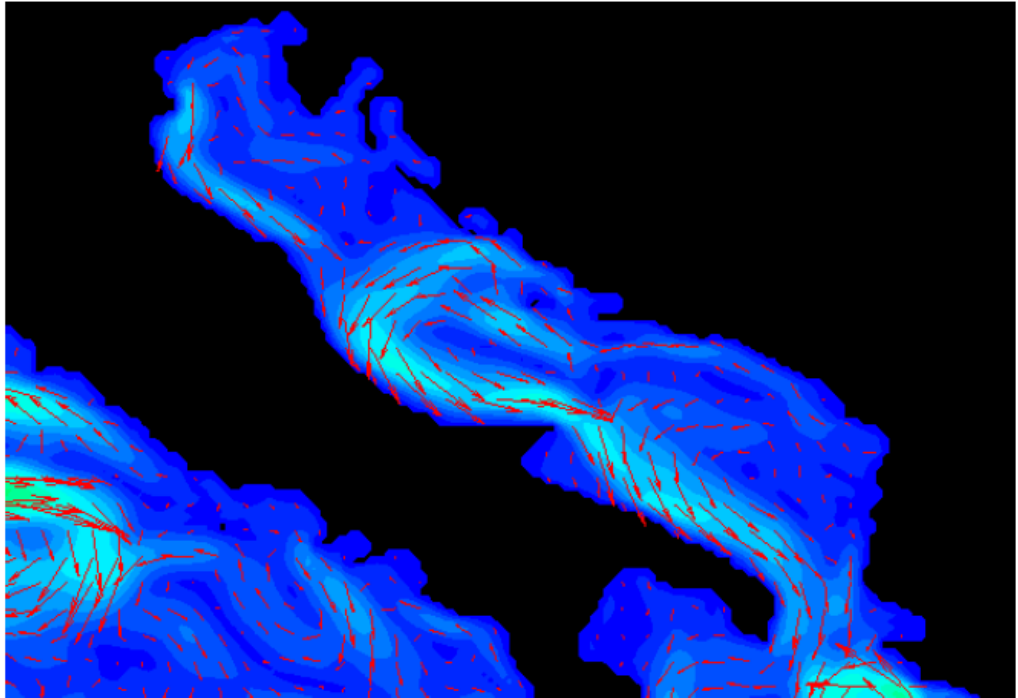


Le 4 mappe riportate nelle figure seguenti consentono di valutare la variabilità stagionale nei 10 anni analizzati.



VELOCITA' (m/s)

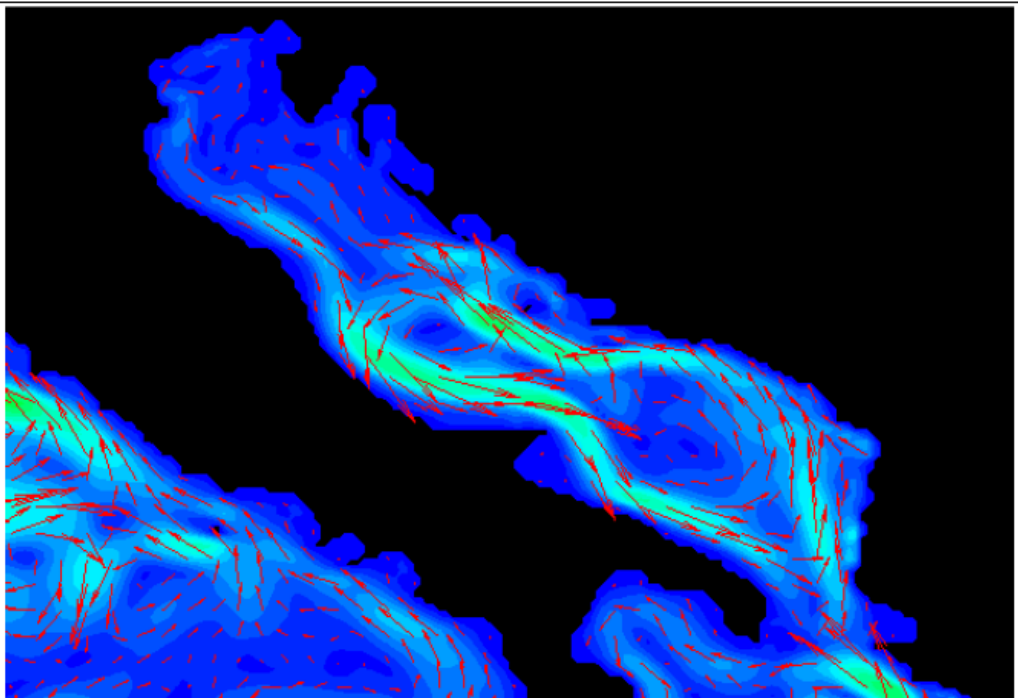
0.000
0.025
0.050
0.075
0.100
0.125
0.150
0.175
0.200
0.225
0.250
0.275
0.300
0.325
0.350
0.375
0.400
0.425
0.450
0.475
0.500
0.525
0.550
0.575
0.600
0.625
0.650
0.675
0.700
0.725
0.750
0.775
0.800



