



Trans Adriatic
Pipeline

Titolo progetto TAP AG / Nome della Struttura:

Progetto Trans Adriatic Pipeline

Titolo del Documento:

**DECRIZIONE DEL SISTEMA DI GESTIONE AMBIENTALE E SOCIALE (ESMS) DI
TAP ITALIA**

0	12/04/2017	Issued for Information	IFI	C.Scura	F.Bonadeo	M.Gardini
Rev.	Data revisione (gg-mm-aaaa)	Ragione per l'emissione e Abbreviazione		Pre- pared by	Checked by	Approved by

Nome Fornitore:

Progetto Fornitore No.:

Doc. Fornitore No.:

na

Tag No's.:

Numero Contratto TAP AG :


Progetto No.:

PO No.:

Pag: 1 of 43


No Documento TAP AG:

IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:		DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	2 di 43


INDICE

1. DEFINIZIONI E ACRONIMI.....	3
2. INTRODUZIONE.....	5
3. SISTEMA DI GESTIONE AMBIENTALE (ESMS).....	6
3.1 Obiettivi dell'ESMS	6
3.2 Politica ESMS e Quadro Normativo	9
3.2.1 <i>Politica</i>	9
3.2.2 <i>Quadro Normativo</i>	9
3.3 Organizzazione ESMS.....	10
3.3.1 <i>Organizzazione TAP</i>	10
3.3.2 <i>Organizzazione delle Imprese di Costruzione</i>	11
3.4 Gestione del Sistema Documentale.....	11
3.4.1 <i>Documenti sorgente</i>	14
3.4.2 <i>Documenti di interfaccia</i>	14
3.4.3 <i>Piani di gestione ambientale e sociale (ESMDs)</i>	15
3.4.4 <i>Piani di Controllo dei Contrattisti (CCPs) e Piani di Attuazione Ambientali e Sociali (ESIPs)</i>	15
3.5 Ruoli e Responsabilità	16
3.6 Controllo di Gestione	17
3.6.1 <i>Gestione generale</i>	17
3.6.2 <i>Gestione dell'informazione e controllo documenti</i>	17
3.6.3 <i>Comunicazione e coinvolgimento</i>	18
3.6.4 <i>Competenza e formazione</i>	18
3.6.5 <i>Gestione della crisi e della continuità, risposta all'emergenza e rapporto d'incidente</i>	18
3.6.6 <i>Gestione del cambiamento</i>	19
3.7 Monitoraggio, verifica e azioni correttive	19
3.7.1 <i>Monitoraggio di conformità</i>	19
3.7.2 <i>Garanzia di conformità e processo di audit</i>	20
3.7.3 <i>Misurazioni e rapporti</i>	20
3.7.4 <i>Rapporto di non conformità</i>	20
3.8 Riesame della Direzione	20
4. Applicabilità del Sistema di Gestione alla prescrizione A.5 del D.M. 223/2014.....	22
4.1 Modalità esecutive e localizzazione delle aree di lavorazione	24
4.1.1 <i>Installazione del palancolato marino</i>	26
4.1.2 <i>Scavo della trincea a mare</i>	26
4.1.3 <i>Attività di scavo per il recupero della TBM</i>	28
4.1.4 <i>Installazione dell'allettamento con la draga escavatrice</i>	29
4.1.5 <i>Recupero della TBM</i>	29
4.1.6 <i>Caratteristiche del terrapieno</i>	29
4.1.7 <i>Installazione della bocca di invito della condotta e del cavo a fibra ottica</i>	30
4.1.8 <i>Installazione del cavo di tiro del gasdotto</i>	30
4.1.9 <i>Installazione della griglia all'uscita del MT</i>	31
4.1.10 <i>Lavori di ripristino</i>	31
4.2 Mezzi di trasporto e circolazione.....	32
4.3 Periodo di realizzazione e durata.....	33
4.4 Accorgimenti e dispositivi previsti per il contenimento, spaziale e temporale, della dispersione e deposizione dei fanghi bentonitici e del materiale dragato	33
4.4.1 <i>Gestione dei fanghi bentonitici</i>	33
4.4.2 <i>Gestione del materiale dragato</i>	33


 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	3 di 43

1. DEFINIZIONI E ACRONIMI

Voce	Descrizione
ALARP	As Low As Reasonably Possible – il più basso ragionevolmente possibile
ATS	Action Tracking System Sistema di tracciatura delle Azioni
CAR	Corrective Action Request – Richiesta di Azione Correttiva
CCP	Contacto Control Plan – Piano di Controllo del Contrattista
CH	Cultural Heritage – Patrimonio Culturale
CLO	Community Liaison Officer - •Agente di Collegamento con la Comunità
COMPANY/SOCIETA'	Trans Adriatic Pipeline (TAP) AG
CSR	Corporate Social Responsibility - Responsabilità Sociale d'Impresa
PROJECT/ PROGETTO	Trans Adriatic Pipeline
CONTRATTISTA	EPC per l'Italia - Saipem per attività offshore, - RENCO per la costruzione del PRT e - Joint Venture Streicher-Enereco per l'installazione della condotta
STAKEHOLDER	Parti Interessate
SUBCONTRACTOR/ CONTRATTISTA	SUB- Ogni persona o società che conduce attività all'interno del Progetto, incluso il design e la fornitura di materiali, subappaltato a uno delle Imprese di Costruzione
EBRD/ BERS	Banca Europea per la Ricostruzione e lo Sviluppo
ASPETTO AMBIENTALE	Un elemento, prodotto o servizio di un Contrattista che può interagire con l'ambiente. Questa interazione può essere positive o negative.
ERC	Emergency Response Crew – Squadra di Risposta alle Emergenze
ERP	Emergency Response Plan – Piano di Risposta alle Emergenza
EPC	Engineering, Procurement and Construction – Ingegneria, Approvvigionamento e Costruzione
ESCH	Environmental, social and cultural heritage – Ambiente Sociale e Patrimonio Culturale
ESCHH&S	Environmental, social, cultural heritage and health and safety – Ambiente, Sociale, Patrimonio Culturale, Salute e Sicurezza
ESIA	Environmental and Social Impact Assessment – Studio di Impatto Ambientale e Sociale
ESIP	Environmental and Social Implementation Plan – Piano di Attuazione Ambientale e Sociale
ESMD	Environnemental and Social Management Document – Documento del Sistema di Gestione Ambientale e Sociale
ESMP	Environmental and Social Management Plan – Piano di Gestione Ambientale e Sociale
ESMS	Environmental and Social Management System – Sistema di Gestione Ambientale e Sociale
GA	Government Affairs – Affari Governativi

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	4 di 43

Voce	Descrizione
HR	Human Resources – Risorse Umane
HSE	Health, Safety and Environment – Salute, Sicurezza e Ambiente
IFI	International Financial Institution – Istituzioni Finanziarie Internazionali
IPMT	Integrated Project Management Team – Squadra Integrata per la Gestione del Progetto
KPI	Key Performance Indicator – indicatori di prestazione chiave
MS	Method statement – Specifica Tecnica
NGO / ONG	Organizzazione non governativa
PMCI	Project Management Contractor Italy – Contrattista di Gestione della Parte Italiana del progetto
PRT	Pipeline receiving terminal – Terminale di Ricezione della Condotta
SEI	Social and Environmental Investment – Investimento Sociale ed Ambientale
SGMT	Stakeholder and Grievance Management Tool – Strumento di Gestione delle Parti Interessate e dei Reclami
TAP	Trans Adriatic Pipeline
TWS	Temporary Work Suspension – Sospensione Temporanea del Lavoro
WIN	Work Improvement Notice – Notifica di Miglioramento del Lavoro


 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	5 di 43

2. INTRODUZIONE

Scopo del presente documento è la descrizione del Sistema di Gestione Ambientale e Sociale previsto da TAP (di seguito denominato “ESMS”) e la sua applicazione in ottemperanza alla prescrizione A.5 del D.M. 223/2014 dell’11.09.2014.

Tale prescrizione fa riferimento all’adozione di un Sistema di Gestione ambientale allineato alla Normativa Tecnica ISO nel passaggio di seguito riportato: “[...] *In base agli esiti dello studio, dovrà essere applicato, in accordo con ISPRA e ARPA Puglia, un Sistema di Gestione Ambientale (EMAS/ISO) con l’indicazione analitica delle singole attività (periodo di realizzazione e durata, modalità esecutive, localizzazione delle aree di lavorazione, mezzi coinvolti) e degli accorgimenti e dispositivi previsti per il contenimento, spaziale e temporale, della dispersione e deposizione dei fanghi bentonitici e del materiale dragato. Il Sistema di Gestione Ambientale dovrà fare parte integrante dei Capitolati di appalto per le imprese esecutrici dei lavori*”.

Il documento si articola in due parti: la prima che descrive la struttura generale del sistema ESMS di TAP in riferimento alla Norma Tecnica ISO14001:2015, alle componenti interessate dell’opera ed al personale coinvolto; la seconda che illustra nello specifico come il Sistema di Gestione Ambientale si applica alla prescrizione A.5.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	6 di 43

3. SISTEMA DI GESTIONE AMBIENTALE (ESMS)

3.1 Obiettivi dell'ESMS

L'obiettivo primario del Sistema di Gestione Ambientale (ESMS) messo in atto da TAP è quello di prevenire e gestire qualsiasi impatto negativo che possa verificarsi durante la realizzazione e la gestione dell'Opera sull'ambiente, sulle componenti socio-economiche e sugli aspetti legati ai beni culturali.


Il sistema ESMS ha anche il compito di assicurare l'implementazione ed il monitoraggio di tutte le misure mitigative necessarie per ottemperare alle prescrizioni ricevute in fase autorizzativa del Progetto. Da questo punto di vista l'ESMS assicura una costante linea di comunicazione con le Autorità di controllo durante l'intero periodo di realizzazione dell'Opera.

Gli obiettivi dell'ESMS includono anche il rispetto di tutti gli impegni aziendali previsti e di tutte le normative vigenti e degli standard del settore.


Il Sistema di Gestione Ambientale sviluppato da TAP è in linea con i criteri della Norma ISO14001:2015, riconosciuta come standard internazionale del settore.

Come si evince dalla **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** infatti il sistema di Gestione sviluppato da TAP ricopre tutti i punti previsti della Norma Tecnica ISO14001 tramite l'adozione di apposite procedure che definiscono gli accorgimenti tecnici e le modalità operative da adottarsi, da parte di tutto il personale coinvolto nello sviluppo dell'Opera, per il rispetto di quanto definito dalla suddetta Norma.

ISO 14001:2015 ID	Descrizione ISO 14001:2015	RIFERIMENTO ESMS
4.1	Comprendere l'organizzazione ed il suo contesto	CAL00-RSK-601-Y-TTA-0002 Environmental and Social Management Plan (Piano di Gestione Ambientale e Sociale); documento che descrive il ESMS da un punto di vista operativo
4.2	Comprendere le necessità e le aspettative delle parti interessate	TAP-HSE-ST-009 - Stakeholder Engagement strategy (Strategia di coinvolgimento dei portatori di Interesse); <i>documento che descrive la strategia di TAP per costruire e mantenere una relazione costruttiva e un dialogo aperto con i portatori di interessi, in particolare le comunità locali impattate dal Progetto</i> Stakeholder Engagement Plan Italy (Piano per il coinvolgimento dei portatori di Interesse); <i>documento che descrive le modalità di implementazione della strategia di coinvolgimento dei portatori di interesse</i>
4.3	Determinare il campo di applicazione del SGA	CAL00-RSK-601-Y-TTM-0002 - Company ESMS manual (Manuale ESMS di TAP); documento che descrive la struttura ed i contenuti del ESMS
4.4	Il Sistema di Gestione Ambientale	CAL00-RSK-601-Y-TTM-0002 - Company ESMS manual (Manuale ESMS di TAP); documento che descrive la struttura ed i contenuti del ESMS
5.2	Politica ambientale	TAP-HSE-PO-0001 (Politica HSSE); documento che identifica i principi ambientali a cui l'Organizzazione TAP tende nell'applicazione del ESMS
6	Pianificazione (solo titolo)	
6.1	Azioni per gestire i rischi e le opportunità	IAL00-PMT-601-Y-TLX-0001_01--Commitment Register Italy (Registro degli Impegni) Documento che riassume gli impegni presi da TAP durante la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale e Sociale

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	7 di 43

ISO 14001:2015 ID	Descrizione ISO 14001:2015	RIFERIMENTO ESMS
6.1.1	Generale	
6.1.2	Aspetti ambientali	CAL00-RSK-601-Y-TTA-0002 - Environmental and Social Management Plan (Piano di gestione degli aspetti Ambientali e Sociali); documento che descrive il ESMS da un punto di vista operativo
6.1.3	Obblighi di conformità	CAL00-RSK-601-Y-TTA-0002 - Environmental and Social Management Plan (Piano di gestione Ambientale e Sociale); documento che descrive il ESMS da un punto di vista operativo
6.2.1	Obiettivi ambientali	CAL00-RSK-601-Y-TTM-0002 - Company ESMS manual (Manuale ESMS di TAP); documento che descrive la struttura ed i contenuti del ESMS
6.2.2	Attività di pianificazione per raggiungere gli obiettivi ambientali	
7.1	Risorse	CAL00-RSK-601-Y-TTA-0002 - Environmental and Social Management Plan (Piano di Gestione Ambientale e Sociale)
5.3	Ruoli organizzativi, responsabilità e autorità	
5.1	Leadership e impegno	
7.2	Competenza	IAL00-RSK-601-Y-TTM-0031 - TAP Italy ESMS Training Management Plan (Piano di Gestione della Formazione di TAP; documento che descrive come TAP assicura che tutto il personale sia a conoscenza dei contenuti dell'ESMS
7.3	Consapevolezza	
7.4	Comunicazione (solo titolo)	CAL00-RSK-601-Y-TTA-0002 - Environmental and Social Management Plan (Piano di Gestione Ambientale e Sociale); documento che descrive il ESMS da un punto di vista operativo
7.4.1	Generalità	
7.4.2	Comunicazione interna	
7.4.3	Comunicazione esterna	
7.5	Informazione documentata (solo titolo)	CAL00-RSK-601-Y-TTA-0002 - Environmental and Social Management Plan (Piano di Gestione Ambientale e Sociale); documento che descrive il ESMS da un punto di vista operativo CAL00-RSK-601-Y-TTA-0001 - TAP ESMS Document Map (Mappa della documentazione del Sistema di Gestione di TAP) – vedi Figura 3
7.5.1	Generalità informazioni documentate	
7.5.2	Creazione e aggiornamento	
7.5.3	Controllo delle informazioni documentate	TAP-PRC-PR-0006
6.1.4	Attività di pianificazione	Piani di TAP e ESIP del Contrattista e piani e sotto piani correlate come descritti: <ul style="list-style-type: none"> CAL00-RSK-601-Y-TTM-0002 - Company ESMS manual (Manuale ESMS di TAP) per TAP; documento che descrive la struttura ed i contenuti del ESMS CAL00-RSK-601-Y-TTM-0001 - ESMS Framework Document (Documento quadro dell'ESMS) per le Imprese di Costruzione; documento che descrive l'applicazione del ESMS alle Imprese di Costruzione
8.1	Pianificazione e controlli operativi	
8.2	Preparazione e risposta alle emergenze	CAL00-RSK-601-Y-TTA-0002 - Environmental and Social Management Plan (Piano di Gestione Ambientale e Sociale); documento che descrive il ESMS da un punto di vista operativo. Spill Prevention and Response CCPs and ESIPs; linee guida (CCP) e procedura (ESIP) che l'Impresa di Costruzione devono seguire al fine di minimizzare il rischio di sversamenti e descrive le misure di mitigazione da mettere in atto nell'eventualità che si ve-


 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	8 di 43

ISO 14001:2015 ID	Descrizione ISO 14001:2015	RIFERIMENTO ESMS
		rifichino.
9.1	Monitoraggio, misurazione, analisi e valutazione (solo titolo)	CAL00-RSK-601-Y-TTM-0002 - - Company ESMS manual (Manuale ESMS di TAP); documento che descrive la struttura ed i contenuti del ESMS
9.1.1	Generalità di monitoraggio, misurazione, analisi e valutazione	IAL00-RSK-601-Y-TTM-0032 - TAP Italy ESMS Compliance Assurance Plan (Piano di Assicurazione della Conformità di TAP); documento che descrive gli strumenti messi in atto da TAP al fine di controllare l'applicazione dell'ESMS
9.1.2	Valutazione della conformità	CAL00-RSK-601-Y-TTM-0002 - Company ESMS manual (Manuale ESMS di TAP); documento che descrive la struttura ed i contenuti del ESMS IAL00-RSK-601-Y-TTM-0032 - TAP Italy ESMS Compliance Assurance Plan (Piano di Assicurazione della Conformità di TAP); documento che descrive gli strumenti messi in atto da TAP al fine di controllare l'applicazione dell'ESMS
10	Miglioramento	
10.1	Miglioramento Generale	CAL00-RSK-601-Y-TTM-0002 - Company ESMS manual (Manuale ESMS di TAP); documento che descrive la struttura ed i contenuti del ESMS
10.2	Non conformità e azioni correttive	IAL00-RSK-601-Y-TTM-0032 - TAP Italy ESMS Compliance Assurance Plan (Piano di Assicurazione della Conformità di TAP); documento che descrive gli strumenti messi in atto da TAP al fine di controllare l'applicazione dell'ESMS CAL00-RSK-601-Y-TTA-0002 - Environmental and Social Management Plan (Piano di gestione Ambientale e Sociale); documento che descrive il ESMS da un punto di vista operativo
7.5.3	Controllo delle informazioni documentate	TAP-PRC-PR-0006 In ogni piano o ESIP una sezione dedicata è riportata
9.2	Audit interno	CAL00-RSK-601-Y-TTM-0002 - Company ESMS manual (Manuale ESMS di TAP) - documento che descrive la struttura ed i contenuti del ESMS IAL00-RSK-601-Y-TTM-0032 - TAP Italy ESMS Compliance Assurance Plan (Piano di Assicurazione della Conformità di TAP); documento che descrive gli strumenti messi in atto da TAP al fine di controllare l'applicazione dell'ESMS
9.3	Riesame della direzione	CAL00-RSK-601-Y-TTA-0002 - Environmental and Social Management Plan (Piano di gestione Ambientale e Sociale); documento che descrive il ESMS da un punto di vista operativo

Tabella 1 - TAP ESMS/ISO 14001 Tavola di Paragone

Tramite l'adozione di quanto definito nei suddetti documenti il Sistema di Gestione ESMS sviluppato da TAP si propone una serie obbiettivi da raggiungere in termini di:

- gestione e mitigazione gli impatti ambientali, sociali e culturali che possano verificarsi durante lo sviluppo dell'Opera con l'obiettivo finale di evitarli, eliminarli o, ove ciò non sia possibile, ridurli;
- realizzazione e massimizzazione degli eventuali impatti positivi che possano generarsi dalle azioni mitigative previste;

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	9 di 43

- definizione di un quadro di riferimento chiaro ed esaustivo volto al rispetto dei principi adottati, degli impegni ambientali, sociali e culturali dichiarati, degli obblighi di legge, contrattuali e di altro tipo applicabili per lo sviluppo dell'opera;
- definizione dei ruoli e delle responsabilità chiave per l'attuazione delle azioni previste;
- definizione delle interfacce di progetto interne ed esterne;
- definizione chiara dei ruoli, delle responsabilità e della struttura organizzativa;
- definizione della strategia di esecuzione dell'ESMS durante tutte le fasi di realizzazione ed esercizio dell'opera;
- coordinamento delle azioni definite dalle Imprese di Costruzione per l'attuazione dell'ESMS;
- definizione del sistema di verifica, supervisione e garanzia.

3.2 Politica ESMS e Quadro Normativo

3.2.1 Politica

TAP ha sviluppato il proprio Sistema di Gestione nel rispetto di una Politica di Salute, Sicurezza, Protezione e Ambiente (HSSE) che la impegna al rispetto di standard riconosciuti a livello nazionale ed internazionale, all'applicazione delle migliori pratiche del settore e ad agire in modo etico e socialmente responsabile, con l'obiettivo di evitare impatti negativi sull'ambiente e sulla Comunità, massimizzando gli impatti positivi e di contribuendo ad uno sviluppo sostenibile.

La Politica HSSE è applicata a tutte le attività inerenti alla realizzazione e gestione dell'Opera ed a tutto il personale coinvolto, comprese le Imprese di Costruzione.


Inoltre, TAP ha adottato una serie di ulteriori politiche che guidano la gestione ambientale, sociale e correlati:

- **Politica sulla Responsabilità Sociale d'Impresa:** enuncia i principi che TAP si impegna ad attuare in materia di responsabilità sociale di impresa al fine di ottenere e mantenere una licenza sociale ad operare;
- **Codice di Condotta:** stabilisce le linee guida per una condotta professionale etica, applicabili a tutti gli impiegati, i contrattisti, i fornitori e a tutte le terze parti che agiscano nel nome di TAP;
- **Quadro di gestione dei reclami:** descrive i principi chiave per la gestione dei reclami provenienti da soggetti che hanno subito, o ritengono di aver subito, un pregiudizio a seguito delle attività di Progetto, per rispondere in tempi brevi e senza costi alle loro preoccupazioni e mantenere un dialogo diretto con i reclamanti;
- **Strategia di coinvolgimento dei portatori di interesse (Stakeholder Engagement):** descrive la strategia di TAP per costruire e mantenere una relazione costruttiva e un dialogo aperto con i portatori di interessi, in particolare le comunità locali impattate dal Progetto.

3.2.2 Quadro Normativo

TAP ha sviluppato i propri Standard Ambientali di progetto per ogni Paese interessato dall'Opera, incorporando gli standard ambientali nazionali e internazionali e le relative linee guida definite da:

- Leggi e Normative ambientali locali e nazionali applicabili;
- Direttive Europee;
- Convenzioni internazionali;
- Linee guida e requisiti delle Istituzioni Finanziarie Internazionali (IFI)

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	10 di 43

Per migliorare la coerenza e l'uniformità del progetto, TAP ha svolto inoltre un confronto tra la legislazione nazionale e il quadro normativo comunitario europeo scegliendo il più rigoroso tra i due per dare vita ai propri standard di progetto. Tutte le informazioni sono state raccolte in un apposito documento denominato "Standard Ambientali del Progetto Italiano" che fa parte integrante della documentazione ESMS.

In tale ambito sia TAP che le Imprese di Costruzione, ciascuno nel campo di propria competenza, sono responsabili nell'identificazione e nel rispetto di ogni nuova normativa applicabile.

A tale scopo il Sistema di Gestione ESMS, definisce un "Registro dei Permessi" che elenca tutti i permessi necessari ed applicabili e che identifica il soggetto responsabile per il loro ottenimento e aggiornamento.

3.3 Organizzazione ESMS

L'organizzazione generale del Sistema di Gestione ESMS riguarda tutti i Paesi coinvolti nello sviluppo dell'Opera: la Grecia, l'Albania (tratti on-shore e off-shore), l'Italia (tratti on-shore e off-shore) e la Svizzera. Nello specifico questo paragrafo si concentra sull'organizzazione della parte italiana del progetto.


3.3.1 Organizzazione TAP

Le **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** di seguito rappresentate illustrano schematicamente l'organizzazione del Sistema di Gestione Ambientale di TAP.

Nello specifico il team ESMS Italia comprende un ESMS Manager, responsabile dell'implementazione, durante la fase di costruzione, del sistema di gestione ambientale, sociale e del patrimonio culturale così come descritto negli ESMDs. L'ESMS Manager è supportato da Esperti Ambientali, Sociali e dei Beni Culturali, responsabili, ognuno per la propria area di competenza, di assicurare la conformità delle operazioni di costruzione con gli impegni di Progetto, così come sanciti nel Registro degli Impegni e nei CCP, e recepiti dai contrattisti negli ESIP. E' inoltre supportato da un Coordinatore Reclami, responsabile della gestione dei reclami ricevuti dal Progetto, e dal Personale di Campo.

Il personale di campo, stanziato presso i cantieri di costruzione, supporta l'ESMS Manager e gli Esperti. L'ESMS Manager è inoltre supportato da uno specifico team off-shore di Esperti e Supervisor di campo durante le attività di costruzione a mare.

Il team ESMS Italia riferisce all'Organizzazione ESMS sita presso la sede TAP di Baar (Svizzera). Operativamente risponde al Project Manager e funzionalmente all'ESMS Manager di Prestazione che è a sua volta supportato da Esperti Reclami, Esperti Ambientali, Esperti Sociali, Esperti del Patrimonio Culturale.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	11 di 43

Sistema di Gestione Ambientale e Sociale di TAP (ESMS)

Organizzazione ESMS in Baar

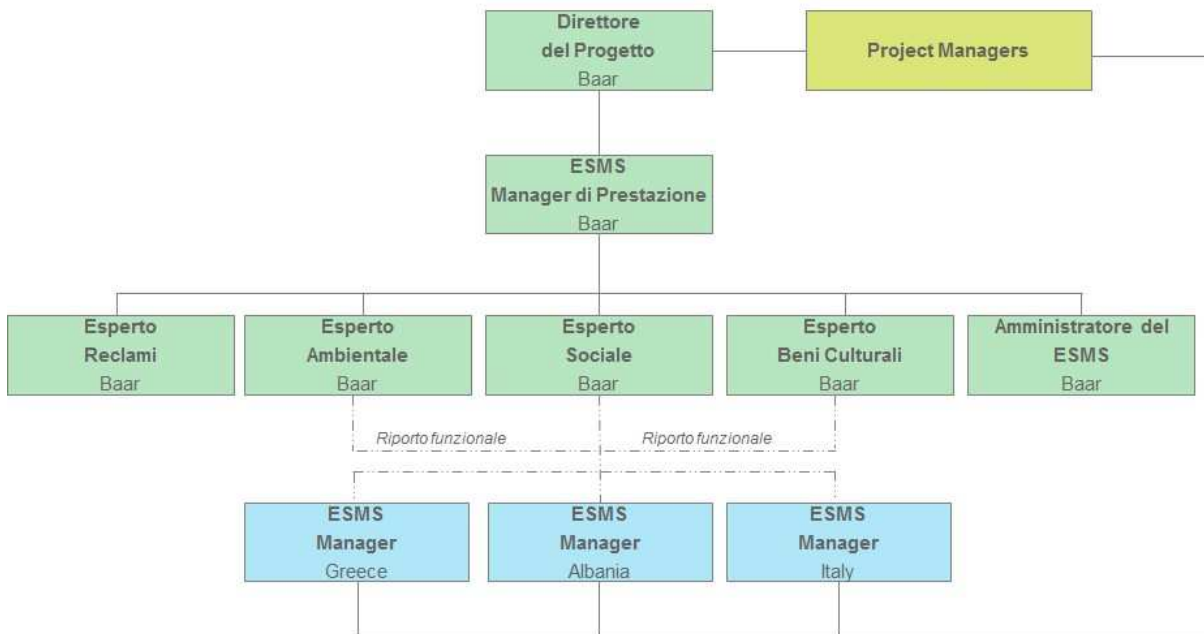


Figura 1 - Organizzazione aziendale dell'ESMS di TAP e legami con i paesi ospitanti

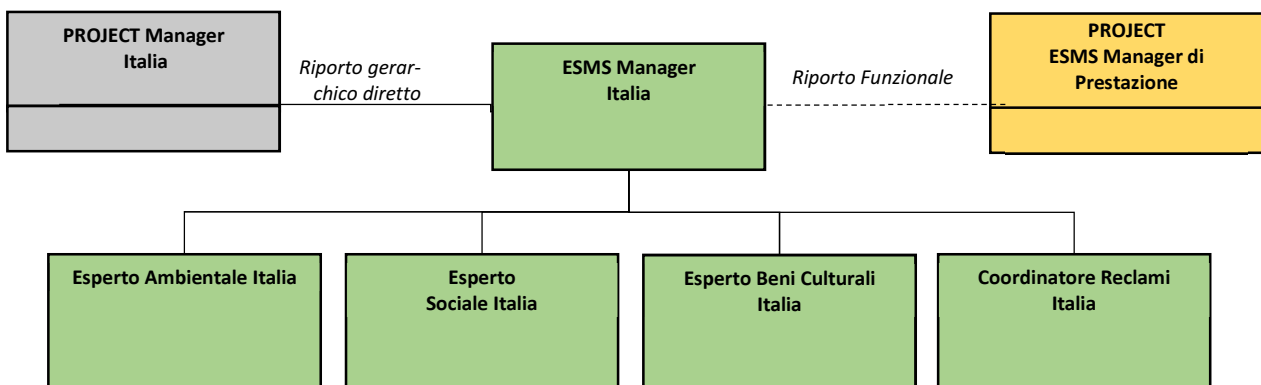


Figura 2 - Organizzazione ESMS in Italia di TAP


3.3.2 Organizzazione delle Imprese di Costruzione

Ogni Impresa di Costruzione coinvolta sul Progetto ha a sua volta l'obbligo di mobilitare un proprio team di Gestione Ambientale che rispecchi la medesima organizzazione di quello di TAP con i medesimi compiti e responsabilità.

3.4 Gestione del Sistema Documentale

La struttura generale del sistema documentale ESMS è riportata schematicamente nella seguente Figura 3 "Mappa dei documenti ESMS". Con riferimento alla mappa dei documenti riportata in Figura 3, l'organizzazione ESMS di TAP ha provveduto ad implementare e provvede a mantenere aggiornati:

- i documenti di interfaccia
- i documenti per la gestione ambientale e sociale di TAP
- i piani di controllo dei contrattisti (CCPs)

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	12 di 43

Le Imprese di Costruzione sono tenute ad implementare e mantenere aggiornati i Piani di Implementazione Ambientale e Sociale (ESIPs) e tutti i sotto-piani da essi richiamati.

Tale schema rappresenta l'insieme dei documenti alla base dell'organizzazione del Sistema di Gestione ESMS ed ai quali i rappresentanti di TAP e delle Imprese di Costruzione sono tenuti ad attenersi durante tutte le fasi di realizzazione e gestione dell'Opera.

Nei paragrafi successivi saranno analizzati i singoli gruppi di documenti identificandone la relativa funzione.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	13 di 43

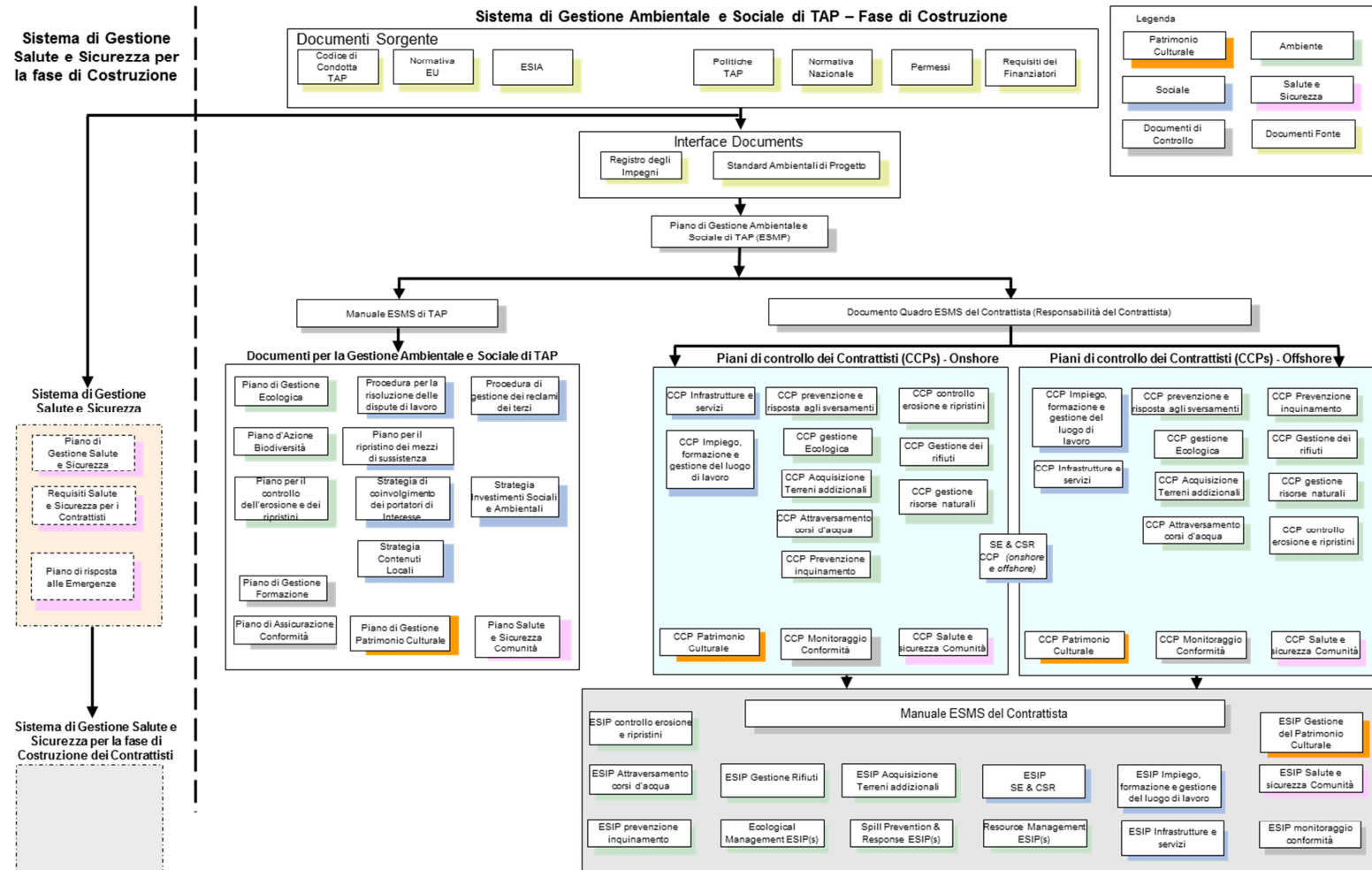



Figura 3 - Mappe dei Documenti dell'ESMS

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Doc. no.:			
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	14 di 43

3.4.1 Documenti sorgente

I “Documenti sorgente” definiscono i seguenti aspetti:

- Politiche TAP HSE e CSR: descrivono le linee guida adottate da TAP in materia di HSE e CSR (si veda il paragrafo 3.2.1);
- Valutazione di Impatto Ambientale e Sociale (ESIA): contiene la descrizione della metodologia, del processo e dei risultati della valutazione di impatto ambientale e sociale condotta nel 2013-2014;
- Legislazione nazionale: le leggi della Repubblica Italiana in ogni materia applicabile al Progetto (ambiente, sicurezza, lavoro, etc);
- Permessi: gli atti autorizzativi ottenuti in seguito all’ottemperanza delle prescrizioni assegnate al progetto dal decreto o all’applicazione di leggi e regolamenti nazionali;
- Regolamenti UE: atti legislativi vincolanti che si applicano in tutta l’Unione Europea, limitatamente alle materie applicabili al Progetto (ambiente, sicurezza, procurement, lavoro etc)
- Requisiti di prestazione (BERS): insieme di linee guida della Banca Europea per la Ricostruzione e lo Sviluppo, applicabili ai progetti finanziati dalla Banca e adottati su base (finora) volontaria, da TAP; trattano materie quali la valutazione e la gestione degli impatti, la protezione dei lavoratori, dell’ambiente, la sicurezza sul lavoro, l’acquisizione dei terreni e i conseguenti reinsediamento fisico ed economico; la protezione delle popolazioni indigene, del patrimonio culturale, la diffusione dell’informazione e il coinvolgimento degli stakeholders;
- Codice Etico TAP: strumento volto a promuovere la responsabilità etico sociale di ogni partecipante all’organizzazione, e che recepisce e garantisce la conformità della propria gestione con il decreto legislativo 231 del 2001 in materia di responsabilità amministrativa da reato;

Tali documenti contengono i requisiti giuridicamente vincolanti per il Progetto.

I requisiti derivanti dai suddetti “documenti sorgente” sono trasferiti nei “documenti di interfaccia” di cui al seguente paragrafo 3.4.2.

3.4.2 Documenti di interfaccia

I “Documenti di interfaccia” includono il “Registro degli Impegni” e gli “Standard Ambientali di Progetto”.


3.4.2.1 Registro degli Impegni

Il “Registro degli Impegni” è stato formulato con lo scopo di definire tutte le azioni mitigative e compensative da intraprendere nel rispetto di quanto definito nell’ESIA.

Il registro degli Impegni è sottoposto a regolare verifica periodica da parte di TAP ed eventualmente aggiornato in seguito alla necessità di requisiti aggiuntivi. A loro volta gli aggiornamenti sono trasferiti alle Imprese di Costruzione che li implementano all’interno delle loro procedure.

Il Registro degli Impegni è verificato dal team ESMS centrale che, col supporto dei team ESMS nazionali, ne garantisce altresì l’effettiva attuazione.

Copia del registro sarà inviata agli Enti competenti secondo necessità.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	15 di 43

3.4.2.2 *Standard Ambientali di Progetto*

TAP ha definito una serie di “Standard Ambientali di Progetto” che incorporano gli standard nazionali e internazionali in materia ambientale, socio-economica e relativi ai beni culturali, nonché linee guida applicabili al progetto derivanti da:

- Leggi e regolamenti nazionali
- Direttive Europee
- Convenzioni internazionali
- Linee guida e requisiti IFI (ad esempio BERS)
- Consensi e permessi, nonché Prescrizioni ricevute dagli Enti competenti

Tali norme sono state incorporate nel Sistema di Gestione ESMS aziendale ed i requisiti di monitoraggio, atti a garantire che il progetto sia conforme a quanto richiesto, sono determinati all’interno del “Piano di Monitoraggio di Conformità”.

Ogni Impresa di Costruzione a sua volta è tenuta ad applicare gli standard pertinenti alle sue attività che sono parte integrante del suo Sistema ESMS e devono comprendere i processi necessari al controllo della conformità nei “Piani di Gestione Ambientali e Sociali” (ESIPs).

3.4.3 *Piani di gestione ambientale e sociale (ESMDs)*

Le azioni mitigative e compensative da intraprendere nel rispetto di quanto definito nell’ESIA definite all’interno del “Registro degli impegni” sono entrate a far parte dei capitolati di appalto per la realizzazione dell’Opera tramite la redazione dei “Piani di Gestione Ambientale e Sociale” (ESMDs) che definiscono i piani e le strategie da attuare per lo sviluppo del Progetto e contengono anche le procedure per il monitoraggio, il miglioramento della qualità, la garanzia di conformità e le azioni correttive, da applicare sia da parte di TAP che di tutte le Imprese di Costruzione coinvolte nell’Opera. Tutti i documenti rappresentati nella precedente Figura 3 costituiscono l’ESMD.

In tale struttura documentale assumono particolare importanza:


- CAL00-RSK-601-Y-TTM-0002 - Company ESMS manual (Manuale ESMS di TAP); documento che descrive la struttura ed i contenuti del ESMS
- CAL00-RSK-601-Y-TTM-0001 - ESMS Framework Document (Documento quadro dell’ESMS); documento che descrive l’applicazione del ESMS alle Imprese di Costruzione

Il documento quadro dell’ESMS in particolare descrive la dinamica CCPs-ESIP descritta nel successivo paragrafo.

3.4.4 *Piani di Controllo dei Contrattisti (CCPs) e Piani di Attuazione Ambientali e Sociali (ESIPs)*

Uno degli obiettivi principali del Sistema di Gestione ESMS è garantire che le Imprese di Costruzione e i Sub-Contrattisti rispettino i requisiti ambientali, socio-economici e relativi ai beni culturali del Progetto. Tale obiettivo comporta:

- lo sviluppo da parte di TAP dei Piani di Controllo dei Contrattisti (CCPs), che hanno lo scopo di definire gli specifici oneri contrattuali e finanziari a cui le Imprese di Costruzione devono attenersi durante l’esecuzione dei lavori e comprendono quanto definito nel “Registro degli Impegni” e nei “Piani di gestione ambientale e sociale”;
- lo sviluppo, da parte delle Imprese di Costruzione, dei corrispondenti Piani di Attuazione Ambientali e Sociali (ESIPs), che descrivono come saranno attuati i requisiti definiti dai CCPs;

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	16 di 43

- il monitoraggio continuo delle prestazioni ambientali, socio-economiche e relative ai beni culturali delle Imprese di Costruzione da parte di TAP mediante procedure stabilite nel “Piano di Assicurazione della Conformità”.

3.5 Ruoli e Responsabilità


TAP ha la responsabilità ultima per la gestione dei rischi e degli impatti sull'ambiente, sulle componenti socio-economiche e sugli aspetti legati ai beni culturali ed infine per lo sviluppo di azioni per affrontare le relative problematiche.

In tale ottica TAP:

- sviluppa il “Piano di Gestione Ambientale e Sociale” (ESMP) ed il Sistema di Gestione Ambientale (ESMS);
- comunica i contenuti e i requisiti dell’ESMP e ESMS agli Appaltatori, attraverso accordi contrattuali;
- attua gli impegni di cui TAP è responsabile;
- esamina e approva gli ESIPs prodotti dalle Imprese di Costruzione;
- aggiorna l’ESMP e ESMS in base alle esigenze e comunica eventuali variazioni negli impegni alle Imprese di Costruzione;
- monitora che il personale di progetto ingaggiato da TAP riceva adeguata formazione e sensibilizzazione in materia di ambiente, componenti socio-economiche e aspetti legati ai beni culturali;
- attua un programma di ispezioni, monitoraggio, audit e reportistica sull'ambiente, sulle componenti socio-economiche e sugli aspetti legati ai beni culturali per verificare l'attuazione degli impegni e delle prestazioni delle Imprese di Costruzione rispetto ai requisiti definiti dagli ESMDs e dagli ESIPs;
- traccia gli indicatori chiave di prestazione (KPIs) riportati dalle Imprese di Costruzione;
- individua le non conformità agli ESMDs e agli ESIPs e determina l'azione correttiva appropriata attraverso specifiche procedure di non conformità;
- sospende le attività in caso di non conformità che comportino un rischio immediato per le persone e l'ambiente;
- attua un programma di follow-up e analisi degli incidenti sull'ambiente, sulle componenti socio-economiche e sugli aspetti legati ai beni culturali;
- mantiene e rivede i “Registri degli Impegni del Progetto”;
- aggiorna lo “Strumento di Gestione degli Stakeholder e dei Reclami” (SGMT) del Progetto per garantire una gestione efficace delle consultazioni con i terzi e dei reclami durante le fasi di progettazione e costruzione del progetto.

E' invece compito delle Imprese di Costruzione:

- sviluppare il proprio Manuale ESMS, gli ESIPs e ogni altra procedura di lavoro o specifica tecnica a supporto;
- realizzare e aderire a tutti i requisiti inclusi nell’ESMP, nel manuale ESMS e negli ESIPs;
- garantire che tutte le operazioni di cantiere, attrezzature e macchinari siano conformi alla legislazione, ai regolamenti, agli standard legali e alle politiche rilevanti;
- attuare gli impegni, compresi gli eventuali impegni aggiuntivi indicati da TAP;
- ottenere le autorizzazioni e le licenze indicate da TAP;

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	17 di 43

- monitorare le proprie prestazioni e quelle dei propri sub-Contrattisti per quanto riguarda l'attuazione e l'adesione alle misure di mitigazione adeguate, delineate nell'ESMP, nel proprio Manuale ESMS e negli ESIPs;
- proporre un programma di monitoraggio regolare tra cui auto-ispezioni e audit ambientali;
- sostenere il programma aziendale di collegamento con la comunità e coinvolgimento degli stakeholder;
- attuare la formazione sull'ambiente, sulle componenti socio-economiche e sugli aspetti legati ai beni culturali necessaria per il proprio personale e i sub-contrattisti;
- riferire sulle proprie prestazioni sull'ambiente, sulle componenti socio-economiche e sugli aspetti legati ai beni culturali a TAP;
- sostenere altre responsabilità come definite nei CCPs.

TAP e le Imprese di Costruzione sono responsabili per eventuali impatti negativi sull'ambiente, sulle componenti socio-economiche e sugli aspetti legati ai beni culturali derivanti dalle rispettive attività e operazioni, e sono tenuti a porre in essere tutte le misure necessarie per evitarli o, se non possibile, mitigarli.

TAP e le Imprese di Costruzione sono anche tenuti ad intervenire prontamente in caso di eventi accidentali da loro causati e a mitigare il più possibile eventuali impatti sull'ambiente, sulle componenti socio-economiche e sugli aspetti legati ai beni culturali negativi da essi derivanti. Qualora tali eventi accidentali siano associati ad un Appaltatore, questi è tenuto ad informare immediatamente e/o consultare TAP sul modo migliore per gestire e/o attenuare i rischi immediati per gli Stakeholders del progetto in linea con la procedura "Dati, Rapporto di Incidente & Indagine H&S e ESCH".

Nel team ESMS di TAP è prevista una specifica figura, il coordinatore Reclami Italia, volta a garantire che qualsiasi reclamo presentato (sia a TAP che alle Imprese di Costruzione) sia gestito e risolto in maniera bonaria e collaborativa riducendo la necessità di adire alle vie legali.

3.6 Controllo di Gestione

3.6.1 Gestione generale

Il controllo operativo ambientale, sociale e relativo ai beni culturali della fase di realizzazione dell'Opera è raggiunto attraverso l'attuazione dell'ESMS e dei relativi Documenti di Sistema, in particolare gli ESMDs, i CCPs e gli ESIPs descritti ai capitoli precedenti.


TAP e le Imprese di Costruzione svilupperanno ed attueranno programmi di gestione, procedure e istruzioni di lavoro, come indicato dagli ESMDs e dagli ESIPs, per garantire che tutte le responsabilità e gli impegni sull'ambiente, sulle componenti socio-economiche e sugli aspetti legati ai beni culturali applicabili vengano rispettati in fase di progettazione, realizzazione ed esercizio dell'Opera.

TAP e le Imprese di Costruzione assicureranno un frequente monitoraggio interno dei loro programmi, procedure e istruzioni di lavoro relativi alla gestione ambientale e sociale, per garantire prestazioni costanti e adeguate. TAP provvederà anche alla garanzia di conformità per assicurare che le prestazioni ambientali e sociali delle Imprese di Costruzione siano adeguate.

A tale fine inoltre una serie di indicatori chiave di prestazione (KPIs) è stato sviluppato e trasmesso alle Imprese di Costruzione come parte integrante degli accordi contrattuali.

3.6.2 Gestione dell'informazione e controllo documenti

Tutta la documentazione e le informazioni associate al progetto sono regolate da apposite procedure definite da TAP.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	18 di 43

TAP utilizza il sistema di archiviazione denominato “PIMS” che permette la gestione elettronica ed il tracciamento di tutta la documentazione e la corrispondenza prodotta (EDMS) per lo sviluppo del Progetto sia da parte di TAP che dei Imprese di Costruzione.

I documenti saranno classificati ed archiviati in base a rigorose procedure di numerazione, emissione, revisione ed approvazione.

3.6.3 Comunicazione e coinvolgimento

3.6.3.1 Gestione Interfaccia Interna

La comunicazione interna di interfaccia si riferisce alla comunicazione tra i differenti team della Società, basati presso e operanti dalla sede centrale in Svizzera, con i team nazionali ESMS, basati nei paesi di realizzazione dell’opera (Grecia, Albania, Italia). A tale scopo sono previsti incontri di coordinamento periodici settimanali, bi-settimanali e mensili, a seconda dei casi, tutti documentati tramite la redazione dei relativi rapporti (minute di meeting).

3.6.3.2 Comunicazioni con le Imprese di Costruzione

Sono previsti incontri periodici settimanali tra TAP e le Imprese di Costruzione sullo stato di avanzamento con la redazione di rapporti relativi allo stato di avanzamento, al monitoraggio ambientale, agli audit e ispezioni eseguiti, al coinvolgimento degli stakeholder ed ai reclami.

3.6.3.3 Comunicazione esterna e coinvolgimento degli stakeholder

Il coordinamento delle attività di coinvolgimento degli stakeholder avviene attraverso un team dedicato residente nell’area del Progetto.

TAP ha inoltre sviluppato uno “Strumento di Gestione degli Stakeholder e dei Reclami” (SGMT), nel quale sono registrati tutti gli atti relativi alle consultazioni con gli stakeholder ed i reclami pervenuti.

Con la supervisione del team ESMS di TAP, le Imprese di Costruzione sono tenuti a supportare la comunicazione con i proprietari dei terreni e le comunità, intraprendendo direttamente comunicazioni esterne. Il coinvolgimento esterno eseguito dalle Imprese di Costruzione è eseguito da personale opportunamente qualificato e supervisionato da un Esperto Sociale.

Ogni Appaltatore è inoltre tenuto a mantenere un meccanismo di gestione dei reclami per registrare, investigare e risolvere i reclami ricevuti dalle comunità.

3.6.4 Competenza e formazione


TAP è dotata di un processo di reclutamento del personale che tiene conto delle competenze chiave (l'esperienza, la formazione e l'istruzione) necessarie all'espletamento dei singoli ruoli.

Attività di formazione e sensibilizzazione saranno organizzate per le comunità locali e copriranno temi come i pericoli legati alle attività di costruzione, agli scavi aperti e la sicurezza del traffico.

3.6.5 Gestione della crisi e della continuità, risposta all'emergenza e rapporto d'incidente

Per tutte le attività di Progetto è stato predisposto un sistema di prevenzione e di risposta alle emergenze che prevede:

- risorse adeguate per gli interventi di emergenza definite, identificate, disponibili e periodicamente testate;
- l'individuazione e la gestione delle aspettative degli stakeholder in materia di emergenza e di gestione e risposta ad incidenti;

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	19 di 43

- la definizione di centri di gestione degli spostamenti per monitorare in modo sicuro i movimenti dei veicoli.
- un sistema di notifica delle emergenze.

3.6.6 Gestione del cambiamento

Le modifiche al Progetto saranno identificate, valutate e gestite durante la fase di costruzione del Progetto in conformità con la procedura di gestione delle modifiche in modo che:

- le modifiche vengano gestite e registrate secondo le migliori pratiche;
- le modifiche approvate siano implementate con un effetto controllato sui costi e il calendario di base;
- tutti i membri del Progetto abbiano una comprensione chiara e comune dei loro ruoli e responsabilità in relazione alle modifiche;
- tutte le informazioni pertinenti siano distribuite alle parti coinvolte;
- tutte le parti coinvolte abbiano una corretta e comune comprensione dei cambiamenti, delle loro interfacce e conseguenze;
- vi sia un riferimento incrociato tra i cambiamenti e altri aspetti correlati;
- vi sia garanzia di qualità e miglioramento continuo del processo di cambiamento.

3.7 **Monitoraggio, verifica e azioni correttive**


3.7.1 Monitoraggio di conformità

TAP monitorerà la conformità delle azioni svolte in relazione, come minimo, agli standard contenuti nei seguenti documenti:

- Regolamenti UE
- Legislazione nazionale
- Requisiti dei finanziatori
- Politiche aziendali in materia di Salute, Sicurezza, Protezione e Ambiente (HSSE)
- Politiche aziendali sulla Responsabilità Sociale d'Impresa (CSR)
- Standard ambientali di Progetto
- Codice di Condotta
- Registro degli Impegni
- Condizioni per i permessi (prescrizioni e ottemperanze definite dagli Enti preposti)
- ESMS lato TAP
- ESMS lato Imprese di Costruzione
- Piano di Ripristino dei Mezzi di Sussistenza.

Le Imprese di Costruzione sono tenuti a sviluppare dei Piani di Monitoraggio di Conformità che comprendono:

- programmi, protocolli e procedure per il monitoraggio
- i requisiti degli Standard Ambientali di Progetto
- I requisiti di monitoraggio ambientale per:
 - Acque e acque di scarico
 - Ecologia terrestre (inclusa la fauna e gli habitat protetti/sensibili)
 - Erosione e sedimentazione, reintegrazione dei terreni
 - Gestione risorse
 - Gestione del tracciato
 - Aria
 - Rumore
 - Prevenzione inquinamento
 - Rifiuti

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	20 di 43

- Requisiti di monitoraggio sociale per:
 - Coinvolgimento degli stakeholder
 - Gestione reclami
 - Salute e sicurezza della comunità
 - Occupazione, formazione e gestione del cantiere
 - Relazioni industriali
 - Protocolli di presa di possesso e restituzione terreni
- Requisiti di monitoraggio dei beni culturali

3.7.2 Garanzia di conformità e processo di audit

Attraverso i membri del team ESMS TAP utilizzerà i seguenti metodi per verificare la conformità, sia interna che delle Imprese di Costruzione, con i requisiti di Progetto durante la realizzazione dell'Opera:

- monitoraggio quotidiano di garanzia;
- ispezioni settimanali;
- audit;
- controllo di routine (ad esempio completando i controlli in loco di monitoraggio dei risultati per verificare che soddisfino i requisiti di progetto, o il prelievo di duplicati di campioni per verificare i risultati);
- audit e monitoraggio di terze parti.

3.7.3 Misurazioni e rapporti

Ogni Appaltatore è tenuto al monitoraggio degli "Indicatori chiave di prestazione" (KPIs), che coprono diversi temi ambientali, sociali e sugli aspetti legati ai beni culturali ed a presentare un rapporto mensile a TAP.

I risultati del monitoraggio sull'ambiente, sulle componenti socio-economiche e sugli aspetti legati ai beni culturali di TAP e delle Imprese di Costruzione saranno registrati da TAP e, insieme a tutti i risultati del monitoraggio di TAP, conservati all'interno del sistema di controllo documenti per tutta la durata del progetto.

3.7.4 Rapporto di non conformità

Il team aziendale ESMS ha l'onere di registrare tutte le non conformità all'interno del "Sistema di tracciamento delle azioni di TAP" (ATS). L'ATS conterrà i risultati del monitoraggio e le conclusioni di audit / ispezioni non conformi ai requisiti di Progetto, e le azioni risultanti da incidenti.

Ogni Appaltatore dovrà anche registrare e segnalare casi di non conformità con il proprio ESMS e con le proprie basi di dati, e comunicherà a TAP ogni risultato di monitoraggio non conforme, e ogni incidente.


La documentazione delle conformità e non conformità di TAP (ad esempio, registrate all'interno dell'ATS) sarà messa a disposizione per ispezione delle autorità competenti per azioni correttive e preventive.

Qualora venisse identificata una non-conformità rispetto agli Standard Ambientali di Progetto, alle migliori pratiche e / o agli impegni, TAP emetterà "Avvisi di Miglioramento Lavori" (WINS), "Richieste di Azione Correttiva" (CAR) e "Notifiche di Sospensione Temporanea dei Lavori" (TWS).


3.8 **Riesame della Direzione**

TAP condurrà revisioni periodiche ambientali, sociali e sugli aspetti legati ai beni culturali. Tali Riesami hanno lo scopo di determinare l'efficacia delle misure di gestione intraprese.

Il Riesame della Direzione riguarderà anche il Sistema di Gestione ESMS e le modalità di implementazione dello stesso per determinare i punti di forza e di debolezza, e individuare l'eventuale necessità di adeguamento delle politiche, degli obiettivi e delle norme di funzionamento. Il proces-

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	21 di 43

so di revisione terrà conto dei risultati delle ispezioni e degli audit di TAP e delle Imprese di Costruzione.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	22 di 43

4. Applicabilità del Sistema di Gestione alla prescrizione A.5 del D.M. 223/2014


Come descritto nei precedenti capitoli il Sistema di Gestione Ambientale adottato da TAP (ESMS) è stato sviluppato in linea con la Norma Tecnica ISO 14001 e comprende l'intera Opera. Esso sarà adottato dalle Imprese di Costruzione in virtù dei contratti stipulati con ciascuna di esse. Una specifica sezione di ogni contratto disciplina infatti l'applicazione del Sistema di Gestione di TAP per ciascun Appaltatore.

All'interno di tale sezione del contratto sono allegati i documenti inerenti il Sistema di Gestione ESMS denominati "Piani di Controllo dei Contrattisti" (CCPs) che definiscono gli specifici oneri contrattuali e finanziari a cui gli Appaltatori devono attenersi durante l'esecuzione dei lavori e sulla base dei quali ogni Impresa di Costruzione è tenuta a sviluppare una serie di "Piani di Attuazione Ambientale e Sociale" (ESIPs) che possono a loro volta includere vari sotto-piani atti a descrivere in dettaglio le operazioni necessarie.

Nello specifico, per quanto riguarda la prescrizione A.5 del Decreto di Compatibilità Ambientale, fanno parte del Sistema di Gestione Ambientale ESMS di TAP i seguenti CCPs di riferimento (vedi Tabella 2).

Tabella 2 - Piani di Controllo dei Contrattisti off-shore

Rif.	Titolo del Documento
IAL00-RSK-601-Y-TTM-0014	TAP Italy ESMS Offshore Resource Management CCP – documento del Sistema di Gestione Ambientale e Sociale dedicato alla gestione delle risorse naturali
IAL00-RSK-601-Y-TTM-0015	TAP Italy ESMS Offshore Pollution Prevention CCP - documento del Sistema di Gestione Ambientale e Sociale dedicato alla prevenzione dell'inquinamento per il tratto di condotta sottomarina in Italia
IAL00-RSK-601-Y-TTM-0016	TAP Italy ESMS Offshore Erosion Control and Reinstatement CCP - documento del Sistema di Gestione Ambientale e Sociale dedicato al controllo dell'erosione e del ripristino per il tratto a mare di condotta in Italia
IAL00-RSK-601-Y-TTM-0017	TAP Italy ESMS Offshore Ecological Management CCP – documento del Sistema di Gestione Ambientale e Sociale dedicato al monitoraggio ecologico del tratto a mare di condotta in Italia
IAL00-RSK-601-Y-TTM-0018	TAP Italy ESMS Offshore Additional Land Take CCP documento del Sistema di Gestione Ambientale e Sociale da applicare in caso di necessità di acquisizione di terreni ulteriori rispetto a quelli già presenti nel progetto
IAL00-RSK-601-Y-TTM-0019	TAP Italy ESMS Offshore Waste Management CCP – documento del Sistema di Gestione Ambientale e Sociale dedicato al controllo dei rifiuti per il tratto a mare di condotta in Italia
IAL00-RSK-601-Y-TTM-0020	TAP Italy ESMS Offshore Spill Prevention and Response CCP – documento del Sistema di Gestione Ambientale e Sociale dedicato al controllo e alla gestione degli spillamenti per il tratto di condotta sottomarina in Italia


 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	23 di 43

Rif.	Titolo del Documento
IAL00-RSK-601-Y-TTM-0021	TAP Italy ESMS Offshore Cultural Heritage CCP – documento del Sistema di Gestione Ambientale e Sociale dedicato al controllo degli aspetti legati alla salvaguardia del Patrimonio Culturale
IAL00-RSK-601-Y-TTM-0022	TAP Italy ESMS Offshore Community Safety and Security CCP – documento del Sistema di Gestione Ambientale e Sociale dedicato alla salvaguardia della salute e della sicurezza pubblica per il tratto a mare di condotta in Italia
IAL00-RSK-601-Y-TTM-0023	TAP Italy ESMS Offshore Compliance Monitoring CCP – documento del Sistema di Gestione Ambientale e Sociale dedicato alle modalità per controllo dell'effettiva applicazione dell'ESMS
IAL00-RSK-601-Y-TTM-0024	TAP Italy ESMS Offshore Employment, Training and Worksite Management CCP - documento del Sistema di Gestione Ambientale e Sociale dedicato alle modalità di assunzione, formazione del personale e gestione dei luoghi di lavoro
IAL00-RSK-601-Y-TTM-0025	TAP Italy ESMS Offshore Infrastructure and Utilities CCP - documento del Sistema di Gestione Ambientale e Sociale dedicato alle gestione da parte dei terzi delle infrastrutture e dei servizi interferiti dal progetto

Sebbene per la corretta applicazione dell'ESMS tutti i sopra-citati CCP devono essere presi in considerazione, le azioni relative alla movimentazione di sedimenti marini, al controllo dell'erosione ed ai ripristini ambientali di cui la prescrizione A.5 tratta, sono principalmente racchiuse nel documento IAL00-RSK-601-Y-TTM-0016.

Sulla base dei suddetti CCPs l'Impresa di Costruzione sviluppa i relativi ESIPs di riferimento (vedi Tabella 3)

Rif.	Titolo del documento
OPL00-C10713-000-S-TAT-0001	Environmental Management System Manual – Manuale sul Sistema di Gestione Ambientale
OPL00-C10713-000-B-TMB-0001	Social Management System Manual – Manuale sul Sistema di Gestione Sociale
OPL00-C10713-000-S-TAT-0005	Offshore Resource Management ESIP – ESIP Offshore sulla Gestione delle Risorse
OPL00-C10713-000-S-TAT-0006	Offshore Pollution Prevention ESIP – ESIP Offshore sulla Prevenzione dell'Inquinamento
OPL00-C1 077 3-000-S-TAT-0007	Offshore Spill Prevention and Response ESIP – ESIP Offshore sulla Prevenzione e la Risposta agli Sversamenti
OPL00-C10713-000-S-TAT-0009	Offshore Erosion Control and Reinstatement ESIP – ESIP Offshore sul Controllo dell'Erosione e il Ripristino
OPL00-C10713-000-S-TAT-0008	Offshore Ecological Management ESIP – Coastal Section – ESIP Offshore sulla Gestione Ecologica – Sezione Costiera
OPL00-C10713-000-S-TAT-0012	Ecological Management ESIP – Marine Section - ESIP sulla Gestione Ecologica – Sezione Marina
OPL00-C10713-000-S-TAT-0002	Offshore Waste Management ESIP – ESIP Offshore sulla Gestione dei Rifiuti

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	24 di 43

Rif.	Titolo del documento
OPL00-C10713-000-B-TTM-0007	Project Italy community safety and security ESIP – ESIP del Progetto Italiano sulla Sicurezza e la Protezione della Comunità
OPL00-C10713-000-B-TTM-0018	Project Italy Infrastructure and Utilities ESIP – ESIP del Progetto Italiano Sulle infrastrutture e i Servizi
OPL00-C10713-000-B-TTM-0005	Project Italy stakeholder Engagement and CSR ESIP – ESIP del Progetto Italiano sul Coinvolgimento degli Stakeholders e la Responsabilità Sociale d’Impresa
OPL00-C10713-000-B-TTM-0006	Project Italy Employment, Training and Worksite ESIP - ESIP del Progetto Italiano sull’Impiego, la Formazione e la Gestione del Cantiere
OPL00-C10713-000-B-TTM-0008	Project Cultural Heritage Management ESIP - ESIP del Progetto sulla Gestione del Patrimonio Culturale
OPL00-C10713-000-S-TAT-0004	Offshore Compliance Monitoring ESIP – ESIP Offshore sul Monitoraggio di Conformità
OPL00-C10713-000-B-TTM-0009	Project Italy Social Compliance Monitoring ESIP- ESIP del Progetto Italiano sul Monitoraggio di Conformità Sociale

Tabella 3 - Piani di Attuazione Ambientale e Sociale


In riferimento a quanto sopra esposto, nei paragrafi successivi sarà descritto nel dettaglio come il Sistema di Gestione Ambientale ESMS di TAP si applica alle tematiche definite dalla prescrizione A.5 del Decreto di Compatibilità Ambientale, ovvero:

- modalità esecutive (capitolo 4.1);
- localizzazione delle aree di lavorazione (capitolo 4.1);
- mezzi coinvolti (capitolo 4.2);
- periodo di realizzazione e durata (capitolo 4.3);
- accorgimenti e dispositivi previsti per il contenimento, spaziale e temporale, della dispersione e deposizione dei fanghi bentonitici e del materiale dragato (capitolo 4.4).

4.1 Modalità esecutive e localizzazione delle aree di lavorazione

Le modalità esecutive e la localizzazione delle aree di lavorazione sono descritte nei documenti OPL00-C10713-160-G-TRE-0001 – “Progetto costruttivo dell’uscita offshore del MT” e OPL00-SPF-200-Q-TRX-0001 - “ Progetto costruttivo del microtunnel per l’approdo in Italia”, elaborati dall’Impresa di Costruzione, sulla base del quale è approntata la documentazione di riferimento del Sistema di Gestione di TAP (ESIP e correlato sotto-piano previsto per la movimentazione dei sedimenti marini). Tali documenti sono stati presentati ad ISPRA/ARPA Puglia in data 16.01.2017 con lettera prot. LT-TAPIT-ITG-00326, in Allegato 6 al Volume 2, con la quale TAP ha trasmesso la documentazione integrativa relativa alla Fase 1.a del Decreto VIA.

Il progetto costruttivo dell’approdo italiano del gasdotto TAP, sviluppato partendo dal progetto esecutivo allegato allo Studio di Impatto Ambientale (ESIA) originariamente prodotto, è stato elaborato considerando l’utilizzo di tecnologie “trenchless” al fine di minimizzarne gli impatti sotto il profilo ambientale. In particolare la soluzione, ritenuta più idonea allo scopo, è stata individuata nella realizzazione di un Microtunnel (MT) in grado di attraversare la linea di costa evitando lo scavo di una trincea aperta, quindi potenziali interferenze con l’area di macchia mediterranea, con il cordone dunale costiero e la spiaggia, e di minimizzare, nel tratto offshore, l’interferenza con i potenziali habitat sensibili.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	25 di 43

Il MT verrà realizzato secondo la tecnica del “pipe jacking” (spingi tubo) che consiste nel far avanzare a spinta i conci cilindrici di calcestruzzo armato, appositamente progettati per questa funzione, all’interno di un foro contemporaneamente scavato da una macchina a scudo fresante (TBM). Lo scudo fresante (TBM) asporta il materiale al fronte di scavo mantenendo la pressione sul fronte di scavo in equilibrio. Questa condizione è assicurata attraverso l’utilizzo di fluidi di perforazione, principalmente costituiti da acqua miscelata a bentonite e/o polimeri in grado di trasportare il materiale di risulta (smarino) dal fronte di scavo fino agli impianti di separazione in superficie.

Il MT in oggetto è progettato per essere realizzato sotto falda; esso sarà quindi impermeabile durante tutte le sue fasi costruttive grazie all’adozione di una postazione di trivellazione a tenuta idraulica, una fresa “a bilanciamento” delle pressioni idrostatiche esterne e giunti di tenuta idraulica tra gli elementi tubolari posati.

All’inizio dei lavori di scavo, lo scudo fresante (TBM) sarà posto in un “pozzo di spinta” (“Shaft” o “Entry Pit”) lato terra, alla quota di progetto e di dimensioni adeguate alle operazioni e di tipologia costruttiva adeguata per consentire la tenuta idraulica nei confronti della filtrazione di acque.


Il pozzo di spinta del MT (“Shaft” o “Entry Pit”) verrà realizzato adottando una metodologia costruttiva che prevede la sua realizzazione per mezzo di una paratia continua, a tenuta, in pali secanti e mediante un tappo di fondo anch’esso a tenuta ed eseguito con la tecnica del “jet-grouting”. Tale metodologia è stata selezionata al fine di evitare aggotamenti/abbassamenti della falda sia durante la fase di costruzione del pozzo di spinta del MT sia durante il suo successivo utilizzo, ovvero durante le fasi di:

- Installazione della TBM e il successivo sistema di spinta dei conci in c.a.;
- Installazione del tubo camicia in acciaio in allineamento con il MT;
- Controllo dell’operazione di tiro della condotta;
- Installazione di un impianto di pompe per il riempimento della condotta offshore con acqua di mare al fine del successivo collaudo idraulico; a tal proposito il livello di fondo del pozzo è dimensionato per l’efficiente esecuzione di questa attività di pompaggio.

La lunghezza complessiva del MT è di circa 1.540 m e la distanza del suo punto di uscita lato mare (“exit point”) è di circa 800 m dalla linea di costa.

Al fine di permettere il recupero della TBM al punto di uscita del MT, ed il successivo tiro a terra della condotta e del cavo a fibre ottiche (FOC), sono previste nella sezione offshore del progetto le seguenti opere descritte nei successivi paragrafi:

- Installazione del palancolato marino;
- Scavo della trincea a mare;
- Recupero della macchina di perforazione a mare;
- Costruzione dell’allettamento sul fondo della trincea (se necessario);
- Costruzione del terrapieno;
- Installazione dell’ancoraggio dell’argano di tiro;
- Installazione del cavo di tiro;
- Tiro a terra della condotta;
- Recupero del cavo messaggero del FOC;
- Tiro a terra del FOC;
- Realizzazione del ricoprimento in ghiaia;
- Ripristino del sito con il materiale originario precedentemente recuperato;
- Rimozione del palancolato marino.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:		DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	26 di 43

4.1.1 Installazione del palancoato marino

Si procederà all'installazione di un palancoato marino al fine di ridurre i volumi di scavo così come presentati nello Studio di Impatto Ambientale (ESIA) e di annullare l'interferenza indotta sulle praterie di *Cymodocea nodosa* limitrofe all'exit point. L'installazione di tali palancole temporanee avverrà una volta che le operazioni di costruzione del MT saranno completate e la macchina per lo scavo del MT (Tunnel Boring Machine TBM) avrà raggiunto la posizione di rimozione.

Le palancole che verranno utilizzate al fine di garantire la stabilità del terreno sono del tipo AZ48-700 (o equivalenti). Tali palancole, verranno infisse parzialmente nel fondale marino mediante l'utilizzo di un martello vibrante e dime di posizionamento.

Quindi, su ciascun lato dell'uscita del MT verrà installata una parete di palancole in accordo alla Figura 4:

- parete di palancole su lato Nord: lunghezza circa 21 m;
- parete di palancole su lato Sud: lunghezza circa 32 m.

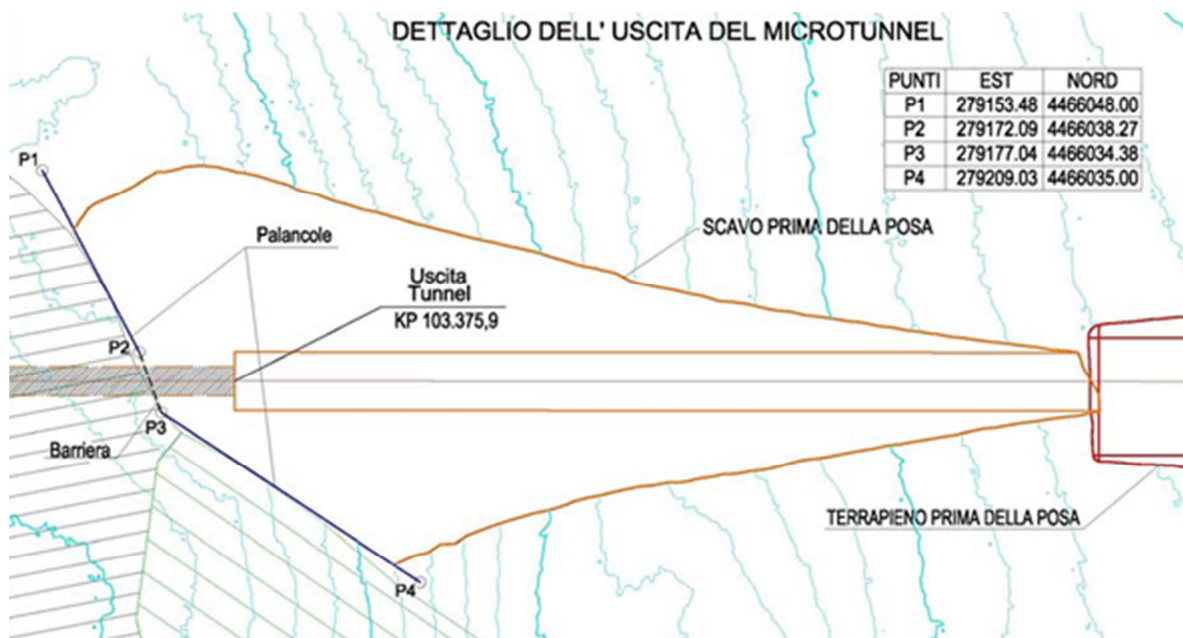



Figura 4 - Vista di pianta della trincea

4.1.2 Scavo della trincea a mare

La trincea verrà scavata prima dell'installazione della condotta e del FOC. Lo scopo è di permettere il recupero della TBM a seguito del completamento dello scavo del tunnel, e di generare un piano di accesso regolare e allineato sulla direzione del tunnel.

Le figure seguenti mostrano rispettivamente la sezione trasversale e la planimetria della trincea.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	27 di 43

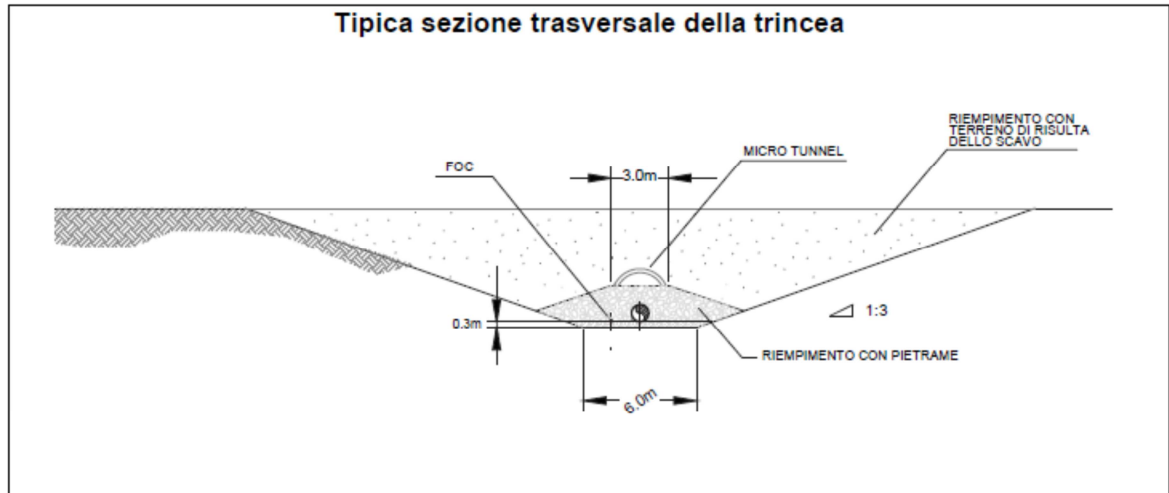


Figura 5 - Tipica sezione trasversale della trincea

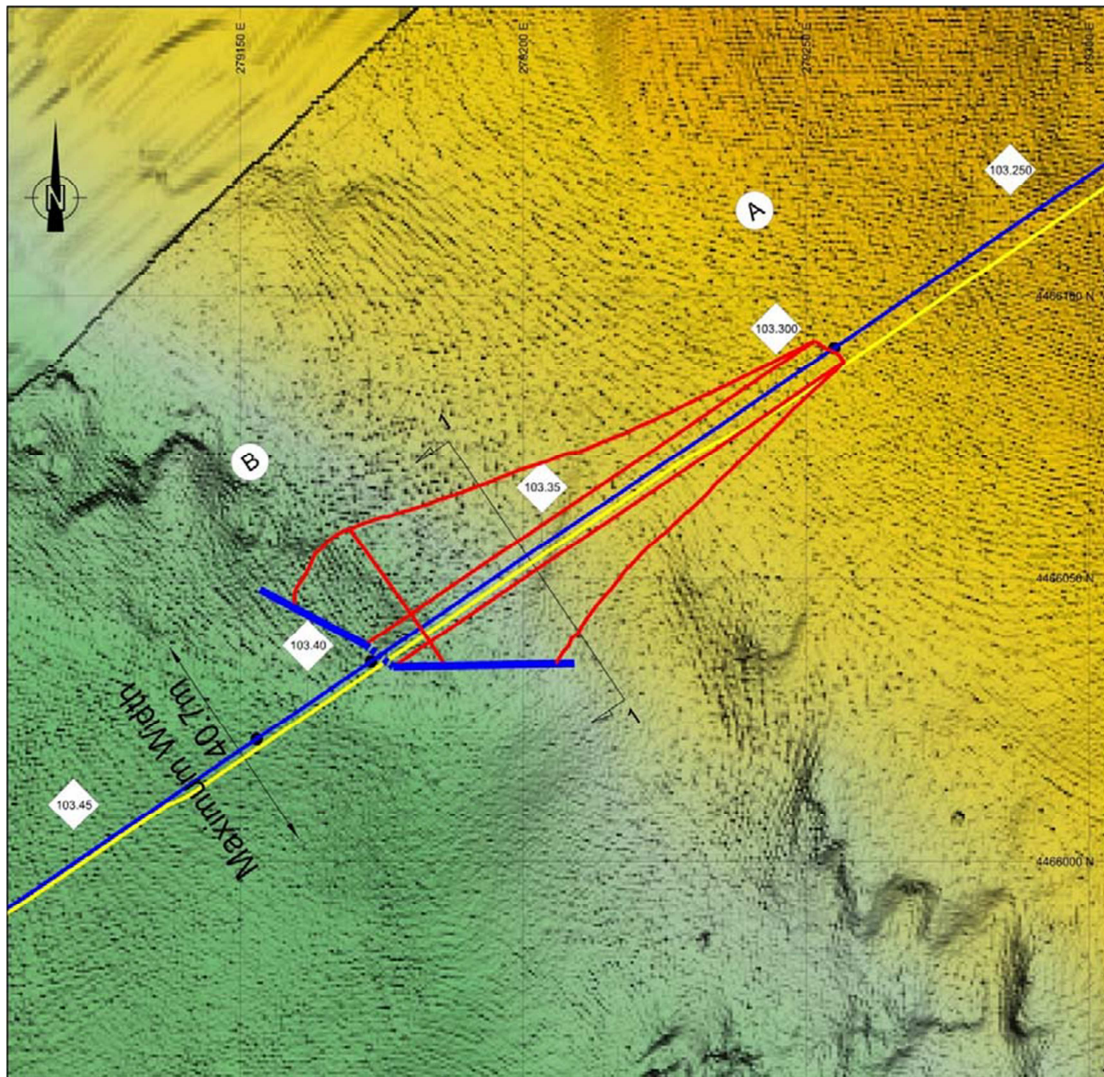



Figura 6 - Planimetria della trincea

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	28 di 43

Le caratteristiche della trincea e il volume di scavo e di riempimento sono riassunti nella Tabella 4 seguente.

Trincea		
Lunghezza:	m	88
Larghezza alla base	m	6
Pendenza laterale		1/3
Profondità massima della trincea	m	6,5
Pendenza longitudinale	(°)	0° 33' 14"
Punto iniziale		
KPof	km	103,288
Est	m	279.255
Nord	m	4.466.09 1
Punto finale		
KPof	km	103,376
Est	m	279.182
Nord	m	4.466.04 1
Volumi di scavo e di riempimento		
Volume di scavo stimato (tolleranze di costruzione incluse)	m ³	8.907
Volume di riempimento con materiale originario massimo stimato (tolleranze di costruzione incluse) *	m	8.275
<i>*Dato corretto da considerare rispetto al dato riportato in Tabella 7-1 del Progetto Costruttivo in cui era presente un refuso.</i>		

Tabella 4 - Caratteristiche della trincea all'approdo italiano


Lo scavo all'uscita della TBM verrà realizzato mediante l'uso di draghe escavatrici del tipo Backhoe Dredger (o equivalente) dotate di benne chiuse, ovvero di una paratia mobile che permette di chiudere la benna e limitare la dispersione di sedimenti marini durante le operazioni di dragaggio. La capacità di tali benne sarà compresa tra 8,5 e 10 metri cubi.

I materiali di scavo verranno caricati e conservati su idonee bettoline (Split Hopper Barge) in attesa di essere trasferiti a bordo della nave per la successiva fase di riempimento e chiusura della trincea.

4.1.3 Attività di scavo per il recupero della TBM

Al termine delle operazioni di dragaggio verrà eseguito uno scavo di dettaglio attorno alla TBM. A tale scopo verrà utilizzata un tipo di benna chiusa di dimensioni inferiori, circa 6 – 8 metri cubi, che verrà installata sul Backhoe Dredger BHD. Questo permetterà il raggiungimento del terreno vicino alla TBM in modo al fine di non danneggiare la TBM stessa e la larghezza del fondo della trincea.

La TBM sarà scavata per circa i 2/3 del suo diametro su entrambi i lati al fine di mantenere la sua stabilità e prevenire rotolamenti laterali a causa delle correnti sottomarine. Il sedimento restante intorno ai ganci di sollevamento sarà rimosso dai sommozzatori tramite una pompa idraulica così come la pulizia finale intorno all'ultima sezione del Microtunnel. Il materiale aspirato verrà immagazzinato a bordo di un mezzo navale dedicato.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	29 di 43

4.1.4 Installazione dell'allettamento con la draga escavatrice

L'allettamento è uno strato di ghiaia che viene posato, ove necessario, per rendere omogeneo il profilo della base della trincea. Per l'installazione del letto di ghiaia (se necessario), verrà utilizzata la stessa draga escavatrice BHD sopra descritta.

I dati di produttività oraria dell'operazione di scavo e di deposito di ghiaia per la realizzazione dell'allettamento sono sintetizzati nelle tabelle seguenti.

Dati di produttività di scavo		
Produttività media (1)	m ³ /ora	21,8
Produttività media escludendo i tempi in cui non viene scavato materiale (2)	m ³ /ora	60
Produttività di picco	m ³ /ora	300
<p>(1): La produttività media è ottenuta dividendo il volume (con tolleranze) da scavare per il tempo totale in cui la draga sarà presso il sito di scavo. Nel tempo totale in cui la draga sarà presso il sito di scavo sono comprese pause per fermi macchina, fermi causa meteo, attese per posizionamento draga, attese per rilevamenti geofisici, etc.</p> <p>(2): Produttività media escludendo i tempi in cui non viene scavato materiale è ottenuta dividendo il volume (con tolleranze) da scavare per il tempo effettivo delle operazioni di scavo. Non sono quindi compresi nel tempo effettivo delle operazioni di scavo i fermi macchina, i fermi causa meteo, le attese per posizionamento draga, le attese per rilevamenti geofisici, etc.</p>		

Tabella 5 Dati di produttività di scavo

Dati di produttività di deposito ghiaia durante l'installazione dell'allettamento		
Produttività media (1)	ton/ora	75
Produttività di picco	ton/ora	200
<p>(1): La produttività media è ottenuta dividendo il volume (con tolleranze) da installare per il tempo totale in cui la draga escavatrice sarà presso il sito di installazione della ghiaia. Nel tempo totale in cui la draga escavatrice sarà presso il sito di scavo sono comprese pause per fermi macchina, fermi causa meteo, attese per posizionamento draga, attese per rilevamenti geofisici, etc.</p>		

Tabella 6 Dati di produttività di deposito ghiaia durante l'installazione dell'allettamento

4.1.5 Recupero della TBM

Il recupero della TBM verrà eseguito da un vessel equipaggiato con gru tipo Multicat 'DN203' (o equivalente) una volta che questa è stata opportunamente assicurata ai ganci di sollevamento dalla squadra di sommozzatori. Una volta rizzata contro la paratia frontale del Multicat, la TBM verrà trainata dal vessel verso il porto dove sarà recuperata con l'assistenza di una gru di terra e riposizionata sul suo piedistallo.


4.1.6 Caratteristiche del terrapieno

Dopo lo scavo della trincea e prima dell'installazione della condotta e del FOC, verrà costruito un terrapieno in pietrame avente lo scopo di facilitare le operazioni di tiro a terra (pull-in) e generare una superficie di transizione regolare tra la trincea e il fondale marino naturale.

Il pietrame sarà costituito da un materiale di cava frantumato, con spigoli vivi, non inquinante, chimicamente stabile e di elevata resistenza. Non dovrà inoltre contenere residui di ferro, limo, gesso, residui vegetali o altre sostanze potenzialmente deteriorabili.

Il terrapieno si estende da KP 103,150 a KP 103,288 (Punto C e Punto D della Figura 7) Le caratteristiche del terrapieno sono riassunte nella Tabella 7.

Terrapieno		
Lunghezza	m	138
Altezza massima	m	0,98
Larghezza in sommità	m	12
Pendenza laterale		1/3
Pendenza longitudinale (lato tunnel)	(°)	0°33'14"
Lunghezza della transizione	m	32
Pendenza longitudinale nella transizione	(°)	0°51'41"

	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:		DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	30 di 43

Pendenza longitudinale (lato offshore)	(°)	1°10'6,6"
Punto iniziale		
KPof	km	103,150
Est	m	279.369
Nord	m	4.466.168
Punto finale		
KPof	km	103,288
Est	m	279.255
Nord	m	4.466.091
Volumi di pietrame		
Volume nominale	m ³	1.130
Tolleranza positiva di altezza	m	0,4
Volume totale stimato inclusa tolleranza positiva di altezza	m ³	1.850

Tabella 7 *Caratteristiche del terrapieno all'approdo italiano*

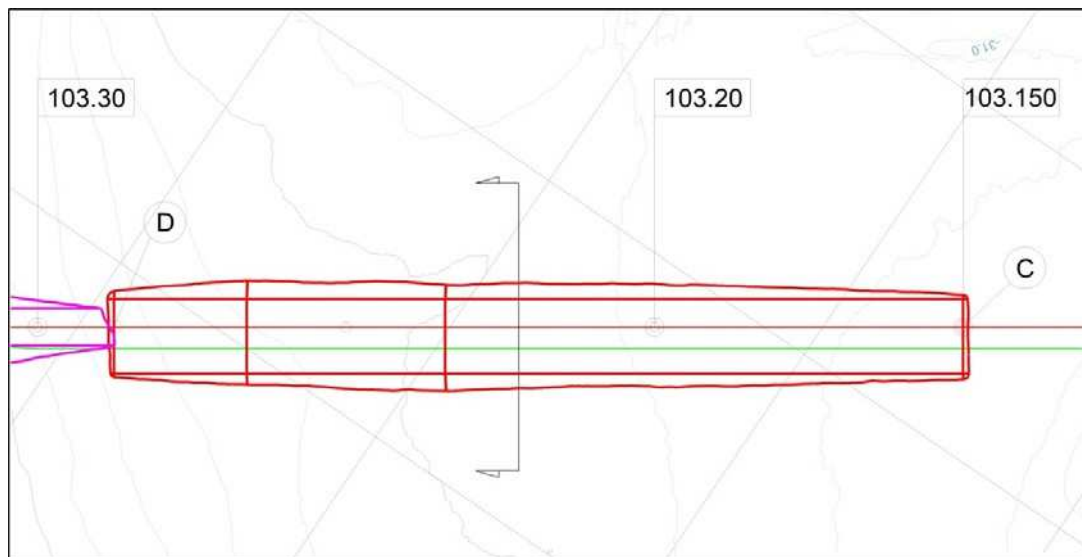


Figura 7 - Planimetria del terrapieno


Per l'installazione della ghiaia al terrapieno, verrà impiegata la nave FPV "Adhémar de Saint-Venant" (o equivalente). Tale nave ha una capacità di carico di ghiaia fino a 5.100 tonnellate e può installare ghiaia per mezzo di un condotto di caduta flessibile o di caduta inclinato.

4.1.7 Installazione della bocca di invito della condotta e del cavo a fibra ottica

Al fine di preservare l'integrità della condotta verso terra e del cavo a fibra ottica durante le operazioni di tiro, è prevista l'installazione della bocca d'invito all'ingresso del MT al fine di limitare gli attriti localizzati. Le bocche d'invito verranno movimentate e installate con l'ausilio di un mezzo navale e di una squadra di sommozzatori.

4.1.8 Installazione del cavo di tiro del gasdotto

Il cavo di tiro del gasdotto verrà portato a mare e posizionato a bordo o a lato della draga escavatrice BHD. Il cavo di tiro verrà collegato alla messaggera installata all'interno del MT e in seguito verrà tirato verso terra con l'ausilio di un verricello.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:		DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	31 di 43

4.1.9 Installazione della griglia all'uscita del MT

Al completamento delle operazioni di tiro della condotta e del cavo a fibra ottica, verrà installata una griglia di metallo all'uscita a mare del Microtunnel. La griglia ha due scopi:

- impedire l'ingresso di pesci e sommozzatori all'interno del Microtunnel;
- permettere il passaggio di acqua all'interno del Microtunnel dato che l'acqua necessaria al collaudo verrà aspirata attraverso il Microtunnel.

4.1.10 Lavori di ripristino

4.1.10.1 Riempimento dell'area dragata

L'operazione di riempimento da eseguire per i lavori finali di ripristino sono divisi in due attività principali.

La prima fase, eseguita dopo il tiro a terra della condotta e del cavo a fibra ottica, comporterà il parziale riempimento con materiale ghiaioso in modo da ottenere una copertura della parte superiore del gasdotto di circa 1 metro. Per questa operazione verrà utilizzata una nave per reinterro con tubo di caduta FPV.

La seconda fase, eseguita dopo il collaudo del gasdotto, comprende il completo riempimento della trincea utilizzando il materiale precedentemente scavato. Per questa operazione verrà utilizzata la stessa nave per reinterro con tubo di caduta (FPV).

Tra la prima e la seconda fase del riempimento sarà effettuata l'installazione dei sacchi di sabbia all'uscita a mare del Microtunnel. Lo scopo dell'installazione dei sacchi di sabbia è quello di chiudere l'uscita a mare del Microtunnel.

Il riempimento con ghiaia verrà effettuato con la nave del tipo FVP dotata di posizionamento dinamico e di un tubo di installazione roccia. La torre di caduta è costituita da una tramoggia con un nastro trasportatore che alimenta il tubo caduta. L'estremità esterna del tubo di caduta è dotato di un ROV, per il posizionamento preciso del tubo di caduta durante l'installazione di ghiaia.

Anche il ripristino col materiale precedentemente scavato, verrà realizzato mediante l'uso della nave tipo FPV. Tale nave è equipaggiata da un sistema di tubi a caduta chiusa. Come tale, la dispersione del materiale sarà limitato dato che i materiali saranno guidati all'interno del tubo di caduta.


La tabella successiva riassume i dati di produttività durante i lavori di ripristino con ghiaia e materiale di risulta.

Dati di produttività durante installazione del ricoprimento con materiale di risulta		
Produttività media (1)	ton/ora	150
Produttività di picco	ton/ora	1200
(1): La produttività media è ottenuta dividendo il volume (con tolleranze) da installare per il tempo totale in cui il fall pipe vessel sarà presso il sito di installazione del materiale di risulta. Nel tempo totale in cui il fall pipe vessel sarà presso il sito di installazione del materiale di risulta sono comprese pause per fermi macchina, fermi causa meteo, attese per posizionamento del mezzo navale, attese per rilevamenti geofisici, etc.		

Tabella 8: Dati di produttività oraria durante l'installazione del ricoprimento con materiale di risulta

4.1.10.2 Rimozione di palancole

Il metodo di rimozione delle palancole è lo stesso dell'installazione fatta eccezione per l'uso della dima di posizionamento ormai non più necessaria, l'intera operazione è eseguita in ordine inverso rispetto all'installazione. La rimozione delle due pareti di palancole verrà effettuata una volta che il riempimento della trincea è stato completato.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:		DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	32 di 43

4.2 Mezzi di trasporto e circolazione

La circolazione dei mezzi navali avverrà sulle rotte locali in collegamento con la terraferma, in particolare a partire dal porto di Brindisi, e l'area interessata dalle attività del progetto del MT che sarà opportunamente segnalata al traffico marittimo segnalata dalla Capitaneria di Porto competente (tramite ordinanze e avviso ai naviganti).


Una stima dei mezzi navali che saranno impiegati durante le attività di dragaggio e ripristino dell'area sottomarina è illustrata nella seguente Tabella 9.

Configurazione tipica dei vessel utilizzati durante le operazioni all'exit point		
Tipologia mezzo	Numero	Operazione/Funzione ⁽¹⁾
Fall pipe vessel (FPV)	1	<ul style="list-style-type: none"> • Installazione e rimozione palancole; • Installazione ghiaia post-tiro; • Riempimento con materiale precedentemente scavato (materiale originario); • Realizzazione del terrapieno
Back Hoe Dredger (BHD)	1	<ul style="list-style-type: none"> • Scavo trincea • Realizzazione piano di posa (ghiaia di allettamento) • Recupero TBM
Bettoline	da 1 a 4 in funzione dell'operazione svolta	<ul style="list-style-type: none"> • Stoccaggio temporaneo del materiale scavato dalla trincea; • Trasporto del materiale per la preparazione del piano di posa (ghiaia di allettamento).
Rimorchiatore	Da 1 a 2 in funzione della necessità	<ul style="list-style-type: none"> • Supporto alle operazioni svolte dal Back Hoe Dredger (BHD).
Nave di supporto	1	<ul style="list-style-type: none"> • Trasporto equipaggio
Vessel equipaggiato con gru del tipo Multicat	1	<ul style="list-style-type: none"> • Recupero TBM

(1) Si segnala che molte delle operazioni ed attività dei mezzi coinvolti non sono contemporanee.

Tabella 9 - Configurazione tipica vessel per le attività di costruzione all'exit point (da confermare)

Le navi, che verranno utilizzate per svolgere le attività di progetto, rimarranno stanziali nell'area per la durata delle relative attività. L'elenco dei mezzi definitivo, riportante gli specifici mezzi utilizzati sarà parte integrante del Sistema di Gestione.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	33 di 43

4.3 Periodo di realizzazione e durata

La seguente Tabella 10 fornisce il programma indicativo dei principali lavori di ciascuna fase operativa prevista al punto di uscita del MT. Nella stessa Tabella sono indicate anche le fasi di verifica di ottemperanza cui è stata associata ogni fase operativa. La schedula esecutiva di dettaglio è riportata in Allegato 2.

Fase	Durata prevista	Fase verifica di ottemperanza
Interventi di Pre-posa (Installazione palancole temporanee e dragaggio all'uscita del MT)	233 giorni ⁽¹⁾	Fase 1b
Preparazione Tiro Tubazione	80 giorni	Fase 3
Preparazione Tiro Cavo a Fibra Ottica	66 giorni	Fase 3
Interventi di Post posa (Riempimento dello scavo e rimozione palancole)	90 giorni ⁽¹⁾	Fase 1b

(1): la durata delle attività ricomprende il periodo di sospensione dei lavori

Tabella 10 - Programma indicativo dei principali lavori di costruzione offshore

Le durate, come indicato nel progetto costruttivo dell'uscita offshore del Microtunnel, possono subire variazioni durante lo sviluppo/esecuzione dello stesso.

Le durate contengono già una previsione di fermo meteo e meccanico, sono stimate e possono variare sulla base dell'effettivo verificarsi dei fermi per condizioni meteo e/o meccaniche o possibili ottimizzazioni durante la reale esecuzione dei lavori.

Il periodo di esecuzione dei lavori tiene conto del sistema di gestione Ambientale di TAP; esso infatti è fortemente influenzato dal Registro degli Impegni che prevede l'impossibilità di lavorare vicino alla costa nei periodi estivi e dal Piano di Monitoraggio Ambientale che ha contribuito a determinare le soglie di cui al successivo §4.4.

Il cronoprogramma sarà gestito all'interno del Sistema di Gestione ESMS di TAP e richiamato dal sotto-piano previsto per la movimentazione dei sedimenti marini.

4.4 Accorgimenti e dispositivi previsti per il contenimento, spaziale e temporale, della dispersione e deposizione dei fanghi bentonitici e del materiale dragato


Gli accorgimenti e i dispositivi previsti per il contenimento, spaziale e temporale, della dispersione e deposizione dei fanghi bentonitici e del materiale dragato vengono riportati di seguito e saranno inclusi nello specifico sotto-piano dedicato alla movimentazione dei sedimenti marini, parte integrante del sistema di gestione ambientale di TAP.

4.4.1 Gestione dei fanghi bentonitici

Per quanto descritto nel documento OPL00-C10713-160-G-TRE-0001 – “Progetto costruttivo dell'uscita offshore del MT”, non è prevista dispersione dei fanghi di perforazione del Microtunnel in quanto verranno rimossi attraverso un sistema a circuito chiuso. Verranno inoltre utilizzati materiali di perforazione ecocompatibili durante la realizzazione dell'ultimo tratto del Microtunnel.

4.4.2 Gestione del materiale dragato

Le misure descritte nel seguito del paragrafo sono adottate a seguito dell'interpretazione dei risultati dello studio modellistico sulla dispersione dei sedimenti movimentati nell'area dell'exit point del MT (interamente riportato in Allegato 1), condotto in ottemperanza alla stessa prescrizione A.5 e alle campagne di monitoraggio finora condotte in applicazione del progetto di monitoraggio ambientale.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	34 di 43

4.4.2.1 Studio modellistico di dispersione dei sedimenti marini movimentati

Al fine di definire l'entità dell'impatto sulle matrici ambientali indotto dalle attività di movimentazione dei sedimenti all'approdo del MT nella sua sezione offshore, la società Danish Hydraulic Group (DHI) ha condotto lo studio dei sedimenti nella colonna d'acqua e la loro successiva sedimentazione nell'area oggetto di studio.

Nel dettaglio, lo studio si è concentrato sui processi di trasporto e deposizione dei sedimenti fini in fase di dragaggio e successivo riempimento dello scavo della trincea all'uscita dell'exit point del Microtunnel di alloggiamento della Trans Adriatic Pipeline (TAP). Esso è stato condotto attraverso l'implementazione e l'accoppiamento di modelli tridimensionali allo stato dell'arte in ambito di circolazione marina e trasporto di sedimento, previa caratterizzazione dettagliata meteomarina e di circolazione, anch'essa basata su affidabili database allo stato dell'arte. Il modulo utilizzato per la simulazione della dispersione del sedimento dovuta alle operazioni di scavo e successivo riempimento della trincea è MIKE 3 MT di DHI, che descrive l'erosione, il trasporto e la deposizione di limi e misture sabbie-limi sotto l'azione di correnti e di onde. E' stato poi utilizzato il modello MIKE 3 MT che calcola il trasporto solido sulla base delle simulazioni idrodinamiche effettuate con il modulo HD.

Le simulazioni sono state condotte per un periodo di un anno, e questo ha permesso di cogliere l'intera variabilità naturale del sito e di cogliere l'effetto sul pennacchio di torbidità della stagionalità e della variabilità spazio-temporale tipica di molte zone del Mar Mediterraneo, come quella oggetto del presente studio, e fornendo tra l'altro una base di dati altamente significativa per un'analisi di carattere statistico dei risultati. Questi ultimi sono stati forniti in termini di (i) mappe delle massime concentrazioni del sedimento nel dominio, di (ii) mappe dei tempi di superamento di determinate soglie di concentrazione, e di (iii) mappe di accumulo di sedimento sul fondo. Tutte le analisi sono state condotte sia su base di aggregazione annuale dei dati, che su base stagionale, e le analisi delle concentrazioni massime e dei tempi di superamento è stata condotta per tre diversi livelli di riferimento: superficie, profondità intermedia e fondo.

Le simulazioni dei campi idrodinamici sono state condotte considerando la natura del materiale dragato estrapolata dai risultati delle indagini ambientali condotte nel novembre 2016, precisamente considerando le caratteristiche granulometriche del sondaggio BSV12 localizzato all'interno dell'area dell'exit point.


Inoltre, DHI ha assunto ai fini della modellazione coerentemente alla letteratura, il materiale di granulometria inferiore a 63 µm, ovvero materiale corrispondente a limi e argille (J. Becker, E. Van Elke, J. Van Wiechen, W. De Lange, T. Damsma, T. Smolders e M. Van Koningsveld, «Estimating source terms for far field dredge plume modelling,» Journal of Environmental Management, vol. 149, pp. 282-293, 2015).

Coerentemente con le informazioni contenute nel progetto costruttivo, la modellazione ha tenuto conto delle metodologie di dragaggio e di riempimento della zona soggetta a trincea che prevedono rispettivamente l'utilizzo di escavatore con benna chiusa e di Fall Pipe Vessel (FPV). Il vantaggio della benna chiusa è quello di limitare la percentuale di materiale perso lungo la colonna d'acqua durante le operazioni di scavo, nell'ordine del 3-5%. Il Fall Pipe Vessel, posizionando la testa del tubo di iniezione del materiale di riempimento della trincea a qualche metro dal fondo, seppur consentendo una elevata velocità di avanzamento, genera perdite di materiale, che la letteratura definisce conservativamente dell'ordine del 20% del materiale immesso.

Di seguito si riportano i risultati dello studio, sia per le operazioni di scavo che per le operazioni di riempimento della trincea.

Operazioni di scavo

Le concentrazioni massime dei sedimenti raggiungono valori compresi tra 2 mg/l e 4 mg/l solo a profondità intermedie della colonna d'acqua e sul fondo. Tali concentrazioni riguardano un'estensione del pennacchio assai limitata dell'ordine delle decine di metri nell'immediato intorno della regione soggetta ai lavori di scavo. In superficie invece non si registrano mai valori di concen-

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	35 di 43

trazione superiore ai 2 mg/l. I valori rilevati di concentrazione dal fondo fino alla superficie non sono quindi da ritenersi critici in termini di torbidità prodotta in quanto la concentrazione di 2 mg/l viene diffusamente considerata la soglia al di sotto della quale l'acqua è da considerarsi "limpida" offrendo quindi garanzia per la salute di qualsiasi specie naturale.

Anche la deposizione massima sul fondo è molto limitata durante i lavori di scavo e non supera mai valori di 1 mm. La deposizione risulta massima nell'area più prossima all'exit point, per diminuire via via che ci si avvicina al limite di largo dello scavo della trincea, coerentemente con i minori volumi dragati e l'esigua profondità di scavo in questa zona.

Durante i lavori di scavo quindi l'effetto avvevivo-dispersivo delle correnti, combinato con la relativamente bassa concentrazione di materiale disperso in colonna dovuto alla metodologia di dragaggio, appare predominante, risultando in un pennacchio di torbida allungato nella direzione NO-SE parallelamente a costa, e con concentrazioni di sedimento assai modeste, pressoché sempre inferiori ai 2 mg/l. Concentrazioni così basse non inducono, tra l'altro, fenomeni di flocculazione.

Coerentemente con le basse concentrazioni riscontrate sul fondo e nel livello intermedio, non si registrano in nessun caso permanenze temporali prolungate di eventi con concentrazioni superiori ai valori di 10 mg/l e 50 mg/l.


Operazioni di rinterro

Durante i periodi operativi del Fall Pipe Vessel (FPV), quindi tra le 16:00 e le 05:30 delle otto giornate previste per il rinterro, il pennacchio di torbida, che in questo caso origina ad una distanza di circa 4-5 metri dal fondo, non raggiunge mai la superficie con valori superiori ai 2 mg/l. Solo a metà della colonna d'acqua si registra un pennacchio con concentrazioni superiori ai 2 mg/l, di forma ellissoidale schiacciata, con asse maggiore parallelo alla linea di costa (quindi in coerenza con le direzioni predominanti delle correnti), e approssimativamente centrato lungo l'asse di scavo. Esso lambisce solo in minima parte la Cymodocea nodosa limitrofa e presenta valori di concentrazione che non superano mai i 4 mg/l, quindi assai modesti.

Nello strato di fondo la concentrazione aumenta sensibilmente, così come l'estensione del pennacchio, che mantiene invece la medesima forma ellittica allungata, simmetricamente distribuita a nord ovest e sud est della condotta sottomarina. In questo caso le concentrazioni massime raggiungono valori dell'ordine dei 100-120 mg/l, localizzati lungo l'asse della condotta verso zone di largo. Il pennacchio con concentrazione superiore ai 2mg/l raggiunge dimensioni di circa 2,5 km nella direzione parallela a costa ed inferiore a 1 km lungo l'asse della condotta. Esso diminuisce sensibilmente nelle sue dimensioni se si considerano le concentrazioni inferiori ai 10 mg/l. In questo caso l'area lambita, sempre di forma ellittica, presenta dimensioni di circa 800 metri parallelamente a costa e 400 metri lungo l'asse della condotta. Considerando infine concentrazioni superiori ai 50 mg/l l'area di interesse risulta assai ridotta e meno schiacciata, con dimensione pari a circa 120 metri lungo entrambe le direzioni. Allo strato di fondo, la Cymodocea nodosa risulta quasi interamente lambita da concentrazioni massime superiori ai 10 mg/l, mentre solo per una piccola parte (la più prossima alla zona dell'exit point) da concentrazioni superiori ai 50 mg/l.

Andando ad incrociare l'analisi delle concentrazioni massime con le ore di superamento di 10 mg/l e 50 mg/l si osserva che tali concentrazioni hanno una persistenza nel tempo assai limitata. La maggior parte della Cymodocea nodosa (individuata nell'area 300x700) risulta interessata da concentrazioni superiori ai 10 mg/l allo strato di fondo solo per un periodo di 4 ore circa sull'intera durata delle operazioni di rinterro (pari a 108 ore complessive in 8 giorni), quindi per un periodo molto limitato nel tempo. Le ore di superamento di questo valore salgono a circa 10 per una porzione di Cymodocea nodosa pari a circa 1/4 -1/5 della sua totale estensione nell'area di interesse, e a circa 20-25 ore per una sua piccolissima porzione prossima alla zona di uscita del micro-tunnel.

Infine, la persistenza temporale di concentrazioni superiori a 10 mg/l aumenta a valori superiori ai 2 giorni per la minima porzione di Cymodocea nodosa posizionata a sud-est rispetto all'exit point. Tali durate sono paragonabili ai tempi di influenza esercitati da una mareggiata sulla generazione di torbidità al fondo.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	36 di 43

Riferendosi invece al valore di 50 mg/l solo il fondo è interessato, come detto poc'anzi, ma per periodi modesti rispetto alla durata complessiva delle operazioni, ovunque inferiori a 15-20 ore e non superiori a 5-6 ore sulla porzione di Cymodocea nodosa più prossima all'exit point.

Durante le ore di ipotizzata inattività delle macchine operatrici la situazione si presenta radicalmente differente. Non si riscontrano infatti concentrazioni superiori ai 2 mg/l in superficie e a profondità intermedie della colonna. Solo nello strato di fondo si riscontrano concentrazioni superiori ai 2 mg/l, che interessano comunque solo parzialmente l'area della Cymodocea nodosa, e sempre entro i limiti di 6-8 mg/l e per periodi assai limitati. Mai si verificano superamenti del limite di 10 mg/l tra due cicli successivi di attività di riempimento.

Infine, l'accumulo al fondo durante il reinterro riguarda una porzione molto limitata del dominio, di forma meno schiacciata rispetto ai pennacchi di torbida, e che si estende in maniera decrescente verso le zone di largo partendo da valori di circa 30 mm nella zona più prossima alla parte più costiera della trincea, per poi raggiungere valori confinati entro i 2 mm di accumulo verso la fine dell'area di scavo.

4.4.2.2 *Dati di torbidità acquisiti dal torbidimetro e dalle campagne di monitoraggio*

In accordo al PMA (si veda riferimento paragrafo 3.2.3 "Trasporto solido e torbidità (A.5.d-e)"), TAP ha installato il 22 novembre 2016 il sistema di rilevamento in continuo di torbidità in prossimità dell'exit point del MT al fine di:


- determinare le variazioni naturali di torbidità nell'area oggetto di studio;
- determinare i massimi valori di torbidità a cui le biocenosi marine sono normalmente esposte in assenza di interferenze associate al progetto;
- comparare tali valori con quelli attesi durante le operazioni di dragaggio, sulla base dei risultati del sistema modellistico numerico riportato nel presente studio.

I dati acquisiti dal torbidimetro dal mese di dicembre 2016 fino al mese di gennaio 2017 hanno mostrato un andamento medio della torbidità pari a 1,52 NTU. In tale trend si collocano 4 principali eventi di torbidità superiori a valori di 20 NTU. Considerando anche tali eventi all'interno del calcolo, la torbidità media nei mesi di dicembre 2016 e gennaio 2017 risulta pari 3,31 NTU.

I valori massimi di torbidità registrati per ciascuno dei 4 eventi suddetti sono:

- 1° evento: 120,5 NTU;
- 2° evento: 82,4 NTU;
- 3° evento: 123,8 NTU;
- 4° evento: 102,5 NTU

con una media di tali valori massimi pari a 107,3 NTU.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:		DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	37 di 43

Nell'ambito delle attività di monitoraggio della torbidità effettuate a gennaio 2017 sono stati rilevati i seguenti dati dal turbidimetro (torbidità da CTD in Tabella 11) e i solidi sospesi totali (SST) presso le 3 stazioni di campionamento vicine allo stesso.

Punto di campionamento	Latitudine (N)	Longitudine (E)	Profondità (m)	Torbidità da CTD (NTU)	Solidi Sospesi Totali (mg/L) APAT 2090	Rapporto tra SST mg/l e Torbidità NTU
WS1	40°18' 45.48"	18°24' 04.40"	1,5	5,5	14,2	2,6
WS1			12	6	15,9	2,7
WS2	40°18' 43.65"	18°23' 59.55"	1,5	4,6	15,5	3,4
WS2			10,5	5	13,1	2,6
WS3	40°18' 43.11"	18°24' 03.94"	1,5	7,8	16,9	2,2
WS3			12	5,5	14,7	2,7

Tabella 11 - Risultati dei campionamenti dei SST e CTD in prossimità del turbidimetro (Fonte: Fugro)


Sulla base dei dati di torbidità disponibili e applicando il rapporto Torbidità NTU/SST mg/l pari a 2,6, risulta che la media pari a 107,3 NTU (da turbidimetro) corrisponde ad un valore di SST pari a 279 mg/l.

Allo stato attuale e considerando il numero esiguo di dati disponibili ad oggi, non è stato possibile determinare una curva di correlazione tra i SST e la torbidità (NTU). Effettuando però una media dei singoli rapporti (ultima colonna della Tabella 11), escludendo i rapporti massimo (3,4) e minimo (2,2) a titolo conservativo, si ottiene un valore pari a 2,6. La rappresentatività di tale dato verrà di volta in volta raffinata con i dati e i risultati delle analisi sito specifiche di campo da effettuare ogni 21 giorni in prossimità del turbidimetro (rif. 3.2.3. del PMA).

4.4.2.3 Misure di contenimento


TAP ha previsto nel progetto costruttivo le seguenti misure di ottimizzazione/contenimento che verranno adottate per la realizzazione delle opere previste all'approdo offshore del MT:

- Fase di scavo della trincea dell'exit point del MT:
 - Allungamento del punto di uscita del MT (55 m) al fine di non interessare in maniera diretta la prateria di fanerogame marine;
 - Uso di palancole temporanee al fine di ridurre notevolmente i volumi dei sedimenti dragati;
 - Uso di una benna chiusa (ambientale) in grado di limitare la dispersione dei sedimenti dragati;
 - Uso di benna più piccola e pompe idrauliche (per lo scavo di precisione ai lati della TBM) a ciclo chiuso quindi senza scarico dell'acqua di mare ricca di SST;
 - Utilizzo di prodotti ecocompatibili per la perforazione dell'ultimo tratto del MT;
- Fase di reinterro della trincea dell'exit point del MT:
 - Uso di palancole temporanee al fine di ridurre notevolmente i volumi dei sedimenti dragati;
 - Cicli operativi di reinterro nelle sole ore a ridotta luminosità (h 16:00 – h 5:30) al fine di garantire il naturale apporto di luce alle fanerogame utile alla loro attività fotosintetica nelle ore diurne.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	38 di 43

Inoltre, al fine di limitare ulteriormente eventuali impatti indotti dalla movimentazione del sedimento sulle fanerogame presenti nelle vicinanze, il sistema di gestione ambientale prevede che il Costruttore debba verificare in tempo reale la torbidità misurata dal turbidimetro e, qualora questo acquisisca valori superiori alla soglia pari a 107,3 NTU, debba mettere in atto le seguenti opere di mitigazione durante entrambe le fasi sopra elencate:


- Riduzione del rateo di produttività di scavo;
- Riduzione del rateo di produttività del rinterro.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	39 di 43

ALLEGATI

Allegato 1 – Studio modellistico

Allegato 2 - Cronoprogramma

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	40 di 43

Allegato 1 - Studio modellistico






Trans Adriatic
Pipeline

TAP AG



Progetto Trans Adriatic Pipeline

**STUDIO MODELLISTICO DEI PROCESSI DI TRASPORTO E DEPOSIZIONE DEI
SEDIMENTI NELLE FASI DI DRAGAGGIO E SUCCESSIVO RIEMPIMENTO**

Rev.	Data revisione (gg-mm-aaaa)	Motivo dell'emissione	IFR	Preparato da	Verificato da	Approvato da
0	10/02/2017	Emesso per informazione	IFR	A.GUARNIERI	A.CROSTA	A.PEDRONCINI



  	Contrattore nome:	RSK - SHELTER
	Contrattore Progetto No.:	80635
	Contrattore Doc. No.:	RSK/H/P/P80635/04/01/01
	Tag No's.:	N/A

TAP AG Contratto No.: C5577	Progetto No.: WBS11D01F004
PO No.: WBS11D01F004	Pagina: 1 of 266
TAP AG Documento No.:	
IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	1 of 266

INDICE

1. SINTESI DELLO STUDIO	3
2. INTRODUZIONE	4
3. APPROCCIO E METODOLOGIA.....	5
4. CARATTERIZZAZIONE DEL SITO.....	8
4.1 DATABASE DI ONDA E VENTO: MEDITERRANEAN WIND WAVE MODEL (MWM)	8
4.2 DATABASE OCEANOGRAFICO: MODELLO DI CIRCOLAZIONE AD ALTA RISOLUZIONE	10
4.3 DATI BATIMETRICI	10
4.4 DATI E CARATTERIZZAZIONE GRANULOMETRICA	13
4.5 CARATTERIZZAZIONE METEOMARINA E OCEANOGRAFICA.....	17
4.5.1 VENTO	19
4.5.2 ONDA	22
4.5.3 CORRENTE	25
4.5.4 TEMPERATURA E SALINITA'	34
5. MODELLO IDRODINAMICO AD ALTA RISOLUZIONE.....	37
5.1 BATIMETRIA, DOMINIO DI CALCOLO E RISOLUZIONE	38
5.2 ANNIDAMENTO IDRODINAMICO: CONDIZIONI INIZIALI, DI CONTORNO APERTO E CARATTERISTICHE DEL MODELLO DI CIRCOLAZIONE	41
5.3 VALIDAZIONE DEL MODELLO IDRODINAMICO.....	43
5.4 ESEMPI DI MAPPE RISULTANTI DAL MODELLO IDRODINAMICO	49
5.5 CORRENTI INDOTTE DAL MOTO ONDOSI ED INFLUENZA SULL'IDRODINAMICA	53

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	2 of 266

5.6	ANALISI DI RAPPRESENTATIVITA' DEL PERIODO SIMULATO TRAMITE CONFRONTO CON LA CAMPAGNA DI MISURE OCEANOGRAFICHE DEL PERIODO NOVEMBRE 2016 – GENNAIO 2017	55
6.	MODALITA' OPERATIVE PER LE ATTIVITA' DI SCAVO E SUCCESSIVO RIEMPIMENTO	61
6.1	SCAVO DELLA TRINCEA (DREDGING)	61
6.2	RIEMPIMENTO DELLA TRINCEA (BACKFILLING)	62
7.	MODELLO DI DISPERSIONE DEI SEDIMENTI	64
7.1	IMPLEMENTAZIONE DEL MODELLO	65
7.2	RISULTATI.....	68
7.2.1	OPERAZIONI DI SCAVO.....	71
7.2.2	OPERAZIONI DI RIEMPIMENTO	82
7.3	ANALISI DI SENSITIVITA' DEL MODELLO DI TRASPORTO DI SEDIMENTI.....	103
8.	CONCLUSIONI	108
9.	BIBLIOGRAFIA	110
	ALLEGATO A.....	112
	ALLEGATO B.....	121
	ALLEGATO C.....	127
	ALLEGATO D.....	154
	ALLEGATO E.....	178



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	3 of 266

1. SINTESI DELLO STUDIO

Lo scopo del presente lavoro è di studiare i processi di trasporto e deposizione dei sedimenti finì in fase di dragaggio e successivo riempimento dello scavo della trincea all'uscita dell'exit point del Microtunnel. Esso è stato condotto attraverso l'implementazione e l'accoppiamento di modelli tridimensionali allo stato dell'arte in ambito di circolazione marina e trasporto di sedimento, previa caratterizzazione dettagliata meteomarina e di circolazione, anch'essa basata su affidabili database allo stato dell'arte.

Dal punto di vista dell'idrodinamica lo studio ha seguito un approccio di annidamento realistico tridimensionale ad un modello a scala regionale (risoluzione pari a circa 2.2 km) partendo da una risoluzione di circa 1.2 km nelle zone di largo, per approdare, attraverso una combinazione di griglie rettangolari e triangolari, alla massima risoluzione di 30 m in un intorno della zona oggetto delle operazioni di movimentazione del sedimento. Le simulazioni sono state condotte per un periodo di un anno, e questo ha permesso di cogliere l'intera variabilità naturale del sito e di adottare un approccio a "finestre mobili" per quanto riguarda le simulazioni di dispersione del materiale solido. Tale approccio consiste nell'implementare un alto numero di simulazioni di trasporto di sedimento ipotizzando che i lavori avvengano durante diversi momenti del periodo simulato con il modello idrodinamico (due al mese, in questo caso), potendo quindi cogliere l'effetto sul pennacchio di torbidità della stagionalità e della variabilità spazio-temporale tipica di molte zone del Mar Mediterraneo, come quella oggetto del presente studio, e fornendo tra l'altro una base di dati altamente significativa per un'analisi di carattere statistico dei risultati. Questi ultimi sono stati forniti in termini di (i) mappe delle massime concentrazioni del sedimento nel dominio, di (ii) mappe dei tempi di superamento di determinate soglie di concentrazione, e di (iii) mappe di accumulo di sedimento sul fondo. Tutte le analisi sono state condotte sia su base di aggregazione annuale dei dati, che su base stagionale, e le analisi delle concentrazioni massime e dei tempi di superamento è stata condotta per tre diversi livelli di riferimento: superficie, profondità intermedia e fondo.

Lo studio ha mostrato come le fasi più delicate dal punto di vista delle concentrazioni di sedimento a mare siano quelle di riempimento dello scavo della trincea. Ciò è da attribuire sia alla diversa metodologia delle operazioni (diversi macchinari), sia alla più breve durata delle stesse, che comporta quindi una maggiore produttività ed un maggiore tasso di immissione di sedimento in colonna d'acqua. I maggiori valori di concentrazione si riscontrano negli strati più prossimi al fondale e per periodi molto limitati nel tempo, comunque paragonabili ai tempi di influenza esercitati da una mareggiata sulla generazione di torbidità al fondo. Essi sono inoltre concentrati nelle ore del giorno di bassa o addirittura nulla luminosità naturale, così da minimizzare l'impatto sulla prateria di *cymodocea nodosa* confinante con l'area oggetto di scavo dovuto alla torbidità

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	4 of 266



indotta dalle attività di scavo. Infine, anche l'impatto relativo all'accumulo di materiale sulla prateria stessa è molto limitato, interessandone solo una minima parte.

2. INTRODUZIONE

Nell'ambito del progetto *Trans Adriatic Pipeline* (TAP) che permetterà il passaggio di un gasdotto tra Albania e Italia attraverso il mar Adriatico, DHI Italia è stata incaricata da SHELTER srl di intraprendere lo studio del trasporto e della dispersione dei sedimenti a mare generati dalle operazioni di scavo e di successivo riempimento della trincea di alloggiamento della condotta sottomarina. Lo scavo della trincea è previsto unicamente per un breve tratto di fondale marino posizionato all'uscita del microtunnel, all'interno della quale si prevede di alloggiare il gasdotto nel suo tratto terminale di approccio alla costa. Tale studio si pone a completamento di una serie di studi analoghi e via via più approfonditi e dettagliati iniziati nel 2012 ed approdati, da ultimo, nello studio realizzato in fase di Valutazione di Impatto Ambientale (anno 2013), con un approccio semplificato rispetto a quello proposto attualmente, che riflette invece l'attuale stato dell'arte dal punto di vista della modellistica e dell'approccio metodologico per studi di analisi di dispersione di sedimenti a seguito di attività di dragaggio.

La pipeline in oggetto sarà realizzata tra l'Albania e l'Italia interessando un braccio di mare di estensione poco superiore ai 100 km, come mostrato in Figura 2-1. In particolare nel presente studio vengono analizzate le condizioni che caratterizzano l'approdo della TAP, localizzato lungo il tratto costiero compreso tra San Foca e Torre Specchia Ruggeri nel Comune di Melendugno (LE).

L'approccio metodologico adottato e la caratterizzazione del sito verranno illustrate nei capitoli 3 e 4. Il capitolo 5 tratterà nel dettaglio il modello idrodinamico funzionale allo studio del trasporto di sedimenti, mentre le modalità relative alle operazioni di dragaggio e al successivo riempimento della trincea verranno presentate nel capitolo 6. Il modello specifico di dispersione e avvezione del sedimento verrà infine descritto nel capitolo 7. I principali risultati dei modelli saranno contenuti nei rispettivi capitoli - 5 per la componente idrodinamica e 7 per quella di trasporto di sedimento. Infine le conclusioni generali del lavoro verranno presentate nel capitolo 8.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	5 of 266

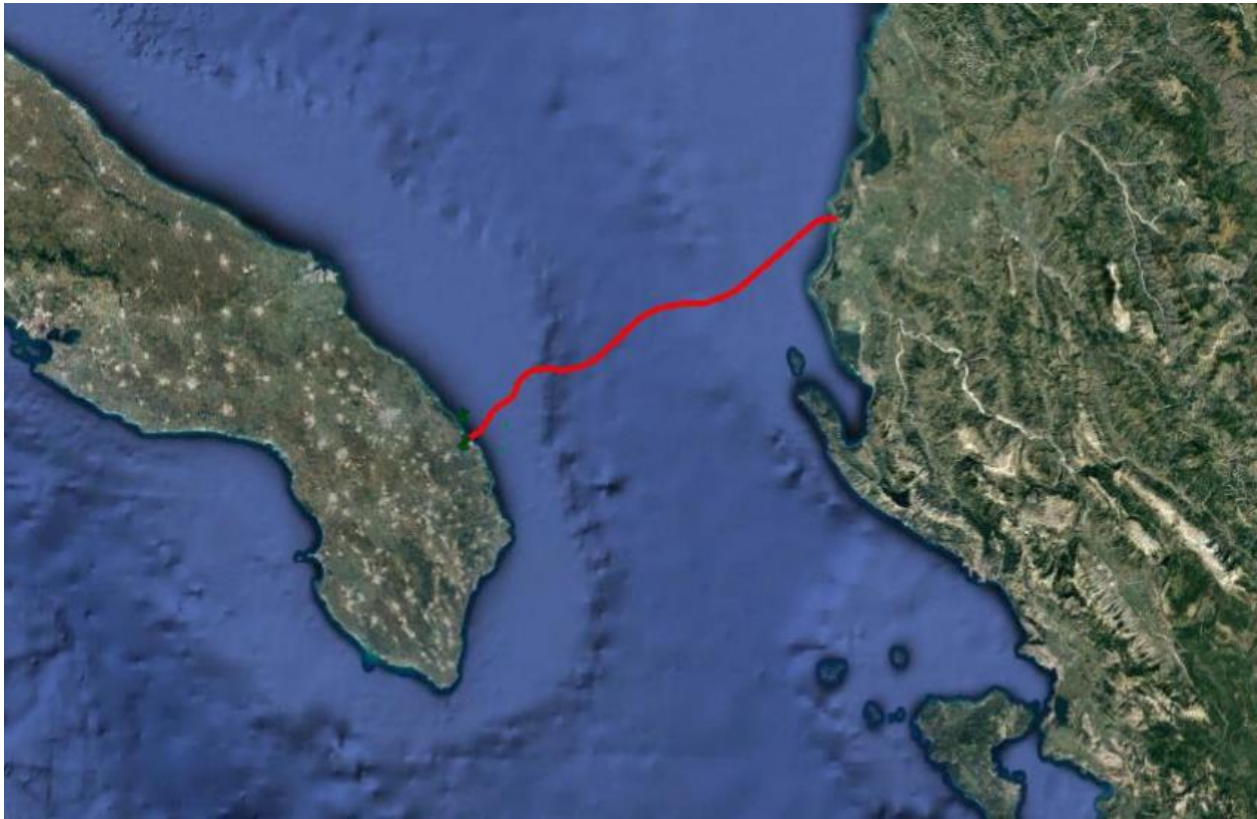




Figura 2-1 Tracciato della Trans Adriatic Pipeline

3. APPROCCIO E METODOLOGIA

La corretta riproduzione dell'idrodinamica marina costiera a scala ingegneristica, necessaria per studiare in dettaglio il trasporto di sedimenti a mare in un caso come quello presente non può prescindere dalla conoscenza delle condizioni marine di più larga scala e delle relative interazioni con l'ambiente costiero stesso. La metodologia proposta attraverso il presente studio consente di risolvere l'idrodinamica costiera partendo dal largo attraverso l'annidamento di un modello di circolazione di dettaglio all'interno di un modello a scala di bacino del Mar Adriatico. Il modello ad alta risoluzione implementato nel presente studio acquisisce pertanto le condizioni iniziali e le condizioni al contorno necessarie per risolvere in forma numerica le equazioni che governano l'evoluzione di correnti, temperatura e salinità nel tempo e nello spazio, dal suddetto modello di larga scala.

L'adozione di tale metodologia per un tempo sufficientemente lungo, come nel caso proposto dove le simulazioni sono state condotte per un intero anno consente, attraverso l'implementazione accoppiata di modellistica di trasporto di sedimento, lo studio della sua dispersione in modalità

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	6 of 266

realistica (e non attraverso scenari sintetici o di maggiore probabilità) attraverso il cosiddetto approccio a “finestre mobili” [1]. Esso consiste nell’ipotizzare che i lavori avvengano durante diversi momenti del periodo simulato con il modello idrodinamico, ad esempio ad inizio e a metà di ogni mese - così come avviene nel presente studio - potendo quindi cogliere l’effetto sul pennacchio di torbida della stagionalità e della variabilità spazio-temporale tipica di alcuni domini, come quello oggetto del presente studio. Tale approccio consente inoltre di operare un’analisi dei risultati di maggiore rilevanza statistica che non con un classico approccio a scenari più probabili, determinando la più probabile estensione delle aree interessate dal pennacchio di sedimenti sospesi, ricavandone la persistenza nelle diverse zone del dominio e la distribuzione spaziale e temporale delle relative concentrazioni, o ancora permettendo di individuare le aree maggiormente soggette alla deposizione nel tempo del materiale di torbida, ma sempre all’interno di una variabilità naturale del sistema, che non potrebbe altrimenti essere considerata e rappresentata.



I dati idrodinamici di larga scala provengono dal modello numerico dell’Adriatic Forecasting System (AFS) [2], [3], [4], a sua volta annidato nel più generale Mediterranean Forecasting System (MFS) [5] nell’ambito del Marine Environment Monitoring Service del programma europeo Copernicus (CMEMS).

AFS è un modello tridimensionale di circolazione generale che fornisce informazioni di previsione e di hindcast delle principali variabili oceanografiche, quali temperatura, salinità, elevazione della superficie libera del mare, campi di corrente e flussi di momento, calore e massa all’interfaccia aria-mare.

La conoscenza della circolazione generale di macro-scala della regione in questione derivante da un’attenta analisi compiuta sui dati idrodinamici del modello (AFS) ha permesso di individuare le necessarie dimensioni del dominio del modello di dettaglio ad alta risoluzione, nonché il suo esatto posizionamento, così da includere in maniera ottimale le strutture più importanti della circolazione generale.

Sulla base di queste informazioni è stato implementato il modello idrodinamico ad alta risoluzione mediante l’applicazione del codice di calcolo MIKE 3 HD [6] di DHI, come descritto nel capitolo 5, al quale è stato accoppiato il modello di trasporto di sedimenti MIKE 3 MT di DHI [7] che ha consentito lo studio tridimensionale dell’evoluzione del pennacchio di sedimenti a seguito delle operazioni di scavo e di riempimento della trincea sottomarina.

L’effetto delle correnti derivanti dal moto ondoso non è stato considerato nello studio di dispersione poiché, come mostrato nel dettaglio nel paragrafo 5.5, la loro intensità risulta largamente inferiore – e quindi non influente in maniera significativa – rispetto alle correnti derivanti dalla circolazione (marea, vento e gradienti di densità) anche durante mareggiate di elevata entità.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	7 of 266

Disponendo il progetto di una dettagliata campagna di misure oceanografiche lungo il tracciato della pipeline operata da *RPS MetOcean Pty LTD* per conto di *Statoil Petroleum AS* tra il febbraio 2013 ed il marzo 2014, l'anno di riferimento per lo studio idrodinamico ed il relativo studio di trasporto di sedimento è stato mantenuto uguale al periodo di misure, così da avere un fornito dataset per la validazione dell'idrodinamica, inclusiva di correnti lungo la colonna d'acqua e temperatura e salinità al fondo. Come verrà mostrato nel paragrafo 5.6, l'anno scelto per lo studio si presenta ragionevolmente come anno mediamente rappresentativo delle condizioni oceanografiche tipiche del sito.

In accordo con le indicazioni ricevute dalla Committenza le metodologie di dragaggio e di riempimento della zona soggetta a trincea prevedono rispettivamente l'utilizzo di escavatore con benna chiusa e *FallPipe Vessel (FPV)*. Il vantaggio della draga a cucchiaio è quello di mantenere su bassi livelli la percentuale di materiale perso lungo la colonna d'acqua durante le operazioni di scavo, nell'ordine del 3-5% [8]. Al contrario, il *FallPipeVessel*, posizionando la testa del tubo di iniezione del sedimento di riempimento della trincea a qualche metro dal fondo, seppur consentendo una elevata velocità di avanzamento, genera una maggior quantità di materiale risospeso, dell'ordine del 10-20% del materiale fine immesso. Poiché in letteratura sono disponibili poche fonti specifiche relativamente alla percentuale stimata di materiale disperso durante la fase di riempimento della trincea tramite FPV, per lo specifico studio si è scelto di utilizzare valori cautelativi, quindi dell'ordine del 20%, in continuità con precedenti lavori analoghi svolti da DHI Group. La Figura 3-1 illustra un esempio di *Backhoe Dredger* (a sinistra, in questo caso senza la dotazione di benna chiusa) e di *FallPipe Vessel* (a destra).

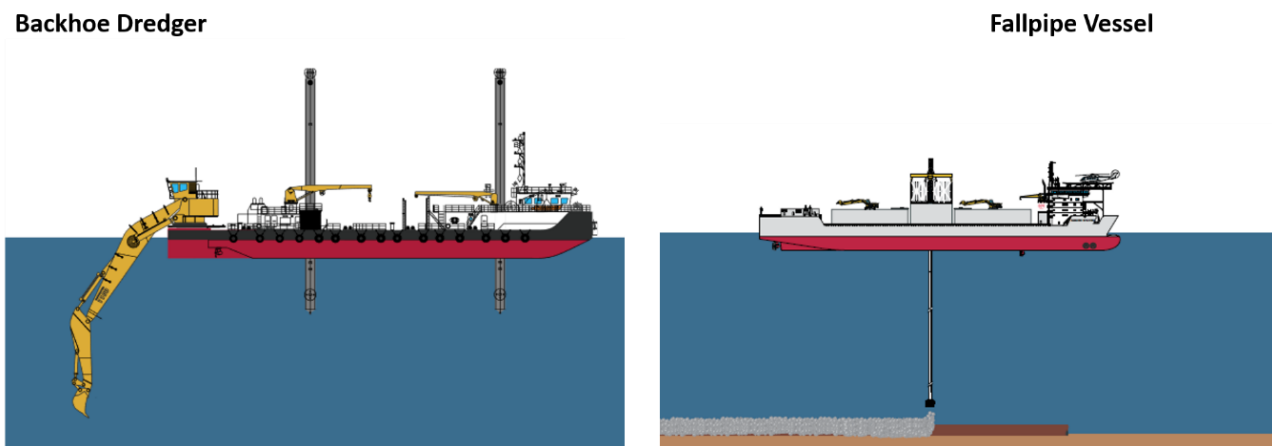




Figura 3-1 Esempio di *Backhoe Dredger (BHD, sinistra)* e *FallPipe Vessel (FPV, destra)*

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	8 of 266

4. CARATTERIZZAZIONE DEL SITO

Nel presente capitolo verranno dapprima brevemente descritti i database utilizzati per la caratterizzazione del sito dal punto di vista meteomarinico (onda e vento), oceanografico (correnti, temperatura e salinità), batimetrico e granulometrico, ed in seguito verrà presentata l'analisi di dettaglio sulla base dei dati disponibili sia a carattere mensile che annuale per le principali variabili meteomarine e di circolazione.



4.1 DATABASE DI ONDA E VENTO: MEDITERRANEAN WIND WAVE MODEL (MWM)

I dati di onda e di vento utilizzati nello studio provengono da un database di hindcast denominato MWM (*Mediterranean Wind Wave Model*, [9]), frutto della collaborazione fra DHI e HyMOLab (Hydrodynamics and Met-Ocean Laboratory), struttura del Dipartimento di Ingegneria e Architettura dell'Università di Trieste. Esso è basato su due modelli allo stato dell'arte: WRF-ARW [10], [11] – modello non idrostatico ed *open source* largamente usato a livello internazionale – per quanto riguarda la parte atmosferica, e MIKE 21 SW [12] – sviluppato e distribuito da DHI, e largamente utilizzato a livello globale per numerose applicazioni costiere ed *offshore* - per quanto riguarda le parte di moto ondoso.

Il database contiene 37 anni di dati, da gennaio 1979 a dicembre 2015, ad una frequenza oraria sull'intero bacino del mar Mediterraneo ed alla risoluzione orizzontale di 10 km per quanto riguarda la componente atmosferica, e variabile per quanto riguarda la componente ondosa, da un minimo di circa 10 km nelle zone di mare aperto, ad un massimo di circa 3 km lungo le coste, in acque poco profonde ed intorno alle isole. Entrambe le componenti di onda e vento sono state ampiamente validate sia attraverso dati *in-situ* (anemometri e ondometri) sia attraverso dati satellitari.

A titolo esemplificativo si presenta in Figura 4-1 la qualità dei risultati della componente di onda. Il riquadro in alto della figura mostra il dominio del modello numerico e l'estensione e geometria dei sottodomini omogenei (contorni rossi) nei quali è stato suddiviso l'intero dominio a fini di validazione del database. I riquadri in basso mostrano gli *scatter plots* relativi all'altezza significativa d'onda (osservazioni in ascissa e modello in ordinata), rispettivamente per la regione del sud Adriatico, a sinistra (dicitura ADS nel riquadro in alto della figura), e per la boa di Monopoli (longitudine 17.38° E, latitudine 40.97° N; batimetrica di circa 50 metri) a destra. Le metriche calcolate sono il bias, la radice quadrata dello scarto quadratico medio (rmse), i valori medi, e l'indice di dispersione (scatter index). Il periodo di validazione copre 10 anni di dati.

I risultati mostrano una buona corrispondenza fra il modello e le osservazioni, soprattutto per onde con altezza significativa fino a 2 m, ovvero le più frequenti in questa zona dell'Adriatico. In

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 9 of 266

generale il rmse si attesta intorno ai 20 cm, con un bias negativo di circa 5 cm, ad indicare una leggera sottostima dei dati da modello. La validazione comunque conferma la validità e solidità del dataset MWM, nonché la sua affidabilità.

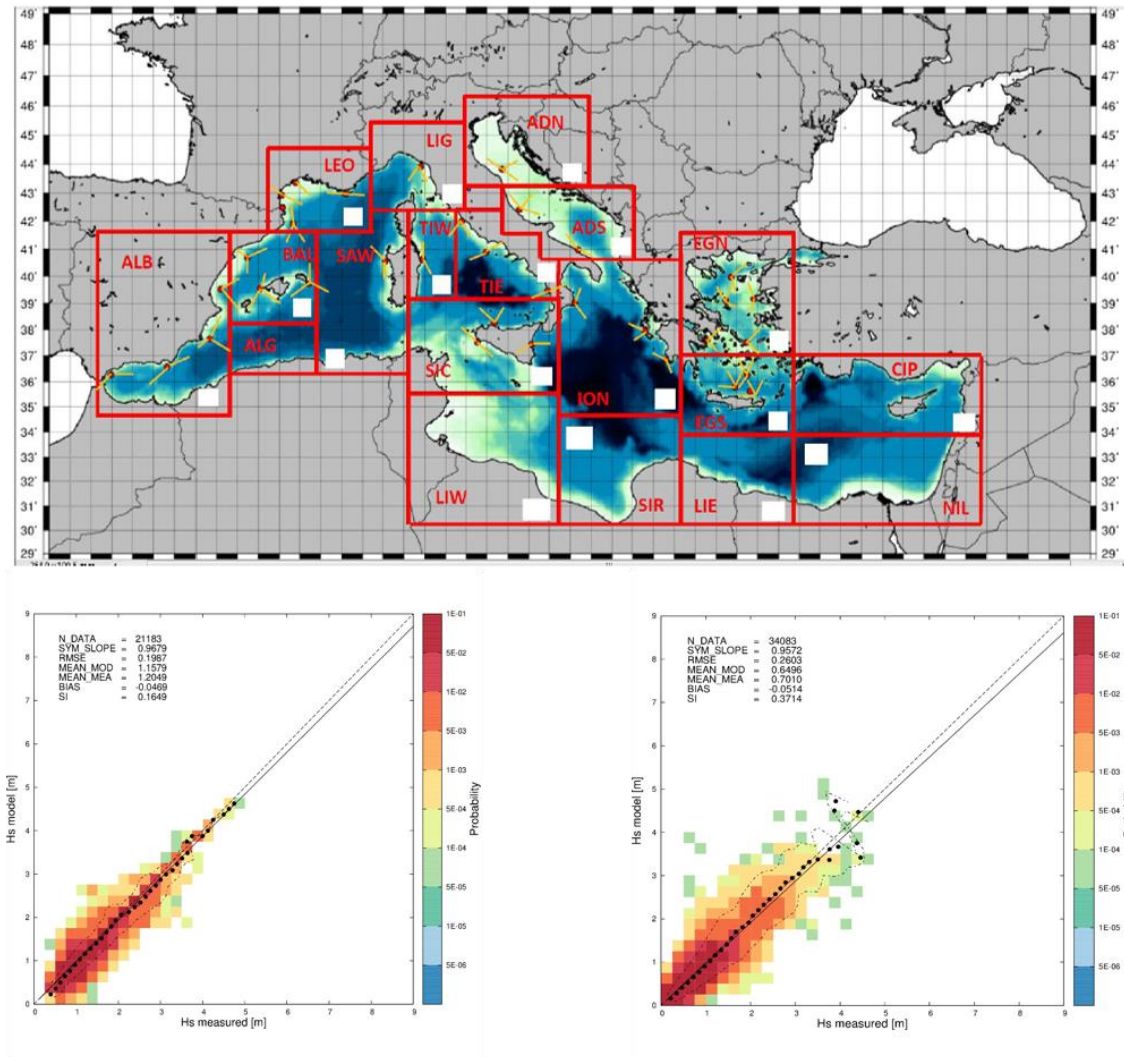




Figura 4-1 Dominio dei database di vento e onda (riquadro in alto), e *scatter plots* dell'altezza significativa d'onda per la sotto-regione dell'Adriatico del Sud (sinistra in basso; confronto tra dati modellati e dati da satellite) e per l'ondametro di Monopoli (destra in basso; confronto tra dati modellati e dati misurati *in-situ*)

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	10 of 266

4.2 DATABASE OCEANOGRAFICO: MODELLO DI CIRCOLAZIONE AD ALTA RISOLUZIONE

Nonostante la disponibilità di database oceanografici di media estensione temporale (dell'ordine di alcuni anni) ai fini della caratterizzazione marina, essi non sono stati ritenuti rappresentativi dell'area che sarà soggetta alle operazioni di scavo durante la messa in opera del gasdotto a causa della loro scarsa risoluzione spaziale. Si è quindi deciso, in accordo con SHELTER srl, di procedere alla caratterizzazione basandosi su un dataset più breve - seppur comprensivo di un intero anno di dati così da cogliere la variabilità annuale del sito – creato appositamente per il presente lavoro, ed implementato ad una risoluzione spaziale più adeguata allo scopo del progetto.

Esso è basato sul modulo idrodinamico ai volumi finiti a maglia non strutturata MIKE 3 FM, ed è diffusamente adottato a livello internazionale per svariati studi e applicazioni oceanografiche di mare aperto, costiere ed in ambienti estuarini. La discretizzazione orizzontale della presente implementazione (per la cui descrizione di dettaglio si rimanda al capitolo 5) usa una griglia combinata di elementi triangolari e quadrangolari (questi ultimi nell'area a maggior risoluzione del dominio, intorno alla zona dello scavo della trincea di alloggiamento del gasdotto), mentre la verticale è discretizzata attraverso una maglia ibrida composta da coordinate σ (fino alla batimetrica di 60 metri) e z (per le zone più profonde).



Il modello ad alta risoluzione è annidato in un modello di circolazione generale a più bassa risoluzione, *l'Adriatic Forecasting System*, sviluppato in modalità operativa dal 2003 dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), e attualmente mantenuto e distribuito dal Centro EuroMediterraneo per i Cambiamenti Climatici (CMCC).

Il modello di dettaglio è stato simulato per 14 mesi e validato con le osservazioni rese disponibili dal Consorzio TAP (*Appendix F del report R1638v0*). Per la validazione di dettaglio si rimanda al capitolo 5 e all'Allegato C.

4.3 DATI BATIMETRICI

I dati batimetrici a disposizione provengono da tre distinte fonti:

- A. Data-base di cartografia nautica digitale CM-93 [13];
- B. Rilievo a risoluzione di dettaglio a copertura di un'area di forma rettangolare dalle dimensioni di circa 1000mx1600m, centrato lungo il tracciato della condotta (Contours_Alt4_1m_20160106);
- C. Rilievo ad altissima risoluzione (0.5m) in corrispondenza del tracciato della condotta (ST13573_DTM_TAP_kp104.24_kp100.27_20140108).

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	11 of 266

Il data-base CM-93, fruibile tramite il *tool* specifico MIKE C-MAP [14] di DHI, è stato creato e viene continuamente aggiornato dall'azienda *Jeppesen*, ed i suoi dati possono essere direttamente importati nell'ambiente di lavoro dei codici di calcolo di DHI, consentendo quindi un'adeguata caratterizzazione batimetrica dell'area.

In Figura 4-2 sono mostrati i dati batimetrici C-MAP disponibili nel dominio del modello ad alta risoluzione, delimitato dalla linea continua nera.

In Figura 4-3 e in Figura 4-4 vengono invece mostrati i dati del rilievo di dettaglio (di cui al punto B sopraelencato) e del rilievo ad altissima risoluzione (di cui al punto C sopraelencato). In queste ultime due immagini l'area in bianco compresa tra le batimetriche tra i 20 e i 30 metri rappresenta l'area di scavo della trincea all'uscita del microtunnel.

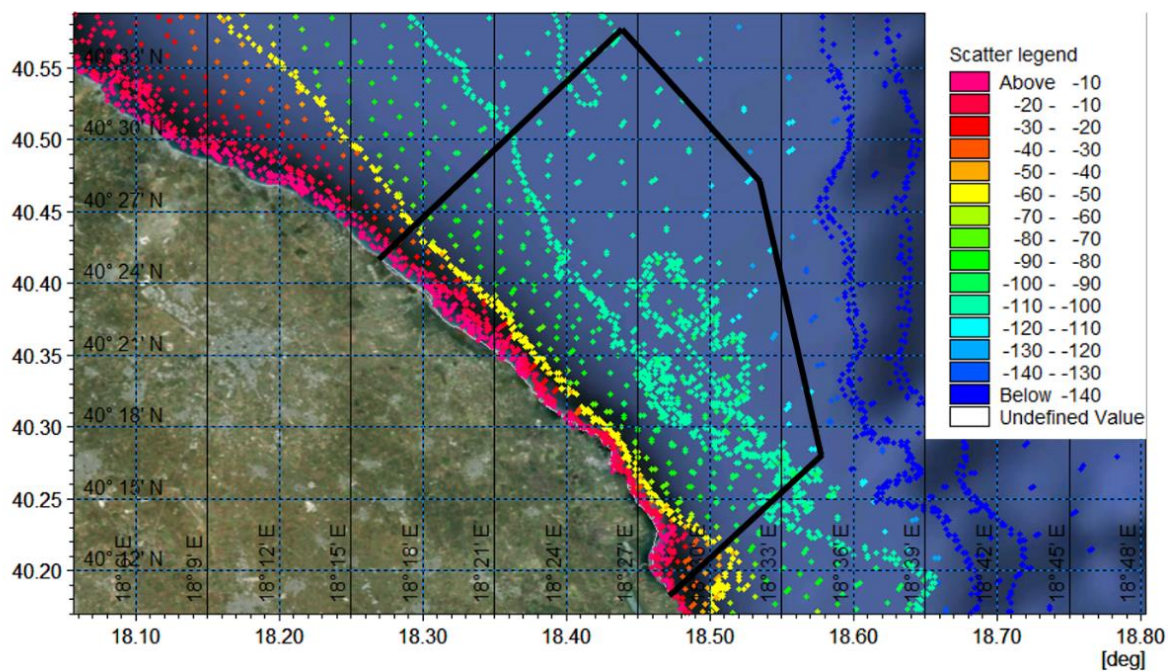




Figura 4-2 Dati batimetrici C-MAP disponibili nel dominio del modello ad alta risoluzione, delimitato dalla linea continua nera

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	12 of 266

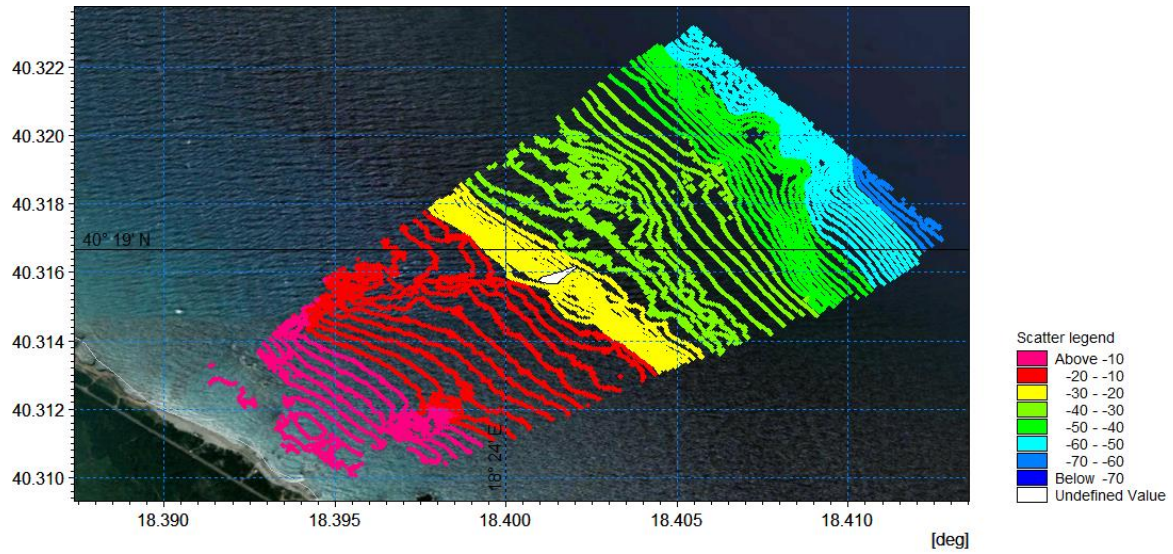


Figura 4-3 Dati di batimetria del rilievo di dettaglio. L'area in bianco compresa tra le batimetriche tra i 20 e i 30 metri rappresenta l'area di scavo della trincea all'uscita del microtunnel

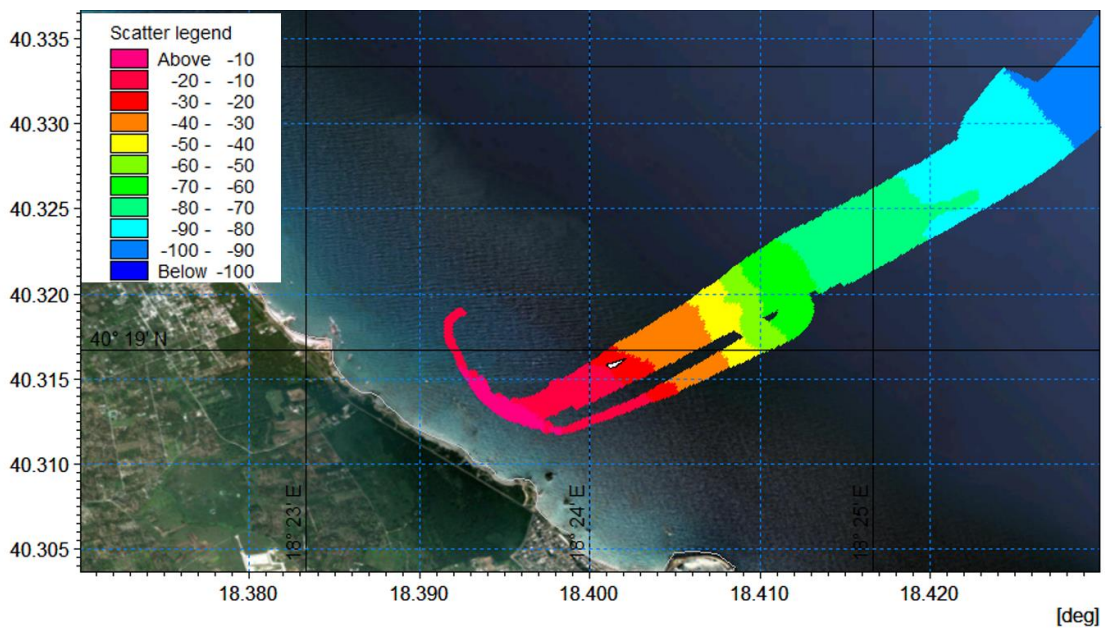




Figura 4-4 Dati di batimetrie del rilievo ad altissima risoluzione. L'area in bianco compresa tra le batimetriche tra i 20 e i 30 metri rappresenta l'area di scavo della trincea all'uscita del microtunnel

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	13 of 266

4.4 DATI E CARATTERIZZAZIONE GRANULOMETRICA

Nel mese di novembre 2016 sono stati effettuati da parte di *FUGRO Oceansismica SPA* due carotaggi lungo la parte in trincea del tracciato della pipeline, in seguito analizzati da equipe specializzata dell'Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale (OGS).

In Tabella 4-1 sono riportate le specifiche esatte dei carotaggi, mentre Figura 4-5 ne mostra la posizione (punti rossi nella mappa).

Tabella 4-1 Specifiche dei carotaggi effettuati da *FUGRO Oceansismica SPA*

ID Carota	Data	Orario	Longitudine	Latitudine
BSV10	22-11-2016	10:12:37	18.400731°E	40.315436°N
BSV12	22-11-2016	12:27:42	18.401260°E	40.315754°N

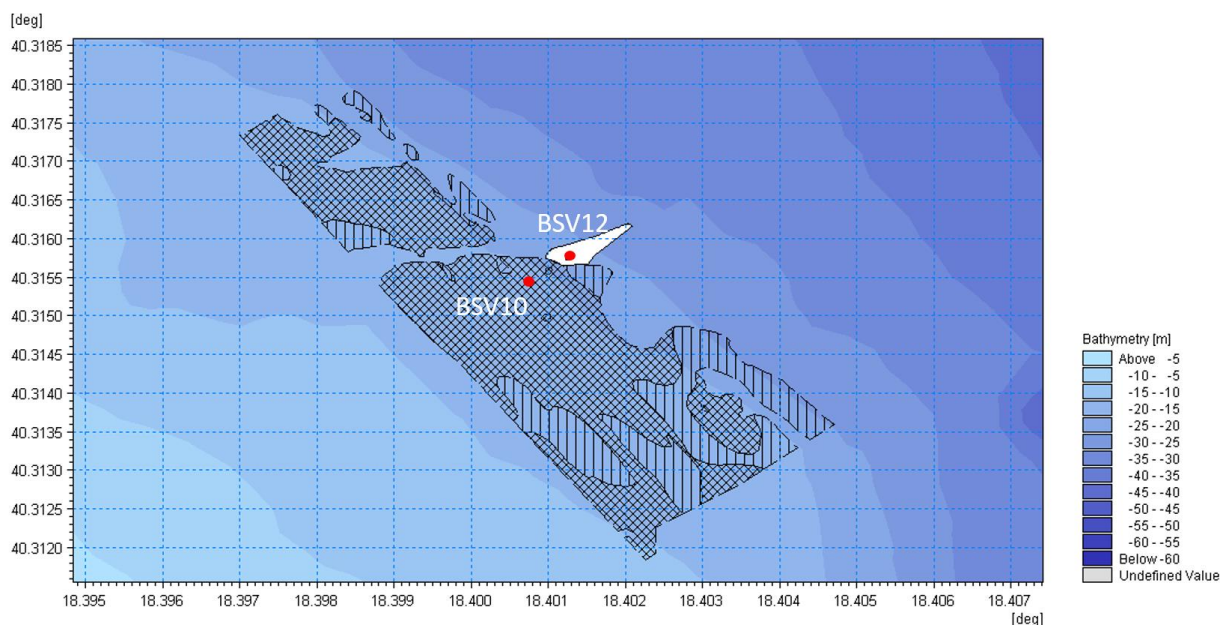




Figura 4-5 Posizione dei carotaggi effettuati

Si riportano di seguito in forma tabellare i risultati delle analisi effettuate sulle carote. Le prime due righe di Tabella 4-2 e Tabella 4-4 riportano rispettivamente le classi di sedimento in termini di diametri (in μm) e secondo la classificazione logaritmica della scala ϕ di Krumbein. Le colonne dalla 4 alla 9 di Tabella 4-3 e Tabella 4-5 riportano rispettivamente: diametro medio (scala ϕ),

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	14 of 266

classazione (scala ϕ), asimmetria (adimensionale), appuntimento (Kurtosis, adimensionale), primo percentile (in μm), mediana (in μm).

La prima colonna di tutte le tabelle indica la profondità del concio di carota in centimetri. Dove non diversamente specificato i valori sono in termini percentuali.



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	15 of 266

Tabella 4-2 Risultati granulometrici delle analisi sul campione numero 1

μ	1410	1000	710.0	500.0	350.0	250.0	177.0	125.0	88.0	62.5	44.0	31.0	22.1	15.6	11.0	7.8	5.524	3.900	2.762	2.000	1.381	0.980	0.691	0.490	>0.49		
Φ	-0.50	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00	10.50	11.00	>11.00	50 μ	
BSV10_0-50	0.72	0.96	0.31	0.65	6.60	20.63	31.72	26.46	10.88	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BSV10_50-100	0.06	0.04	0.03	0.04	3.50	18.07	34.56	30.78	11.90	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BSV10_100-150	1.90	2.83	2.79	3.71	8.91	18.52	25.64	22.48	11.34	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BSV10_150-200	1.00	1.52	1.39	2.44	8.05	18.49	26.74	24.44	13.16	2.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BSV10_300-350	0.93	1.46	0.95	1.20	6.07	16.80	26.82	26.43	15.45	3.88	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
BSV10_450-500	1.28	2.40	2.99	3.96	7.94	16.18	23.99	23.48	14.00	3.77	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01

Tabella 4-3 Caratteristiche del campione numero 1

	% sand	% silt	% clay 4 μ	Mz P	Sort P	Sk	Kg	C μ	Md μ	clay 2 μ	Descrizione
BSV10_0-50	100.0	0.0	0.0	2.30	0.64	-0.05	1.01	1277	200.6	0.0	sabbia moderatamente classata
BSV10_50-100	100.0	0.0	0.0	2.40	0.55	0.00	0.97	461	188.3	0.0	sabbia moderatamente classata
BSV10_100-150	100.0	0.0	0.0	2.14	0.92	-0.23	1.23	1667	214.5	0.0	sabbia moderatamente classata
BSV10_150-200	100.0	0.0	0.0	2.29	0.77	-0.13	1.07	1415	200.3	0.0	sabbia moderatamente classata
BSV10_300-350	100.0	0.0	0.0	2.40	0.73	-0.10	1.03	1391	186.7	0.0	sabbia moderatamente classata
BSV10_450-500	100.0	0.0	0.0	2.24	0.92	-0.22	1.16	1525	200.6	0.0	sabbia moderatamente classata





 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	16 of 266

Tabella 4-4 Risultati granulometrici delle analisi sul campione numero 2

μ	1410	1000	710.0	500.0	350.0	250.0	177.0	125.0	88.0	62.5	44.0	31.0	22.1	15.6	11.0	7.8	5.524	3.900	2.762	2.000	1.381	0.980	0.691	0.490	>0.49	
Φ	-0.50	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00	10.50	11.00	>11.00	50 μ
BSV12 0-50	4.45	5.77	7.80	10.73	13.56	15.15	14.33	10.68	6.07	2.81	1.43	1.04	0.84	0.64	0.53	0.51	0.53	0.55	0.54	0.50	0.45	0.41	0.39	0.32	0.10	0.92
BSV12 50-100	6.44	9.38	11.69	13.28	14.00	14.01	12.74	9.14	4.54	1.39	0.36	0.38	0.45	0.34	0.23	0.22	0.25	0.26	0.25	0.22	0.18	0.16	0.10	0.00	0.00	0.23
BSV12 100-150	6.40	7.06	6.21	5.81	7.74	12.39	16.58	15.49	9.47	3.55	0.94	0.77	1.02	0.89	0.65	0.57	0.63	0.70	0.71	0.64	0.55	0.47	0.43	0.34	0.10	0.60
BSV12 150-200	4.56	5.34	5.18	5.13	6.99	12.04	17.45	17.62	11.68	4.76	1.17	0.63	0.94	0.90	0.66	0.55	0.62	0.70	0.71	0.64	0.53	0.45	0.42	0.34	0.17	0.75
BSV12 200-250	7.21	10.29	11.05	9.66	8.37	9.77	12.58	12.39	8.18	3.39	0.92	0.56	0.75	0.70	0.52	0.44	0.46	0.50	0.50	0.45	0.39	0.35	0.33	0.27	0.08	0.59

Tabella 4-5 Caratteristiche del campione numero 2

	% sand	% silt	% clay 4 μ	Mz P	Sort P	Sk	Kg	C μ	Md μ	clay 2 μ	Descrizione
BSV12 0-50	91.3	6.1	2.7	1.75	1.63	0.14	1.40	1850	296.5	1.7	sabbia pelitica mal classata
BSV12 50-100	96.6	2.5	0.9	1.32	1.28	0.02	0.91	1895	398.0	0.4	sabbia pelitica mal classata
BSV12 100-150	90.6	6.2	3.2	1.89	1.86	0.00	1.50	1895	228.1	1.9	sabbia pelitica mal classata
BSV12 150-200	90.6	6.2	3.2	2.10	1.76	-0.01	1.68	1854	201.9	1.9	sabbia pelitica mal classata
BSV12 200-250	92.8	4.8	2.4	1.59	1.73	0.08	1.04	1906	313.1	1.4	sabbia pelitica mal classata

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	17 of 266

La Tabella 4-2 e la Tabella 4-3 si riferiscono al primo campione estratto ed analizzato (BSV10), mentre la Tabella 4-4 e la Tabella 4-5 fanno riferimento al secondo campione (BSV12). Assumendo fine il materiale di granulometria inferiore a $63 \mu m$ (ovvero materiale corrispondente a limi e argille) si evince dalle tabelle che il primo campione (BSV10) è costituito nella sua totalità da sedimenti normalmente classificati come sabbie e non presenta tracce di materiale fine.

Diversa è la situazione del campione BSV12, che presenta invece una quantità di sabbie pari al 92.4% del totale, una quantità di limi pari a circa il 5.1% ed una quantità di argille pari a circa il 2.5%. Questi valori sono ottenuti mediando i valori percentuali rispettivamente nella seconda, terza e quarta colonna di Tabella 4-5. Il materiale fine, soggetto a fenomeni avvevivi-dispersivi, risulta quindi qui essere presente per il 7.6% del campione totale, nelle proporzioni di circa 1/3 argille e 2/3 limi.

In virtù della posizione del punto di uscita del microtunnel e della localizzazione dell'area che sarà oggetto della movimentazione dei sedimenti costituenti il fondale, il campione BSV12 è rappresentativo della totalità dell'area di intervento.

4.5 CARATTERIZZAZIONE METEOMARINA E OCEANOGRAFICA

Nel presente paragrafo sono presentati I risultati delle analisi della caratterizzazione meteomarina del sito di interesse per quanto riguarda i campi di:

- Vento
- Onda
- Corrente
- Temperatura
- Salinità

In Tabella 4-6 sono riportate le caratteristiche principali dei database utilizzati e la localizzazione dei punti per i quali è stata effettuata l'analisi meteomarina. Le profondità indicate in tabella si riferiscono a quelle dei modelli numerici alla base dei dataset.

La Figura 4-6 mostra la posizione dei punti di estrazione dei database di vento e onda (in color arancio nella mappa) e di circolazione (in rosso nella mappa). Questi ultimi sono stati estratti in corrispondenza del punto di uscita del gasdotto dal micro-tunnel (da ora in avanti *exit point*). Per motivi di risoluzione, invece, i dati di onda e vento sono stati estratti nel centro della cella di calcolo del database MWM più prossima all'*exit point*.



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	18 of 266

Tabella 4-6 Caratteristiche dei dataset e dei punti di estrazione dei dati

	Dataset	Periodo di analisi	Longitudine	Latitudine	Altezza/batimetrica	Freq.
Parametri di vento	MWM	Gen 1979- Dic 2015	18.39800°	40.31700°N	10m	1 ora
Parametri di onda	MWM	Gen 1979- Dic 2015	18.39800°	40.31700°N	-26m	1 ora
Parametri di circolazione	Mike FM ad alta risoluzione	Feb 2013- Gen 2014	18.401224°	40.315719°N	-21m	1 ora

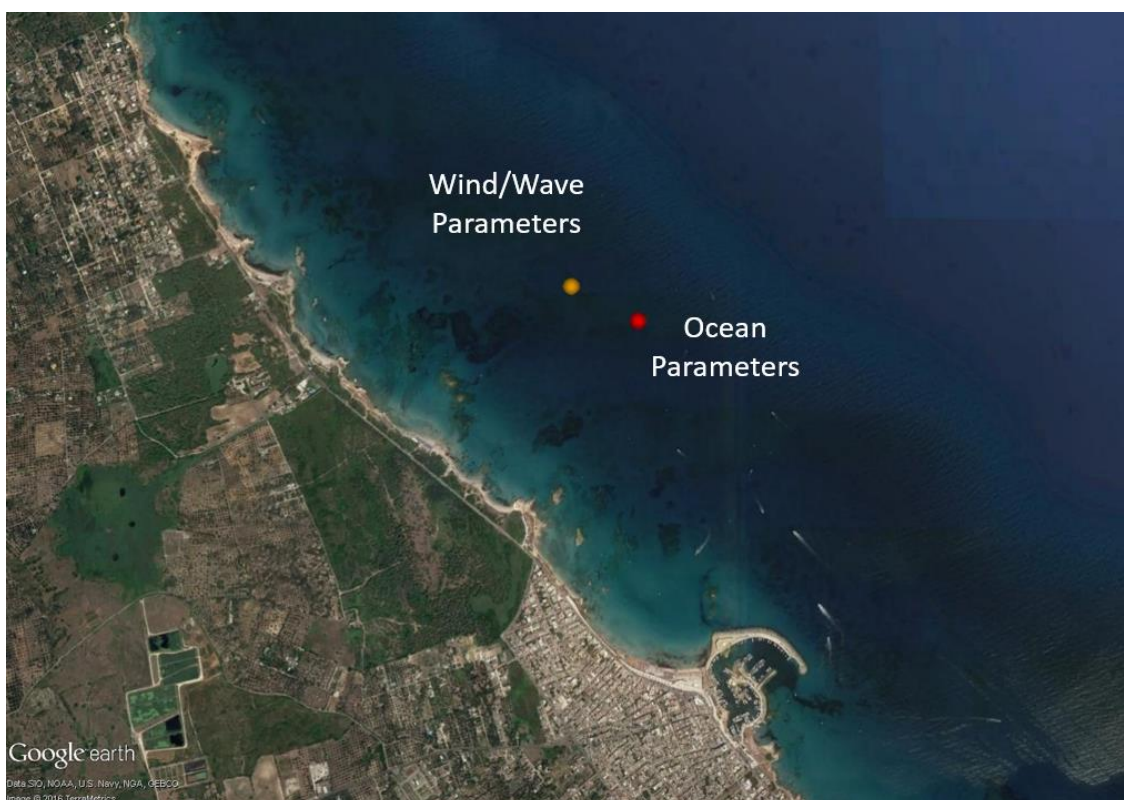




Figura 4-6 Posizione dei punti di estrazione delle principali variabili meteomarine e oceanografiche dai database di onda, vento e circolazione

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	19 of 266



4.5.1 VENTO

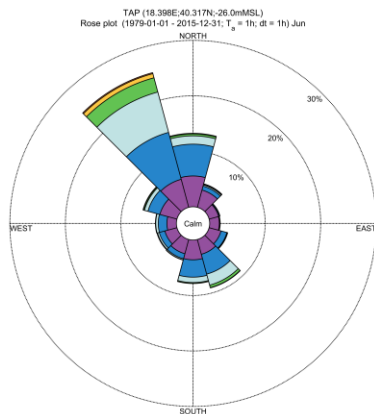
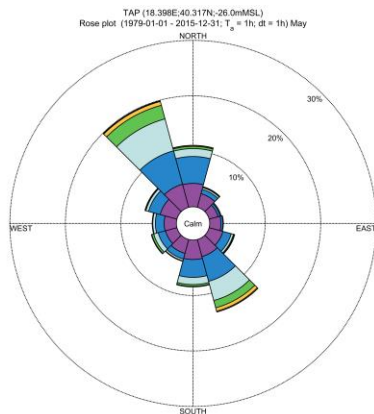
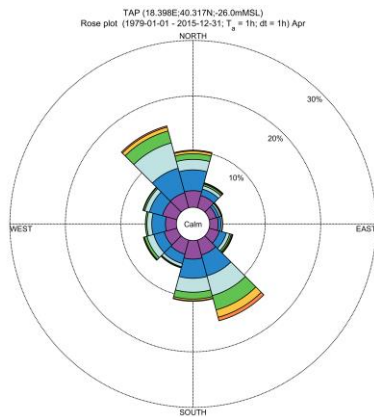
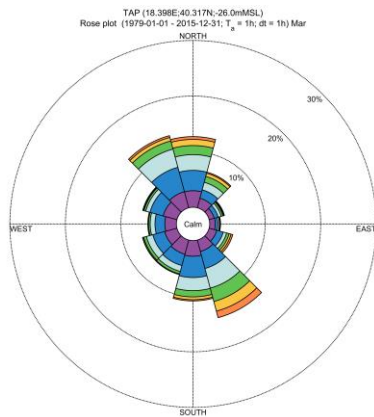
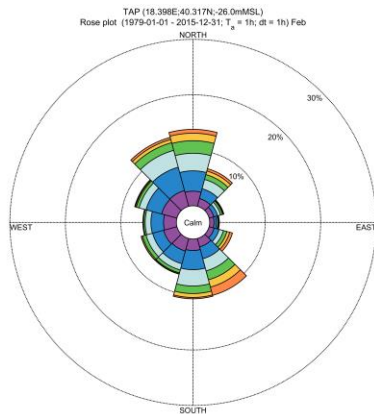
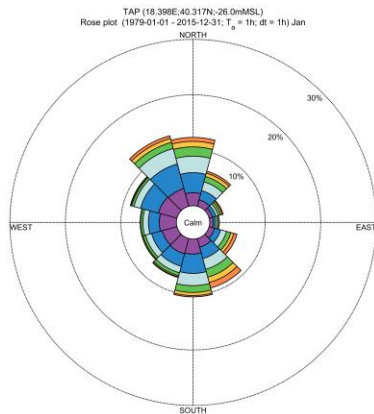
Le immagini di Figura 4-7 e Figura 4-8 presentano le rose del vento rappresentative dell'area. I dati sono raggruppati rispettivamente su base mensile e annuale. Le direzioni delle rose si riferiscono alle direzioni di provenienza dei venti.



Come evidenziano le figure, i venti maggiormente rappresentativi soffiano nelle direzioni N-S e NNO-SSE, in entrambi i versi.

Nei mesi tardo autunnali e di inizio inverno (da novembre a febbraio) la distribuzione dei venti è simmetrica, e le direzioni N-S e NO-SE presentano intensità e probabilità di accadimento molto simili, in entrambi i versi del flusso. A partire dal mese di marzo si osserva una lieve tendenza del vento a ruotare di circa 30° in senso antiorario, più evidente in aprile e maggio, che rende così la direttrice NO-SE quella maggiormente probabile. Passati questi mesi transitori si osserva nei mesi più tipicamente estivi di giugno, luglio e agosto la scomparsa della componente di SE-NO, che lascia il campo a venti che soffiano lungo la stessa direttrice, ma quasi esclusivamente provenienti da NO, con una contestuale diminuzione dell'intensità dei picchi di velocità. Infine nei mesi di settembre e ottobre, nuovamente da considerarsi di transizione per quanto riguarda le condizioni ventose, diminuiscono i venti da NO e le condizioni generali tendono a riallinearsi a quelle del periodo novembre-febbraio, con maggiore variabilità direzionale e simile probabilità di flusso tra le direttrici N-S e NO-SE.

I periodi più energetici sono inverno, inizio primavera e tardo autunno. L'intensità del vento a 10m dalla superficie marina raggiunge molto raramente valori superiori ai 12m/s, con punte estreme di 22-24 m/s (maggiori dettagli in Allegato D).

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	20 of 266



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 21 of 266

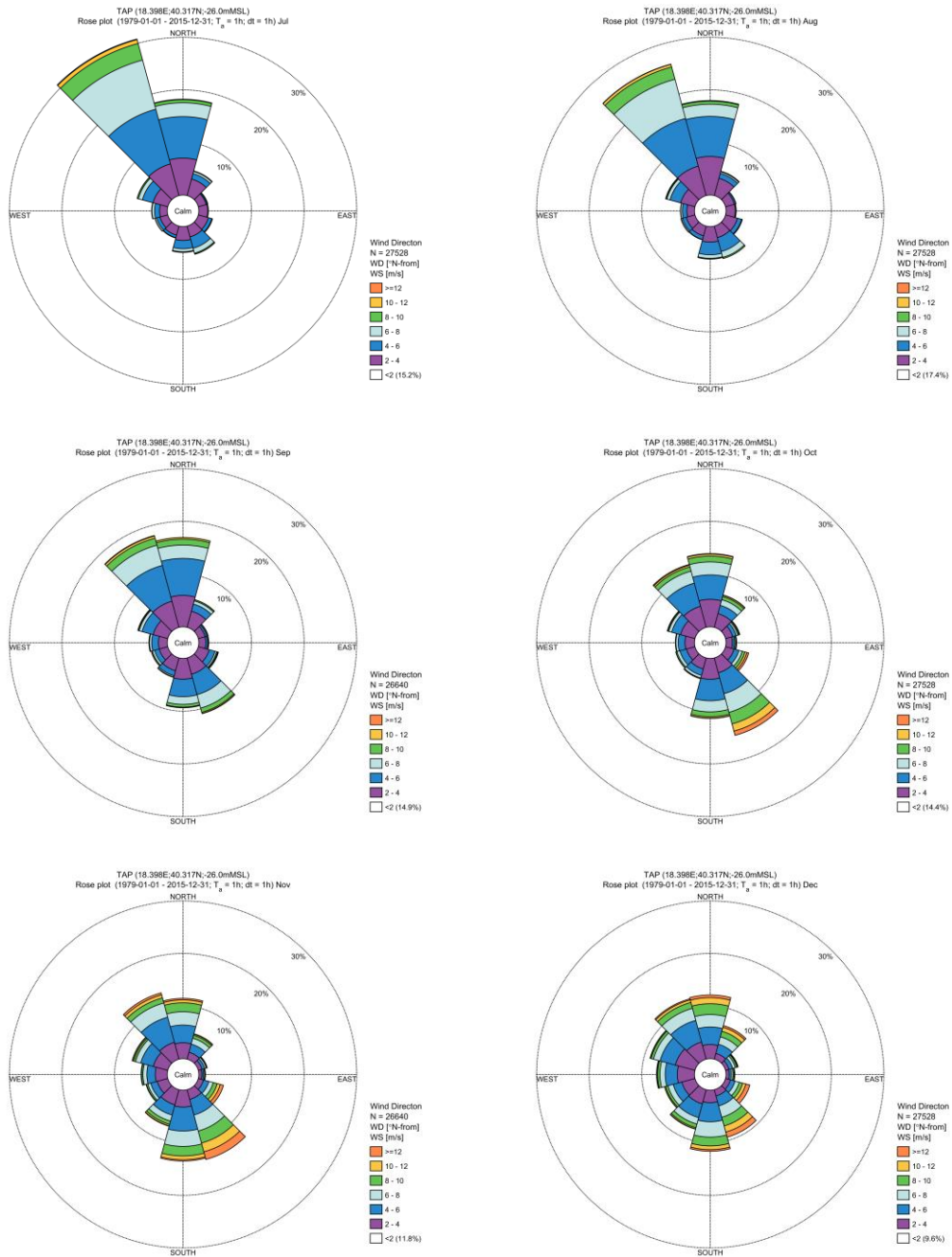




Figura 4-7 Rose dei venti su base mensile (direzione di provenienza)

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	22 of 266

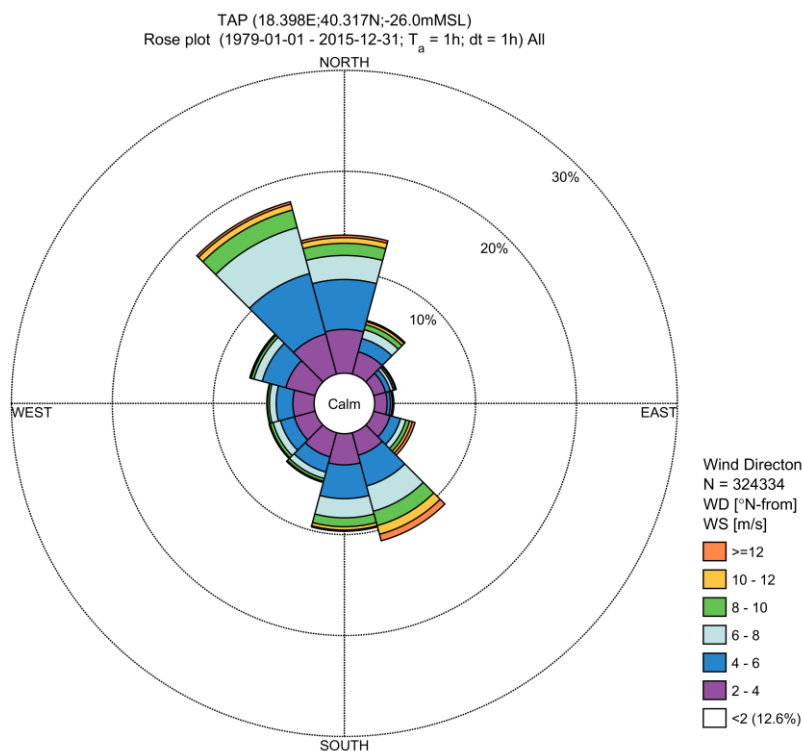




Figura 4-8 Rose dei venti su base annuale (direzione di provenienza)

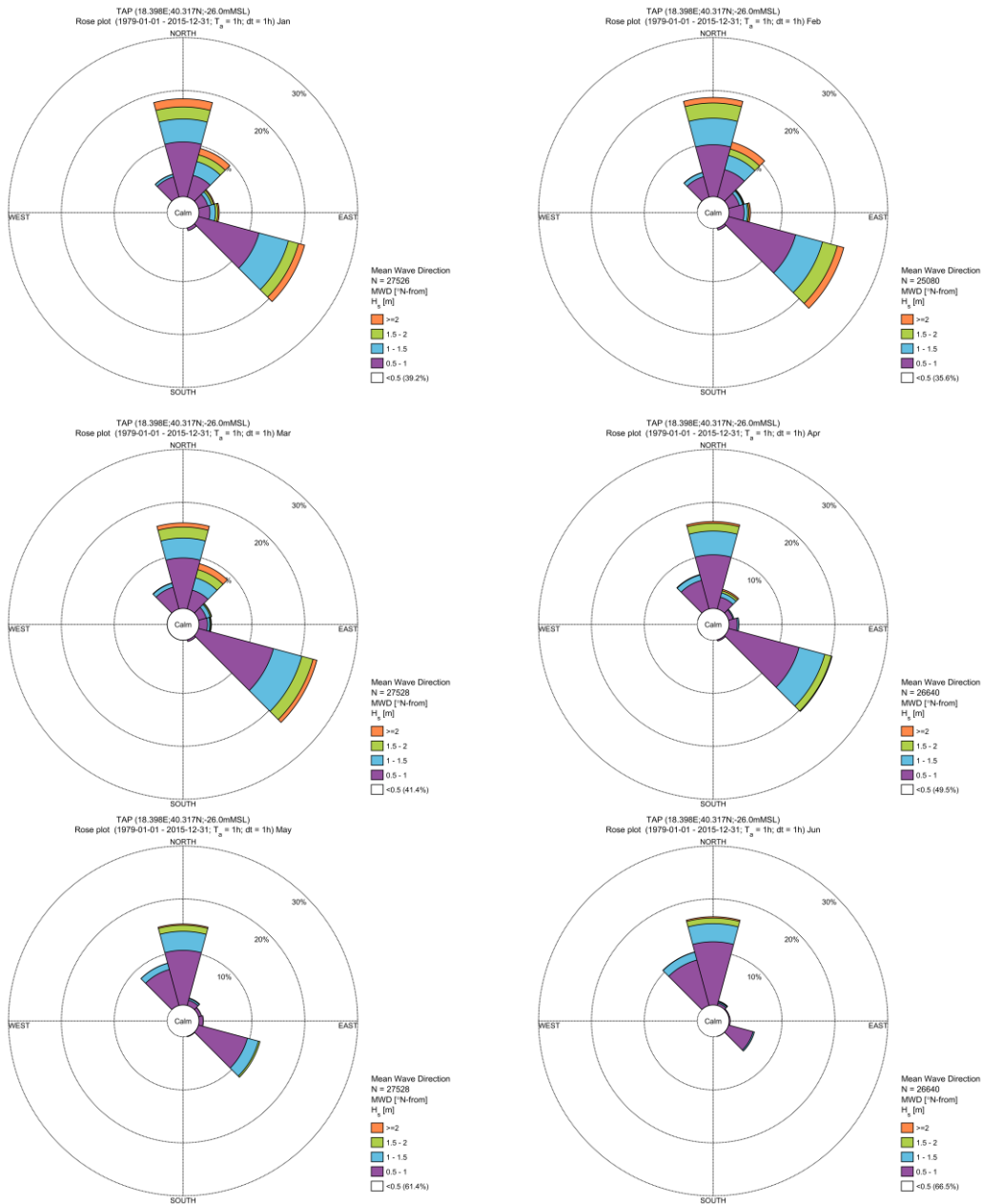
4.5.2 ONDA



Le immagini di Figura 4-9 e Figura 4-10 mostrano le rose delle onde rappresentative dell'area oggetto di scavo della trincea di alloggiamento del gasdotto. I dati sono raggruppati rispettivamente su base mensile e annuale. Le direzioni delle rose si riferiscono alle direzioni di provenienza delle onde. L'altezza a cui si fa riferimento è l'altezza significativa.

Come mostrano le figure, le direzioni più probabili per le onde sono lungo le direttrici N-S e SSE-NNO, ed i periodi più energetici sono inverno e tardo autunno. Nei mesi tardo autunnali e invernali (novembre-marzo), infatti, le onde presentano altezze significative decisamente maggiori rispetto al resto dell'anno, in particolare ai mesi di transizione tra inverno ed estate e ai mesi estivi. Tra novembre e marzo le onde predominanti provengono da nord e da sud est, con altezze significative anche superiori ai 2m, e, in alcuni rarissimi casi con massimi dell'ordine dei 3.5m. Seppur meno probabile, non è da trascurare il campo d'onda proveniente da NE (30°), che presenta frequenza e intensità massime da dicembre a marzo, riducendosi significativamente ad aprile, fino quasi a scomparire da maggio a settembre. Nei mesi estivi – giugno, luglio e agosto – l'unico segnale d'onda significativo proviene da Nord, e, in misura assai minore da Nord-Ovest. In questo periodo la “calma” (altezze d'onda qui assunte inferiori a 0.5m) copre circa il 65% del tempo. Infine nei mesi di transizione di settembre e ottobre comincia a ripresentarsi il campo d'onda proveniente da Sud-Est, dapprima moderatamente, per poi diventare predominante nel mese di ottobre.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	23 of 266

Da notare che mentre quest'ultima direzione si presenta tra ottobre e aprile-maggio, la direzione di provenienza da Nord presenta una maggior persistenza durante tutto l'anno, alla quale è però associata da una minore energia del moto ondoso.



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	24 of 266

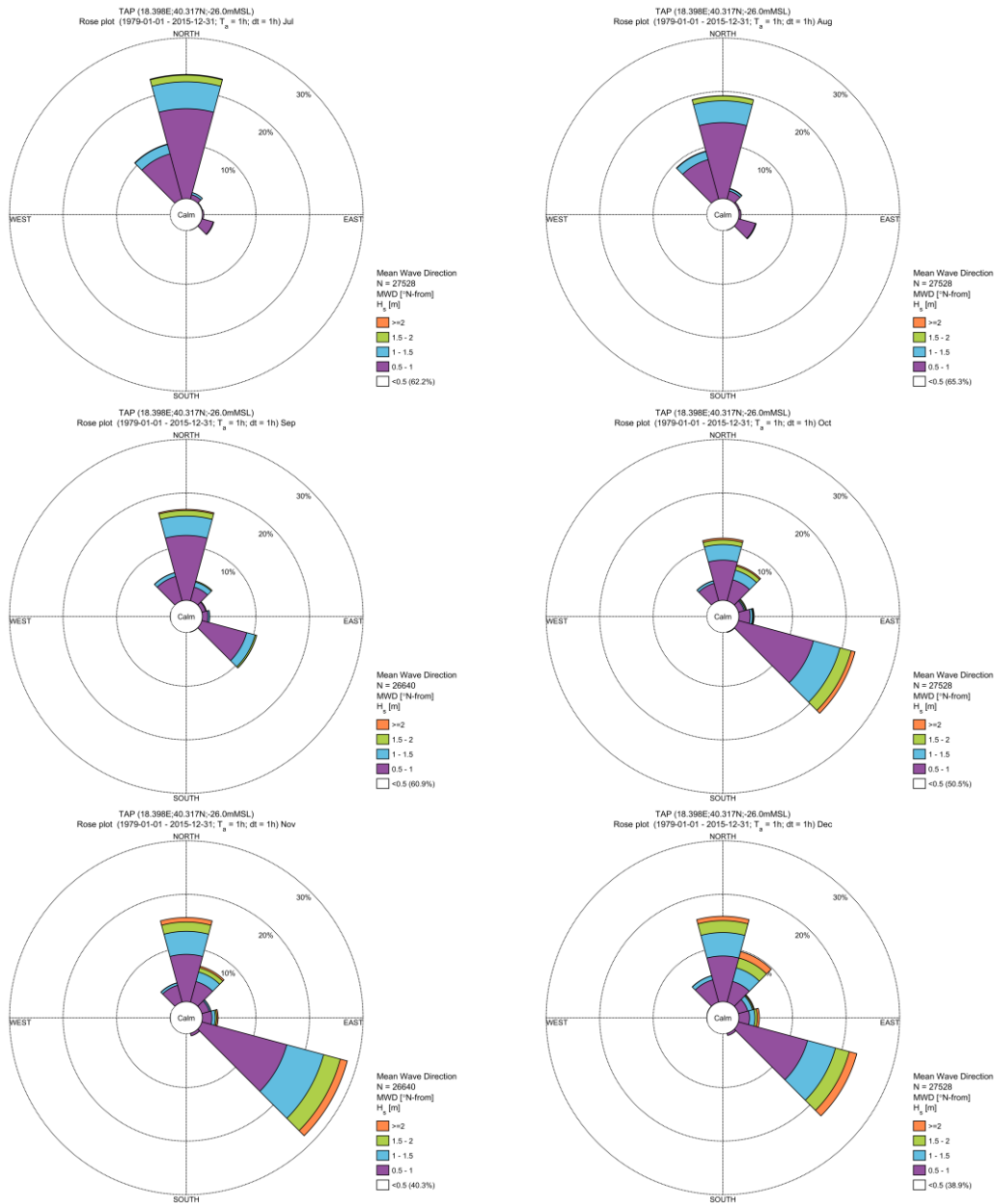




Figura 4-9 Rose delle onde su base mensile (direzione di provenienza)

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	25 of 266

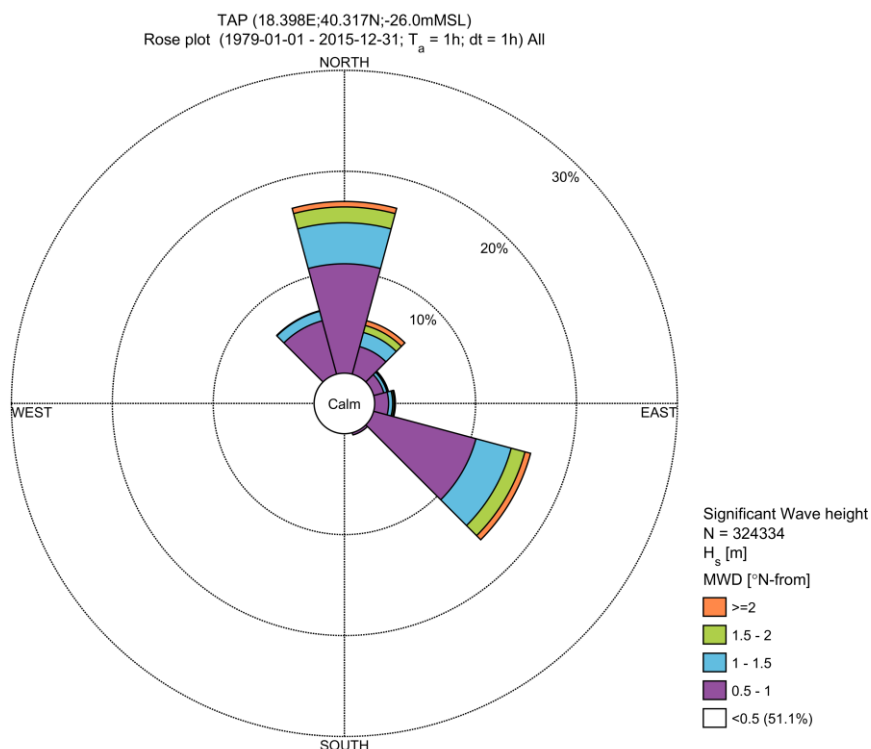


Figura 4-10 Rose delle onde su base annuale (direzione di provenienza)



4.5.3 CORRENTE

La Figura 4-11 mostra le serie temporali di intensità (riquadro in alto) e direzione della corrente (riquadro in basso) per il periodo febbraio 2013-gennaio 2014 per tre profondità di riferimento: superficie, fondo, e metà della colonna d'acqua (rispettivamente linee nera, verde e rossa). I dati sono relativi al punto di uscita del micro-tunnel (Figura 4-6). Seguendo la convenzione sulle correnti (opposta a quella adottata universalmente per la rappresentazione di vento e onda), le direzioni mostrate sono quelle verso cui la corrente scorre.

E' evidente dalla Figura 4-10 come le correnti più rappresentative dell'area soggetta agli scavi siano dirette verso sud, in direzione NNO-SSE. Inversioni della corrente sono frequenti, nonostante la risultante corrente sia mediamente meno intensa e duratura.

L'intensità della corrente si presenta generalmente piuttosto variabile, e raggiunge spesso valori compresi fra i 40 cm/s e gli 80 cm/s in superficie, e tra i 20 cm/s e 40 cm/s negli strati più profondi, in prossimità del fondale. I valori medi della corrente sono di circa 19 cm/s, 14 cm/s e 11 cm/s rispettivamente in superficie, a profondità medie della colonna, e in prossimità del fondale.

I mesi maggiormente energetici sono marzo e giugno, mentre agosto, settembre e dicembre sono quelli meno energetici.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	26 of 266

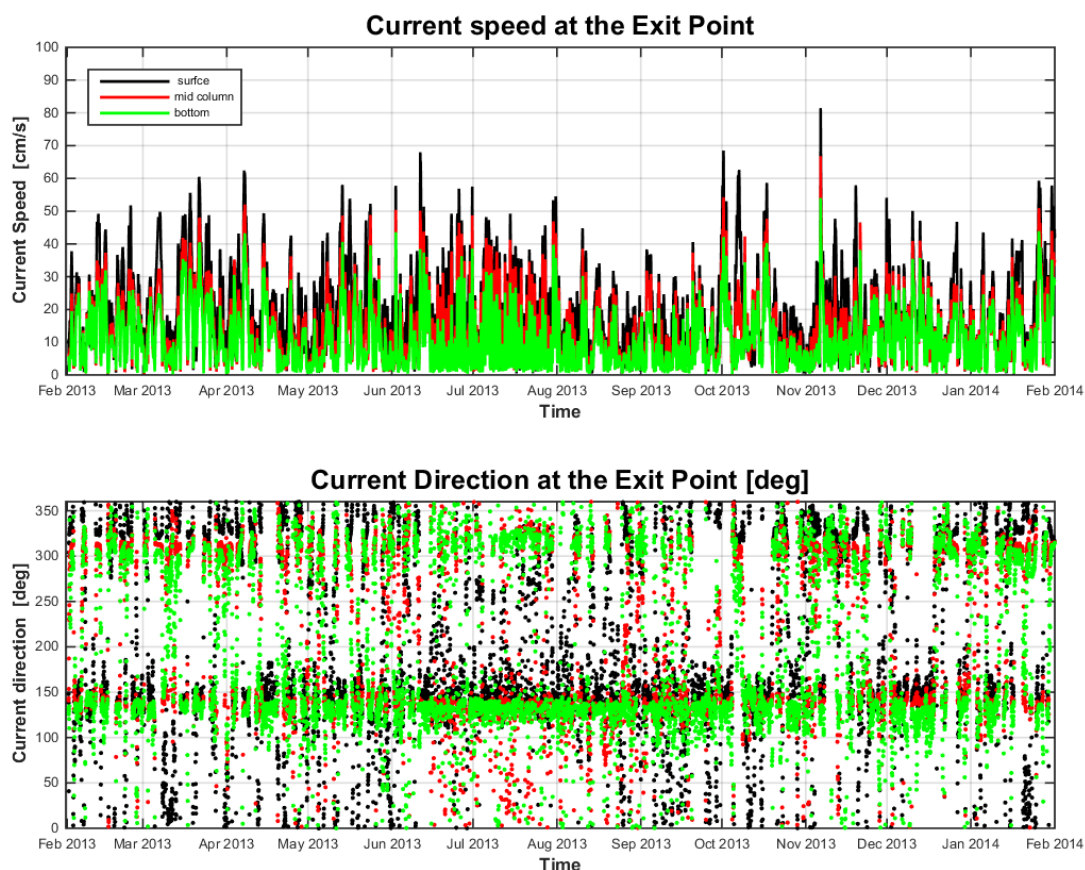




Figura 4-11 Serie temporale di intensità (riquadro in alto) e direzione (riquadro in basso) della corrente nel periodo Febbraio 2013 – Gennaio 2014 in superficie (nero), sul fondo (verde) e a metà della colonna d’acqua (rosso). Le direzioni mostrano il verso in cui la corrente è diretta

Le immagini sotto riportate mostrano, invece, le rose delle correnti lungo la colonna d’acqua, alle tre profondità di riferimento di cui sopra. Come per quanto riguarda vento e onde i dati sono stati analizzati sia su base mensile che su base annuale.