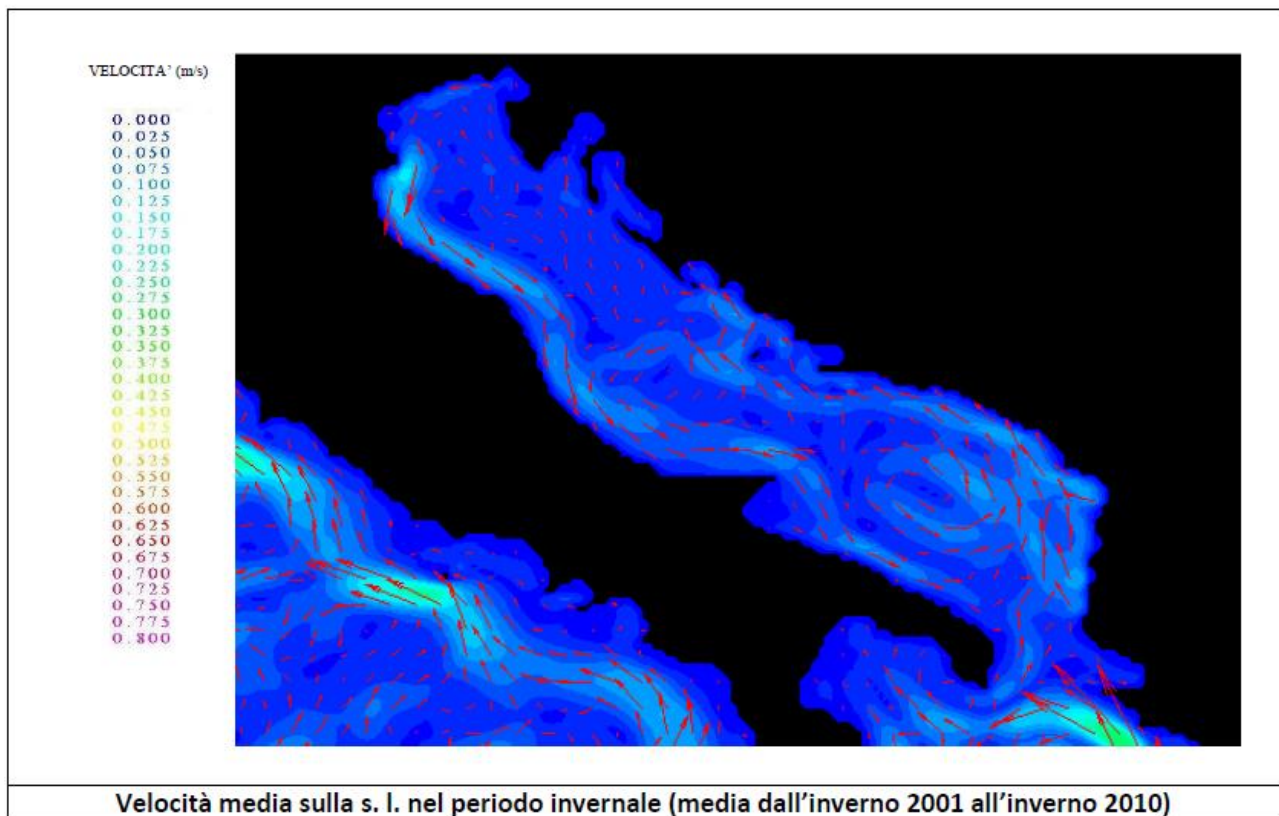
Velocità media sulla s. l. nel periodo estivo (media dall'estate 2001 all'estate 2010)

VELOCITA' (m/s)