L’analisi delle rose delle correnti conferma quanto già evidenziato dall’analisi delle serie temporali di intensità e direzione delle stesse mostrata in Figura 4-11. In aggiunta, attraverso l’analisi delle rose emerge chiaramente una tendenza della corrente alla rotazione in senso antiorario a profondità crescenti lungo la colonna d’acqua. In prossimità del fondo essa si attenua sensibilmente rispetto alla superficie, e i flussi lungo la direttrice NNO-SSE tendono a disporsi in direzione più perpendicolare alla costa, con maggiore probabilità di flusso verso regioni di mare aperto.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 27 of 266

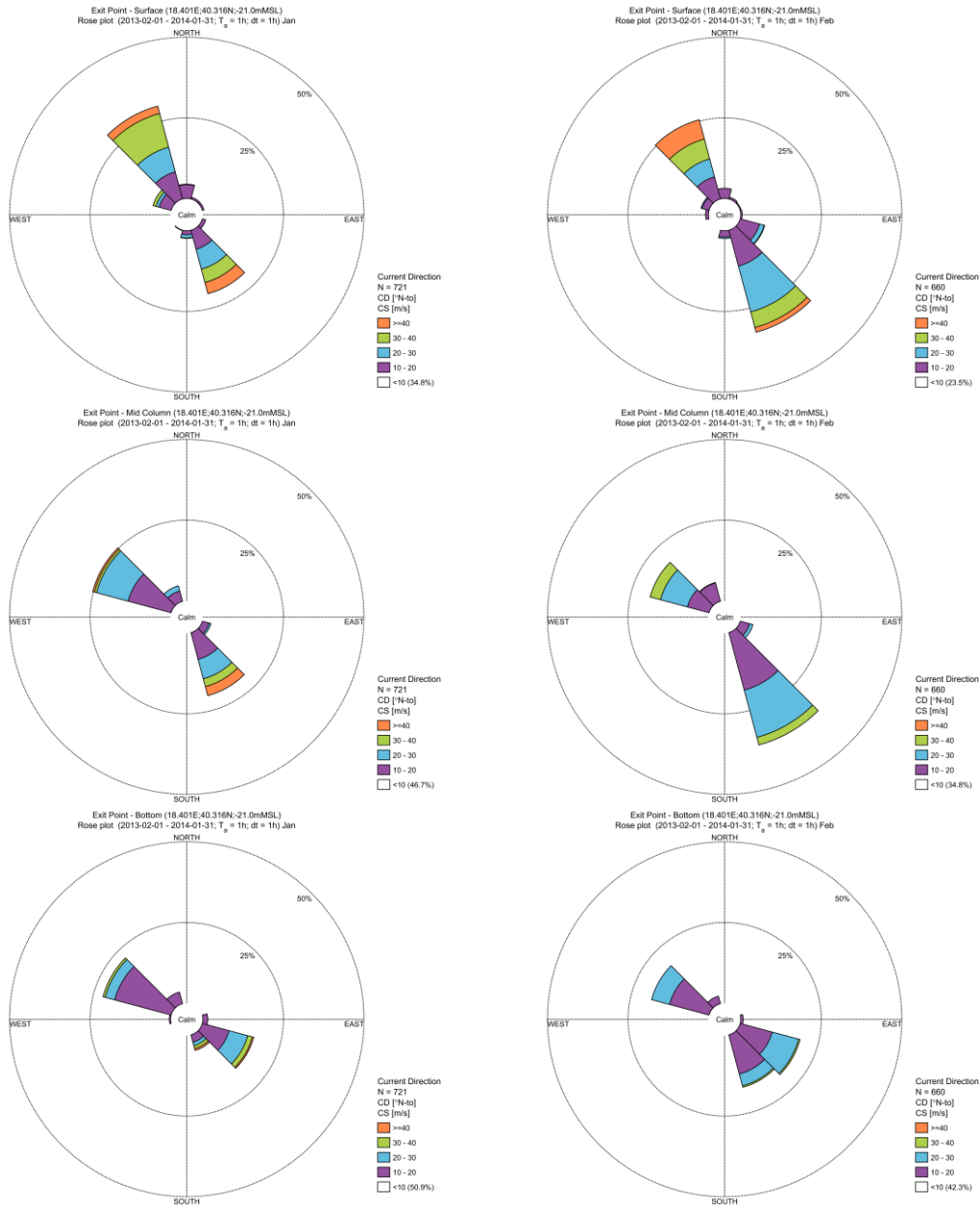




Figura 4-12 Rose delle correnti per i mesi di gennaio (sinistra) e febbraio (destra) alle tre profondità di riferimento (superficie, metà colonna, fondo)

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 28 of 266

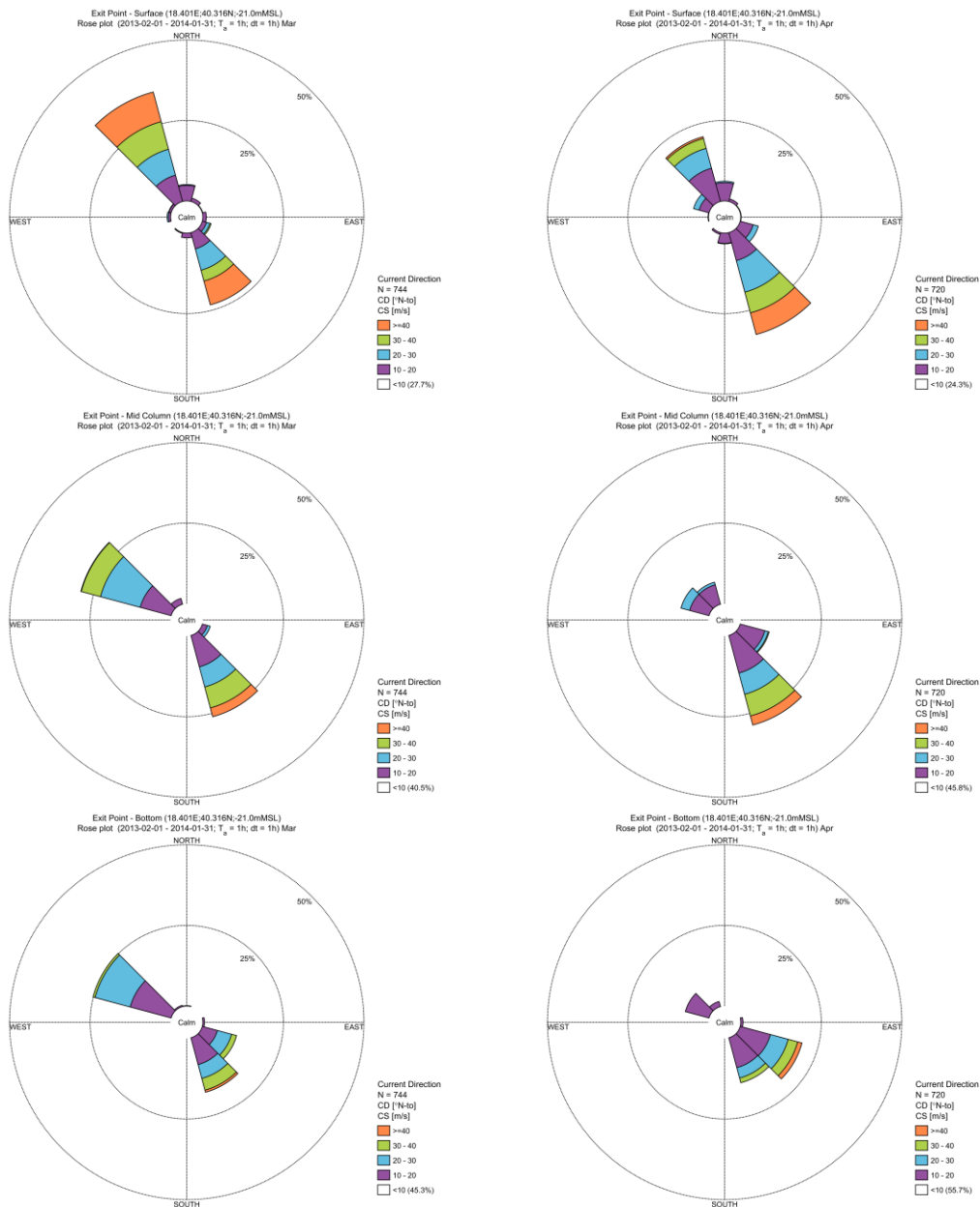




Figura 4-13 Rose delle correnti per i mesi di marzo (sinistra) e aprile (destra) alle tre profondità di riferimento (superficie, metà colonna, fondo)

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	29 of 266

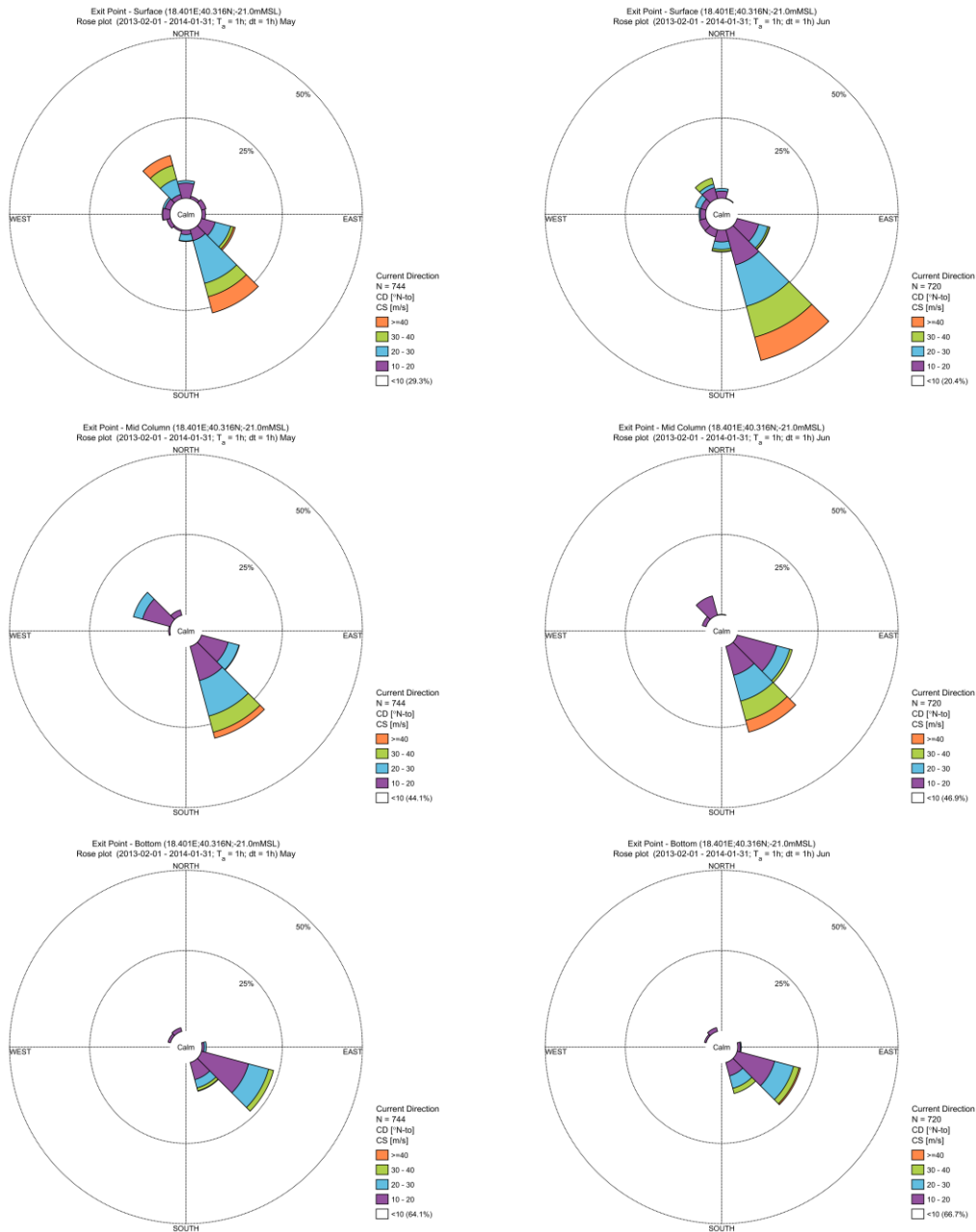




Figura 4-14 Rose delle correnti per i mesi di maggio (sinistra) e giugno (destra) alle tre profondità di riferimento (superficie, metà colonna, fondo)

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	30 of 266

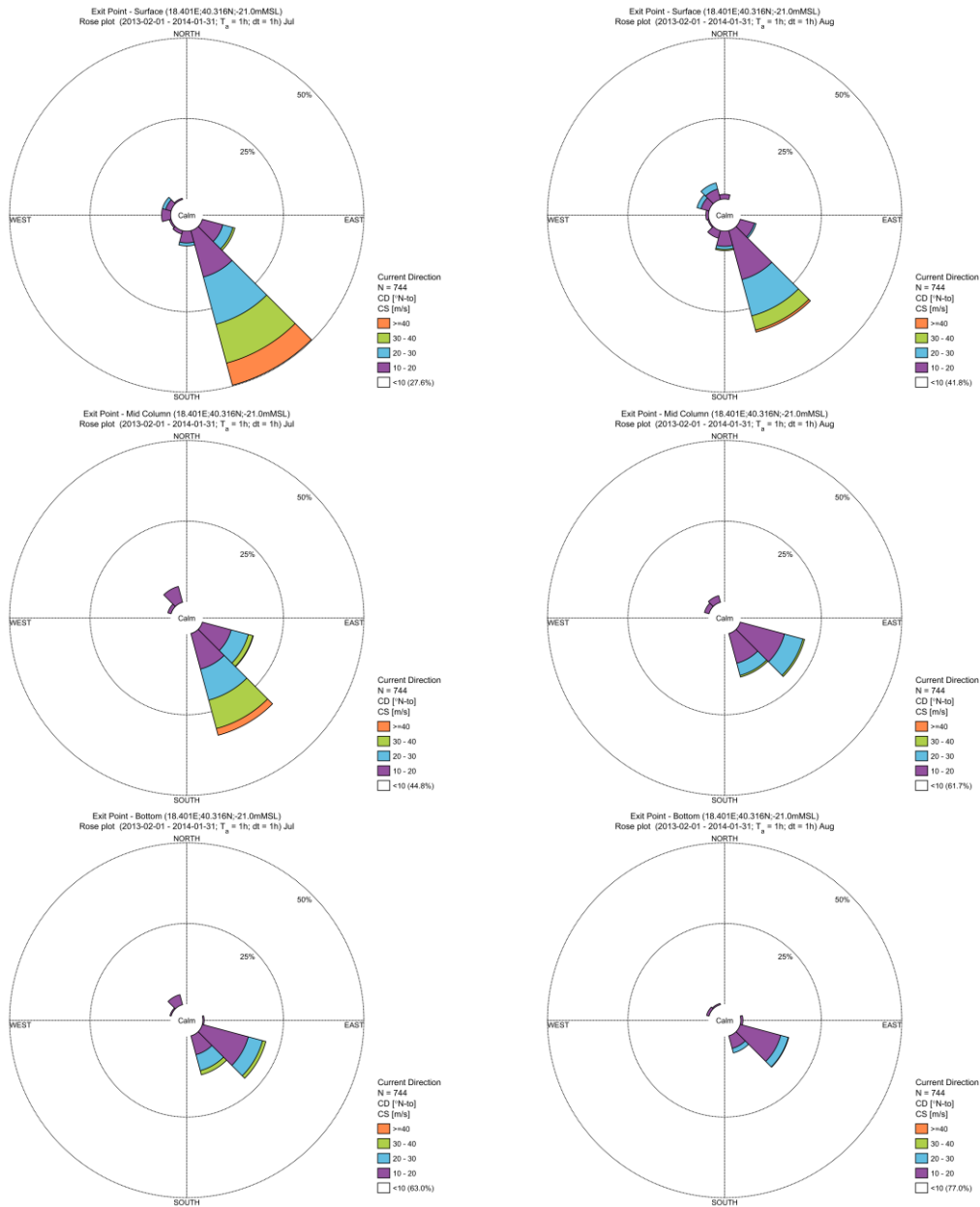




Figura 4-15 Rose delle correnti per i mesi di luglio (sinistra) e agosto (destra) alle tre profondità di riferimento (superficie, metà colonna, fondo)

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 31 of 266

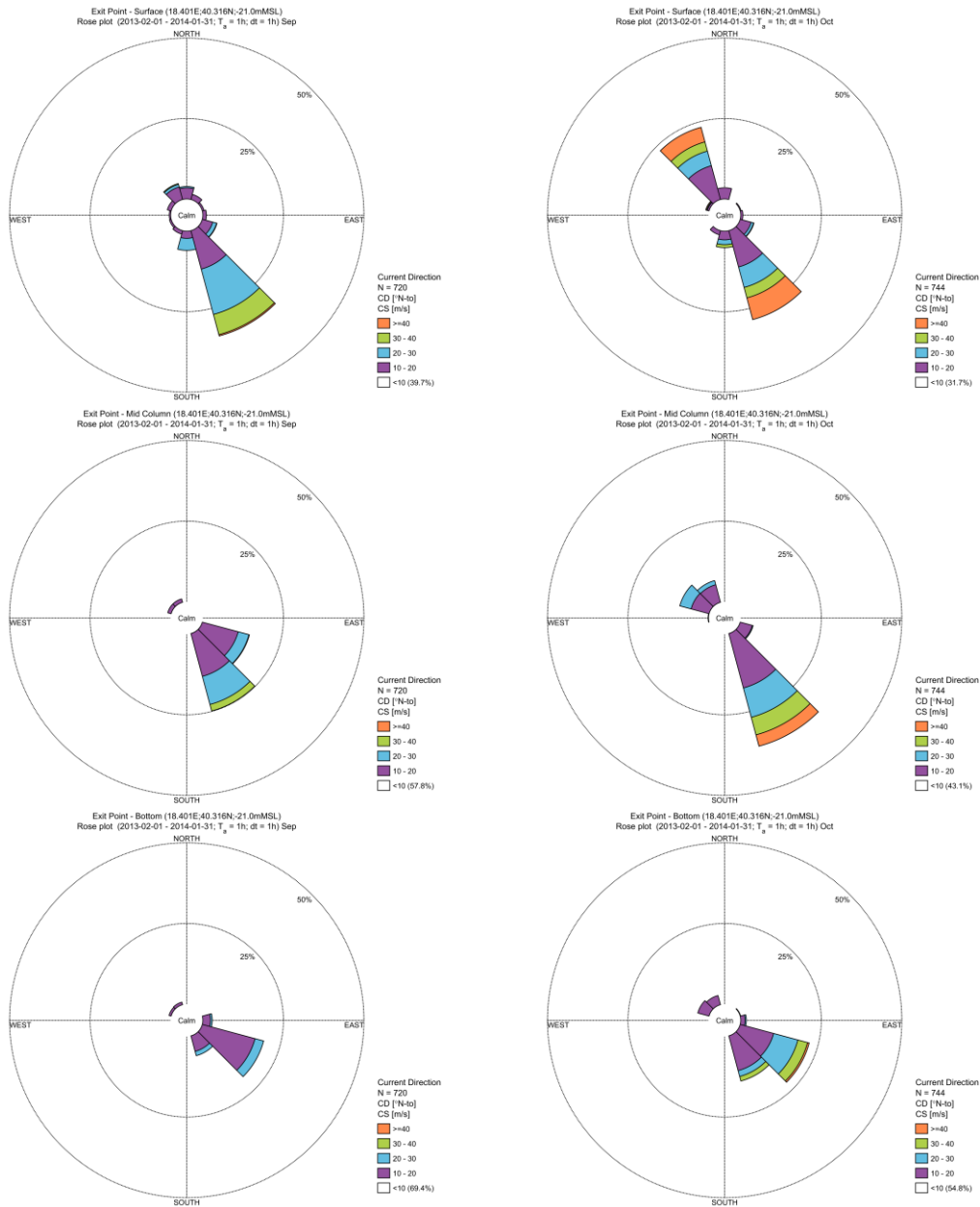




Figura 4-16 Rose delle correnti per i mesi di settembre (sinistra) e ottobre (destra) alle tre profondità di riferimento (superficie, metà colonna, fondo)

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 32 of 266

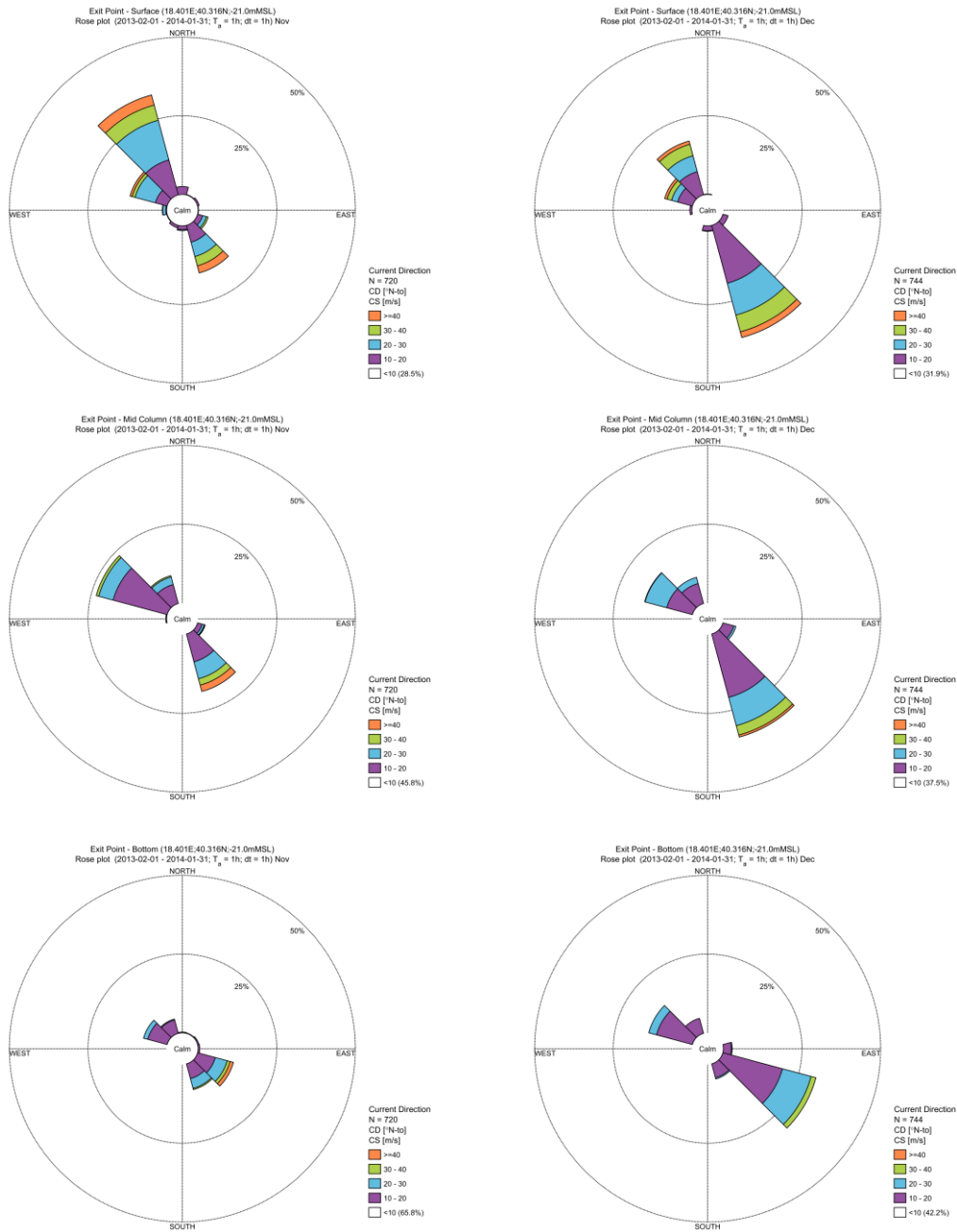


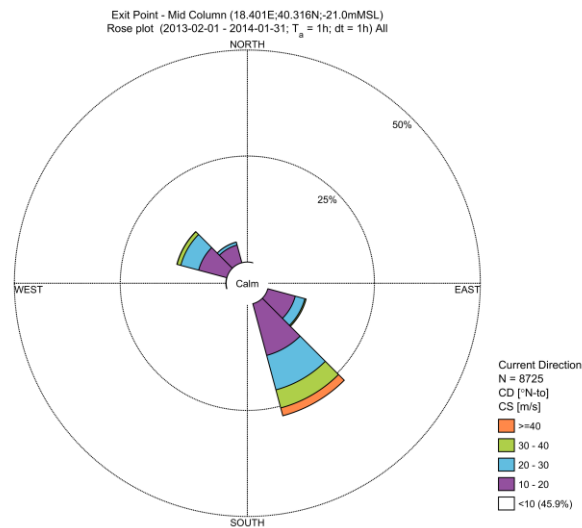
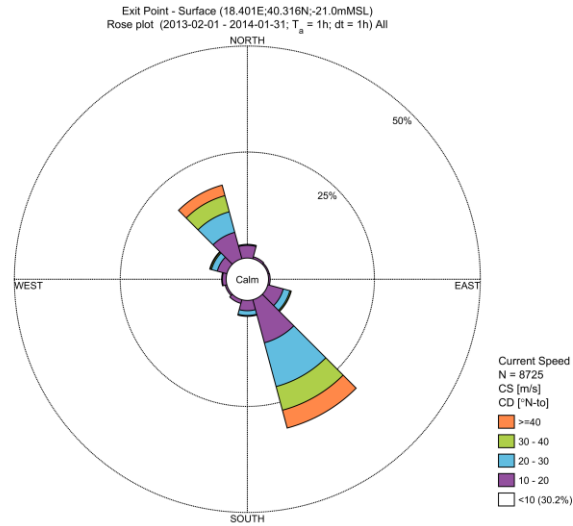




Figura 4-17 Rose delle correnti per i mesi di novembre (sinistra) e dicembre (destra) alle tre profondità di riferimento (superficie, metà colonna, fondo)

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	33 of 266



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	34 of 266

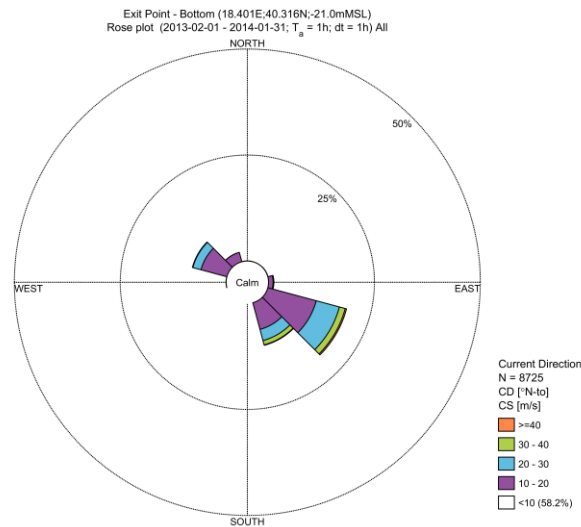




Figura 4-18 Rose delle correnti su base annuale alle tre profondità di riferimento (superficie, metà colonna, fondo)

4.5.4 TEMPERATURA E SALINITA'

La variabilità di temperatura e salinità nell'area di interesse è mostrata in Figura 4-19 in termini di serie temporali su base oraria per il periodo febbraio 2013 – gennaio 2014 ed alle le tre profondità di riferimento (superficie, media colonna, fondo). I colori si riferiscono alle stesse profondità di cui alla sezione precedente.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	35 of 266

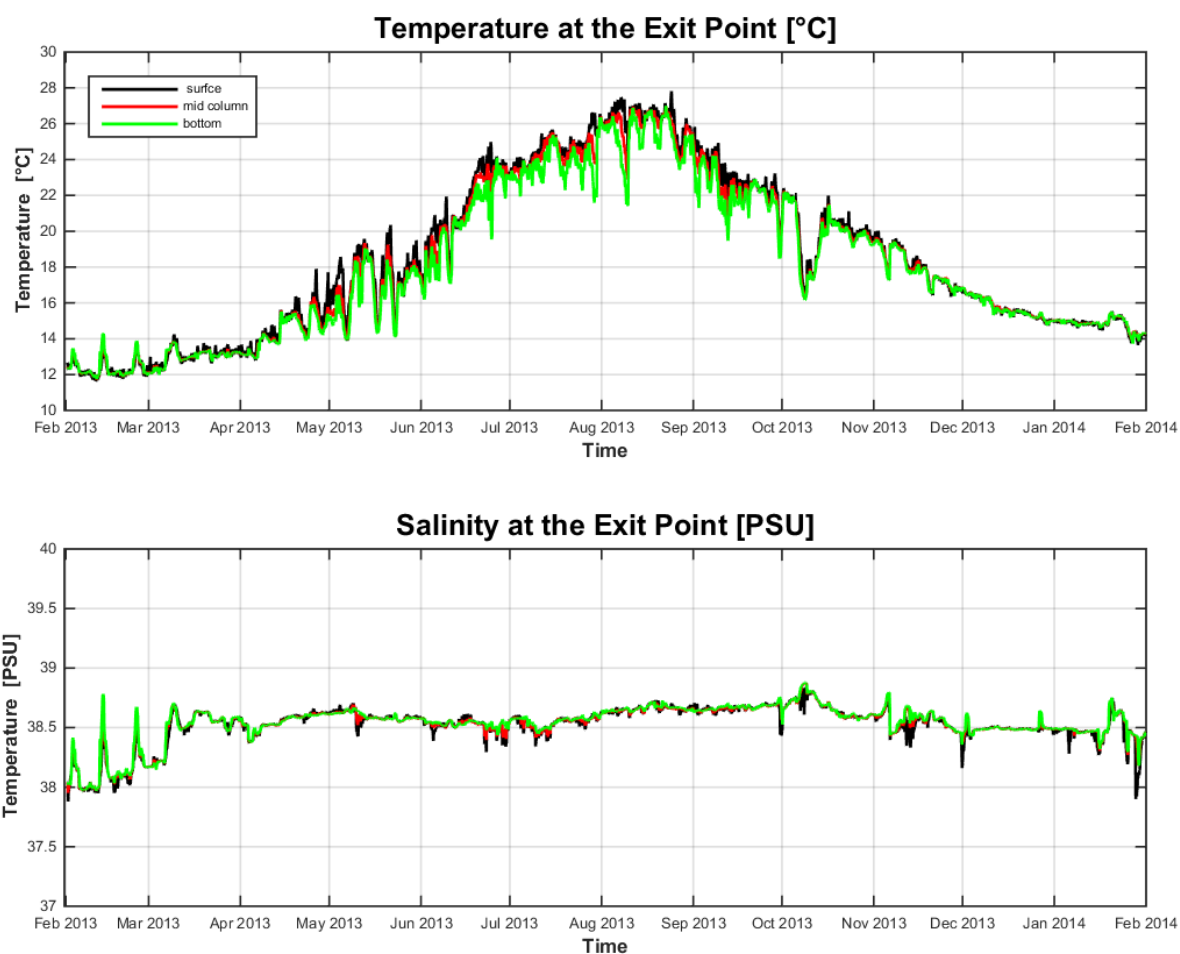






Figura 4-19 Serie temporali di temperatura (riquadro in alto) e salinità (riquadro in basso) su base oraria in corrispondenza del punto in cui il tracciato del gasdotto esce dal micro-tunnel. I colori corrispondono alle tre profondità superficiale (nero), di media colonna (rosso), di fondo (verde)

Come mostrato in figura, i campi di temperatura presentano una variabilità piuttosto marcata nel periodo compreso tra maggio e ottobre (inclusi). Al contrario, a parte alcuni eventi di sporadica variabilità localizzata, il periodo compreso tra novembre e aprile appare poco variabile sulle brevi scale temporali. In questo periodo dell'anno la colonna d'acqua appare omogenea e molto ben rimescolata, mentre una stratificazione marcata si evidenzia a partire da fine aprile-inizio maggio, e continua a svilupparsi fino ad agosto inoltrato, persistendo anche per tutto il mese di settembre. Le temperature più alte si riscontrano durante il mese di agosto (28°C in superficie e quasi 26°C nello strato di fondo), mentre le temperature più basse si riscontrano in febbraio (12°C circa, distribuiti in maniera pressoché uniforme lungo l'intera colonna d'acqua).

La salinità appare invece molto meno variabile rispetto alla temperatura, e si attesta in generale su valori di poco oscillanti intorno ai 38.5 PSU, tranne che per il mese di febbraio 2013 dove si

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	36 of 266

osservano valori simulati in crescita, e mediamente compresi tra 38.0 e 38.5 PSU. I dati di questo mese sono però da considerarsi con cautela, essendo probabilmente parzialmente soggetti a *spin-up* da parte del modello, essendo l'inizio della simulazione ad alta risoluzione corrispondente al 1 febbraio 2013.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	37 of 266

5. MODELLO IDRODINAMICO AD ALTA RISOLUZIONE

Come accennato nel capitolo 3 (Approccio e metodologia) la parte centrale del presente studio si basa sull'implementazione di un modello idrodinamico tridimensionale di tipo realistico annidato ad un modello operativo a scala regionale – l'*Adriatic Forecasting System* - simulato in modalità hindcast per un lungo periodo, dal 01-02-2013 al 31-03-2014 Il modello numerico tridimensionale utilizzato per l'alta risoluzione, MIKE 3 di DHI, si basa su un approccio a maglia flessibile (in Figura 5-1 viene presentato un esempio) ed è stato sviluppato per applicazioni in mare aperto, sotto costa ed in estuari.

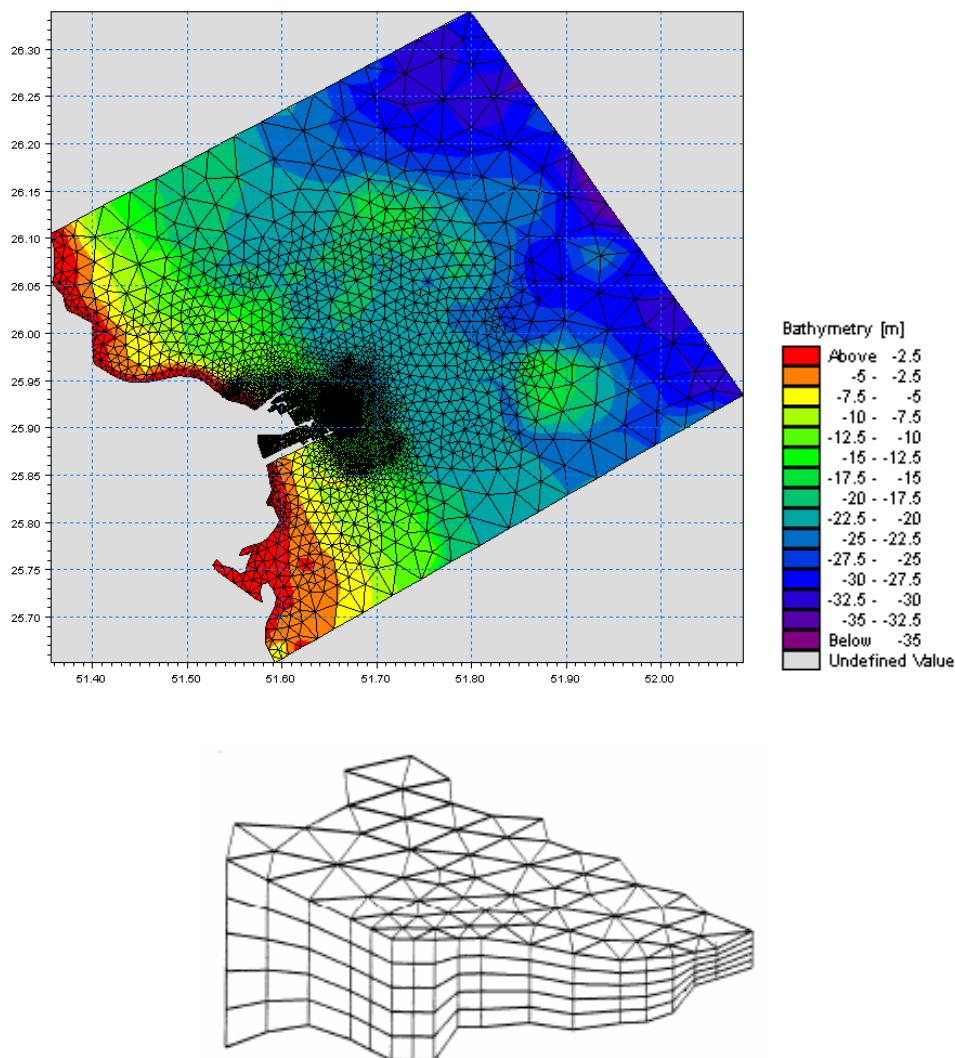




Figura 5-1 Esempi di griglia di calcolo di MIKE 3 FM

Il codice di calcolo si basa sulla soluzione numerica delle equazioni di Navier-Stokes in condizioni di pressione idrostatica. Il modello risolve le equazioni di continuità, quantità di moto, trasporto di

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	38 of 266

temperatura, salinità e l'equazione di stato. La densità non dipende dalla pressione, ma esclusivamente da temperatura e salinità dell'acqua.

Relativamente alle tecniche di risoluzione numerica, MIKE 3 utilizza un metodo ai volumi finiti per la discretizzazione delle equazioni di flusso e trasporto con valori centrati sul singolo elemento. Il dominio spaziale è discretizzato tramite la suddivisione del continuo in elementi/celle non sovrapposte.

Nelle dimensioni orizzontali è utilizzata una maglia non strutturata costituita da triangoli o quadrilateri, mentre per la dimensione verticale si può utilizzare sia l'approccio di discretizzazione della colonna d'acqua secondo i cosiddetti livelli σ (strati di spessore variabile in funzione della profondità locale), che un approccio basato su livelli orizzontali "z" che, infine, un approccio combinato sigma-zeta.

Una descrizione completa del modulo idrodinamico è riportata in Allegato A.



5.1 BATIMETRIA, DOMINIO DI CALCOLO E RISOLUZIONE

Come introdotto nel paragrafo 4.3 relativo ai dataset batimetrici disponibili, la digitalizzazione della batimetria e la relativa importazione in MIKE è avvenuta tramite l'unione dei tre dataset descritti. In particolare, laddove ci fosse sovrapposizione di dati tra più fonti, si è data priorità al dato di maggior dettaglio, quindi nell'ordine:

- Priorità 1: dataset ad altissima risoluzione (nome dataset: ST13573_DTM_TAP_kp104.24_kp100.27_20140108);
- Priorità 2: dataset di dettaglio (nome dataset: Contours_Alt4_1m_20160106);
- Priorità 3: dataset CM-93.

La scelta delle dimensioni e della forma del dominio è stata frutto di attenta analisi batimetrica sui dati di cui sopra, e idrodinamica sui dati di circolazione di AFS, al fine di:

- minimizzare gli effetti di *boundary* nell'area del dominio in prossimità dei lavori di scavo attraverso l'estensione del dominio verso il mare aperto rispetto agli studi precedenti. Questo ha anche permesso il posizionamento ottimale del contorno aperto verso il largo per minimizzare possibili interferenze tra la boundary e macrostrutture di circolazione, quale ad esempio la Western Adriatic Coastal Current (WACC) [15], [16];
- evitare forte eterogeneità batimetrica nel dominio di calcolo che può spesso portare alla produzione di correnti spurie irrealistiche, laddove i gradienti di quota fossero troppo forti, specialmente in piccoli domini come il presente. Questo spiega la forma trapezoidale del dominio finale scelto, adottata per evitare di includere nella parte est del dominio batimetriche fino a circa 500 m, che avrebbero causato potenzialmente problemi di instabilità numerica e un

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	39 of 266

incremento non giustificato dei tempi di calcolo. Si è quindi cercato di seguire la batimetria corrispondente a 130m;

- garantire da un lato la risoluzione massima di 30 metri nella regione intorno alla zona di scavo, e dall'altro una sostenibilità in termini di risorsa di calcolo, così da permettere tempi ragionevoli per le simulazioni di un intero anno di idrodinamica, così come pianificato.

In Figura 5-2 viene mostrato il dominio di calcolo del modello. Il riquadro di sinistra mostra la batimetria risultante dalla digitalizzazione dei dataset batimetrici, e quello di destra mostra la griglia di calcolo del modello. La Figura 5-3 offre uno zoom di maggiore dettaglio sulla zona interessata dalle operazioni di scavo.

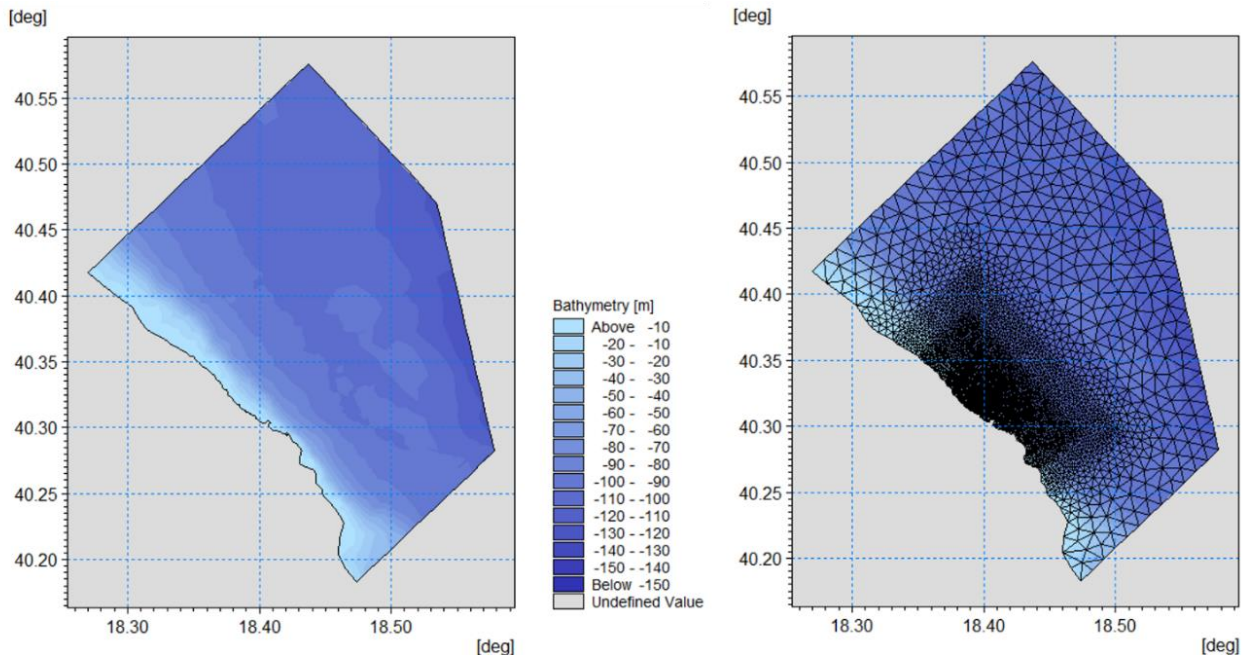




Figura 5-2 Batimetria (sinistra) e griglia di calcolo (destra) del dominio del modello numerico

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	40 of 266

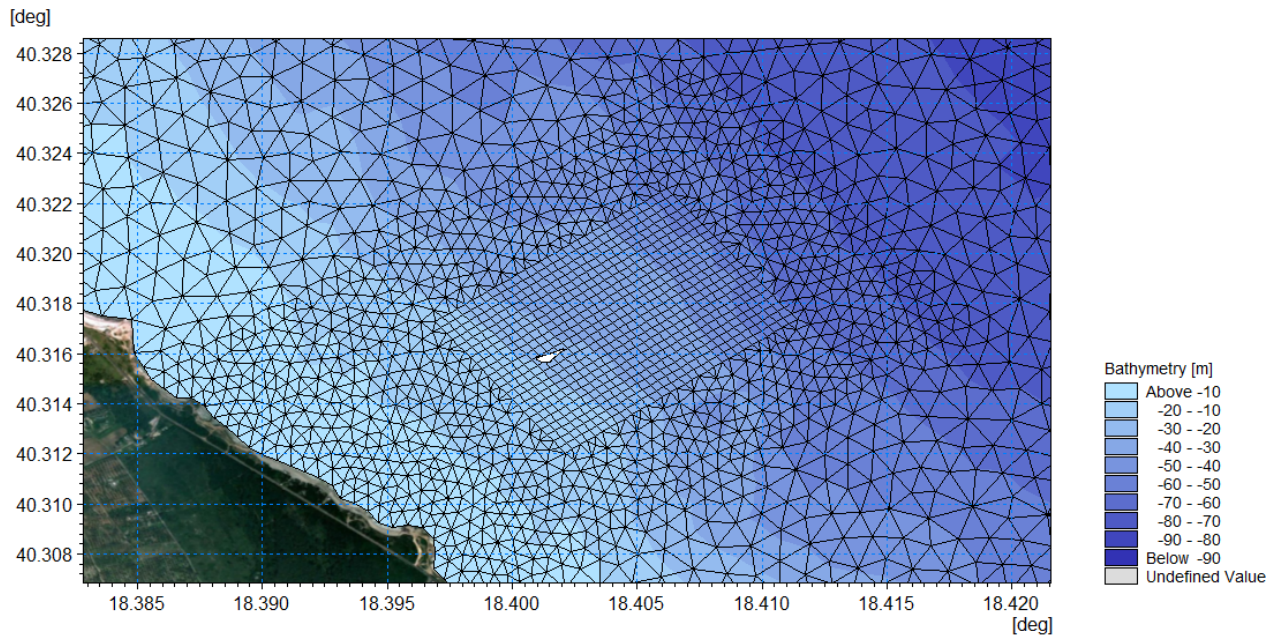




Figura 5-3 Dettaglio della griglia di calcolo. L'area in bianco visibile all'interno della maglia rettangolare rappresenta l'area di scavo della trincea all'uscita del microtunnel

Come si evince dalle immagini, la maglia utilizzata lungo l'orizzontale è mista, a maglie triangolari per tutto il dominio, tranne che per un rettangolo dai lati di 700 metri e 1000 metri (rispettivamente nelle direzioni normale e longitudinale alla condotta) che include l'area di scavo. In questo rettangolo la risoluzione orizzontale del modello è di 30 metri, e va via via diminuendo attraverso sei ulteriori zone a risoluzione variabile tra i 55 metri ed i 1200 metri (nella zona di mare aperto dove avviene l'annidamento con il modello AFS).

Per quanto riguarda la direzione verticale il modello è stato discretizzato su 10 livelli di tipo ibrido σ -z. I primi 7 seguono l'andamento del terreno (σ o *terrain-follow*) fino alla batimetrica di 60 metri. Da qui in avanti le coordinate verticali diventano di tipo z non equi spaziate, con spessori pari a 20, 25 e 30 metri.

In Figura 5-4 è presentata la componente σ della griglia verticale del modello, mentre in Figura 5-5 è visibile l'innesto tra coordinate σ e z, e le tre coordinate z.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	41 of 266

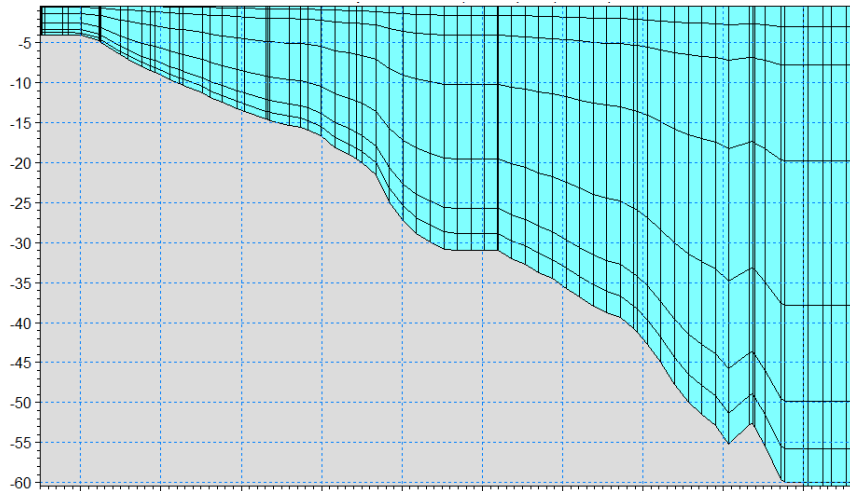


Figura 5-4 Componente σ della griglia verticale del modello numerico

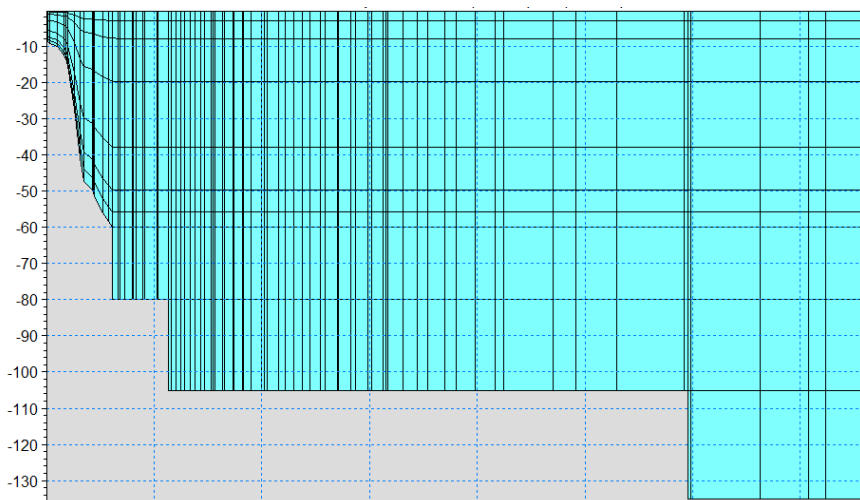




Figura 5-5 Componente σ (fino ai 60 metri di profondità) e z (oltre i 60 metri di profondità) della griglia verticale del modello numerico

5.2 ANNIDAMENTO IDRODINAMICO: CONDIZIONI INIZIALI, DI CONTORNO APERTO E CARATTERISTICHE DEL MODELLO DI CIRCOLAZIONE

Il modello idrodinamico ad alta risoluzione è stato inizializzato il giorno 01-02-2013 con i dati di hindcast del modello AFS a $1/45^\circ$ di risoluzione orizzontale, risolto su 31 livelli σ in termini di:

- Temperatura;
- Salinità;
- Componenti zonale e meridionale della corrente;
- Elevazione della superficie libera;

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	42 of 266

Anche le condizioni al contorno provengono dal dataset di hindcast dell'Adriatic Forecasting System, e sono imposte al modello ad alta risoluzione su base oraria per quanto riguarda le medesime variabili.

In Tabella 5-1 vengono illustrate le principali caratteristiche del modello a scala regionale AFS.

Tabella 5-1 Caratteristiche del modello di circolazione a scala regionale AFS

Caratteristiche del modello AFS	
Modello numerico	<i>POM</i>
Risoluzione orizzontale	<i>1/45° (~2.2 km)</i>
Risoluzione verticale	<i>31 livelli σ</i>
Disponibilità temporale	<i>Settembre 2012-oggi</i>
Risoluzione temporale dei dati	<i>Medie orarie</i>
Forzante atmosferico	<i>ERAInterim:</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Risoluzione orizzontale: 0.25°/0.125°</i> - <i>Frequenza temporale: 6 ore</i>
Condizioni iniziali	<i>Istantanee da MFS</i>
Condizioni al contorno aperto	<i>Realistiche dal modello MFS alla risoluzione di 1/16° in orizzontale, su 72 livelli verticali</i>
Assimilazione dati	<i>No</i>
Marea	<i>Sì</i>

Per quanto riguarda la componente atmosferica, il modello viene forzato dalle analisi operative del sistema *Climate Forecast System (CFS)* [17], prodotte e distribuite dal National Centre for Environmental Prediction (NCEP). In particolare le variabili atmosferiche usate sono: campi di vento a 10 metri nelle direzioni zonale e meridionale, precipitazioni, copertura nuvolosa, temperatura a 2 metri e umidità relativa dell'aria. Il modello, implementato a scala globale presenta una risoluzione orizzontale approssimativamente di 0.20°, corrispondente a circa 18 km, per vento, copertura nuvolosa e temperatura dell'aria, mentre una risoluzione di 0.5°, pari a circa 55 km, per precipitazioni ed umidità relativa. La condizione al contorno aperto sulle velocità barotropiche e sui livelli sono quelle proposte da Flather nel 1976, [18].

In Tabella 5-2 vengono riportate le caratteristiche principali dell'implementazione di MIKE 3 HD FM utilizzata per il presente studio.





 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	43 of 266

Tabella 5-2 Principali caratteristiche del modello di circolazione ad alta risoluzione

Caratteristiche del modello MIKE 3 HD FM	
Modello Numerico	<i>MIKE 3 HD FM</i>
Risoluzione orizzontale (min/max)	<i>1200m / 30m</i>
Tipologia della griglia di calcolo	<i>Volumi finite/maglia non strutturata</i>
Risoluzione verticale	<i>10 livelli ibridi così distribuiti:</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>7 livelli σ (fino a 60m)</i> • <i>3 livelli z (non equi-spaziati, per profondità maggiori di 60m)</i>
Periodo di simulazione	<i>Febbraio 2013-Marzo 2014</i>
Frequenza dei risultati	<i>Oraria (istantanea)</i>
Forzante atmosferico	<i>CFS (Climate Forecast System):</i> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Risoluzione orizzontale: 0.2°</i> – <i>Frequenza: oraria</i> – <i>Dati disponibili: U, V, MSLP, T2m, Precipitazione, Umidità relativa</i>
Condizioni iniziali	<i>Campi istantanei da AFS (U, V, T, S, SSH)</i>
Dati ai contorni aperti	<i>Realistici da AFS, modello a 1/45° di risoluzione orizzontale su 31 livelli σ</i>
Condizioni al contorno aperto	<i>Flather [18]</i>
Fiumi	<i>No</i>
Flussi all'interfaccia aria-mare	<i>Momento: sì</i> <i>Calore: sì</i> <i>Massa: sì</i>
Assimilazione dati	<i>No</i>
Marea	<i>Sì</i>

5.3 VALIDAZIONE DEL MODELLO IDRODINAMICO

Il modello ad alta risoluzione è stato simulato per 14 mesi e validato con le osservazioni rese disponibili da TAP (vedi *Appendix F* del report *R1638v0*). I dati di validazione utilizzati si riferiscono alla stazione denominata “C9” nel sopraccitato report *R1638v0* (longitudine 18.401224°; latitudine 40.315719°N, profondità di circa 23m), mostrata in Figura 5-6.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	44 of 266

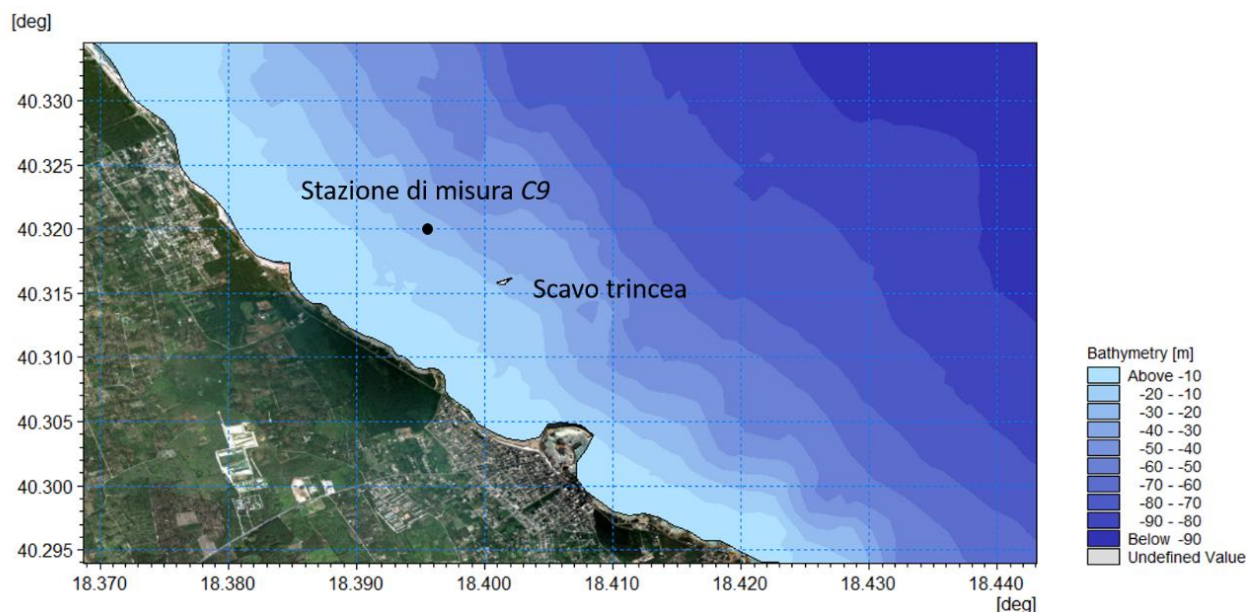


Figura 5-6 Posizione della stazione di misura C9 (pallino nero)



A titolo esemplificativo si riportano nelle immagini di Figura 5-7, Figura 5-8, Figura 5-9 e Figura 5-10 i confronti fra i dati di corrente osservati e quelli simulati in termini di intensità e direzione della corrente per i mesi di aprile e ottobre 2013 alla profondità di 4m. Essi sono presentati sia in forma di serie temporale (Figura 5-7 e Figura 5-9) che di rosa delle correnti (Figura 5-8 e Figura 5-10).

Come mostrano le immagini in maniera chiara, le correnti prevalenti nei mesi considerati sono disposte lungo la direttrice NNO-SSE, ed il modello è in grado di riprodurle con un elevato grado di accuratezza, sia in termini di intensità che di direzione e verso. Si nota comunque la tendenza del modello ad una generale lieve sovrastima della frequenza delle correnti in direzione N-NO verso nord.

La validazione di corrente è stata compiuta per tutti i mesi dell'anno su tre diverse profondità: 4m, 10m, fondo. Le relative immagini (rose e serie temporali) sono presentate in Allegato C.

Nelle immagini comprese tra Figura 5-11e Figura 5-14 si riporta invece la validazione per quanto riguarda temperatura e salinità al livello dello strumento (a poche decine di centimetri dal fondale) per i mesi disponibili: marzo, aprile, maggio e giugno dell'anno 2013. I dati osservati sono quelli nei riquadri in alto di ciascuna figura, caratterizzati dalle curve di salinità (in alto) e temperatura (in basso) di colore nero. I dati da modello sono invece quelli nei riquadri in basso di ciascuna figura, in colore rosso (salinità in alto e temperatura in basso).

Per quanto riguarda la riproduzione della salinità il modello ha un ottimo comportamento nel mese di marzo, mentre nei mesi di aprile, maggio e giugno tende a sovrastimare la salinità, seppur entro i

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	45 of 266

limiti di circa 0.5 PSU. La temperatura è invece meglio simulata dal modello, che risponde bene anche a variazioni rapide legate al forzante atmosferico, come accade nei mesi di maggio e giugno (Figura 5-13 e Figura 5-14).

È utile infine sottolineare che i dati osservati presentano una frequenza temporale di 10 minuti, mentre i dati da modello hanno una frequenza oraria. Da qui una prima spiegazione della mancata variabilità a bassissime scale temporali (ordine delle frazioni dell'ora) nei dati da modello (che appaiono sempre smussati rispetto a quelli osservati), alla quale va ad aggiungersi la considerazione che, normalmente, i dati modellistici sono rappresentativi di scale temporali leggermente superiori a quella di frequenza dei risultati (i.e. dataset modellistici di circolazione marina alla frequenza oraria sono normalmente rappresentativi, ai soli fini del confronto *osservato/modello* – di intervalli dell'ordine delle 2-3 ore), ragione per cui il confronto sarebbe più appropriato applicando filtri temporali al dataset osservato. Quest'ultimo approccio non è però possibile, non essendo lo scrivente in possesso dei dati osservati in forma numerica, bensì solo di quelli in forma grafica, i quali sono comunque ampiamente sufficienti per considerazioni di carattere qualitativo relativamente al confronto fra osservazioni e modello.

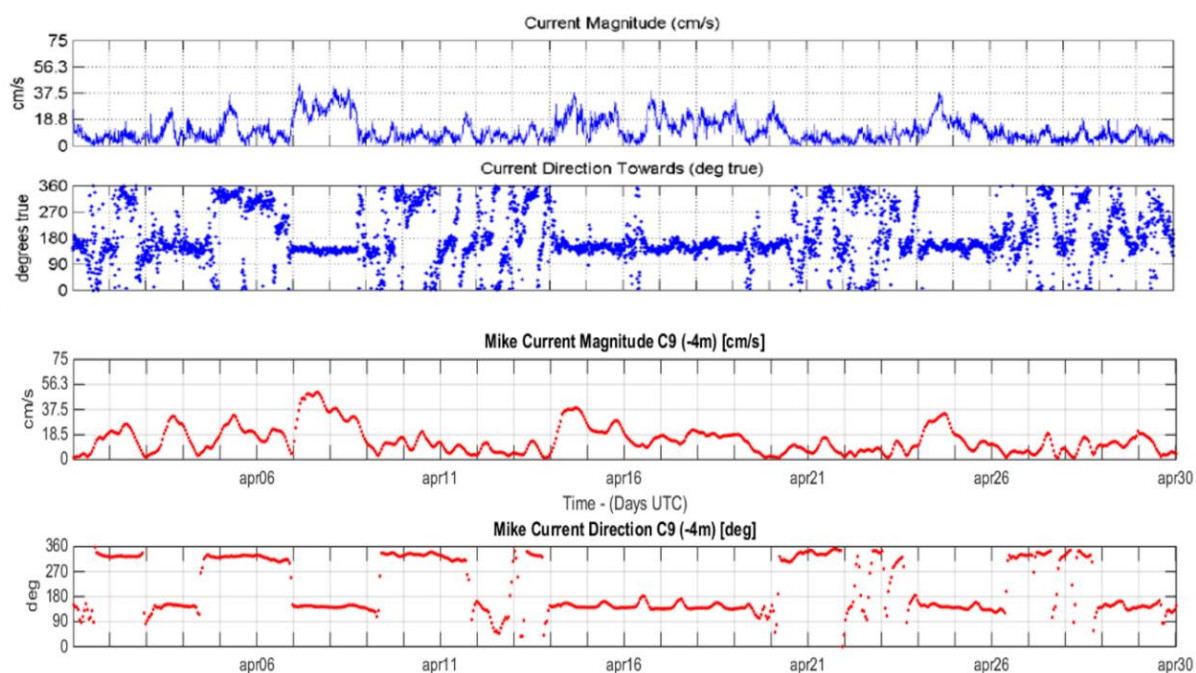




Figura 5-7 Intensità (primo e terzo riquadro) e direzione (secondo e quarto riquadro) delle correnti osservate (blu), e simulate (rosso). I dati sono relativi alla profondità di 4m per il mese di Aprile 2013

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	46 of 266

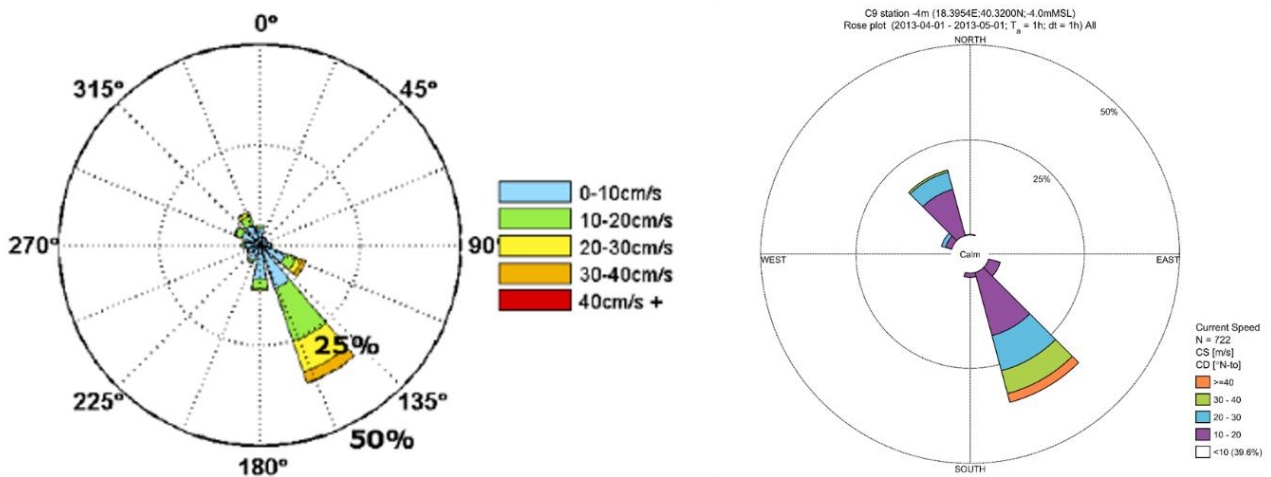


Figura 5-8 Rose delle correnti (correnti verso) osservate (sinistra) e simulate (destra) alla profondità di 4 m per il mese di Aprile 2013

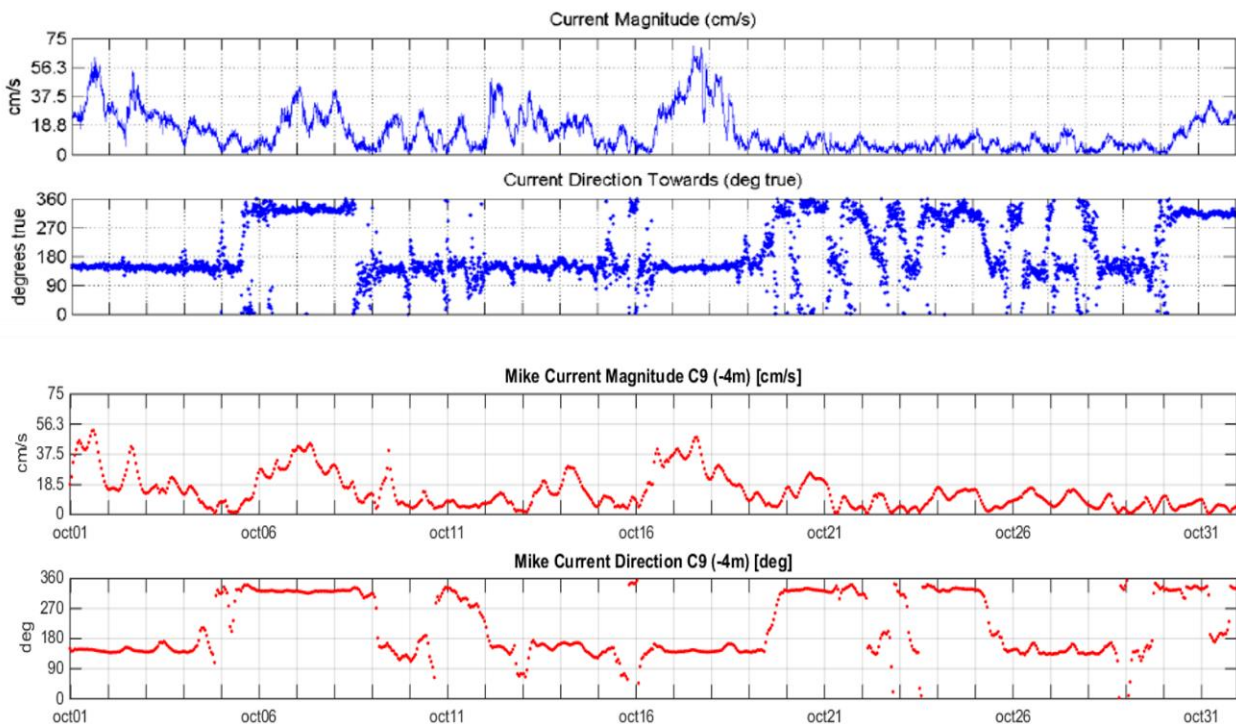




Figura 5-9 Intensità (primo e terzo riquadro) e direzione (secondo e quarto riquadro) delle correnti osservate (blu), e simulate (rosso). I dati sono relativi alla profondità di 4m per il mese di Ottobre 2013

 Trans Adriatic Pipeline TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
 Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 47 of 266

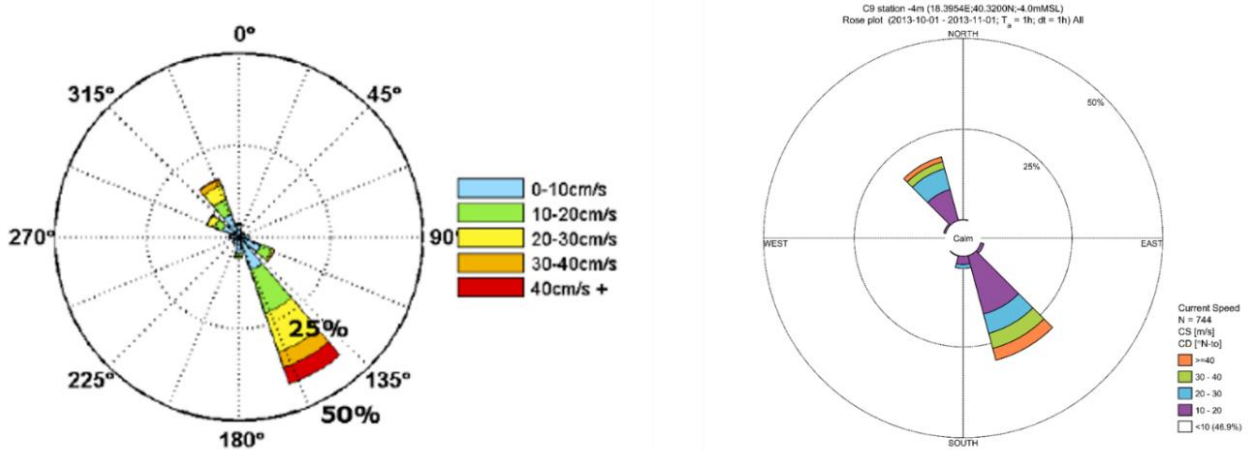


Figura 5-10 Rose delle correnti (correnti verso) osservate (sinistra) e simulate (destra) alla profondità di 4 m per il mese di Ottobre 2013

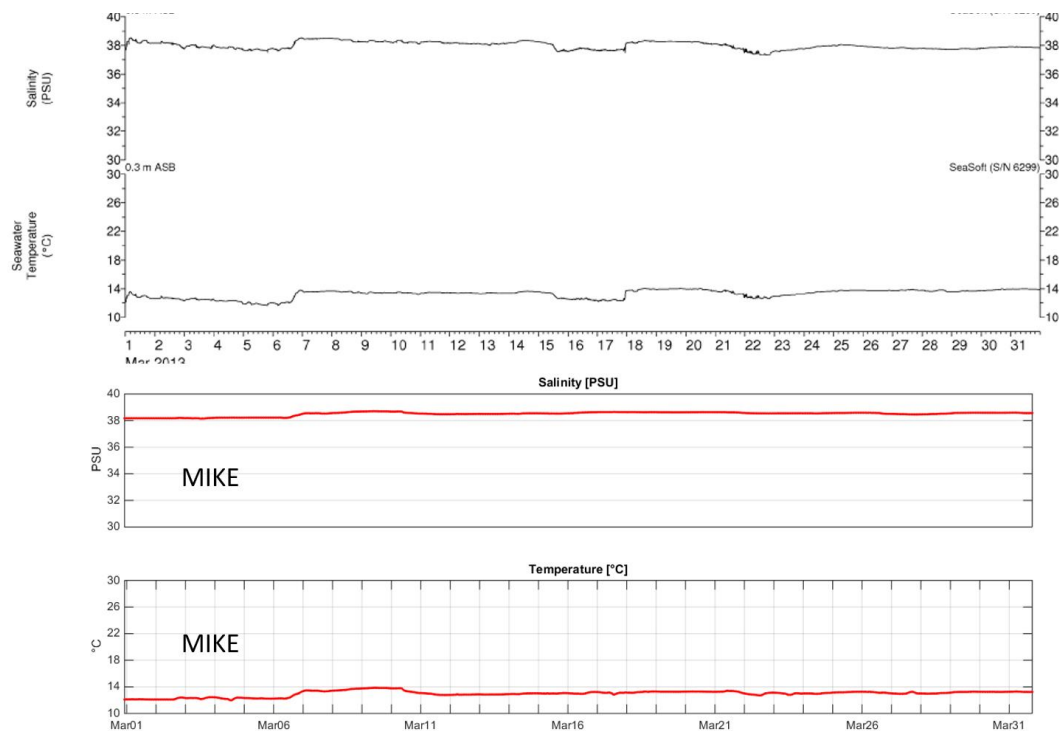




Figura 5-11 Validazione di salinità e temperatura: marzo 2013 presso la stazione C9

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	48 of 266

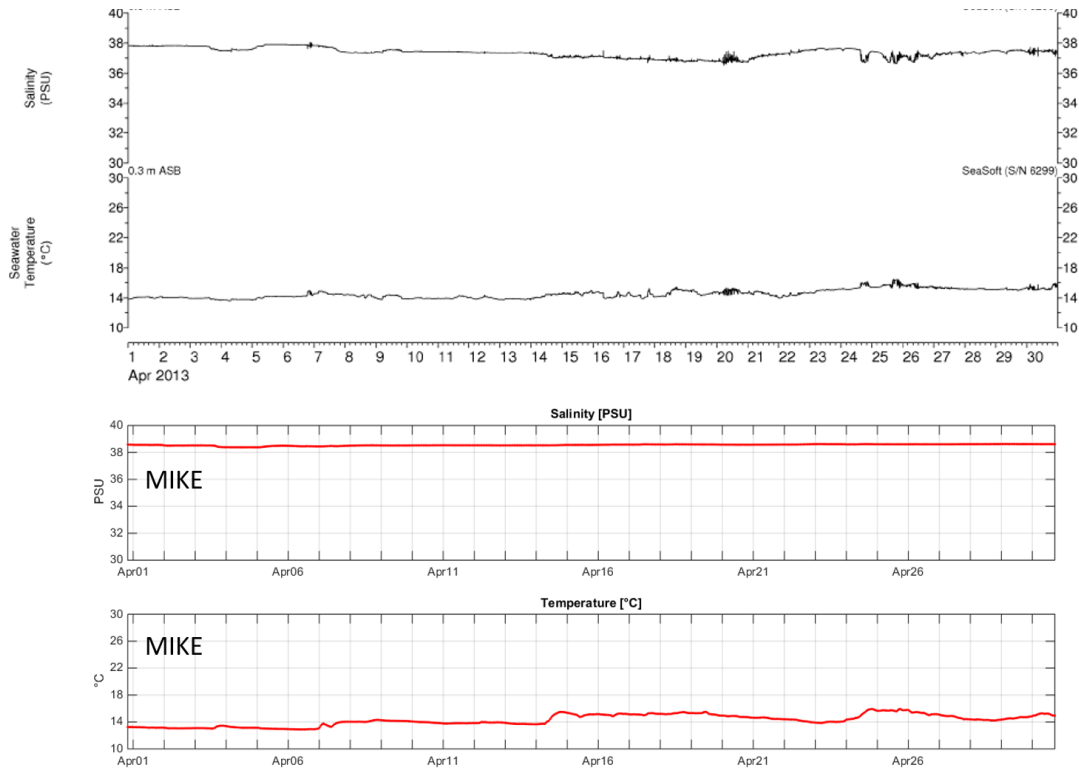


Figura 5-12 Validazione di salinità e temperatura: aprile 2013 presso la stazione C9

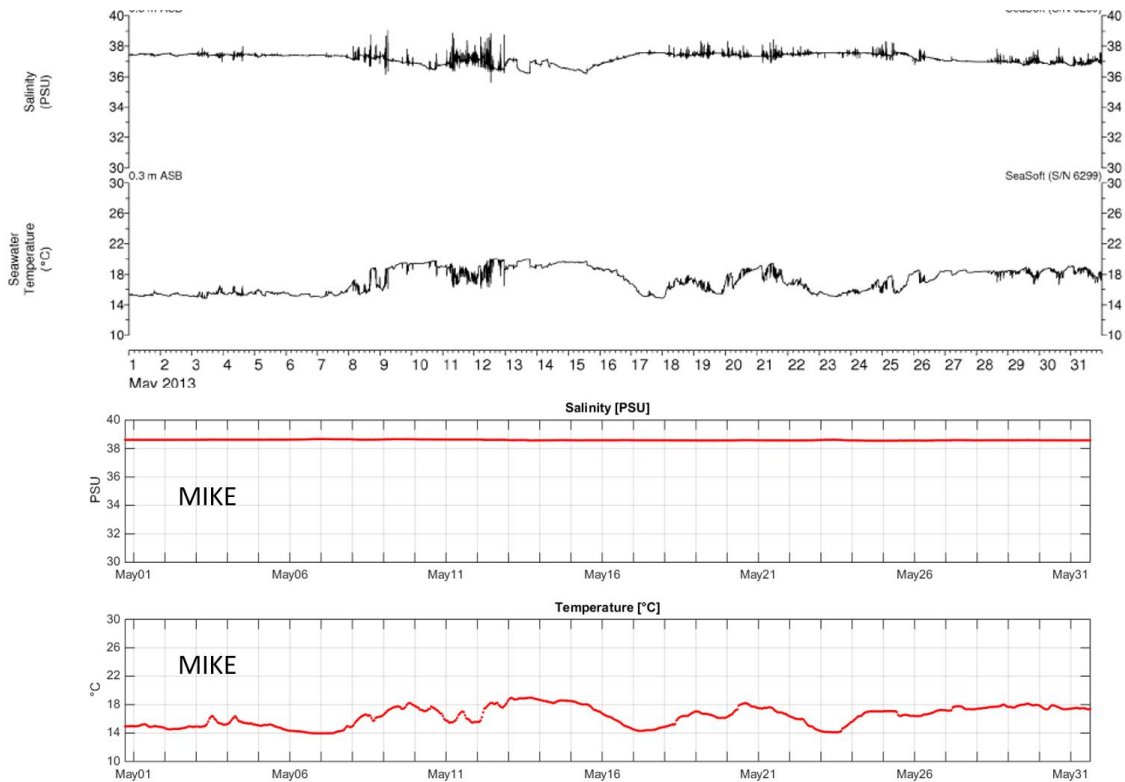




Figura 5-13 Validazione di salinità e temperatura: maggio 2013 presso la stazione C9

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	49 of 266

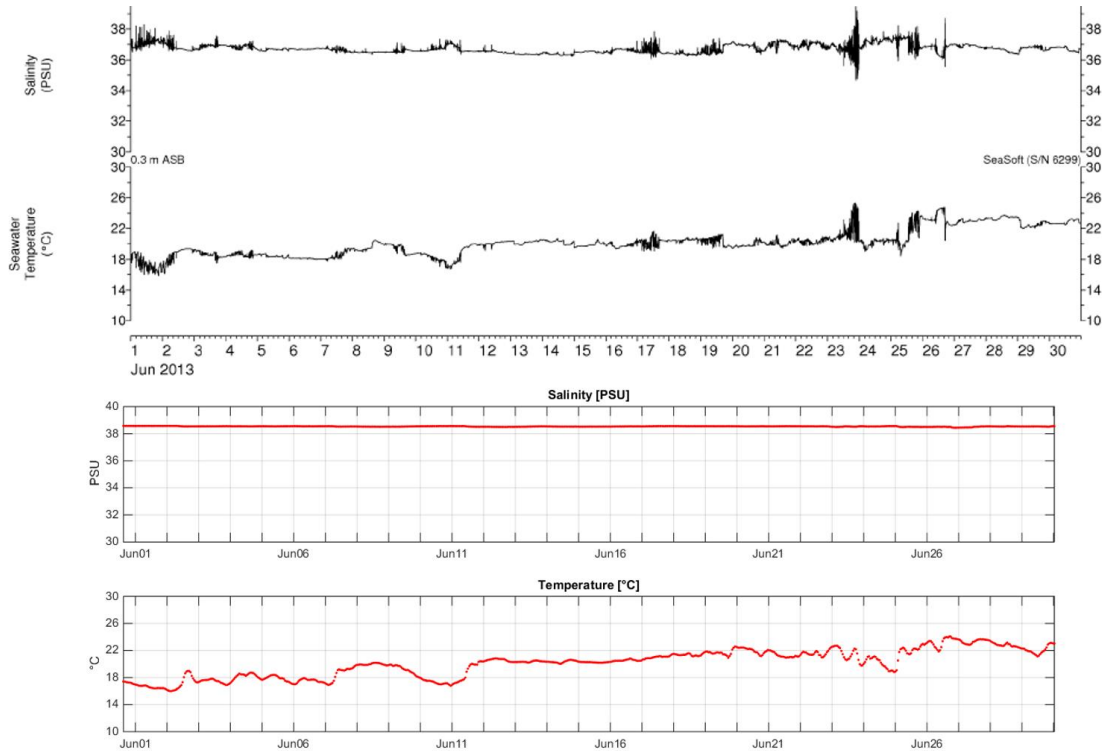




Figura 5-14 Validazione di salinità e temperatura: giugno 2013 presso la stazione C9

5.4 ESEMPI DI MAPPE RISULTANTI DAL MODELLO IDRODINAMICO

Le immagini di Figura 4-16, Figura 4-17 e Figura 4-18 mostrano alcuni esempi dei risultati del modello idrodinamico in un istante del mese di febbraio 2013. Esse si riferiscono ai campi di temperatura (sfondo a colori) e di intensità e direzione delle correnti (freccette) a tre diverse profondità: superficie, profondità intermedia e fondo. In questo esempio la corrente appare ben strutturata in direzione NNO-SSE, ed il flusso è diretto verso sud. Il rimescolamento e l'omogeneità fisica della colonna d'acqua tipici del periodo invernale è evidente dalla scarsa variabilità sia del campo di corrente che del campo di temperatura. Quest'ultima risulta, nelle zone di largo, più elevata al fondo che non in superficie, ad indicare un periodo dell'anno in cui il mare cede calore all'atmosfera.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	50 of 266

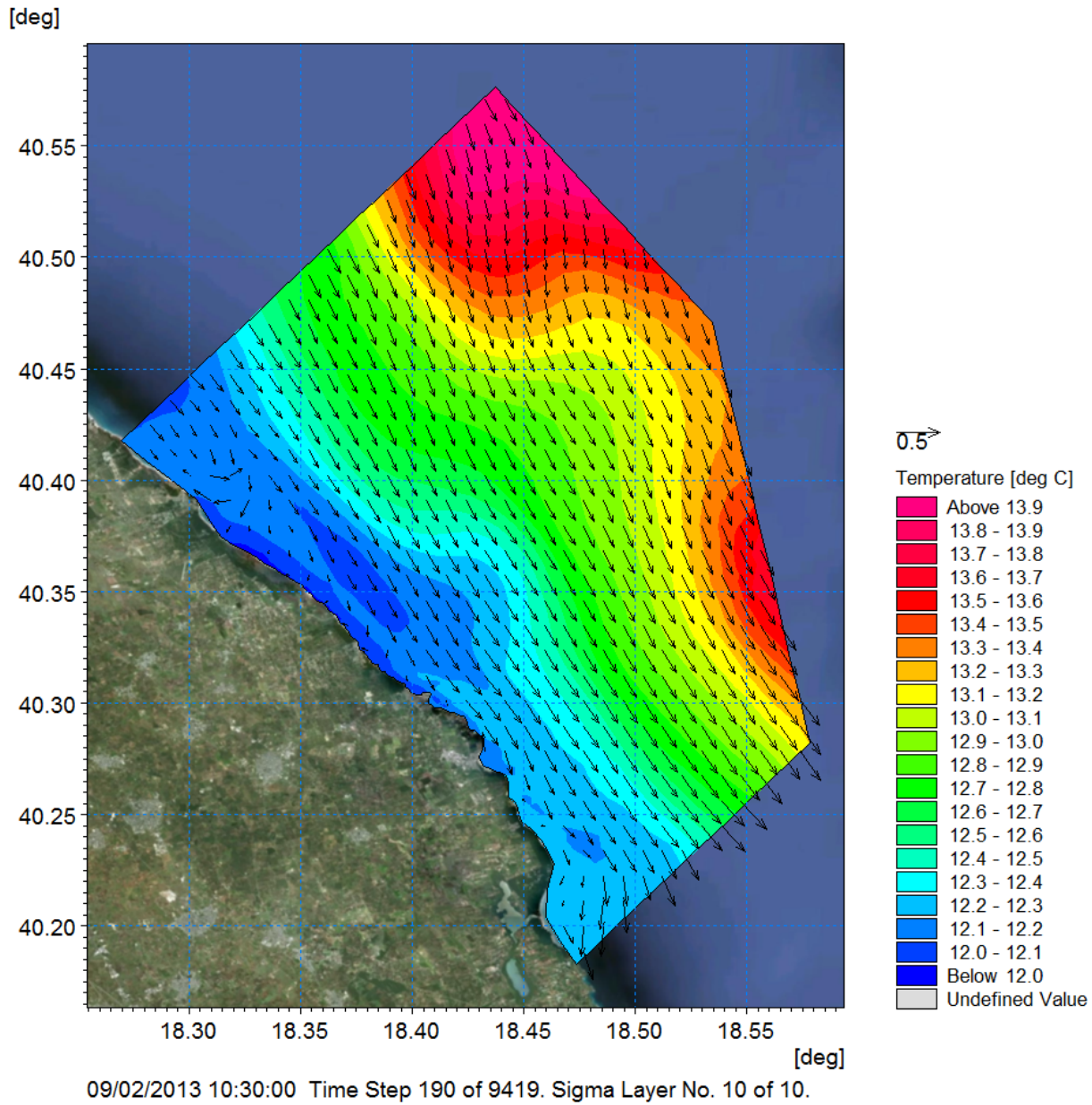




Figura 5-15 Campi di corrente (freccie) e temperatura (sfondo a colori) relativi al 9 febbraio 2013 per lo strato superficiale

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	51 of 266

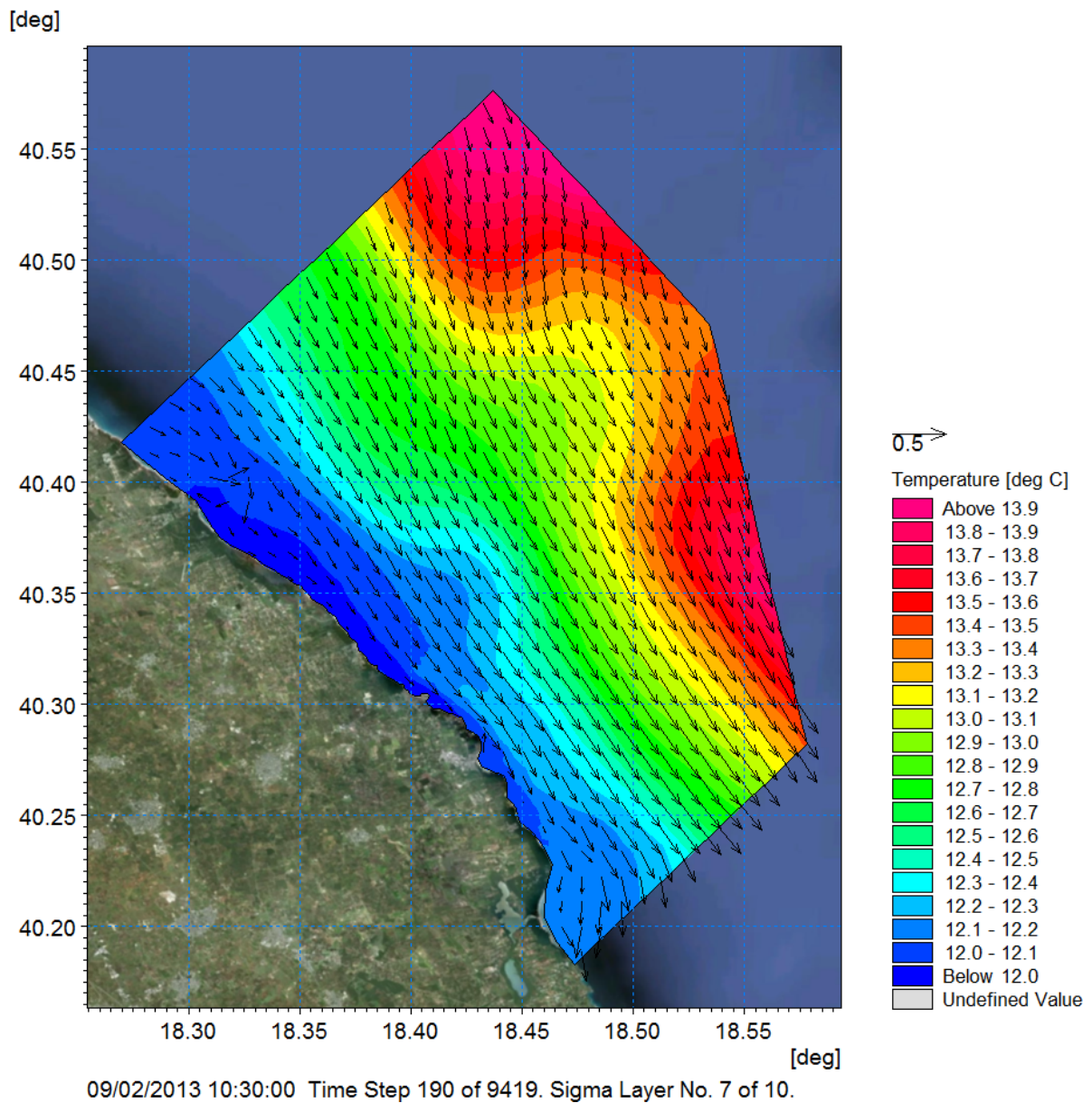




Figura 5-16 Campi di corrente (freccie) e temperatura (sfondo a colori) relativi al 9 febbraio 2013 per lo strato intermedio

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	52 of 266

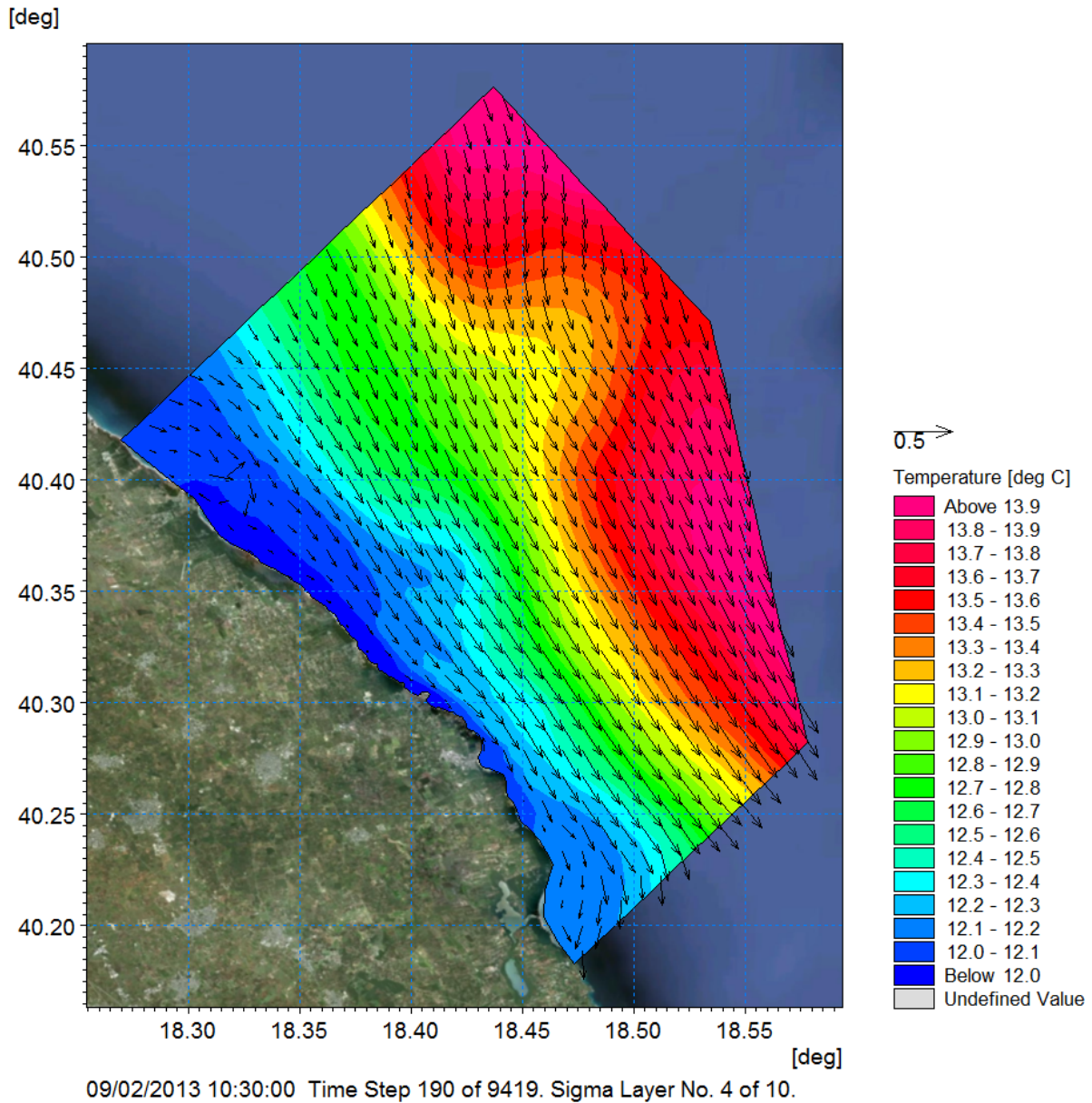




Figura 5-17 Campi di corrente (freccie) e temperatura (sfondo a colori) relativi al 9 febbraio 2013 per lo strato di fondo

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	53 of 266

5.5 CORRENTI INDOTTE DAL MOTO ONDOSO ED INFLUENZA SULL'IDRODINAMICA

Il moto ondoso alle profondità di riferimento delle opere di scavo e riempimento, approssimativamente caratterizzate da batimetriche variabili tra i 21 e i 28 metri, ha effetti molto limitati sul trasporto del materiale solido immesso in colonna d'acqua durante i lavori. Per questo motivo il forzante ondoso non è stato incluso nel modulo di trasporto di sedimento ai fini del calcolo di avvezione-dispersione.

Un'analisi di dettaglio è stata condotta attraverso l'implementazione di un modello di trasposizione del moto ondoso (MIKE SW di DHI [12]) su un dominio di dettaglio ad alta risoluzione, inclusivo del punto di uscita del micro-tunnel, in corrispondenza del quale si sono estratti i valori delle correnti indotte dal moto ondoso e si sono confrontate con i valori di corrente legati alla circolazione generale indotta da vento, marea e gradienti di densità.

Il modello d'onda ad alta risoluzione è stato forzato dai parametri d'onda estratti dal database MWM [9] a risoluzione di scala di bacino, descritto nel dettaglio nel paragrafo 4.1. Il dominio, la batimetria e un dettaglio della maglia di calcolo del modello d'onda vengono presentati in Figura 5-18, rispettivamente nel riquadro a sinistra e a destra dell'immagine. Il punto di forma quadrata al centro del dominio posto tra le batimetriche relative ai 20 e ai 25 m rappresenta il punto di uscita del micro-tunnel (*exit point*).

La risoluzione del modello d'onda varia tra i 50 metri nella zona di largo e i 10 metri nella zona più vicina a costa, passando per una fascia intermedia con valore pari a 30 m.

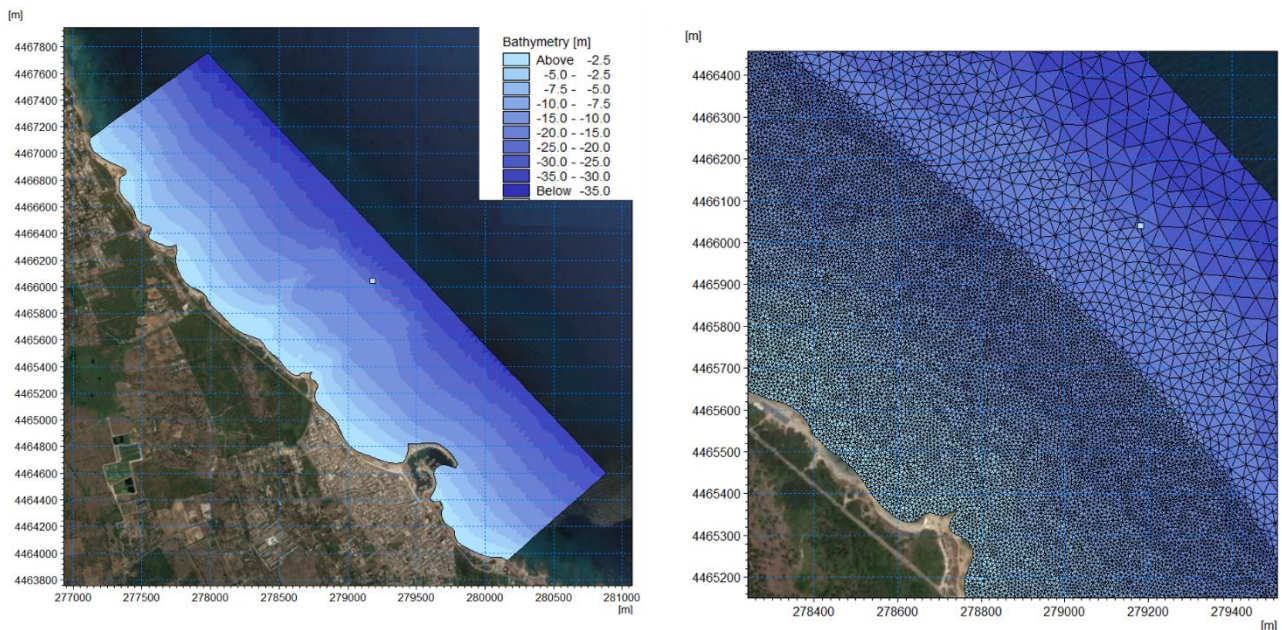




Figura 5-18 Dominio di calcolo e batimetria (sinistra) e dettaglio della griglia di calcolo del modello d'onda ad alta risoluzione (destra). Il punto di forma quadrata al centro del dominio in corrispondenza della batimetria dei 21 metri rappresenta il punto di uscita del micro-tunnel

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	54 of 266

Dalla caratterizzazione meteo-marina presentata nel capitolo precedente si è individuata la mareggiata più intensa del periodo di studio, che è risultata occorrere tra il 29 novembre il 3 dicembre 2013, con altezza significativa d'onda all'uscita del micro tunnel pari a quasi 3 m.

In Figura 5-19 sono riportate le serie temporali nel periodo della mareggiata relativamente all'altezza significativa d'onda, alle correnti indotte dall'onda e a quelle associate alla circolazione generale (in superficie, al fondo e a 10 metri di profondità). La curva rossa rappresenta l'altezza significativa (asse delle ordinate sulla destra del grafico). Le curve color nero, blu e verde rappresentano rispettivamente l'intensità di corrente di circolazione in superficie, a 10m e sul fondo. Infine la curva arancione rappresenta l'intensità di corrente indotta dal campo d'onda.

L'intensità di corrente da circolazione generale raggiunge valori di picco rispettivamente pari a 54 cm/s, 35 cm/s e 25 cm/s, mentre l'intensità di picco della corrente indotta da onda è di 7 cm/s. Facendo poi considerazioni di carattere medio, nel periodo in cui l'onda supera i 2m di altezza significativa (tra le ore 16:00 del 30/11 e le 06 del 02/12) i valori medi di corrente dovuta alla circolazione generale sono rispettivamente di 35 cm/s, 21 cm/s e 14 cm/s, contro un valore medio di intensità di corrente da onda pari a circa 3 cm/s.

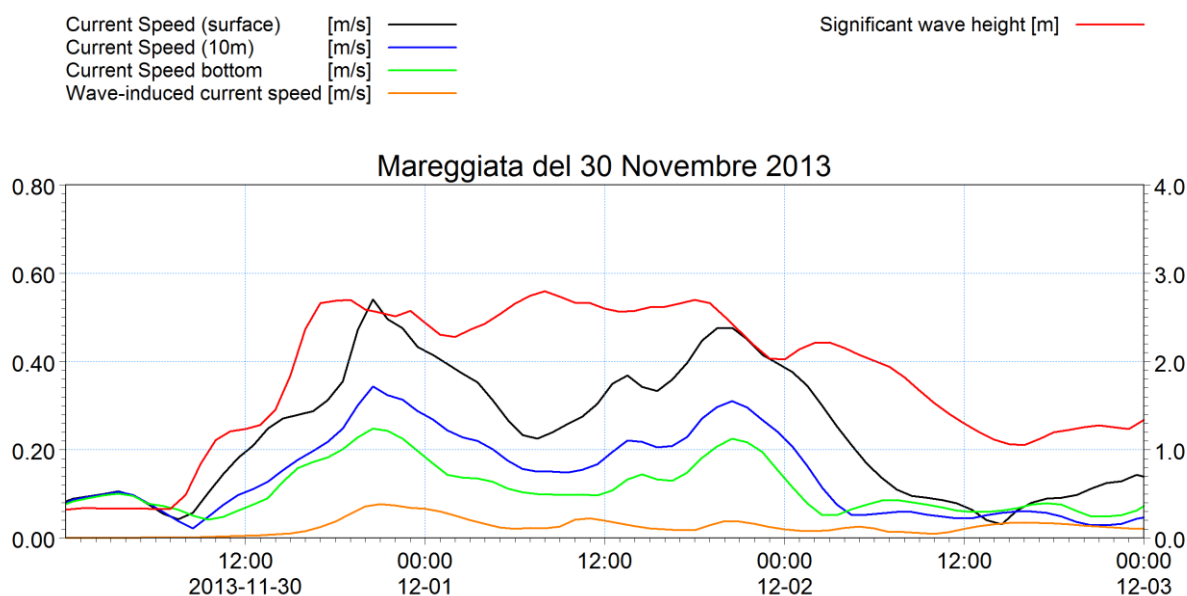




Figura 5-19 Mareggiata del 30 novembre 2013 al punto di uscita del micro-tunnel. La curva rossa rappresenta l'altezza significativa (asse delle ordinate sulla destra del grafico). Le curve color nero, blu e verde rappresentano rispettivamente l'intensità di corrente di circolazione in superficie, a 10m e sul fondo. Infine la curva arancione rappresenta l'intensità di corrente indotta dal campo d'onda

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	55 of 266



È evidente dall'analisi che la corrente indotta dal campo di onda è decisamente inferiore alla corrente legata alla circolazione indotta dai gradienti di densità, dal vento e dalla marea. Poiché la mareggiata selezionata e analizzata è la più intensa dell'intero periodo simulato e condizioni simili si verificano assai raramente, la scelta di non includere il trasporto di materiale dovuto all'onda risulta assolutamente congrua. A ciò si aggiunge il fatto che condizioni di mareggiata simili non premetterebbero l'operatività dei mezzi, e non ci sarebbe quindi neanche rilascio di materiale lungo la colonna d'acqua.

5.6 ANALISI DI RAPPRESENTATIVITA' DEL PERIODO SIMULATO TRAMITE CONFRONTO CON LA CAMPAGNA DI MISURE OCEANOGRAFICHE DEL PERIODO NOVEMBRE 2016 – GENNAIO 2017

Una nuova campagna di misure oceanografiche è stata recentemente compiuta da *FUGRO Oceansismica SPA* nell'ambito delle attività della Trans Adriatic Pipeline (TAP). I risultati della campagna sono riportati nel presente capitolo e confrontati con i dati del modello ad alta risoluzione nell'ottica di valutare la rappresentatività dell'anno simulato (Febbraio 2013-Marzo 2014) dal punto di vista idrodinamico.

In Figura 5-20 è mostrata la posizione della stazione di misura (quadrato rosso). I colori di fondo sono riferiti alla batimetria. Lo strumento utilizzato per il campionamento è un Acoustic Wave and Current (AWAC), ed ha registrato dati di intensità e direzione delle correnti lungo l'intera colonna d'acqua nel periodo compreso tra il 22 novembre 2016 e il 3 gennaio 2017. In aggiunta sono stati registrati anche i dati di temperatura, salinità e densità, misurati in prossimità del fondo.

La batimetria del sito è di circa 14 metri sotto il livello medio mare, e la colonna d'acqua è stata campionata attraverso bins di 0.5m di profondità ciascuno. Lo strumento è stato posizionato a circa 0.6 m dal fondo, ed i dati di corrente campionati tra la superficie e a profondità di 2m sono stati rimossi dal dataset.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	56 of 266

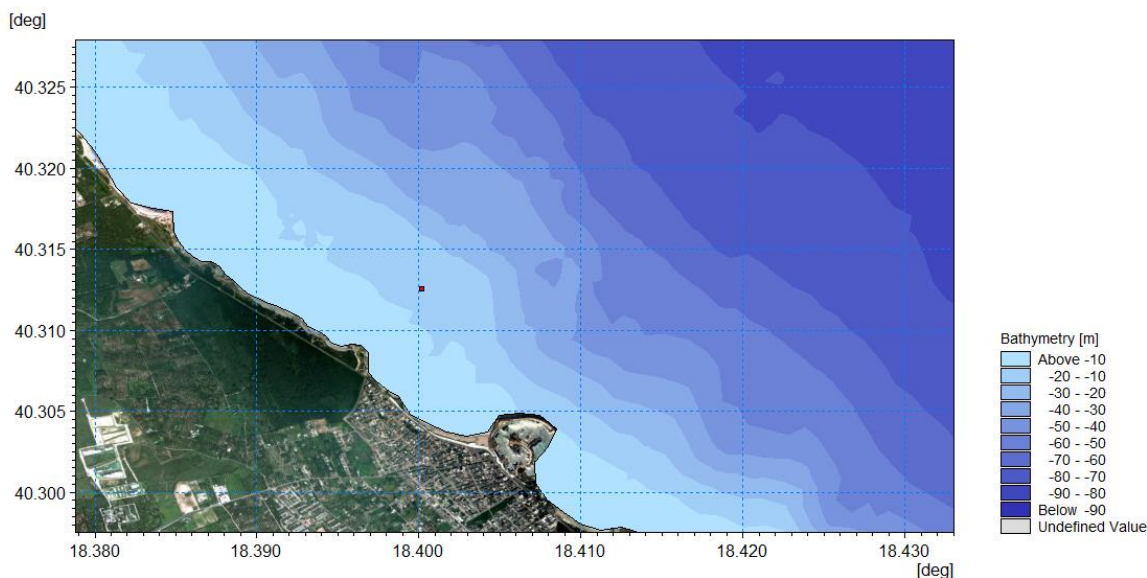




Figura 5-20 Posizione della stazione di misura durante la campagna 2016-2017

I dati osservati nel periodo novembre 2016-gennaio 2017 sono stati rappresentati in forma grafica di serie temporali e rose di corrente e confrontati con i dati simulati dal modello nello stesso periodo dell'anno 2013-2014. Nonostante dati osservati e modellati si riferiscano ad anni diversi, l'analisi comparativa effettuata sul medesimo periodo dell'anno ha permesso di verificare eventuali anomalie legate al periodo simulato nel presente studio, a meno della naturale variabilità di un sistema complesso e multivariato come quello in oggetto. In particolare i confronti sono stati svolti relativamente a:

- serie temporali di intensità e direzione della corrente a livello sotto-superficiale (2 metri) e in prossimità del fondo (12 metri);
- rose di corrente alle medesime profondità;
- serie temporali di temperatura al fondo;

Tutti i grafici rappresentano sia il modello (in rosso) nel periodo simulato (2013-2014) che i dati osservati (in nero) nello stesso periodo dell'anno, per gli anni 2016-2017.

L'analisi descritta viene presentata nelle immagini delle figure di seguito.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	57 of 266

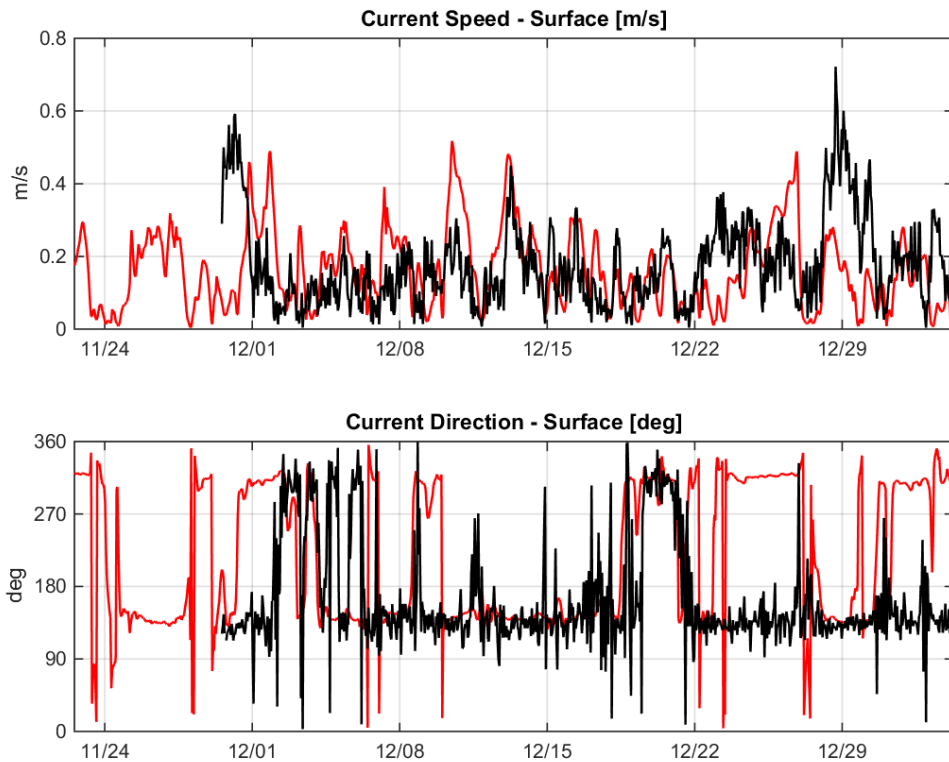




Figura 5-21 Intensità (riquadro in alto) e direzione (riquadro in basso) di corrente superficiale dei dati da modello (curve in rosso, nel periodo novembre 2013-gennaio 2014) e delle osservazioni (curve in nero, stessi mesi ma per l'anno 2016- 2017)

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	58 of 266

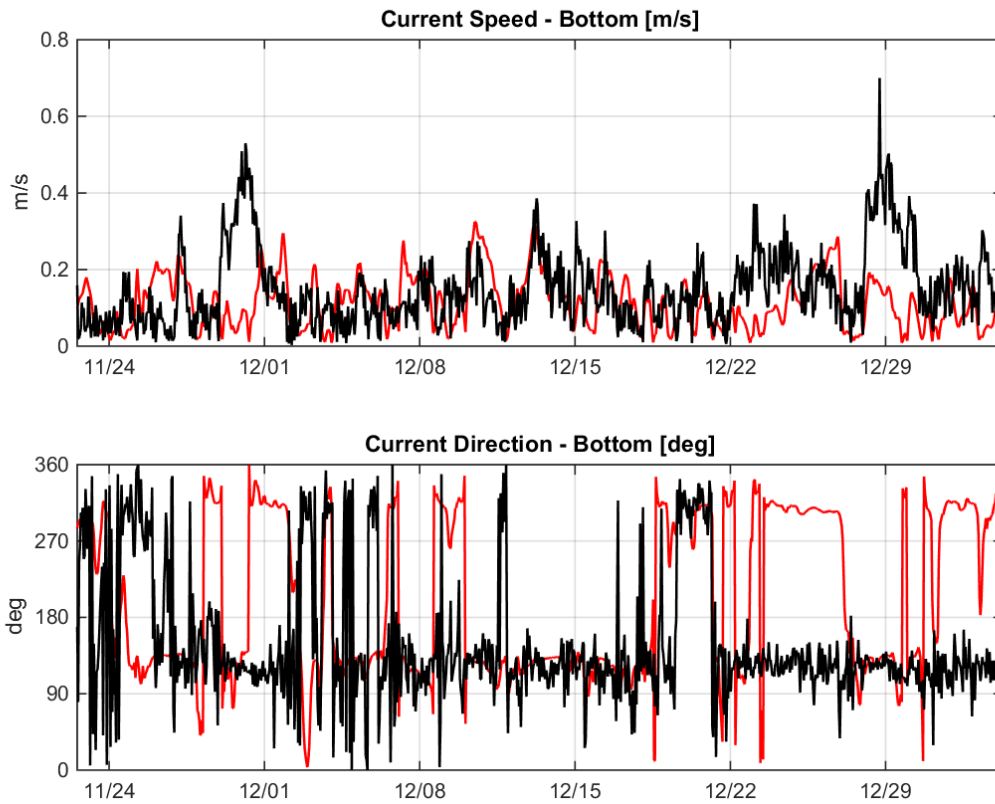


Figura 5-22 Intensità (riquadro in alto) e direzione (riquadro in basso) di corrente in prossimità del fondo dei dati da modello (curve in rosso, nel periodo novembre 2013-gennaio 2014) e delle osservazioni (curve in nero, stessi mesi ma per l’anno 2016- 2017)

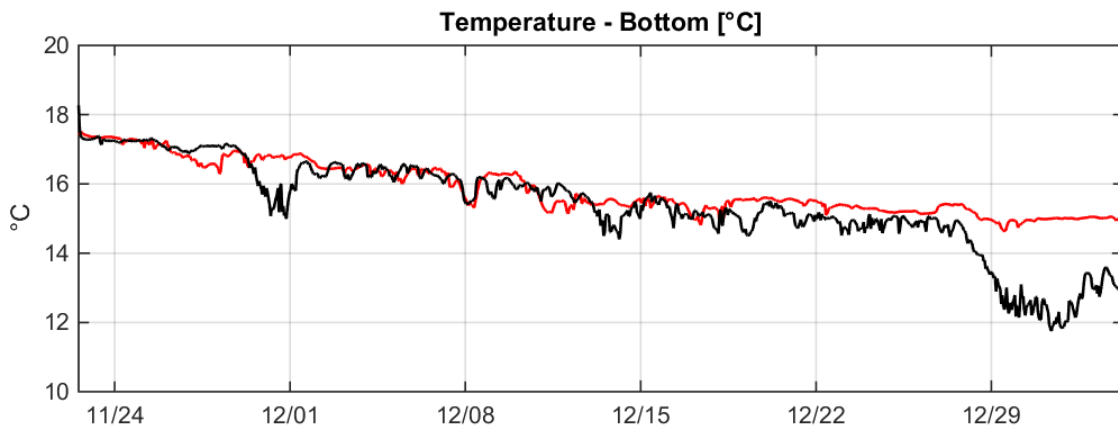




Figura 5-23 Temperatura di fondo dei dati da modello (rosso, periodo Novembre 2013 – Gennaio 2014) e osservati (nero, stessi mesi ma per l’anno 2016- 2017)

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	59 of 266

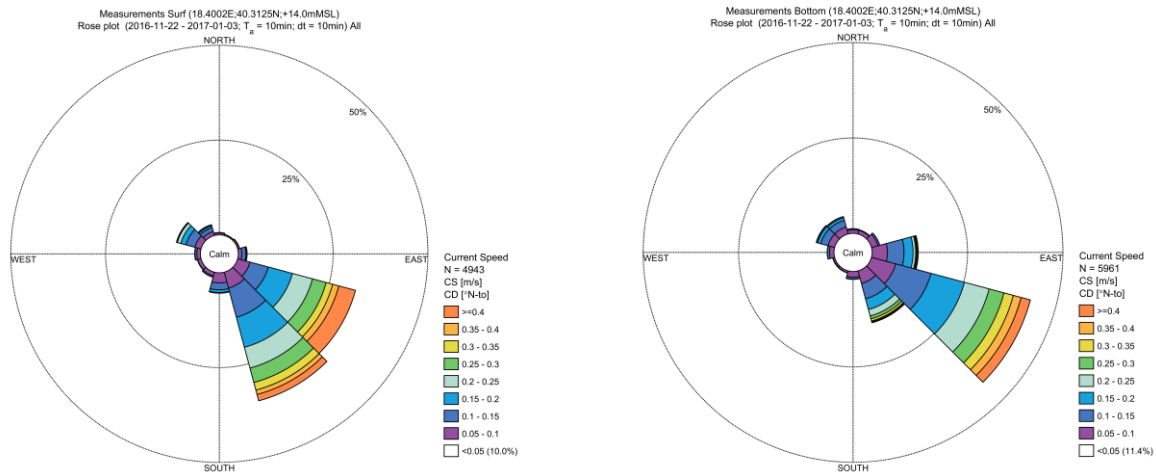


Figura 5-24 Rosa delle correnti osservate in superficie (sinistra) e al fondo (destra). Periodo di osservazione: 22 novembre 2016-3 gennaio 2017

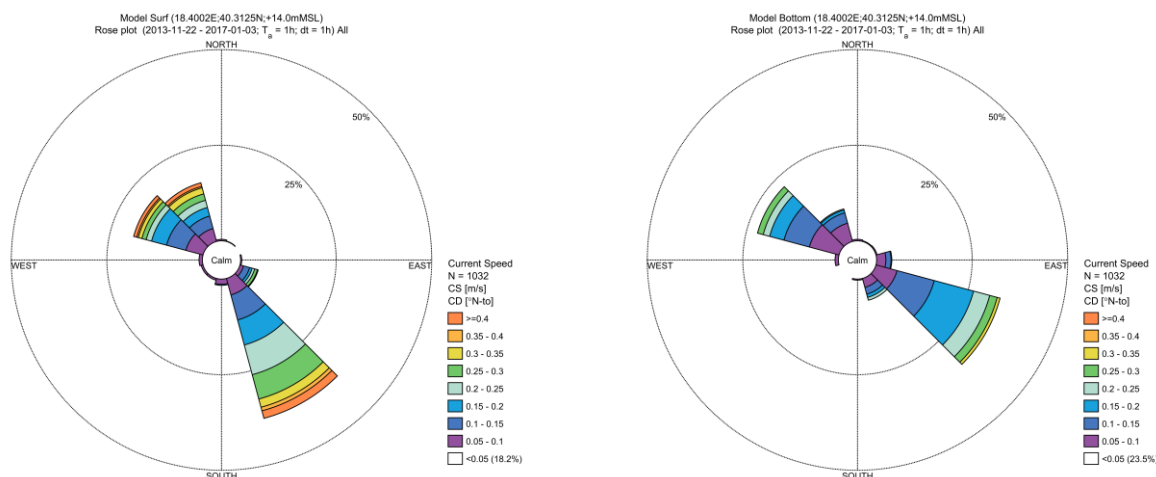






Figura 5-25 Rosa delle correnti modellate in superficie (sinistra) e al fondo (destra). Periodo di osservazione: 22 novembre 2016-3 gennaio 2017

Il confronto fra i dati simulati nel periodo 2013-2014 e le osservazioni del 2016-2017 mostra che i valori di intensità di corrente in corrispondenza della stazione AWAC sono in linea con i valori attesi, e non presentano particolari anomalie. Anche i valori di direzione delle correnti sono simili nel caso delle simulazioni e del modello, e presentano caratteristiche tra loro congrue, con direttrice preferenziale NO-SE e repentine inversioni di verso. E' da notare che, essendo il confronto a-sincrono, esso è di carattere qualitativo e le differenze tra osservato e modello derivano anche da questo. Ciò che emerge è che non ci sono elementi relativi alle correnti che facciano ipotizzare che il periodo studiato (2013-2014) sia un periodo anomalo.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	60 of 266

I valori di temperatura, variabile molto più inerziale rispetto all'intensità di corrente e per questo altamente significativa in un confronto a-sincrono, mostrano ancora più chiaramente che i valori simulati nel periodo 2013-2014 sono perfettamente in linea con quelli osservati nello stesso periodo degli anni 2016-2017. Le uniche due rilevanti eccezioni, rilevabili sia nella temperatura che nell'intensità di corrente, si verificano all'inizio (29 novembre) e alla fine (28-30 dicembre) del periodo di osservazione, quando si verificano forti abbassamenti di temperatura (soprattutto nel secondo evento). Questi eventi sono senza dubbio legati ad eventi atmosferici locali e confinati nel tempo, che hanno un forte e rapido impatto non solo sulla temperatura, ma anche sull'intensità di corrente (Figura 5-21, Figura 5-22 e Figura 5-23). Al contrario, nel periodo 2013-2014 non si sono verificati eventi di tale intensità. Questo diverso comportamento in due inverni di anni diversi rientra comunque nella piena variabilità della parte meridionale del mare Adriatico.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	61 of 266

6. MODALITA' OPERATIVE PER LE ATTIVITA' DI SCAVO E SUCCESSIVO RIEMPIMENTO

Le modalità di scavo e di successivo riempimento della trincea a seguito della posa del gasdotto indicate dai progettisti prevedono, come accennato nel capitolo 3 rispettivamente l'utilizzo di una escavatore con benna chiusa e di una *FallPipe Vessel*.

6.1 SCAVO DELLA TRINCEA (DREDGING)

L'utilizzo di *BakHoe Dredger* garantisce un'esigua perdita di materiale durante la fase di scavo e di attraversamento della colonna d'acqua da parte del cucchiaio, normalmente quantificata in letteratura in percentuali variabili tra il 3% e il 5% [8]. L'utilizzo di cucchiaio chiuso aiuta ulteriormente a limitare le perdite di materiale, le quali sono quindi state ragionevolmente considerate ai fini delle simulazioni pari al 3% del volume di sedimento fine disponibile (cioè il volume di sedimento con diametro medio inferiore ai 63 μm) a sua volta pari al 7,6% (paragrafo 4.4) del volume totale dragato. Quest'ultimo risulta pari a 8907 m^3 , valore comprensivo delle tolleranze di costruzione.

È infatti soltanto il materiale più fine che concorre a formare il pennacchio di torbida, poiché il materiale più grossolano deposita direttamente sul fondo, limitando quindi le concentrazioni più alte nelle immediate vicinanze dello scavo.



Il volume di sedimento potenzialmente rilasciato in colonna d'acqua durante le operazioni di dragaggio è stato inoltre suddiviso nelle due frazioni di argilla e limo (vedi Tabella 4-5) secondo le seguenti percentuali:

- argilla: 33,33%
- limo: 66,67%

L'utilizzo di BHD durante lo scavo suggerisce di considerare il rilascio di sedimento in maniera uniforme lungo l'intera colonna d'acqua, così come normalmente indicato in letteratura [8].

La durata delle operazioni di scavo è stata considerata come da cronoprogramma di progetto fornito dalla Committenza, pari a 17 giorni, con una produttività media pari a 21.8 m^3/h ed una densità di materiale considerata pari a 1950 kg/m^3 . Il tasso di produttività risultante in termini di kg/s di materiale fine risulta quindi pari a circa 0.9 kg/s , di cui il 3% verrà perso lungo la colonna d'acqua in maniera uniforme.

Poiché i volumi di scavo non sono uniformi dal punto di vista spaziale (i volumi scavati in prossimità del punto di uscita dal micro-tunnel, cioè a inizio trincea, sono decisamente maggiori rispetto a quelli scavati a fine trincea, sia a causa della maggiore larghezza di scavo, che a causa della maggiore profondità), mentre il tasso di produttività oraria è costante, si è ipotizzato per le

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	62 of 266

simulazioni un tempo di avanzamento del mezzo variabile proporzionalmente in funzione dei volumi dragati stimati.



6.2 RIEMPIMENTO DELLA TRINCEA (BACKFILLING)

Il riempimento del volume di scavo è previsto attraverso l'utilizzo di un cosiddetto *Fallpipe Vessel* (Figura 2-1, riquadro a destra), grossa imbarcazione equipaggiata con un una condotta flessibile guidata da remoto attraverso la quale fluisce il materiale di riempimento direttamente *in-situ*. La testa della condotta di iniezione lavorerà a circa 4-5 metri dal fondo, producendo un *jet* di miscela acqua-sedimento che può essere considerato uniforme lungo la verticale della porzione di colonna d'acqua interessata. A differenza del BHD, per quanto riguarda i FPVs la letteratura relativa alle percentuali di sedimento disponibile all'avvezione–dispersione, e quindi al pennacchio di torbida, risulta alquanto povera e soprattutto incerta. Studi pubblicati [19] su riviste scientifiche che fanno riferimento a scarichi senza condotta di ausilio riportano percentuali di disponibilità all'avvezione anche dell'ordine del 7%-14% rispetto al totale scaricato in fase di *backfilling*, concentrate soprattutto sugli strati più prossimi al fondo (cosiddetti strati di *surge*). Considerando inoltre un (i) effetto “*jet*” generato dalla condotta che rende il flusso più energetico, e (ii) una fase di collasso del materiale sul fondo che dà origine a forte turbolenza e rimessa in sospensione di materiale scaricato, in analogia con altri studi analoghi operati da DHI in questo settore, è da ritenersi adeguato maggiorare queste percentuali arrivando a valori dell'ordine del 20%, che pone peraltro lo studio altamente in favore di cautela.

Il volume totale di riempimento con materiale originario indicato dai progettisti, inclusivo delle tolleranze, è di 8275 m³. Le tessiture considerate per il materiale di riempimento sono le stesse considerate in fase di scavo, così come le reciproche percentuali. In aggiunta a questo materiale, un ulteriore quantitativo pari a 1793 m³ verrà utilizzato come strato di allettamento. Quest'ultimo volume di materiale non è oggetto delle simulazioni di trasporto di sedimento in quanto, presentando una granulometria media ben superiore ai 63 µm, non concorre alla formazione di pennacchi di torbida soggetti a fenomeni avvertivo-dispersivi dovuti alle correnti.



Il sistema adottato in fase di riempimento è altamente più produttivo di quello adottato in fase di scavo, seppur più impattante in termini di concentrazioni di sedimento lungo la colonna d'acqua. Per mitigare questo atteso incremento delle concentrazioni massime in prossimità degli strati di fondo, in accordo con la Committenza si è ipotizzata una operatività delle macchine a ciclo discontinuo, attivandola durante le ore di bassa, o addirittura nulla, luminosità naturale, ed arrestandola durante le ore più luminose della giornata, minimizzando quindi l'effetto di inibizione della penetrazione della luce naturale dovuto alle alte concentrazioni del pennacchio di torbida sulla *cymodocea* nodosa prossima al sito di scavo.

Il tasso di produttività considerato ai fini delle simulazioni è quello medio, pari a 150 ton/ora, ed attivo per un totale di 108 ore distribuite nell'arco di 8 giorni, dalle 16:00 alle 05:30 di ogni giornata. Si nota come la produttività media sia ottenuta dividendo il volume di riempimento (inclusivo delle tolleranze) per il tempo totale in cui il FPV sarà presso il sito di installazione del

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	63 of 266

materiale di risulta. Nel tempo totale in cui il mezzo sarà presso il sito di installazione del materiale di risulta sono comprese tra gli altri, pause per fermi macchina, fermi causa meteo, attese per posizionamento del mezzo navale, attese per rilevamenti geofisici.

In analogia con quanto ipotizzato in fase di scavo, durante le simulazioni numeriche di *backfilling* si è mantenuto costante il tasso di produttività oraria del mezzo, e si è variato il tempo di stazionamento di quest'ultimo lungo il tracciato della condotta proporzionalmente ai volumi di scavo, ipotizzando tempi via via minori procedendo verso le zone di largo, dove cioè la trincea presenta profondità di scavo assai ridotte.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	64 of 266

7. MODELLO DI DISPERSIONE DEI SEDIMENTI

Il modulo utilizzato per la simulazione della dispersione del sedimento dovuta alle operazioni di scavo e successivo riempimento della trincea è MIKE 3 MT di DHI [7], che descrive l'erosione, il trasporto e la deposizione di limi e misture sabbie-limi sotto l'azione di correnti e di onde.



MIKE 3 MT calcola il trasporto solido sulla base delle simulazioni idrodinamiche effettuate con il modulo HD ed eventualmente delle simulazioni di moto ondoso effettuate con MIKE 21 SW. Come già discusso nel paragrafo 5.5, quest'ultimo processo non è stato incluso nelle simulazioni di trasporto di sedimento poiché nell'area di interesse del presente lavoro le correnti ad esso legate inducono correnti di un ordine di grandezza inferiore rispetto a quelle legate alla circolazione generale.

L'applicazione del modulo MT include la simulazione di frazioni multiple di sedimenti e permette di rappresentare i seguenti fenomeni fisici:

- flocculazione, che si attiva per concentrazioni di sedimento coesivo superiori a 10 mg/l;
- effetti di densità ad alte concentrazioni di sedimento;
- sedimentazione ostacolata (*hindered settling*);
- consolidamento del fondale;
- variazioni morfologiche del fondale;
- aggiornamento continuo della morfologia del fondale.

Una descrizione dettagliata del modello MIKE 3 MT è riportata in Allegato B.

Nella Figura 7-1 sono illustrati schematicamente i processi simulabili con il modello MIKE 3 MT.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	65 of 266

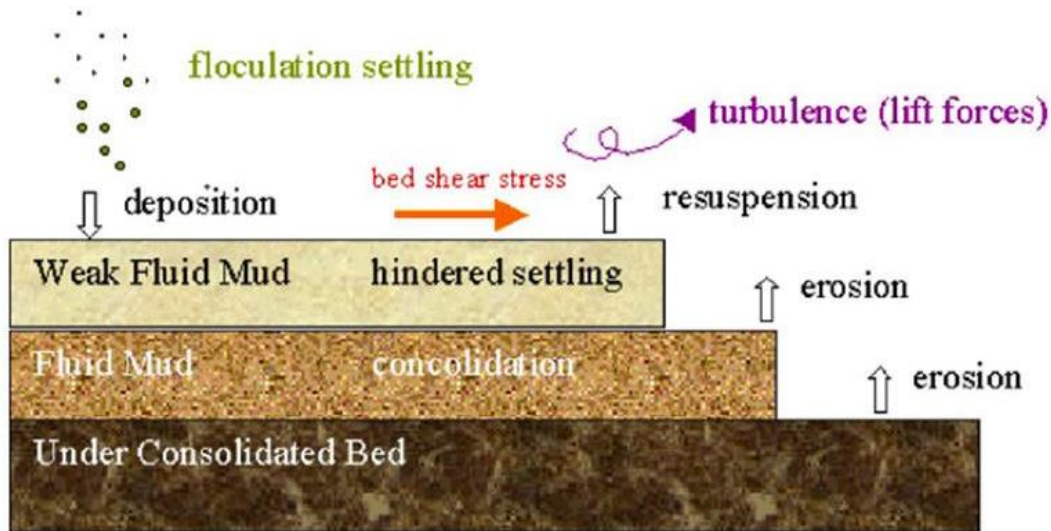


Figura 7-1 Rappresentazione schematica dei processi simulati in MIKE 3 MT



7.1 IMPLEMENTAZIONE DEL MODELLO

Il dominio adottato per le simulazioni con MT ha le stesse caratteristiche (in termini di discretizzazione della griglia di calcolo e di valori batimetrici) di quello utilizzato per le applicazioni del modulo HD (capitolo 5).

Con lo scopo di simulare la dispersione e l'evoluzione del pennacchio di concentrazione di sedimento messo in sospensione durante le operazioni di dragaggio e di successivo riempimento della trincea, si è provveduto alla definizione delle caratteristiche dei sedimenti costituenti il fondale. In particolare sono stati inseriti nel modello i seguenti parametri:

- componenti tessiturali e loro percentuali (così come individuati nei paragrafi 4.4 e capitolo 6). Si sono considerati per il 33,33% argille di diametro pari a $2 \mu\text{m}$, e per il 66,67% limi di diametro pari a $22 \mu\text{m}$;
- dimensioni medie dei sedimenti costituenti ciascuna frazione granulometrica in termini di velocità di sedimentazione associata a ciascuna frazione. Le due velocità di sedimentazione calcolate attraverso la formulazione di Stokes sono pari a $W_{s_clay}=0.0035 \text{ mm/s}$ e $W_{s_silt}=0.425 \text{ mm/s}$;
- altri parametri, quali limite di flocculazione, tensione critica di deposizione, tensione critica di erosione, coefficiente di dispersione, impostati sulla base della pluridecennale esperienza del gruppo DHI in studi analoghi.

Come anticipato nel capitolo 6, la posizione del punto di rilascio del materiale sia in fase di scavo che in fase di riempimento è stata specificata assumendo una differente velocità locale delle operazioni, mantenendo costante il tasso di movimentazione del materiale espresso in kg/s , e potendo così tenere in considerazione una velocità di avanzamento dei lavori inversamente proporzionale ai volumi di scavo/riempimento.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	66 of 266

Per quanto riguarda la stima delle velocità di sedimentazione dei grani considerati si è fatto riferimento alla formulazione di Stokes, che correla velocità di sedimentazione ed il diametro medio dei sedimenti come segue:

$$w_s = \frac{2R^2(d_e - d_i)g}{9\eta}$$

dove: w_s = velocità di sedimentazione [m/s];

R = raggio delle particelle in sospensione [m];

d_i = densità dei sedimenti [kg/m³];

d_e = densità dell'acqua di mare [kg/m³];



g = accelerazione di gravità [m/s²];

η = viscosità della fase continua [m²/s]

In Tabella 7-1 sono riportate le principali caratteristiche del modello di trasporto di sedimenti e dei dati in input utilizzati per le simulazioni modellistiche.

Tabella 7-1 Principali caratteristiche del modello di trasporto di sedimenti e dei dati in input utilizzati

Parametro	Scavo (Dredging)	Riempimento (Backfilling)
Diametro frazione argilla	2 μm	2 μm
Diametro frazione limo	22 μm	22 μm
W_s argilla	3.5 $\times 10^{-3}$ mm/s	3.5 $\times 10^{-3}$ mm/s
W_s limo	4.25 $\times 10^{-1}$ mm/s	4.25 $\times 10^{-1}$ mm/s
$V_{argilla}/V_{limo}$	1/3	1/3
Densità del sedimento secco (senza pori)	2650 kg/m ³	2650 kg/m ³
Concentrazione minima per flocculazione	0.01 kg/m ³	0.01 kg/m ³
Concentrazione minima di sedimentazione ostacolata	10 kg/m ³	10 kg/m ³
Stress critico di deposizione	0.07 N/m ²	0.07 N/m
Stress critico di erosione	>>0	>>0



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	67 of 266

Tipologia di rilascio del sedimento	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Uniforme lungo la colonna</i> • <i>Mobile nel tempo</i> • <i>A ciclo continuo</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Uniforme sugli ultimi 2 strati verticali del modello dal fondo</i> • <i>Mobile nel tempo</i> • <i>16:00-05:30</i>
Volume totale	<i>8907 m³</i>	<i>8275 m³</i>
Durata delle operazioni	<i>17 giorni</i>	<i>8 giorni</i>
Tasso di rilascio del sedimento	<i>21.80 m³/ora</i>	<i>150 ton/ora</i>
% sedimento fine ($\Phi < 63 \mu\text{m}$)	<i>7.6%</i>	<i>7.6%</i>
% sedimento fine perso	<i>3%</i>	<i>20%</i>
Numero di Simulazioni	<i>2 simulazioni al mese con inizio al giorno 1 e al giorno 15 di ogni mese (escluso periodo estivo)</i>	<i>2 simulazioni al mese con inizio al giorno 1 e al giorno 15 di ogni mese (escluso periodo estivo)</i>

Come già anticipato nel capitolo 3, la simulazione idrodinamica realistica di lungo periodo ha permesso un approccio per le simulazioni di trasporto di sedimento a “finestre mobili” [1]: per ogni mese di simulazione idrodinamica (esclusi i mesi estivi di giugno, luglio, agosto e settembre per i quali le operazioni di scavo non sono permesse come da prescrizioni ministeriali) ha girato il modulo di trasporto di sedimento ad essa accoppiato, ipotizzando che le operazioni abbiano inizio il giorno 1 e il giorno 15 di ogni mese, in modalità separata, cosicché una simulazione non interferisca con la precedente e con la successiva. Il numero totale di simulazioni di trasporto di sedimento è così risultato pari a 16 (due al mese escluso il periodo giugno-settembre).

Un tale approccio ha permesso non solo di cogliere la totale variabilità idrodinamica del sistema - cosa altrimenti impossibile con classico approccio a scenari - ma anche un post processamento dei risultati più significativo dal punto di vista statistico, con l’individuazione su diversi livelli della colonna d’acqua dei massimi di concentrazione del sedimento raggiunti sulla totalità del periodo simulato (sia aggregato sull’intero anno che per stagioni), e del tempo in cui viene oltrepassata una certa soglia di concentrazione, che nello specifico è stata fissata a 10 mg/l e a 50 mg/l. Il valore di 10 mg/l è stato ritenuto significativo poiché, come comunicato da Shelter srl, una precedente campagna di misura della torbidità in loco, condotta in condizioni naturali, ha registrato valori di concentrazione compresi tra i 13 mg/l e i 17 mg/l circa. La soglia di 10 mg/l è quindi da ritenersi cautelativa. Il valore di 50 mg/l è stato invece ritenuto significativo poiché le simulazioni hanno mostrato come i massimi valori riscontrati sulla *cymodocea nodosa* (seppur su una sua porzione estremamente limitata) fossero di quest’ordine di grandezza.

L’incrocio di questi due dati fornisce così un quadro completo del livello di effetto dei lavori sull’ambiente marino in termini di pennacchi di torbida che ne scaturiscono. Da ultimo è stato analizzato l’accumulo massimo al fondo mediato su tutte le simulazioni disponibili.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	68 of 266

7.2 RISULTATI

In questo capitolo vengono riportati i risultati dello studio in forma di mappe, sia per le operazioni di scavo che per le operazioni di riempimento della trincea. In particolare verranno presentati nei paragrafi 7.2.1 e 7.2.2 i seguenti risultati in forma grafica, differenziati per fase di attività:



Scavo:

- mappe dei massimi di concentrazione del sedimento. I massimi sono calcolati come valore medio dei massimi valori di concentrazione riscontrati durante ogni singola simulazione su tutto il periodo delle operazioni (17 giorni);
- mappe del tempo di persistenza di concentrazioni del sedimento superiori a 10 mg/l e a 50 mg/l, riferiti ad un intero ciclo di operazioni (17 giorni). I tempi di superamento vengono calcolati sulle singole simulazioni e poi mediati sul numero totale di simulazioni;
- mappe di massimo accumulo di sedimento al fondo. I valori massimi vengono calcolati sulle singole simulazioni e poi mediate sul numero totale di simulazioni.

Riempimento:

- mappe dei massimi di concentrazione del sedimento. I massimi sono calcolati come valore medio dei massimi valori di concentrazione riscontrati durante ogni singola simulazione nel periodo operativo dei mezzi (16:00 – 05:30 ogni giorno per 8 giorni, maggiorato delle due ore successive al termine delle operazioni);
- mappe dei massimi di concentrazione del sedimento calcolati come valore medio dei massimi valori di concentrazione riscontrati durante ogni singola simulazione nel periodo non operativo dei mezzi (07:30 – 16:00 ogni giorno per 8 giorni);
- mappe del tempo di persistenza di concentrazioni del sedimento superiori a 10 mg/l e a 50 mg/l, riferiti al periodo operativo dei mezzi (16:00 – 05:30 ogni giorno per 8 giorni, maggiorato delle due ore successive al termine delle operazioni). I tempi di superamento vengono calcolati sulle singole simulazioni e poi mediati sul numero totale di simulazioni;
- mappe del tempo di persistenza di concentrazioni del sedimento superiori a 10 mg/l e a 50 mg/l, riferiti al periodo non operativo dei mezzi (07:30 – 16:00 ogni giorno per 8 giorni). I tempi di superamento vengono calcolati sulle singole simulazioni e poi mediati sul numero totale di simulazioni;
- mappe di massimo accumulo di sedimento al fondo. I valori massimi vengono calcolati sulle singole simulazioni e poi mediate sul numero totale di simulazioni.



Le mappe dei massimi di concentrazione e del tempo di persistenza di concentrazioni del sedimento superiori a 10 mg/l e a 50 mg/l vengono presentate su tre diversi livelli: in superficie, a metà della

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	69 of 266

colonna, e sul fondo. Nei paragrafi 7.2.1 e 7.2.2 vengono riportati i dati facendo riferimento all'intero anno di simulazioni (a esclusione dei mesi estivi). In Allegato E si riporta invece la medesima tipologia di mappe, ma aggregando i dati sulle singole stagioni. Esse sono state così raggruppate, per omogeneità idrodinamica e climatica:

- Inverno: gennaio, febbraio, marzo
- Primavera: aprile, maggio
- Autunno: ottobre, novembre, dicembre

In Figura 7-2 si riporta a titolo esclusivamente di esempio un risultato di concentrazione del sedimento sospeso in corrispondenza dello strato di fondo per due istanti temporali in cui il campo di corrente tende a trasportare il sedimento rispettivamente verso nord-ovest (riquadro in alto) e verso sud-est (riquadro in basso). I dati si riferiscono alla simulazione dei lavori di *backfilling* con inizio nel giorno 1 Aprile 2013, e più precisamente al giorno 2 Aprile alle ore 5:30 e al giorno 3 Aprile alle ore 23:30 rispettivamente. Oltre al campo di concentrazione del sedimento (rappresentato dai colori) sono presenti in figura le frecce relative a direzione ed intensità della corrente sul fondo, l'estensione della *cymodocea nodosa* (retini tratteggiate in nero) e il punto di uscita del micro-tunnel (pallino color ciano bordato di nero)

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 70 of 266

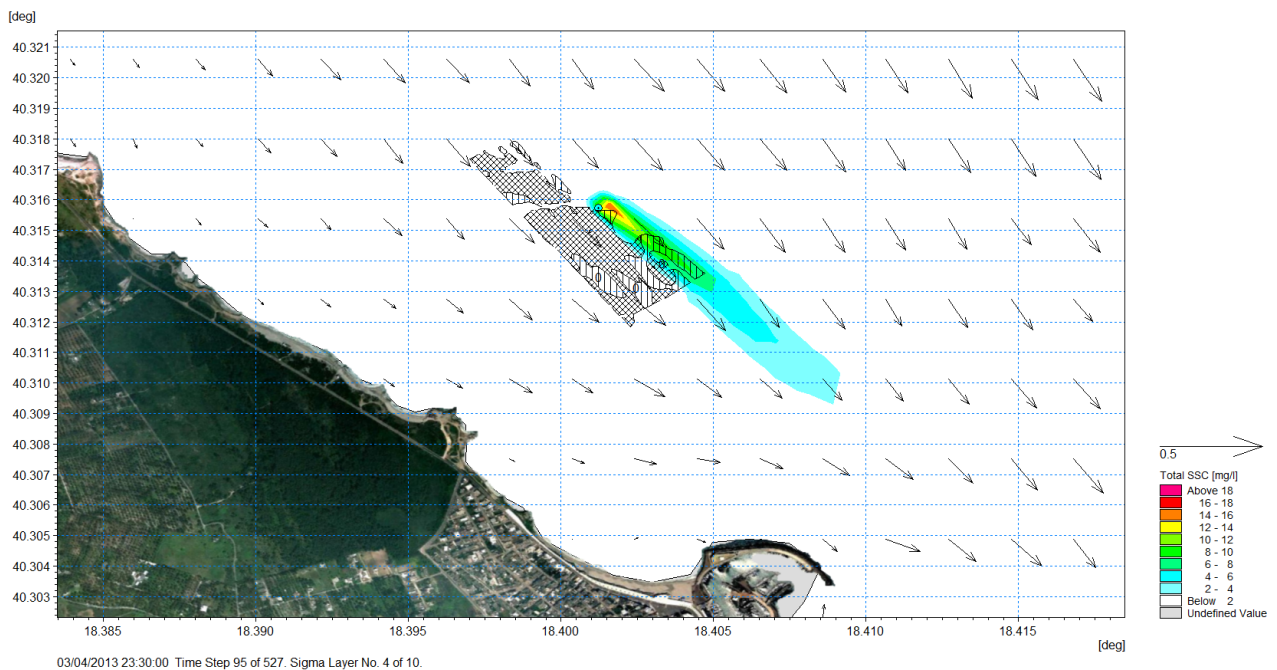
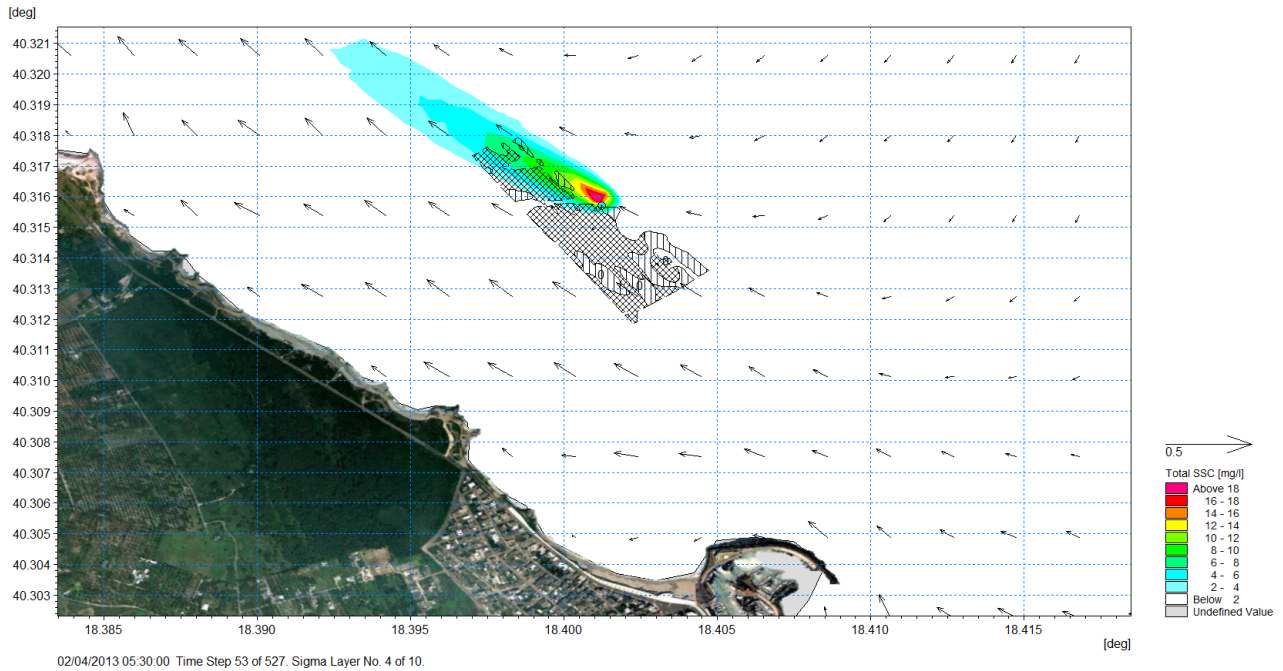




Figura 7-2 Esempio di mappa di concentrazione al fondo durante le operazioni di *backfilling*. I colori della mappa rappresentano le concentrazioni del sedimento totale sospeso nello strato di fondo del modello numerico. Le frecce rappresentano direzione e intensità di corrente

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	71 of 266

7.2.1 OPERAZIONI DI SCAVO

I risultati di seguito riportati fanno riferimento all'intero periodo di simulazione corrispondente ad un anno, eccetto i mesi estivi da giugno a settembre. In particolare:



- mappe dei massimi di concentrazione da Figura 7-3 a Figura 7-5
- mappe del tempo di persistenza di concentrazioni del sedimento superiori a 10 mg/l e a 50 mg/l, da Figura 7-6 a Figura 7-11
- mappe di massimo accumulo di sedimento al fondo in Figura 7-12

La valutazione degli effetti sull'ambiente deriva da una serie di valutazioni, tra cui i risultati delle simulazioni. Le concentrazioni massime dei sedimenti, così come definite nel paragrafo 7.2, raggiungono valori superiori ai 2 mg/l – concentrazione che viene diffusamente considerata la soglia al di sotto della quale l'acqua è da considerarsi “limpida”, offrendo quindi garanzia per la salute di qualsiasi specie naturale – solo a profondità intermedie della colonna d'acqua e sul fondo. I valori qui riscontrati sono comunque compresi tra i 2 e i 4 mg/l, e riguardano un'estensione del pennacchio assai limitata, dell'ordine delle decine di metri nell'immediato intorno della regione soggetta ai lavori di scavo. In superficie non si registrano mai valori di concentrazione superiore ai 2 mg/l.

Anche la deposizione massima sul fondo è molto limitata durante i lavori di scavo e non supera mai valori di 1 mm. La deposizione risulta massima nell'area più prossima all'*exit point*, per diminuire via via che ci si avvicina al limite di largo dello scavo della trincea, coerentemente con i minori volumi dragati a causa della esigua profondità di scavo in questa zona.

Durante i lavori di scavo quindi l'effetto avvertivo-dispersivo delle correnti, combinato con la relativamente bassa concentrazione di materiale perso in colonna dovuto alla metodologia di dragaggio, appare predominante, risultando in un pennacchio di torbida allungato nella direzione NO-SE parallelamente a costa, e con concentrazioni di sedimento assai modeste, pressoché sempre inferiori ai 2 mg/l. Concentrazioni così basse non inducono, tra l'altro, fenomeni di flocculazione.

L'innescò della flocculazione, in generale, determina un pennacchio di torbida di dimensioni più ridotte ma con valori di concentrazioni più elevati. Anche la deposizione al fondo in caso di flocculazione risulta in generale meno estesa ma di spessore più elevato.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	72 of 266

Concentrazioni massime



Figura 7-3 Dragaggio: concentrazione massima in superficie su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi)



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	73 of 266



Figura 7-4 Dragaggio: concentrazione massima alla profondità intermedia su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi)





 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	74 of 266



Figura 7-5 Dragaggio: concentrazione massima al fondo su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi)

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	75 of 266

Tempi di persistenza di concentrazioni del sedimento superiori a 10 mg/l e a 50 mg/l

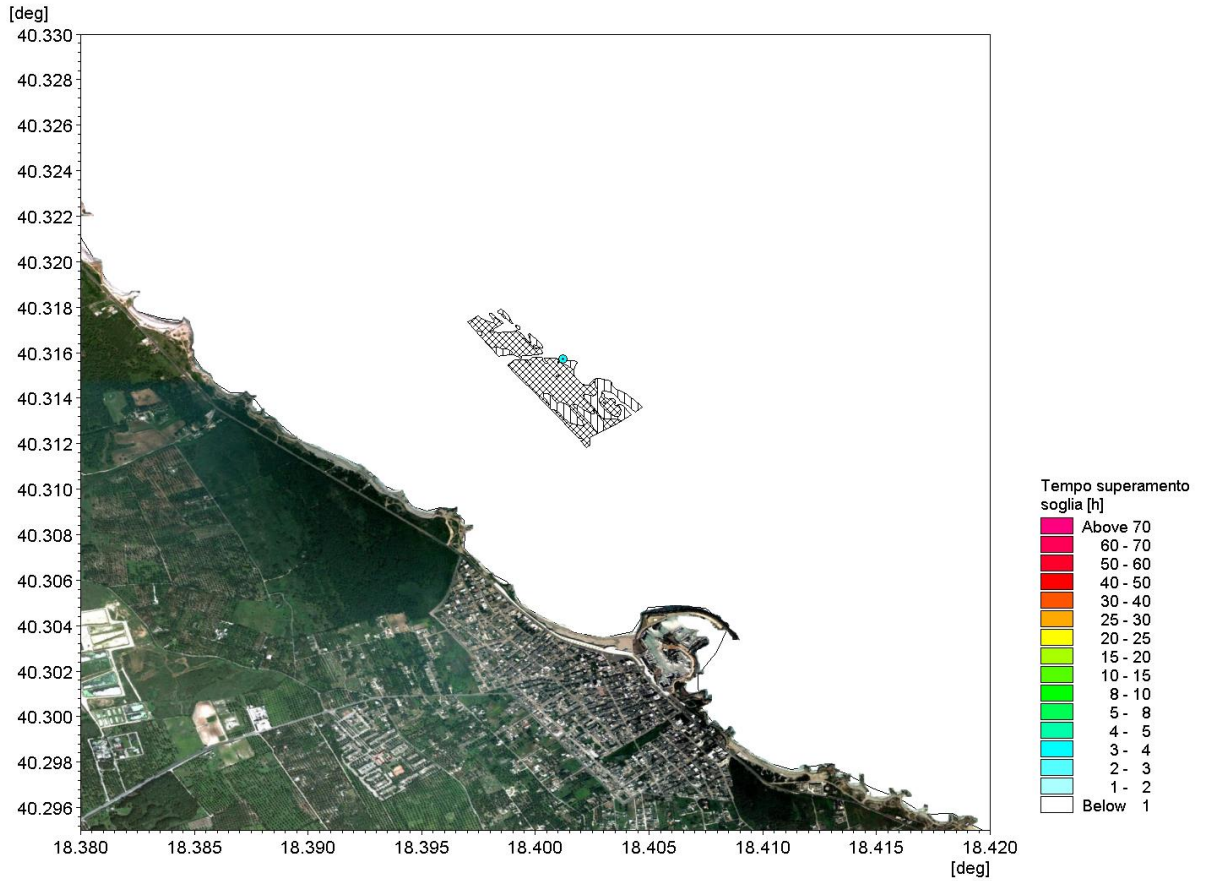




Figura 7-6 Dragaggio: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi) - superficie

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	76 of 266

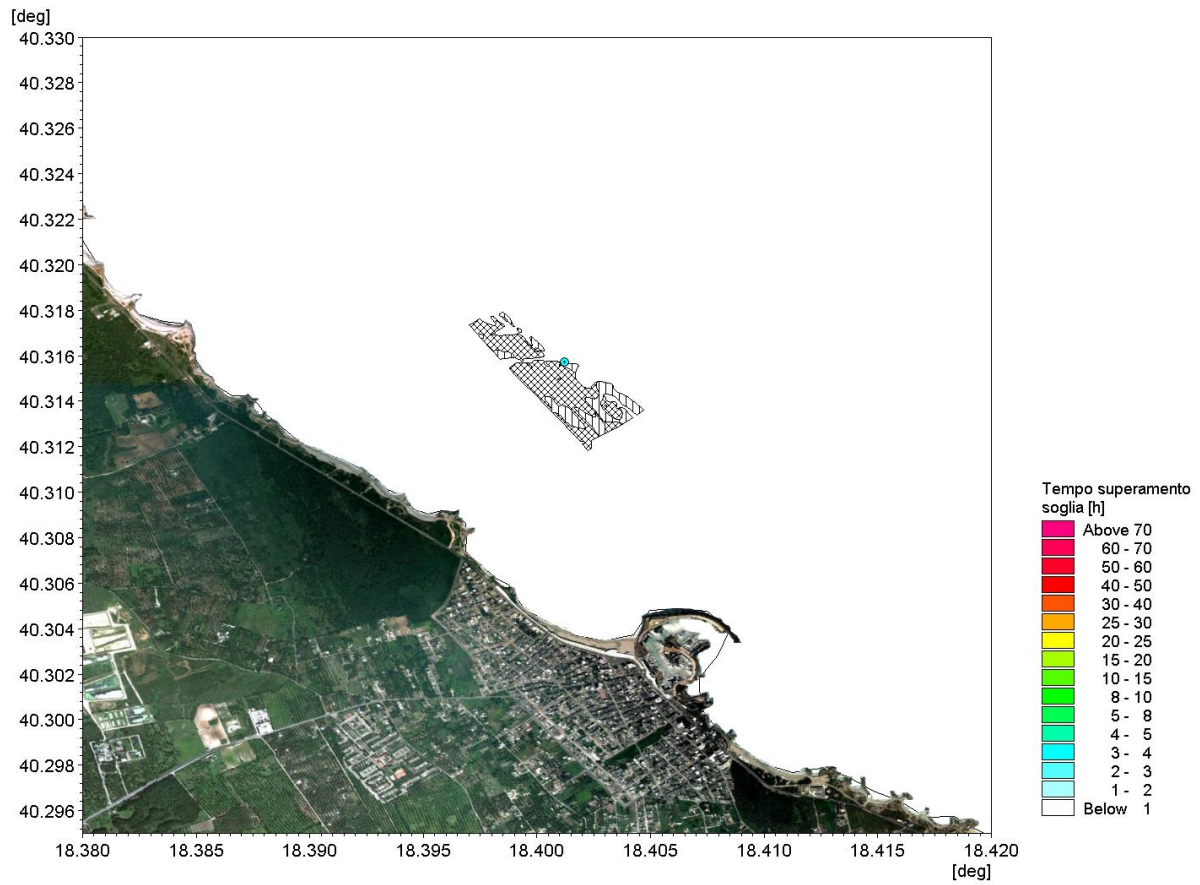




Figura 7-7 Dragaggio: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi) – profondità intermedia

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	77 of 266

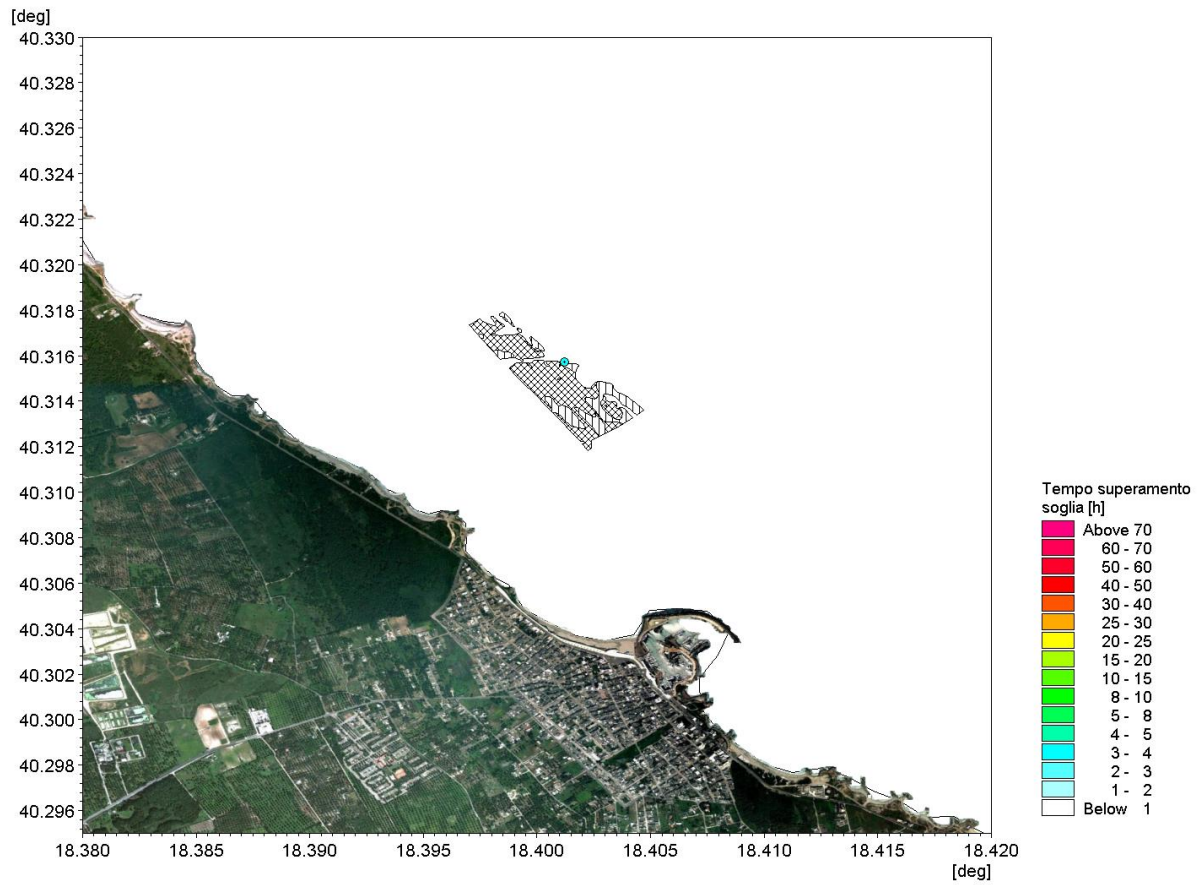




Figura 7-8 Dragaggio: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi) – fondo

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	78 of 266

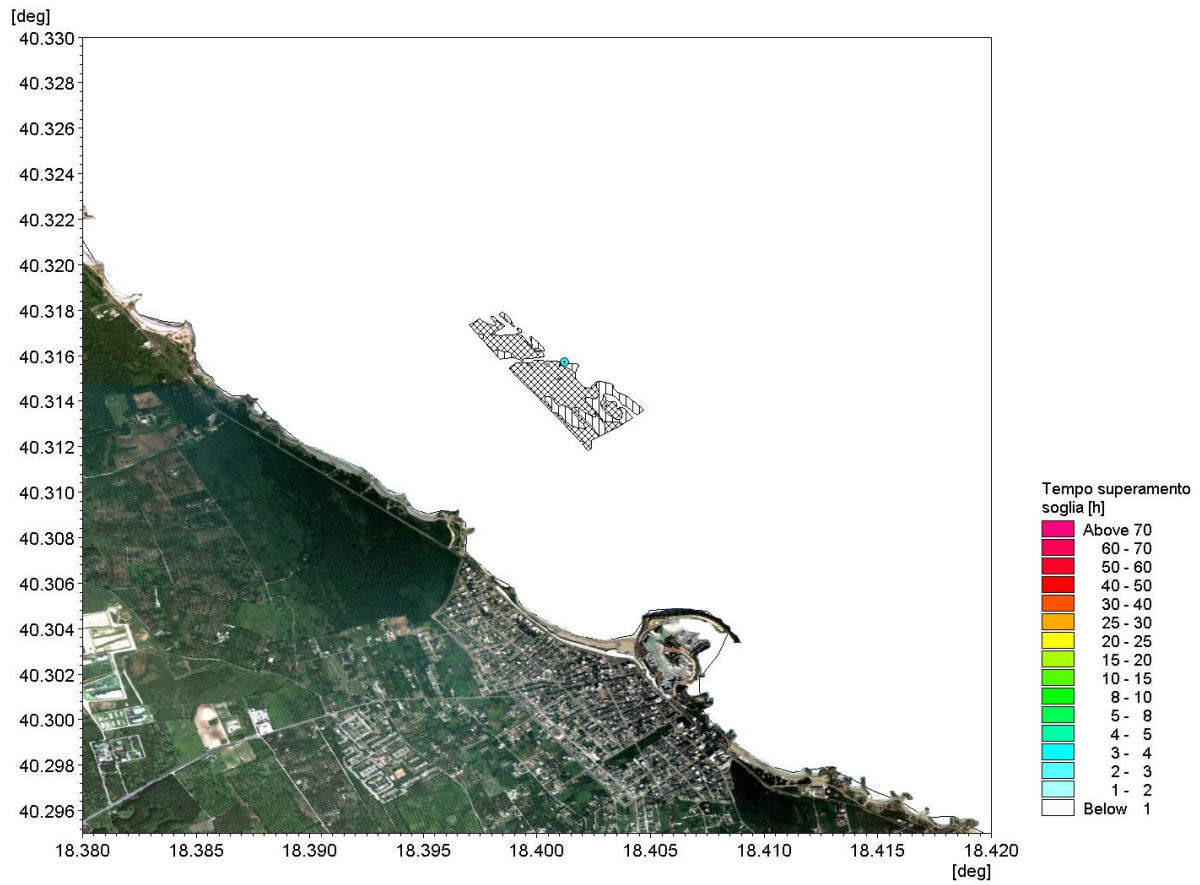




Figura 7-9 Dragaggio: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi) – superficie

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	79 of 266

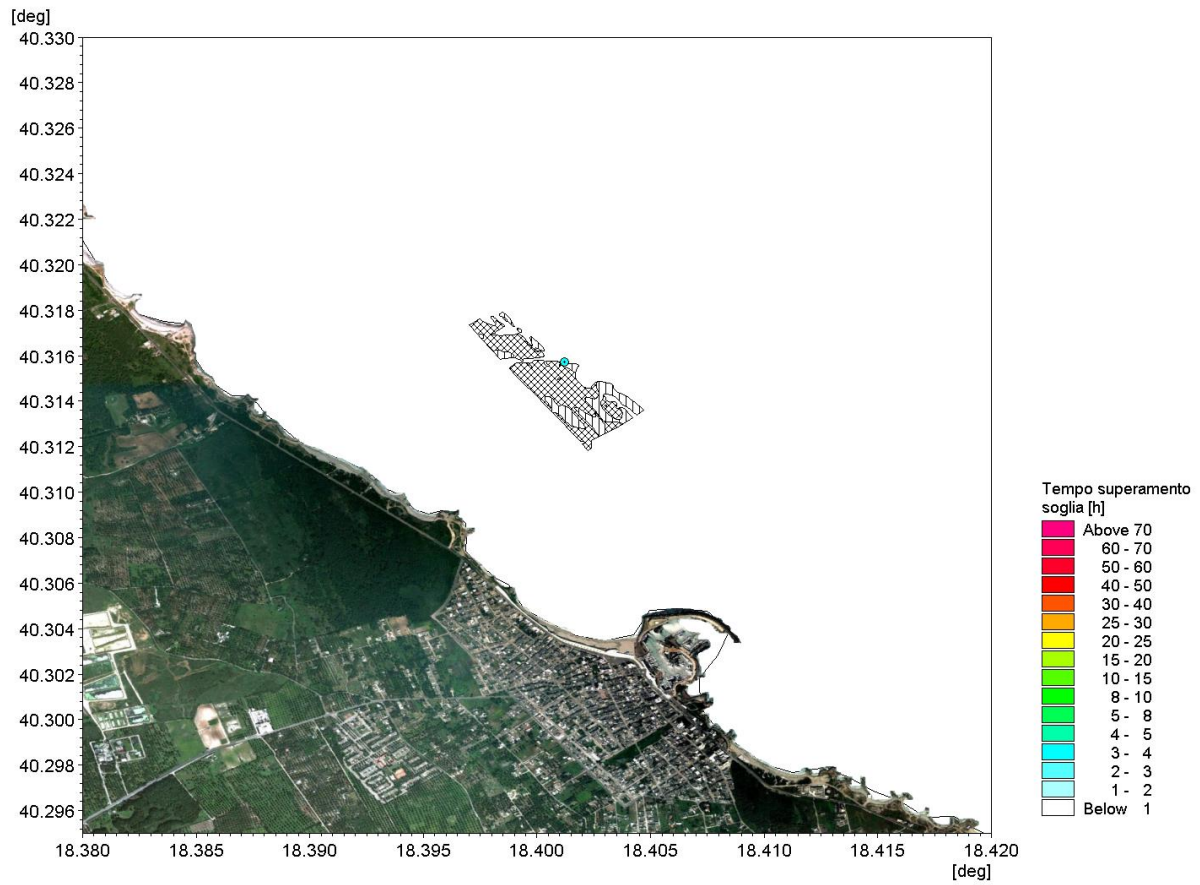




Figura 7-10 Dragaggio: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi) – profondità intermedia

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	80 of 266

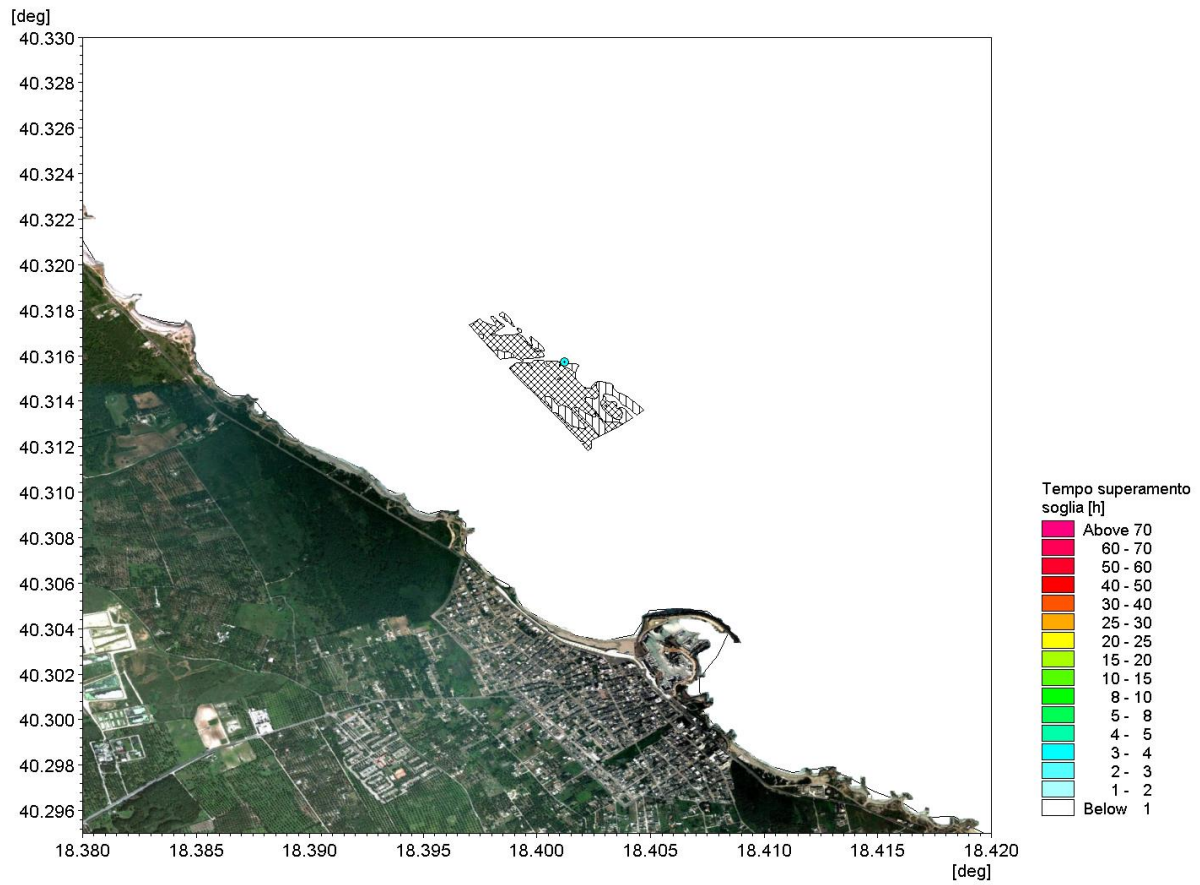




Figura 7-11 Dragaggio: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi) – fondo

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	81 of 266

Deposizione massima

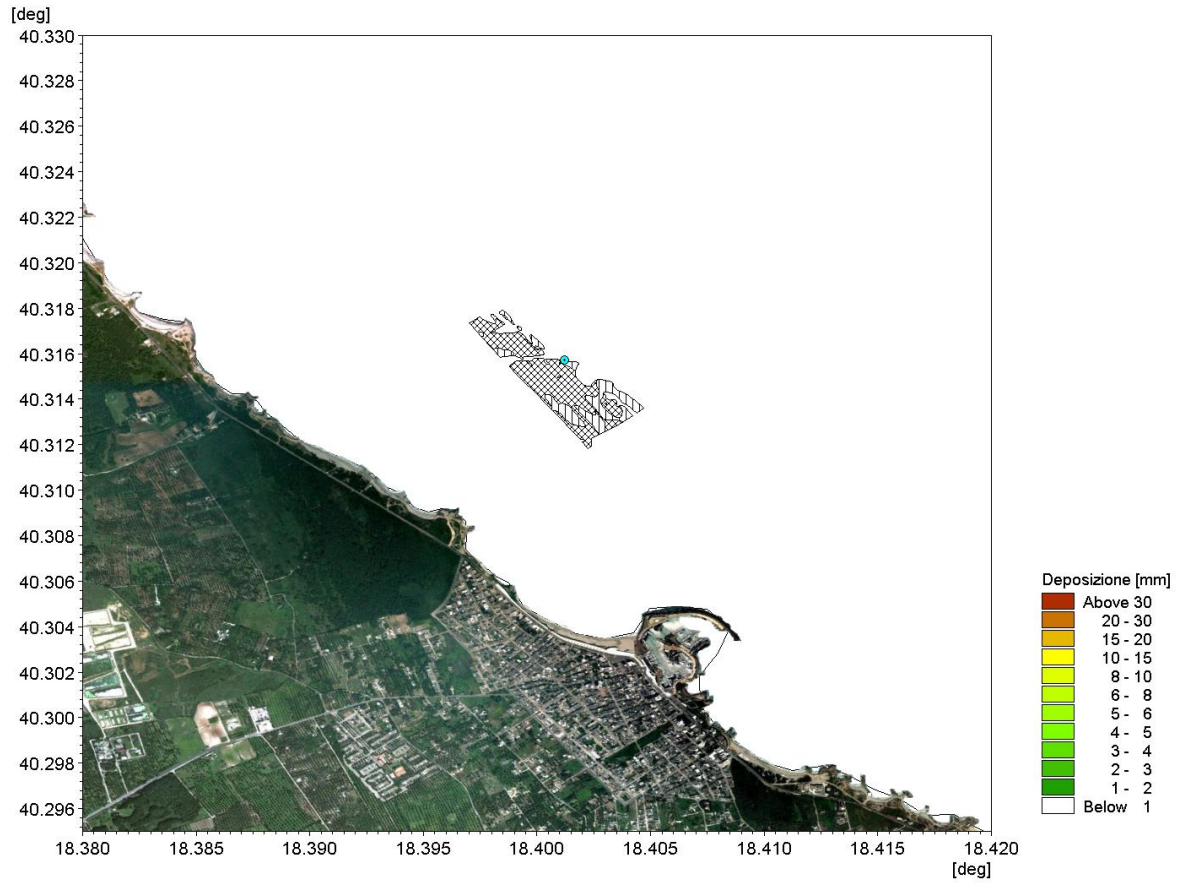




Figura 7-12 Dragaggio: deposizione massima su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi)

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	82 of 266

7.2.2 OPERAZIONI DI RIEMPIMENTO

I risultati di seguito riportati fanno riferimento all'intero periodo di simulazione corrispondente ad un anno, eccetto i mesi estivi da giugno a settembre. In particolare vengono presentate:



- mappe dei massimi di concentrazione, da Figura 7-13 a Figura 7-18;
- mappe del tempo di persistenza di concentrazioni del sedimento superiori a 10 mg/l e a 50 mg/l, da Figura 7-19 a Figura 7-30;
- mappa di massimo accumulo di sedimento al fondo in Figura 7-32.

Nel caso delle operazioni di riempimento si riportano sia le mappe relative:

- ai periodi strettamente operativi della giornata, maggiorati delle due ore successive al termine degli stessi (tra le 16:00 e le 7:30) per includere, a titolo cautelativo, la coda di diminuzione delle concentrazioni;
- ai periodi diurni in cui non saranno effettuate le operazioni (tra le 7:30 e le 16:00).

Le immagini mostrano chiaramente una situazione diversa rispetto a quella relativa alle operazioni di dragaggio. Durante i periodi operativi del FallPipe Vessel (FPV), quindi tra le 16:00 e le 05:30 delle otto giornate previste per il backfilling, il pennacchio di torbida, che in questo caso origina ad una distanza di circa 4-5 metri dal fondo, non raggiunge mai la superficie con valori superiori ai 2 mg/l. Solo a metà della colonna d'acqua si registra un pennacchio con concentrazioni superiori ai 2 mg/l, di forma ellissoidale schiacciata, con asse maggiore parallelo alla linea di costa (quindi in coerenza con le direzioni predominanti delle correnti), e approssimativamente centrato lungo l'asse di scavo. Esso lambisce solo in minima parte la *cymodocea nodosa* limitrofa e presenta valori di concentrazione che non superano mai i 4 mg/l, quindi assai modesti.

Nello strato di fondo la concentrazione aumenta sensibilmente, così come l'estensione del pennacchio, che mantiene invece la medesima forma ellittica allungata, simmetricamente distribuita a nord ovest e sud est della condotta sottomarina. In questo caso le concentrazioni massime raggiungono valori dell'ordine dei 100-120 mg/l, localizzati lungo l'asse della condotta verso zone di largo. Il pennacchio con concentrazione superiore ai 2mg/l raggiunge dimensioni di circa 2,5 km nella direzione parallela a costa ed inferiore a 1 km lungo l'asse della condotta. Esso diminuisce sensibilmente nelle sue dimensioni se si considerano le concentrazioni inferiori ai 10 mg/l. In questo caso l'area lambita, sempre di forma ellittica, presenta dimensioni di circa 800 metri parallelamente a costa e 400 metri lungo l'asse della condotta. Considerando infine concentrazioni superiori ai 50 mg/l l'area di interesse risulta assai ridotta e meno schiacciata, con dimensione pari a circa 120 metri lungo entrambe le direzioni. Allo strato di fondo, la *cymodocea nodosa* risulta quasi

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	83 of 266

interamente lambita da concentrazioni massime superiori ai 10 mg/l, mentre solo per una piccola parte (la più prossima alla zona dell'*exit point*) da concentrazioni superiori ai 50 mg/l.



Andando ad incrociare l'analisi delle concentrazioni massime con le ore di superamento delle soglie di 10 mg/l e 50 mg/l ci si accorge che, seppure i valori di concentrazione massima siano relativamente alti, questi hanno una persistenza nel tempo assai limitata (vedi Figura 7-21). La più parte della *cymodocea nodosa* mappata da FUGRO Oceansismica SpA a giugno 2016 nell'area di indagine 300m x 700m risulta infatti interessata da concentrazioni superiori ai 10 mg/l allo strato di fondo solo per un periodo di 4 ore circa sull'intera durata delle operazioni di *backfilling* (pari a 108 ore complessive in 8 giorni), quindi per un periodo molto limitato nel tempo. Le ore di superamento di questa soglia salgono a circa 10 per una porzione di *cymodocea nodosa* pari a circa 1/4 -1/5 della sua totale estensione nell'area di interesse, e a circa 20-25 ore sull'intera durata delle operazioni di *backfilling* per una sua piccolissima porzione prossima alla zona di uscita del micro-tunnel.

Infine, le ore di superamento della concentrazione di 10 mg/l salgono a valori superiori ai 2 giorni per la minima porzione di *cymodocea nodosa* posizionata a sud-est rispetto all'*exit point*. Tali durate sono paragonabili ai tempi di influenza esercitati da una mareggiata sulla generazione di torbidità al fondo.

Riferendosi invece ad una soglia limite di 50 mg/l solo il fondo è interessato, come detto poc'anzi, ma per periodi modesti rispetto alla durata complessiva delle operazioni, (ovunque inferiori a 15-20 ore e non superiori a 5-6 ore sulla porzione di *cymodocea nodosa* più prossima all'*exit point*).

Durante le ore di ipotizzata inattività delle macchine operatrici la situazione si presenta radicalmente differente. Non si riscontrano infatti concentrazioni superiori ai 2 mg/l in superficie e a profondità intermedie della colonna. Solo nello strato di fondo si riscontrano concentrazioni superiori ai 2 mg/l, che interessano comunque solo parzialmente l'area della *cymodocea nodosa*, e sempre entro i limiti di 6-8 mg/l e per periodi assai limitati. Mai si verificano superamenti del limite di 10 mg/l tra due cicli successivi di attività di riempimento.



Infine, l'accumulo al fondo durante il *backfilling* riguarda una porzione molto limitata del dominio, di forma meno schiacciata rispetto ai pennacchi di torbida, e che si estende in maniera decrescente verso le zone di largo partendo da valori di circa 30 mm nella zona più prossima alla parte più costiera della trincea, per poi raggiungere valori confinati entro i 2 mm di accumulo verso la fine dell'area di scavo.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	84 of 266

Concentrazione massima nei periodi operativi (16:00-07:30)



Figura 7-13 Riempimento: concentrazione massima su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi) nei periodi di operatività – superficie

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	85 of 266

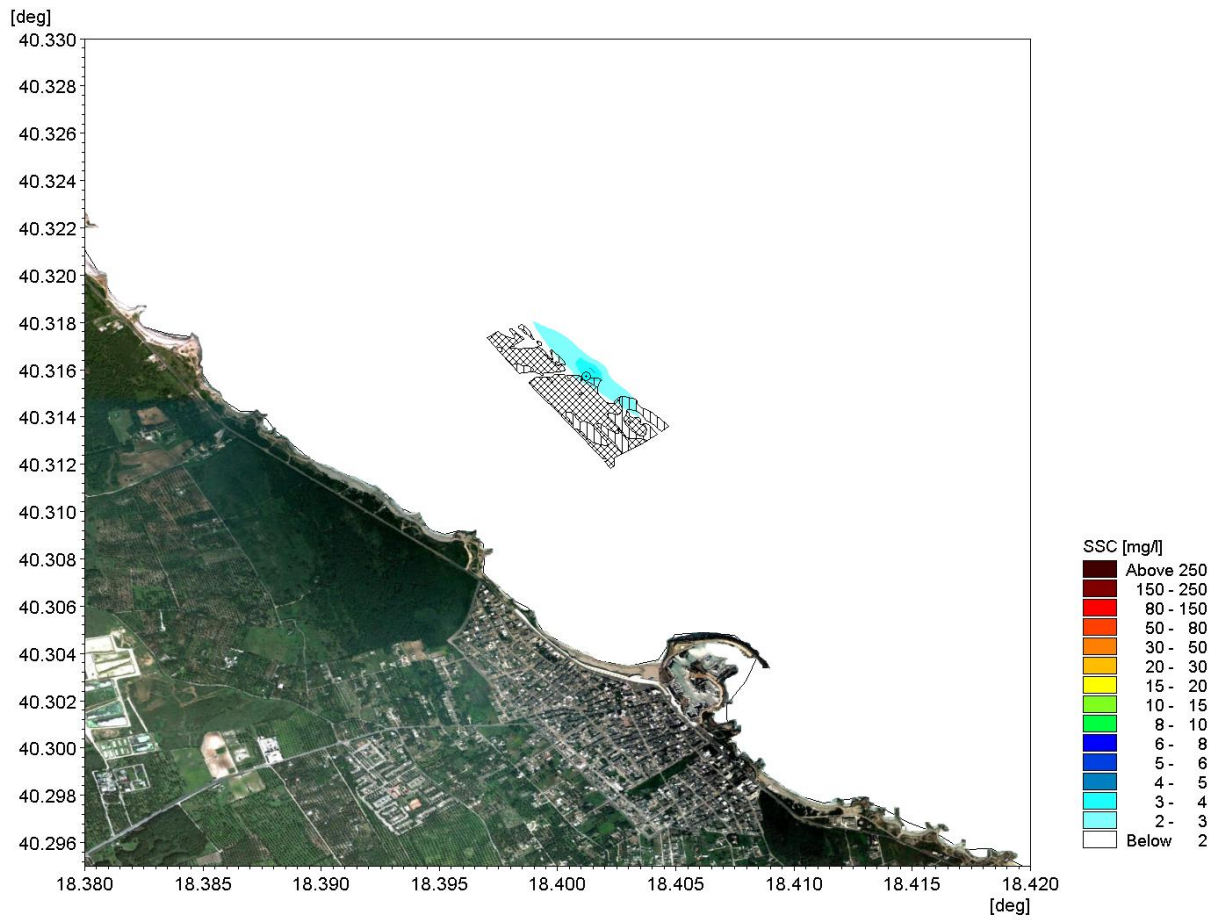




Figura 7-14 Riempimento: concentrazione massima su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi) nei periodi di operatività – profondità intermedia

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	86 of 266

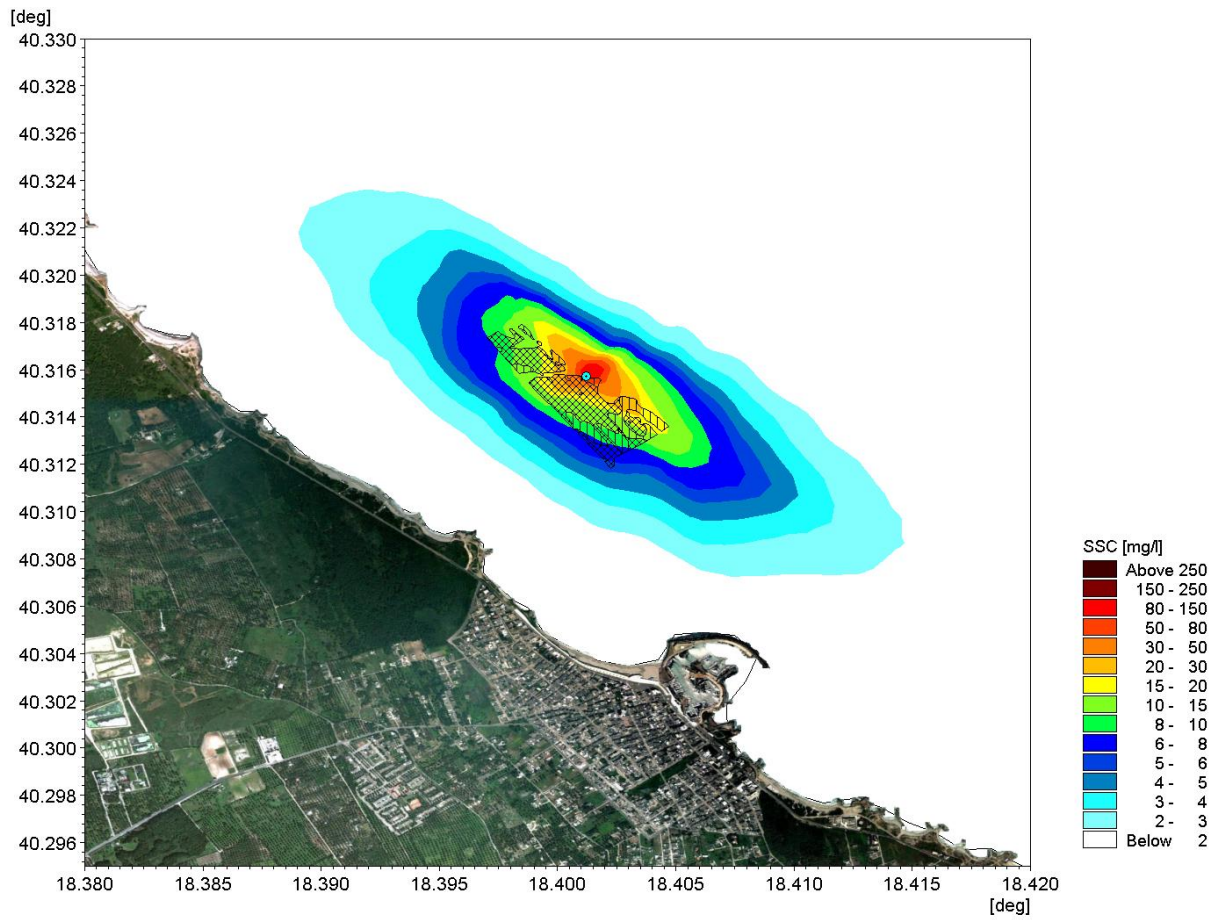






Figura 7-15 Riempimento: concentrazione massima su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi) nei periodi di operatività – fondo

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	87 of 266

Concentrazione massima nei periodi di fermo macchina (07:30-16:00)



Figura 7-16 Riempimento: concentrazione massima su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi) nei periodi di inattività – superficie

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	88 of 266

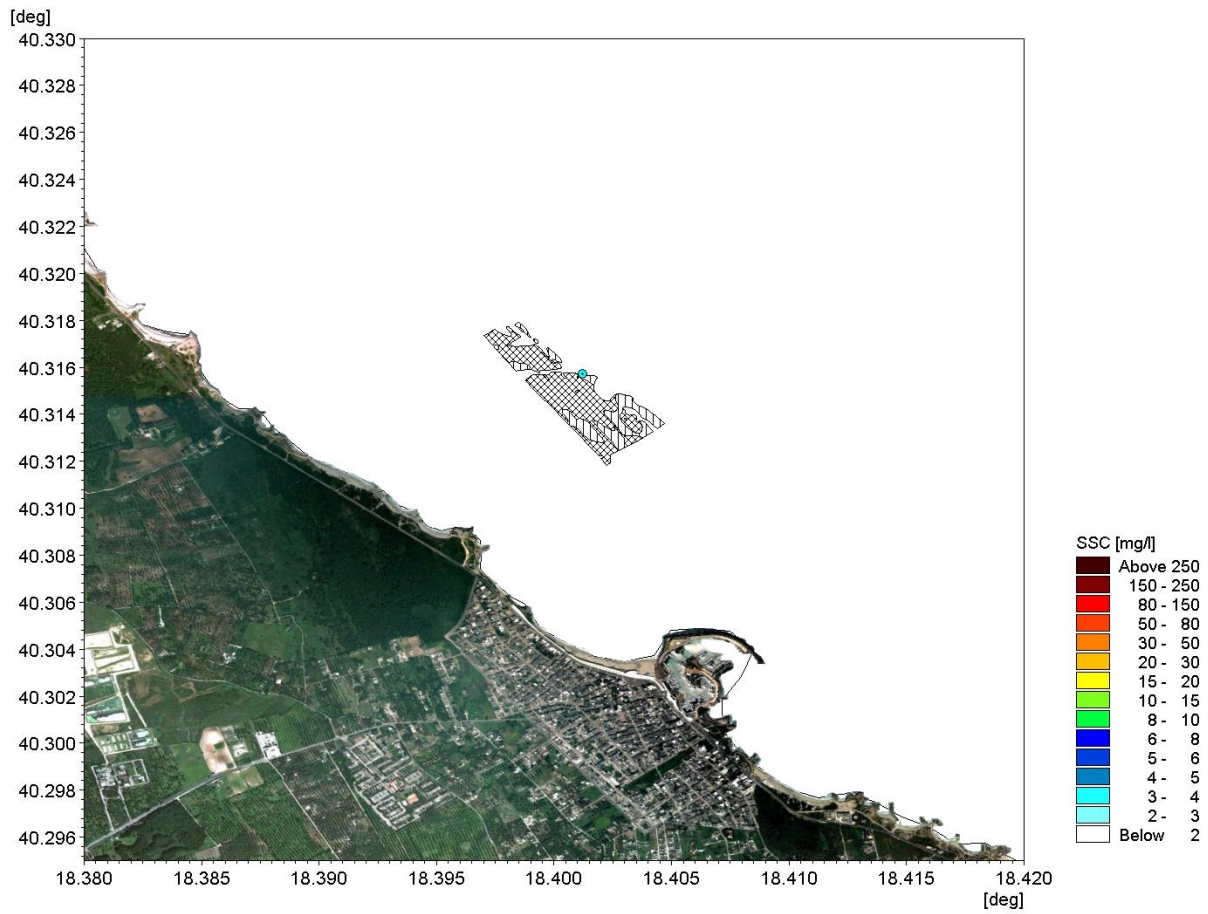




Figura 7-17 Riempimento: concentrazione massima su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi) nei periodi di inattività – profondità intermedia

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	89 of 266

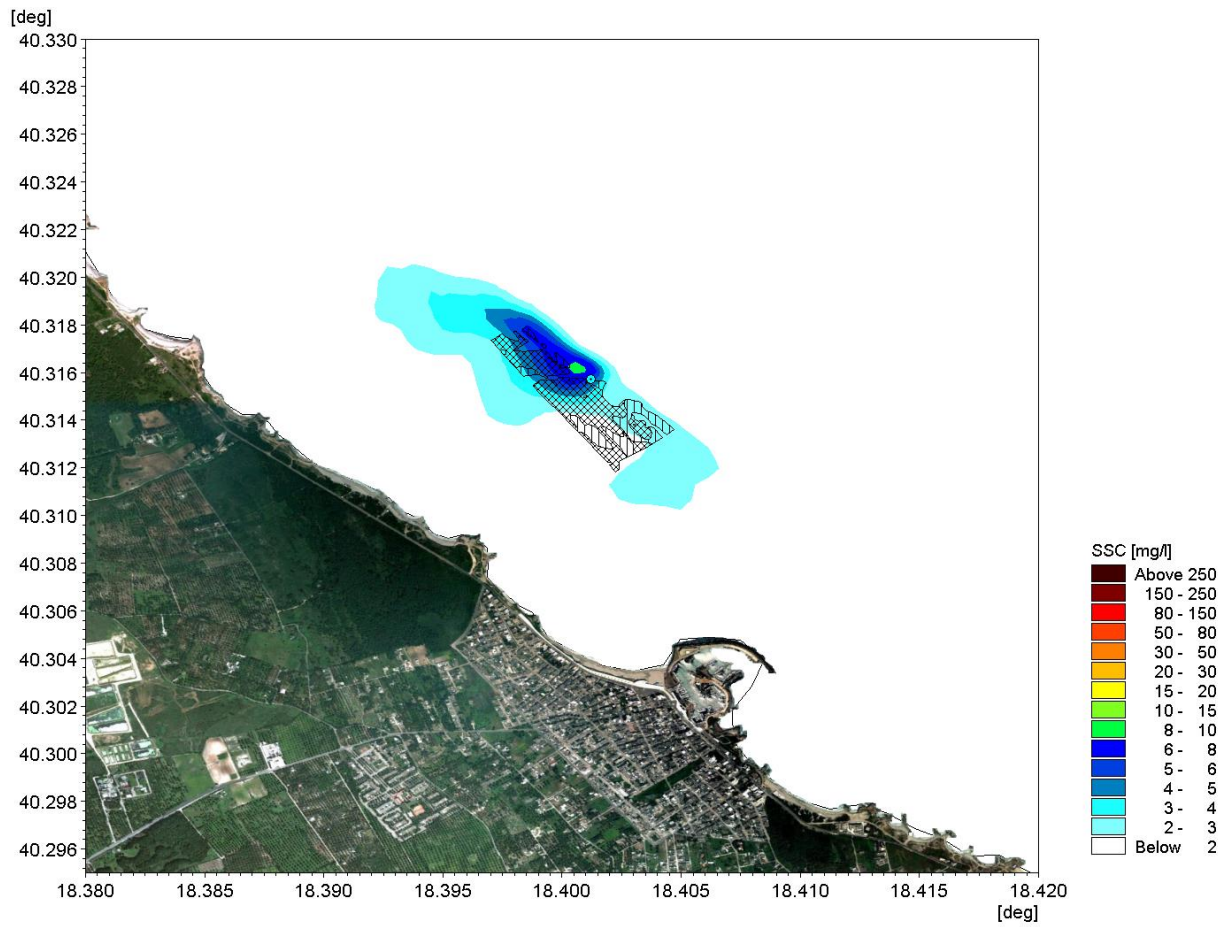






Figura 7-18 Riempimento: concentrazione massima su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi) nei periodi di inattività – fondo

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	90 of 266

Tempi di persistenza di concentrazioni del sedimento superiori a 10 mg/l e a 50 mg/l nei periodi operativi (16:00-07:30)



Figura 7-19 Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi) nei periodi di operatività- superficie

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	91 of 266

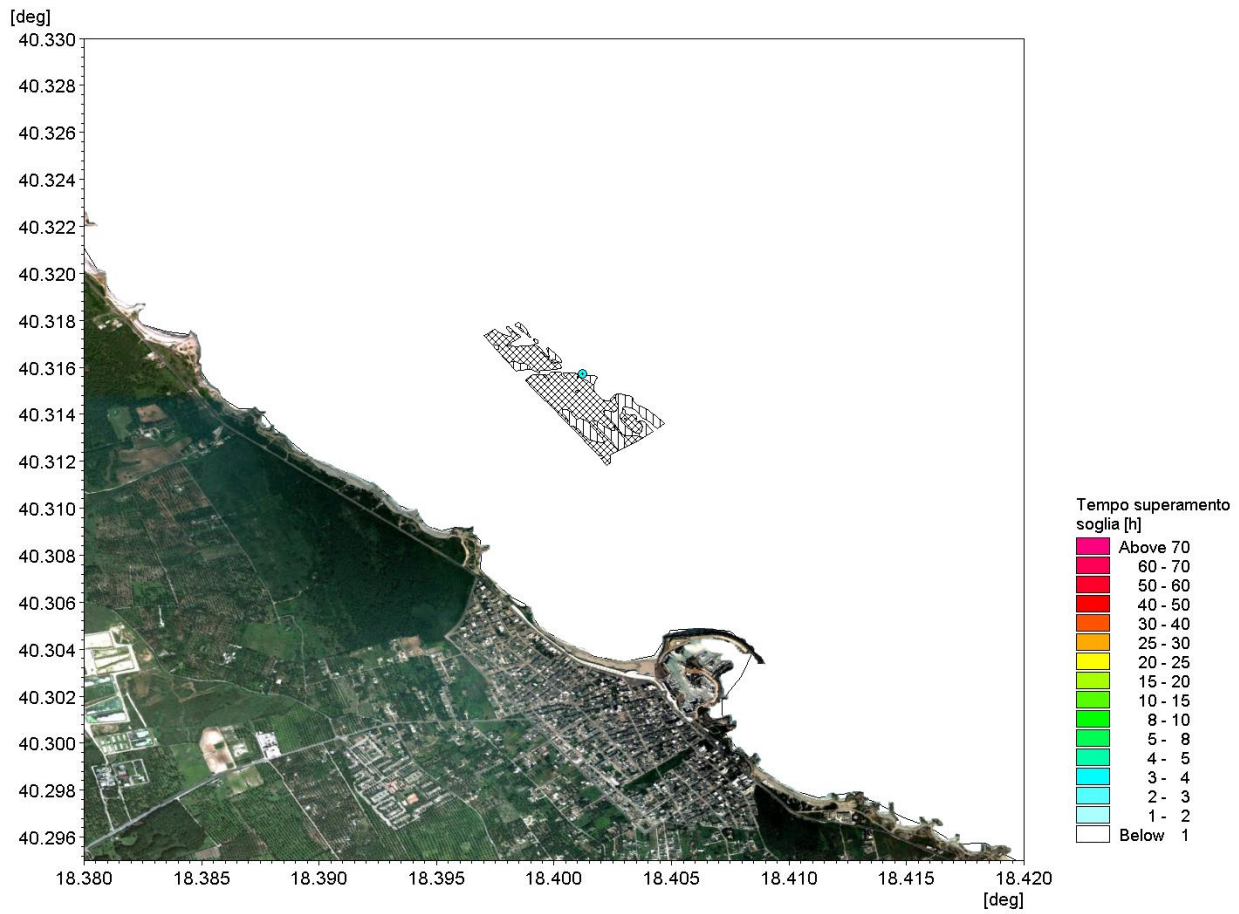




Figura 7-20 Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi) nei periodi di operatività- profondità intermedia

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	92 of 266

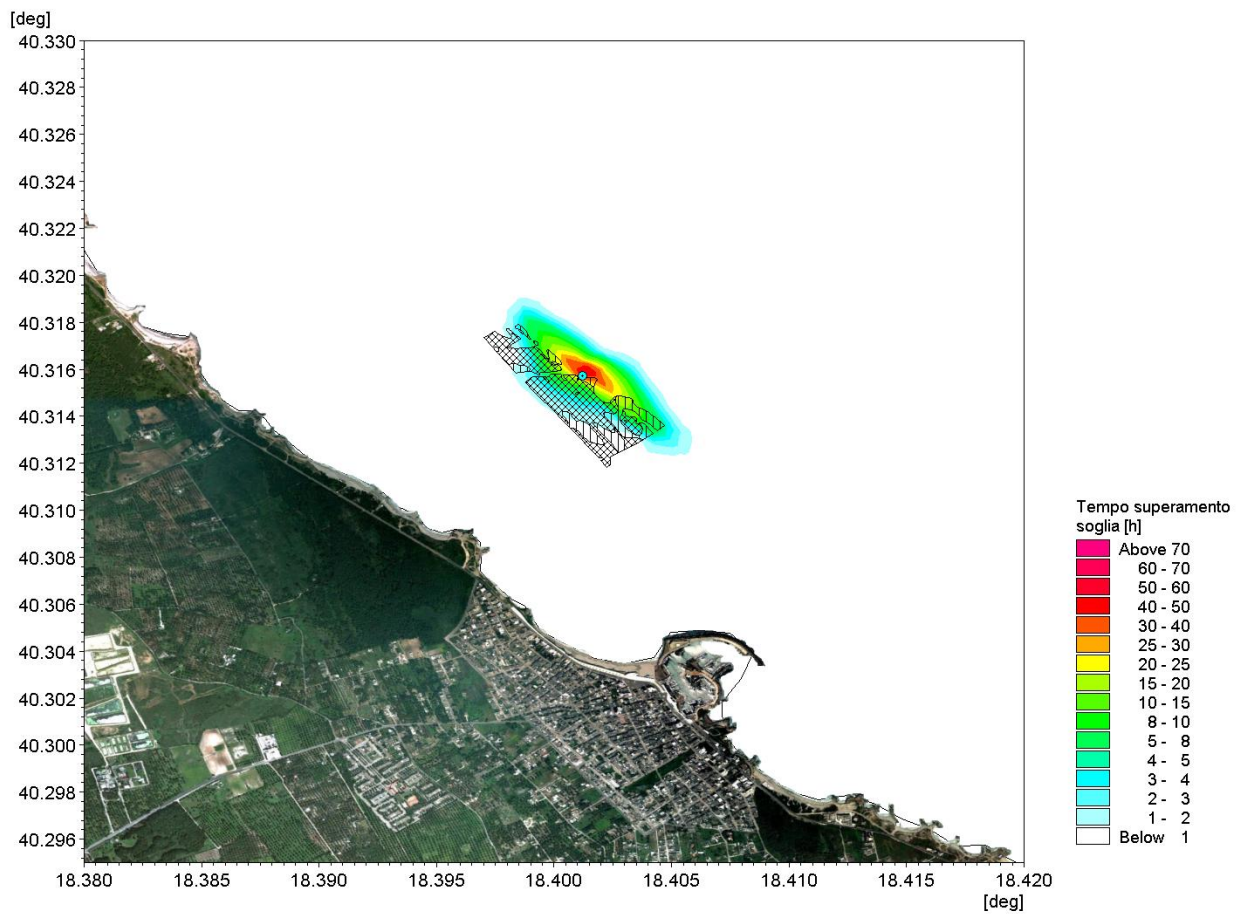




Figura 7-21 Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi) nei periodi di operatività- fondo

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	93 of 266

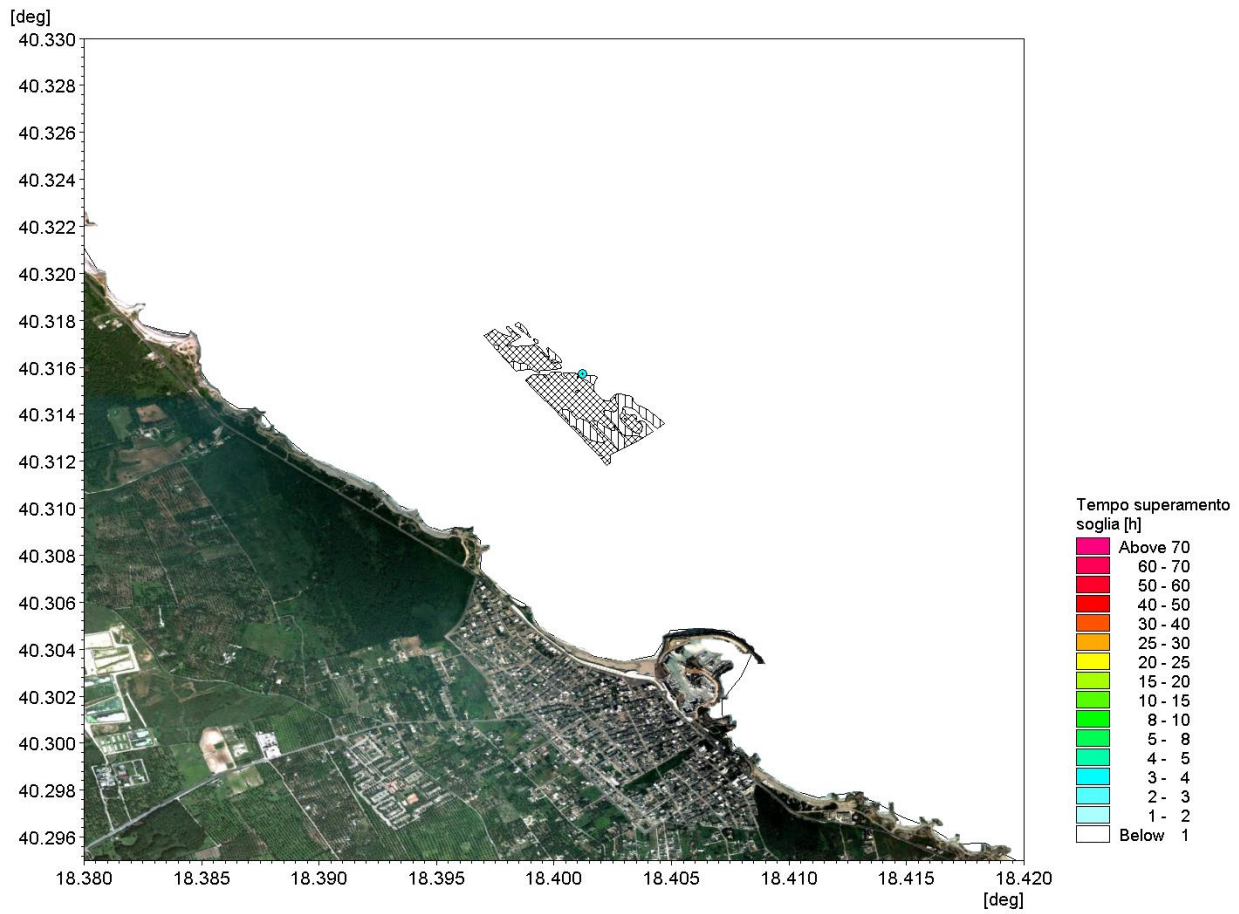




Figura 7-22 Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi) nei periodi di operatività- superficie

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	94 of 266

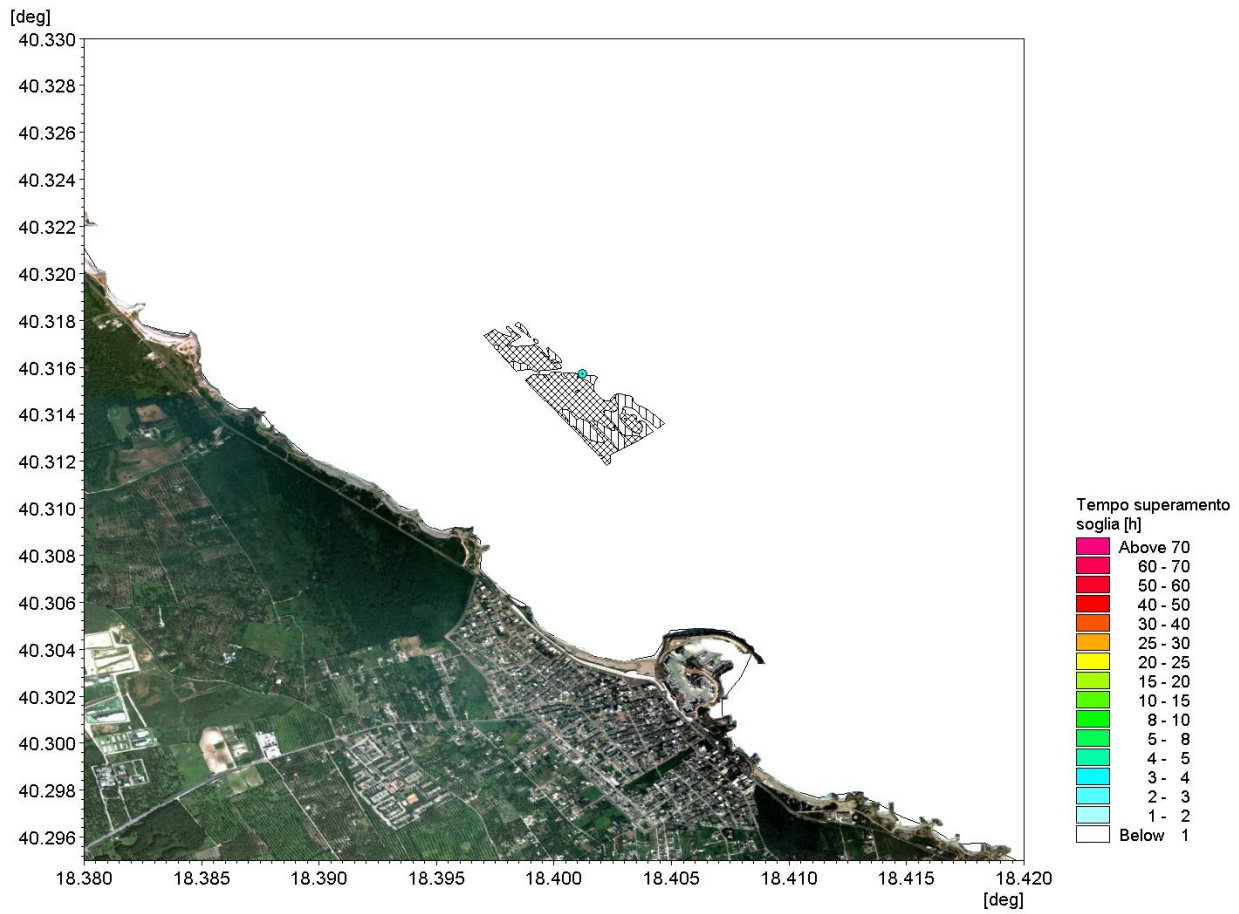




Figura 7-23 Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi) nei periodi di operatività- profondità intermedia

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	95 of 266

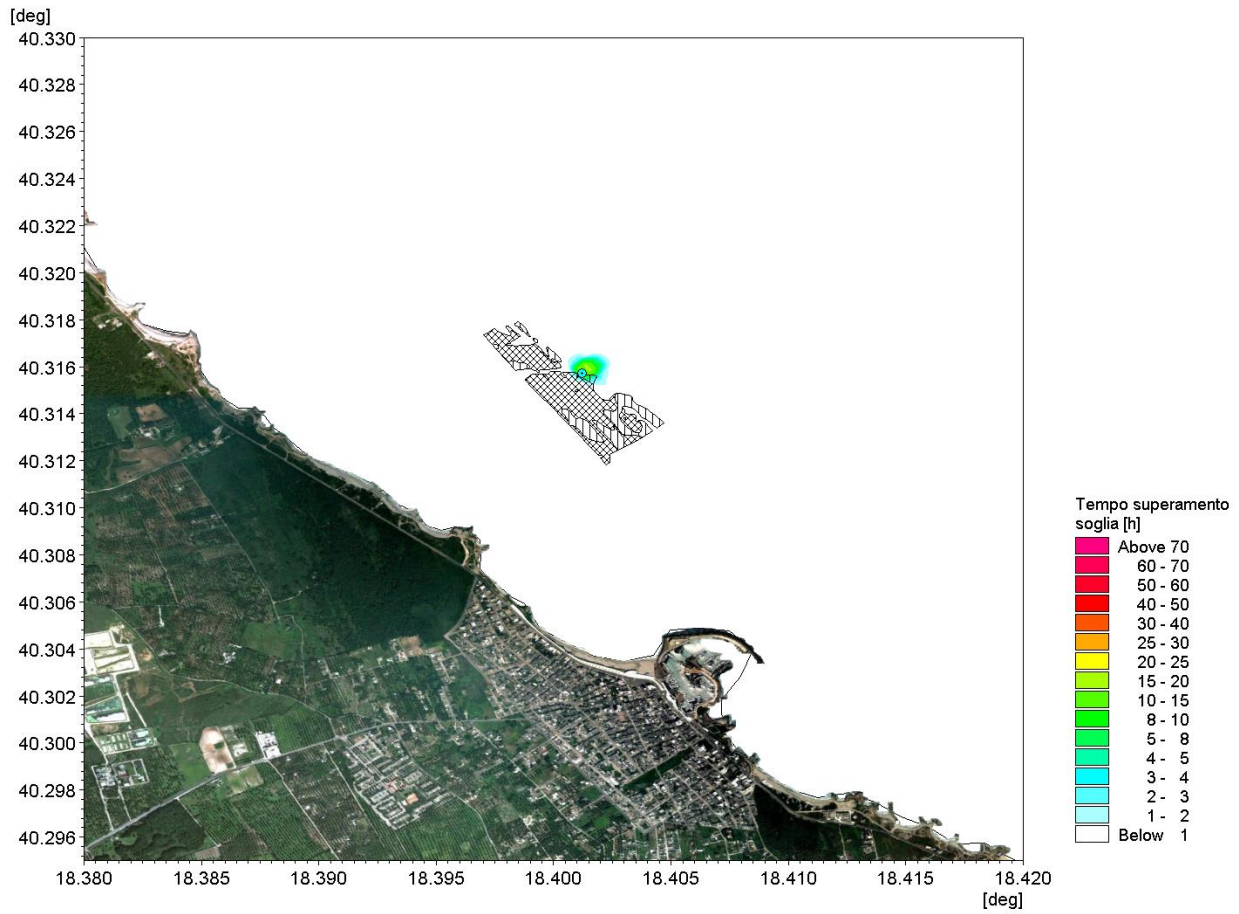






Figura 7-24 Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi) nei periodi di operatività - fondo

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	96 of 266

Tempi di persistenza di concentrazioni del sedimento superiori a 10 mg/l e a 50 mg/l nei periodi di fermo macchina (07:30-16:00)



Figura 7-25 Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi) nei periodi di inattività - superficie

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	97 of 266

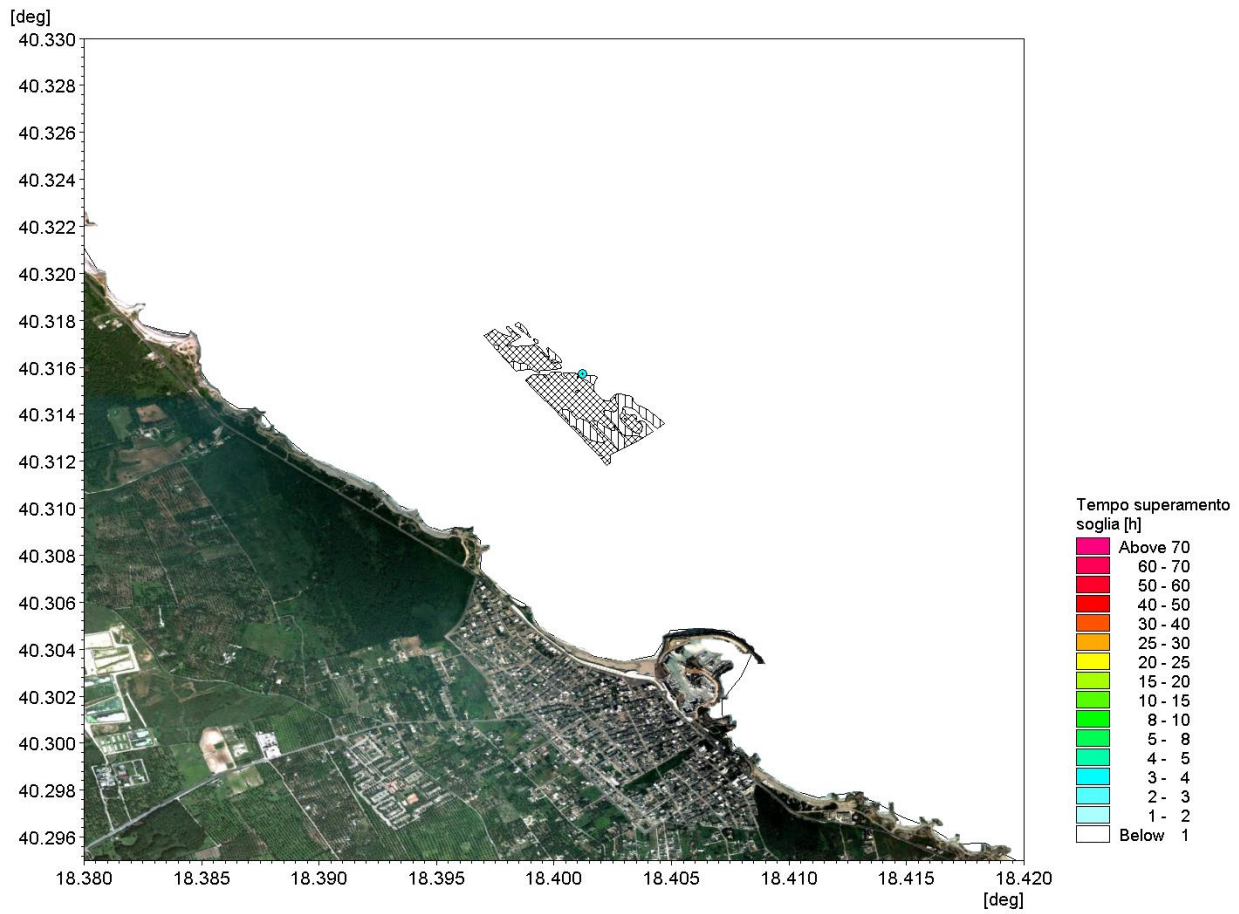




Figura 7-26 Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi) nei periodi di inattività – profondità intermedia