0.000
0.025
0.050
0.075
0.100
0.125
0.150
0.175
0.200
0.225
0.250
0.275
0.300
0.325
0.350
0.375
0.400
0.425
0.450
0.475
0.500
0.525
0.550
0.575
0.600
0.625
0.650
0.675
0.700
0.725
0.750
0.775
0.800



Velocità media sulla s. l. nel periodo autunnale (media dall'autunno 2001 all'autunno 2010)



4.0 Tempo di residenza

Soggetti detentori di dati individuati:
ISPRA, INGV, CASPUR

Dati e metodi:

Alla scala dell'area di valutazione considerata il Residence Time (RT) e' associato alla presenza di correnti a scala sub-regionale, di eddies persistenti e alla morfologia. La metodologia usata e' l'uso di un modello lagrangiano a particelle applicato al regime medio delle correnti. Le correnti usate sono i campi mensili di rianalisi prodotte dal modello MFS/OPA descritte nel paragrafo 'Velocita' di corrente'. Il RT verra' stimato su base stagionale ed annuale considerando il periodo 2009-2011. I risultati finali sono in corso di elaborazione e saranno elaborati entro la data del 15 ottobre 2012.

Analisi:

Il modello Lagrangiano () viene impiegato per simulare il moto di particelle rilasciate in modo uniforme (10 particelle su ogni punto della griglia con risoluzione 1/16 deg lon., 1/16 deg lat.) su tutta l'area intorno ai mari italiani (area in rosso fig.1 seguente).

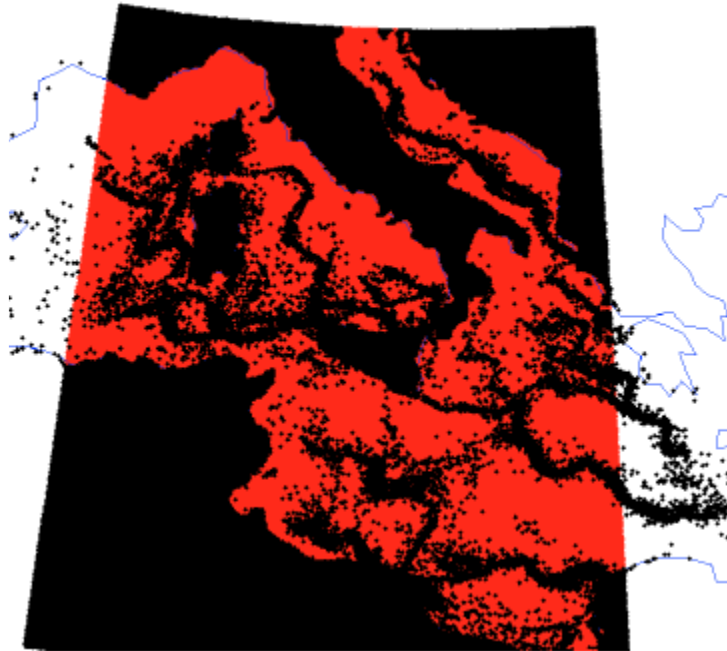


Fig.1

Il modello è sostanzialmente bi-dimensionale e simula il contributo turbolento mediante un semplice processo stocastico tipo 'Random Walk' associato alla diffusività turbolenta orizzontale valutata con la formulazione di Smagorinsky. Ogni 300 secondi le particelle vengono trasportate secondo il campo di velocità della corrente modificata dalla perturbazione stocastica. Per ogni particella il tempo passato all'interno di un cerchio centrato nel punto di rilascio e di raggio 50 km dalla particella è il residence time stimato. Tale raggio è stato scelto in modo da poter rappresentare in modo adeguato situazioni caratterizzate da correnti medie che vanno da .01 m/s fino a 1 m/s. La simulazione complessiva ha durata 30 giorni. In fig.1 si può osservare la posizione finale (in nero) delle particelle dopo 30 giorni di simulazione, si può osservare che le posizioni finali sono vicine, ma la distribuzione non è esattamente uguale a causa del processo stocastico considerato.

In fig.2 viene mostrato il residence time normalizzato per la sotto-area considerata, calcolato per il mese di gennaio 2011.

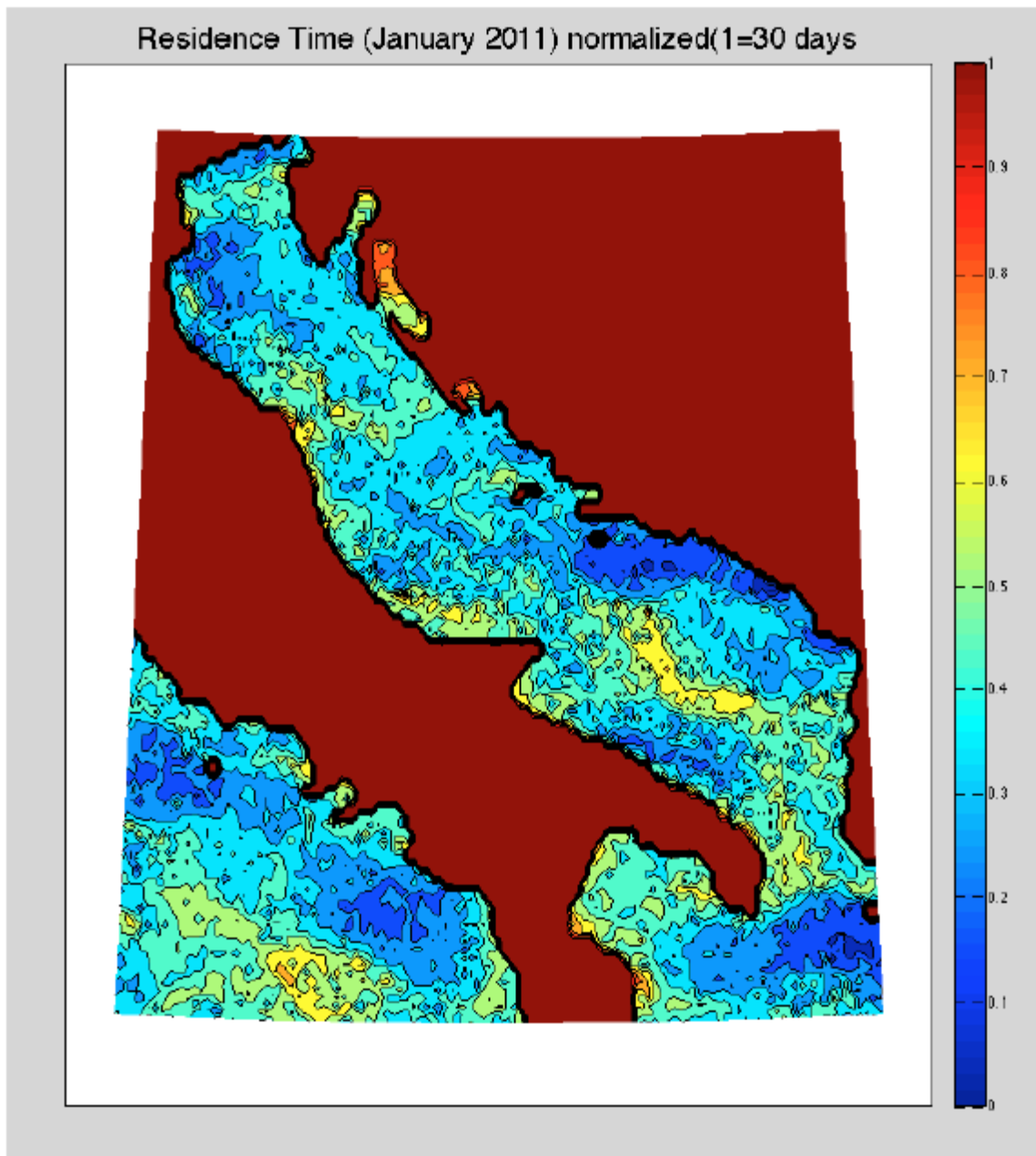


Fig.2

Sebbene il risultato abbia carattere preliminare, si può osservare che il valore abbia un valore basso nelle zone dove sono più forti le correnti medie (Alto Adriatico, fascia costiera Puglia orientale in blu), mentre assume valori più alti (15-20 giorni) laddove le correnti medie sono più basse e dove sono presenti strutture vorticali persistenti, come ad esempio nel Golfo di Taranto e nell'Adriatico Centrale. Di interesse è il valore del residence time lungo la fascia costiera, dove si osserva una significativa variabilità spaziale. E' chiaro che i risultati mediati stagionalmente ed i valori annuali saranno più uniformi, tuttavia ci si può attendere che la metodologia, per quanto semplificata, sia in grado di catturare la variabilità spazio-temporale intrinseca del processo, prestandosi eventualmente ad analisi più accurate ed approfondite nelle assessment areas che evidenzino necessità di ulteriori raffinamenti.