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	98 of 266

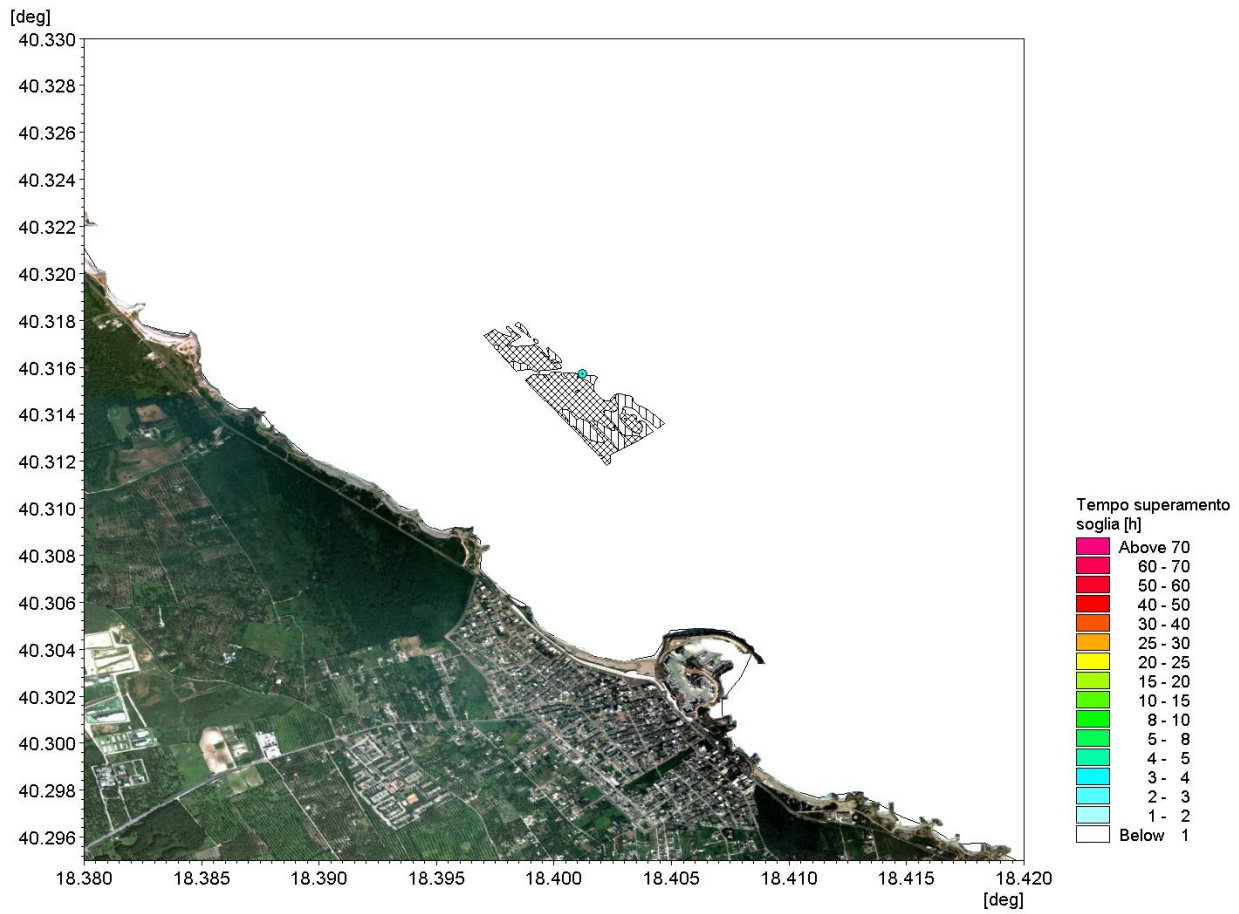




Figura 7-27 Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi) nei periodi di inattività - fondo

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	99 of 266

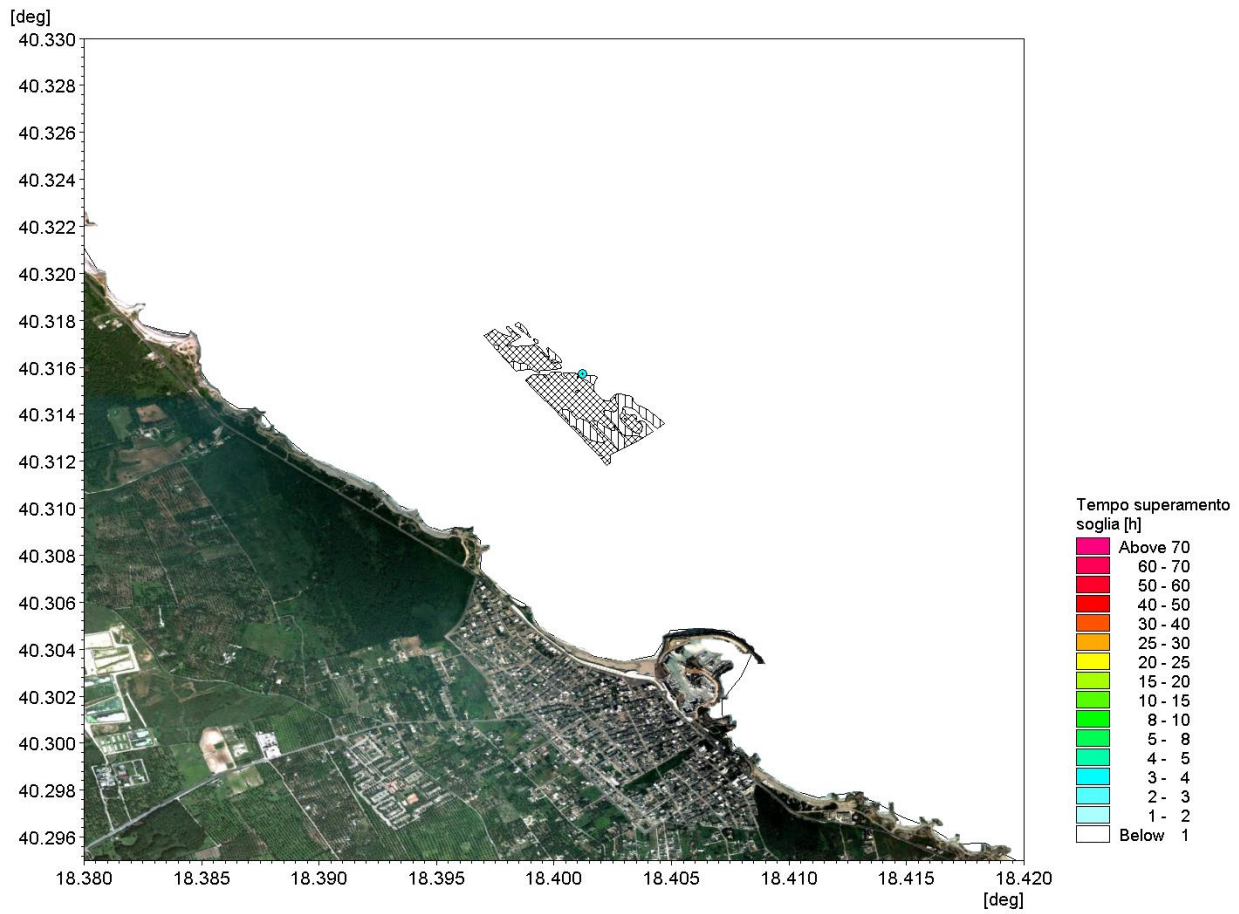




Figura 7-28 Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi) nei periodi di inattività - superficie

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	100 of 266

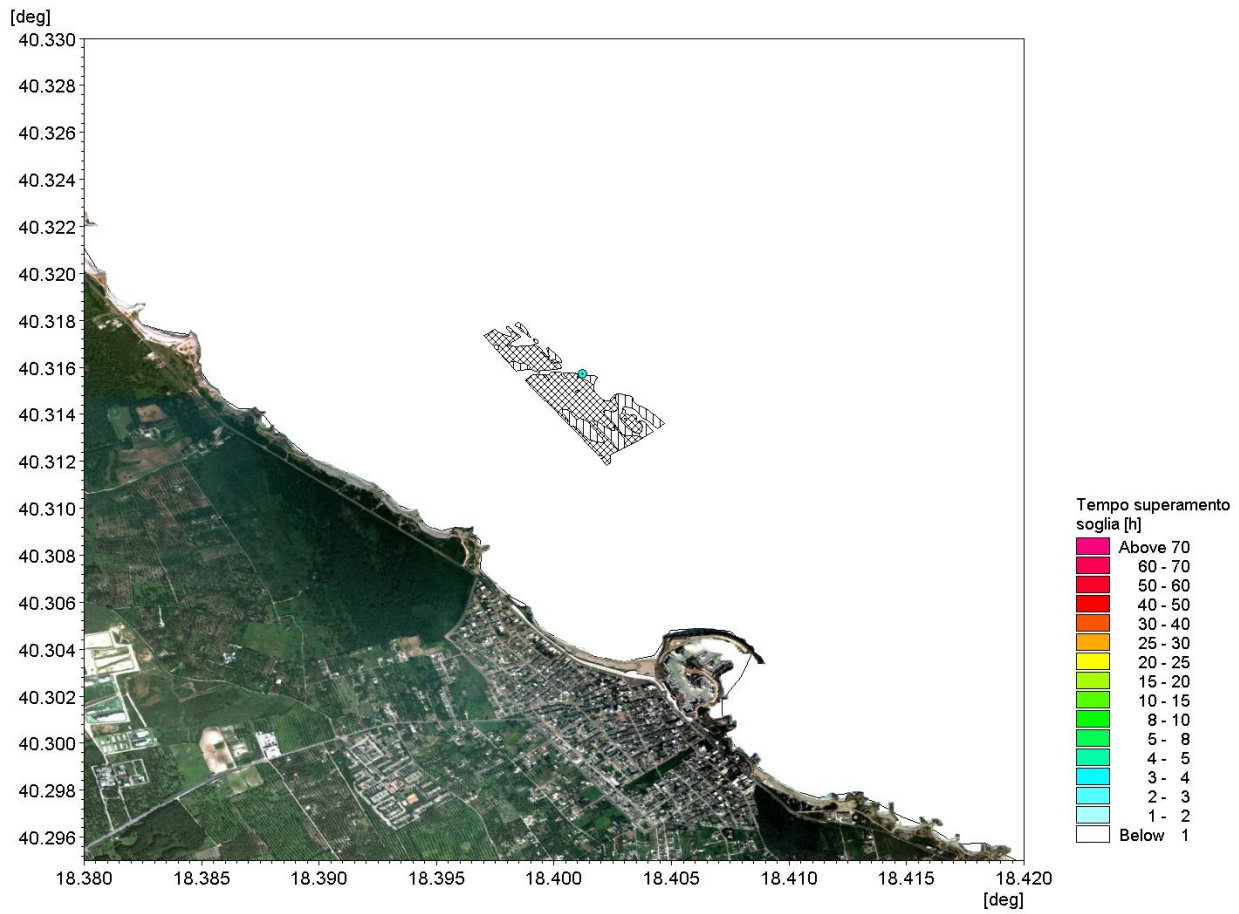




Figura 7-29 Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi) nei periodi di inattività – profondità intermedia

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	101 of 266

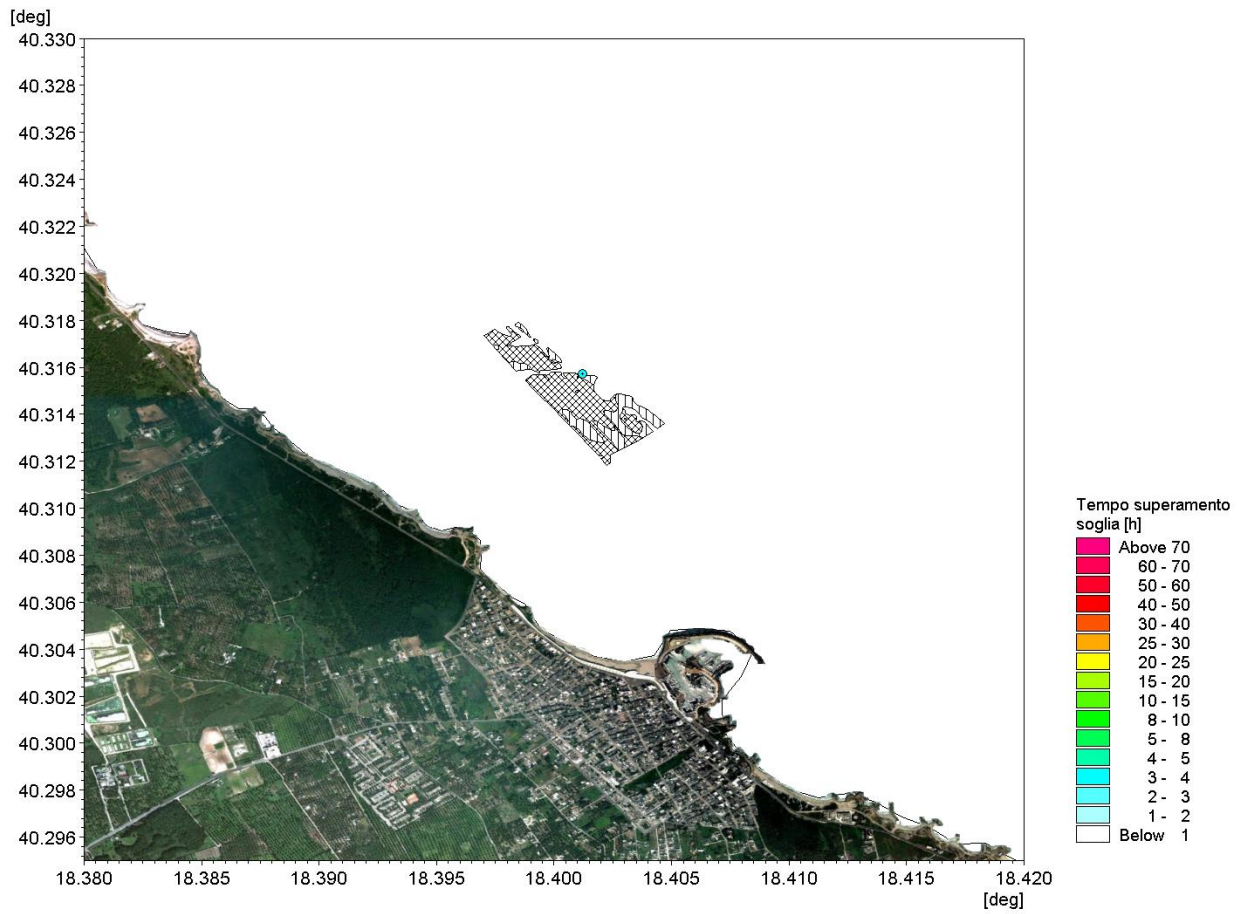




Figura 7-30 Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi) nei periodi di inattività – fondo

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	102 of 266

Deposizione massima

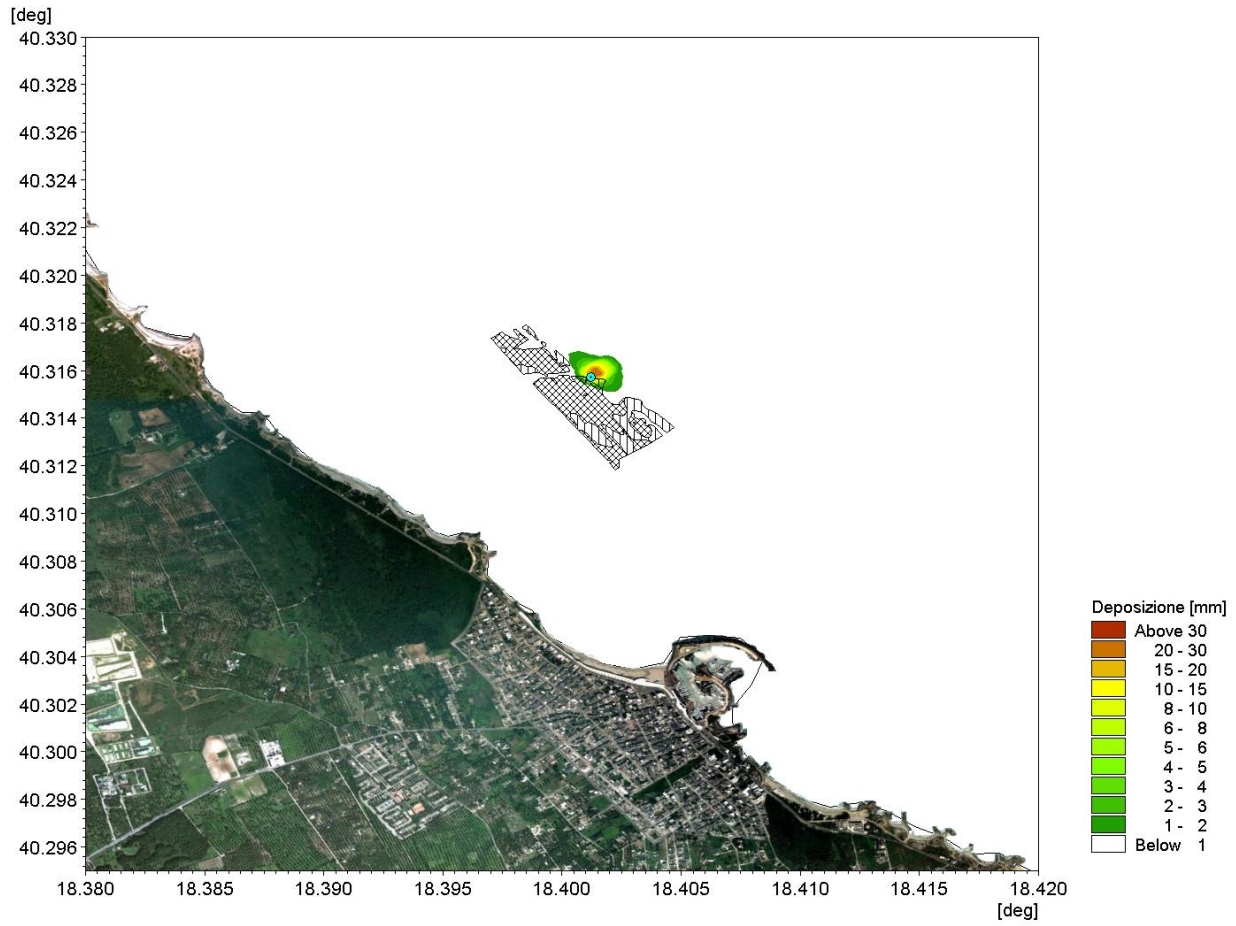




Figura 7-31 Riempimento: deposizione massima su base annuale (ad eccezione dei mesi estivi)

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	103 of 266

7.3 ANALISI DI SENSITIVITA' DEL MODELLO DI TRASPORTO DI SEDIMENTI



Alcuni test di sensitività del modello di trasporto di sedimento alle condizioni in input del modello sono stati condotti per quanto riguarda le operazioni di riempimento, che come abbiamo visto sono quelle che presentano le situazioni di concentrazione più gravose. I test di sensitività condotti sono stati due e sono di seguito descritti:

- test 1: medesime condizioni del modello di trasporto descritto in precedenza, tranne che per la percentuale di materiale perso durante le operazioni, che è qui stato considerato pari al 15% del totale scaricato dal FPV. Questo permette di stabilire una relazione qualitativa tra variazione di quantitativo di percentuale di materiale disperso durante le attività (input al modello) e la variazione di concentrazione del pennacchio di torbida (output del modello);
- test 2: medesime condizioni del modello di trasporto descritto in precedenza, tranne che per la profondità di rilascio del materiale di riempimento, che si è qui ipotizzata nell'ultimo strato del modello, quindi circa 2 metri sopra il livello di fondo.

I test sono stati condotti sul secondo periodo di operazioni del mese di febbraio 2013, e i risultati sono stati analizzati in due punti sensibili (vedi Figura 7-32, punti rossi P1 e P2) rispettivamente a sud della zona di scavo in corrispondenza della porzione maggiormente impattata della *cymodocea nodosa*, rappresentativo di un regime di correnti verso SO, e a nord della zona di scavo in un punto rappresentativo di un regime opposto di correnti.

Tabella 7-2 Caratteristiche dei test di sensitività

	Profondità di rilascio del sedimento	% di sedimento fine disperso lungo la colonna
Configurazione di base	4-5 metri	20%
Test 1	4-5 metri	15%
Test 2	~2 metri	20%

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	104 of 266

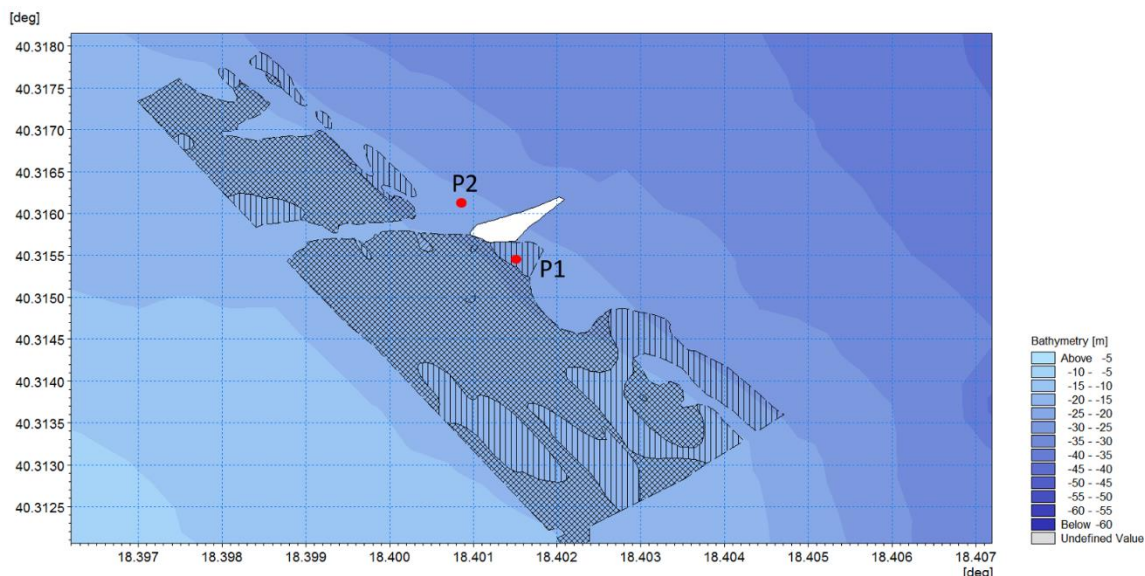


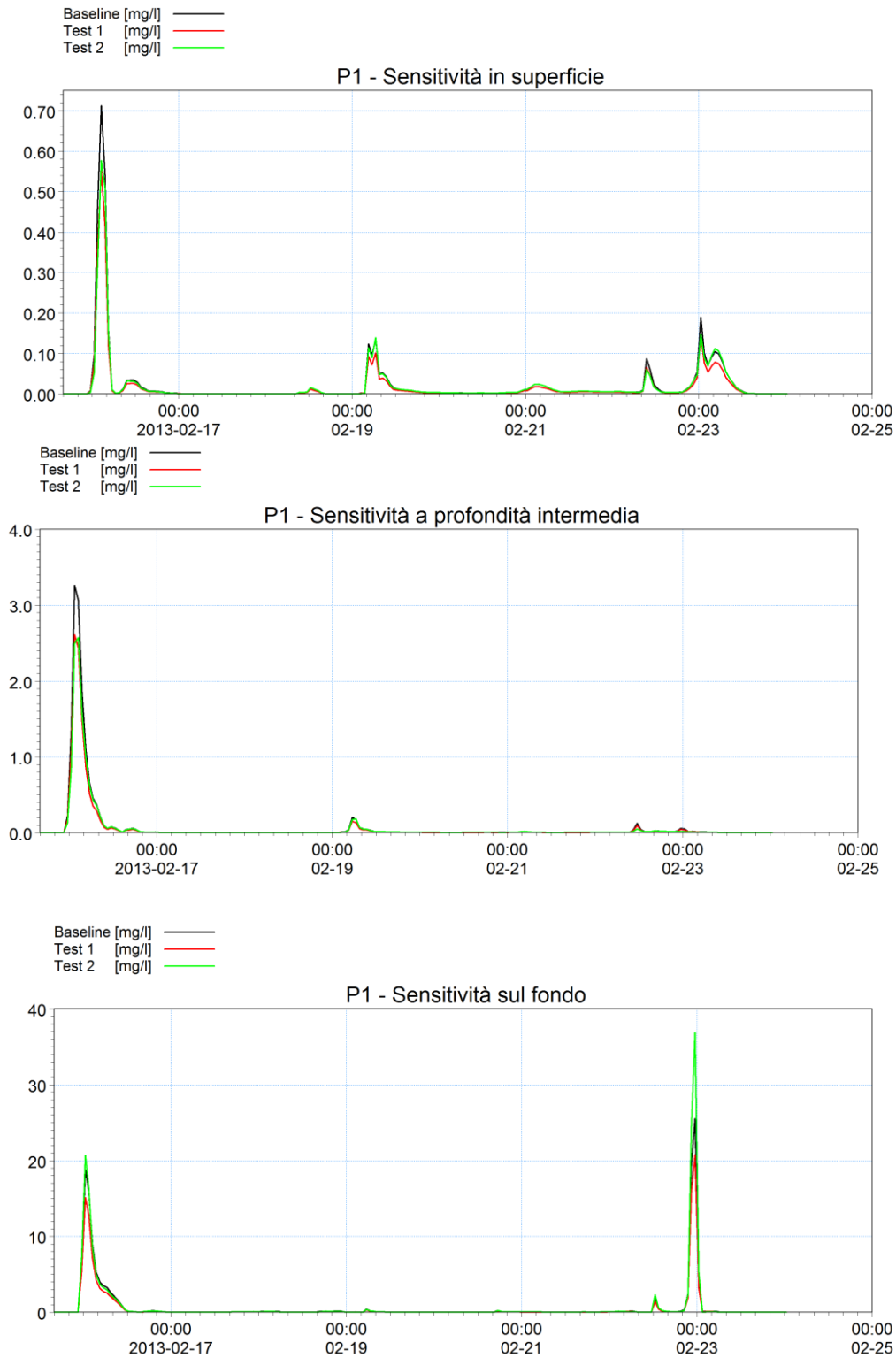


Figura 7-32 Punti di analisi (in rosso) dei test di sensitività. Il retino nero tratteggiato rappresenta l'ingombro della *cymodocea nodosa*, mentre l'area in bianco rappresenta l'area dello scavo della trincea.

In Figura 7-33 sono riportati i valori di concentrazione al punto P1 durante il periodo di *backfilling* con inizio lavori il giorno 15-02-2013. In Figura 7-34 si mostra uno zoom per le profondità intermedia e al fondo. Si omettono i risultati in superficie essendo i valori di concentrazione poco significativi. I risultati della sensitività mostrano una variazione ai picchi quasi lineare per quanto riguarda il test 1 in riferimento alla configurazione di base. Questo sta a significare che, a parità di tipologia di rilascio (e quindi di profondità lungo la colonna a cui il materiale viene rilasciato) le concentrazioni risultanti dipendono in maniera quasi lineare dal quantitativo di materiale immesso. Cambiando invece tipologia di immissione e immettendo lo stesso quantitativo di materiale, ma sullo strato di fondo anziché ad un'altezza di circa 4-5 metri dal fondo, si riscontra un forte aumento di concentrazione al fondo, che negli istanti di picco raggiunge anche il 50% della concentrazione di riferimento in configurazione di base. Per contro le alte concentrazioni rimangono, in questa configurazione, maggiormente confinate sugli strati più profondi della colonna d'acqua. Infatti a metà della colonna, sempre nei momenti di picco, il valore di concentrazione del test 2 tende ad eguagliare quello del test 1, nel quale abbiamo una immissione di materiale inferiore del 25%.



In Figura 7-35 vengono riportati gli stessi risultati di Figura 7-33, ma relativi al punto P2, posizionato a nord-ovest della zona di scavo. I risultati sono in totale analogia con quelli relativi al punto P1.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 105 of 266



14

Figura 7-33 Concentrazioni di sedimento nel periodo 15–25 aprile 2013 in corrispondenza del punto P1. Le curve rappresentano la configurazione di base del modello (nero), il test 1 (rosso) e il test 2 (verde). Nei riquadri dall'alto al basso sono rappresentati rispettivamente i valori relativi alla superficie, al livello intermedio e sul fondo

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	106 of 266

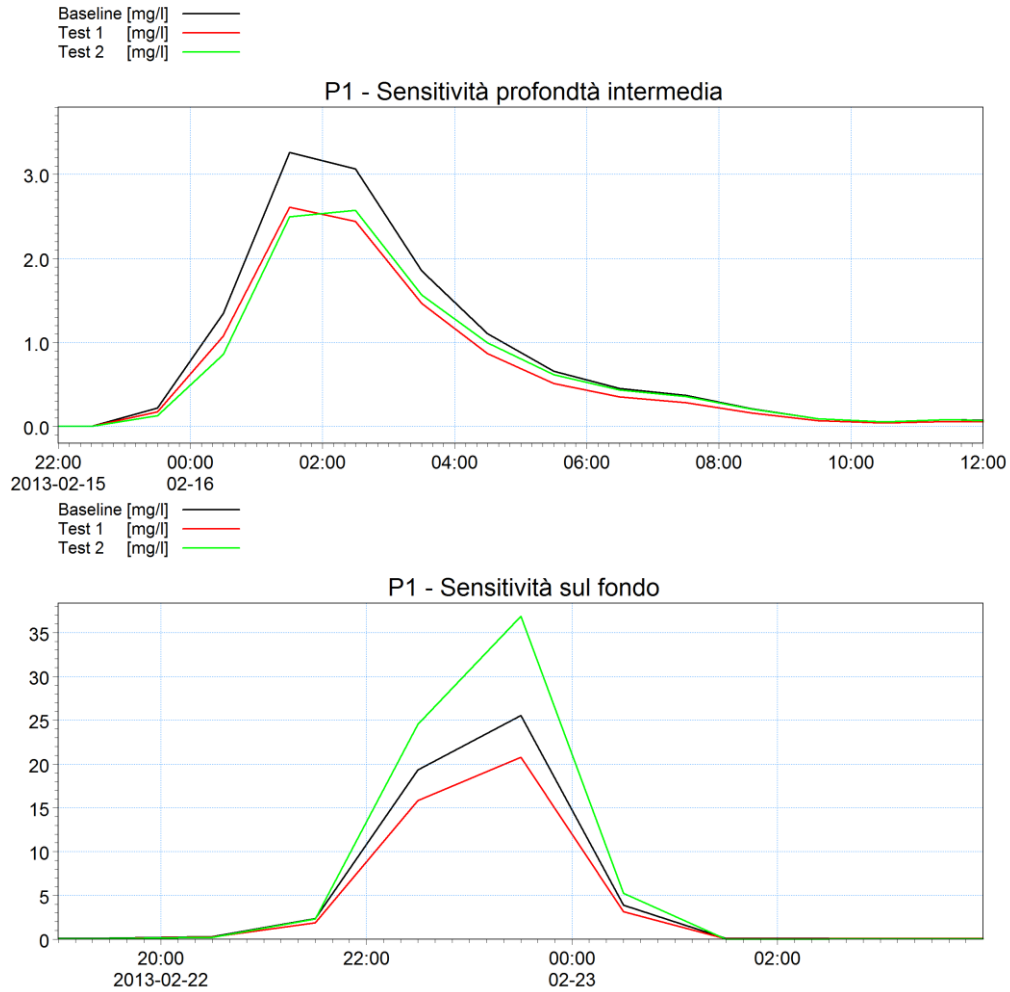




Figura 7-34 Dettaglio dei picchi di concentrazione alle profondità intermedia (in alto) e sul fondo. I colori sono gli stessi di Figura 7-33

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 107 of 266

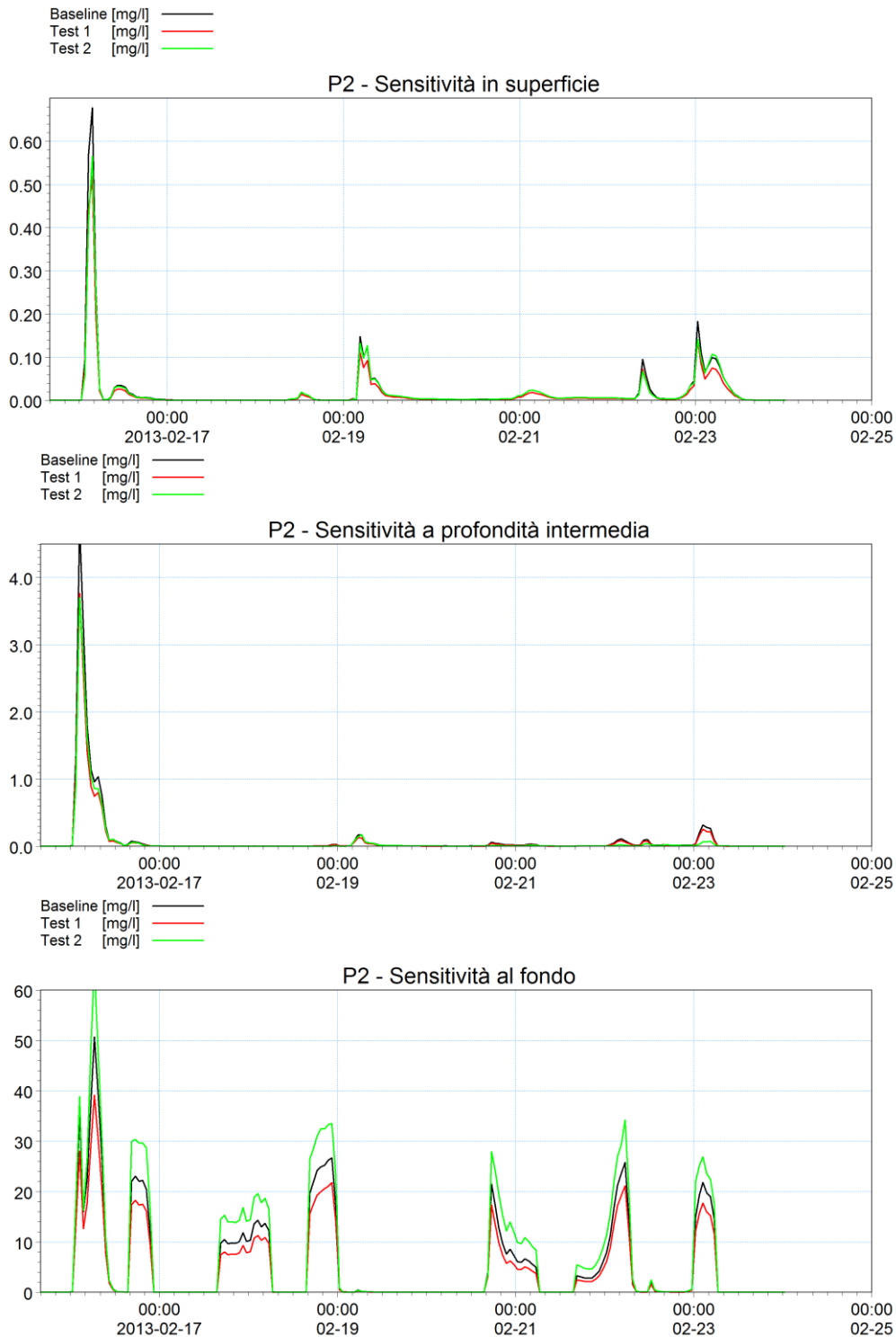




Figura 7-35 Concentrazioni di sedimento nel periodo 15–25 aprile 2013 in corrispondenza del punto P2. Le curve rappresentano la configurazione di base del modello (nero), il test 1 (rosso) e il test 2 (verde). Nei riquadri dall’alto al basso sono rappresentati rispettivamente i valori relativi alla superficie, al livello intermedio e sul fondo

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	108 of 266

I test di sensitività ci permettono, da un lato, di concludere qualitativamente quanto la vicinanza al fondo della sorgente dei sedimenti in fase di riempimento con FPV incida sui livelli massimi delle concentrazioni al fondo, e dall'altro quale sia qualitativamente il grado di incertezza sui risultati di concentrazione dei sedimenti a mare in relazione al grado di incertezza sul quantitativo di materiale disperso durante le operazioni di backfilling con questa tipologia di mezzi.

8. CONCLUSIONI



Il presente lavoro ha permesso di studiare i processi di trasporto e deposizione dei sedimenti finì in fase di dragaggio e successivo riempimento dello scavo della trincea di alloggiamento della Trans Adriatic Pipeline. Lo studio è stato condotto attraverso l'implementazione e l'accoppiamento di modelli tridimensionali allo stato dell'arte in ambito di circolazione marina e trasporto di sedimento.

Le simulazioni idrodinamiche sono state condotte per un periodo di un anno (febbraio 2013-gennaio 2014), in forma realistica, attraverso il *downscaling* di un modello operativo regionale del mar Adriatico, permettendo così l'adozione di un approccio a finestre mobili (capitolo 3) per quanto riguarda l'accoppiamento con il modello di trasporto di sedimento.

I risultati della componente idrodinamica hanno mostrato come il sito oggetto dei lavori di scavo presenti un regime di correnti con direzione preferenziale lungo la direttrice NNO-SSE (quindi parallela a costa) e variabilità sostenuta a carattere stagionale. L'intensità della corrente si presenta in effetti generalmente piuttosto variabile, e raggiunge valori compresi fra i 40 cm/s e gli 80 cm/s in superficie, e tra i 20 cm/s e i 40 cm/s negli strati intermedi, e tra i 10 e i 20 cm/s in prossimità del fondale. I valori medi della corrente sono invece di circa 19 cm/s, 14 cm/s e 11 cm/s rispettivamente in superficie, a profondità intermedie della colonna, e in prossimità del fondale. I mesi maggiormente energetici sono marzo e giugno, mentre agosto, settembre e dicembre sono quelli meno energetici. È infine riscontrabile una tendenza alla rotazione della corrente in senso antiorario a profondità crescenti lungo la colonna d'acqua. In prossimità del fondo essa si attenua sensibilmente rispetto alla superficie, e i flussi lungo la direttrice NNO-SSE tendono a disporsi in direzione più perpendicolare alla costa, con maggiore probabilità di flusso verso regioni di mare aperto.

Dal punto di vista del trasporto di sedimento le simulazioni, basate su tassi medi di produttività delle macchine, hanno mostrato risultati sostanzialmente diversi per quanto riguarda le operazioni di scavo e quelle di riempimento della trincea. Queste differenze derivano sostanzialmente da due componenti:

- *diversa metodologia delle operazioni*: utilizzo escavatore con benna chiusa in fase di scavo e di *fallpipe vessel* in fase di riempimento;

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	109 of 266

- *diversa schedula e produttività dei lavori*: la fase di riempimento viene ipotizzata durare circa la metà rispetto alla fase di scavo, ed il suo ciclo produttivo essere intermittente, così da concentrare l'operatività durante le ore di bassa luminosità (tra le 16:00 e le 05:30) minimizzando gli effetti dell'incremento di torbidità sulla limitrofa *cymodocea nodosa*.



Il pennacchio risultante dai lavori, sia di scavo che di riempimento, ha una forma ellittica schiacciata, con asse maggiore parallelo alla linea di costa (quindi in coerenza con le direzioni predominanti delle correnti), e approssimativamente centrato lungo l'asse dello scavo.

Le fasi di lavoro che fanno registrare i picchi più elevati di concentrazione sono quelle di operatività delle macchine durante i lavori di riempimento dello scavo, durante le quali si registrano al fondo valori di concentrazioni massimi che possono raggiungere i 100-120 mg/l. Valori simili si riscontrano però in aree molto confinate, dell'ordine di alcune decine di metri, in un ristretto intorno dell'asse dello scavo e con persistenze temporali dell'ordine delle 4-5 ore sull'intera durata delle operazioni di *backfilling*. La quasi totalità della *cymodocea nodosa* infatti (vedi Figura 7-21) risulta interessata da concentrazioni superiori ai 10 mg/l allo strato di fondo solo per un periodo di 4 ore circa sull'intera schedula di un ciclo di *backfilling*. Le ore di superamento di questa soglia salgono a circa 10 per una porzione di *cymodocea nodosa* pari a circa 1/4 -1/5 della sua totale estensione nell'area di interesse, e a circa 20-25 ore per una sua piccolissima porzione prossima alla zona di uscita del micro-tunnel.

Infine, le ore di superamento della concentrazione di 10 mg/l salgono a valori superiori ai 2 giorni per la minima porzione di *cymodocea nodosa* posizionata a sud-est rispetto all'*exit point*. Tali durate sono paragonabili ai tempi di influenza esercitati da una mareggiata sulla generazione di torbidità al fondo.

Nello strato intermedio della colonna d'acqua l'estensione del pennacchio è molto limitata ed esso lambisce solo parzialmente l'area interessata dalla *cymodocea nodosa*, senza comunque mai superare valori di 4 mg/l. In superficie invece non si riscontrano concentrazioni superiori a i 2 mg/l, valore normalmente considerato il limite per le acque limpide. I valori di massimo accumulo sono modesti al di fuori dell'area ristretta dello scavo/riempimento, mantenendosi entro i 2 mg/l. Valori di deposizione intorno ai 30 mm si riscontrano invece nell'area di massimo scavo, quella più prossima all'uscita del micro tunnel.

È importante osservare come durante le ore di ipotizzata inattività delle macchine operatrici durante il ciclo di *backfilling* la situazione si presenti radicalmente differente. Non si riscontrano infatti concentrazioni superiori ai 2 mg/l in superficie e a profondità intermedie della colonna. Solo nello strato di fondo si riscontrano concentrazioni superiori ai 2 mg/l, che interessano comunque solo parzialmente l'area della *cymodocea nodosa*, e sempre entro i limiti di 6-8 mg/l e per periodi assai limitati. Mai si verificano superamenti del limite di 10 mg/l tra due cicli successivi di attività di riempimento.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	110 of 266



Le operazioni di scavo della trincea presentano valori di massimo accumulo, di concentrazioni massime e relative persistenze nel tempo piuttosto modesti. Le concentrazioni massime dei sedimenti raggiungono valori superiori ai 2 mg/l durante le operazioni di scavo solo a profondità intermedie della colonna d'acqua e sul fondo. I valori qui riscontrati sono comunque compresi tra i 2 e i 4 mg/l, e riguardano un'estensione del pennacchio assai limitata, dell'ordine delle decine di metri nell'immediato intorno della regione soggetta ai lavori di scavo. In superficie non si registrano invece mai valori di concentrazione superiore ai 2 mg/l.

Anche la deposizione massima sul fondo è molto limitata durante i lavori di scavo e non supera mai valori di 1 mm.



In conclusione, gli unici momenti che possono comportare alti valori di concentrazione di sedimento lungo la colonna d'acqua riguardano i periodi di operatività delle macchine durante la fase di riempimento dello scavo. Essi presentano però una persistenza temporale molto limitata, paragonabile ai tempi di influenza esercitati da una mareggiata sulla generazione di torbidità al fondo, e sono concentrati nelle ore del giorno di bassa, o addirittura nulla, luminosità naturale.

9. BIBLIOGRAFIA

- [1] A. Feola, I. Lisi, A. Salmeri, F. Venti, A. Pedroncini, M. Gabellini e E. Romano, «Platform of integrated tools to support environmental studies and management of dredging activities,» *Journal of Environmental Management*, vol. 166, pp. 357-373, 2016.
- [2] A. Guarnieri, P. Oddo, G. Bortoluzzi, M. Pastore, N. Pinardi e M. Ravaioli, «The Adriatic Basin Forecasting System: new model and System development. Coastal to Global Operational Oceanography: Achievements and Challenges.,» in *International Conference on EuroGOOS*, Exeter (UK), 2008.
- [3] P. Oddo e A. Guarnieri, «A study of the hydrographic conditions in the Adriatic Sea from numerical modelling and direct observations (2000–2008),» *Ocean Science*, pp. 7, 549–567, 2011.
- [4] A. Guarnieri, N. Pinardi, P. Oddo, G. Bortoluzzi e M. Ravaioli, «Impact of tides in a baroclinic circulation model of the Adriatic Sea,» *Journal Of Geophysical Research, Oceans*, pp. Vol. 118, 166–183, doi:10.1029/2012JC007921, 2013.
- [5] M. Tonani, N. Pinardi, S. Dobricić, I. Pujol e C. Fratianni, «A high-resolution free-surface model of the Mediterranean Sea,» *Ocean Science*, pp. 4, 1–14, 2008.
- [6] DHI, «MIKE 3 Flow Model HD FM, Hydrodynamics Flexible Mesh, Scientific Documentation,» MIKE by DHI, Hørsholm, 2016.
- [7] DHI, «MIKE 3 MT FM, Mud Transport Flexible Mesh, Scientific Documentation,» MIKE by DHI, Hørsholm, 2016.
- [8] J. Becker, E. Van Elke, J. Van Wiechen, W. De Lange, T. Damsma, T. Smolders e M. Van Koningsveld, «Estimating source terms for far field dredge plume modelling,» *Journal of Environmental Management*, vol. 149, pp. 282-293, 2015.



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	111 of 266

- [9] A. Pedroncini, G. Contento, L. Donatini, L. Cusati, G. Lupieri, H. Hansen e R. Bolanos Sanches, «Mediterranean Wind Wave Model (MWM): a 37 year hindcast database of wind and wave conditions and a base for relocatable operational forecast models,» in *XXXV Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche*, Bologna, 2016.
- [10] J. Michalakes, S. Chen, J. Dudhia, L. Hart, J. Klemp, J. Middlecoff e W. Skamarock, «Development of a Next Generation Regional Weather Research and Forecast Model,» in *Proceedings of the 9th ECMWF Workshop on the Use of High Performance Computing in Meteorology.*, 2001.
- [11] J. Michalakes, J. Dudhia, D. Gill, T. Henderson, J. Klemp, W. Skamarock e W. Wang, «The Weather Research and Forecast Model: Software Architecture and Performance,» in *Proceedings of the 11th ECMWF Workshop on the Use of High Performance Computing in Meteorology*, 2004.
- [12] O. Sorensen, H. Kofoed-Hansen, M. Rugbjerg e L. Sorensen, «A Third Generation Spectral Wave Model Using an Unstructured Finite Volume Technique,» in *Proceedings of the 29th International Conference of Coastal Engineering*, 9-24 September 2004, 2004.
- [13] Jeppesen Marine, «CM-93, Global Electronic Chart Database Professional+,» Jeppesen Marine, Norway, 2016.
- [14] DHI, «MIKE C-MAP, Extraction of World Wide Bathymetry Data and Tidal Information, Scientific Documentation,» MIKE by DHI, Hørsholm, 2016.
- [15] A. Artegiani, D. Bregant, E. Paschini, N. Pinardi, F. Raicich e A. Russo, «The Adriatic Sea general circulation. Part I: Air-sea interactions and water mass structure,» *J. Phys. Oceanogr.*, pp. 27(8), 1492–1514, 1997.
- [16] A. Artegiani, D. Bregant, E. Paschini, N. Pinardi, F. Raicich e A. Russo, «The Adriatic Sea general circulation. Part II: Baroclinic circulation structure,» *J. Phys. Oceanogr.*, pp. 27(8), 1515–1532, 1997.
- [17] Saha, Suranjana e Coauthors, «The NCEP Climate Forecast System Reanalysis,» *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, pp. 91, 1015.1057. doi: 10.1175/2010BAMS3001.1, 2010.
- [18] R. Flather, «A tidal model of the northwest European continental shelf,» *Memories de la Societe Royale des Sciences de Liege*, vol. 6, n. 10, p. 141–164, 1976.
- [19] C. T. Truitt, «Dredged Material Behavior During Open-Water Disposal,» *Journal of Coastal Research*, vol. 4, n. 3, pp. 489-497, 1988.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	112 of 266

ALLEGATO A

MIKE 3 HD Flow Model

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	113 of 266

Premessa

MIKE 3 è un codice di calcolo professionale per la simulazione di correnti a pelo libero in tre dimensioni utilizzabile per lo studio di livelli e correnti, trasporto di sedimenti coesivi, qualità delle acque ed ecologia in fiumi, laghi, estuari, baie, aree costiere e mare aperto. MIKE 3 costituisce un pacchetto professionale unico per le attività di ingegneria e consulenza a supporto della progettazione, pianificazione e gestione in ambienti fluviali e marini a diverse scale spaziali. Il codice è il risultato di una continua attività di sviluppo e mantenimento da più di 20 anni, frutto di un'elevata esperienza conseguita in centinaia di applicazioni in tutto il mondo.

La scelta di utilizzare la versione 2D o 3D dipende da numerosi fattori. Ad esempio, in acque poco profonde, le condizioni di vento e di marea sono sufficienti a mantenere omogenee le caratteristiche della colonna d'acqua (salinità e temperatura). Nei corpi idrici stratificati, sia per problematiche legate alla densità o di altro tipo (ecologiche), può convenire l'utilizzo della versione tridimensionale.

I principali campi di applicazione sono:

- idrodinamica in acque profonde o stratificate;
- supporto alla progettazione e costruzione di opere ed impianti;
- studi di impatto ambientale;
- studi sulla circolazione costiera ed oceanica;
- analisi di laghi e grandi bacini artificiali;
- modellazione della dispersione di inquinanti;
- valutazione dell'impatto di gradienti di temperatura e salinità;
- analisi di aree complesse in cui siano rilevanti i fenomeni tridimensionali.



Il pacchetto MIKE 3 è disponibile in 3 versioni che si differenziano in base alla schematizzazione geometrica adottata:

SINGLE GRID (Griglia singola):

le equazioni di continuità e del moto sono risolte con una tecnica implicita alle differenze finite su una griglia rettangolare, uniforme in tutto il dominio di calcolo.

MULTIPLE GRID (Griglia multipla):

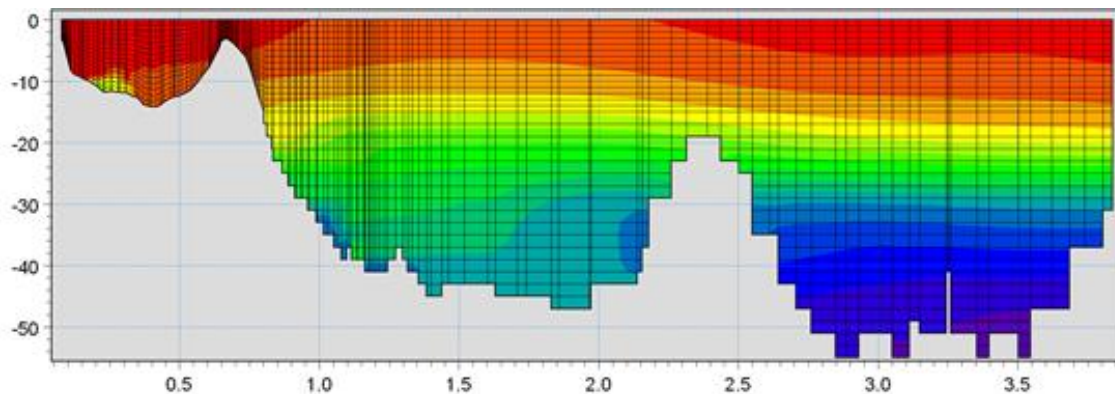
questo schema utilizza lo stesso approccio della griglia singola, con la possibilità di innestare nel dominio griglie a risoluzione crescente nelle aree ove sia richiesto un maggiore dettaglio.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	114 of 266

FLEXIBLE MESH (Griglia Flessibile):

questo schema utilizza un metodo ai volumi finiti per la discretizzazione delle equazioni di flusso e trasporto con valori centrati sul singolo elemento. Il dominio di calcolo è discretizzato nelle dimensioni orizzontali attraverso una maglia non strutturata. La griglia non strutturata garantisce il massimo della flessibilità nella rappresentazione di geometrie complesse, in particolare per domini di calcolo estesi in cui sia necessario adottare una risoluzione spaziale variabile.



Nelle versioni Griglia Singola e Griglia Multipla, le equazioni tempo-varianti di continuità e del moto in tre dimensioni sono risolte mediante uno schema alle differenze finite su di una griglia rettangolare. Entrambe le schematizzazioni includono sia la versione idrostatica che non idrostatica. La versione FM utilizza un metodo ai volumi finiti per la discretizzazione delle equazioni di flusso e trasporto con valori centrati sul singolo elemento. Il dominio di calcolo è discretizzato orizzontalmente attraverso una maglia non strutturata costituita da elementi triangolari o quadrangolari; per la dimensione verticale è possibile adottare una discretizzazione con struttura a layer di altezza costante o variabile in funzione della profondità.





Oltre a poter utilizzare campi di correnti e di vento, MIKE 3 può ricevere in input anche i risultati di un qualunque modulo d'onda di MIKE 21.

Essendo in grado di esaminare le correnti indotte da gradienti di densità generati da non uniforme distribuzione di salinità e temperatura, MIKE 3 risulta particolarmente adatto per studi di impatto ambientale in funzione di diversi tipi di rilasci. Attraverso l'utilizzo di EcoLab, MIKE 3 consente inoltre di studiare anche i processi più complessi in termini di qualità delle acque, in presenza di composti reagenti.

MIKE 3 risulta ideale anche per il downscaling di modelli oceanografici ad ampia scala fino ad applicazioni costiere ad alta risoluzione. La risoluzione del modello ad ampia scala e la batimetria possono essere ben approssimate lungo i contorni per poi, gradatamente, imporre risoluzioni via via più elevate procedendo verso la costa, utilizzando l'approccio a maglia flessibile.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	115 of 266

Breve descrizione dei moduli MIKE 3	
<i>Modulo</i>	<i>Descrizione</i>
PP (Pre and Post Processing)	Il modulo PP è l'ambiente di lavoro di base e fornisce un insieme di tool per l'importazione e processamento dei dati di input nonché l'elaborazione degli output e la preparazione di immagini ed animazioni. PP è necessario per tutti i moduli di MIKE 3.
HD (Hydrodynamics)	Il modulo idrodinamico simula le variazioni di livello e corrente in risposta alle differenti tipologie di forzanti considerate. HD consente la simulazione di un'ampia gamma di fenomeni idraulici.
TR (AD) (Advection – Dispersion)	Il modulo simula il trasporto, dispersione e decadimento di sostanze disciolte o sospese in acqua. Può essere utilizzato per studi di dispersione di soluti non reagenti (o caratterizzati da decadimento dipendente dal solo fattore tempo) o per studi di eccesso di temperatura o salinità.
ST (Sediment Transport)	E' il modulo avanzato per il trasporto solido di materiale non coesivo generato da correnti o dall'azione combinata di onde e correnti. ST include svariate formulazioni di trasporto e può essere utilizzato indistintamente in campo marittimo-costiero o fluviale.
MT (Mud Transport)	Modulo multifrazione e multistrato in grado di descrivere l'erosione, il trasporto e la rideposizione di materiale coesivo e di sedimenti misti coesivi e non. Particolarmente adatto per studi di dispersione di sedimento conseguenti a dragaggi dei fondali.
Oil Spill	Simula la diffusione e dispersione di sostanze oleose in corpi idrici, considerandone i processi di decadimento.
PA/PT (Particle Tracking)	Simula il trasporto e decadimento di sostanze disciolte o sospese in acqua. E' utilizzato in particolare per analisi di rischio, versamenti accidentali e monitoraggio delle attività di dragaggio. Utilizza un approccio Lagrangiano.
EcoLab	Modulo avanzato per studi di qualità delle acque ed idroecologia in presenza di reazioni, decadimenti complessi, eutrofizzazione e trasporto di metalli pesanti.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	116 of 266

Modulo idrodinamico (HD FM)

Il modulo idrodinamico (HD), cuore del codice MIKE 3, simula le variazioni di livello e corrente in risposta alle differenti tipologie di forzanti considerate. MIKE 3 HD FM può essere utilizzato da solo o insieme ad altri moduli che, pur finalizzati alla simulazione di altri fenomeni (es. trasporto di sedimenti) richiedono la risoluzione contestuale degli aspetti idrodinamici.

In particolare, il modulo HD di MIKE 3 permette di tenere in considerazione i seguenti aspetti:

- flooding and drying;
- gradienti di densità;
- attrito al fondo;
- forza di Coriolis;
- effetto del vento;
- gradienti di pressione;
- coperture di ghiaccio;
- effetto delle maree;
- precipitazioni/evaporazione;
- moto ondoso (attraverso i radiation stress);
- apporti puntuali (pozzi e sorgenti).



Il modulo idrodinamico, utilizzato assieme al modulo di trasporto TR, è utilizzato per simulare la dispersione di sostanze disciolte o in sospensione. Analogamente, il modulo idrodinamico può essere accoppiato al modulo di qualità delle acque ed idro-ecologia (ECO Lab) per gli studi ed applicazioni nel settore ecologico.

Inoltre, il modulo HD può essere utilizzato insieme ai moduli Sand Transport e Mud Transport per simulare il trasporto rispettivamente di materiale non coesivo e coesivo.

Nelle aree costiere, laddove il trasporto è in gran parte dominato dalle correnti indotte dal moto ondoso, il modulo idrodinamico può essere forzato dai campi di radiation stress ottenuti mediante l'utilizzo del modulo SW (Spectral Wave).

Equazioni del modello

Il sistema modellistico si basa sulla soluzione numerica delle equazioni dei Navier-Stokes mediate (Reynolds Averaged Navier-Stokes equations) sotto le ipotesi di Boussinesq e in condizioni di pressione idrostatica.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	117 of 266

Il modello risolve le equazioni di continuità, quantità di moto, temperatura, salinità e densità. La densità non dipende dalla pressione ma dai soli gradienti di temperatura e salinità. Per il modello 3D, la superficie libera è modellata utilizzando l'approccio di trasformazione delle coordinate sigma o combinato sigma-z. A seguire si presentano in coordinate cartesiane, le equazioni utilizzate.

Equazione di continuità:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = S$$

Equazione della quantità di moto lungo la componente x:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u^2}{\partial x} + \frac{\partial uv}{\partial y} + \frac{\partial wu}{\partial z} = fv - g \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^\eta \frac{\partial \rho}{\partial x} dz + F_u + \frac{\partial}{\partial z} \left(v_t \frac{\partial u}{\partial z} \right) + u_s S$$

Equazione della quantità di moto lungo la componente y:

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial v^2}{\partial y} + \frac{\partial uv}{\partial x} + \frac{\partial wv}{\partial z} = fu - g \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^\eta \frac{\partial \rho}{\partial y} dz + F_v + \frac{\partial}{\partial z} \left(v_t \frac{\partial v}{\partial z} \right) + v_s S$$

Il calcolo degli scambi di temperatura (T) e di salinità (s) è modellato secondo le equazioni generali del trasporto:



$$\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial uT}{\partial x} + \frac{\partial vT}{\partial y} + \frac{\partial wT}{\partial z} = F_T + \frac{\partial}{\partial z} \left(D_v \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \hat{H} + T_s S$$

$$\frac{\partial s}{\partial t} + \frac{\partial us}{\partial x} + \frac{\partial vs}{\partial y} + \frac{\partial ws}{\partial z} = F_s + \frac{\partial}{\partial z} \left(D_v \frac{\partial s}{\partial z} \right) + \hat{H} + s_s S$$

I termini di diffusività orizzontale sono definiti da:

$$(F_T, F_s) = \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(D_h \frac{\partial}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_h \frac{\partial}{\partial y} \right) \right] (T, s)$$

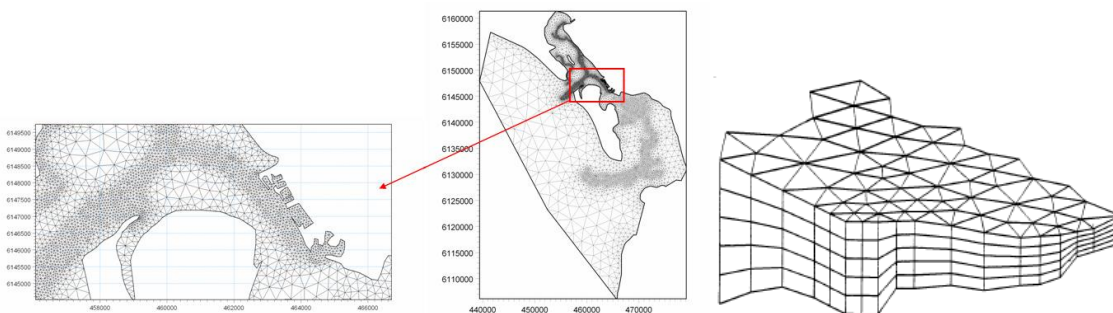
Le equazioni per l'idrodinamica bidimensionale sono ottenute integrando le equazioni lungo la verticale. Possono essere considerati anche gli scambi termici con l'atmosfera.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	118 of 266

Symbol list	
t	time
x, y, z :	Cartesian coordinates
u, v, w :	flow velocity components
T, s :	temperature and salinity
D_v :	vertical turbulent (eddy) diffusion coefficient
\bar{H} :	source term due to heat exchange with atmosphere
S :	magnitude of discharge due to point sources
T_s, s_s :	temperature and salinity of source
F_T, F_s, F_c :	horizontal diffusion terms
D_h :	horizontal diffusion coefficient
h :	depth

La versione FM utilizza un metodo ai volumi finiti per la discretizzazione delle equazioni di flusso e trasporto con valori centrati sul singolo elemento. Il dominio spaziale è discretizzato tramite la suddivisione del continuo in elementi/celle non sovrapposte.



Il dominio di calcolo è discretizzato nelle dimensioni orizzontali attraverso una maglia non strutturata costituita da triangoli. Nel modello 2D gli elementi possono essere triangolari o quadrilateri.



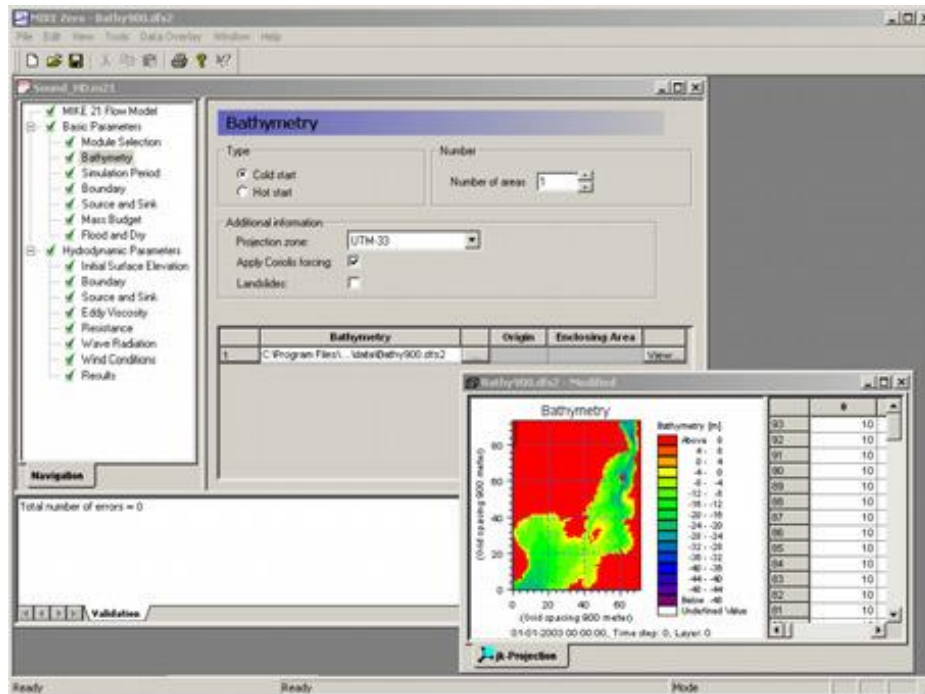
Input al modello

Il modello MIKE 3 HD necessita di una serie di dati di input che si possono raggruppare in differenti categorie, ovvero:

- parametri di base (es. mesh di calcolo, durata della simulazione);
- fattori di calibrazione (es. scabrezza, viscosità turbolenta);
- condizioni iniziali (es. livelli e campi di corrente);
- condizioni al contorno (es. oscillazioni di marea, portate);

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	119 of 266

- altre forzanti (es. campi di vento, radiation stress, apporti puntuali di portata).





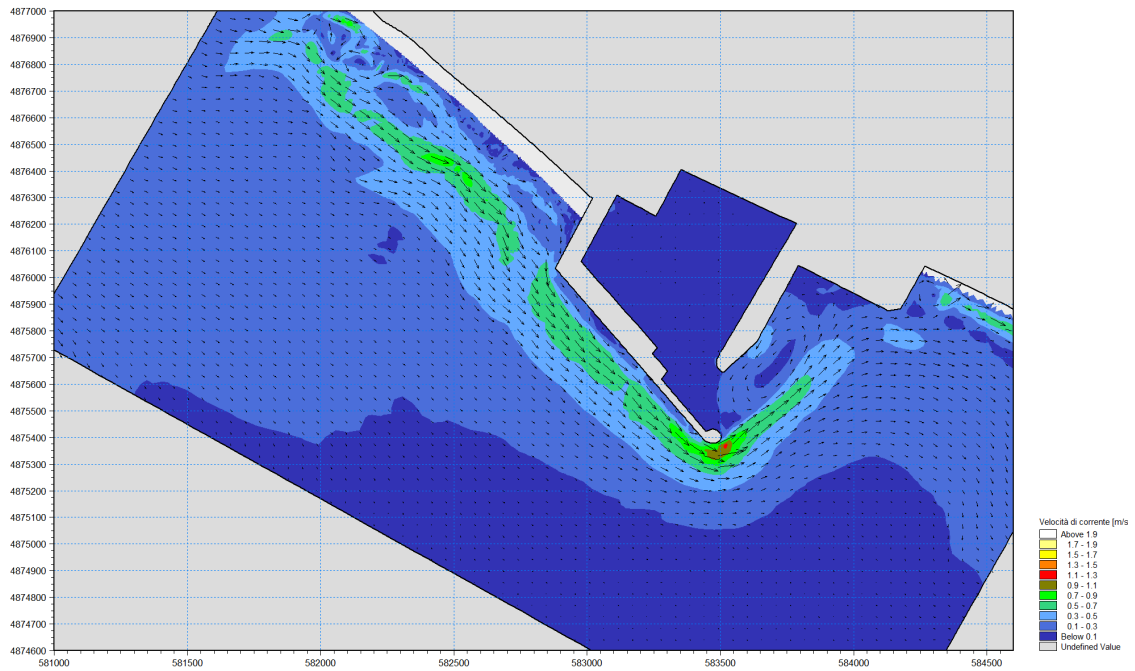
Output del modello



I risultati di un'applicazione modellistica tridimensionale possono essere rappresentati con i molteplici strumenti di visualizzazione statica e dinamica a corredo dello strumento modellistico utilizzato. Gli strumenti di post processing consentono di creare animazioni da esportare ed utilizzare in ambiente di lavoro esterno alla piattaforma modellistica utilizzata per il calcolo numerico.

L'utilizzo di un approccio di tipo tridimensionale permette di indagare per l'intera colonna d'acqua non solo l'intensità delle correnti ma anche direzione e verso del vettore velocità in ogni cella della matrice. Per ciascuna cella/elemento di calcolo (griglia classica o flessibile), è possibile ottenere le variazioni temporali delle seguenti variabili:

- profondità e livelli idrici;
- flussi di corrente nelle direzioni principali;
- densità, temperatura e salinità;
- velocità di corrente e direzione;
- velocità del vento;
- pressione atmosferica.



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	120 of 266



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	121 of 266

ALLEGATO B

MIKE 3 MT Mud Transport

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	122 of 266

Modulo trasporto solido – sedimenti coesivi (MT)



MT (Mud Transport) è il modulo di MIKE 3 che descrive l'erosione, il trasporto e la deposizione di limi e misture sabbie/limi sotto l'azione di correnti e di onde.

Il modulo MT calcola il trasporto solido sulla base delle simulazioni idrodinamiche effettuate con il modulo HD ed eventualmente delle simulazioni di moto ondoso effettuate con SW. Per effettuare simulazioni a fondo mobile è possibile includere il feedback degli effetti dell'idrodinamica sulla batimetria utilizzando i moduli HD, SW ed MT in maniera accoppiata.

Il Modulo MT può essere applicato in svariati casi, laddove si verificano fenomeni di erosione, deposizione e dispersione di sedimenti fini. In particolare: per studi di trasporto solido per materiali coesivi o per misture sabbie/limi in estuari o aree costiere, nelle quali sono importanti gli aspetti ambientali e può facilmente diminuire la qualità dell'acqua; insabbiamento nei porti, canali navigabili, fiumi, invasi; studi di dragaggio di fondali e del relativo pennacchio.

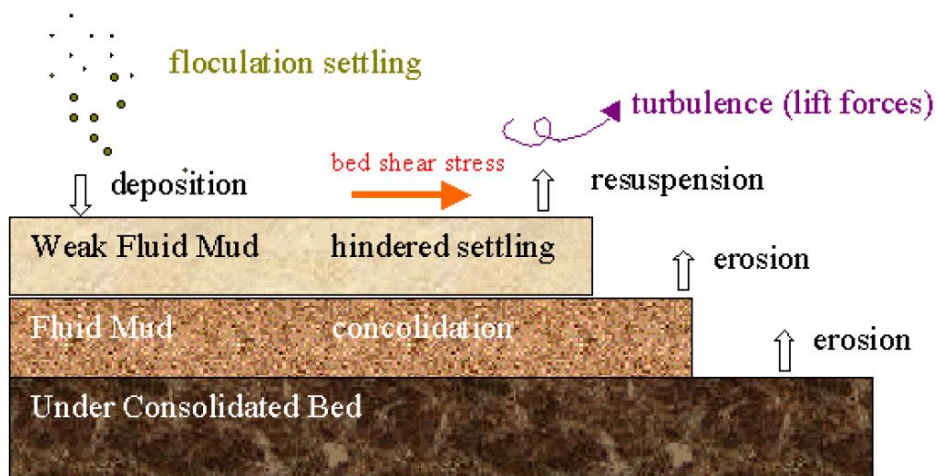
E' possibile includere in MIKE 3 MT: simulazione di frazioni multiple di sedimenti; simulazione di diversi "bed layers"; flocculazione; inclusione di sedimenti non-coesivi; bed shear stress risultanti dall'azione combinata onde-correnti; update morfologico del fondale; consolidamento.



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	123 of 266

Equazioni del modello

Le equazioni del modulo MT sono basate essenzialmente su *Mehta et al.* (1989), che riguardano il movimento del sedimento fine in un fluido e la sua interazione con il fondo.





L'azione del moto ondoso è introdotta mediante il “bed shear stress”. L'equazione del trasporto è descritta di seguito (*Teisson* 1991):

$$\frac{\partial c^i}{\partial t} + \frac{\partial uc^i}{\partial x} + \frac{\partial vc^i}{\partial y} + \frac{\partial wc^i}{\partial z} - \frac{\partial w_s c^i}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\nu_{Tx}}{\sigma_{Tx}^i} \frac{\partial c^i}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\nu_{Ty}}{\sigma_{Ty}^i} \frac{\partial c^i}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\nu_{Tz}}{\sigma_{Tz}^i} \frac{\partial c^i}{\partial z} \right) + S^i$$

Symbol list

t	time
x, y, z :	Cartesian co-ordinates
u, v, w :	flow velocity components
D_v :	vertical turbulent (eddy) diffusion coefficient
c^i :	the i 'th scalar component (defined as the mass concentration)
w_s^i :	fall velocity
σ_{Tx}^i :	turbulent Schmidt number
ν_{Tx} :	anisotropic eddy viscosity
S^i :	source term

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	124 of 266

La velocità di sedimentazione, descritta dal termine $\frac{\partial w_s c^i}{\partial z}$, può essere specificata come un valore costante se la concentrazione del sedimento risulta inferiore ad un determinato valore ($c < c_{floc}$). Al di sotto di tale valore di concentrazione, la flocculazione può essere ritenuta trascurabile e pertanto si può applicare un valore costante della velocità di sedimentazione ($w_s = k$). Nel momento in cui $c > c_{floc}$, il sedimento inizia a flocculare e la velocità di sedimentazione viene descritta dalla relazione seguente (Burt 1986):

$$w_s = k \times \left(\frac{c}{\rho_{sediment}} \right)^\gamma$$

laddove k è una costante, $\rho_{sediment}$ è la densità del sedimento e γ è un coefficiente che regola la sedimentazione.

Nel momento in cui viene raggiunta una concentrazione di sedimenti relativamente alta ($c > c_{hindered}$) i fiocchi di sedimento iniziano ad ostacolarsi l'un l'altro, per tale motivo la velocità di sedimentazione si riduce. Tale riduzione è implementata nel codice secondo le formulazioni di Richardshon e Zaki (1954) e Winterwerp (1999).

La Deposizione è descritta nel modo seguente (Krone, 1962):

$$S_D = w_s c_b p_D$$



Dove w_s è la velocità di sedimentazione, c_b è la concentrazione di sedimento sospeso al fondo e p_D è espressione della probabilità di deposizione:

$$p_D = 1 - \frac{\tau}{\tau_{cd}}$$

L'erosione è trattata nel modello in due modi differenti, in funzione della consistenza del fondale. Per fondali consolidati, il tasso di erosione S_E viene definito nel modo seguente (Partheniades, 1965):

$$S_E = E \left(\frac{\tau_b}{\tau_c} - 1 \right)^n$$

Dove E è l'erodibilità, n rappresenta la potenza dell'erosione, τ_b è il "bed shear stress" mentre τ_c è il "bed shear stress" critico.

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	125 of 266

Nel caso di fondale parzialmente consolidato il tasso di erosione viene definito secondo Parchure e Mehta (1985):

$$S_E = E \left(e^{\alpha \sqrt{\tau_b - \tau_c}} \right)$$

Nel caso simulazioni a lungo termine la consolidazione di sedimenti depositati può ricoprire un ruolo importante. Nel caso in cui si utilizzino diversi “bed layers” è possibile applicare un tasso di transizione (T_i) che consente ai sedimenti degli strati superiori di passare agli strati inferiori (consolidamento).

Tecniche di soluzione



La soluzione delle equazioni del trasporto è strettamente legata alla soluzione delle condizioni idrodinamiche. La discretizzazione spaziale delle equazioni di base viene effettuata utilizzando un approccio ai volumi finiti. Il dominio spaziale è discretizzato da una suddivisione del continuo in celle non sovrapposte. Nel piano orizzontale viene utilizzata una mesh non strutturata mentre nel dominio verticale (nel caso di modello 3D) viene utilizzata una mesh strutturata. L’integrazione temporale è effettuata utilizzando uno schema esplicito.

Input al modello

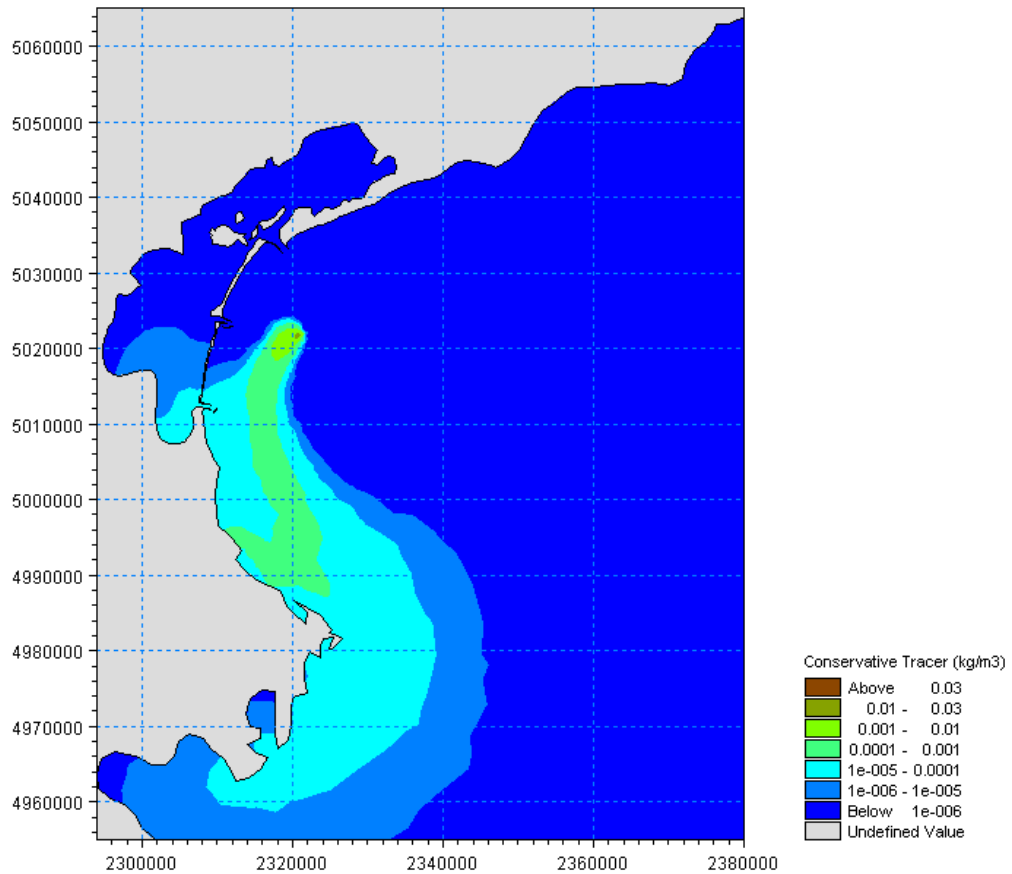
Premesso che la dinamica dei sedimenti coesivi è tale da richiedere sempre un grande lavoro di calibrazione, i principali parametri da inserire in input sono i seguenti:



- velocità di sedimentazione;
- “shear stress” critico per l’erosione e la deposizione;
- caratteristiche dell’erosione (coefficienti di erosione e potenza);
- concentrazioni dei sedimenti ai contorni aperti;
- coefficienti di dispersione;
- spessore dei “bed layers”;
- coefficienti di transizione tra i layers;
- densità dei “bed layers”.

Output del modello

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	126 of 266



I principali output che fornisce il modello sono: concentrazioni di sedimenti sospesi nel tempo e nello spazio; spessori o massa di sedimenti che costituiscono i “bed layers”; tasso di sedimentazione netta, ecc..





 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	127 of 266

ALLEGATO C

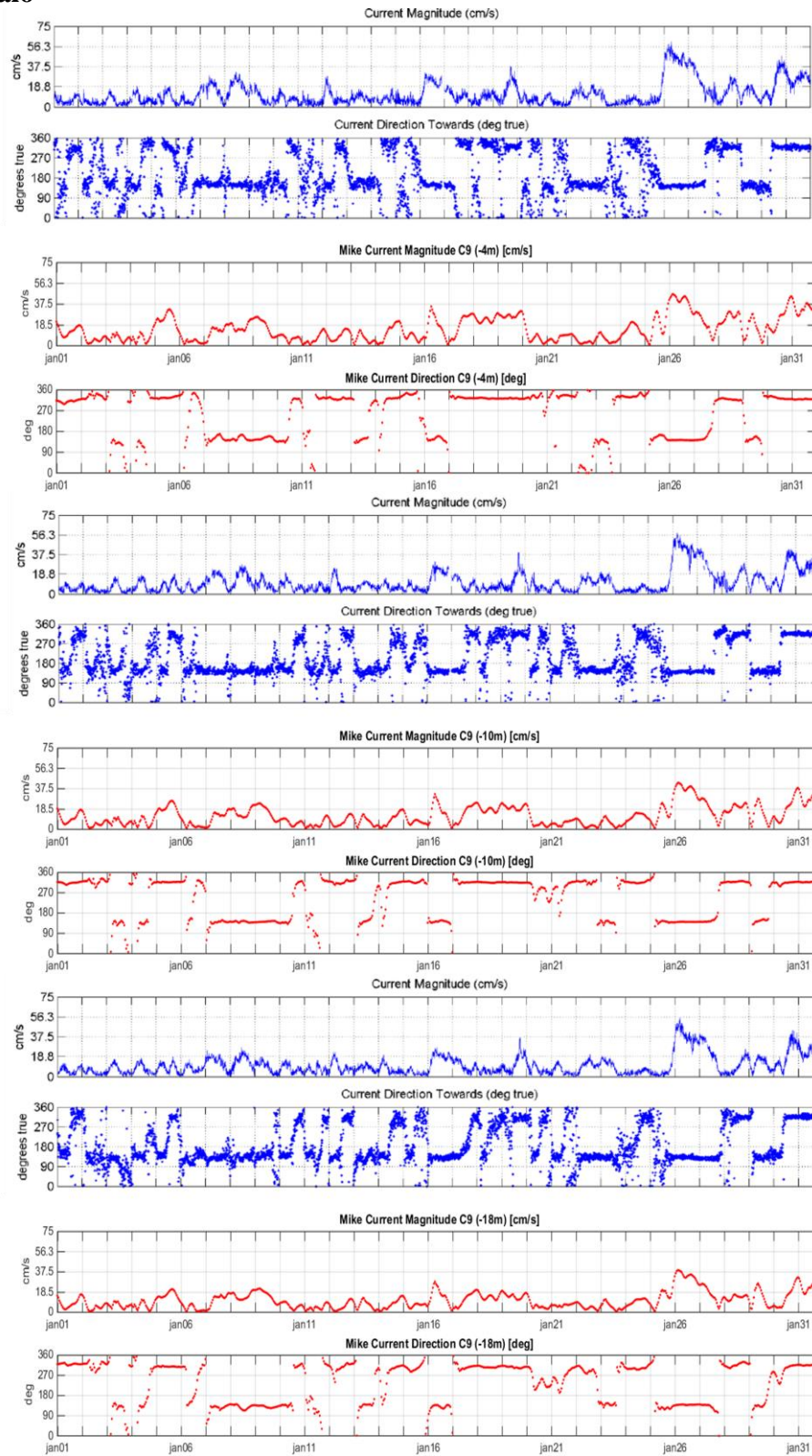
Validazione del modello idrodinamico ad alta risoluzione

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	128 of 266



Si riportano di seguito i confronti tra intensità e direzione della corrente misurate (curve blu) e modellate (curve rosse) in superficie (riquadro in alto) a profondità intermedia (riquadro centrale) e sul fondo (riquadro in basso). I dati si riferiscono alla stazione C9 (longitudine 18.401224°; latitudine 40.315719°N).

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 129 of 266

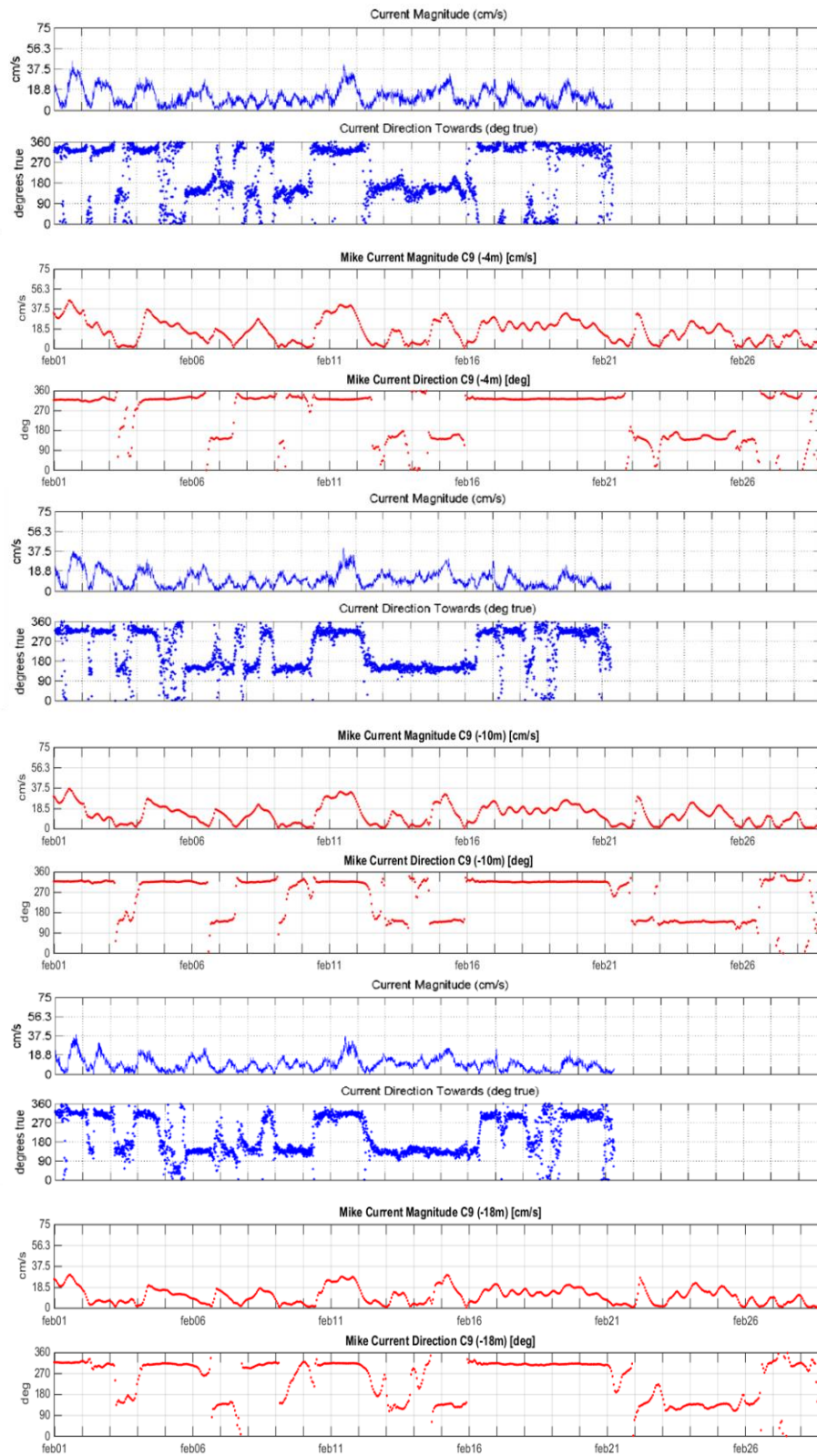
Gennaio





Gennaio

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 130 of 266

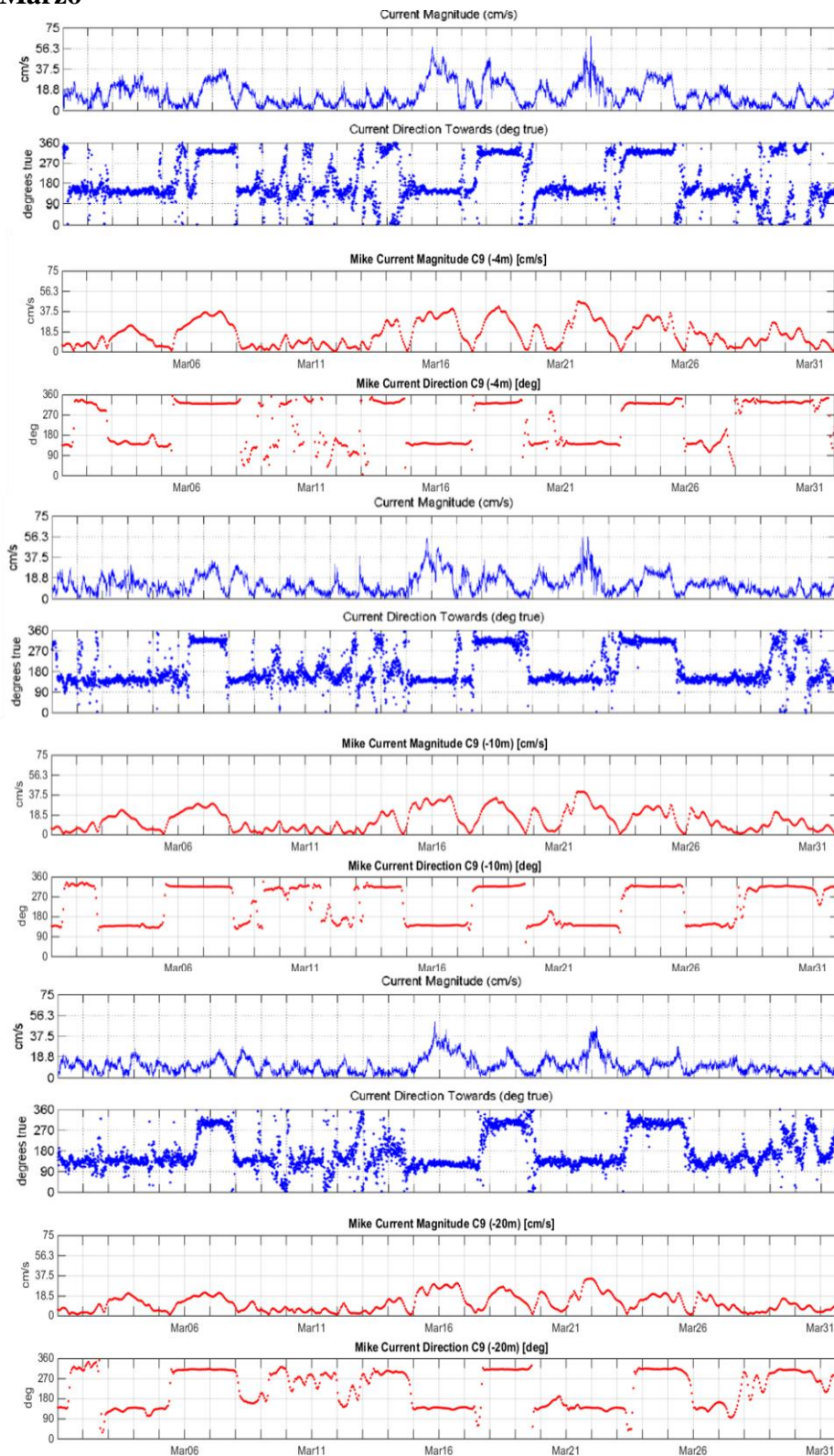
Febbraio





Febbraio

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 131 of 266

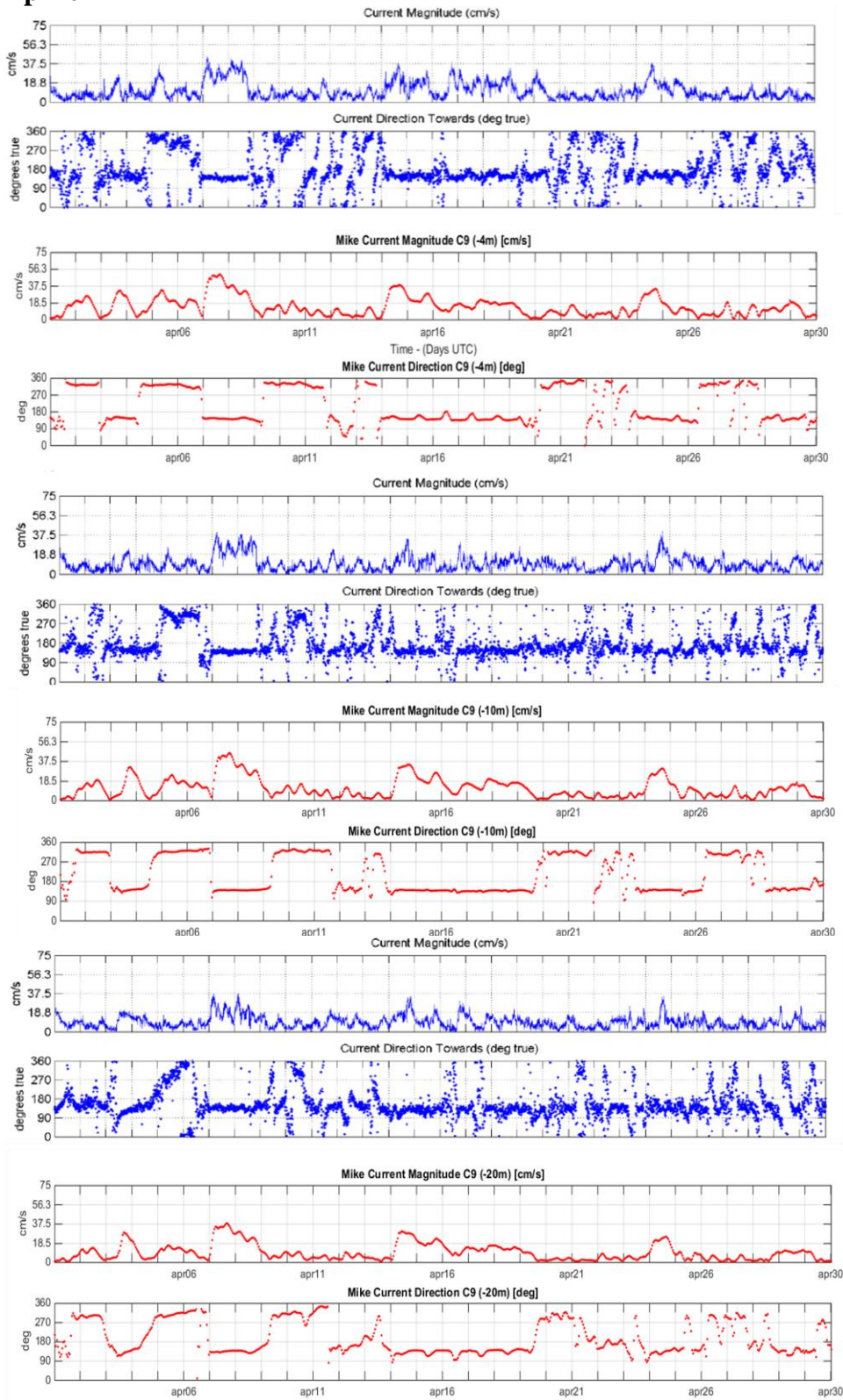
Marzo





Marzo

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 132 of 266

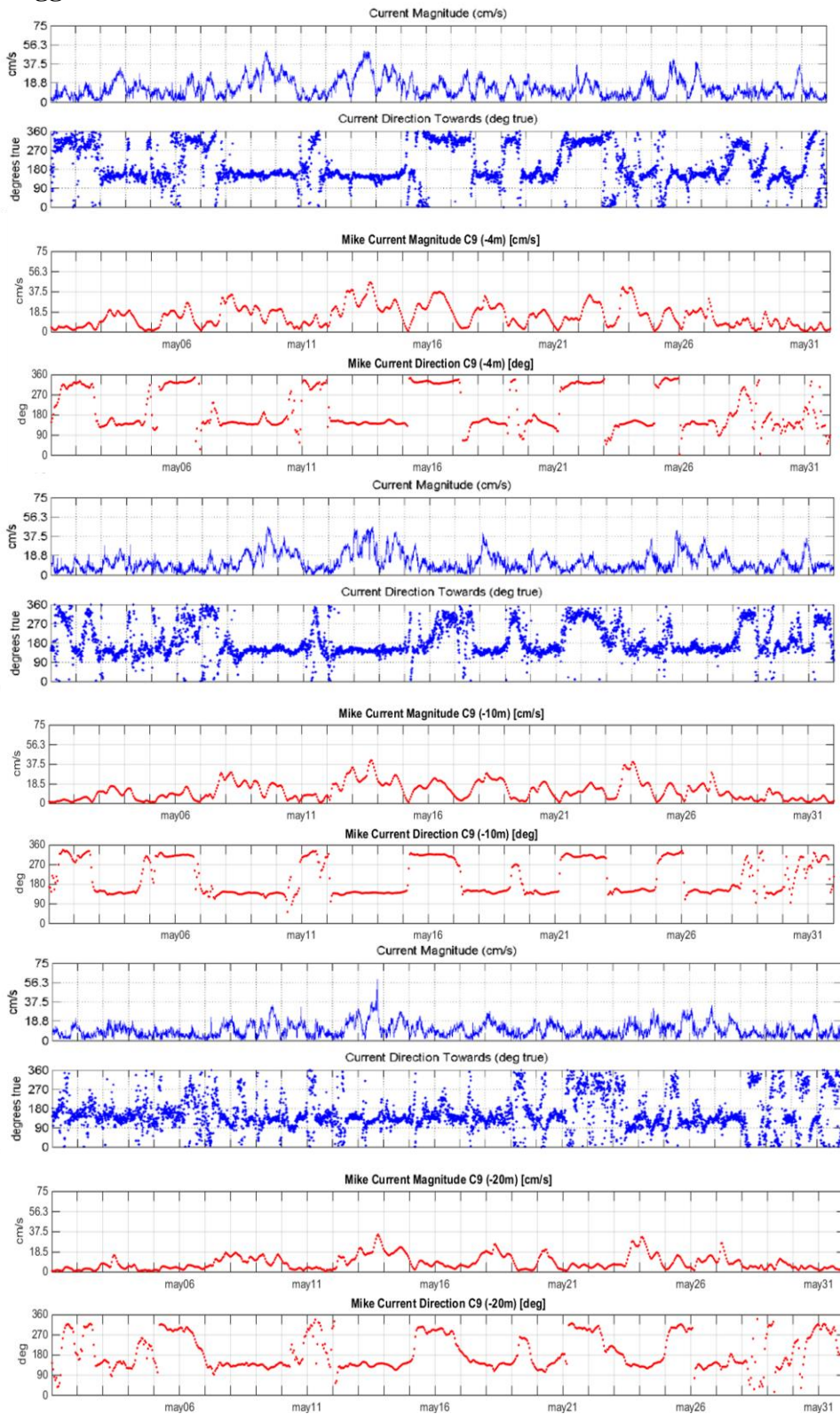
Aprile





Aprile

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 133 of 266

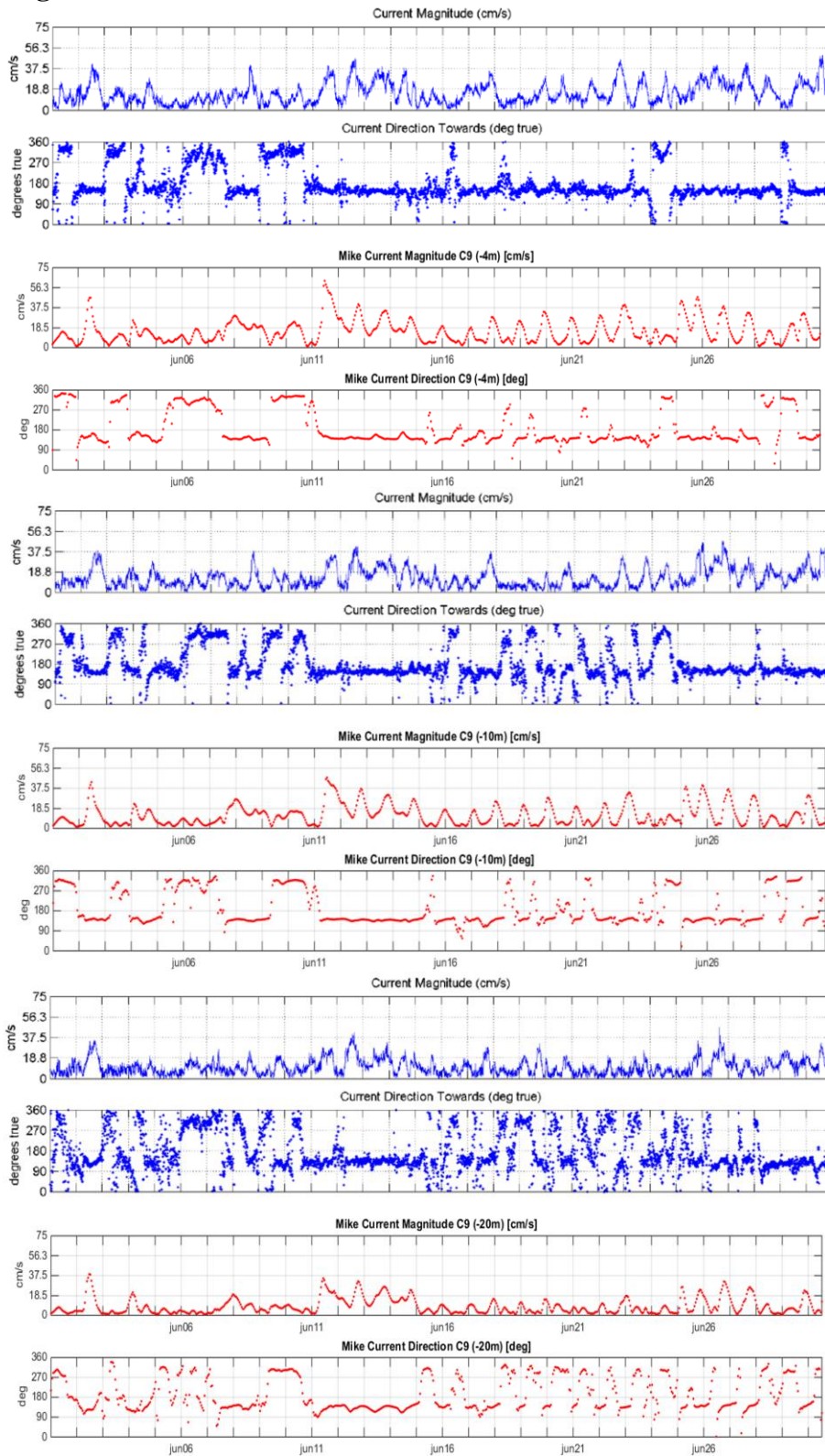
Maggio





Maggio

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 134 of 266

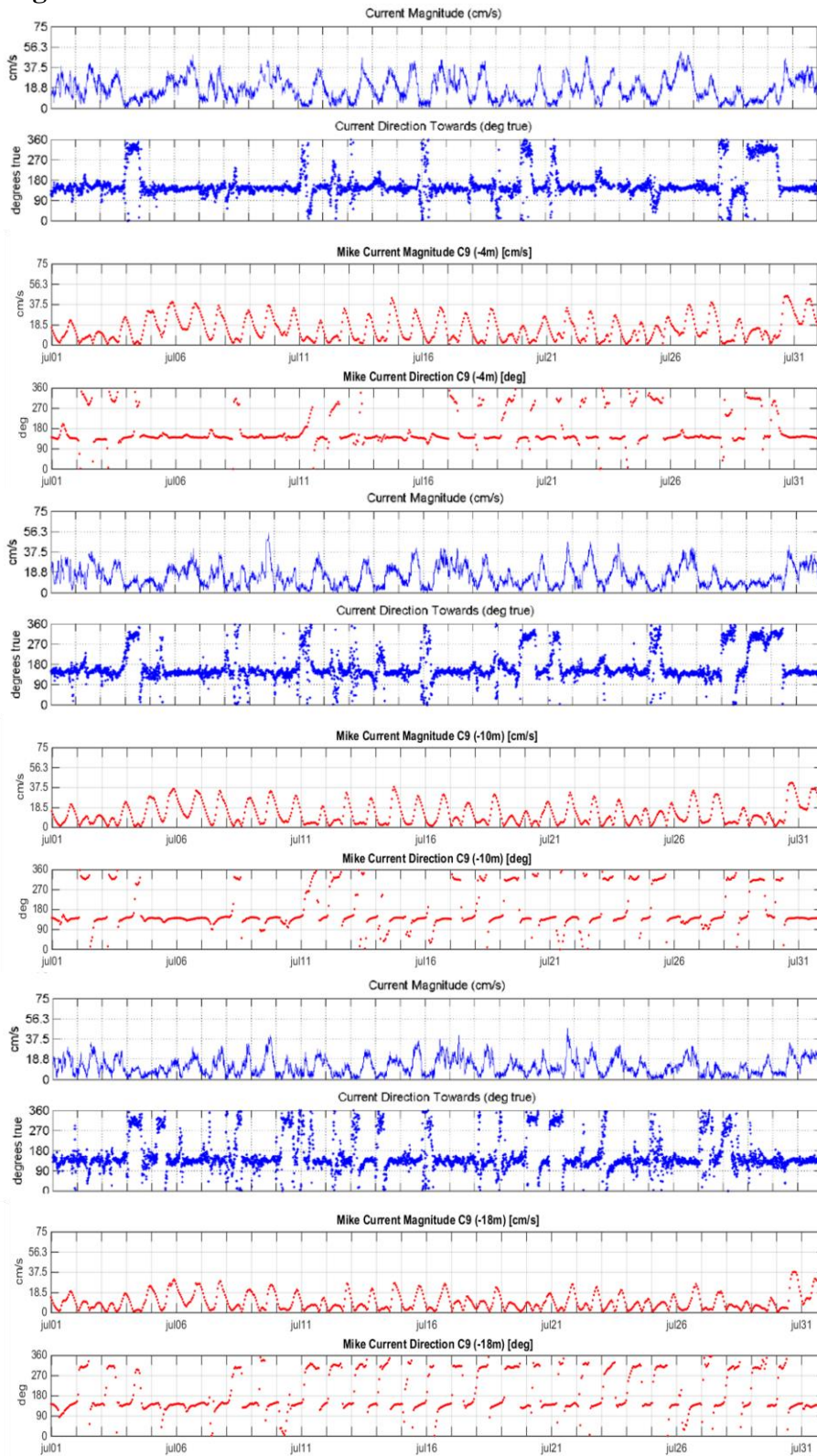
Giugno





Giugno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 135 of 266

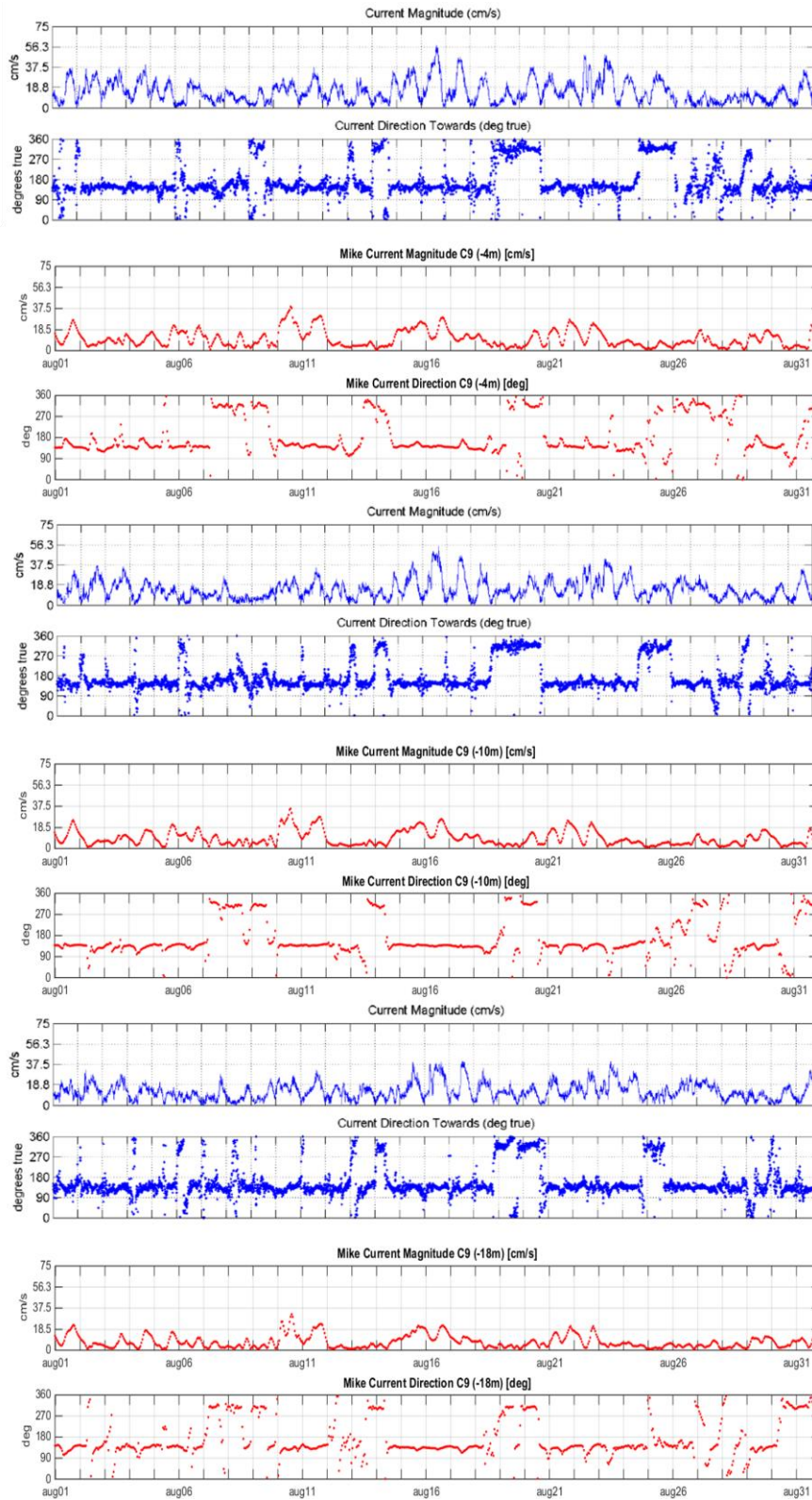
Luglio





Luglio

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 136 of 266

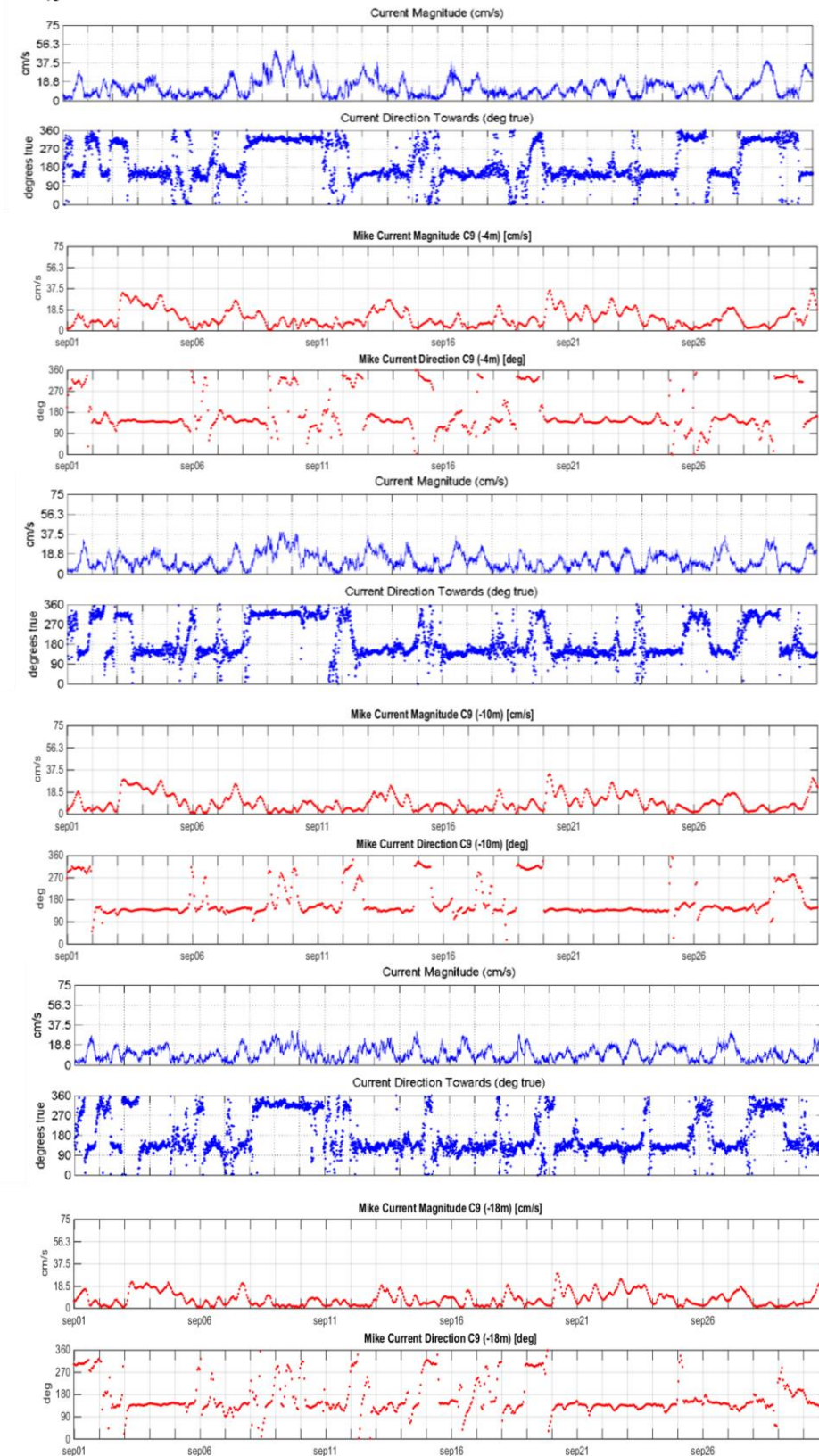
Agosto



Agosto



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 137 of 266

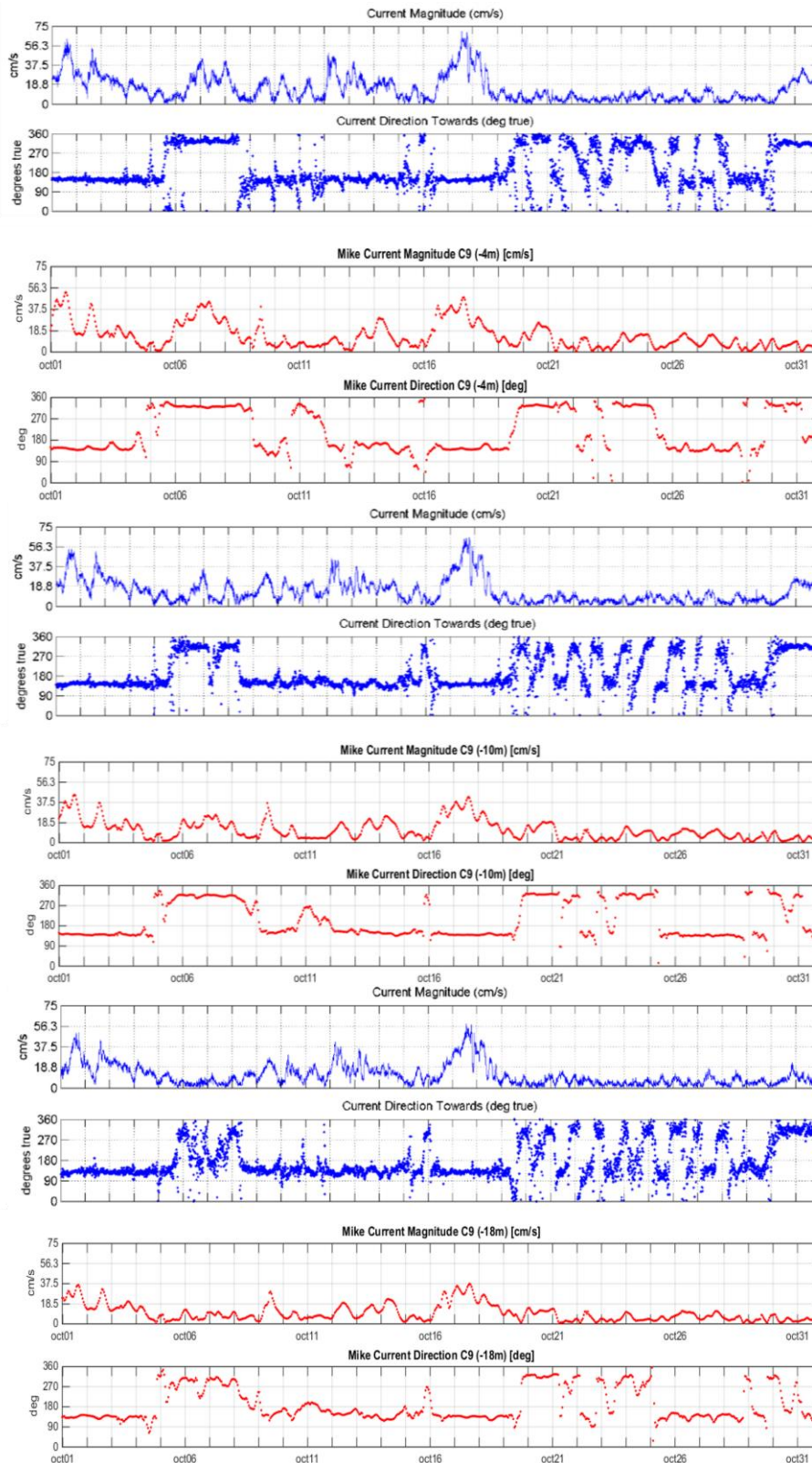
Settembre





Settembre

Ottobre

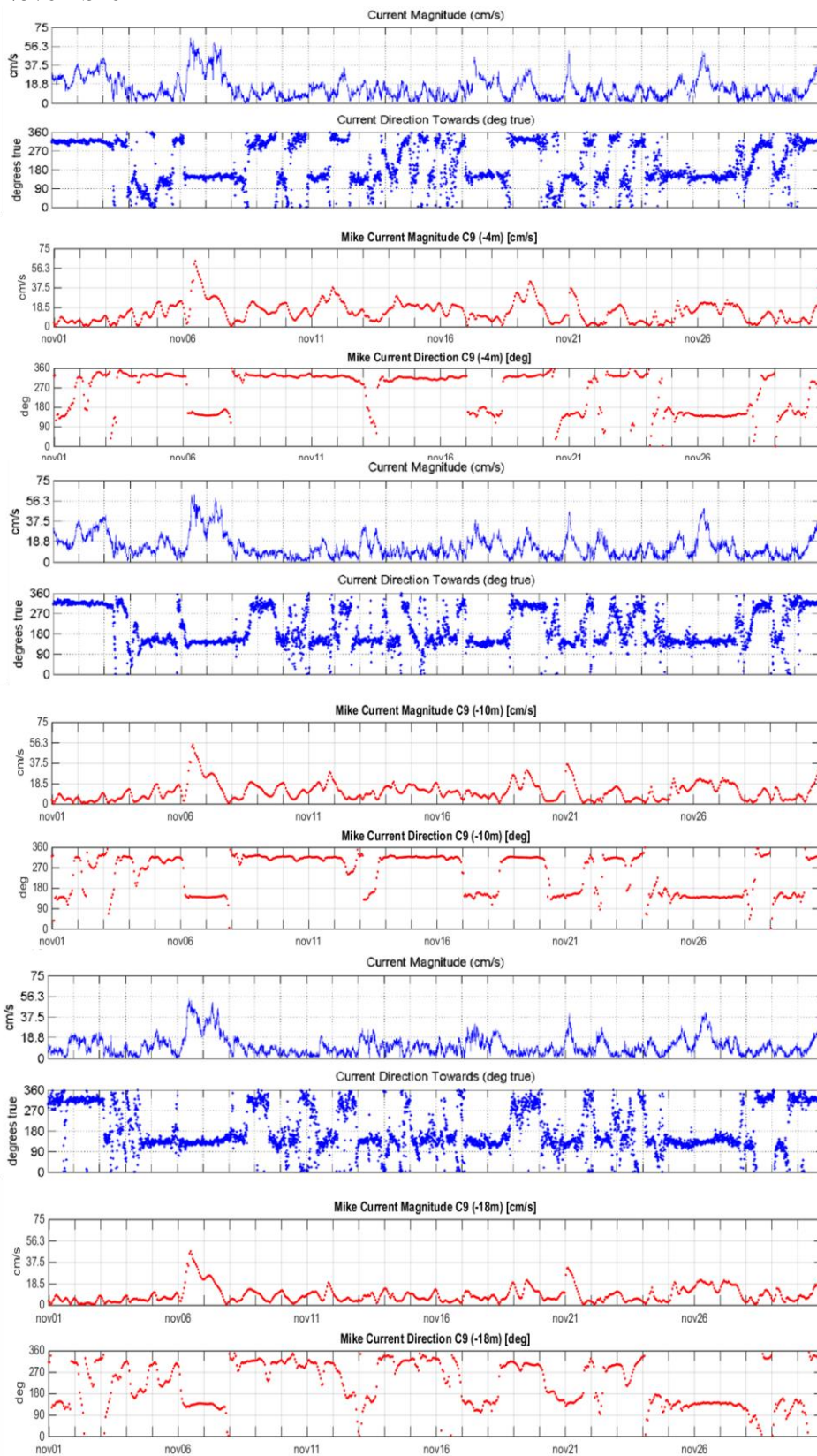
 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 138 of 266



Ottobre



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 139 of 266

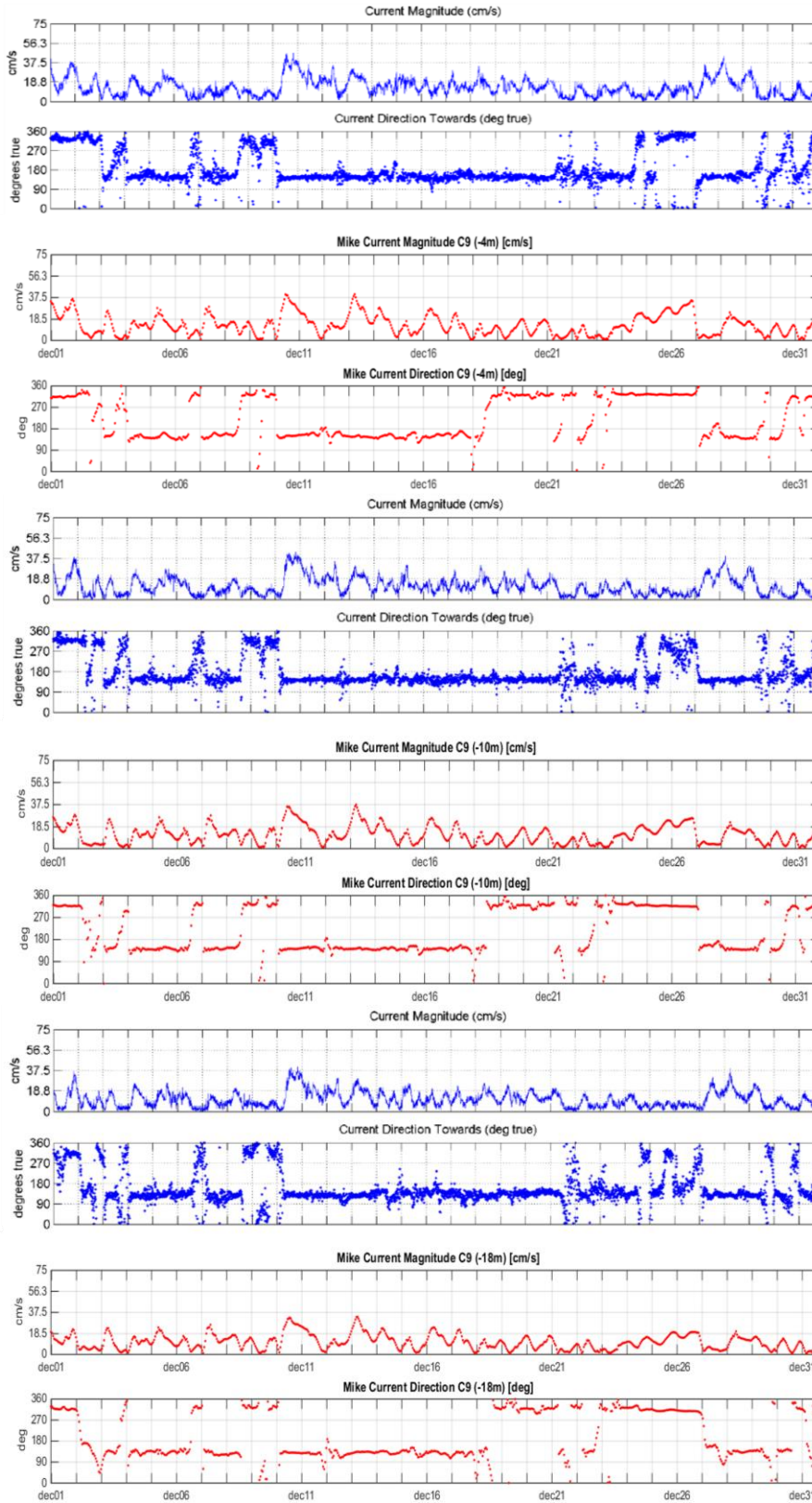
Novembre





Novembre

Dicembre



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 140 of 266



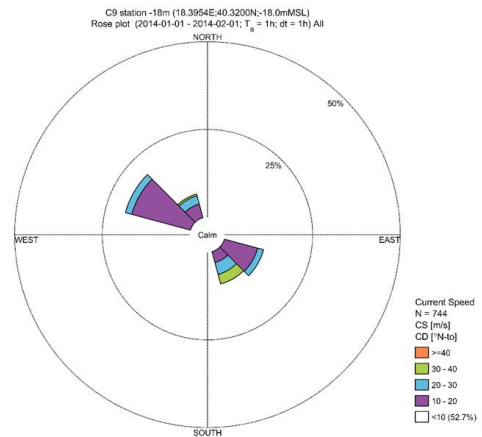
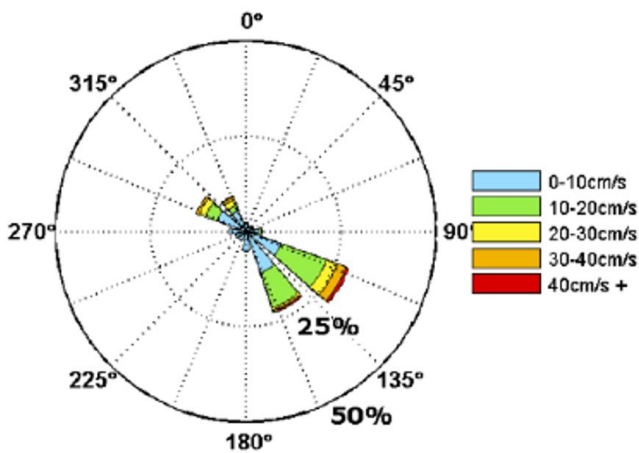
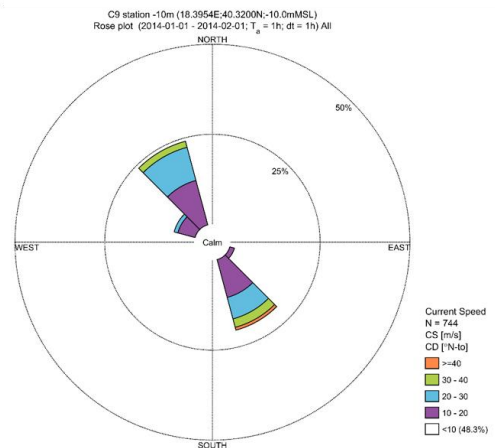
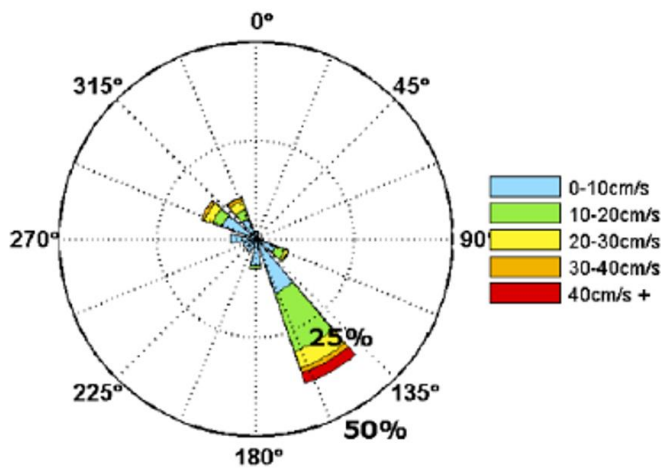
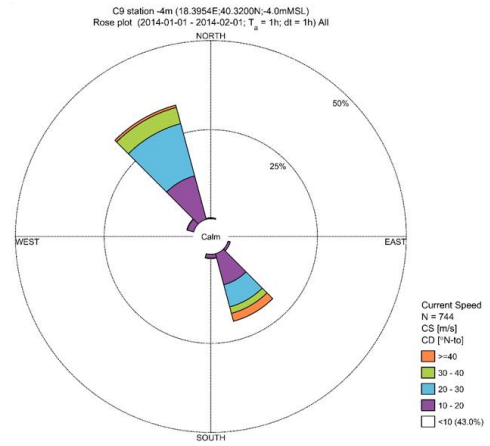
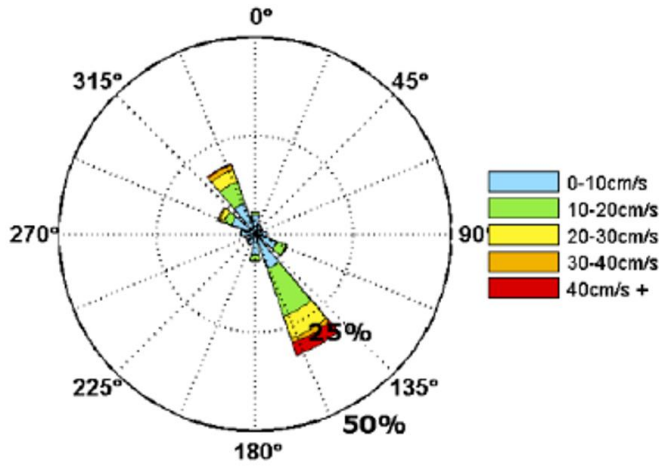
Dicembre

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	141 of 266



Si riportano di seguito i confronti tra misure (sinistra nelle immagini) e modello (destra nelle immagini) in termini di rose delle correnti in superficie (riquadro in alto) a profondità intermedia (riquadro centrale) e sul fondo (riquadro in basso). I dati si riferiscono alla stazione C9 (longitudine 18.401224°; latitudine 40.315719°N).

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 142 of 266

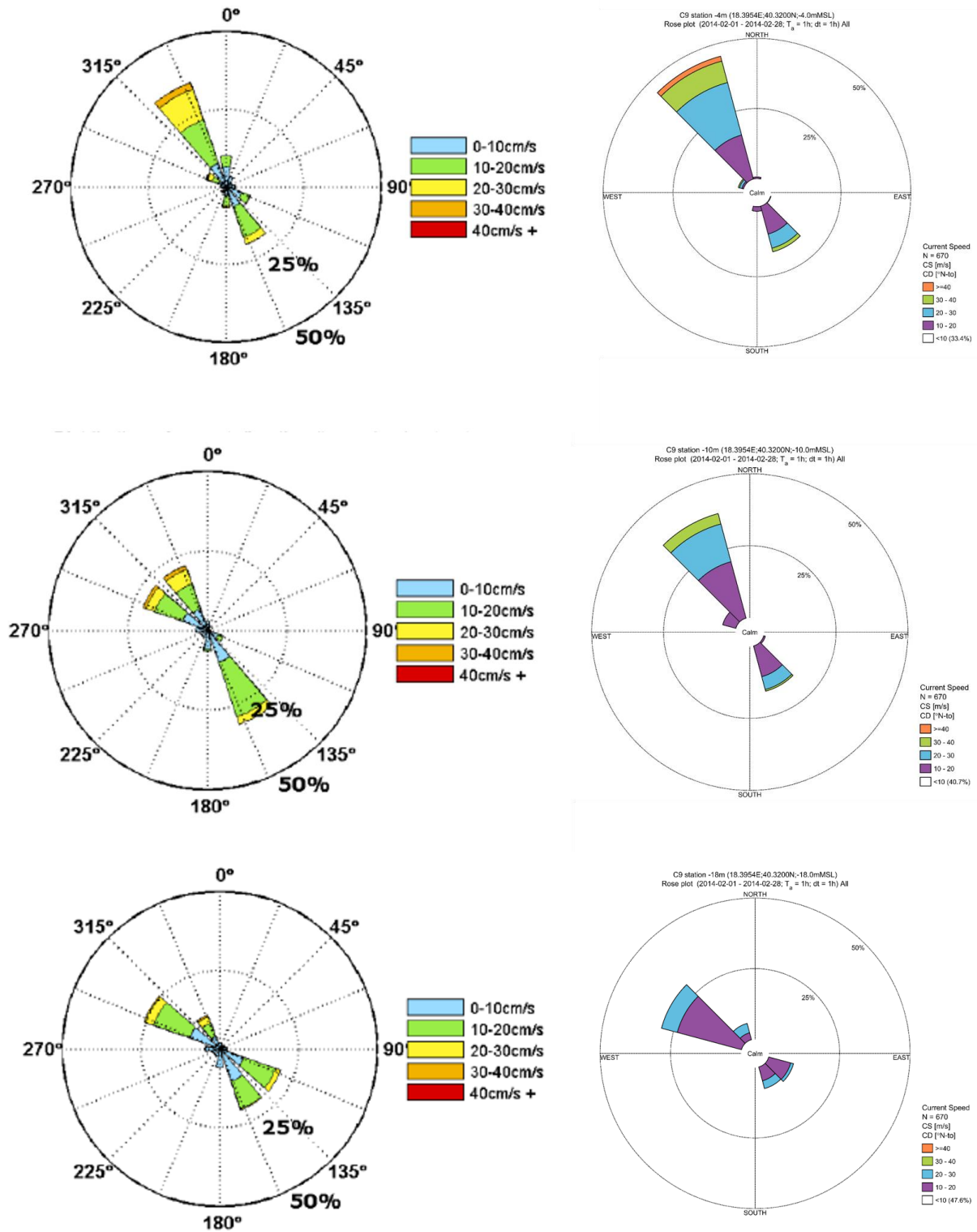
Gennaio



Gennaio



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 143 of 266

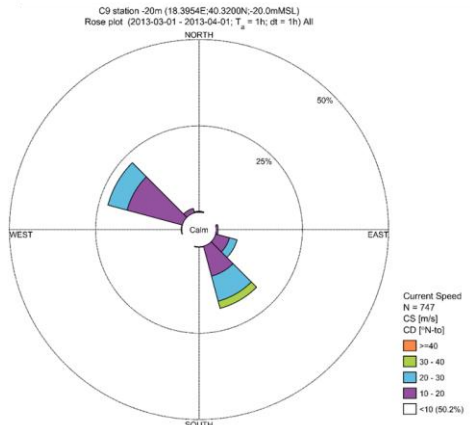
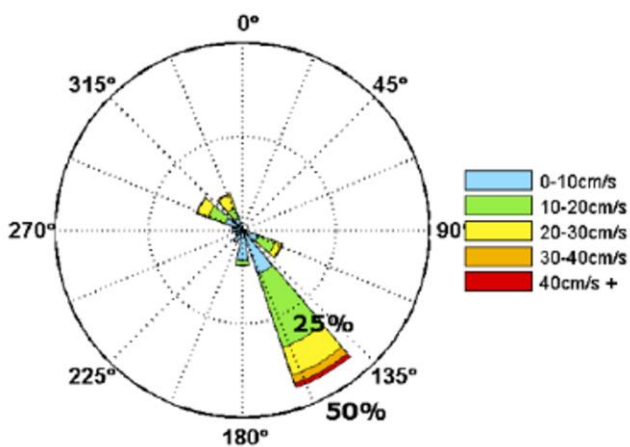
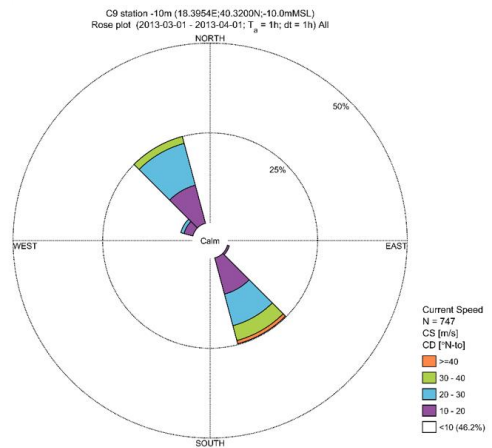
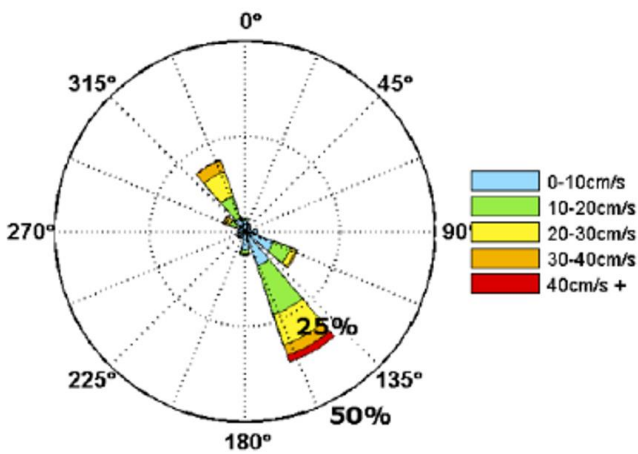
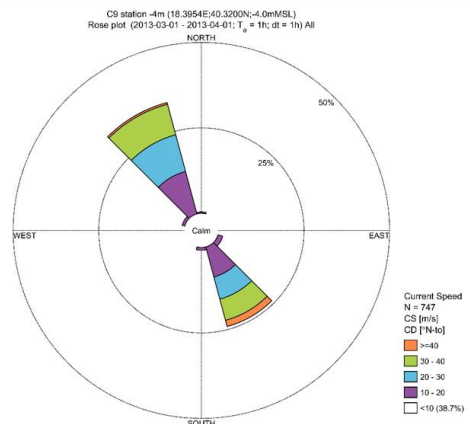
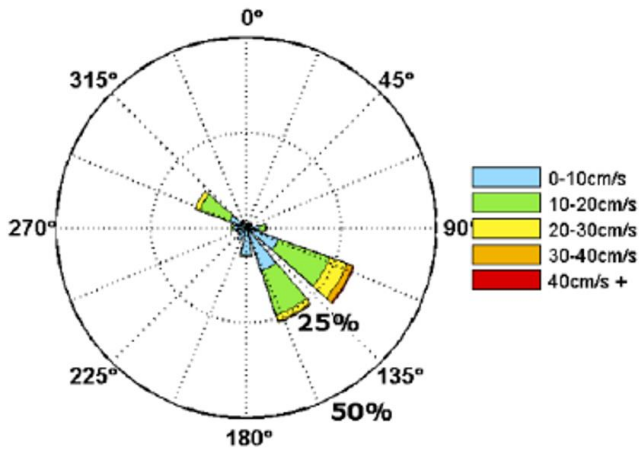
Febbraio





Febbraio

Marzo

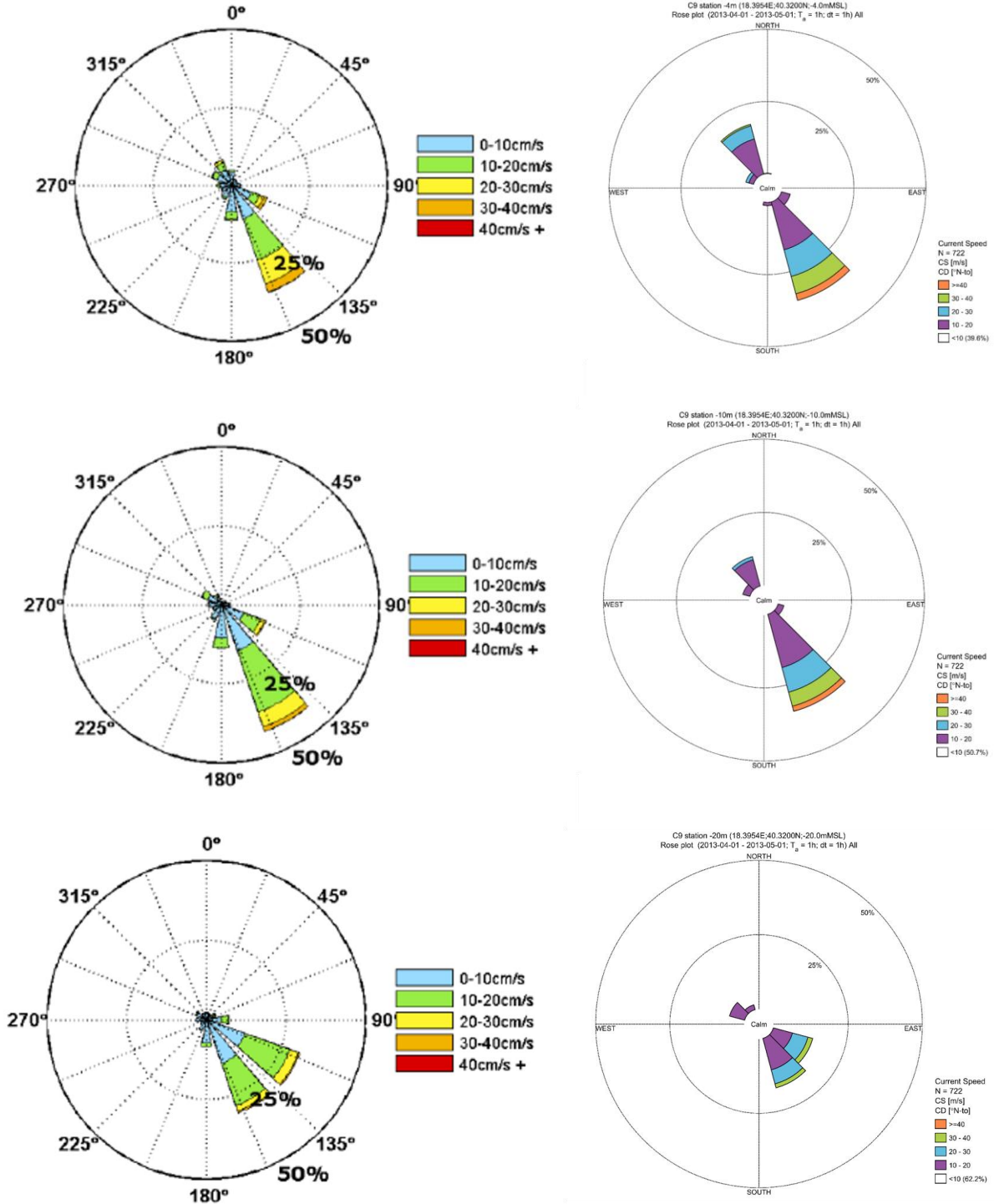
 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 144 of 266





Marzo

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 145 of 266

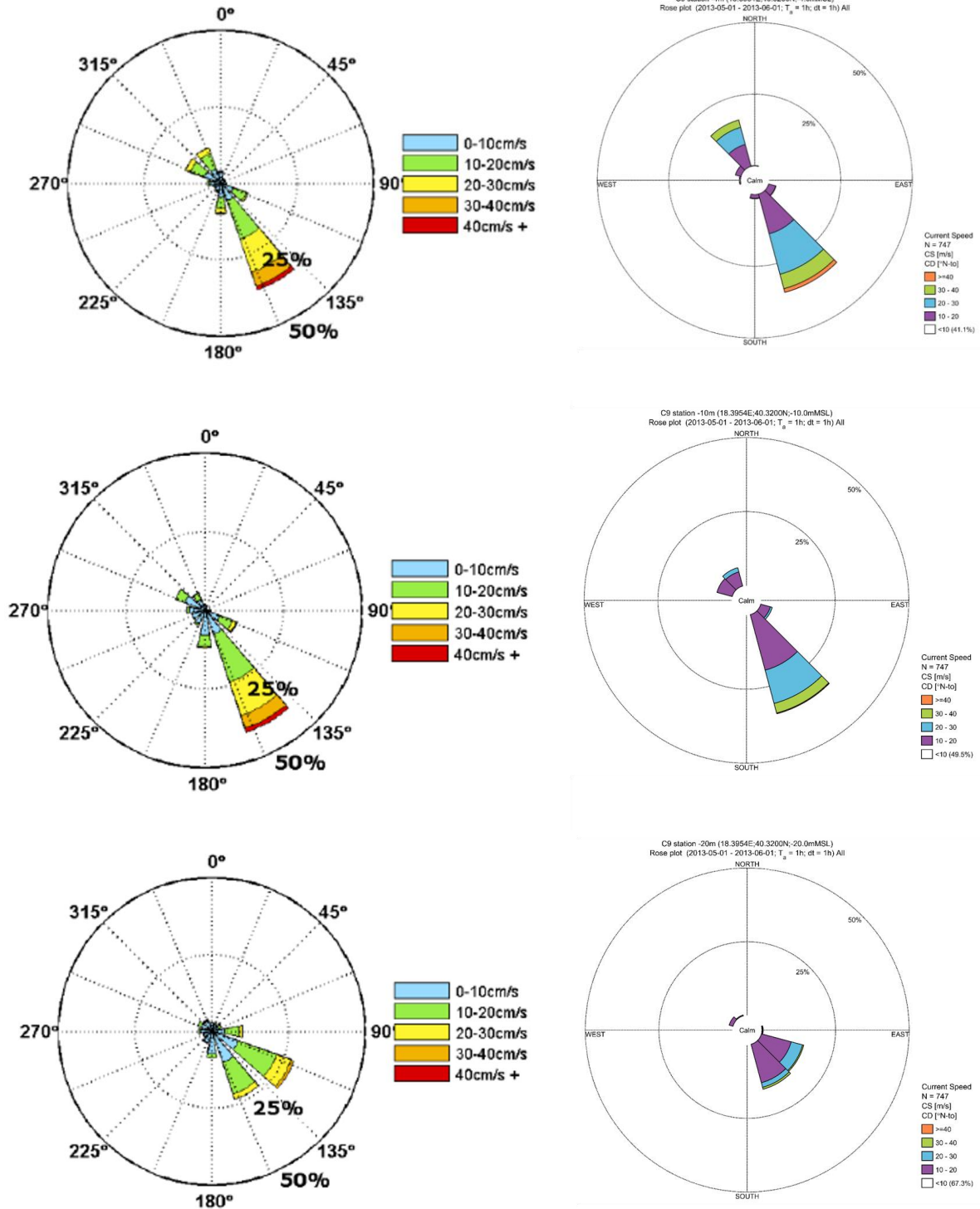
Aprile





Aprile

 Trans Adriatic Pipeline TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
 Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 146 of 266

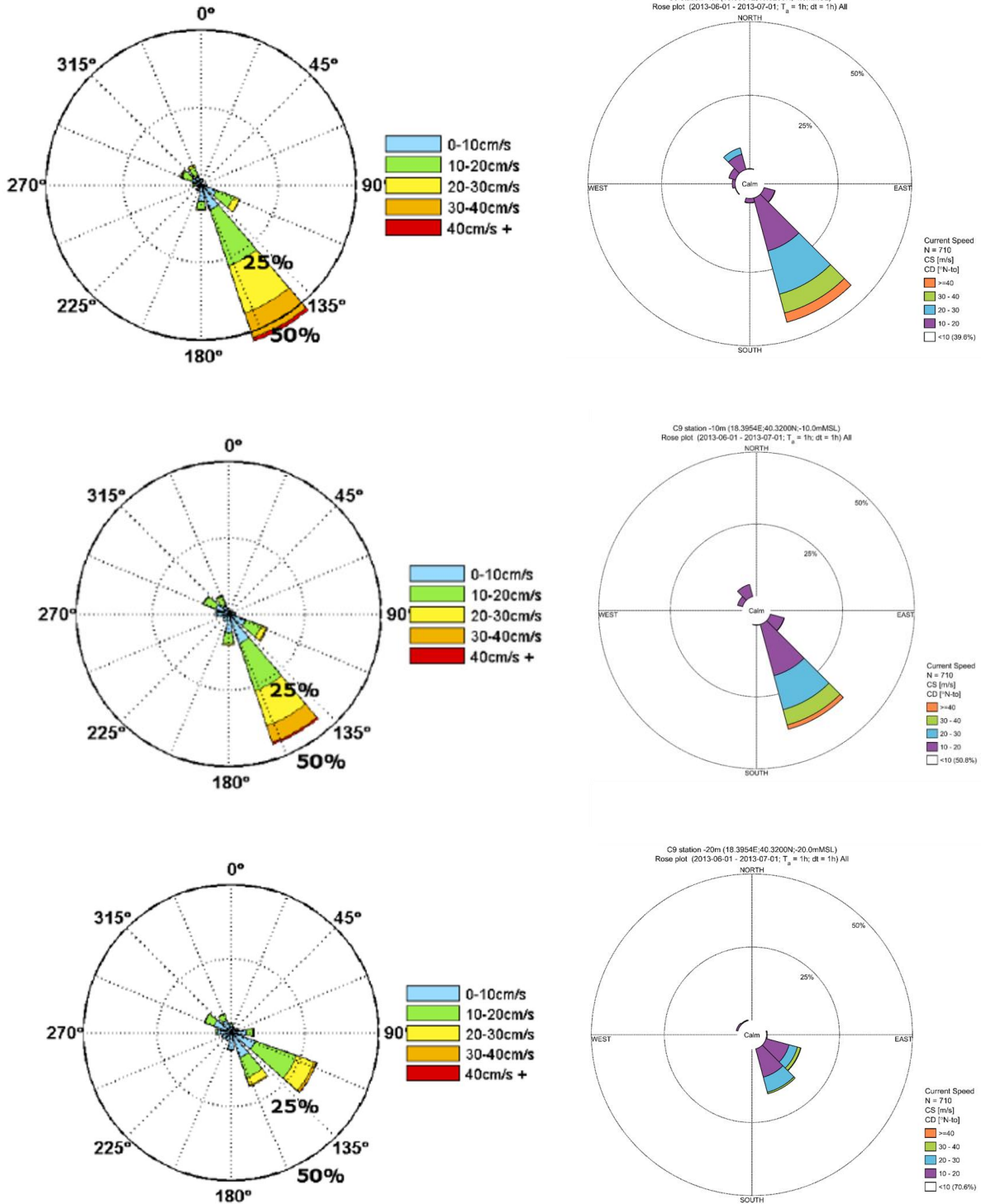
Maggio





Maggio

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	147 of 266

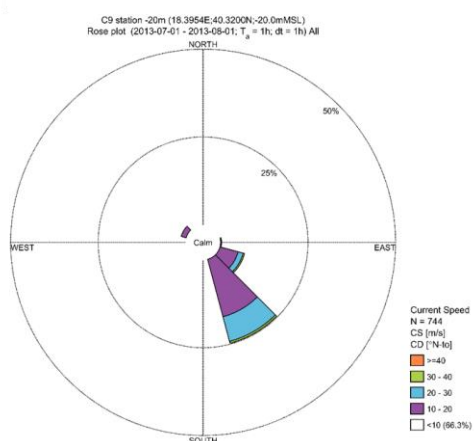
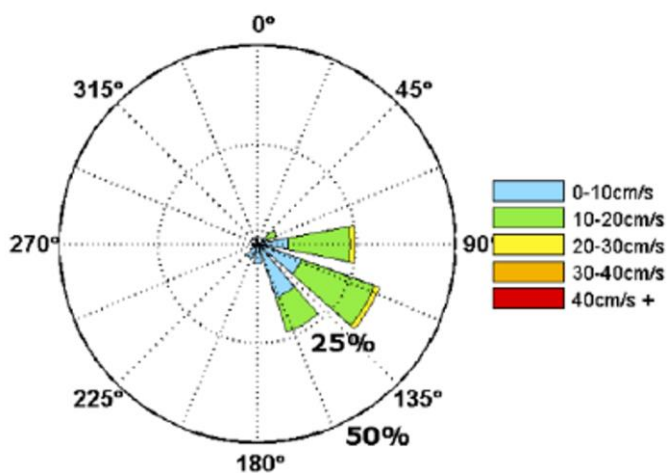
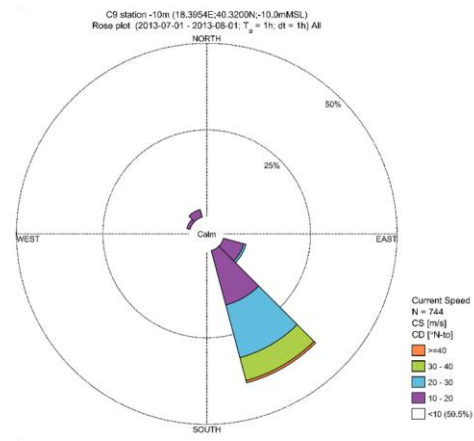
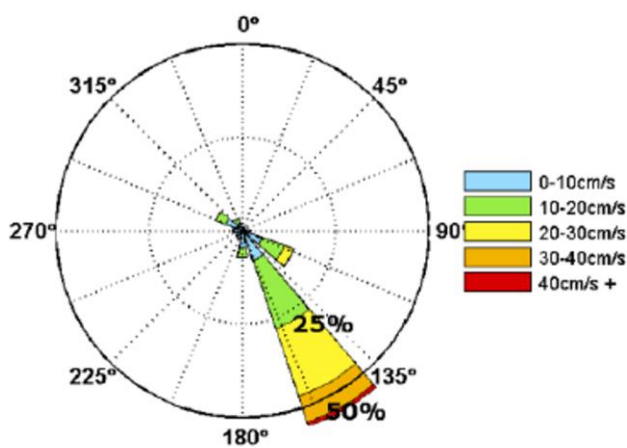
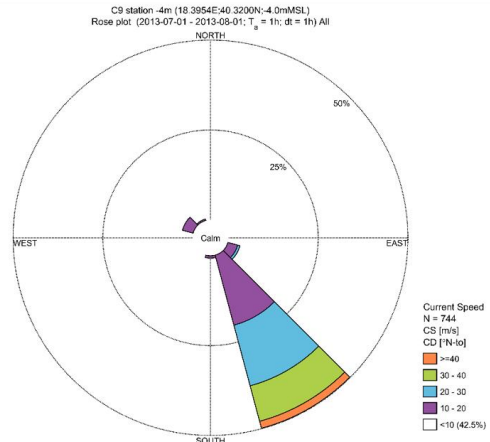
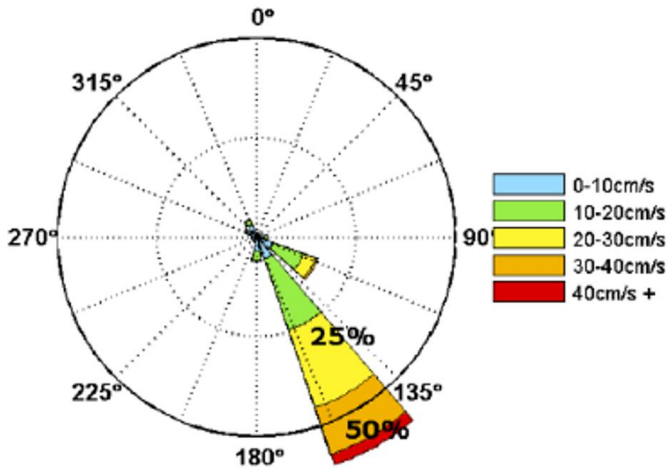
Giugno





Giugno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	148 of 266

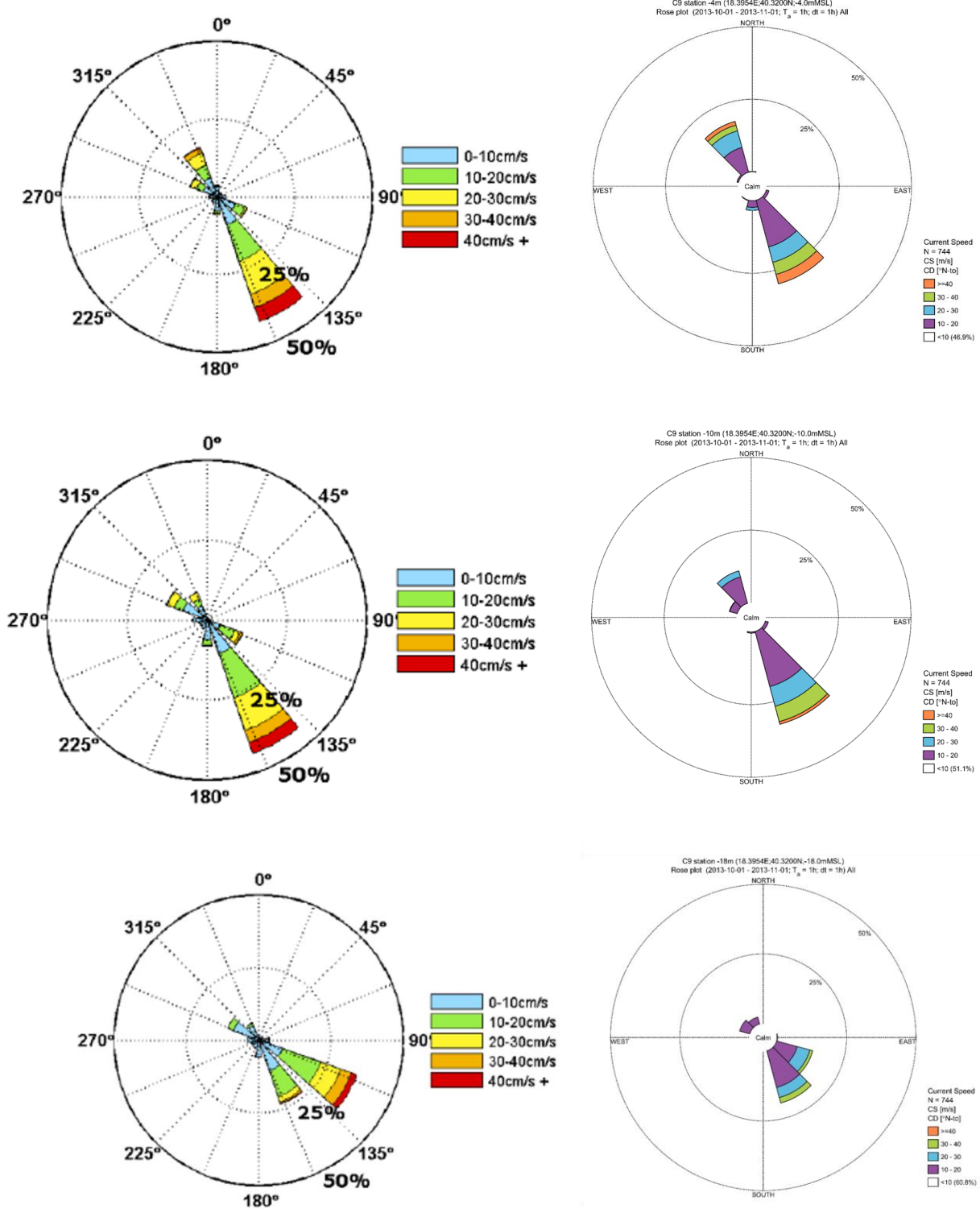
Luglio





Luglio

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 149 of 266

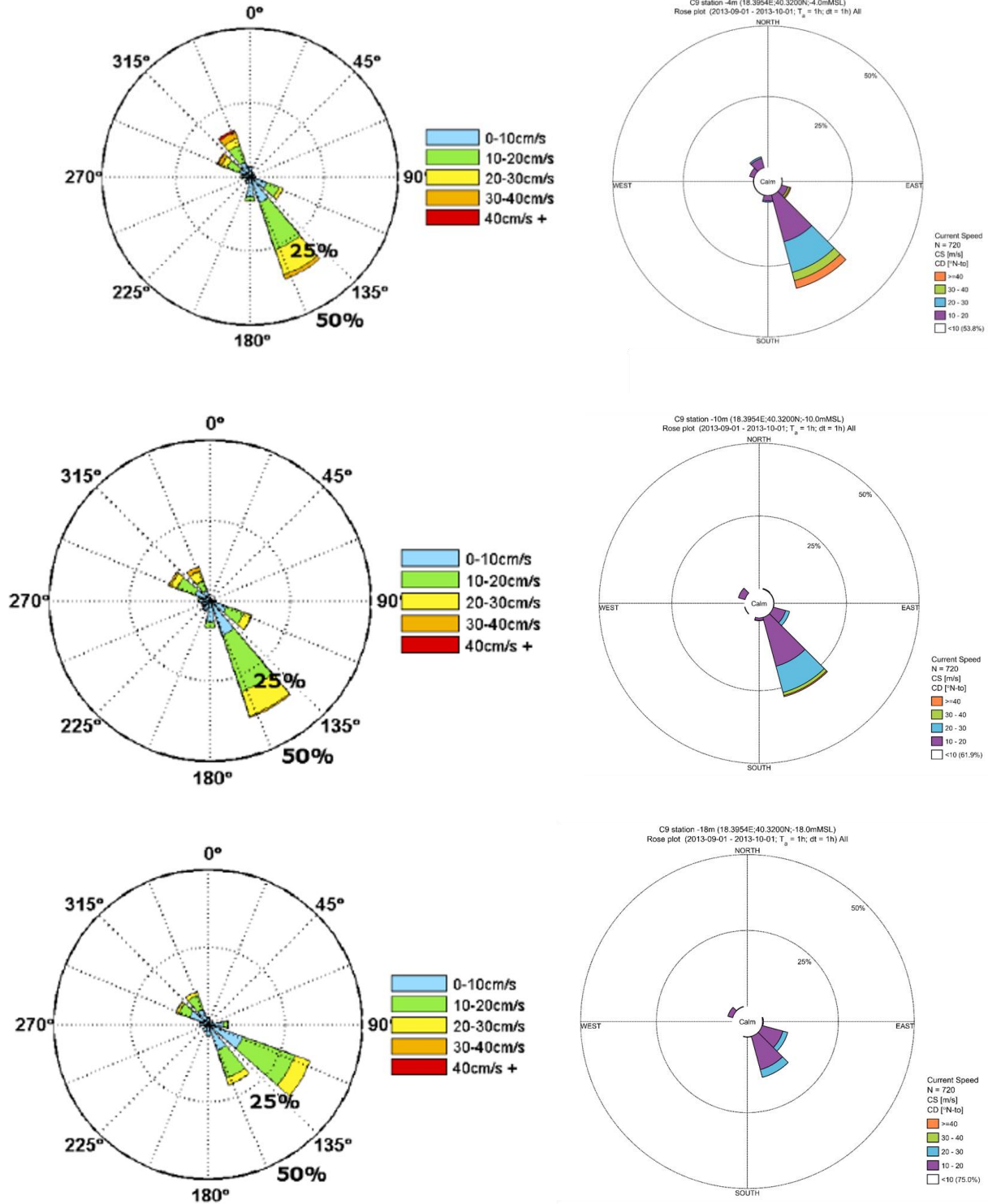
Agosto





Agosto

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 150 of 266

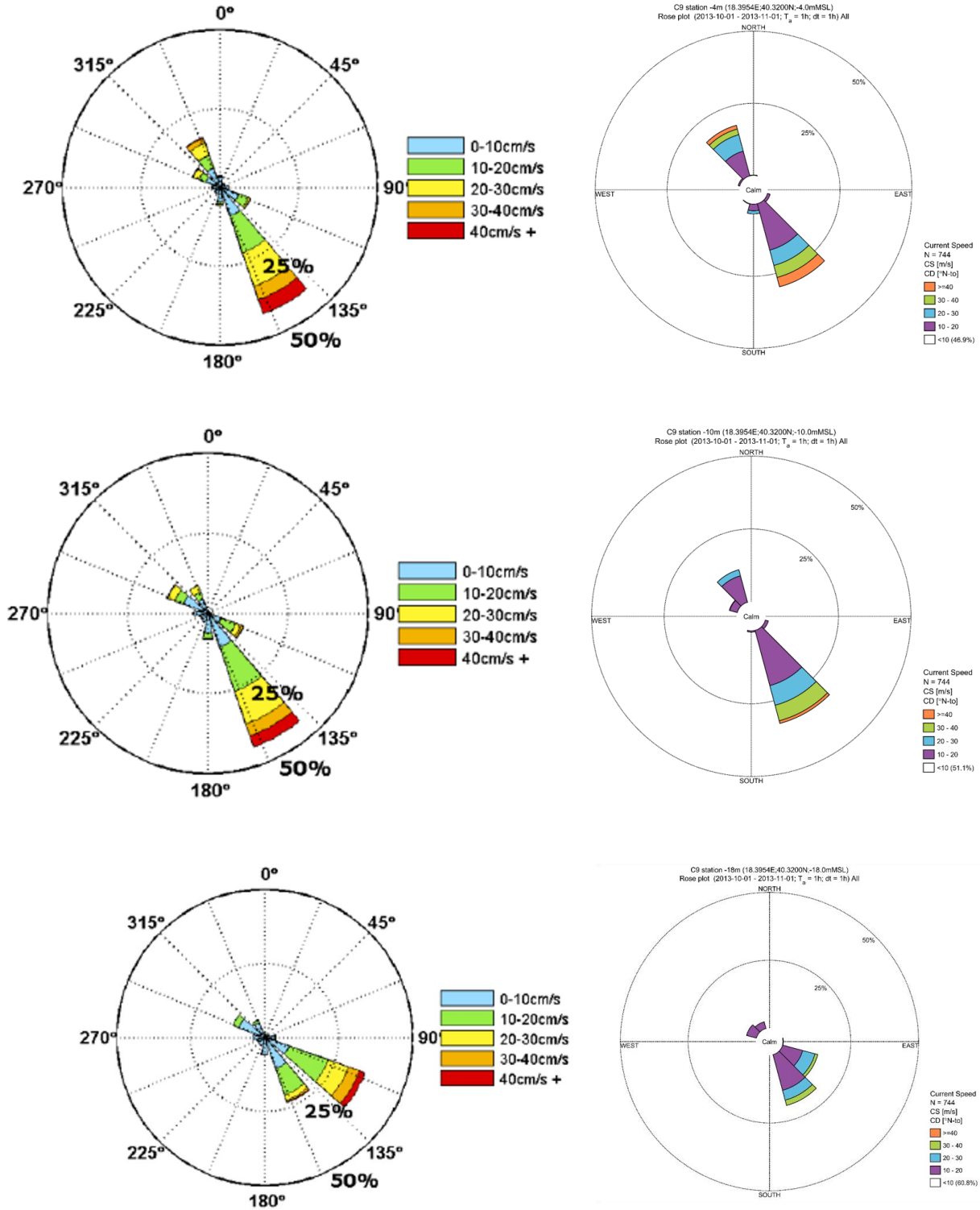
Settembre





Settembre

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 151 of 266

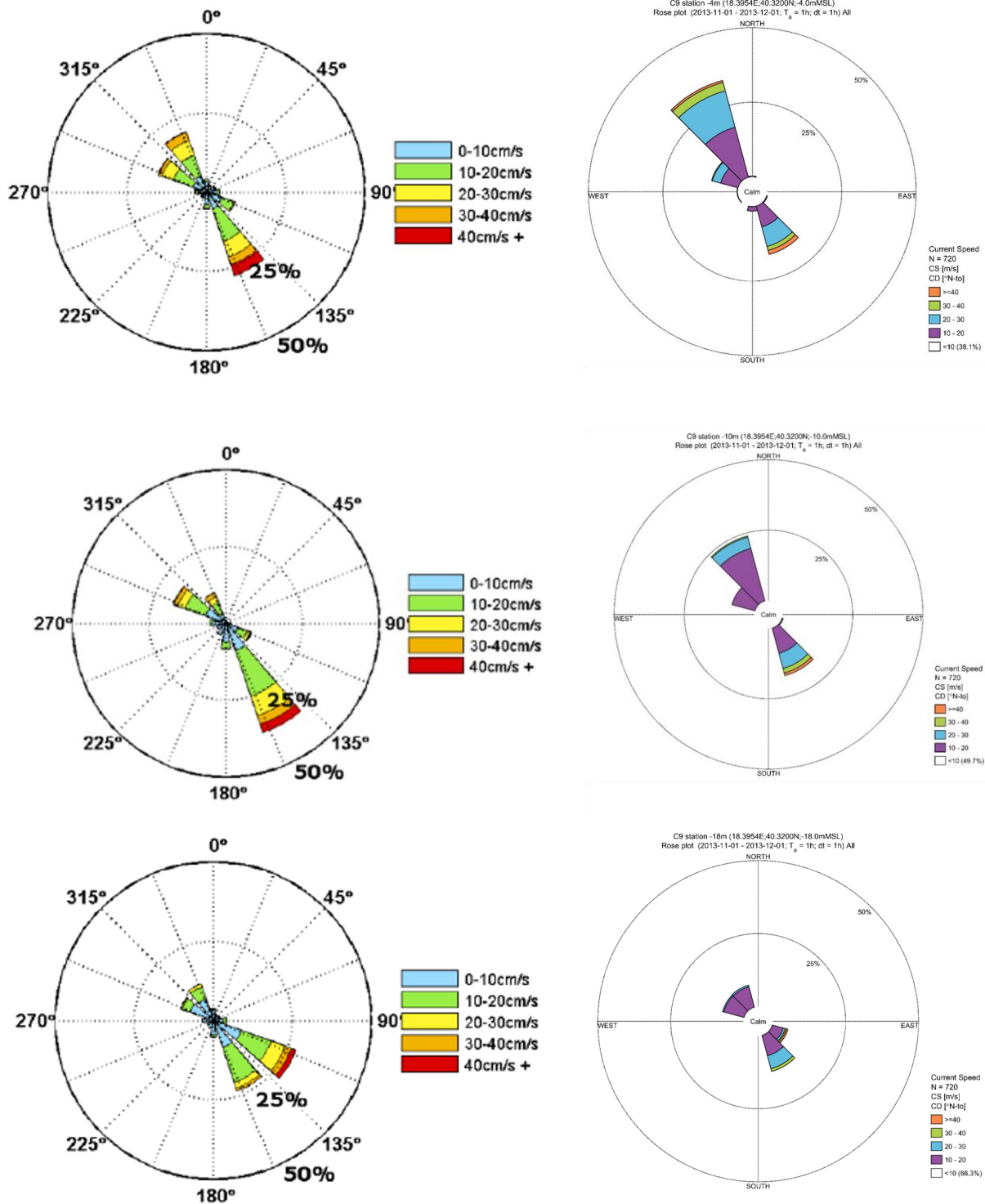
Ottobre





Ottobre

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 152 of 266

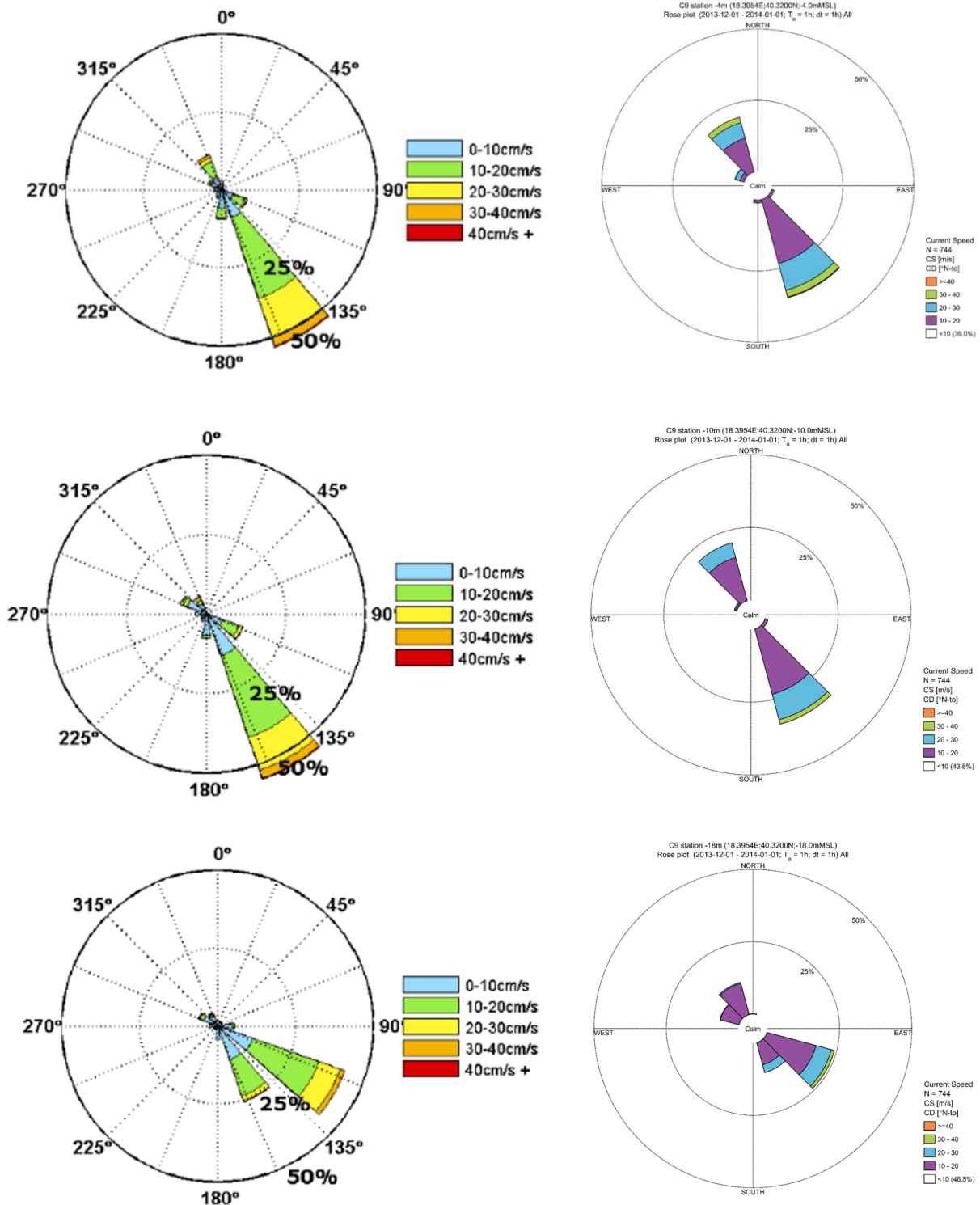
Novembre





Novembre

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.: 0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page: 153 of 266

Dicembre



Dicembre

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	154 of 266

ALLEGATO D

Caratterizzazione meteomarina in forma tabulare

VENTO

Le tabelle relative alle rose dei venti mostrate in forma grafica nel paragrafo 4.5.1 vengono presentate di seguito sia su base mensile che su base annuale. L'intensità crescente dei colori di fondo delle celle delle tabelle segue la frequenza di occorrenza del dato.

TAP
Frequency of Occurrence [%] (1979-01-01 - 2015-12-31; T_a = 1h; dt = 1h) Jan



WD [°N-from] - Wind Direction

WS [m/s] - Wind Speed	WD [°N-from] - Wind Direction											Total	Accum		
	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[			[315-345[
[24-26[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[22-24[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[20-22[	0.004	0.007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.004	-	0.015	100.000
[18-20[	0.004	-	-	-	0.007	0.004	-	-	-	-	-	0.007	-	0.022	99.985
[16-18[	0.054	0.022	0.007	-	0.022	0.089	-	0.004	-	-	0.004	0.047	-	0.229	99.964
[14-16[	0.118	0.073	0.051	0.004	0.145	0.251	0.054	0.029	0.004	-	0.018	0.131	-	0.878	99.735
[12-14[	0.538	0.285	0.131	0.025	0.421	0.690	0.196	0.080	0.036	0.011	0.065	0.323	-	2.783	98.859
[10-12[	0.999	0.636	0.287	0.051	0.549	1.003	0.552	0.225	0.178	0.087	0.167	0.723	-	5.457	96.076
[8-10[	1.664	0.995	0.443	0.298	0.810	1.468	1.232	0.552	0.440	0.411	0.411	1.148	-	9.871	90.820
[6-8[	2.983	1.620	0.458	0.312	1.112	1.984	2.205	1.206	1.137	0.968	1.242	2.888	-	18.136	80.749
[4-6[	3.622	1.733	0.818	0.411	1.133	2.162	3.491	2.332	1.969	1.962	3.339	4.603	-	27.374	62.614
[2-4[	2.343	1.202	0.625	0.628	0.999	1.606	2.707	2.883	2.754	3.073	3.455	3.299	-	25.554	35.239
[0-2[	0.665	0.559	0.436	0.490	0.494	0.581	0.774	1.119	1.337	1.333	1.094	0.803	-	9.685	9.685
Total	12.991	7.113	3.055	2.220	5.693	9.816	11.211	8.410	7.854	7.885	9.794	13.976	-	100.000	-
Accum	12.991	20.105	23.160	25.380	31.072	40.889	52.100	60.510	68.364	76.230	86.024	100.000	-	-	-

TAP
Frequency of Occurrence [%] (1979-01-01 - 2015-12-31; T_a = 1h; dt = 1h) Feb

WD [°N-from] - Wind Direction

WS [m/s] - Wind Speed	WD [°N-from] - Wind Direction											Total	Accum		
	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[			[315-345[
[24-26[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[22-24[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[20-22[	-	-	-	-	-	0.012	-	-	-	-	-	-	-	0.012	100.000
[18-20[	-	-	-	-	0.036	0.028	-	-	-	-	-	0.008	-	0.072	99.988
[16-18[	0.024	-	-	-	0.064	0.116	0.004	0.016	-	-	0.020	0.004	-	0.247	99.916
[14-16[	0.235	0.108	0.032	-	0.132	0.347	0.028	0.024	0.008	-	0.024	0.096	-	1.033	99.669
[12-14[	0.435	0.331	0.064	0.040	0.291	1.037	0.211	0.036	0.048	0.012	0.084	0.291	-	2.879	98.636
[10-12[	1.356	0.670	0.148	0.108	0.506	1.372	0.702	0.156	0.219	0.116	0.179	0.594	-	6.124	95.758
[8-10[	2.285	0.897	0.363	0.159	0.654	1.651	1.364	0.550	0.846	0.291	0.526	1.431	-	10.797	89.633
[6-8[	3.162	1.734	0.554	0.239	0.801	2.269	2.935	1.160	1.228	1.037	1.292	3.146	-	19.557	78.836
[4-6[	3.676	1.834	0.714	0.427	0.925	2.225	3.469	2.380	2.049	2.273	2.907	4.354	-	27.233	59.278
[2-4[	2.624	1.447	0.873	0.770	0.941	1.559	2.061	2.337	2.488	2.313	2.859	2.943	-	23.214	32.045
[0-2[	0.630	0.546	0.490	0.459	0.467	0.534	0.809	0.933	1.152	1.200	0.793	0.778	-	8.832	8.832
Total	14.406	7.568	3.238	2.201	4.817	11.148	11.583	7.592	7.879	7.241	8.684	13.644	-	100.000	-
Accum	14.406	21.974	25.211	27.412	32.229	43.377	54.960	62.552	70.431	77.671	86.356	100.000	-	-	-

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	155 of 266

TAP
 Frequency of Occurrence [%] (1979-01-01 - 2015-12-31; T_a = 1h; dt = 1h) Mar



		WD [°N-from] - Wind Direction											Total	Accum	
		[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[
WS [m/s] - Wind Speed	[24-26[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000	
	[22-24[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000	
	[20-22[	0.004	-	-	-	0.015	0.007	-	-	-	-	-	-	0.025	100.000
	[18-20[	0.004	-	-	-	0.015	0.040	-	-	-	-	-	-	0.058	99.975
	[16-18[	0.022	-	0.007	-	0.033	0.124	0.018	-	0.015	-	0.004	0.038	0.258	99.918
	[14-16[	0.091	0.033	0.025	0.007	0.085	0.258	0.047	-	0.022	0.007	0.022	0.080	0.858	99.859
	[12-14[	0.381	0.171	0.105	0.025	0.196	0.781	0.160	0.018	0.025	0.018	0.084	0.225	2.190	99.001
	[10-12[	1.104	0.596	0.145	0.073	0.358	1.791	0.501	0.109	0.167	0.120	0.124	0.643	5.729	96.811
	[8-10[	1.642	1.093	0.323	0.113	0.472	2.499	1.122	0.469	0.501	0.291	0.338	1.522	10.386	91.082
	[6-8[	2.823	1.402	0.559	0.280	0.821	3.654	2.358	1.097	1.199	0.861	0.781	3.389	19.024	80.896
	[4-6[	3.662	1.889	0.756	0.454	1.213	3.179	3.825	2.118	2.220	1.773	2.467	4.544	27.779	61.872
	[2-4[	2.972	1.776	0.934	1.006	1.420	2.118	2.819	2.634	2.285	2.062	2.568	3.001	25.614	33.893
	[0-2[	0.607	0.567	0.494	0.541	0.469	0.636	0.777	0.883	0.894	0.879	0.810	0.723	8.279	8.279
	Total	13.310	7.207	3.349	2.499	4.875	15.086	11.628	7.327	7.327	6.030	7.196	14.164	100.000	-
	Accum	13.310	20.517	23.867	26.366	31.241	46.327	57.956	65.283	72.610	78.640	85.836	100.000	-	-

TAP
 Frequency of Occurrence [%] (1979-01-01 - 2015-12-31; T_a = 1h; dt = 1h) Apr

		WD [°N-from] - Wind Direction											Total	Accum	
		[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[
WS [m/s] - Wind Speed	[24-26[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000	
	[22-24[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000	
	[20-22[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000	
	[18-20[	-	0.004	-	-	-	0.004	-	-	-	-	-	-	0.008	100.000
	[16-18[	0.004	0.004	-	-	-	0.019	-	-	-	-	0.004	0.019	0.049	99.992
	[14-16[	0.023	0.008	-	-	0.015	0.184	0.008	0.004	0.011	-	-	0.038	0.289	99.944
	[12-14[	0.143	0.079	0.030	-	0.113	0.447	0.079	0.023	0.030	0.004	0.015	0.191	1.152	99.656
	[10-12[	0.465	0.158	0.041	0.015	0.180	1.370	0.312	0.041	0.146	0.019	0.079	0.694	3.521	98.502
	[8-10[	1.029	0.323	0.158	0.053	0.312	2.673	1.235	0.181	0.484	0.263	0.283	2.218	9.170	94.981
	[6-8[	1.881	0.608	0.334	0.267	0.608	3.682	2.500	0.578	1.276	0.863	0.871	4.726	18.194	85.811
	[4-6[	3.746	1.209	0.541	0.499	1.321	3.896	3.450	1.764	1.929	2.466	2.421	4.587	27.830	67.616
	[2-4[	2.977	2.282	1.318	1.532	1.892	2.763	3.333	2.624	2.384	1.971	2.699	2.782	28.655	39.786
	[0-2[	0.848	0.721	0.781	0.830	0.713	0.850	1.160	1.175	1.201	1.100	0.976	0.837	11.231	11.231
	Total	11.115	6.394	3.202	3.194	6.154	15.927	12.076	6.370	7.462	6.665	7.327	16.092	100.000	-
	Accum	11.115	18.509	19.711	22.905	28.059	43.986	56.062	62.432	69.895	76.560	83.908	100.000	-	-

TAP
 Frequency of Occurrence [%] (1979-01-01 - 2015-12-31; T_a = 1h; dt = 1h) May

		WD [°N-from] - Wind Direction											Total	Accum	
		[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[
WS [m/s] - Wind Speed	[24-26[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000	
	[22-24[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000	
	[20-22[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000	
	[18-20[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000	
	[16-18[	-	-	-	-	-	0.004	0.007	-	-	-	-	-	0.011	100.000
	[14-16[	0.004	-	-	-	0.004	0.018	0.018	-	-	-	0.004	0.018	0.062	99.989
	[12-14[	0.022	-	-	-	0.011	0.138	0.007	-	0.015	-	0.018	0.102	0.312	99.927
	[10-12[	0.156	0.036	0.007	0.004	0.085	0.636	0.085	0.025	0.076	-	0.040	0.716	1.827	99.615
	[8-10[	0.410	0.149	0.025	0.029	0.153	1.355	0.331	0.069	0.356	0.105	0.120	2.546	5.649	97.788
	[6-8[	1.417	0.323	0.163	0.058	0.414	3.685	1.290	0.334	0.836	0.469	0.509	5.950	15.348	92.139
	[4-6[	4.857	0.814	0.385	0.352	1.551	4.628	3.228	1.061	1.355	1.577	2.151	6.245	28.200	76.791
	[2-4[	4.210	2.536	1.664	2.023	2.572	3.182	3.509	2.590	2.143	2.205	3.135	4.308	34.078	48.591
	[0-2[	1.057	1.021	0.875	0.915	1.064	1.112	1.428	1.399	1.460	1.319	1.435	1.428	14.512	14.512
	Total	12.133	4.879	3.120	3.382	6.834	14.658	9.877	5.478	6.241	5.674	7.411	21.313	100.000	-
	Accum	12.133	17.012	20.132	23.514	29.348	44.006	53.883	59.361	65.602	71.277	78.687	100.000	-	-

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	156 of 266

TAP
Frequency of Occurrence [%] (1979-01-01 - 2015-12-31; T_a = 1h; dt = 1h) Jun



		WD [°N-from] - Wind Direction											Total	Accum	
		[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[
WS [m/s] - Wind Speed	[24-26[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
	[22-24[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
	[20-22[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
	[18-20[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
	[16-18[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
	[14-16[	-	-	-	-	-	0.008	-	-	-	-	0.011	0.019	0.038	100.000
	[12-14[	0.019	0.008	0.008	-	-	0.015	0.011	-	-	-	0.015	0.185	0.240	99.982
	[10-12[	0.090	0.060	0.004	-	-	0.034	0.008	-	0.004	0.008	0.064	0.777	1.047	99.722
	[8-10[	0.349	0.120	0.011	0.008	0.038	0.489	0.158	0.045	0.101	0.056	0.178	2.661	4.193	98.675
	[6-8[	1.502	0.229	0.071	0.019	0.116	2.053	0.976	0.203	0.319	0.447	0.661	7.526	14.122	94.482
	[4-6[	5.732	0.755	0.161	0.135	1.100	3.709	3.127	0.942	1.047	1.662	2.222	8.758	29.249	80.360
	[2-4[	5.552	3.213	1.772	1.734	2.215	2.759	3.562	2.658	2.252	1.708	3.183	6.233	35.841	51.111
	[0-2[	1.351	1.381	1.068	0.800	1.066	1.134	1.348	1.577	1.363	1.378	1.408	1.400	15.270	15.270
	Total	14.595	6.786	3.093	2.695	4.535	10.180	9.189	5.424	5.086	5.158	7.740	26.539	100.000	-
Accum	14.595	20.380	23.453	26.149	30.683	40.863	50.053	55.477	60.563	65.721	73.461	100.000	-	-	

TAP
Frequency of Occurrence [%] (1979-01-01 - 2015-12-31; T_a = 1h; dt = 1h) Jul

		WD [°N-from] - Wind Direction											Total	Accum	
		[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[
WS [m/s] - Wind Speed	[24-26[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
	[22-24[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
	[20-22[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
	[18-20[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
	[16-18[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
	[14-16[	0.004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007	0.004	0.015	100.000
	[12-14[	0.004	0.004	-	-	0.004	0.044	0.018	-	-	-	0.007	0.113	0.127	99.985
	[10-12[	0.076	0.011	-	-	-	0.016	0.018	-	0.007	0.065	0.218	3.273	4.628	98.917
	[8-10[	0.598	0.094	0.025	0.007	-	0.178	0.116	0.007	0.047	0.065	0.218	3.273	4.628	98.917
	[6-8[	2.630	0.418	0.094	0.036	0.127	0.974	0.563	0.076	0.236	0.490	0.785	9.677	16.169	94.289
	[4-6[	7.897	1.083	0.203	0.087	0.683	2.245	1.587	0.494	0.861	0.970	2.085	10.774	28.771	78.120
	[2-4[	7.022	3.246	1.562	1.689	1.987	2.125	2.634	1.787	1.529	1.449	2.906	6.234	34.172	49.350
	[0-2[	1.675	1.326	1.166	0.937	0.825	0.915	1.282	1.275	1.322	1.326	1.395	1.733	15.177	15.177
	Total	19.903	6.183	3.051	2.757	3.625	6.481	6.201	3.640	3.858	4.308	7.429	32.563	100.000	-
Accum	19.903	26.086	29.138	31.895	35.520	42.001	48.202	51.842	55.700	60.008	67.437	100.000	-	-	

TAP
Frequency of Occurrence [%] (1979-01-01 - 2015-12-31; T_a = 1h; dt = 1h) Aug

		WD [°N-from] - Wind Direction											Total	Accum	
		[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[
WS [m/s] - Wind Speed	[24-26[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
	[22-24[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
	[20-22[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
	[18-20[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
	[16-18[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
	[14-16[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
	[12-14[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.022	0.058	0.080	100.000
	[10-12[	0.116	0.040	-	-	-	0.011	0.018	-	0.004	0.011	0.073	0.509	0.781	99.920
	[8-10[	0.585	0.087	0.040	0.004	0.007	0.229	0.131	0.007	0.062	0.033	0.166	2.416	3.756	99.139
	[6-8[	2.321	0.305	0.036	0.025	0.138	1.137	0.672	0.073	0.232	0.312	0.621	7.719	13.593	95.383
	[4-6[	7.625	0.974	0.269	0.142	0.810	2.754	2.427	0.708	0.774	0.875	2.107	9.390	28.854	81.789
	[2-4[	7.334	3.397	1.744	1.773	2.365	2.270	2.939	1.922	1.707	1.442	2.808	5.798	35.498	52.935
	[0-2[	1.976	1.591	1.417	1.137	1.021	1.083	1.424	1.282	1.453	1.504	1.664	1.885	17.437	17.437
	Total	19.958	6.393	3.008	3.080	4.341	7.483	7.610	3.992	4.232	4.178	7.451	27.775	100.000	-
Accum	19.958	26.351	29.857	32.937	37.278	44.762	52.372	56.364	60.596	64.774	72.225	100.000	-	-	

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	157 of 266

TAP
Frequency of Occurrence [%] (1979-01-01 - 2015-12-31; T_a = 1h; dt = 1h) Sep



WS [m/s] - Wind Speed	WD [°N-from] - Wind Direction											Total	Accum		
	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[			[315-345[
[24-26[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000	
[22-24[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000	
[20-22[	-	-	-	-	0.004	-	-	-	-	-	-	-	-	0.004	100.000
[18-20[	-	-	-	-	-	0.004	-	-	-	-	-	-	-	0.004	99.996
[16-18[	-	-	-	-	-	-	0.004	-	-	-	-	-	-	0.004	99.992
[14-16[	-	0.004	-	0.004	0.011	0.015	-	-	-	-	0.004	0.019	-	0.056	99.989
[12-14[	0.019	0.004	0.004	-	0.030	0.053	0.019	0.004	0.015	-	0.034	0.079	-	0.259	99.932
[10-12[	0.304	0.038	0.019	0.011	0.113	0.203	0.101	0.026	0.026	-	0.071	0.424	-	1.336	99.673
[8-10[	1.130	0.218	0.088	0.064	0.176	0.830	0.518	0.080	0.184	-	0.116	1.396	-	4.914	98.337
[6-8[	2.519	0.601	0.173	0.154	0.323	2.639	1.456	0.240	0.432	0.413	0.578	3.960	-	13.487	93.423
[4-6[	7.027	1.415	0.357	0.357	1.152	4.028	3.322	0.991	0.942	1.295	2.181	7.042	-	30.109	79.936
[2-4[	5.961	3.186	1.333	1.310	2.151	3.191	3.938	2.511	1.667	1.667	2.875	5.135	-	34.906	49.827
[0-2[	1.389	1.235	1.002	0.912	0.916	1.188	1.408	1.340	1.149	1.577	1.498	1.310	-	14.921	14.921
Total	18.348	6.682	2.954	2.812	4.876	12.147	10.766	5.173	4.414	5.068	7.395	19.366	-	100.000	-
Accum	18.348	25.030	27.984	30.796	35.672	47.819	58.585	63.758	68.172	73.239	80.634	100.000	-	-	-

TAP
Frequency of Occurrence [%] (1979-01-01 - 2015-12-31; T_a = 1h; dt = 1h) Oct

WS [m/s] - Wind Speed	WD [°N-from] - Wind Direction											Total	Accum		
	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[			[315-345[
[24-26[	-	-	0.004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.004	100.000
[22-24[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	99.996
[20-22[	-	-	-	-	-	0.004	-	-	-	-	-	-	-	0.004	99.996
[18-20[	0.004	-	-	-	0.004	0.011	-	-	-	-	-	-	-	0.018	99.993
[16-18[	-	-	-	0.007	0.022	0.025	-	-	-	-	-	-	-	0.054	99.975
[14-16[	0.007	0.004	0.011	0.007	0.084	0.149	0.022	-	-	0.004	0.007	0.022	-	0.316	99.920
[12-14[	0.080	0.085	0.038	0.025	0.251	0.643	0.047	-	-	-	0.051	0.145	-	1.344	99.604
[10-12[	0.381	0.232	0.116	0.040	0.378	1.409	0.262	0.051	0.040	0.018	0.054	0.312	-	3.295	98.260
[8-10[	1.104	0.632	0.211	0.185	0.545	2.281	0.919	0.105	0.211	0.087	0.182	0.850	-	7.313	94.965
[6-8[	2.463	1.119	0.334	0.203	0.632	3.858	2.103	0.519	0.574	0.438	0.581	2.350	-	14.974	87.653
[4-6[	4.639	1.617	0.712	0.381	0.974	4.116	4.079	1.253	1.311	1.290	1.736	4.583	-	26.671	72.679
[2-4[	5.217	2.695	1.399	1.188	1.671	2.917	3.952	2.165	1.690	1.802	2.844	4.130	-	31.641	46.008
[0-2[	1.253	1.086	0.923	0.730	0.948	0.970	1.137	1.428	1.395	1.497	1.602	1.399	-	14.367	14.367
Total	15.148	7.451	3.745	2.768	5.507	16.184	12.522	5.522	5.191	5.133	7.058	13.771	-	100.000	-
Accum	15.148	22.599	26.344	29.112	34.619	50.803	63.325	68.846	74.037	79.170	86.229	100.000	-	-	-

TAP
Frequency of Occurrence [%] (1979-01-01 - 2015-12-31; T_a = 1h; dt = 1h) Nov

WS [m/s] - Wind Speed	WD [°N-from] - Wind Direction											Total	Accum		
	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[			[315-345[
[24-26[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[22-24[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.004	-	0.004	100.000
[20-22[	-	-	-	-	0.004	0.011	-	-	-	-	-	-	-	0.015	99.996
[18-20[	-	-	-	-	0.004	0.049	0.004	-	-	-	-	0.004	-	0.060	99.981
[16-18[	0.004	-	-	0.008	0.030	0.131	0.023	-	-	-	-	0.008	0.045	0.248	99.921
[14-16[	0.090	0.011	0.008	0.004	0.158	0.278	0.030	0.015	-	-	0.049	0.098	-	0.739	99.673
[12-14[	0.210	0.079	0.030	0.028	0.447	1.032	0.188	0.064	0.011	0.011	0.049	0.248	-	2.395	98.934
[10-12[	0.544	0.218	0.060	0.056	0.596	1.730	0.717	0.293	0.094	0.086	0.218	0.597	-	5.169	96.539
[8-10[	1.700	0.578	0.101	0.118	0.777	2.365	1.821	0.638	0.270	0.259	0.349	0.998	-	9.974	91.370
[6-8[	2.528	1.156	0.323	0.218	0.883	3.153	2.920	1.182	0.587	0.736	1.029	2.789	-	17.462	81.396
[4-6[	3.378	1.603	0.528	0.297	1.059	3.082	4.565	2.027	1.299	1.599	2.459	4.977	-	26.869	63.934
[2-4[	3.011	1.383	0.724	0.544	1.021	1.911	3.206	2.973	2.065	2.275	2.857	3.300	-	25.248	37.065
[0-2[	0.878	0.755	0.653	0.646	0.601	0.762	0.912	1.197	1.423	1.588	1.325	1.077	-	11.817	11.817
Total	12.342	5.782	2.425	1.914	5.548	14.505	14.384	8.390	5.698	6.554	8.341	14.137	-	100.000	-
Accum	12.342	18.104	20.529	22.444	27.992	42.496	56.881	65.270	70.968	77.523	85.863	100.000	-	-	-

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	158 of 266

TAP
Frequency of Occurrence [%] (1979-01-01 - 2015-12-31; T_a = 1h; dt = 1h) Dec



WD [°N-from] - Wind Direction

	[15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[24-26[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[22-24[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[20-22[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.004	-	-	0.004	100.000
[18-20[	-	-	-	-	0.051	0.058	-	-	-	0.007	-	0.004	0.120	99.996
[16-18[	0.004	0.011	-	-	0.054	0.158	0.011	-	-	0.004	-	0.029	0.269	99.878
[14-16[	0.145	0.087	0.040	0.011	0.171	0.200	0.025	0.029	0.004	0.011	0.007	0.058	0.788	99.808
[12-14[	0.380	0.254	0.054	0.040	0.505	0.585	0.280	0.036	0.036	0.047	0.029	0.134	2.361	98.819
[10-12[	1.159	0.770	0.131	0.109	0.628	1.221	0.701	0.232	0.193	0.142	0.180	0.494	5.939	96.458
[8-10[	2.058	1.093	0.331	0.243	0.672	1.896	1.871	0.719	0.458	0.447	0.480	1.186	11.032	90.519
[6-8[	2.372	1.457	0.541	0.318	0.825	2.230	2.921	1.261	1.017	0.992	1.304	2.372	17.808	79.488
[4-8[	3.338	1.798	0.723	0.385	0.915	1.989	3.840	2.710	1.700	2.299	3.008	4.272	26.758	61.879
[2-4[	2.677	1.144	0.878	0.578	0.963	1.235	2.368	2.794	2.588	3.259	3.885	3.364	25.509	35.121
[0-2[	0.792	0.476	0.454	0.421	0.454	0.530	0.708	0.959	1.279	1.457	1.152	0.930	9.612	9.612
Total	12.903	7.091	2.950	2.103	5.238	9.881	12.326	8.740	7.273	8.868	10.004	12.823	100.000	-
Accum	12.903	19.994	22.944	25.047	30.286	40.166	52.492	61.232	68.505	77.172	87.177	100.000	-	-

TAP
Frequency of Occurrence [%] (1979-01-01 - 2015-12-31; T_a = 1h; dt = 1h) All

WS [m/s] - Wind Speed

	[0-2[	[2-4[	[4-6[	[6-8[	[8-10[	[10-12[	[12-14[	[14-16[	[16-18[	[18-20[	[20-22[	[22-24[	[24-26[	Total	Accum
[315-345[	1.195	4.136	6.188	4.719	1.805	0.803	0.172	0.048	0.015	0.002	0.000	0.000	-	18.884	100.000
[285-315[	1.266	3.007	2.421	0.852	0.280	0.104	0.039	0.013	0.003	-	-	-	-	7.984	81.116
[255-285[	1.347	2.104	1.656	0.888	0.202	0.051	0.009	0.002	0.000	0.001	0.000	-	-	6.040	73.132
[225-255[	1.290	2.124	1.435	0.757	0.311	0.092	0.018	0.004	0.001	-	-	-	-	6.033	67.092
[195-225[	1.215	2.487	1.560	0.858	0.291	0.096	0.022	0.008	0.002	-	-	-	-	6.329	61.059
[165-195[	1.098	3.089	3.347	1.900	0.881	0.327	0.099	0.019	0.006	0.000	-	-	-	10.786	54.730
[135-165[	0.882	2.305	3.187	2.584	1.472	0.899	0.448	0.141	0.053	0.018	0.003	-	-	11.951	43.964
[105-135[	0.754	1.687	1.070	0.547	0.383	0.279	0.188	0.065	0.018	0.010	0.002	-	-	5.005	32.014
[75-105[	0.736	1.234	0.327	0.177	0.107	0.039	0.015	0.003	0.001	-	-	-	-	2.639	27.009
[45-75[	0.815	1.220	0.496	0.302	0.175	0.080	0.039	0.014	0.001	-	-	-	0.000	3.142	24.370
[15-45[	0.941	2.293	1.365	0.911	0.523	0.288	0.104	0.027	0.003	0.000	0.001	-	-	6.455	21.228
[15-15[	1.097	4.337	4.942	2.380	1.205	0.559	0.183	0.059	0.009	0.001	0.001	-	-	14.773	14.773
Total	12.616	30.024	27.975	16.457	7.823	3.417	1.338	0.402	0.113	0.030	0.006	0.000	0.000	100.000	-
Accum	12.616	42.640	70.615	87.071	94.894	98.112	99.447	99.850	99.963	99.993	99.999	100.000	100.000	-	-

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	159 of 266

ONDE

Le tabelle relative alle rose delle onde mostrate in forma grafica nel paragrafo **Errore. L'origine iferimento non è stata trovata.4.5.2** presentate di seguito sia su base mensile che su base annuale. L'intensità crescente dei colori di fondo delle celle delle tabelle segue la frequenza di occorrenza del dato.