5.0 Considerazioni riassuntive

Il regime delle correnti nel bacino Adriatico risulta dalla combinazione dei seguenti fattori:

- Circolazione termoalina, derivante dalla distribuzione di densità provocata dalla presenza nel bacino di masse d'acqua con caratteristiche termiche e di salinità diverse;
- Circolazione di marea, determinata dalla variazione di livello del bacino, indotte dalla marea astronomica;
- Circolazione dovuta al vento indotta dallo stress del vento sulla superficie del mare;
- Circolazione da sessa, risultante dalle oscillazioni libere del bacino determinate dagli accumuli costieri di acqua per effetto dell'azione del vento.

A sua volta la circolazione termoalina e la distribuzione delle masse d'acqua nel bacino è controllata da tre fenomeni principali:

- Gli scambi termici con l'atmosfera, modulati dalla variabilità stagionale del clima che presenta significative differenze nelle varie sub aree (Alto, Medio e Basso Adriatico), a causa del notevole sviluppo in latitudine del bacino;
- Gli importanti apporti di acqua dolce di origine meteorica e fluviale;
- L'interscambio con il resto del Mediterraneo attraverso il Canale d'Otranto.

Nel bacino adriatico possono essere individuati due differenti regimi termici: il primo primaverile con temperature superficiali più elevate rispetto a quelle del fondo; il secondo corrispondente al periodo autunno-inverno, in cui si manifesta una evidente escursione termica con temperature che in profondità mantengono valori più elevati rispetto alla superficie. L'alternarsi dei due scenari è giustificato dal differente grado di irraggiamento che si verifica nella successione stagionale.

Nel periodo estivo, l'aumento della temperatura dello strato superficiale determina la formazione di un termoclino che separa lo strato superiore più caldo e a densità più bassa (la quale tende a diminuire ulteriormente in conseguenza del galleggiamento delle acque di apporto fluviale) da uno strato più profondo costituito da acque più fredde e dense. Spesso si assiste, soprattutto in prossimità del delta Padano, alla presenza contemporanea di un termoclino e di un aloclino.

I picnoclini che si generano nel periodo estivo presentano una notevole persistenza e costituiscono una vera e propria barriera alla convezione verticale, limitando la circolazione delle acque e del loro contenuto compresi gli organismi planctonici. Se il termoclino si trova al di sotto del livello di penetrazione della luce (zona eufotica) come spesso accade, il rifornimento di ossigeno allo strato profondo viene impedito a causa del fatto che sia le piante verdi sia la fonte di ossigeno superficiale sono compartimentate ad un livello superiore.

Con il sopraggiungere dell'inverno la temperatura dello strato superficiale cala fino a raggiungere lo stesso valore dello strato profondo; tutta l'acqua comincia a ricircolare ed anche l'ossigeno può raggiungere facilmente le acque più profonde; in inverno anche in prossimità del fondo il tenore di ossigeno non si abbassa mai troppo anche perché la decomposizione batterica e la respirazione non raggiungono valori elevati. Nell'Adriatico settentrionale la formazione stagionale del termoclino si stabilisce nei primi 30 m di profondità anche se si deve osservare che, per gli importanti apporti fluviali sul lato italiano, significativi fenomeni di stratificazione possono essere presenti nella zona costiera anche a profondità notevolmente inferiori ed in stagioni diverse.

La presenza di un termoclino ben sviluppato è evidente nei dati medi climatici sia in primavera sia in estate, mentre nella stagione autunnale inizia un processo di raffreddamento dello strato superficiale e in concomitanza nello strato di fondo si raggiunge il massimo valore di temperatura, probabilmente per una accentuazione dell'intrusione di acqua dal medio adriatico.

In inverno, il processo di raffreddamento interessa l'intera colonna d'acqua. In tale stagione il flusso di calore dal bacino verso l'atmosfera ed il completo rimescolamento della colonna d'acqua, provocato dalla combinazione di mareggiate intense e scarsa profondità dei fondali, determina la formazione di masse di acqua fredda, densa e ben ossigenata. Nell'Adriatico settentrionale si possono quindi identificare due masse di acqua con caratteristiche distinte, l'acqua superficiale con caratteristiche fortemente modulate dalla ciclicità stagionale e l'acqua profonda che viene rigenerata nel periodo invernale e presenta un segnale stagionale molto più debole.