TAP
Frequency of Occurrence [%] (1979-01-01 - 2015-12-31; $T_a = 1h$; $dt = 1h$) Jan

MWD [°N-from] - Mean Wave Direction

H _s [m] - Significant Wave height	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
	[3.5-4[-	0.015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.015	100.000
[3-3.5[	0.054	0.058	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.113	99.985
[2.5-3[	0.285	0.312	0.069	0.051	0.142	-	-	-	-	-	-	-	0.839	99.873
[2-2.5[	1.206	0.850	0.131	0.207	1.068	-	-	-	-	-	-	0.004	3.466	99.034
[1.5-2[	2.278	1.322	0.385	0.458	1.969	-	-	-	-	-	-	0.040	6.452	95.568
[1-1.5[	4.330	2.692	0.712	1.043	5.740	-	-	-	-	-	-	0.505	15.022	89.116
[0.5-1[	10.321	4.254	1.835	2.078	11.862	0.559	-	-	-	-	0.004	3.934	34.847	74.094
[0-0.5[	9.159	3.538	1.780	2.489	12.316	1.649	0.120	0.025	0.025	0.040	0.182	7.523	39.247	39.247
Total	27.614	13.042	4.912	6.325	33.096	2.209	0.120	0.025	0.025	0.040	0.185	12.406	100.000	-
Accum	27.614	40.656	45.568	51.893	84.989	87.198	87.317	87.343	87.368	87.408	87.594	100.000	-	-

TAP
Frequency of Occurrence [%] (1979-01-01 - 2015-12-31; $T_a = 1h$; $dt = 1h$) Feb



MWD [°N-from] - Mean Wave Direction

H _s [m] - Significant Wave height	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
	[3.5-4[-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[3-3.5[	0.032	0.088	0.012	0.052	0.036	-	-	-	-	-	-	-	0.199	100.000
[2.5-3[	0.140	0.391	0.036	0.036	0.191	-	-	-	-	-	-	-	0.793	99.801
[2-2.5[	0.853	0.897	0.080	0.191	1.053	-	-	-	-	-	-	0.004	3.078	99.007
[1.5-2[	2.883	1.244	0.167	0.263	2.895	-	-	-	-	-	-	0.052	7.504	95.929
[1-1.5[	4.992	2.799	0.662	0.662	5.243	0.008	-	-	-	-	-	0.801	15.167	88.425
[0.5-1[	9.793	5.355	2.113	2.851	13.146	0.431	-	-	-	-	0.020	3.983	37.691	73.258
[0-0.5[	8.142	2.895	2.081	2.947	11.232	1.511	0.080	0.060	0.032	0.060	0.156	11.232	100.000	-
Total	26.834	13.648	5.152	7.002	33.796	1.950	0.080	0.060	0.032	0.060	0.156	11.232	100.000	-
Accum	26.834	40.482	45.634	52.636	86.431	88.381	88.461	88.521	88.553	88.612	88.768	100.000	-	-

TAP
Frequency of Occurrence [%] (1979-01-01 - 2015-12-31; $T_a = 1h$; $dt = 1h$) Mar

MWD [°N-from] - Mean Wave Direction

H _s [m] - Significant Wave height	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
	[3.5-4[-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[3-3.5[	-	0.011	-	-	0.015	-	-	-	-	-	-	-	0.025	100.000
[2.5-3[	0.167	0.200	0.036	0.018	0.178	-	-	-	-	-	-	-	0.599	99.975
[2-2.5[	0.614	0.948	0.044	0.105	0.567	-	-	-	-	-	-	-	2.278	99.375
[1.5-2[	2.085	1.606	0.232	0.167	2.190	-	-	-	-	-	-	0.076	6.357	97.098
[1-1.5[	3.745	2.416	0.774	0.450	5.558	-	-	-	-	-	-	0.777	13.721	90.740
[0.5-1[	9.532	3.665	1.522	1.617	14.672	0.371	0.004	0.004	0.015	0.011	0.018	4.236	35.666	77.020
[0-0.5[	9.641	3.044	1.816	2.794	14.011	2.078	0.087	0.076	0.022	0.052	0.167	7.556	41.354	41.354
Total	25.785	11.890	4.425	5.151	37.191	2.448	0.091	0.080	0.036	0.073	0.185	12.645	100.000	-
Accum	25.785	37.674	42.099	47.250	84.441	86.890	86.981	87.060	87.097	87.169	87.355	100.000	-	-

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	160 of 266

TAP
Frequency of Occurrence [%] (1979-01-01 - 2015-12-31; T_a = 1h; dt = 1h) Apr

MWD [°N-from] - Mean Wave Direction

H _s [m] - Significant Wave height	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[3.5-4[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[3-3.5[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[2.5-3[	0.068	0.038	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.105	100.000
[2-2.5[	0.285	0.248	0.004	0.004	0.124	-	-	-	-	-	-	-	0.664	99.895
[1.5-2[	1.460	0.409	0.004	0.285	1.314	-	-	-	-	-	-	0.105	3.318	99.230
[1-1.5[	4.482	0.837	0.188	0.285	6.023	-	-	-	-	-	-	1.047	11.862	95.912
[0.5-1[	10.116	2.305	0.856	1.569	13.803	0.270	-	-	0.004	-	0.008	5.578	34.508	84.050
[0-0.5[	10.030	3.131	2.230	2.920	19.107	2.834	0.068	0.080	0.060	0.098	0.233	8.773	49.542	49.542
Total	26.441	6.967	3.281	4.805	39.369	3.104	0.068	0.080	0.064	0.098	0.240	15.503	100.000	-
Accum	26.441	33.408	36.689	41.494	80.863	83.968	84.035	84.095	84.159	84.257	84.497	100.000	-	-

TAP
Frequency of Occurrence [%] (1979-01-01 - 2015-12-31; T_a = 1h; dt = 1h) May



MWD [°N-from] - Mean Wave Direction

H _s [m] - Significant Wave height	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[3.5-4[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[3-3.5[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[2.5-3[	0.007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007	100.000
[2-2.5[	0.218	0.004	-	-	0.004	-	-	-	-	-	-	-	0.225	99.993
[1.5-2[	1.168	0.116	-	-	0.312	-	-	-	-	-	-	0.029	1.624	99.768
[1-1.5[	3.582	0.320	0.040	0.044	2.161	-	-	-	-	-	-	1.217	7.363	98.144
[0.5-1[	10.317	1.010	0.556	0.792	9.579	0.094	-	-	-	-	-	7.033	29.381	90.780
[0-0.5[	15.290	3.467	2.092	3.556	20.423	2.325	0.051	0.051	0.051	0.054	0.142	13.877	61.399	61.399
Total	30.580	4.937	2.888	4.392	32.480	2.419	0.051	0.051	0.051	0.054	0.142	22.156	100.000	-
Accum	30.580	35.517	38.205	42.597	75.076	77.496	77.546	77.597	77.648	77.703	77.844	100.000	-	-

TAP
Frequency of Occurrence [%] (1979-01-01 - 2015-12-31; T_a = 1h; dt = 1h) Jun

MWD [°N-from] - Mean Wave Direction

H _s [m] - Significant Wave height	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[3.5-4[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[3-3.5[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[2.5-3[	0.041	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.041	100.000
[2-2.5[	0.206	0.063	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.259	99.959
[1.5-2[	1.055	0.128	-	-	0.026	-	-	-	-	-	-	0.053	1.261	99.700
[1-1.5[	3.420	0.248	-	-	0.244	-	-	-	-	-	-	1.528	5.439	98.438
[0.5-1[	11.937	0.450	0.188	0.225	4.794	0.030	-	-	-	-	-	8.889	26.513	92.999
[0-0.5[	19.899	4.354	2.143	3.168	18.836	1.453	0.004	0.019	0.004	0.011	0.049	16.577	66.466	66.466
Total	36.528	5.233	2.331	3.393	23.900	1.483	0.004	0.019	0.004	0.011	0.049	27.046	100.000	-
Accum	36.528	41.761	44.092	47.485	71.385	72.868	72.872	72.890	72.894	72.905	72.954	100.000	-	-

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	161 of 266

TAP
Frequency of Occurrence [%] (1979-01-01 - 2015-12-31; $T_a = 1h$; $dt = 1h$) Jul

MWD [°N-from] - Mean Wave Direction

H _s [m] - Significant Wave height	MWD [°N-from] - Mean Wave Direction											Total	Accum	
	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[			[315-345[
[3.5-4[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[3-3.5[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[2.5-3[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[2-2.5[	0.120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.120	100.000
[1.5-2[	1.248	0.015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.087	1.348	99.880
[1-1.5[	5.017	0.410	-	-	0.102	-	-	-	-	-	-	1.816	7.345	98.532
[0.5-1[	16.794	0.843	0.109	0.251	2.220	0.011	-	-	-	-	-	8.737	28.963	91.187
[0-0.5[	26.669	4.305	2.049	2.339	11.704	0.527	0.007	0.004	0.011	0.007	0.085	14.638	62.224	82.224
Total	49.746	5.573	2.158	2.590	14.026	0.538	0.007	0.004	0.011	0.007	0.085	25.276	100.000	-
Accum	49.746	55.318	57.476	60.066	74.092	74.629	74.837	74.640	74.851	74.859	74.724	100.000	-	-

TAP
Frequency of Occurrence [%] (1979-01-01 - 2015-12-31; $T_a = 1h$; $dt = 1h$) Aug



MWD [°N-from] - Mean Wave Direction

H _s [m] - Significant Wave height	MWD [°N-from] - Mean Wave Direction											Total	Accum	
	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[			[315-345[
[3.5-4[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[3-3.5[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[2.5-3[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[2-2.5[	0.047	0.011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.058	100.000
[1.5-2[	0.905	0.084	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.087	1.075	99.942
[1-1.5[	4.085	0.396	0.015	0.029	0.149	-	-	-	-	-	-	1.589	6.223	98.867
[0.5-1[	14.196	1.544	0.258	0.358	3.291	0.033	-	-	-	-	-	7.625	27.303	92.644
[0-0.5[	23.903	5.195	2.754	3.411	15.967	0.857	-	-	-	-	0.007	13.227	65.341	85.341
Total	43.116	7.229	3.026	3.796	19.427	0.890	-	-	-	-	0.007	22.508	100.000	-
Accum	43.116	50.345	53.371	57.167	76.596	77.485	77.485	77.485	77.485	77.485	77.492	100.000	-	-

TAP
Frequency of Occurrence [%] (1979-01-01 - 2015-12-31; $T_a = 1h$; $dt = 1h$) Sep

MWD [°N-from] - Mean Wave Direction

H _s [m] - Significant Wave height	MWD [°N-from] - Mean Wave Direction											Total	Accum	
	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[			[315-345[
[3.5-4[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[3-3.5[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[2.5-3[	0.015	-	-	-	0.011	-	-	-	-	-	-	-	0.026	100.000
[2-2.5[	0.206	0.011	-	0.023	0.023	-	-	-	-	-	-	-	0.263	99.974
[1.5-2[	1.040	0.191	0.004	0.011	0.282	-	-	-	-	-	-	0.038	1.565	99.711
[1-1.5[	3.607	0.983	0.124	0.304	1.618	-	-	-	-	-	-	0.717	7.354	98.146
[0.5-1[	12.102	2.631	0.758	1.051	8.679	0.026	-	-	-	0.004	-	4.688	29.940	90.792
[0-0.5[	19.805	5.443	2.736	3.390	19.024	1.498	0.026	0.015	0.011	0.008	0.015	8.881	60.852	80.852
Total	36.776	9.261	3.622	4.779	29.636	1.524	0.026	0.015	0.011	0.011	0.015	14.324	100.000	-
Accum	36.776	46.036	49.658	54.437	84.073	85.597	85.623	85.638	85.649	85.661	85.676	100.000	-	-

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	162 of 266

TAP
Frequency of Occurrence [%] (1979-01-01 - 2015-12-31; $T_a = 1h$; $dt = 1h$) Oct

MWD [°N-from] - Mean Wave Direction

H_s [m] - Significant Wave height	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[3.5-4[	-	-	-	0.011	-	-	-	-	-	-	-	-	0.011	100.000
[3-3.5[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[2.5-3[	0.036	0.040	0.033	0.065	0.054	-	-	-	-	-	-	-	0.229	99.969
[2-2.5[	0.294	0.211	0.044	0.058	0.694	-	-	-	-	-	-	-	1.300	99.760
[1.5-2[	0.879	0.303	0.203	0.153	2.180	-	-	-	-	-	-	0.044	4.261	98.460
[1-1.5[	2.895	1.842	0.218	0.440	5.122	-	-	-	-	-	-	0.472	10.989	94.199
[0.5-1[	7.494	4.058	1.097	2.100	14.505	0.087	-	-	-	-	-	3.371	32.712	83.210
[0-0.5[	11.545	4.999	3.128	3.713	18.814	1.290	0.022	0.011	0.007	0.022	0.047	6.902	50.498	50.498
Total	23.144	11.951	4.722	6.539	41.369	1.377	0.022	0.011	0.007	0.022	0.047	10.789	100.000	-
Accum	23.144	35.095	39.818	46.356	87.725	89.102	89.124	89.135	89.142	89.164	89.211	100.000	-	-

TAP
Frequency of Occurrence [%] (1979-01-01 - 2015-12-31; $T_a = 1h$; $dt = 1h$) Nov



MWD [°N-from] - Mean Wave Direction

H_s [m] - Significant Wave height	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[3.5-4[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[3-3.5[	-	-	-	-	0.004	-	-	-	-	-	-	-	0.004	100.000
[2.5-3[	0.105	0.105	-	0.060	0.214	-	-	-	-	-	-	-	0.484	99.996
[2-2.5[	0.743	0.218	-	0.191	1.126	-	-	-	-	-	-	-	2.279	99.512
[1.5-2[	1.723	0.822	0.060	0.274	3.243	-	-	-	-	-	-	0.038	6.160	97.233
[1-1.5[	4.302	1.847	0.278	0.834	7.121	0.015	-	-	-	-	-	0.454	14.651	91.074
[0.5-1[	3.814	3.988	1.434	1.787	16.415	0.495	-	-	-	0.004	-	3.251	36.167	76.423
[0-0.5[	9.238	3.382	1.704	2.598	15.935	1.644	0.011	0.011	0.034	0.023	0.060	5.616	40.255	40.255
Total	24.925	10.342	3.478	5.544	44.058	2.155	0.011	0.011	0.034	0.026	0.060	9.358	100.000	-
Accum	24.925	35.267	38.742	44.287	88.345	90.499	90.511	90.522	90.556	90.582	90.642	100.000	-	-

TAP
Frequency of Occurrence [%] (1979-01-01 - 2015-12-31; $T_a = 1h$; $dt = 1h$) Dec

MWD [°N-from] - Mean Wave Direction

H_s [m] - Significant Wave height	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[3.5-4[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[3-3.5[	0.007	0.033	0.015	0.044	0.047	-	-	-	-	-	-	-	0.145	100.000
[2.5-3[	0.138	0.283	0.054	0.091	0.240	-	-	-	-	-	-	-	0.808	99.855
[2-2.5[	0.683	0.926	0.084	0.272	1.170	-	-	-	-	-	-	-	3.135	99.048
[1.5-2[	2.209	1.907	0.207	0.447	2.677	-	-	-	-	-	-	0.044	7.491	95.913
[1-1.5[	4.377	2.634	0.912	0.999	5.395	-	-	-	-	-	0.004	0.774	15.094	88.423
[0.5-1[	8.511	3.989	1.802	1.978	13.365	0.440	-	-	-	0.004	0.029	4.301	34.416	73.329
[0-0.5[	8.555	3.466	2.005	3.328	11.951	2.121	0.138	0.076	0.080	0.025	0.102	7.066	38.913	38.913
Total	24.481	13.237	5.078	7.156	34.845	2.561	0.138	0.076	0.080	0.029	0.134	12.184	100.000	-
Accum	24.481	37.718	42.796	49.953	84.797	87.358	87.496	87.573	87.653	87.682	87.816	100.000	-	-

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	163 of 266

CORRENTE - superficie

Le tabelle relative alle rose delle correnti mostrate in forma grafica nel paragrafo 4.5.3 vengono presentate di seguito sia su base mensile che su base annuale, per la parte più superficiale della colonna d'acqua. L'intensità crescente dei colori di fondo delle celle delle tabelle segue la frequenza di occorrenza del dato.

Exit Point - Surface
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Jan



		CD [°N-to] - Current Direction										Total	Accum		
		[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[
CS [m/s] - Current Speed	[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
	[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
	[60-70[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
	[50-60[	-	-	-	-	-	2.635	-	-	-	-	-	0.693	3.329	100.000
	[40-50[	-	-	-	-	-	0.971	-	-	-	-	-	1.664	2.635	96.071
	[30-40[	-	-	-	-	-	4.300	0.139	-	-	-	0.971	10.818	16.227	94.038
	[20-30[	0.139	-	-	-	-	6.380	0.971	-	-	-	0.971	7.906	16.366	77.809
	[10-20[	4.300	0.555	0.555	-	1.110	6.103	1.248	0.139	-	-	3.883	6.738	26.630	61.442
	[0-10[	4.161	4.577	2.497	2.358	2.219	5.270	1.387	0.832	0.416	0.832	3.190	7.074	34.813	34.813
	Total	8.599	5.132	3.051	2.358	3.329	25.659	3.745	0.971	0.416	0.832	9.015	36.893	100.000	-
	Accum	8.599	13.731	16.782	19.140	22.469	48.128	51.872	52.843	53.259	54.092	63.107	100.000	-	-

Exit Point - Surface
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Feb

		CD [°N-to] - Current Direction										Total	Accum		
		[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[
CS [m/s] - Current Speed	[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
	[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
	[60-70[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
	[50-60[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.455	0.455	100.000
	[40-50[	-	-	-	-	-	1.515	-	-	-	-	-	5.758	7.273	99.545
	[30-40[	-	-	-	-	0.152	5.000	-	-	-	-	-	6.364	11.515	92.273
	[20-30[	-	-	-	-	1.515	14.697	0.455	-	-	-	0.303	5.758	22.727	80.758
	[10-20[	3.182	0.606	0.303	0.455	6.212	11.515	1.970	-	-	0.909	2.273	7.121	34.545	58.030
	[0-10[	4.091	1.687	1.061	2.121	3.485	3.182	1.212	1.515	0.758	0.606	0.909	2.879	23.485	23.485
	Total	7.273	2.273	1.364	2.576	11.364	35.909	3.636	1.515	0.758	1.515	3.485	28.333	100.000	-
	Accum	7.273	9.545	10.909	13.485	24.848	60.758	64.394	65.909	66.667	68.182	71.667	100.000	-	-

Exit Point - Surface
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Mar

		CD [°N-to] - Current Direction										Total	Accum		
		[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[
CS [m/s] - Current Speed	[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
	[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
	[60-70[	-	-	-	-	-	0.269	-	-	-	-	-	-	0.269	100.000
	[50-60[	-	-	-	-	-	1.613	-	-	-	-	-	1.075	2.688	99.731
	[40-50[	-	-	-	-	-	5.780	-	-	-	-	-	8.468	14.247	97.043
	[30-40[	-	-	-	-	0.403	3.455	-	-	-	-	0.134	8.871	12.903	82.796
	[20-30[	0.269	-	-	-	1.075	6.855	-	-	-	0.403	-	8.333	16.935	69.892
	[10-20[	4.839	1.075	0.134	1.075	1.344	5.242	1.478	0.289	-	0.672	0.672	8.468	25.269	52.957
	[0-10[	3.629	6.183	3.091	3.763	3.898	2.419	0.403	0.134	0.538	0.134	1.344	2.151	27.688	27.688
	Total	8.737	7.258	3.226	4.839	6.720	25.672	1.882	0.403	0.538	1.210	2.151	37.366	100.000	-
	Accum	8.737	15.995	19.220	24.059	30.780	56.452	58.333	58.737	59.274	60.484	62.634	100.000	-	-

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	164 of 266

Exit Point - Surface
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Apr

CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	1.250	-	-	-	-	-	-	1.250	100.000
[50-60[	-	-	-	-	-	0.972	-	-	-	-	-	-	0.972	98.750
[40-50[	-	-	-	-	-	4.722	-	-	-	-	-	0.558	5.278	97.778
[30-40[	-	-	-	-	-	6.667	-	-	-	-	-	3.194	9.861	92.500
[20-30[	0.417	-	-	-	1.667	10.139	0.139	-	-	-	1.806	6.389	20.556	82.639
[10-20[	5.694	0.833	0.139	0.139	4.167	9.028	3.194	0.558	-	0.139	3.194	10.694	37.778	62.083
[0-10[	5.694	2.361	3.472	3.194	2.639	1.528	0.694	-	0.139	0.417	1.111	3.056	24.306	24.306
Total	11.806	3.194	3.611	3.333	8.472	34.306	4.028	0.556	0.139	0.556	6.111	23.889	100.000	-
Accum	11.806	15.000	18.611	21.944	30.417	64.722	68.750	69.306	69.444	70.000	76.111	100.000	-	-

Exit Point - Surface
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) May



CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60[	-	-	-	-	-	1.210	-	-	-	-	-	0.806	2.016	100.000
[40-50[	-	-	-	-	0.538	4.032	-	-	-	-	-	2.419	6.989	97.984
[30-40[	-	-	-	-	0.941	4.301	0.134	-	-	-	-	4.435	9.812	90.995
[20-30[	0.806	-	-	-	4.973	13.844	2.016	-	-	0.134	0.672	4.973	27.419	81.183
[10-20[	4.704	0.806	1.478	1.075	4.435	3.495	1.344	0.538	1.210	2.285	1.747	1.344	24.462	53.763
[0-10[	3.360	3.829	2.554	2.419	3.360	4.032	0.538	0.806	0.941	2.957	2.016	2.688	29.301	29.301
Total	8.871	4.435	4.032	3.495	14.247	30.914	4.032	1.344	2.151	5.376	4.435	16.667	100.000	-
Accum	8.871	13.306	17.339	20.833	35.081	65.995	70.027	71.371	73.522	78.898	83.333	100.000	-	-

Exit Point - Surface
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Jun

CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	0.972	-	-	-	-	-	-	0.972	100.000
[50-60[	-	-	-	-	-	1.667	-	-	-	-	-	-	1.667	99.028
[40-50[	-	-	-	-	0.139	4.661	0.139	-	-	-	-	-	5.139	97.361
[30-40[	-	-	-	-	0.556	10.000	0.694	-	-	-	-	1.944	13.194	92.222
[20-30[	0.833	-	-	-	2.917	13.333	2.361	-	-	0.417	1.806	1.111	22.778	79.028
[10-20[	2.222	0.139	-	-	6.944	11.389	3.611	2.361	2.222	1.667	1.667	3.611	35.833	56.250
[0-10[	1.389	0.694	0.833	1.806	3.056	2.222	1.667	1.667	0.972	1.389	1.667	3.056	20.417	20.417
Total	4.444	0.833	0.833	1.806	13.611	44.444	8.472	4.028	3.194	3.472	5.139	9.722	100.000	-
Accum	4.444	5.278	6.111	7.917	21.528	65.972	74.444	78.472	81.667	85.139	90.278	100.000	-	-

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	165 of 266

Exit Point - Surface
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Jul

CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60[	-	-	-	-	-	1.344	-	-	-	-	-	-	1.344	100.000
[40-50[	-	-	-	-	-	5.780	-	-	-	-	-	-	5.780	98.656
[30-40[	-	-	-	-	0.672	12.500	-	-	-	-	-	-	13.172	92.876
[20-30[	-	-	-	-	3.226	15.188	0.941	-	-	-	-	-	20.430	79.704
[10-20[	-	-	-	-	6.598	14.919	3.629	1.075	0.538	2.823	1.747	0.403	31.720	59.274
[0-10[	0.289	0.306	-	0.403	3.783	5.511	3.898	2.151	3.226	3.495	2.554	1.478	27.554	27.554
Total	0.289	0.306	-	0.403	14.247	55.242	8.468	3.226	3.783	6.317	5.376	1.892	100.000	-
Accum	0.289	1.075	1.075	1.478	15.726	70.968	79.435	82.661	86.425	92.742	98.118	100.000	-	-

Exit Point - Surface
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Aug



CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[40-50[	-	-	-	-	-	0.672	-	-	-	-	-	-	0.672	100.000
[30-40[	-	-	-	-	-	4.570	0.403	-	-	-	-	-	4.973	99.328
[20-30[	-	-	-	-	0.538	11.694	0.941	-	-	-	1.344	2.016	16.532	94.355
[10-20[	1.478	-	-	-	4.570	15.726	4.704	2.419	0.403	0.806	2.554	3.380	36.022	77.823
[0-10[	1.075	1.747	1.344	2.823	6.199	7.124	3.360	2.419	2.823	2.957	2.823	5.108	41.801	41.801
Total	2.554	1.747	1.344	2.823	13.306	39.785	9.409	4.839	3.226	3.763	6.720	10.484	100.000	-
Accum	2.554	4.301	5.645	8.468	21.774	61.559	70.968	75.806	79.032	82.795	89.516	100.000	-	-

Exit Point - Surface
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Sep

CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[40-50[	-	-	-	-	-	0.417	-	-	-	-	-	-	0.417	100.000
[30-40[	-	-	-	-	0.139	6.528	-	-	-	-	-	0.278	6.944	99.583
[20-30[	0.417	-	-	-	1.250	14.583	3.750	-	-	-	-	0.833	20.833	92.839
[10-20[	3.472	1.667	0.556	1.111	3.333	12.361	2.222	1.111	0.556	0.417	1.250	4.028	32.083	71.806
[0-10[	4.306	4.861	5.139	4.167	8.750	3.889	1.806	0.833	0.556	-	1.111	4.306	39.722	39.722
Total	8.194	6.528	5.694	5.278	13.472	37.778	7.778	1.944	1.111	0.417	2.361	9.444	100.000	-
Accum	8.194	14.722	20.417	25.694	39.167	76.944	84.722	86.667	87.778	88.194	90.556	100.000	-	-

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	166 of 266

Exit Point - Surface
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Oct

CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	0.672	-	-	-	-	0.269	0.672	1.613	100.000
[50-60[	-	-	-	-	-	2.688	-	-	-	-	-	1.344	4.032	98.387
[40-50[	-	-	-	-	-	3.629	-	-	-	-	-	2.688	6.317	94.355
[30-40[	-	-	-	-	0.134	3.360	0.941	-	-	-	-	2.957	7.392	88.038
[20-30[	-	-	-	-	0.806	6.588	1.478	-	-	-	0.269	4.704	13.844	80.645
[10-20[	3.495	-	0.269	0.672	3.495	11.694	2.688	1.344	-	-	0.538	10.887	35.081	66.801
[0-10[	4.032	2.957	1.613	2.554	6.855	3.091	0.672	1.210	1.210	1.210	2.688	3.629	31.720	31.720
Total	7.527	2.957	1.882	3.228	11.290	31.720	5.780	2.554	1.210	1.210	3.783	28.882	100.000	-
Accum	7.527	10.484	12.366	15.591	26.882	58.602	64.382	66.935	68.145	69.355	73.118	100.000	-	-

Exit Point - Surface
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Nov



CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	0.139	-	-	-	-	-	-	0.139	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	0.278	-	-	-	-	-	-	0.278	99.861
[60-70[	-	-	-	-	-	0.417	-	-	-	-	-	-	0.417	99.583
[50-60[	-	-	-	-	-	0.556	-	-	-	-	0.139	0.833	1.528	99.167
[40-50[	-	-	-	-	-	0.972	-	-	-	-	0.556	2.500	4.028	97.639
[30-40[	-	-	-	-	0.556	3.056	-	-	-	0.139	0.972	5.000	9.722	93.611
[20-30[	-	-	-	-	1.250	4.722	0.278	-	-	0.972	6.667	13.056	26.944	83.889
[10-20[	2.500	0.139	0.556	0.139	1.667	5.556	1.250	0.833	0.139	0.278	3.889	11.528	28.472	56.944
[0-10[	1.667	1.528	1.111	1.806	3.194	7.083	2.639	1.111	0.694	0.833	2.500	4.306	28.472	28.472
Total	4.167	1.667	1.667	1.944	6.667	22.778	4.167	1.944	0.833	2.222	14.722	37.222	100.000	-
Accum	4.167	5.833	7.500	9.444	16.111	38.889	43.056	45.000	45.833	48.056	62.778	100.000	-	-

Exit Point - Surface
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Dec

CD [°N-to] - Current Direction



	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60[	-	-	-	-	-	0.134	-	-	-	-	-	-	0.134	100.000
[40-50[	-	-	-	-	-	1.747	-	-	-	-	0.806	1.075	3.629	99.868
[30-40[	-	-	-	-	-	5.511	-	-	-	-	1.478	3.763	10.753	96.237
[20-30[	-	-	-	-	-	10.484	0.134	-	-	-	2.016	5.242	17.876	85.484
[10-20[	0.134	-	-	-	1.747	19.088	1.613	-	-	0.672	4.839	7.681	35.753	67.608
[0-10[	2.151	0.806	0.672	0.941	2.419	6.720	4.032	2.419	1.613	1.478	4.032	4.570	31.855	31.855
Total	2.285	0.806	0.672	0.941	4.167	43.683	5.780	2.419	1.613	2.151	13.172	22.312	100.000	-
Accum	2.285	3.091	3.763	4.704	8.871	52.554	58.333	60.753	62.366	64.516	77.688	100.000	-	-

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	167 of 266

Exit Point - Surface
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) All

CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	0.011	-	-	-	-	-	-	0.011	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	0.023	-	-	-	-	-	-	0.023	99.989
[60-70[	-	-	-	-	-	0.298	-	-	-	-	0.023	0.057	0.378	99.966
[50-60[	-	-	-	-	-	1.077	-	-	-	-	0.011	0.436	1.524	99.587
[40-50[	-	-	-	-	0.057	2.946	0.011	-	-	-	0.115	2.074	5.203	98.063
[30-40[	-	-	-	-	0.298	5.777	0.195	-	-	0.011	0.298	3.943	10.521	92.880
[20-30[	0.241	-	-	-	1.605	10.682	1.123	-	-	0.160	1.410	5.009	20.229	82.338
[10-20[	2.991	0.481	0.332	0.390	3.782	10.521	2.418	0.894	0.424	0.894	2.350	6.484	31.943	62.109
[0-10[	2.968	2.659	1.948	2.361	4.332	4.355	1.868	1.201	1.169	1.375	2.178	3.691	30.166	30.166
Total	6.201	3.140	2.281	2.751	10.074	35.691	5.618	2.155	1.593	2.441	6.384	21.673	100.000	-
Accum	6.201	9.341	11.622	14.372	24.447	60.138	65.754	67.908	69.501	71.943	78.327	100.000	-	-

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	168 of 266

CORRENTE – profondità intermedia

Le tabelle relative alle rose delle correnti mostrate in forma grafica nel paragrafo 4.5.3 vengono presentate di seguito sia su base mensile che su base annuale, relativamente alle profondità intermedie della colonna d'acqua. L'intensità crescente dei colori di fondo delle celle delle tabelle segue la frequenza di occorrenza del dato.

Exit Point - Mid Column
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Jan

CD [°N-to] - Current Direction

CS [m/s] - Current Speed	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60[	-	-	-	-	-	0.277	-	-	-	-	-	-	-	0.277
[40-50[	-	-	-	-	-	2.635	-	-	-	-	0.555	-	3.190	99.723
[30-40[	-	-	-	-	-	2.497	-	-	-	-	0.693	-	3.190	98.533
[20-30[	-	-	-	-	0.555	6.241	-	-	-	-	10.125	1.884	18.585	93.343
[10-20[	-	-	-	-	2.219	8.599	-	-	-	-	13.870	3.329	28.017	74.757
[0-10[	0.832	-	0.139	0.971	4.716	10.541	1.803	0.693	1.110	3.883	16.921	5.132	46.741	46.741
Total	0.832	-	0.139	0.971	7.490	30.791	1.803	0.693	1.110	3.883	42.164	10.125	100.000	-
Accum	0.832	0.832	0.971	1.942	9.431	40.222	42.025	42.718	43.828	47.712	89.875	100.000	-	-

Exit Point - Mid Column
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Feb



CD [°N-to] - Current Direction

CS [m/s] - Current Speed	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[40-50[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[30-40[	-	-	-	-	-	2.424	-	-	-	-	3.333	-	5.758	100.000
[20-30[	-	-	-	-	1.061	15.152	-	-	-	-	8.638	0.152	25.000	94.242
[10-20[	-	-	-	-	3.030	18.485	-	-	-	-	6.970	5.509	34.394	89.242
[0-10[	1.061	0.455	0.152	0.455	2.879	9.948	0.455	1.061	1.515	2.121	8.182	6.667	34.848	34.848
Total	1.061	0.455	0.152	0.455	6.970	45.909	0.455	1.061	1.515	2.121	27.121	12.727	100.000	-
Accum	1.061	1.515	1.667	2.121	9.091	55.000	55.455	56.515	58.030	60.152	87.273	100.000	-	-

Exit Point - Mid Column
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Mar

CD [°N-to] - Current Direction

CS [m/s] - Current Speed	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[40-50[	-	-	-	-	-	2.623	-	-	-	-	0.134	-	2.957	100.000
[30-40[	-	-	-	-	-	6.720	-	-	-	-	6.183	-	12.903	97.043
[20-30[	-	-	-	-	0.941	6.452	-	-	-	-	12.769	-	20.161	84.140
[10-20[	-	-	-	-	1.613	10.081	-	-	-	-	9.946	1.882	23.522	63.978
[0-10[	0.538	0.134	0.134	0.806	4.704	10.081	1.210	0.289	0.289	2.957	13.844	5.511	40.457	40.457
Total	0.538	0.134	0.134	0.806	7.258	36.156	1.210	0.289	0.289	2.957	42.876	7.392	100.000	-
Accum	0.538	0.672	0.806	1.613	8.871	45.027	46.237	46.505	46.774	49.731	92.608	100.000	-	-

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	169 of 266

Exit Point - Mid Column
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Apr

CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60[	-	-	-	-	-	0.894	-	-	-	-	-	-	0.894	100.000
[40-50[	-	-	-	-	-	2.222	-	-	-	-	-	-	2.222	99.306
[30-40[	-	-	-	-	0.278	6.944	-	-	-	-	-	-	7.222	97.083
[20-30[	-	-	-	-	1.111	6.906	-	-	-	-	2.778	0.333	11.528	89.861
[10-20[	-	-	-	-	7.917	12.093	-	-	-	-	6.250	6.250	32.500	78.333
[0-10[	1.250	0.417	0.556	1.667	8.056	8.111	0.972	0.556	1.667	2.500	13.472	6.111	45.833	45.833
Total	1.250	0.417	0.556	1.667	17.361	37.361	0.972	0.556	1.667	2.500	22.500	13.194	100.000	-
Accum	1.250	1.667	2.222	3.889	21.250	58.611	59.583	60.139	61.806	64.306	86.806	100.000	-	-

Exit Point - Mid Column
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) May



CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[40-50[	-	-	-	-	-	1.882	-	-	-	-	-	-	1.882	100.000
[30-40[	-	-	-	-	0.134	5.242	-	-	-	-	-	-	5.376	98.118
[20-30[	-	-	-	-	3.495	11.425	-	-	-	-	2.957	-	17.876	92.742
[10-20[	-	-	-	-	6.602	11.022	-	-	-	0.403	9.005	1.747	30.780	74.866
[0-10[	0.403	0.941	0.806	0.806	3.629	10.215	2.151	0.941	3.495	3.226	9.946	7.930	44.066	44.066
Total	0.403	0.941	0.806	0.806	15.860	39.785	2.151	0.941	3.495	3.226	21.909	9.677	100.000	-
Accum	0.403	1.344	2.151	2.957	18.817	58.602	60.753	61.694	65.188	68.414	90.323	100.000	-	-

Exit Point - Mid Column
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Jun

CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60[	-	-	-	-	-	0.278	-	-	-	-	-	-	0.278	100.000
[40-50[	-	-	-	-	-	3.472	-	-	-	-	-	-	3.472	99.722
[30-40[	-	-	-	-	0.833	6.250	-	-	-	-	-	-	7.083	96.250
[20-30[	-	-	-	-	4.167	8.333	-	-	-	-	-	-	12.500	89.167
[10-20[	0.139	-	-	-	12.778	9.306	-	-	-	-	1.250	6.250	29.722	76.667
[0-10[	2.361	1.944	1.944	2.083	8.056	8.056	1.111	1.667	2.361	2.778	6.528	8.056	46.944	46.944
Total	2.500	1.944	1.944	2.083	25.833	35.694	1.111	1.667	2.361	2.778	7.778	14.306	100.000	-
Accum	2.500	4.444	6.389	8.472	34.306	70.000	71.111	72.778	75.139	77.917	85.694	100.000	-	-

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	170 of 266

Exit Point - Mid Column
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Jul

CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15]	[15-45]	[45-75]	[75-105]	[105-135]	[135-165]	[165-195]	[195-225]	[225-255]	[255-285]	[285-315]	[315-345]	Total	Accum
[80-90]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[40-50]	-	-	-	-	0.134	2.151	-	-	-	-	-	-	2.285	100.000
[30-40]	-	-	-	-	1.478	9.140	-	-	-	-	-	-	10.618	97.715
[20-30]	-	-	-	-	5.511	9.948	-	-	-	-	-	-	15.457	87.097
[10-20]	-	-	-	-	9.274	11.425	-	-	-	-	1.075	5.108	26.882	71.640
[0-10]	1.882	3.091	2.888	3.091	8.737	7.258	1.747	0.672	0.941	1.344	4.704	8.602	44.758	44.758
Total	1.882	3.091	2.888	3.091	25.134	39.919	1.747	0.672	0.941	1.344	5.780	13.710	100.000	-
Accum	1.882	4.973	7.861	10.753	35.887	75.806	77.554	78.226	79.167	80.511	86.290	100.000	-	-

Exit Point - Mid Column
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Aug



CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15]	[15-45]	[45-75]	[75-105]	[105-135]	[135-165]	[165-195]	[195-225]	[225-255]	[255-285]	[285-315]	[315-345]	Total	Accum
[80-90]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[40-50]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[30-40]	-	-	-	-	0.538	0.538	-	-	-	-	-	-	1.075	100.000
[20-30]	-	-	-	-	8.914	3.898	-	-	-	-	-	-	9.812	98.925
[10-20]	-	-	-	-	14.247	9.543	-	-	-	-	1.478	2.151	27.419	89.113
[0-10]	1.882	1.478	2.554	5.780	20.833	9.677	2.419	2.419	2.016	1.613	6.855	4.167	61.694	61.694
Total	1.882	1.478	2.554	5.780	41.532	23.868	2.419	2.419	2.016	1.613	8.333	6.317	100.000	-
Accum	1.882	3.360	5.914	11.694	53.226	76.882	79.301	81.720	83.737	85.349	93.683	100.000	-	-

Exit Point - Mid Column
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Sep

CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15]	[15-45]	[45-75]	[75-105]	[105-135]	[135-165]	[165-195]	[195-225]	[225-255]	[255-285]	[285-315]	[315-345]	Total	Accum
[80-90]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[40-50]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[30-40]	-	-	-	-	0.139	2.083	-	-	-	-	-	-	2.222	100.000
[20-30]	-	-	-	-	3.472	9.028	-	-	-	-	-	-	12.500	97.778
[10-20]	-	-	-	-	11.528	13.750	-	-	-	-	1.111	1.111	27.500	85.278
[0-10]	0.556	0.972	0.833	0.894	14.861	19.583	2.778	1.944	4.167	2.500	3.750	5.139	57.778	57.778
Total	0.556	0.972	0.833	0.894	30.000	44.444	2.778	1.944	4.167	2.500	4.861	6.250	100.000	-
Accum	0.556	1.528	2.361	3.056	33.056	77.500	80.278	82.222	86.389	88.889	93.750	100.000	-	-

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	171 of 266

Exit Point - Mid Column
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Oct

CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60[	-	-	-	-	-	0.403	-	-	-	-	-	-	0.403	100.000
[40-50[	-	-	-	-	-	3.228	-	-	-	-	-	-	3.228	99.597
[30-40[	-	-	-	-	-	5.645	-	-	-	-	-	-	5.645	96.371
[20-30[	-	-	-	-	0.289	9.409	-	-	-	-	3.629	1.344	14.651	90.728
[10-20[	-	-	-	-	3.898	17.473	-	-	-	0.134	5.780	5.645	32.930	76.075
[0-10[	1.747	0.672	0.289	2.419	12.903	9.409	0.403	0.672	2.016	2.419	5.914	4.301	43.145	43.145
Total	1.747	0.672	0.289	2.419	17.070	45.565	0.403	0.672	2.016	2.554	15.323	11.290	100.000	-
Accum	1.747	2.419	2.688	5.108	22.177	67.742	68.145	68.817	70.833	73.387	88.710	100.000	-	-

Exit Point - Mid Column
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Nov



CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	0.278	-	-	-	-	-	-	0.278	100.000
[50-60[	-	-	-	-	0.139	0.417	-	-	-	-	-	-	0.556	99.722
[40-50[	-	-	-	-	-	1.389	-	-	-	-	-	-	1.389	99.167
[30-40[	-	-	-	-	0.139	2.083	-	-	-	-	0.833	0.417	3.472	97.778
[20-30[	-	-	-	-	0.694	5.556	-	-	-	-	4.722	2.500	13.472	94.306
[10-20[	-	-	-	-	1.528	9.167	-	-	-	0.278	17.778	6.250	35.000	80.833
[0-10[	0.278	1.389	0.556	1.111	3.889	14.861	1.389	0.833	2.361	4.722	10.556	3.889	45.833	45.833
Total	0.278	1.389	0.556	1.111	6.389	33.750	1.389	0.833	2.361	5.000	33.889	13.056	100.000	-
Accum	0.278	1.667	2.222	3.333	9.722	43.472	44.861	45.694	48.056	53.056	66.944	100.000	-	-

Exit Point - Mid Column
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Dec

CD [°N-to] - Current Direction



	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[40-50[	-	-	-	-	-	0.672	-	-	-	-	-	-	0.672	100.000
[30-40[	-	-	-	-	-	3.091	-	-	-	-	0.134	-	3.228	99.328
[20-30[	-	-	-	-	0.672	9.274	-	-	-	-	7.124	2.016	19.086	96.102
[10-20[	-	-	-	-	3.629	20.833	-	-	-	-	8.468	6.588	39.516	77.016
[0-10[	1.344	0.538	0.134	0.403	2.967	15.591	2.151	0.941	0.269	2.688	5.108	5.376	37.500	37.500
Total	1.344	0.538	0.134	0.403	7.258	49.482	2.151	0.941	0.269	2.688	20.833	13.978	100.000	-
Accum	1.344	1.882	2.016	2.419	9.677	59.140	61.290	62.231	62.500	65.188	86.022	100.000	-	-

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	172 of 266

Exit Point - Mid Column
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) All

CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	0.023	-	-	-	-	-	-	0.023	100.000
[50-60[	-	-	-	-	0.011	0.172	-	-	-	-	-	-	0.183	99.977
[40-50[	-	-	-	-	0.011	1.719	-	-	-	-	0.057	-	1.788	99.794
[30-40[	-	-	-	-	0.298	4.413	-	-	-	-	0.917	0.034	5.662	98.006
[20-30[	-	-	-	-	2.338	8.413	-	-	-	-	4.387	0.711	15.828	92.344
[10-20[	0.011	-	-	-	6.716	12.619	-	-	-	0.069	6.900	4.332	30.648	76.516
[0-10[	1.181	1.009	0.905	1.708	8.069	11.140	1.559	1.054	1.845	2.693	8.802	5.903	45.868	45.868
Total	1.192	1.009	0.905	1.708	17.444	38.499	1.559	1.054	1.845	2.762	21.043	10.980	100.000	-
Accum	1.192	2.201	3.106	4.814	22.258	60.756	62.315	63.370	65.215	67.977	89.020	100.000	-	-

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	173 of 266

CORRENTE – fondo

Le tabelle relative alle rose delle correnti mostrate in forma grafica nel paragrafo 4.5.3 vengono presentate di seguito sia su base mensile che su base annuale, per la parte della colonna d'acqua più prossima al fondo. L'intensità crescente dei colori di fondo delle celle delle tabelle segue la frequenza di occorrenza del dato.

Exit Point - Bottom
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Jan

CD [°N-to] - Current Direction

CS [m/s] - Current Speed	[-15-15]	[15-45]	[45-75]	[75-105]	[105-135]	[135-165]	[165-195]	[195-225]	[225-255]	[255-285]	[285-315]	[315-345]	Total	Accum
[80-90]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[40-50]	-	-	-	-	0.416	0.555	-	-	-	-	-	-	-	0.971
[30-40]	-	-	-	-	1.528	0.971	-	-	-	-	0.693	-	-	3.190
[20-30]	-	-	-	-	5.964	1.110	-	-	-	-	3.051	-	-	10.125
[10-20]	-	-	-	1.528	8.599	2.358	-	-	-	0.416	18.169	3.745	-	34.813
[0-10]	0.693	0.416	0.693	1.248	5.687	7.767	4.300	2.774	2.774	6.519	14.147	3.883	-	50.902
Total	0.693	0.416	0.693	2.774	22.191	12.780	4.300	2.774	2.774	6.935	36.061	7.628	-	100.000
Accum	0.693	1.110	1.803	4.577	26.768	39.528	43.828	46.602	49.376	56.311	92.372	100.000	-	-

Exit Point - Bottom
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Feb



CD [°N-to] - Current Direction

CS [m/s] - Current Speed	[-15-15]	[15-45]	[45-75]	[75-105]	[105-135]	[135-165]	[165-195]	[195-225]	[225-255]	[255-285]	[285-315]	[315-345]	Total	Accum
[80-90]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[40-50]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[30-40]	-	-	-	-	0.455	0.455	-	-	-	-	-	-	-	0.909
[20-30]	-	-	-	-	8.485	3.788	-	-	-	-	5.758	-	-	18.030
[10-20]	-	-	-	0.758	10.303	12.576	-	-	-	-	12.727	2.424	-	38.788
[0-10]	1.667	1.818	0.758	1.970	5.606	7.424	1.667	1.667	2.727	3.030	7.727	6.212	-	42.273
Total	1.667	1.818	0.758	2.727	24.848	24.242	1.667	1.667	2.727	3.030	26.212	8.636	-	100.000
Accum	1.667	3.485	4.242	6.970	31.818	56.061	57.727	59.394	62.121	65.152	91.364	100.000	-	-

Exit Point - Bottom
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Mar

CD [°N-to] - Current Direction

CS [m/s] - Current Speed	[-15-15]	[15-45]	[45-75]	[75-105]	[105-135]	[135-165]	[165-195]	[195-225]	[225-255]	[255-285]	[285-315]	[315-345]	Total	Accum
[80-90]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[40-50]	-	-	-	-	-	0.672	-	-	-	-	-	-	-	0.672
[30-40]	-	-	-	-	1.613	3.763	-	-	-	-	0.672	-	-	6.048
[20-30]	-	-	-	-	4.570	4.435	-	-	-	-	11.290	-	-	20.296
[10-20]	0.134	-	-	0.538	4.839	8.802	-	-	-	-	13.172	0.403	-	27.888
[0-10]	0.806	0.269	0.403	1.210	2.823	7.392	2.823	3.629	4.167	8.199	11.156	2.419	-	45.296
Total	0.941	0.269	0.403	1.747	13.844	24.886	2.823	3.629	4.167	8.199	36.290	2.823	-	100.000
Accum	0.941	1.210	1.613	3.360	17.204	42.070	44.892	48.522	52.689	60.887	97.177	100.000	-	-

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	174 of 266

Exit Point - Bottom
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Apr

CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[40-50[	-	-	-	-	1.389	-	-	-	-	-	-	-	1.389	100.000
[30-40[	-	-	-	3.056	1.528	-	-	-	-	-	-	-	4.583	98.611
[20-30[	-	-	-	5.694	3.333	-	-	-	-	-	-	-	9.028	94.028
[10-20[	-	-	0.694	9.722	9.583	-	-	-	-	7.639	1.667	-	29.308	85.000
[0-10[	2.083	0.833	0.694	3.194	6.806	11.250	6.528	2.639	1.667	3.889	7.917	8.194	55.694	55.694
Total	2.083	0.833	0.694	3.889	26.667	25.694	6.528	2.639	1.667	3.889	15.556	9.981	100.000	-
Accum	2.083	2.917	3.611	7.500	34.167	59.861	66.389	69.028	70.694	74.583	90.139	100.000	-	-

Exit Point - Bottom
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) May



CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[40-50[	-	-	-	-	-	0.134	-	-	-	-	-	-	0.134	100.000
[30-40[	-	-	-	1.613	0.941	-	-	-	-	-	-	-	2.554	99.866
[20-30[	-	-	0.672	6.452	2.668	-	-	-	-	-	-	-	9.812	97.312
[10-20[	-	-	0.672	15.188	5.511	-	-	-	-	0.806	1.210	-	23.387	87.500
[0-10[	2.016	0.806	1.613	2.016	10.349	9.912	2.957	4.435	2.419	4.973	14.516	8.199	64.113	64.113
Total	2.016	0.806	1.613	3.360	33.602	19.086	2.957	4.435	2.419	4.973	15.323	9.409	100.000	-
Accum	2.016	2.823	4.435	7.796	41.398	60.484	63.441	67.876	70.296	75.269	90.591	100.000	-	-

Exit Point - Bottom
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Jun

CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[40-50[	-	-	-	-	0.417	-	-	-	-	-	-	-	0.417	100.000
[30-40[	-	-	-	1.806	1.667	-	-	-	-	-	-	-	3.472	99.583
[20-30[	-	-	0.278	6.111	4.028	-	-	-	-	-	-	-	10.417	96.111
[10-20[	-	-	0.833	12.083	4.306	-	-	-	-	0.556	1.250	-	19.028	85.694
[0-10[	3.611	1.944	1.667	3.056	14.444	12.083	1.944	0.833	1.250	1.667	12.500	11.667	66.667	66.667
Total	3.611	1.944	1.667	4.167	34.881	22.083	1.944	0.833	1.250	1.667	13.056	12.917	100.000	-
Accum	3.611	5.556	7.222	11.389	46.250	68.333	70.278	71.111	72.361	74.028	87.083	100.000	-	-

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	175 of 266

Exit Point - Bottom
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Jul

CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[40-50[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[30-40[	-	-	-	-	1.075	1.344	-	-	-	-	-	-	2.419	100.000
[20-30[	-	-	-	-	4.570	5.108	-	-	-	-	-	-	9.677	97.581
[10-20[	-	-	-	0.403	14.785	6.048	-	-	-	-	0.403	3.226	24.868	87.903
[0-10[	2.016	1.613	0.941	2.688	16.835	6.855	0.806	0.538	0.672	1.344	11.290	17.339	63.038	83.038
Total	2.016	1.613	0.941	3.091	37.366	19.355	0.806	0.538	0.672	1.344	11.694	20.565	100.000	-
Accum	2.016	3.629	4.570	7.661	45.027	64.382	85.188	85.726	86.398	87.742	99.036	100.000	-	-

Exit Point - Bottom
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Aug



CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[40-50[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[30-40[	-	-	-	-	0.134	-	-	-	-	-	-	-	0.134	100.000
[20-30[	-	-	-	-	2.419	1.478	-	-	-	-	-	-	3.898	99.866
[10-20[	-	-	-	0.672	13.038	4.032	-	-	-	-	0.806	0.403	18.952	95.968
[0-10[	4.435	1.210	1.613	3.763	29.973	11.694	1.344	0.269	0.538	1.478	9.812	10.867	77.016	77.016
Total	4.435	1.210	1.613	4.435	45.565	17.204	1.344	0.269	0.538	1.478	10.618	11.290	100.000	-
Accum	4.435	5.645	7.258	11.694	57.258	74.482	75.806	76.075	76.613	78.091	87.903	100.000	-	-

Exit Point - Bottom
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Sep

CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[40-50[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[30-40[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[20-30[	-	-	-	0.556	2.778	1.389	-	-	-	-	-	-	4.722	100.000
[10-20[	-	-	-	2.361	16.944	5.000	-	-	-	-	0.694	0.833	25.833	95.278
[0-10[	1.806	0.972	0.972	5.000	21.944	17.361	3.056	1.667	1.806	2.361	7.361	5.139	69.444	69.444
Total	1.806	0.972	0.972	7.917	41.667	23.750	3.056	1.667	1.806	2.361	8.056	5.972	100.000	-
Accum	1.806	2.778	3.750	11.667	53.333	77.083	80.139	81.806	83.611	85.972	94.028	100.000	-	-

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	176 of 266

Exit Point - Bottom
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Oct

CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[40-50[	-	-	-	-	0.538	-	-	-	-	-	-	-	0.538	100.000
[30-40[	-	-	-	-	3.091	1.478	-	-	-	-	-	-	4.570	99.482
[20-30[	-	-	-	0.403	7.796	1.882	-	-	-	-	-	-	10.081	94.892
[10-20[	-	-	0.134	1.344	10.753	11.166	-	-	-	-	3.829	2.957	29.973	84.812
[0-10[	0.806	0.672	1.075	1.613	13.038	13.710	4.570	1.882	2.823	5.108	4.032	5.511	54.839	54.839
Total	0.806	0.672	1.210	3.360	35.215	28.228	4.570	1.882	2.823	5.108	7.861	8.468	100.000	-
Accum	0.806	1.478	2.688	6.048	41.263	69.489	74.059	75.941	78.763	83.871	91.532	100.000	-	-

Exit Point - Bottom
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Nov



CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60[	-	-	-	-	0.278	-	-	-	-	-	-	-	0.278	100.000
[40-50[	-	-	-	-	0.833	-	-	-	-	-	-	-	0.833	99.722
[30-40[	-	-	-	-	0.972	0.417	-	-	-	-	-	-	1.389	98.889
[20-30[	-	-	-	-	3.889	3.194	-	-	-	-	1.389	0.278	8.750	97.500
[10-20[	0.278	0.139	0.417	0.556	5.833	4.861	-	-	-	-	6.389	4.444	22.917	88.750
[0-10[	3.611	1.389	1.111	2.778	8.194	13.472	4.583	3.333	3.889	5.694	9.306	8.472	65.833	65.833
Total	3.889	1.528	1.528	3.333	20.000	21.944	4.583	3.333	3.889	5.694	17.083	13.194	100.000	-
Accum	3.889	5.417	6.944	10.278	30.278	52.222	56.806	60.139	64.028	69.722	86.806	100.000	-	-

Exit Point - Bottom
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) Dec

CD [°N-to] - Current Direction



	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[40-50[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[30-40[	-	-	-	-	1.613	-	-	-	-	-	-	-	1.613	100.000
[20-30[	-	-	-	0.269	9.409	0.403	-	-	-	-	2.554	-	12.634	98.387
[10-20[	-	-	-	2.554	19.624	4.570	-	-	-	-	11.828	4.973	43.548	85.753
[0-10[	2.554	0.941	1.747	3.763	8.468	7.124	1.075	0.806	0.269	2.419	6.048	6.989	42.204	42.204
Total	2.554	0.941	1.747	6.586	39.113	12.097	1.075	0.806	0.269	2.419	20.430	11.962	100.000	-
Accum	2.554	3.495	5.242	11.828	50.941	63.038	64.113	64.919	65.188	67.608	88.038	100.000	-	-

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	177 of 266

Exit Point - Bottom
Frequency of Occurrence [%] (2013-02-01 - 2014-01-31; T_a = 1h; dt = 1h) All

CD [°N-to] - Current Direction

	[-15-15[	[15-45[	[45-75[	[75-105[	[105-135[	[135-165[	[165-195[	[195-225[	[225-255[	[255-285[	[285-315[	[315-345[	Total	Accum
[80-90[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[70-80[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[60-70[	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.000
[50-60[	-	-	-	-	0.023	-	-	-	-	-	-	-	0.023	100.000
[40-50[	-	-	-	-	0.238	0.115	-	-	-	-	-	-	0.413	99.977
[30-40[	-	-	-	-	1.421	1.054	-	-	-	-	0.115	-	2.590	99.684
[20-30[	-	-	-	0.183	5.662	2.728	-	-	-	-	1.983	0.023	10.579	96.974
[10-20[	0.034	0.011	0.048	1.077	11.840	6.510	-	-	-	0.034	6.338	2.292	28.183	86.395
[0-10[	2.178	1.086	1.112	2.693	12.092	10.499	2.968	2.040	2.074	3.897	9.662	7.931	58.212	58.212
Total	2.212	1.077	1.158	3.954	31.335	20.905	2.968	2.040	2.074	3.931	18.097	10.246	100.000	-
Accum	2.212	3.289	4.447	8.401	39.736	60.642	63.610	65.650	67.725	71.656	89.754	100.000	-	-



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	178 of 266

ALLEGATO E

Risultati del modello di trasporto di sedimento su base stagionale

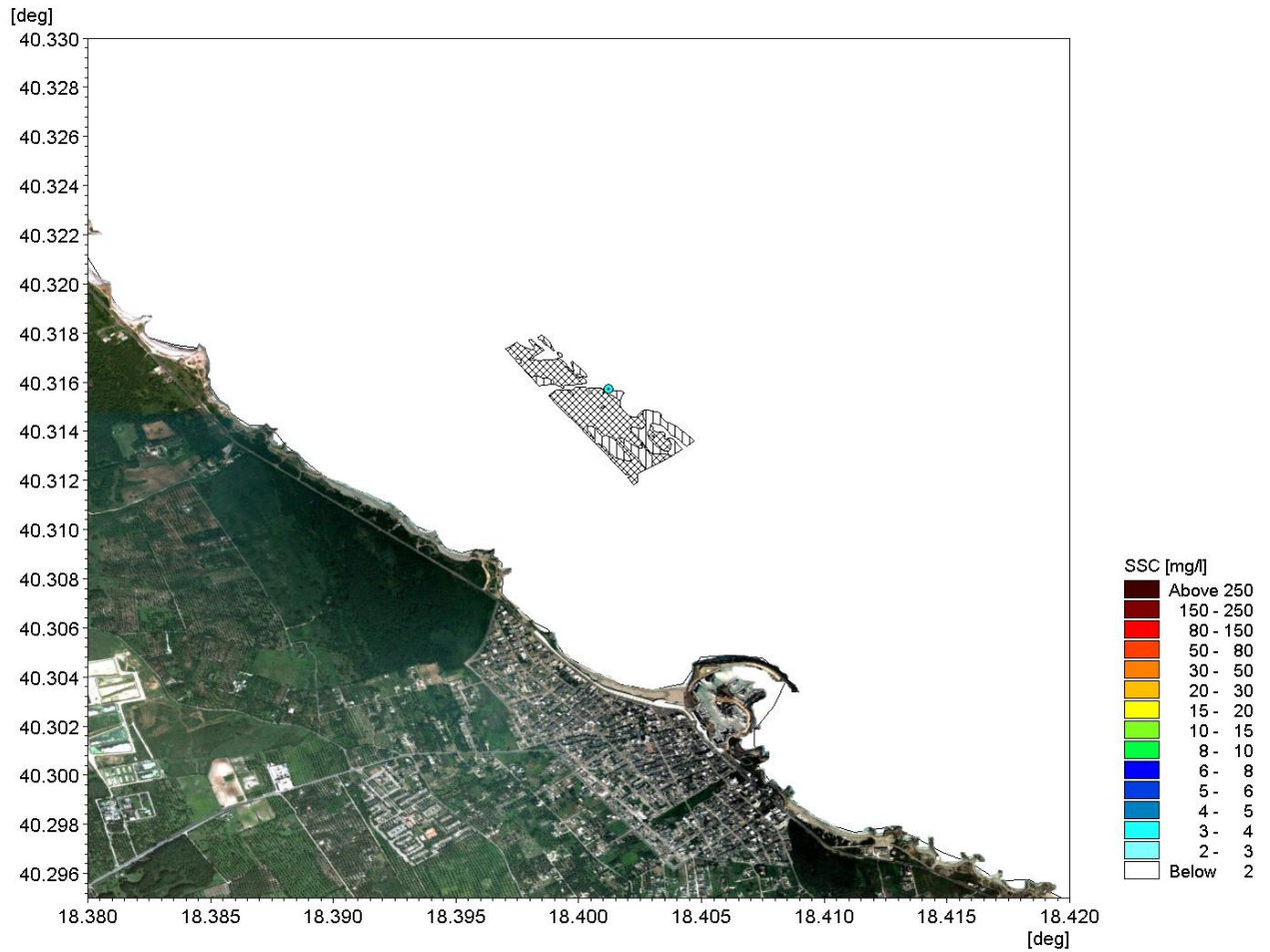
I risultati di seguito riportati fanno riferimento alle operazioni di dragaggio e di riempimento durante le stagioni invernale (mesi di gennaio, febbraio e marzo), primaverile (aprile, maggio) e autunnale (ottobre, novembre, dicembre).

Le mappe presentate sono calcolate in totale analogia con quelle presentate nel capitolo 7 a meno del periodo di riferimento.



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	179 of 266

OPERAZIONI DI SCAVO – Stagione invernale

Concentrazioni massime





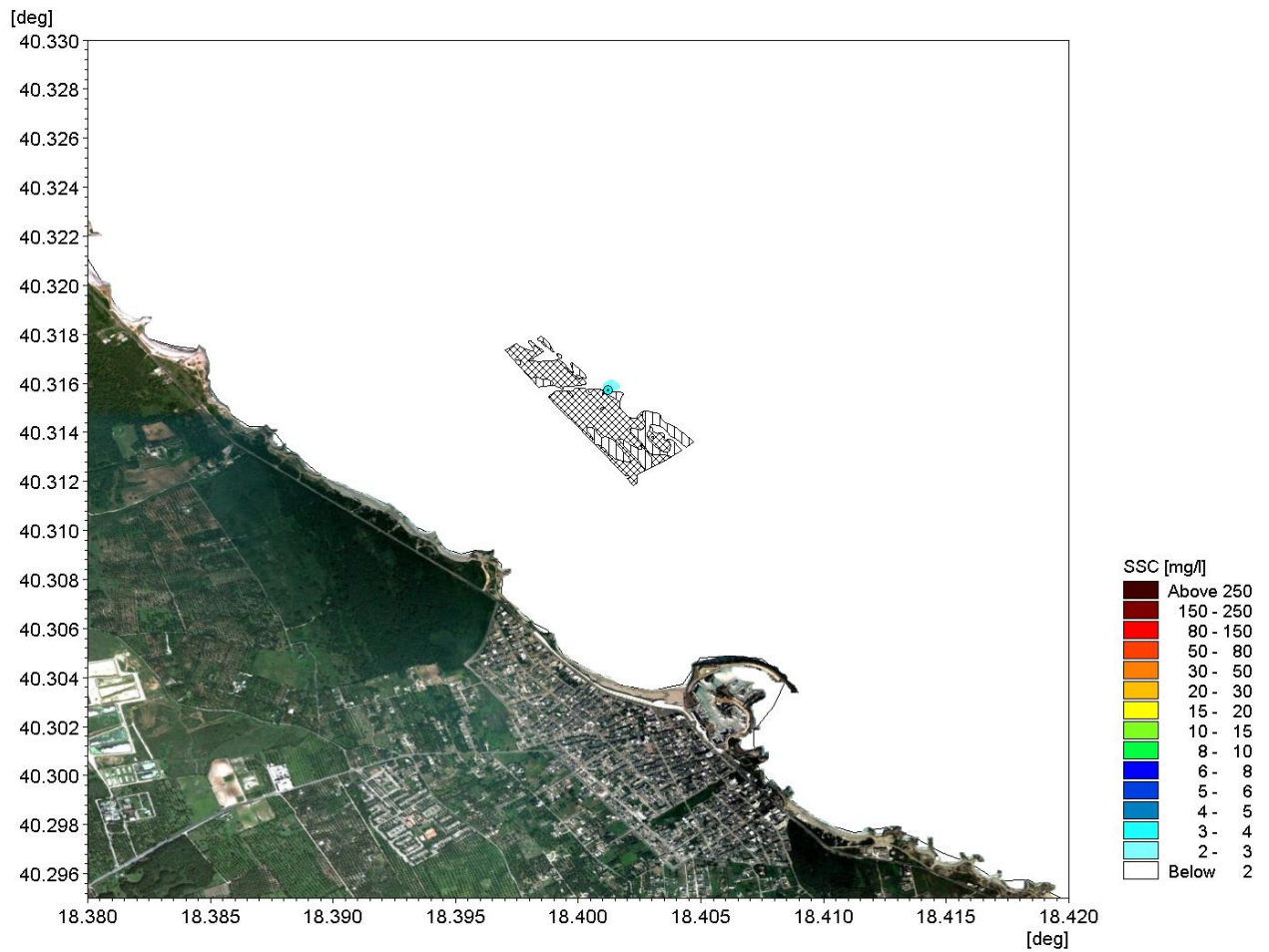
Dragaggio: concentrazione massima in superficie - inverno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	180 of 266





Dragaggio: concentrazione massima alla profondità intermedia - inverno

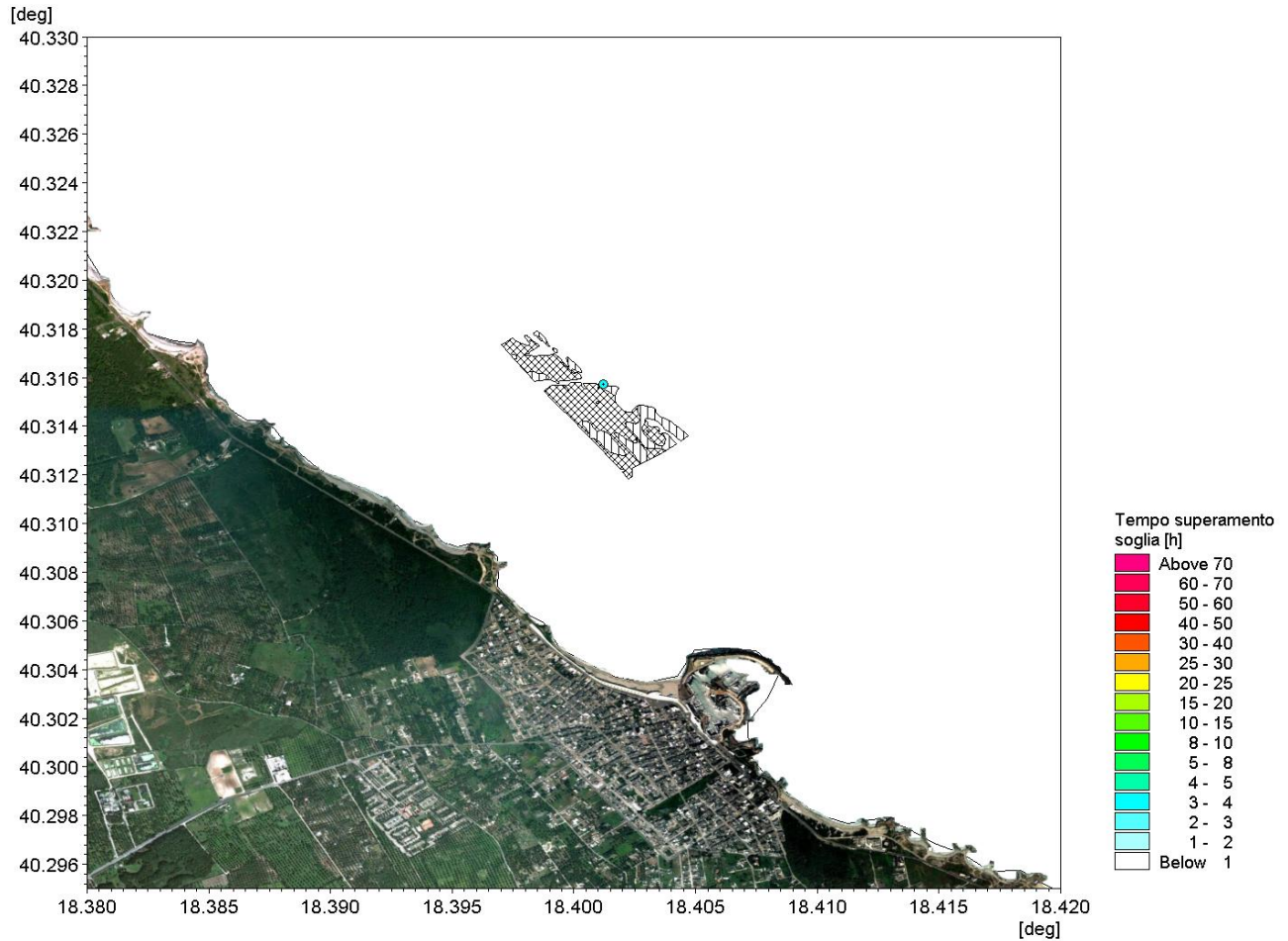
 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	181 of 266





Dragaggio: concentrazione massima al fondo - Inverno

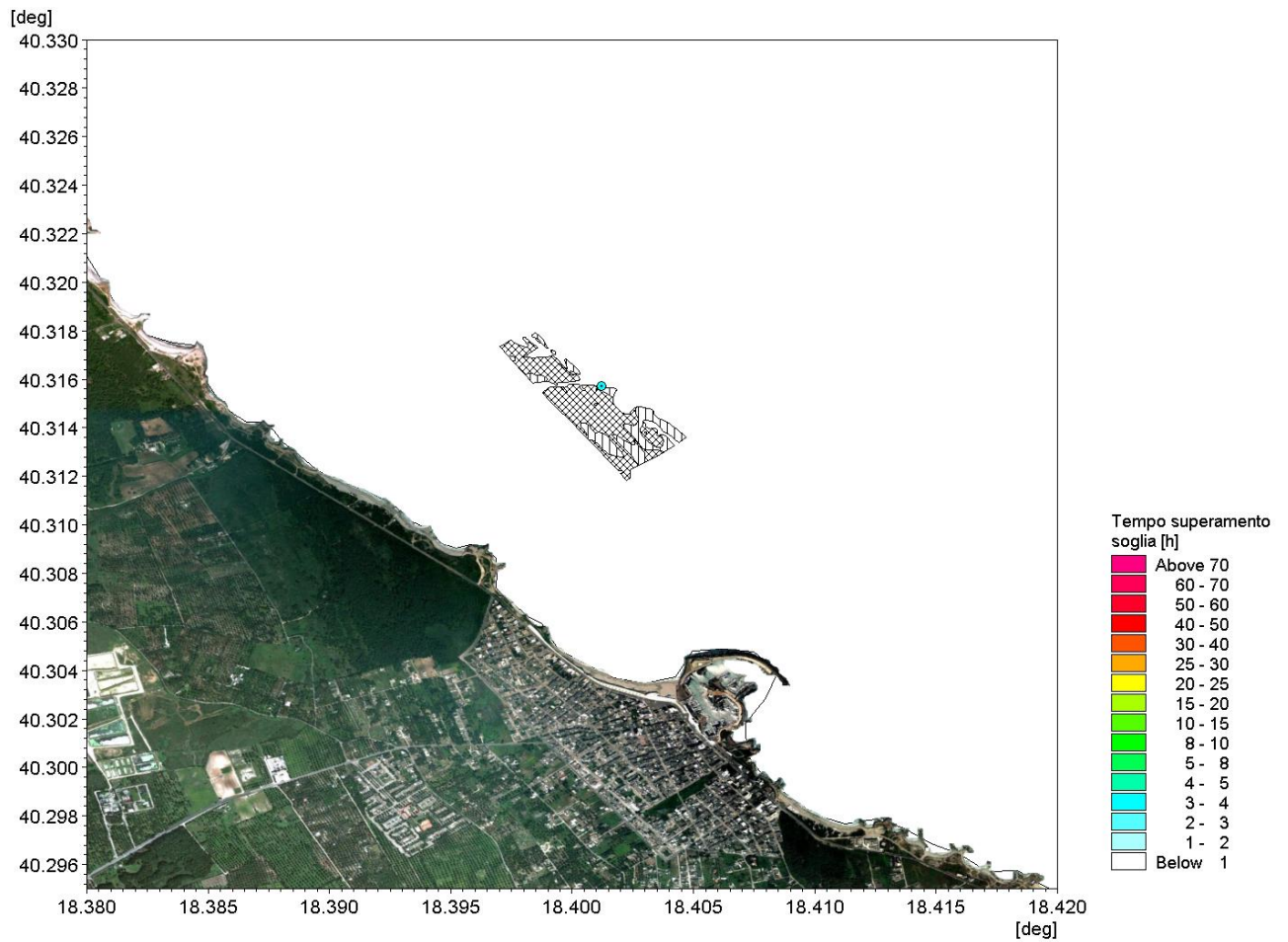
 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	182 of 266

Tempi di persistenza di concentrazioni del sedimento superiori a 10 mg/l e a 50 mg/l





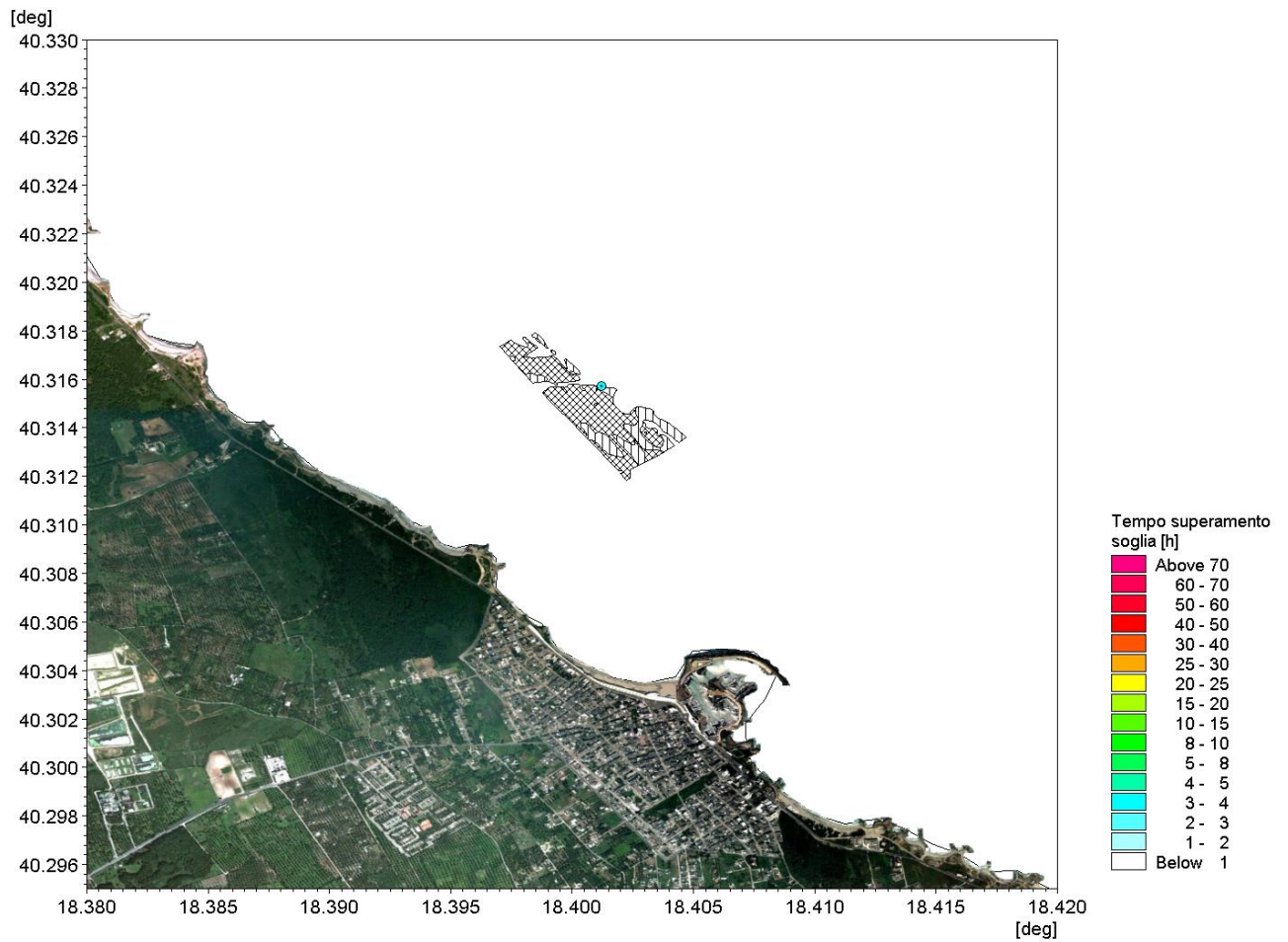
Dragaggio: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l in superficie - inverno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	183 of 266





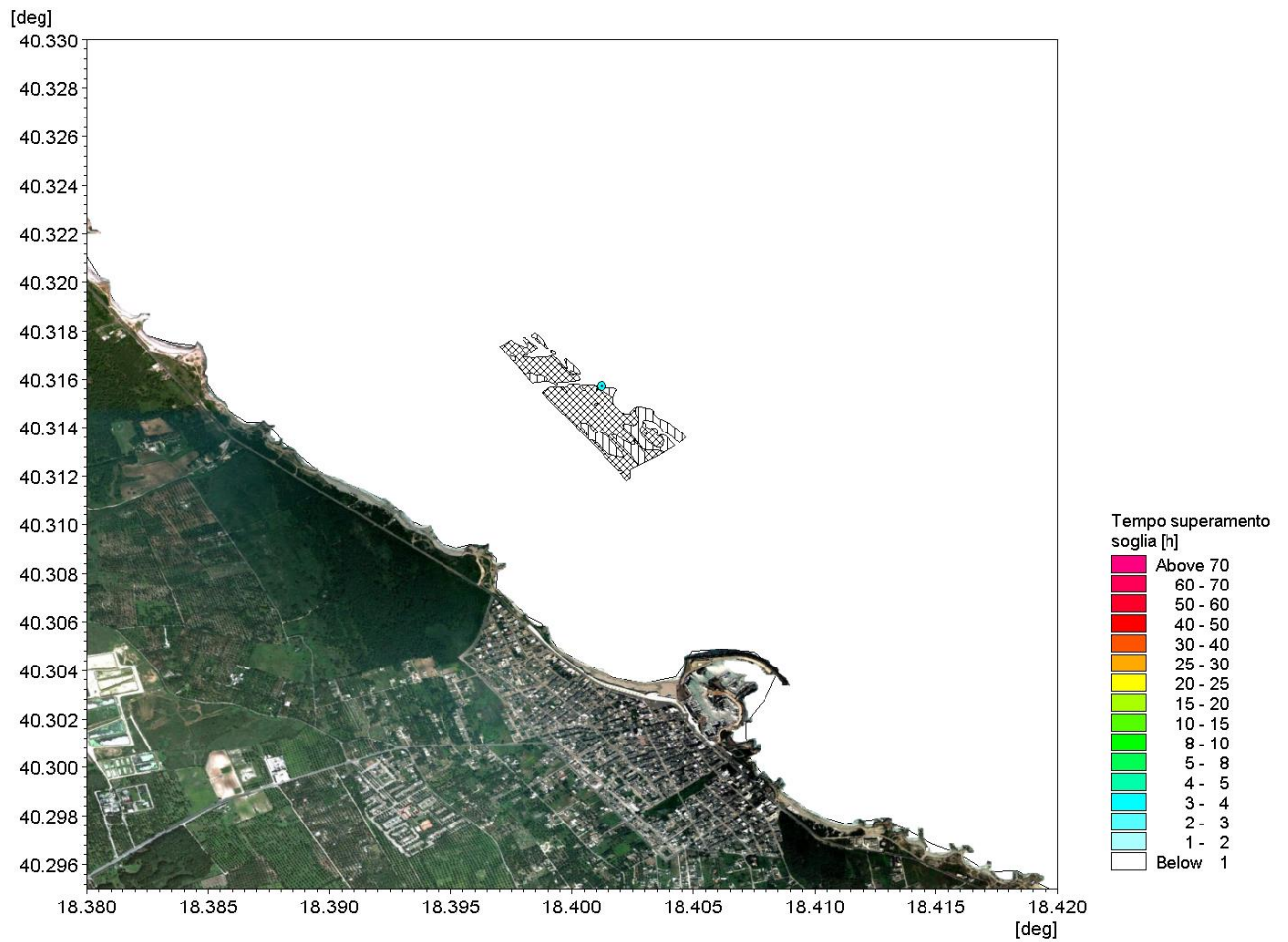
Dragaggio: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l alla profondità intermedia – inverno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	184 of 266





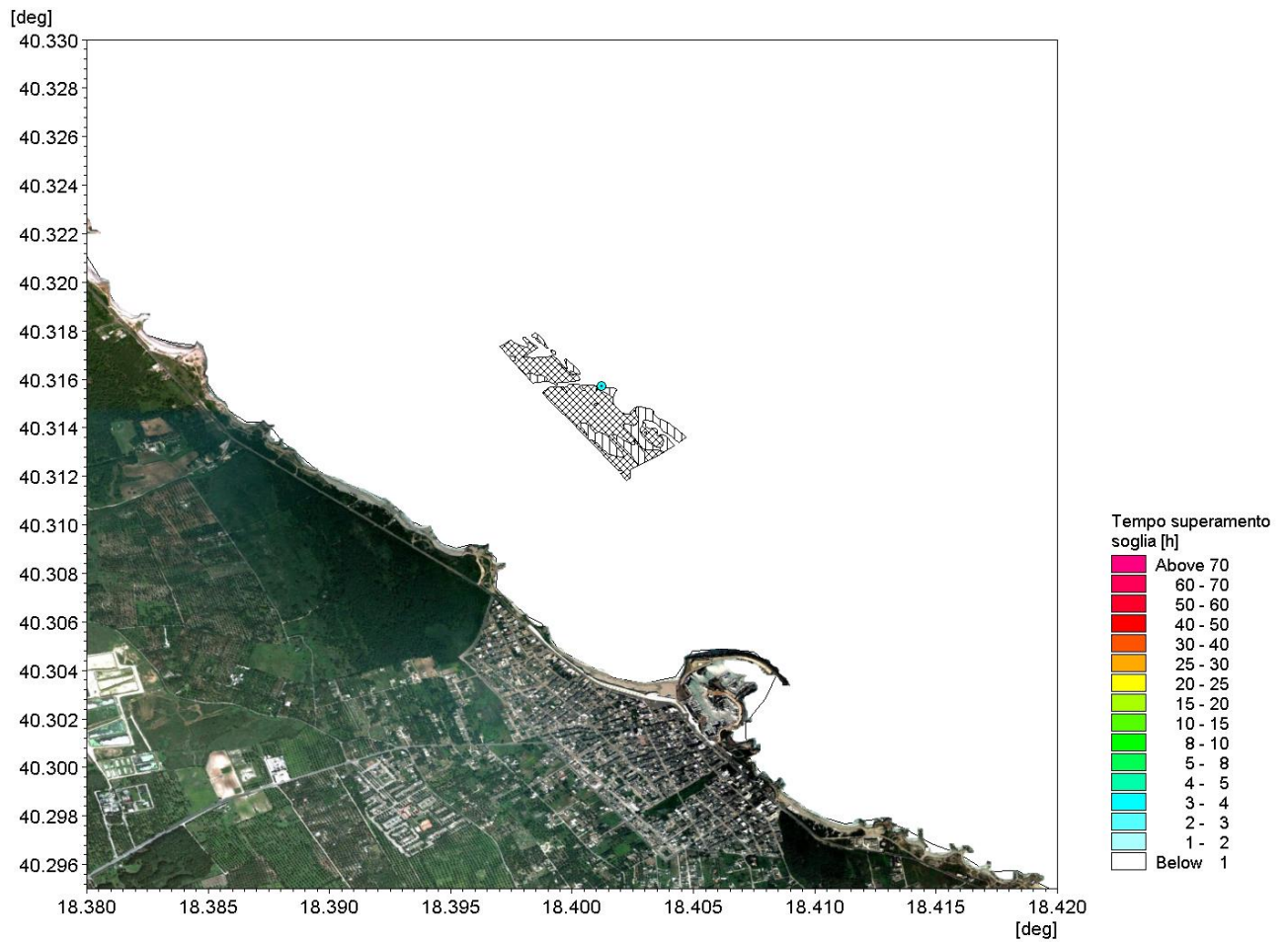
Dragaggio: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l sul fondo – inverno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	185 of 266





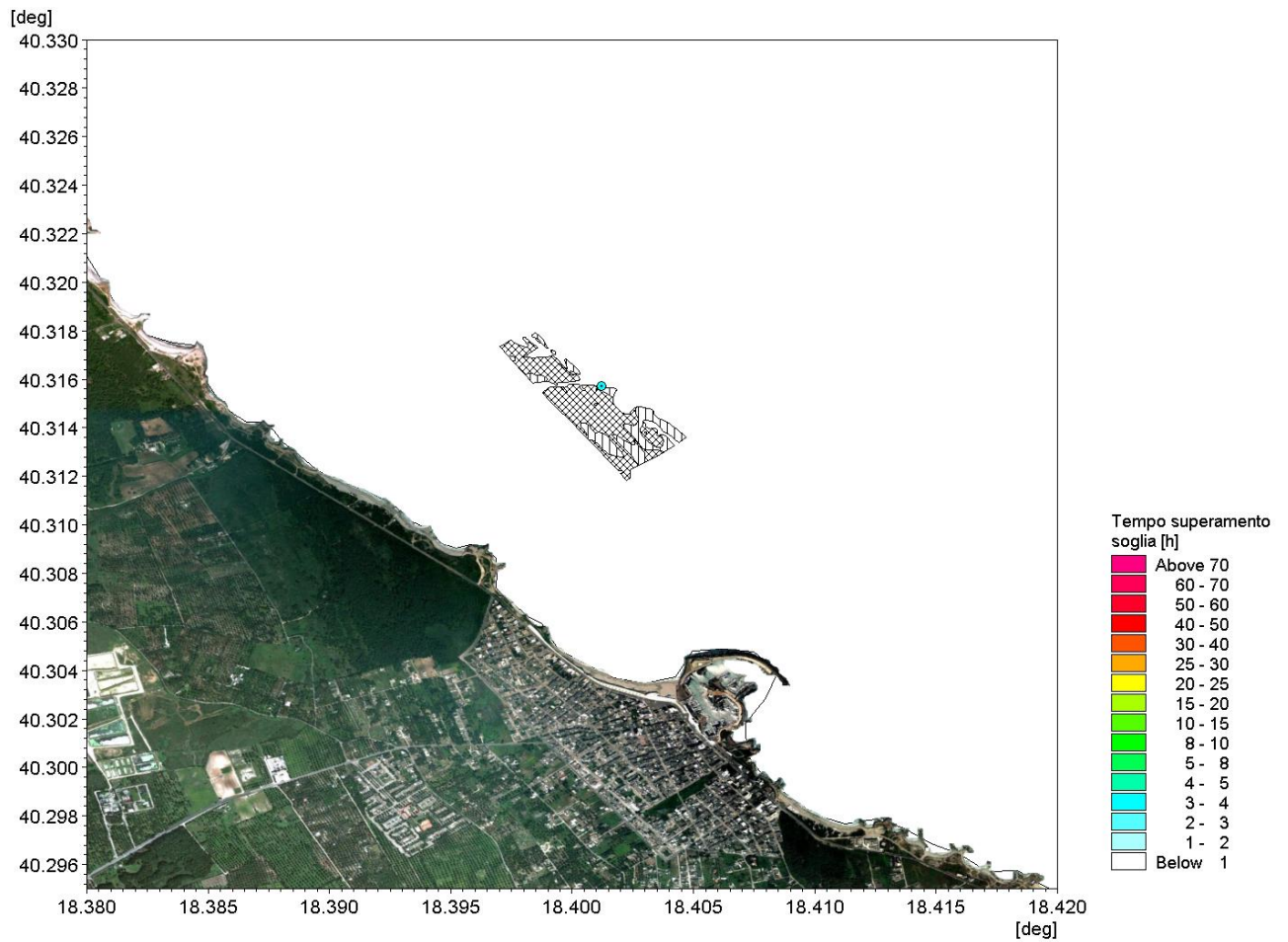
Dragaggio: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l in superficie – inverno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	186 of 266





Dragaggio: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l alla profondità intermedia – inverno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	187 of 266





Dragaggio: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l sul fondo – inverno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	188 of 266

Deposizione massima



Dragaggio: deposizione massima - inverno



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	189 of 266

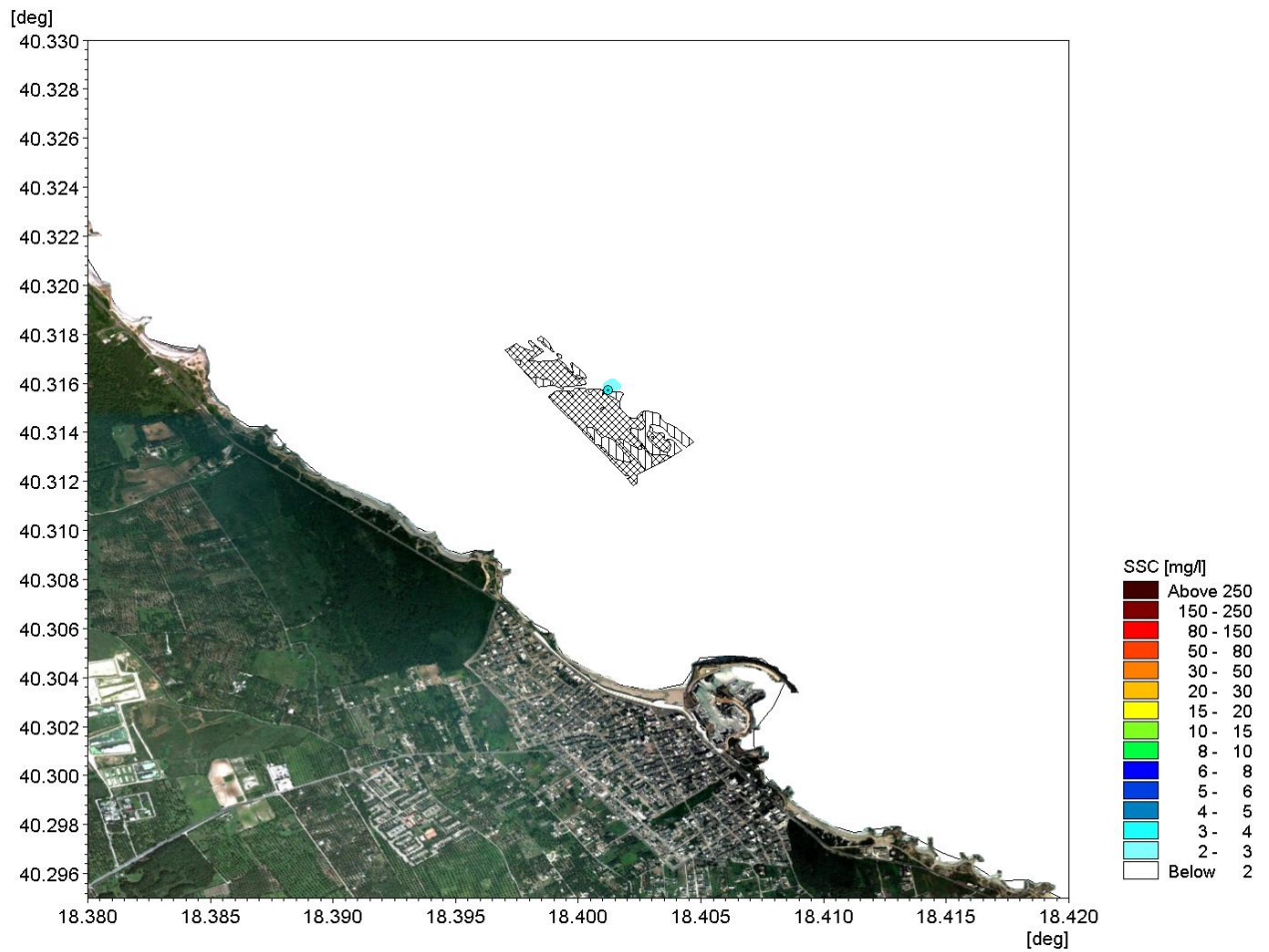
OPERAZIONI DI SCAVO – Stagione primaverile

Concentrazioni massime





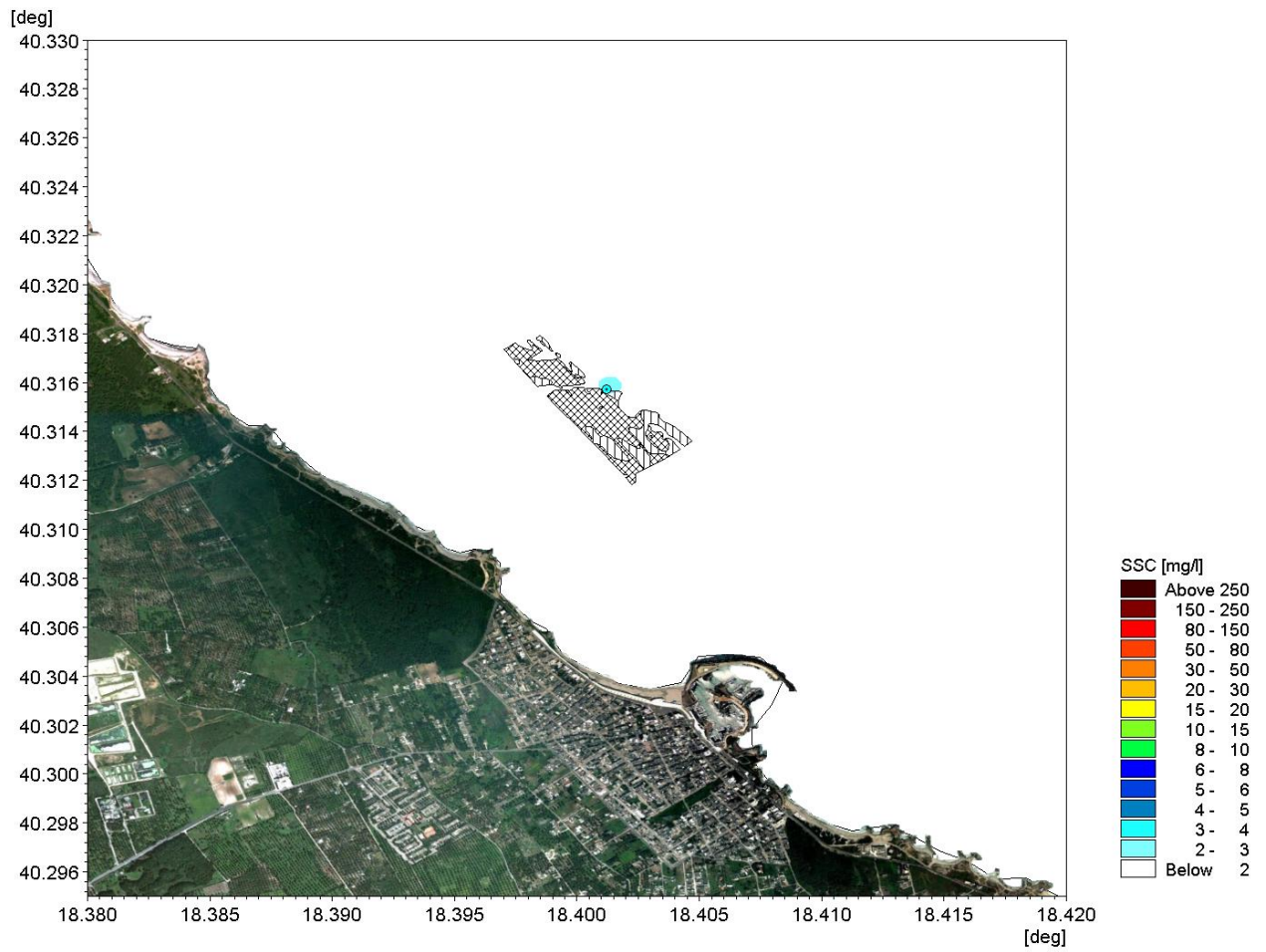
Dragaggio: concentrazione massima in superficie - primavera

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	190 of 266





Dragaggio: concentrazione massima alla profondità intermedia - primavera

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	191 of 266





Dragaggio: concentrazione massima al fondo - primavera

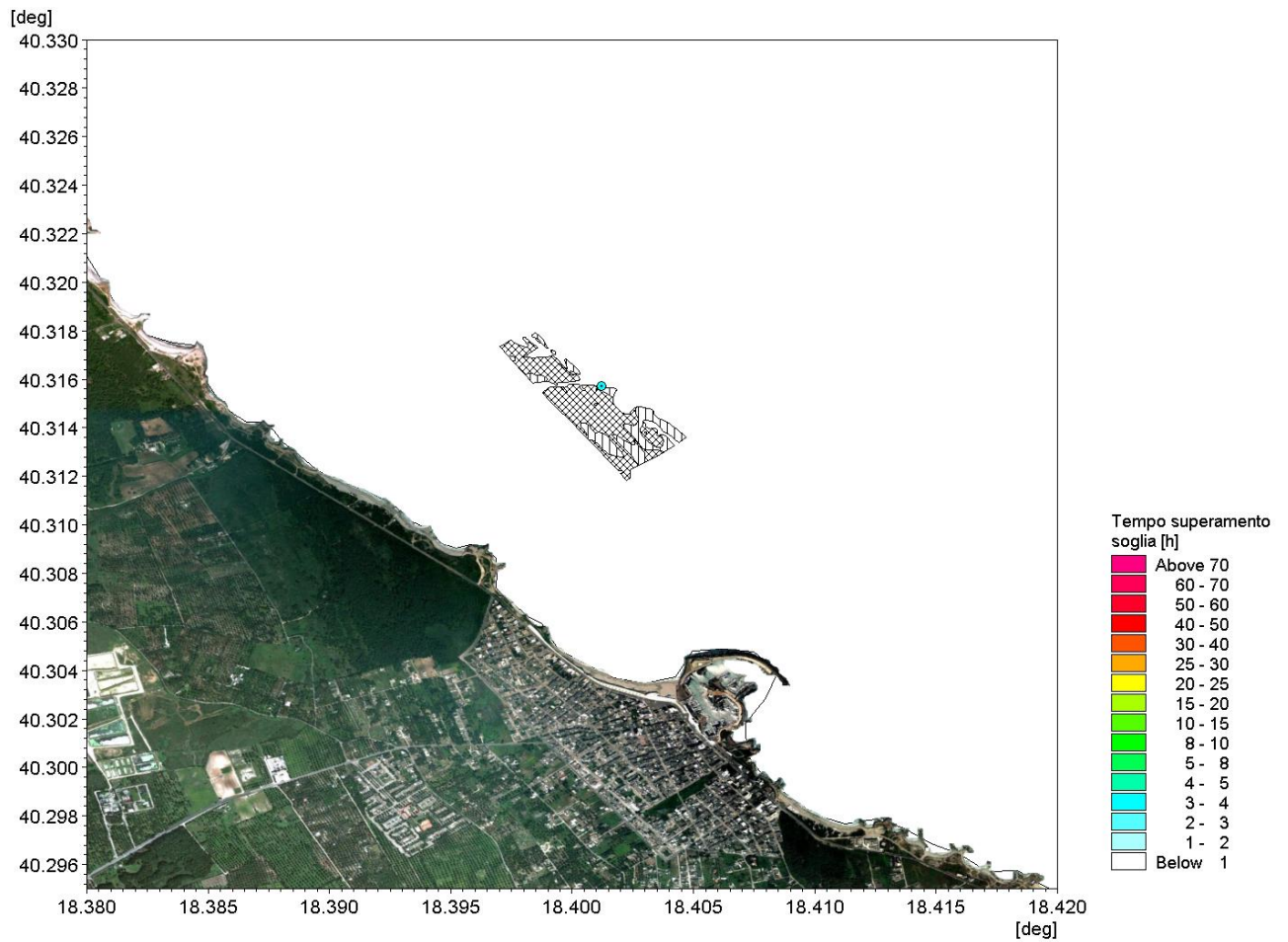
 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	192 of 266

Tempi di persistenza di concentrazioni del sedimento superiori a 10 mg/l e a 50 mg/l





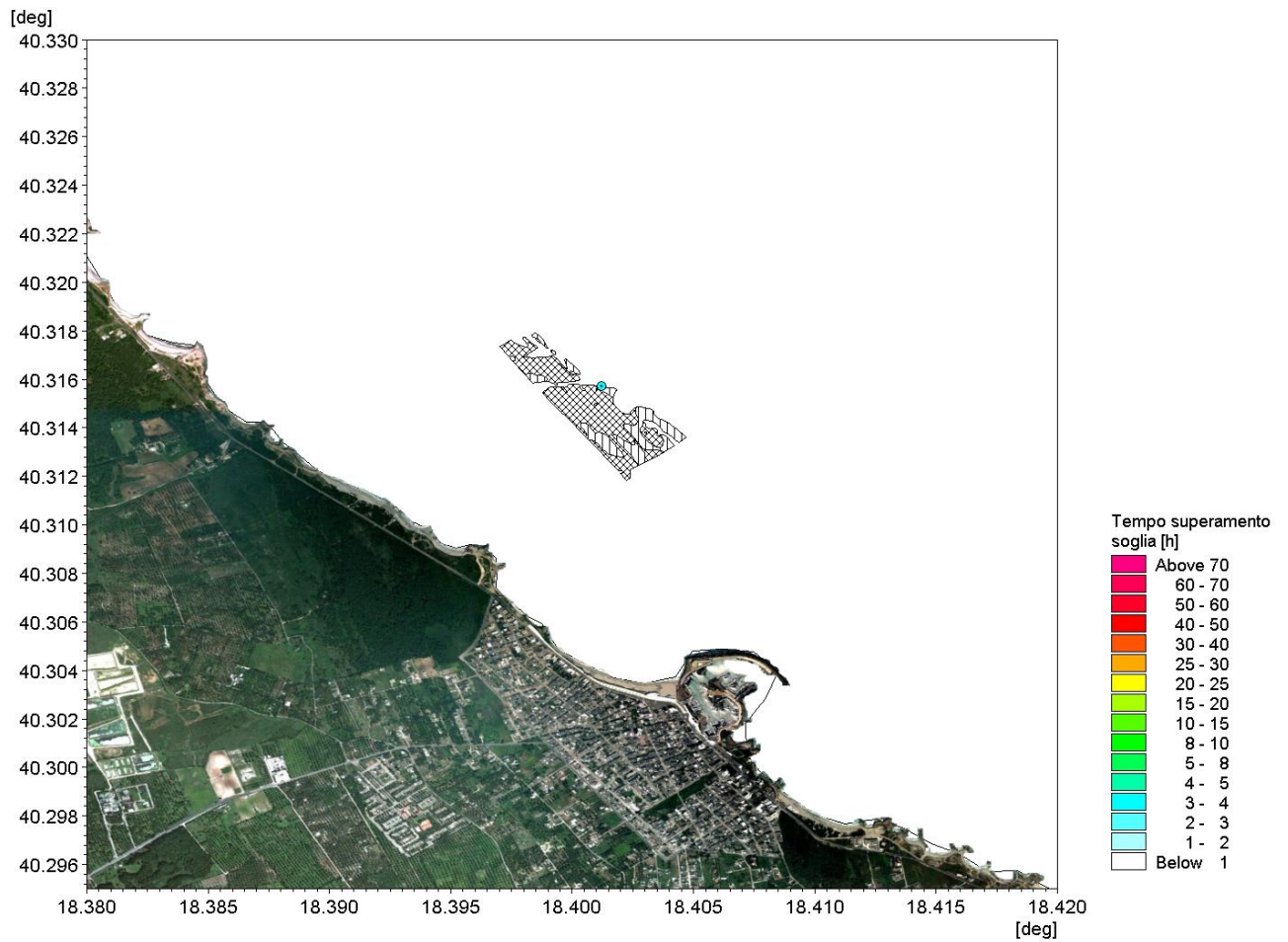
Dragaggio: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l in superficie - primavera

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	193 of 266





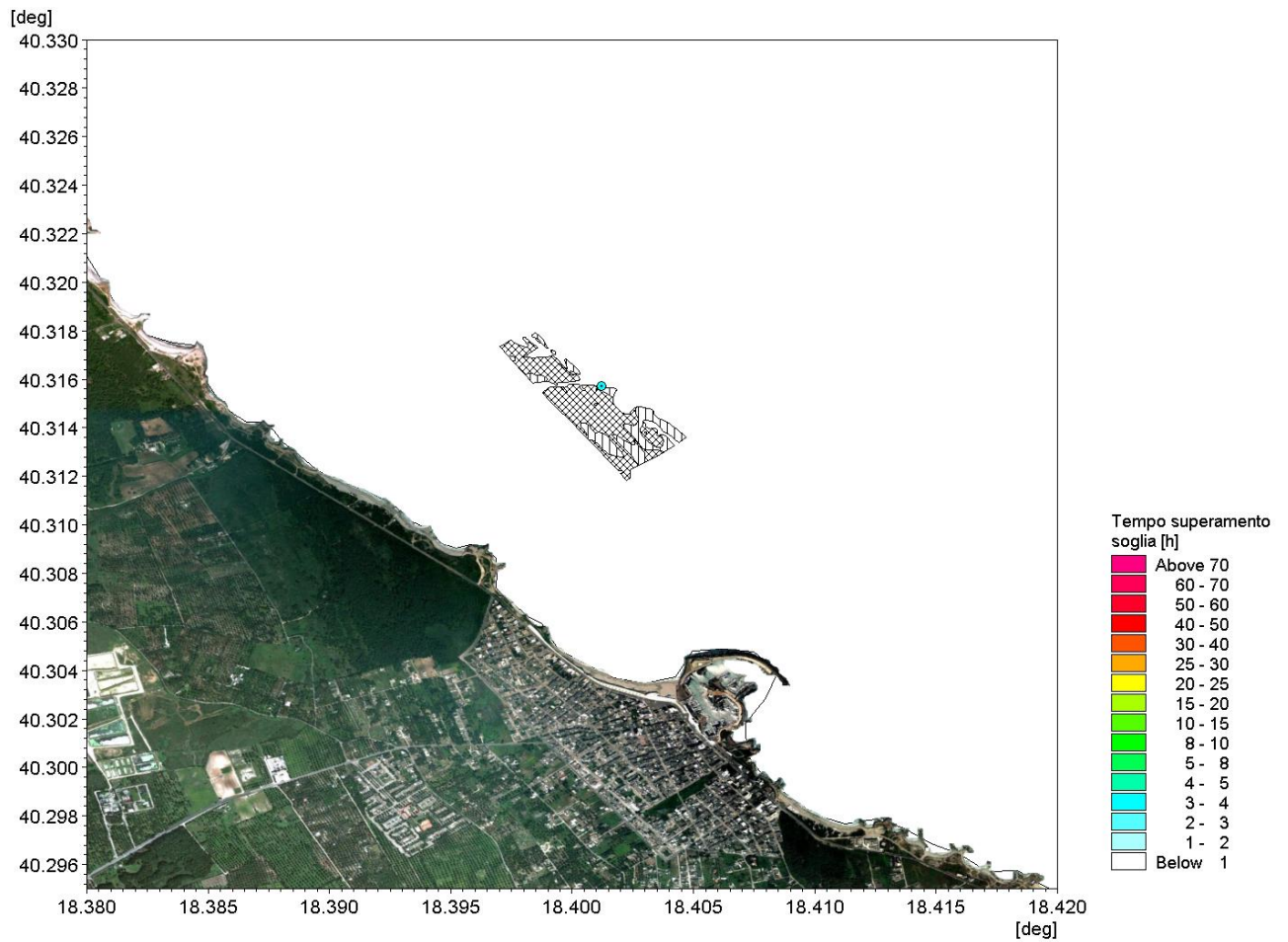
Dragaggio: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l alla profondità intermedia – primavera