Per quanto riguarda le densità, si verificano due situazioni stagionali sostanzialmente diverse. Nel corso dell'inverno, le acque fredde diluite dagli apporti fluviali, rimangono confinate nella fascia costiera mentre le acque al largo subiscono un attivo mescolamento da raffreddamento dello strato superficiale e meccanico da vento. In queste condizioni si genera una stratificazione che separa le masse d'acqua del largo da quelle costiere che presentano densità uniformi in senso verticale e con un flusso verso il centro del bacino; i valori di densità nel periodo invernale possono quindi considerarsi omogenei sul piano verticale. La geografia del territorio circostante la parte settentrionale del bacino adriatico è caratterizzata dalla presenza di un numero elevato di fiumi di portata rilevante. Infatti, l'apporto di acque dolci e l'ingresso da sud in profondità di correnti di acque salate, provenienti dal bacino meridionale, sono i principali fattori di perturbazione della salinità.

Le acque dolci immesse dai fiumi minori si mescolano con quelle salate del mare, per lo più all'interno della zona costiera, diluendo l'acqua marina in particolare sotto costa. Mentre, le acque del Po hanno la possibilità, al verificarsi di determinate condizioni meteomarine di stratificazione (periodo primaverile-estivo), di invadere lo strato superficiale dell'intero bacino settentrionale.

Tale situazione, frequente in primavera – estate è favorita da una portata elevata del fiume, da una presenza di stratificazione (termica o alina) verticale nel bacino recettore e dall'assenza di vento o da vento di Scirocco.

Il peculiare regime termico ed idrologico del bacino determina, quindi, la presenza di masse d'acqua con caratteristiche diverse che danno origine ad una significativa circolazione di tipo termo-alino e ad una particolare distribuzione delle masse di acqua.

L'apporto di grandi quantità di acque dolci, dovute ai fiumi che sfociano nella parte più settentrionale del bacino, determina una diminuzione della salinità delle acque marine in quell'area, mentre nella zona più meridionale sono presenti acque più calde e salate (38 mg/l) che si mescolano con quelle provenienti dallo ionio.

La presenza di masse d'acqua a ridotta salinità nel bacino settentrionale, unitamente al moto di rotazione della Terra e dei venti, determinano un afflusso attraverso il canale d'Otranto di acqua più salata e calda di origine levantina negli strati superficiali e soprattutto intermedio, che risale il bacino essenzialmente lungo la costa orientale dando origine ad un sistema ciclonico e instaurando una circolazione in linea generale in senso antiorario, convogliando le acque di origine fluviale in direzione sud-est lungo la fascia costiera orientale italiana. Tali apporti sono compensati da un deflusso nello strato di fondo di acqua più fredda e densa, di origine adriatica, che va a costituire lo strato di fondo osservato nel Mediterraneo orientale.

Tale dinamica complessiva si riassume nella presenza di tre strati d'acqua a differente densità: uno strato superficiale del bacino settentrionale (influenzato da acque di origine fluviale e quindi poco salate), uno strato intermedio, di origine ionica più caldo e salato che penetra attraverso il canale d'Otranto, lambisce le coste iugoslave sino al Golfo di Trieste e Venezia, dove perde parte del suo calore e si diluisce con le acque dei fiumi, infine, uno strato profondo, caratterizzato da acque dense, che si origina in inverno nell'Adriatico settentrionale, lambisce le coste italiane e giunge sino allo Ionio.

Gli studi condotti sulle dinamiche delle masse d'acqua in Adriatico hanno permesso di stabilire che il processo di maggiore miscelamento delle acque superficiali e profonde si esplica durante la stagione invernale. Il fenomeno non si manifesta egualmente in tutto il bacino e, anche nell'Adriatico settentrionale si realizza come già detto in tempi e modalità differenti, per comparti separati da setti verticali. A ciò si aggiunga il fatto che le dinamiche di scambio tra acque superficiali costiere e il mare aperto sono note solo nei loro caratteri generali e non è quindi possibile ricostruire l'influenza, in termini di qualità, delle une sulle altre e viceversa.

Nel settore dell'Adriatico antistante il delta del Po e a sud di questo, si risente pesantemente l'influenza del fiume, mentre, a determinare la qualità delle acque dell'Adriatico più settentrionale concorrono più sensibilmente gli apporti dei fiumi veneti e friulani.

Le conseguenze di tali influenze sono più evidenti nel periodo estivo grazie alla stratificazione della colonna d'acqua che rende possibile lo scorrimento dello strato superficiale costiero fino al largo. Genericamente è possibile affermare che il decadimento della qualità delle acque costiere durante la stagione primaverile ed estiva si ripercuote in maniera man mano decrescente spostandosi verso il largo e verso sud. Gli apporti fluviali della costiera adriatica a sud del Po sono infatti modesti e la loro diffusione al largo è impedita dal regime delle correnti.

5.1 Distribuzione delle masse d'acqua

Nella stagione primaverile, la corrente fluisce lungo la costa italiana, con intensificazioni locali, fino all'Adriatico Meridionale. In estate si ha la separazione tra il ramo settentrionale ed il ramo centrale della circolazione, che dà origine ad una corrente autonoma lungo la costa, mentre al centro dell'Adriatico settentrionale inizia a formarsi un nucleo di circolazione ciclonica (Nad Gyre) che giunge a pieno sviluppo nella stagione autunnale per poi esaurirsi nel corso dell'inverno. In autunno, i due rami della circolazione si congiungono nuovamente, dando origine ad una corrente costiera, confinata lungo la costa italiana, estesa fino al bordo dell'Adriatico meridionale.

Nel periodo invernale, la componente baroclinica della corrente lungo la costa è limitata a deboli rami della corrente del nord Adriatico, confinata in una ristretta area attorno alla foce del Po e del sud adriatico. Nella sezione meridionale, lungo l'asse del bacino, si ha un flusso verso nord nei primi 100 m di profondità che probabilmente è associato ad una corrente costiera di ritorno, intensa ma confinata. Nel periodo invernale la circolazione del bacino è prevalentemente barotropica, governata dagli effetti di marea e dalla forzante meteorologica.

In primavera, a livello superficiale, si stabiliscono i tre rami della corrente costiera occidentale (NAd, Mad e Sad gyre), mentre sul lato orientale l'intrusione di acqua levantina da origine alla corrente costiera orientale sia in superficie sia al livello del termoclino.

Nel periodo estivo si stabiliscono le due maggiori strutture cicloniche della circolazione del bacino (MAd gyre e Sad gyre) e si indeboliscono i rami costieri della stessa.

In autunno la circolazione nel bacino raggiunge il massimo livello di coerenza con lo stabilizzarsi delle tre strutture cicloniche (NAd gyre , Mad gyre e Sad gyre) e la ricongiunzione dei rami della corrente costiera lungo la costa occidentale, mentre sul lato orientale si intensifica la E-SAd

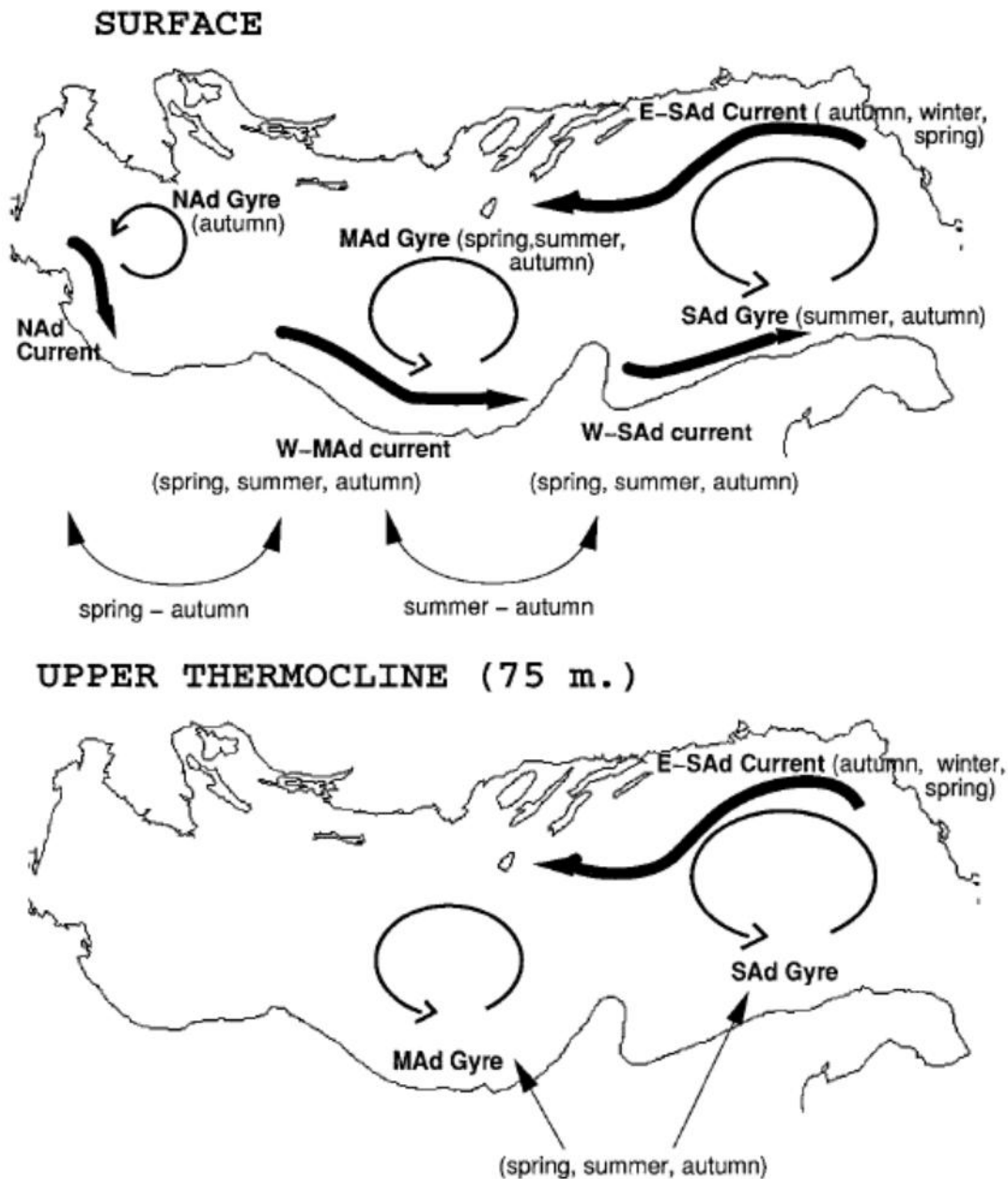


FIG. 8. Schematics of the Adriatic Sea baroclinic circulation.

6.0 Conclusioni.

Da quanto sin qui esposto appare verificata l'ipotesi riferita nello studio preliminare ambientale per cui la presenza di una costante corrente discendente presso le coste relative al sito individuato per il refluito in mare delle sabbie di escavo, garantisca la efficace dispersione del materiale che dovesse, nonostante le tecnologie precauzionali adottate, rimanere in sospensione nella colonna d'acqua prospiciente il fondale. Tale condizione viene peraltro confermata dai bassi valori del "tempo di residenza" individuati presso la fascia costiera della puglia orientale come riportato

nella fig.2. Inoltre, la complessa dinamica delle variazioni termiche verticali, già descritta, sembra garantire la compartimentazione dei sedimenti al di sotto del termocline, a fronte del quale viene impedito il rimescolamento delle acque a diversa temperatura.

Bibliografia

- ISPRA-Strategia per l'ambiente marino – Valutazione iniziale- Sotto regione Mar Adriatico- Caratteristiche Fisiche; 10 maggio 2012;
- Artegiani et al.(1997a)Artegiani, A., D. Bregant, E. Paschini, N. Pinardi, F. Raicich, and A. Russo , The Adriatic Sea general circulation. Part I: Air-sea interactions and water mass structure, 1997, J. Phys. Oceanogr., 27(8), 1492-1514.
- Artegiani, A. et al. (1997). «The adriatic sea general circulation. Part ii: Baroclinic circulation structure.» In: Journal of Physical Oceanography 27 (8), pp. 1515–1532.
- Buljan and Zore-Armanda (1976)Buljan, M., and M. Zore-Armanda, Oceanographical properties of the Adriatic Sea, 1976, Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 14, 11-98.
- Orlic et al.(1992) Orlic, M., M. Gacic, and P. E. La Violette , The currents and circulation of the Adriatic Sea, 1992, Oceanol. Acta, 15(2), 109-124.
- N. Pinardi, E. Masetti. 'Variability of the large scale general circulation of the Mediterranean Sea from observations and modelling: a review'. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology (2000).