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	194 of 266





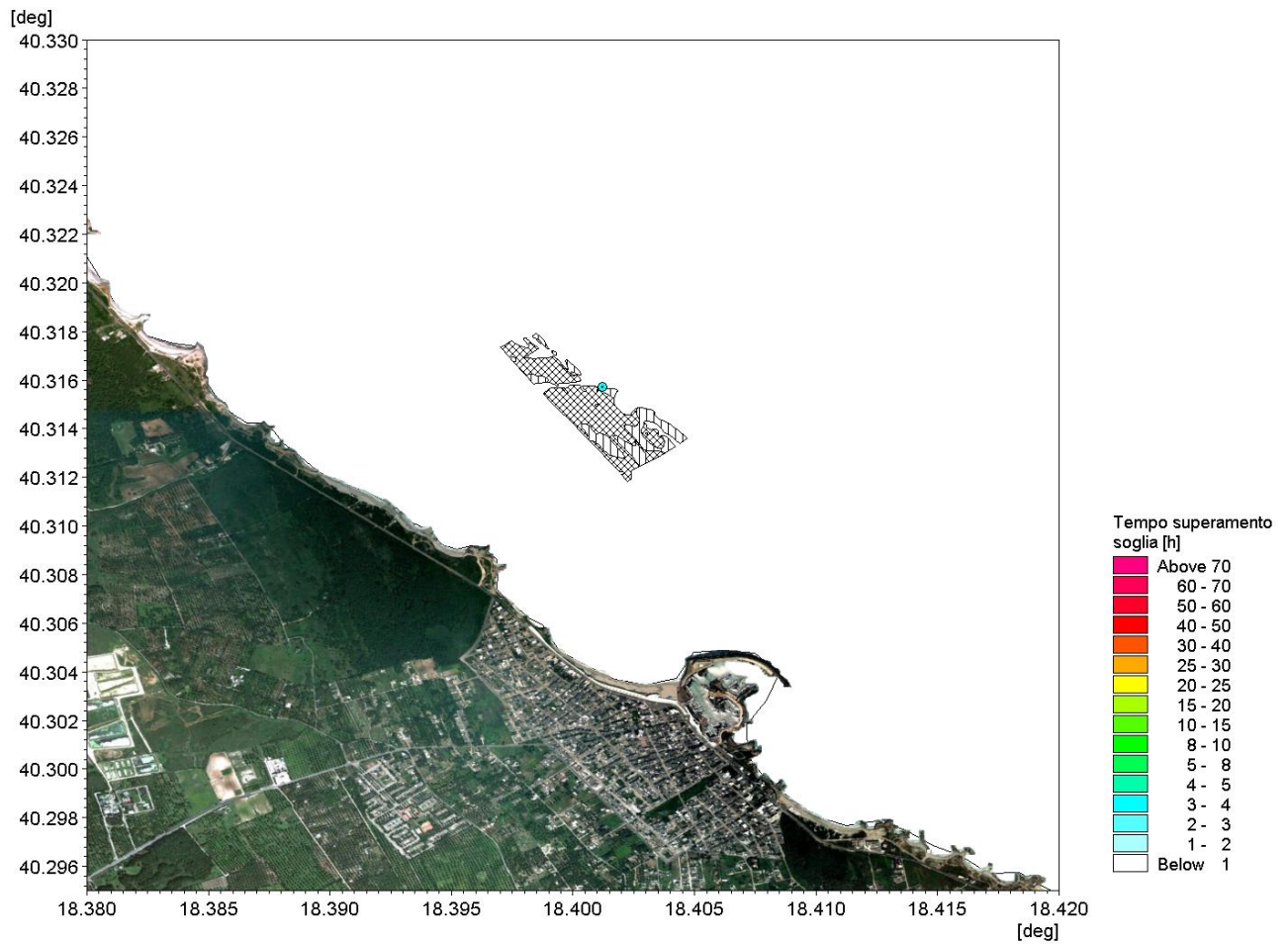
Dragaggio: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l sul fondo – primavera

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	195 of 266





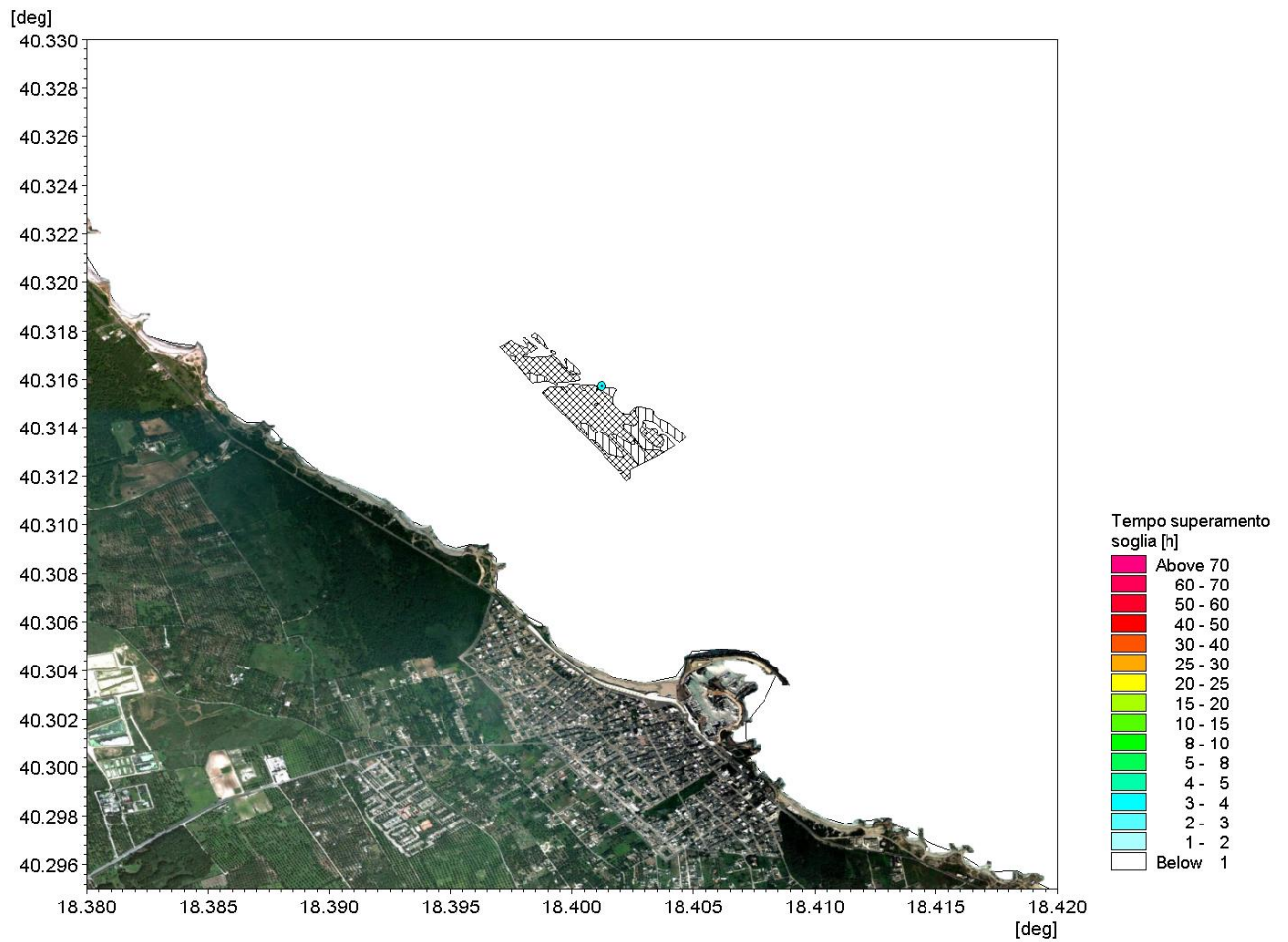
Dragaggio: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l in superficie – primavera

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	196 of 266





Dragaggio: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l alla profondità intermedia – primavera

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	197 of 266





Dragaggio: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l sul fondo – primavera

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	198 of 266

Deposizione massima



Dragaggio: deposizione massima - primavera



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	199 of 266

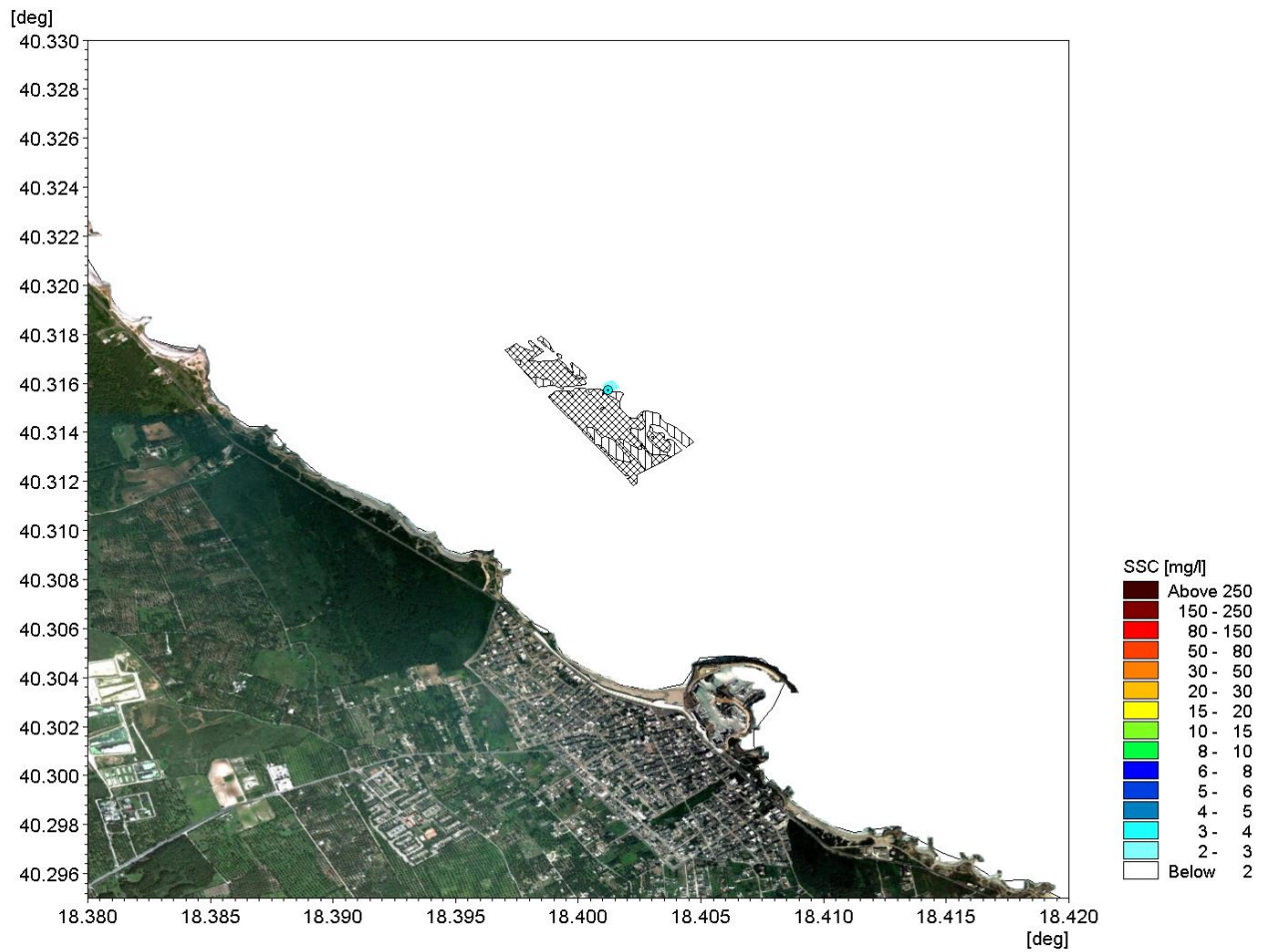
OPERAZIONI DI SCAVO – Stagione autunnale

Concentrazioni massime





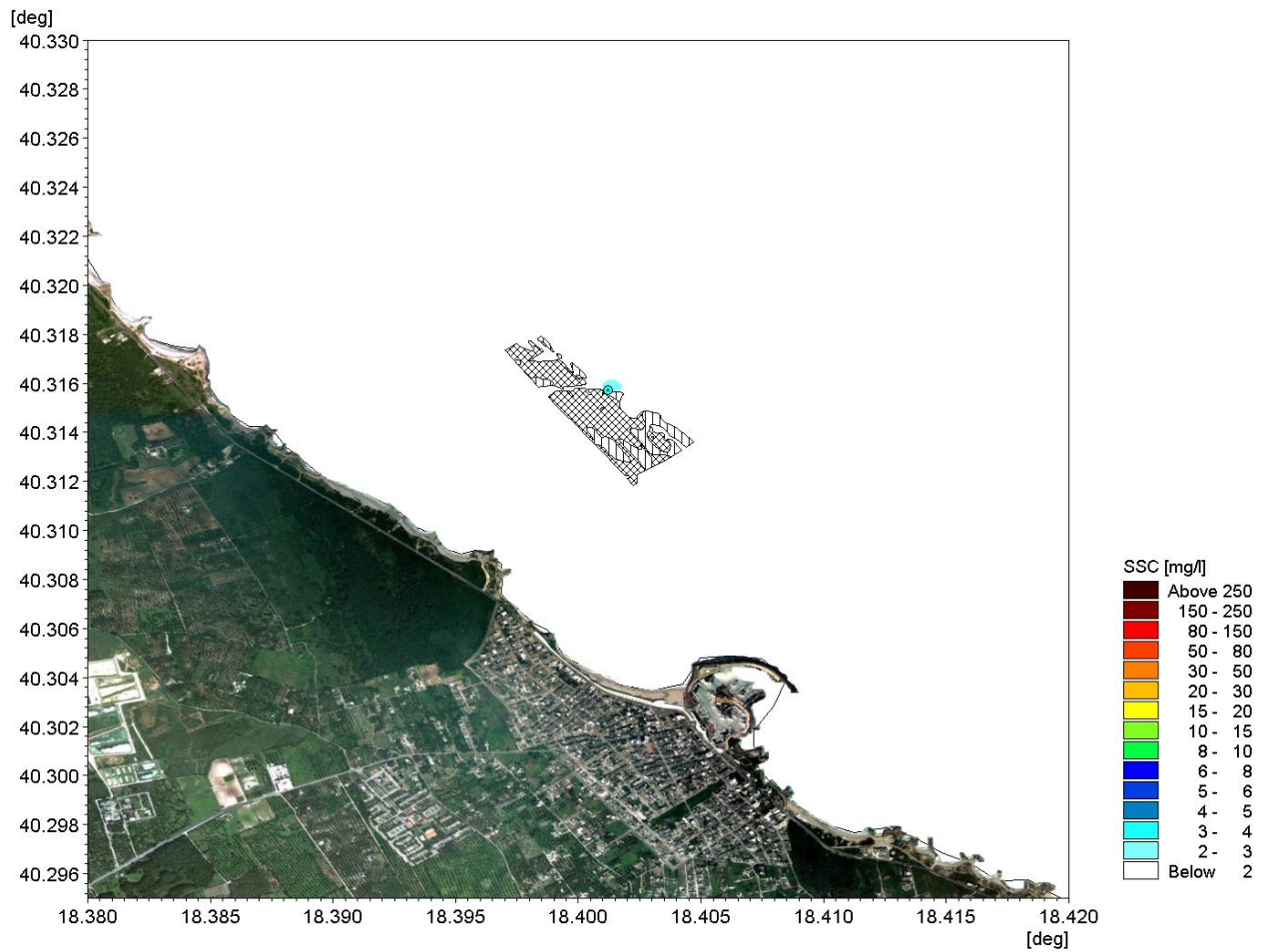
Dragaggio: concentrazione massima in superficie - autunno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	200 of 266





Dragaggio: concentrazione massima alla profondità intermedia - autunno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	201 of 266





Dragaggio: concentrazione massima al fondo - autunno

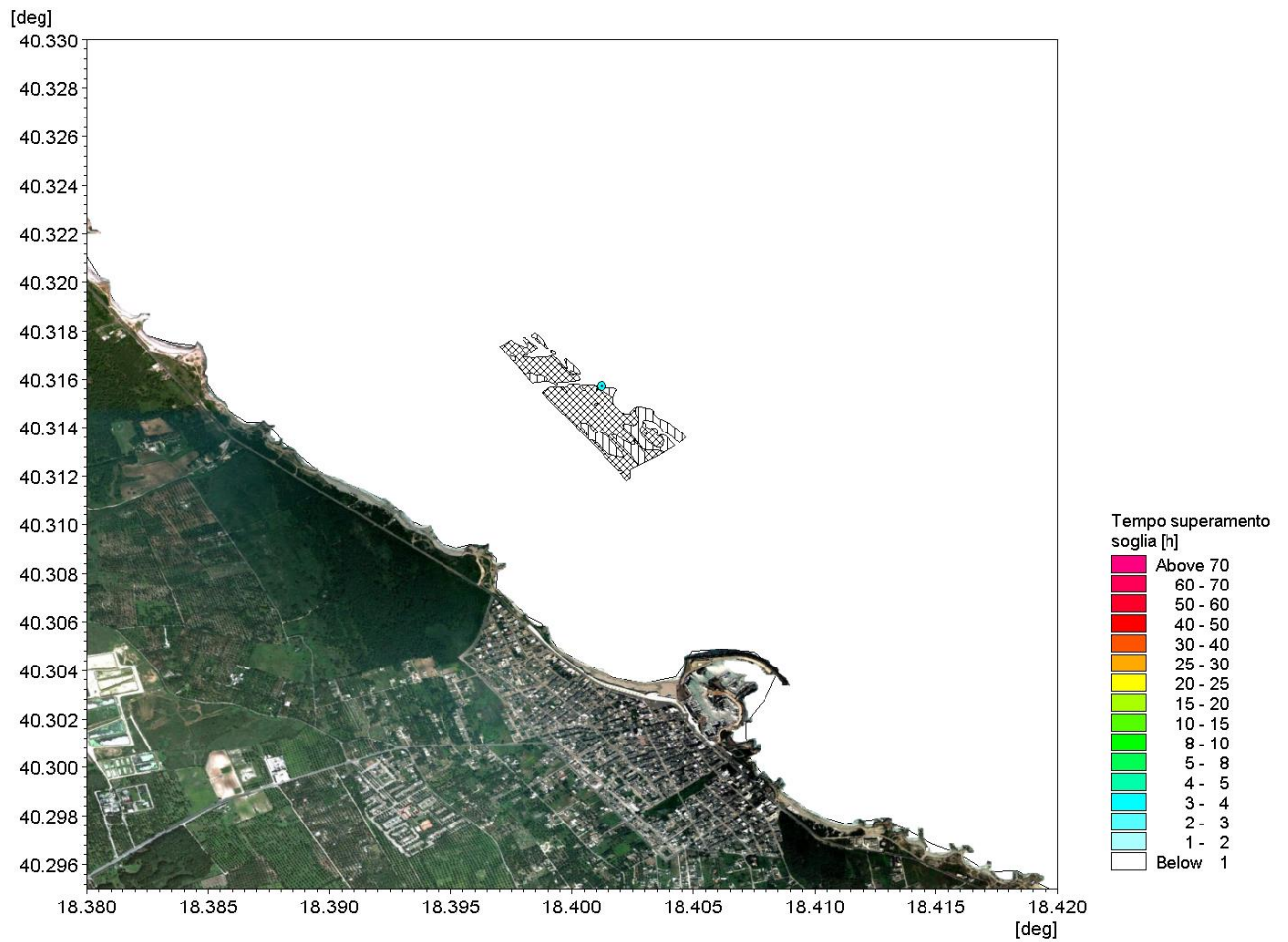
Tempi di persistenza di concentrazioni del sedimento superiori a 10 mg/l e a 50 mg/l

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	202 of 266





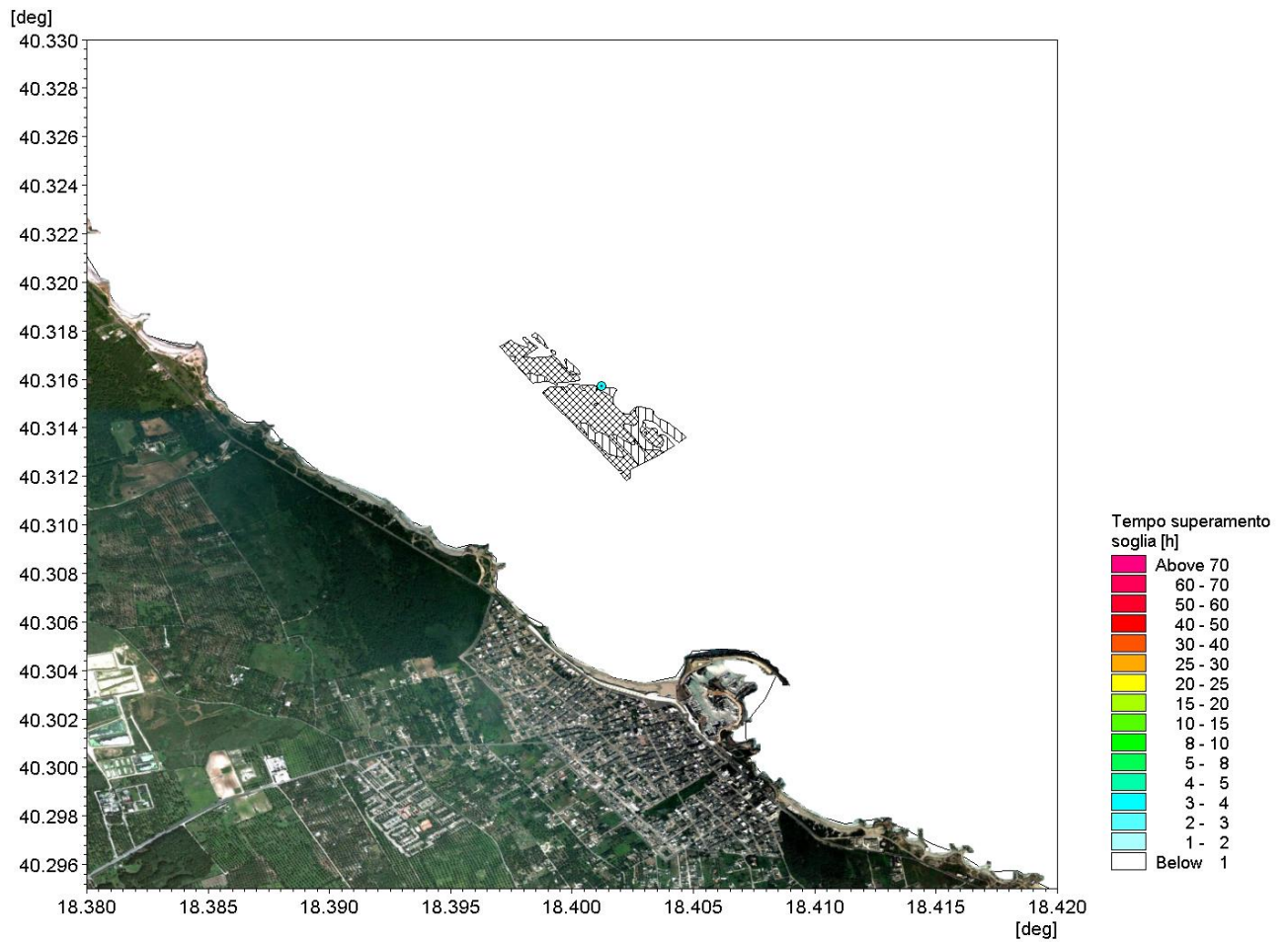
Dragaggio: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l in superficie - autunno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	203 of 266





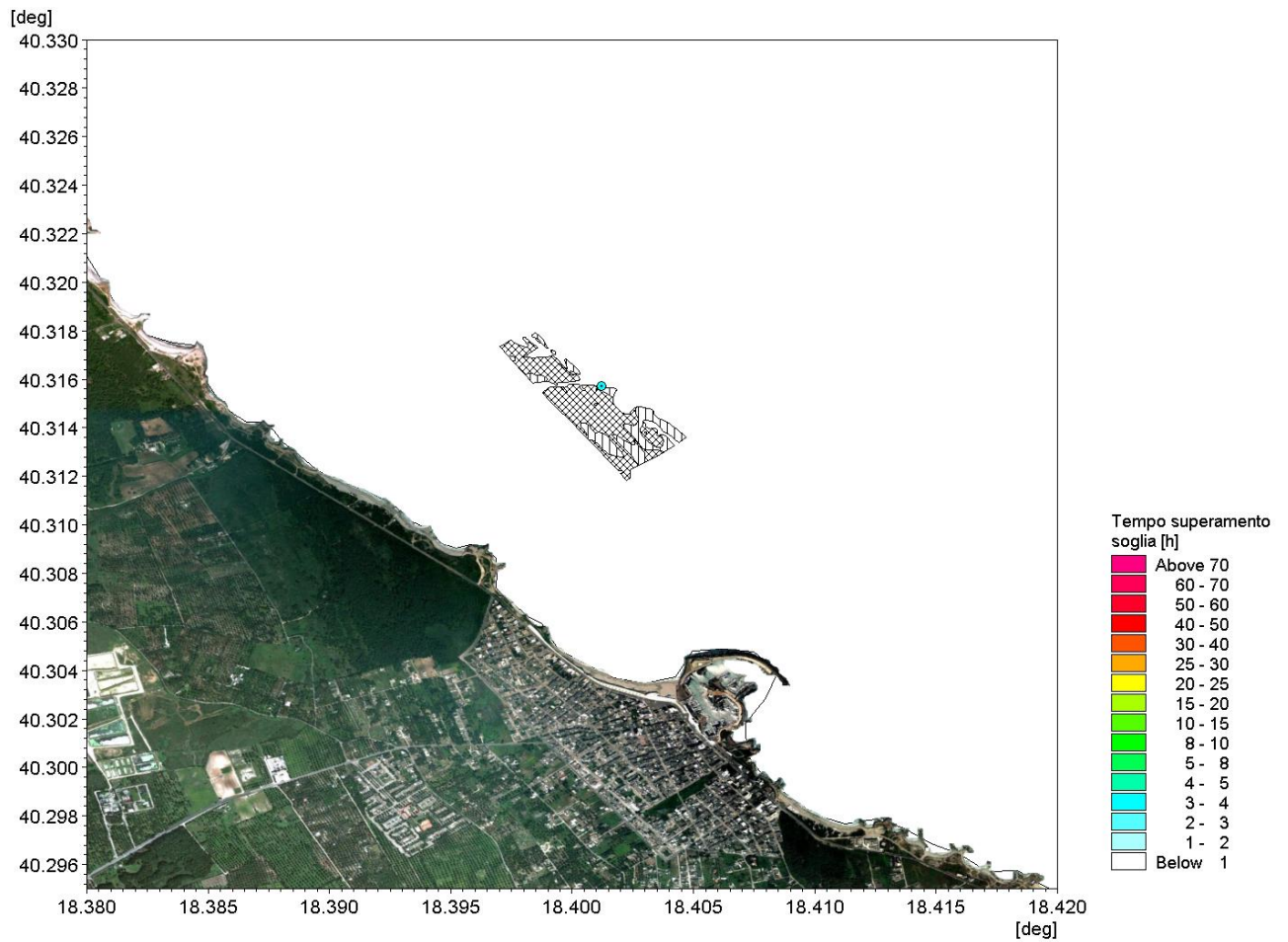
Dragaggio: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l alla profondità intermedia – autunno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	204 of 266





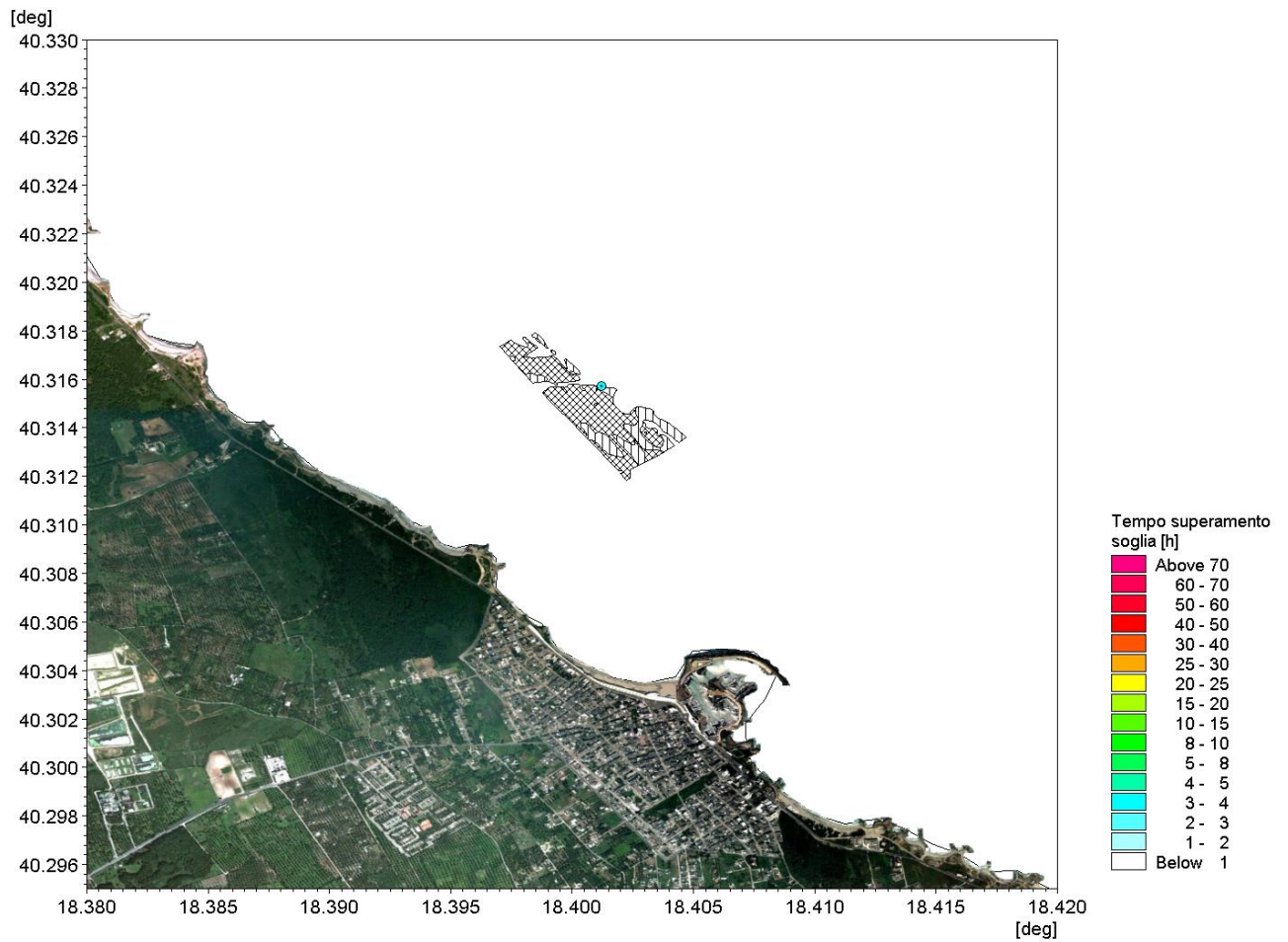
Dragaggio: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l sul fondo – autunno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	205 of 266





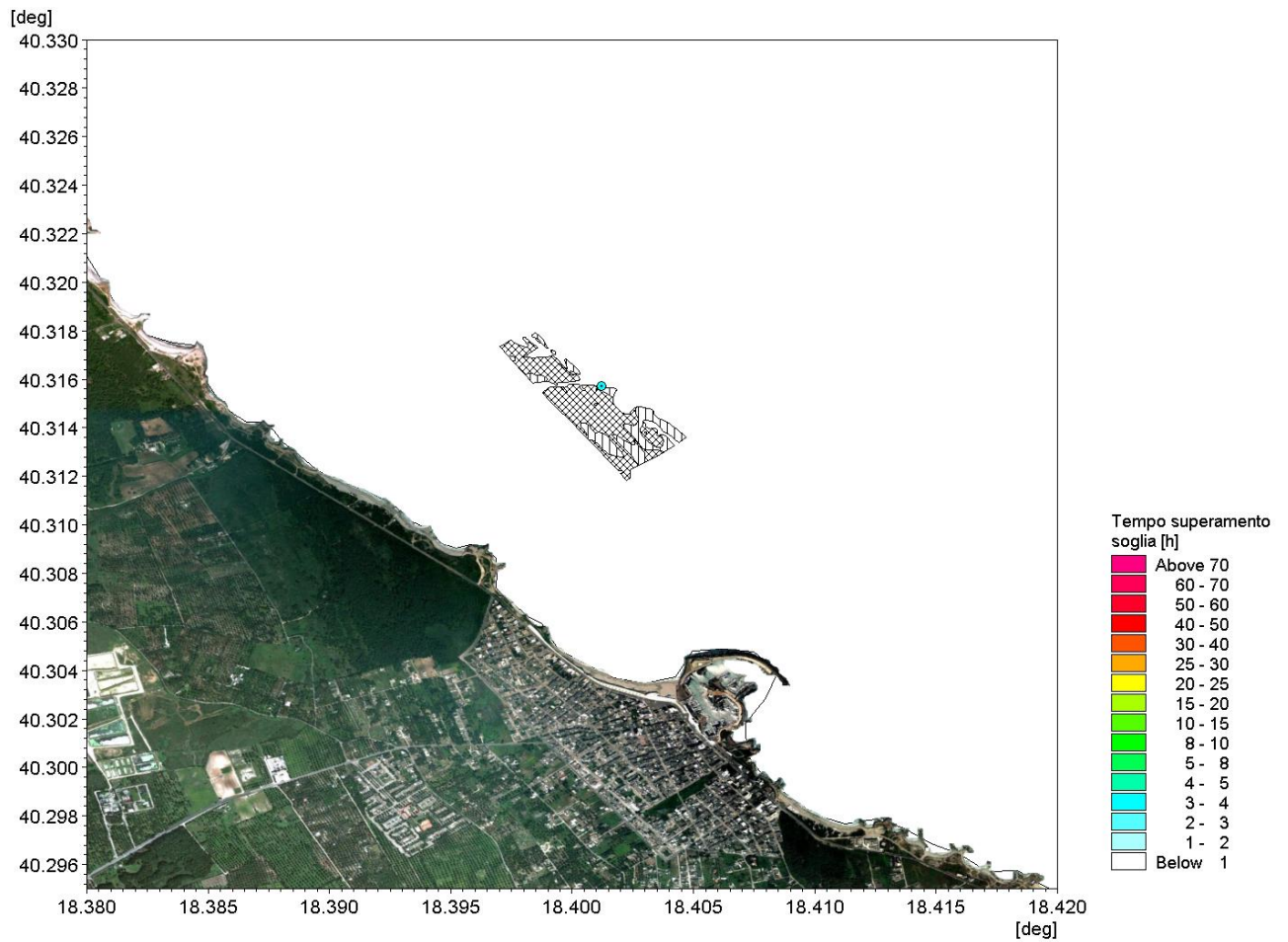
Dragaggio: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l in superficie – autunno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	206 of 266





Dragaggio: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l alla profondità intermedia – autunno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	207 of 266





Dragaggio: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l sul fondo – autunno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	208 of 266

Deposizione massima

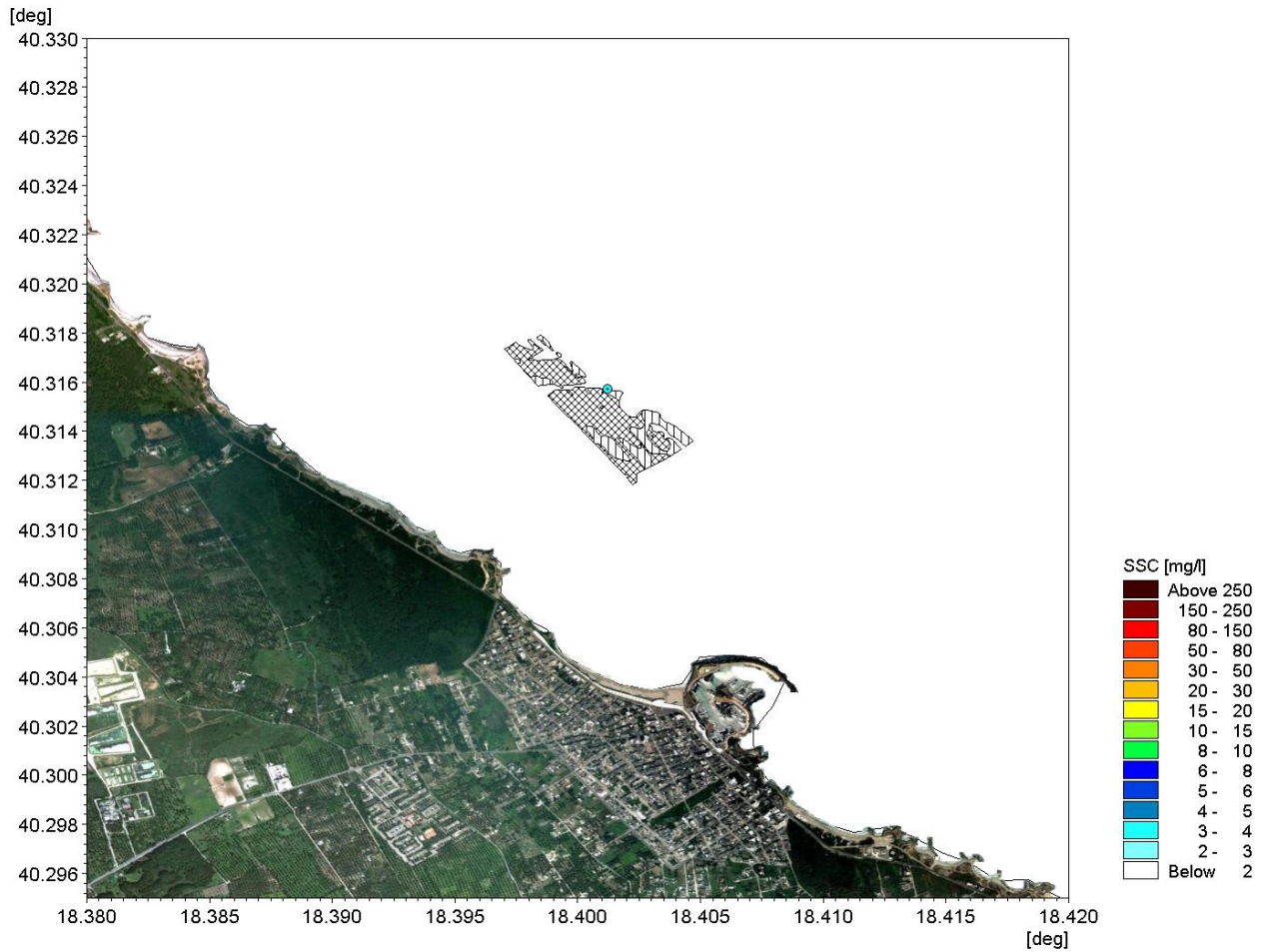


Dragaggio: deposizione massima - autunno



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	209 of 266

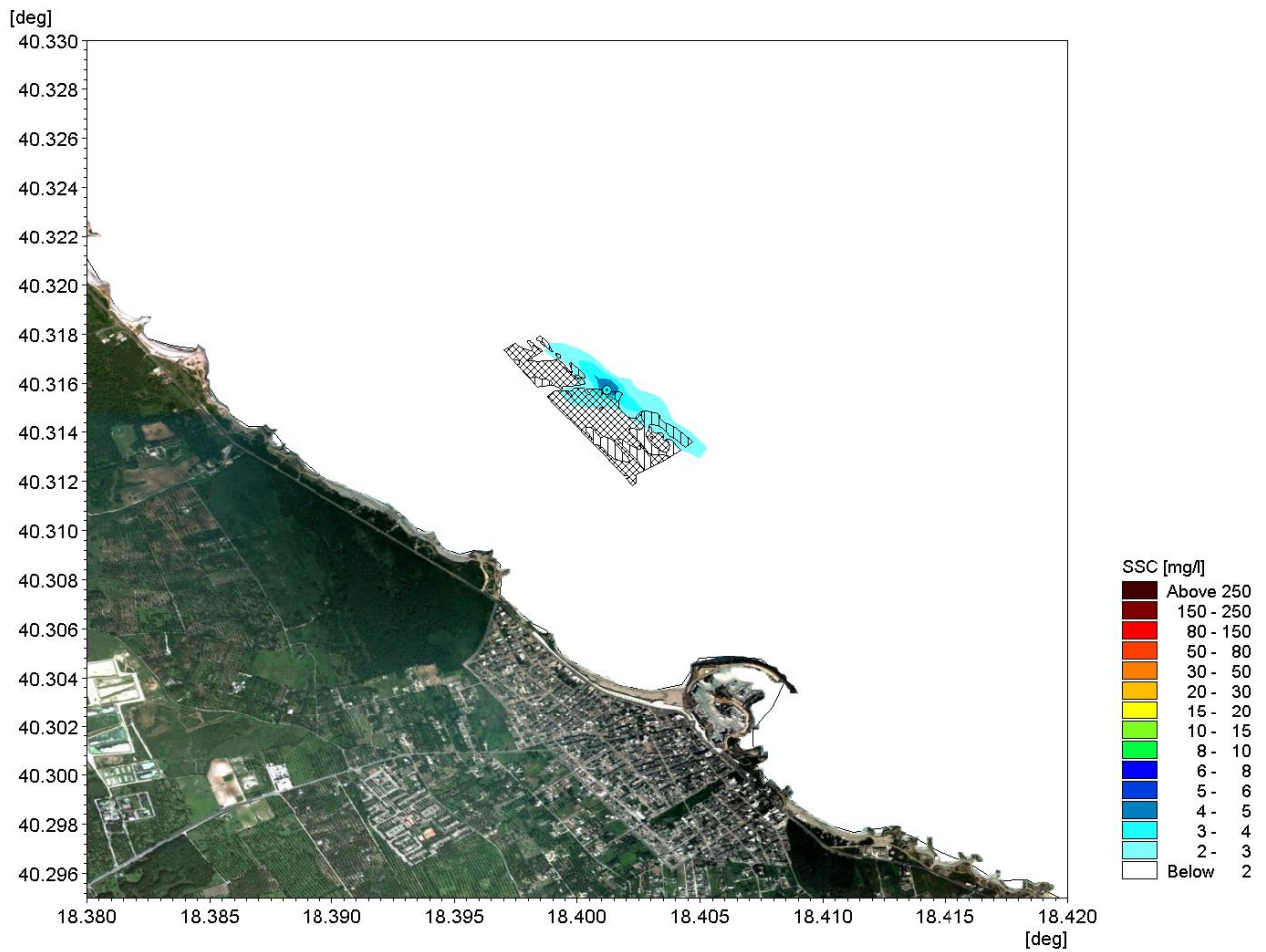
OPERAZIONI DI RIEMPIMENTO – Stagione invernale

Concentrazione massima nei periodi operativi (16:00-07:30)





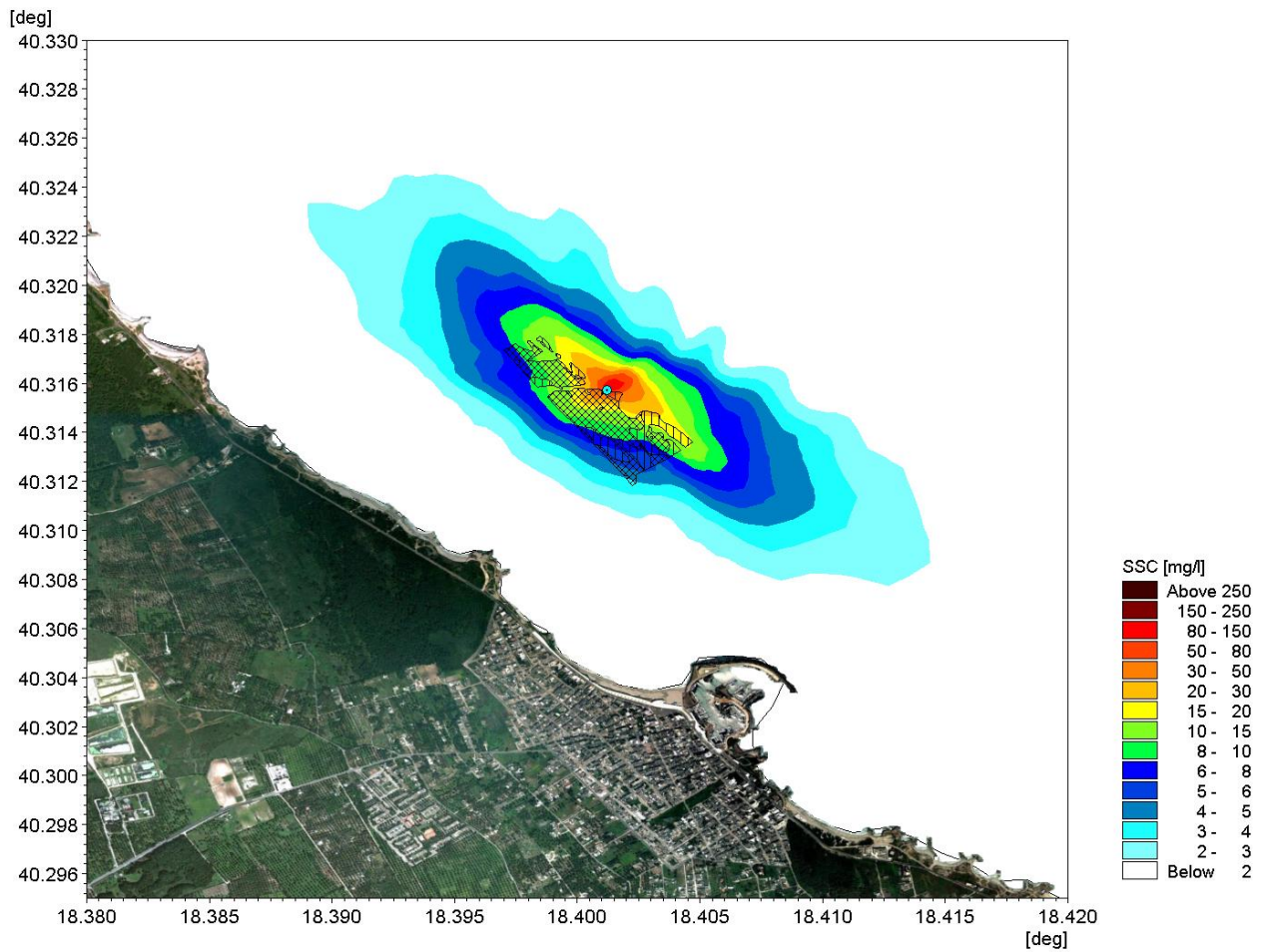
Riempimento: concentrazione massima in superficie nei periodi di operatività – inverno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	210 of 266





Riempimento: concentrazione massima alla profondità intermedia nei periodi di operatività – inverno

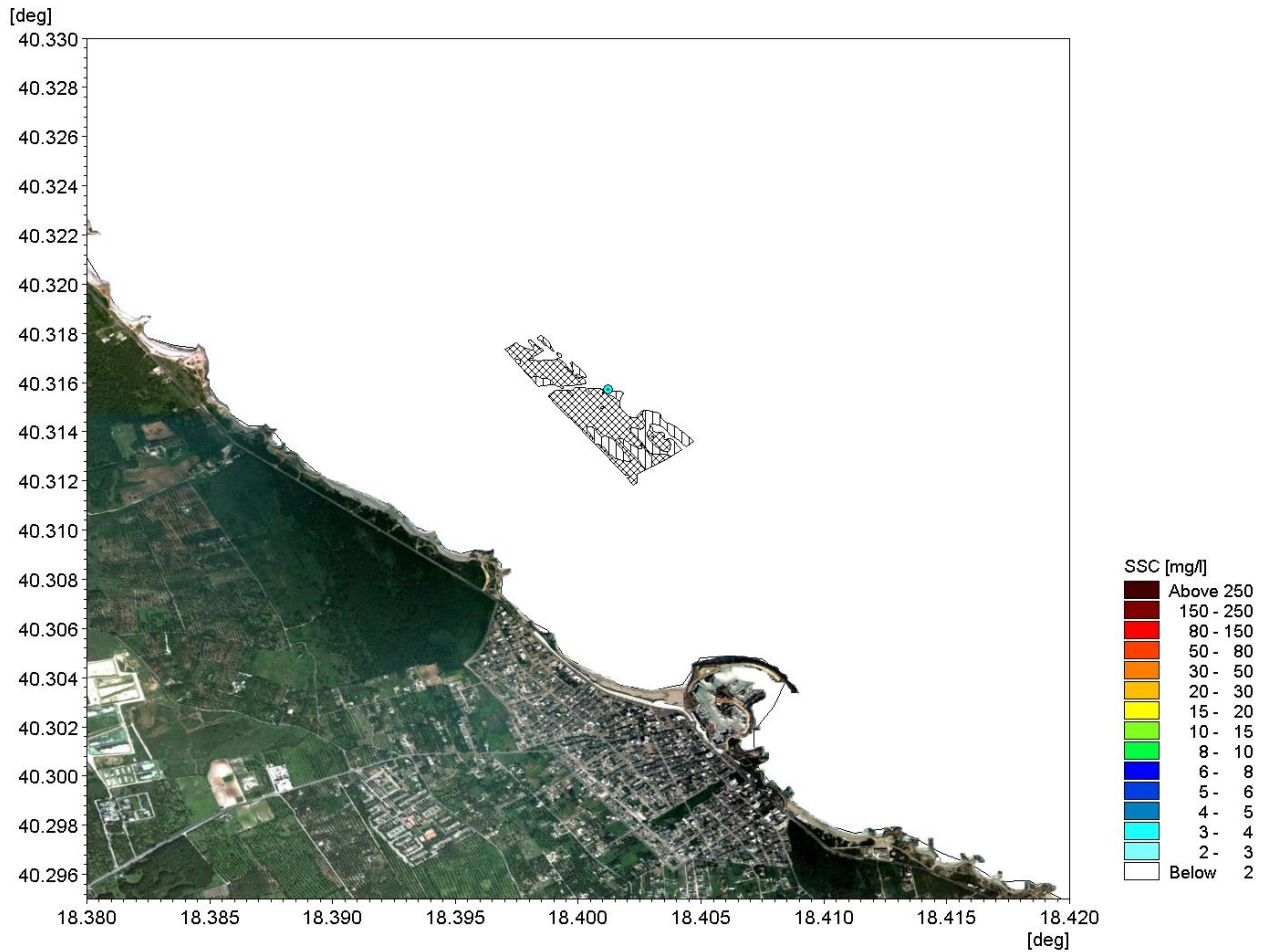
 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	211 of 266





Riempimento: concentrazione massima sul fondo nei periodi di operatività – inverno

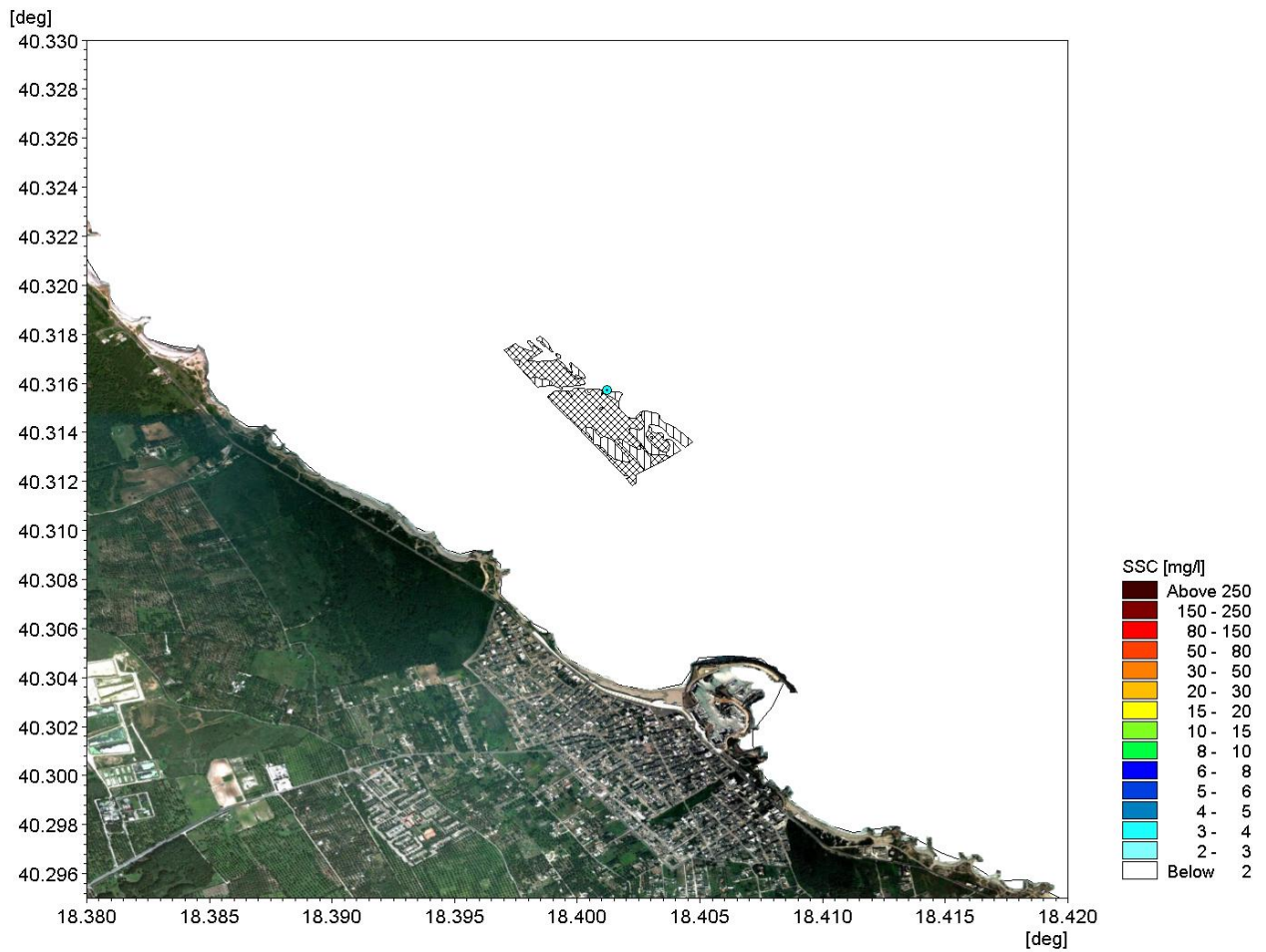
 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	212 of 266

Concentrazione massima nei periodi di fermo macchina (07:30-16:00)





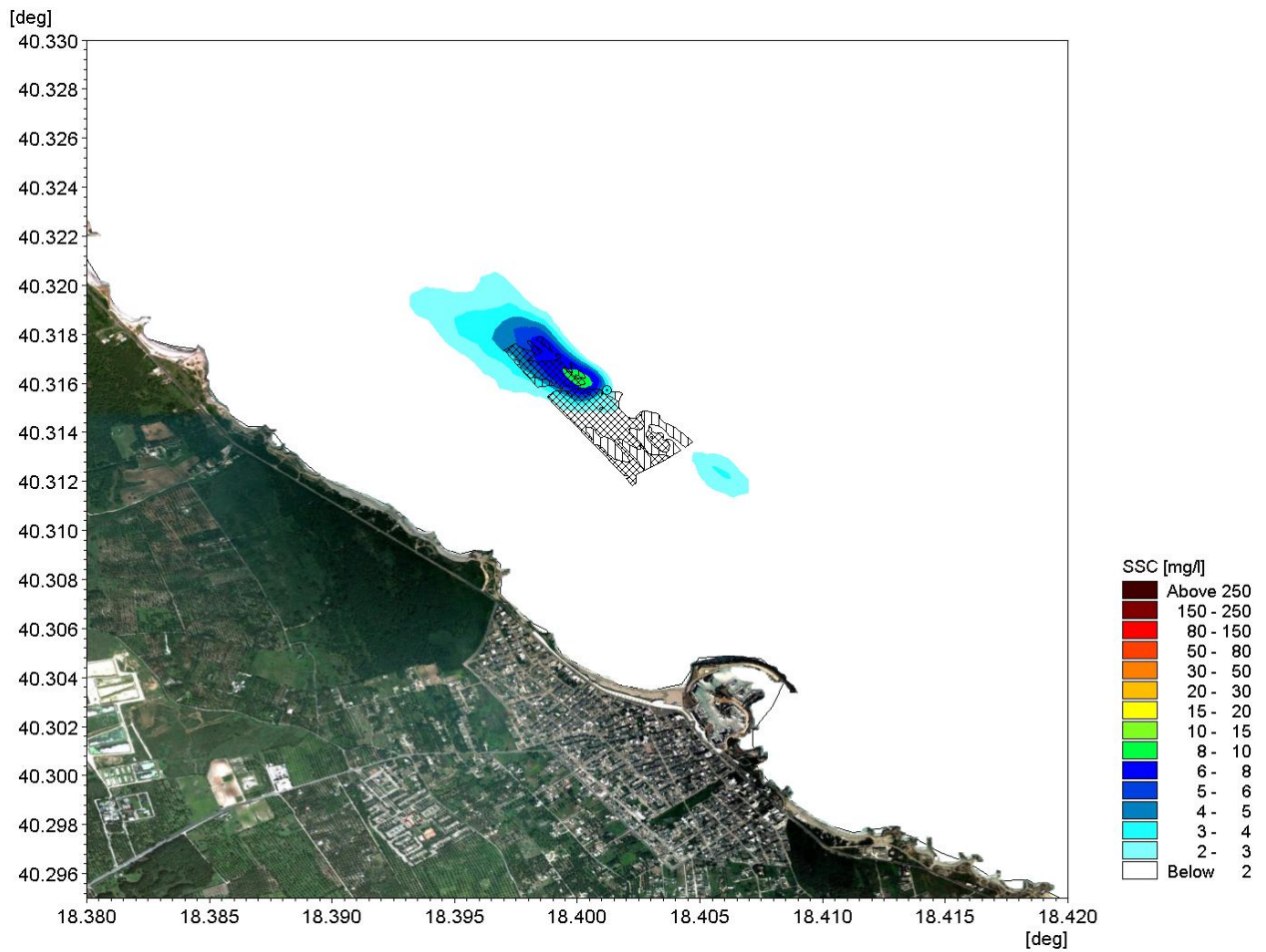
Riempimento: concentrazione massima in superficie nei periodi di inattività – inverno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	213 of 266





Riempimento: concentrazione massima alla profondità intermedia nei periodi di inattività – inverno

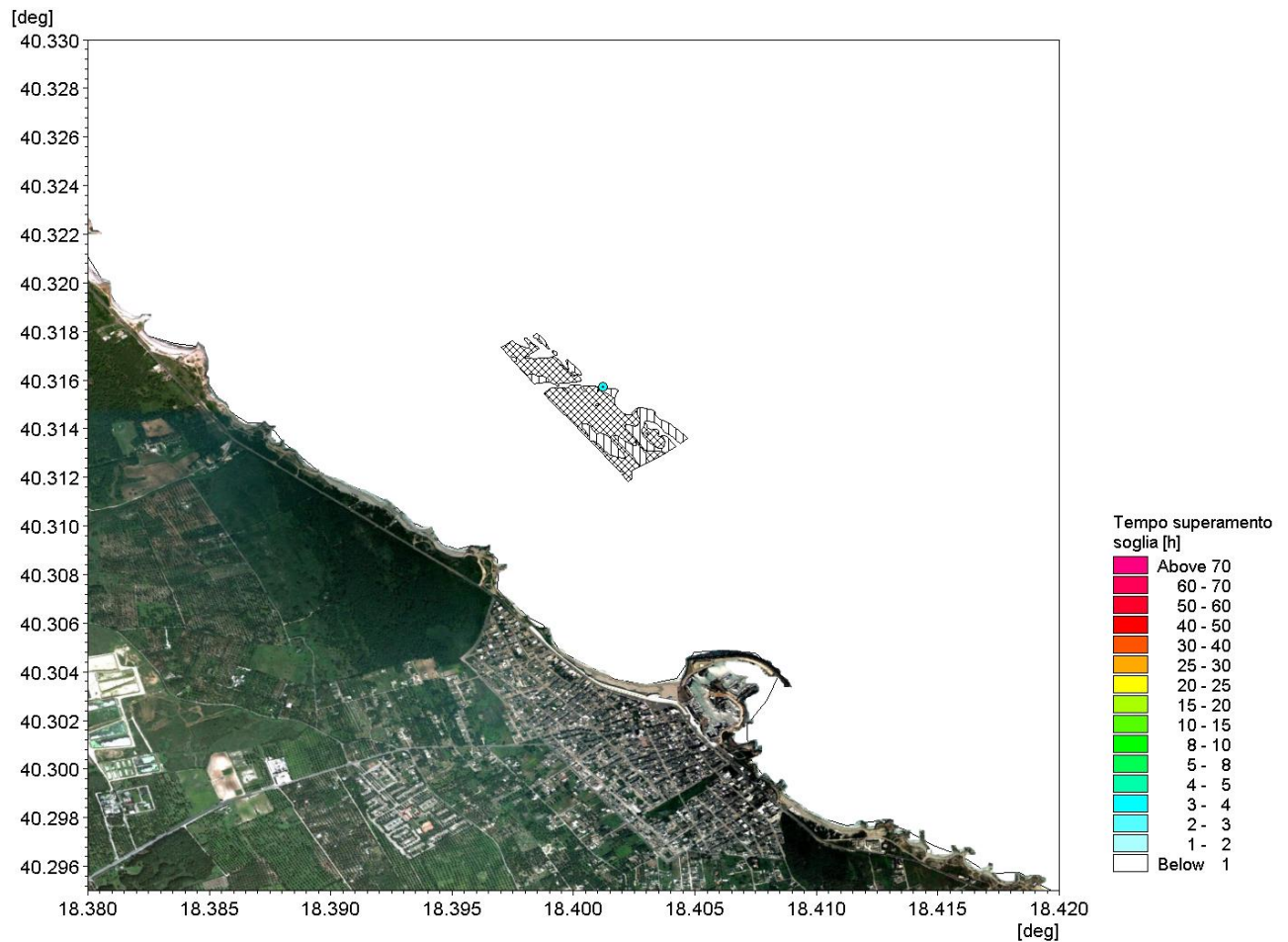
 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	214 of 266





Riempimento: concentrazione massima sul fondo nei periodi di inattività – inverno

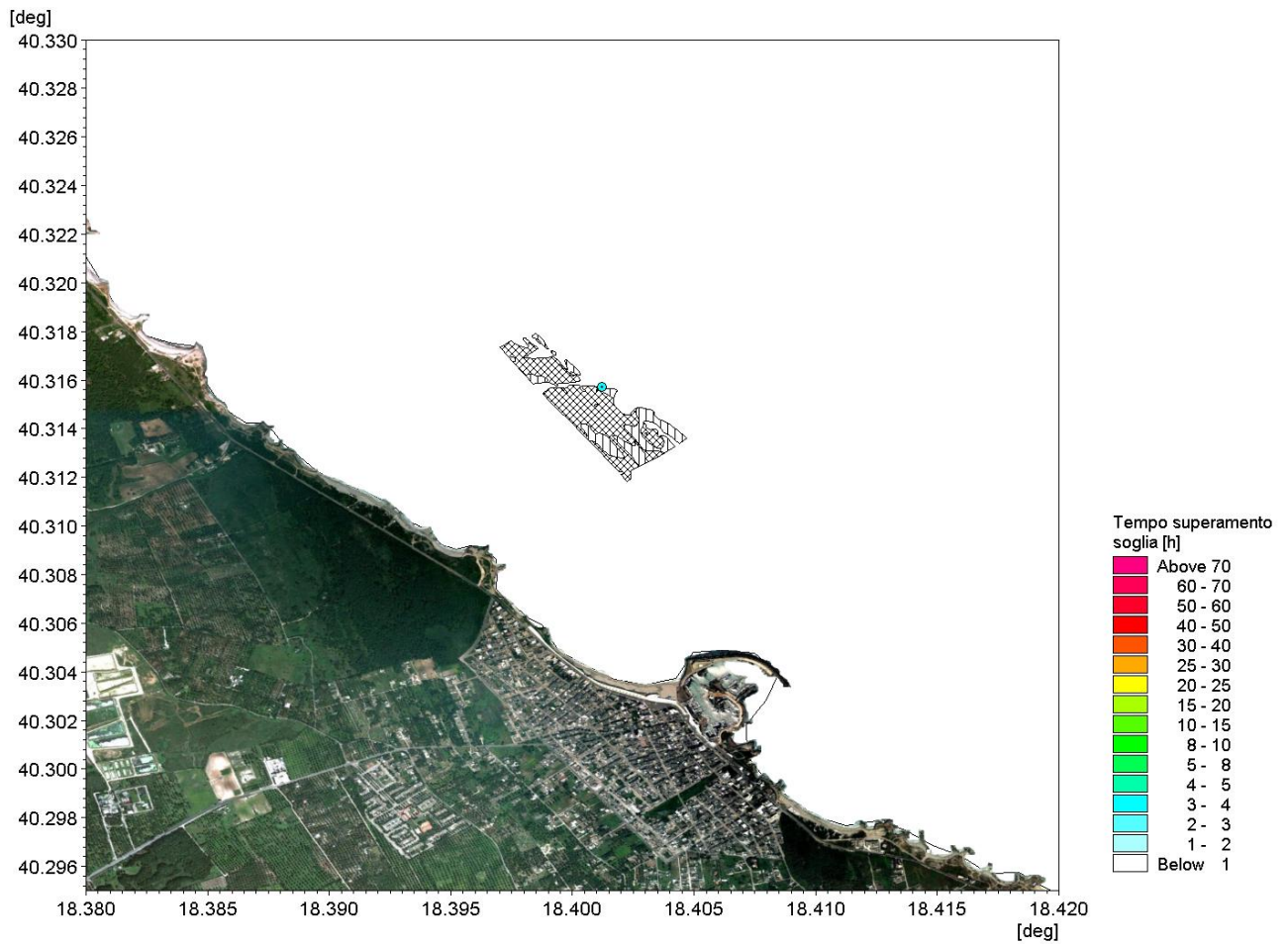
 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	215 of 266

Tempi di persistenza di concentrazioni del sedimento superiori a 10 mg/l e a 50 mg/l nei periodi operativi (16:00-07:30)





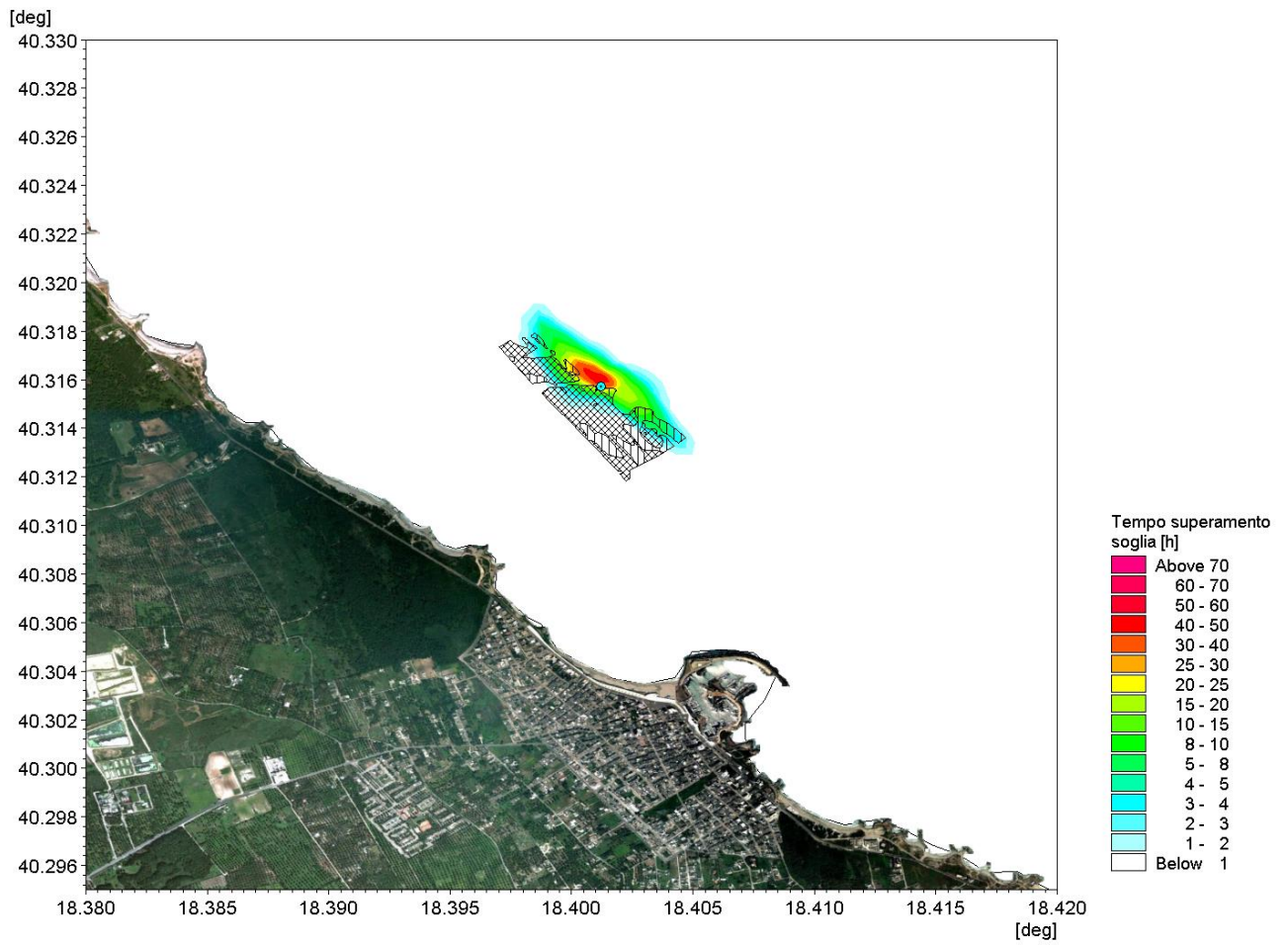
Riempimento: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l in superficie nei periodi di operatività- inverno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	216 of 266





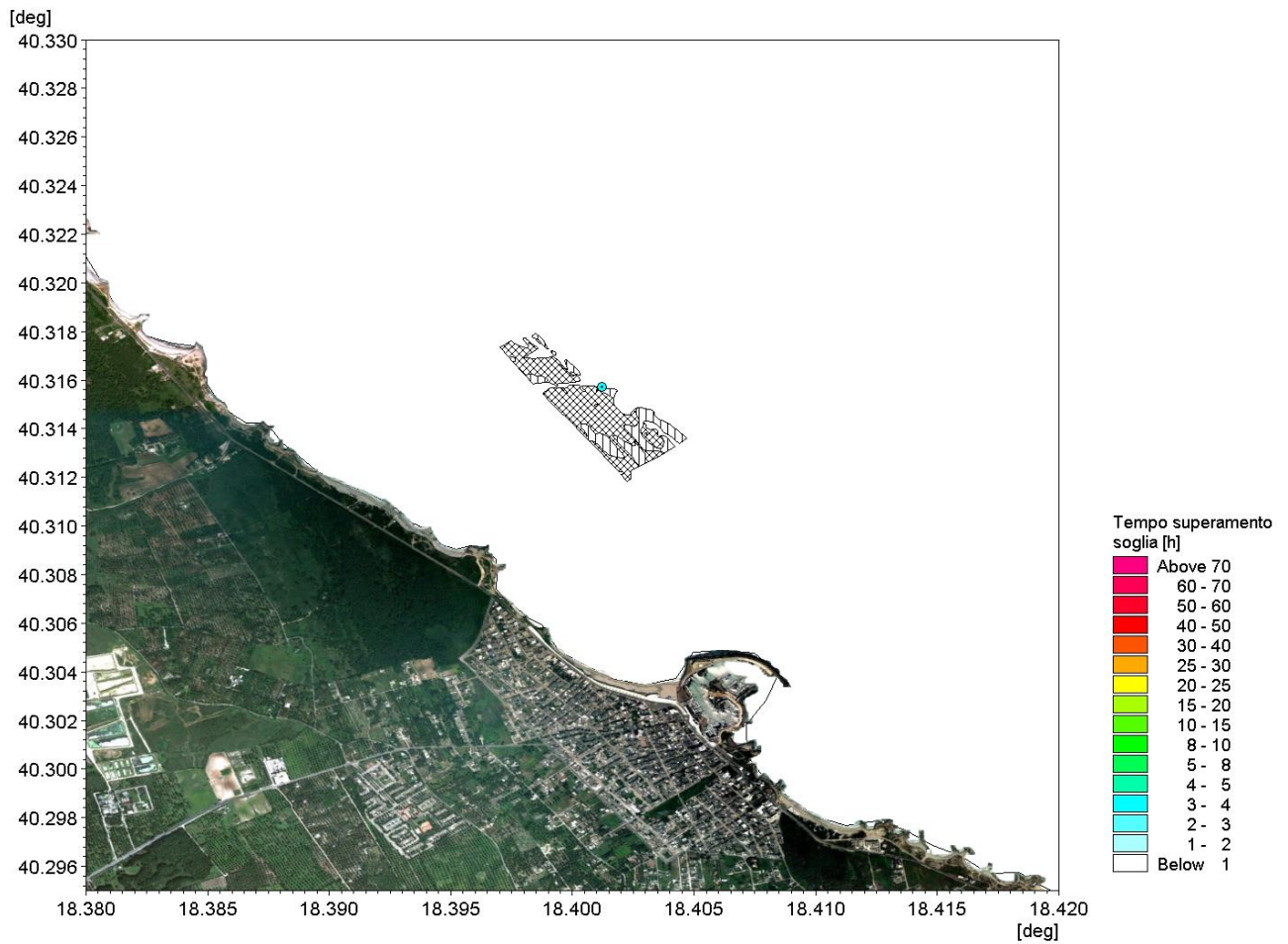
Riempimento: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l alla profondità intermedia nei periodi di operatività - inverno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	217 of 266





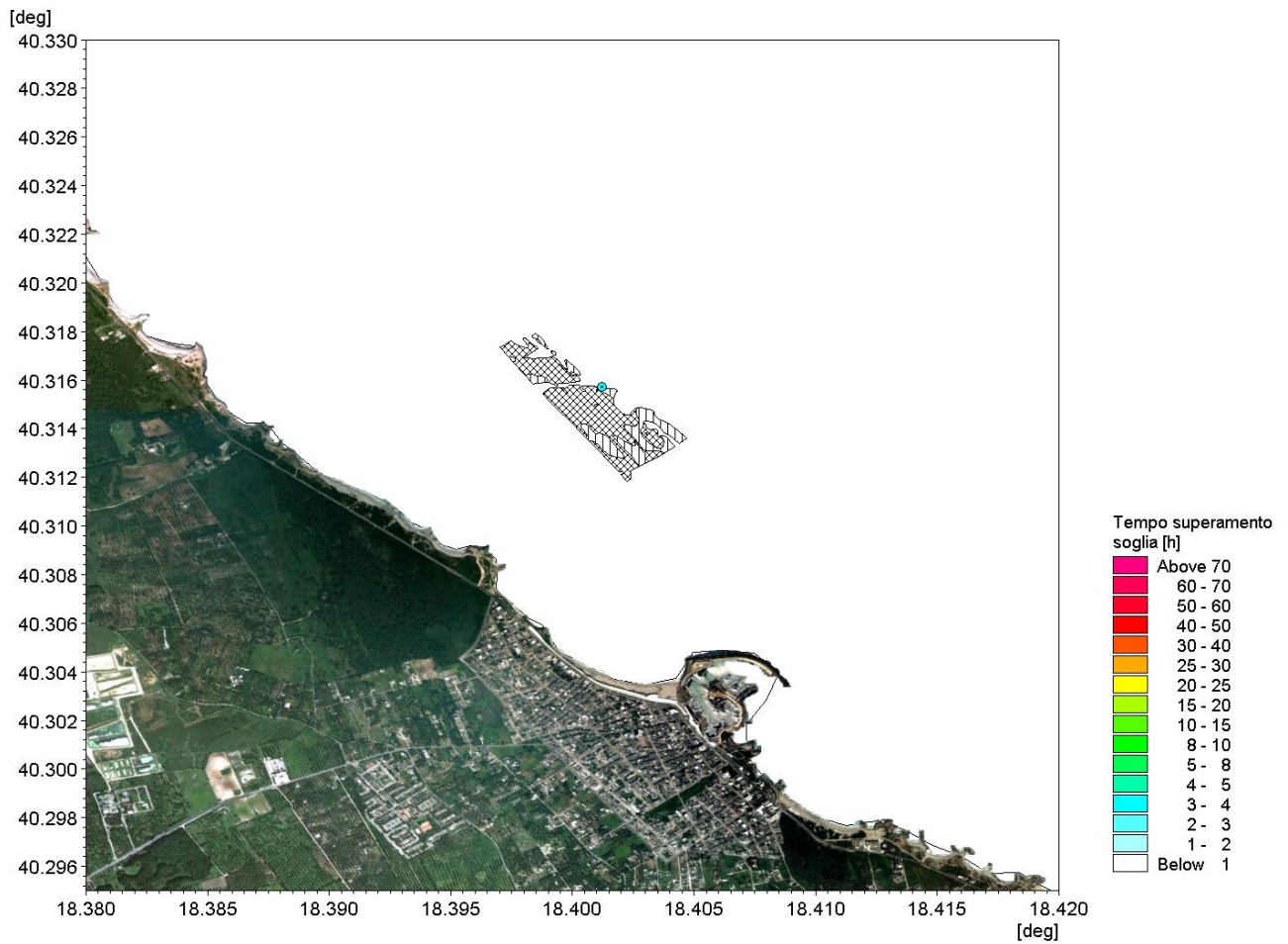
Riempimento: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l sul fondo nei periodi di operatività - inverno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	218 of 266





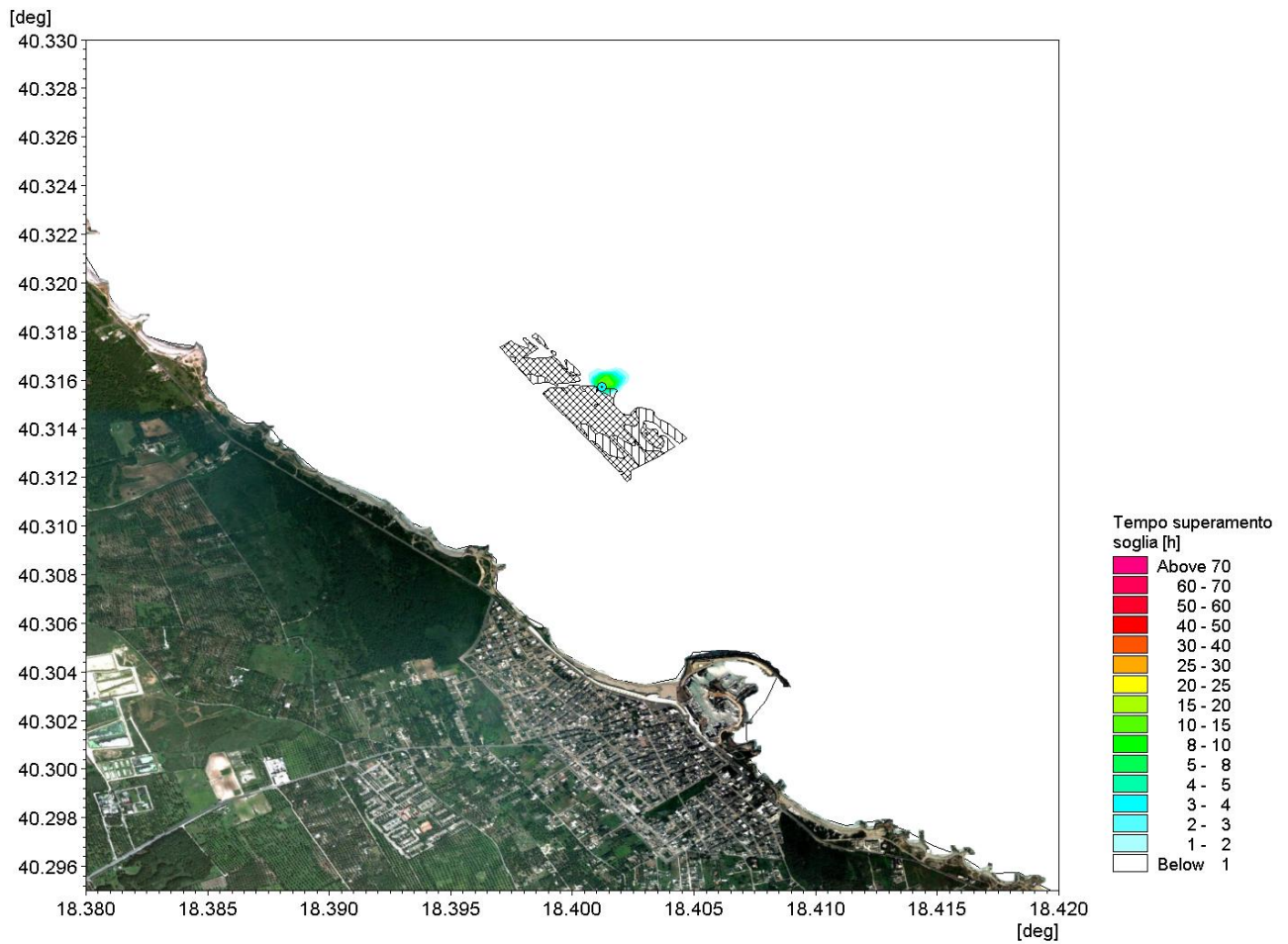
Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l in superficie nei periodi di operatività- inverno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	219 of 266





Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l alla profondità intermedia nei periodi di operatività- inverno

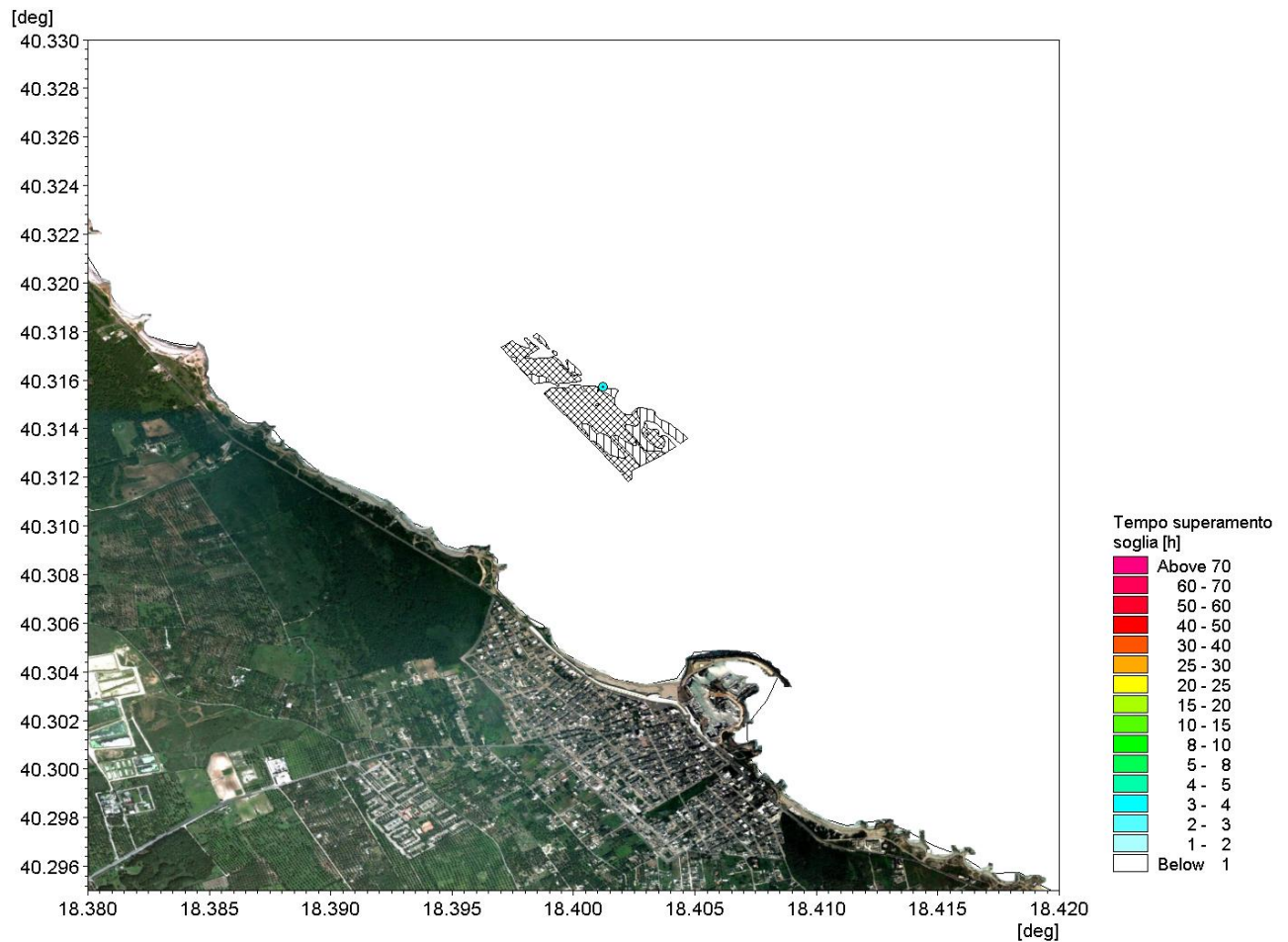
 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	220 of 266





Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l sul fondo nei periodi di operatività - inverno

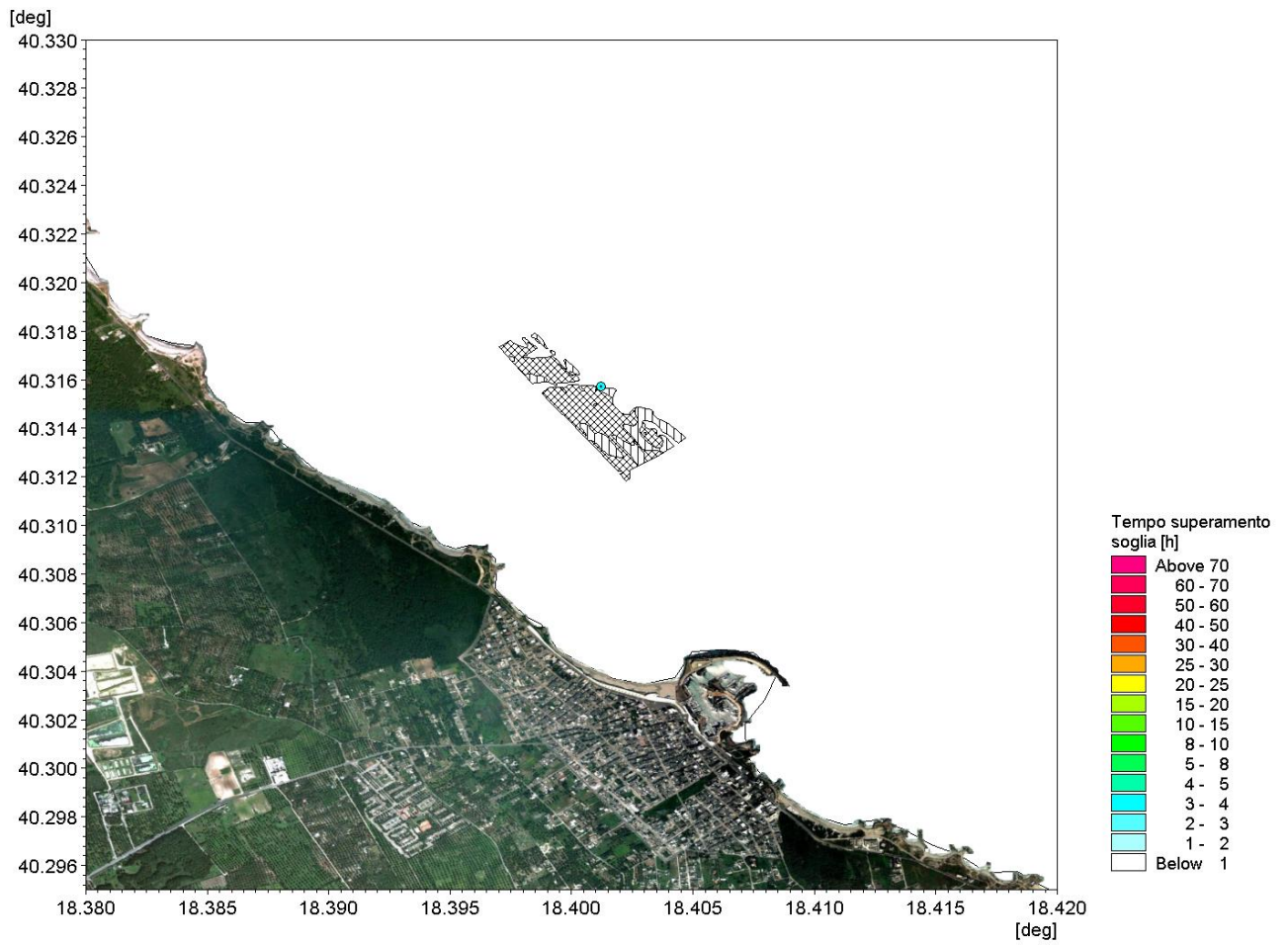
 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	221 of 266

Tempi di persistenza di concentrazioni del sedimento superiori a 10 mg/l e a 50 mg/l nei periodi di fermo macchina (07:30-16:00)





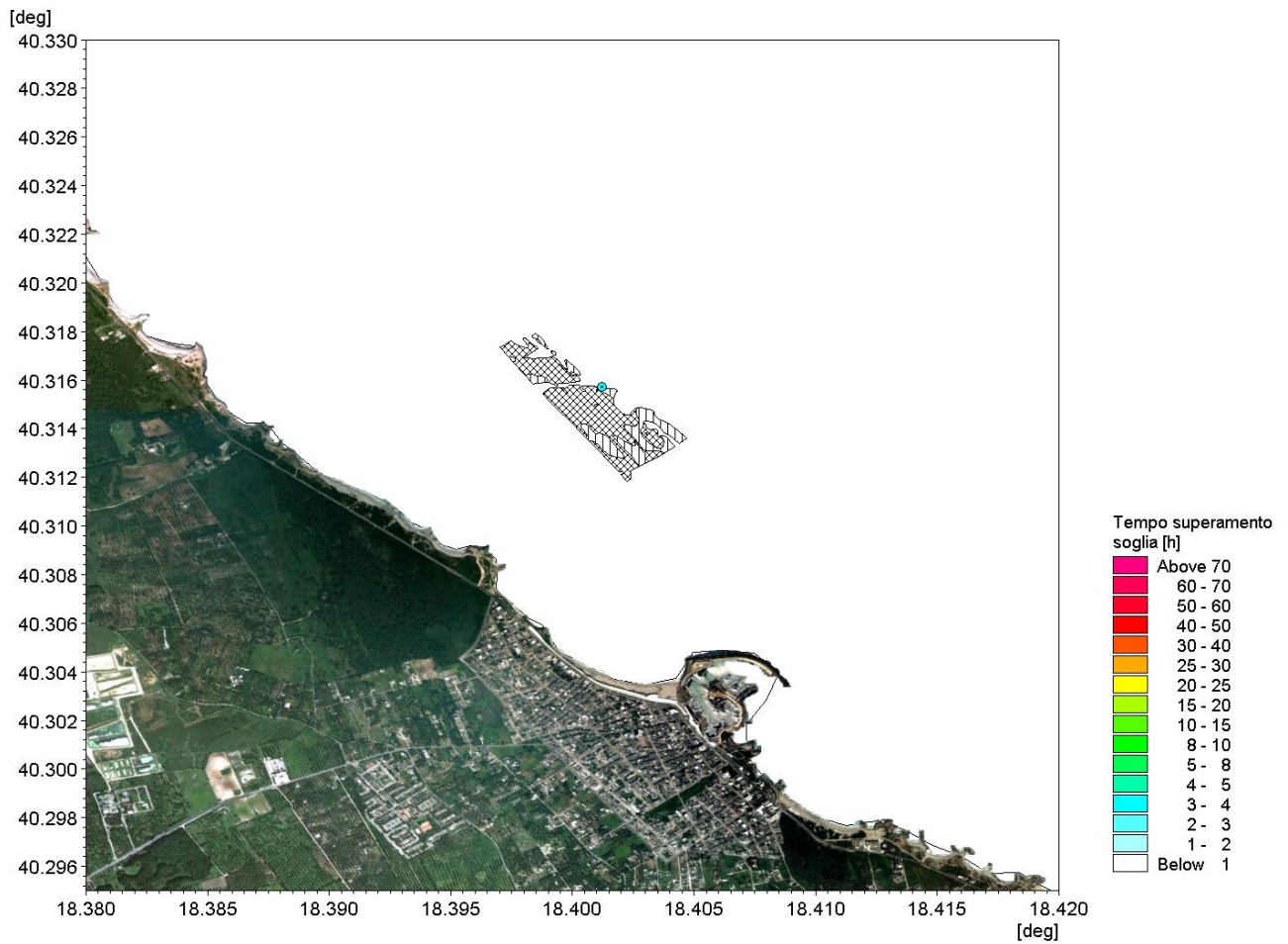
Riempimento: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l in superficie nei periodi di inattività - inverno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	222 of 266





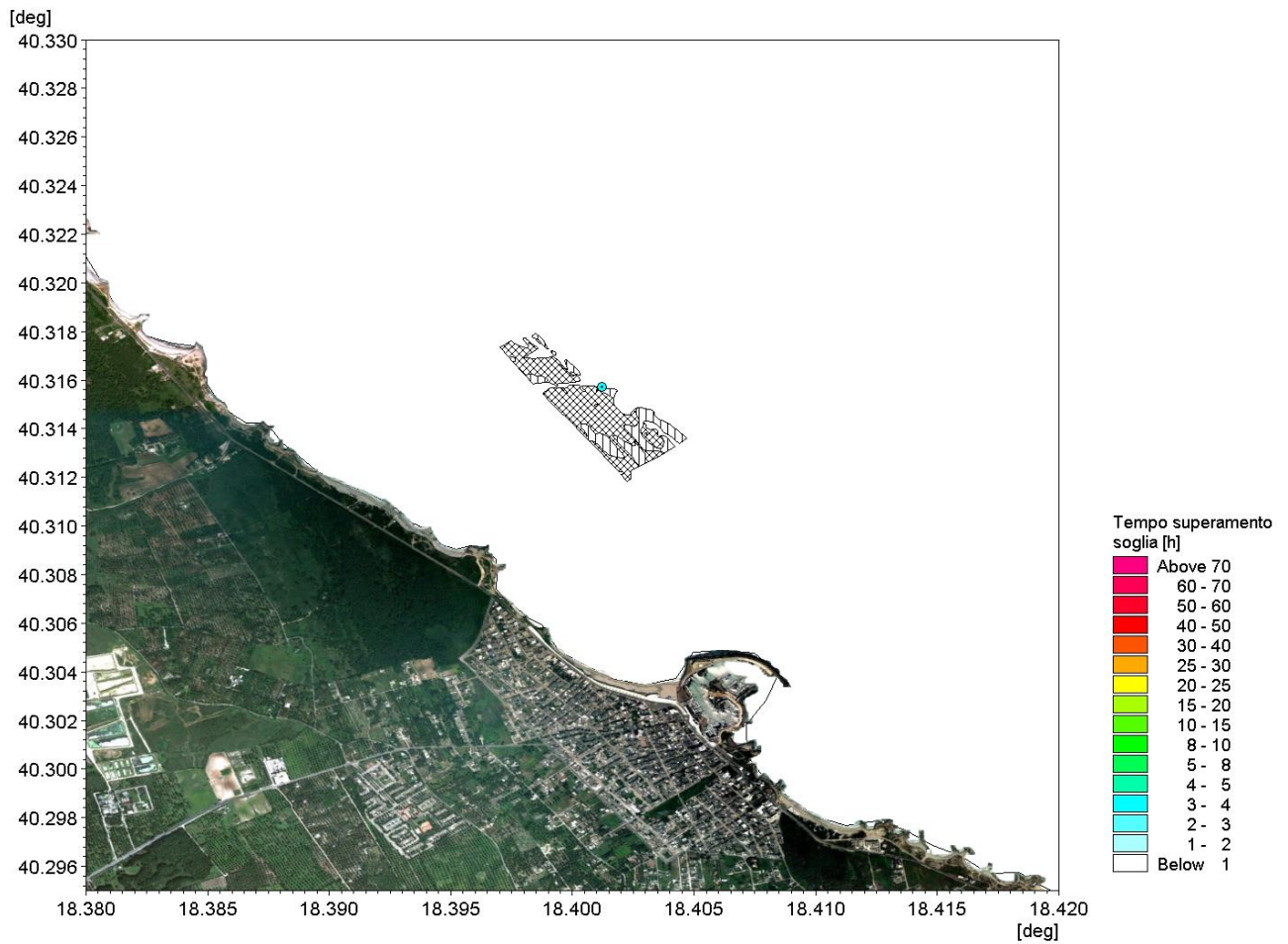
Riempimento: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l alla profondità intermedia nei periodi di inattività – inverno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	223 of 266





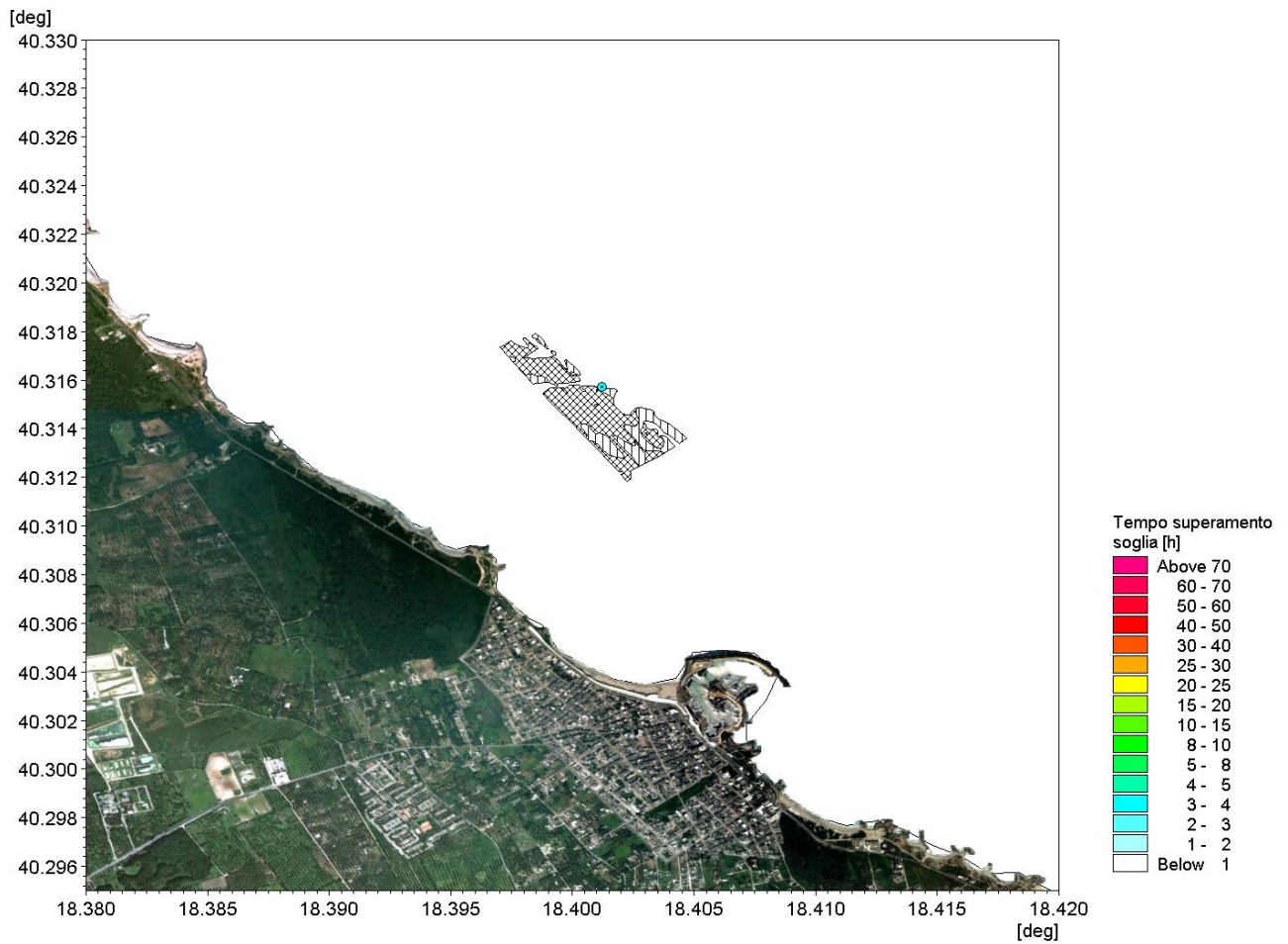
Riempimento: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l sul fondo nei periodi di inattività - inverno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	224 of 266





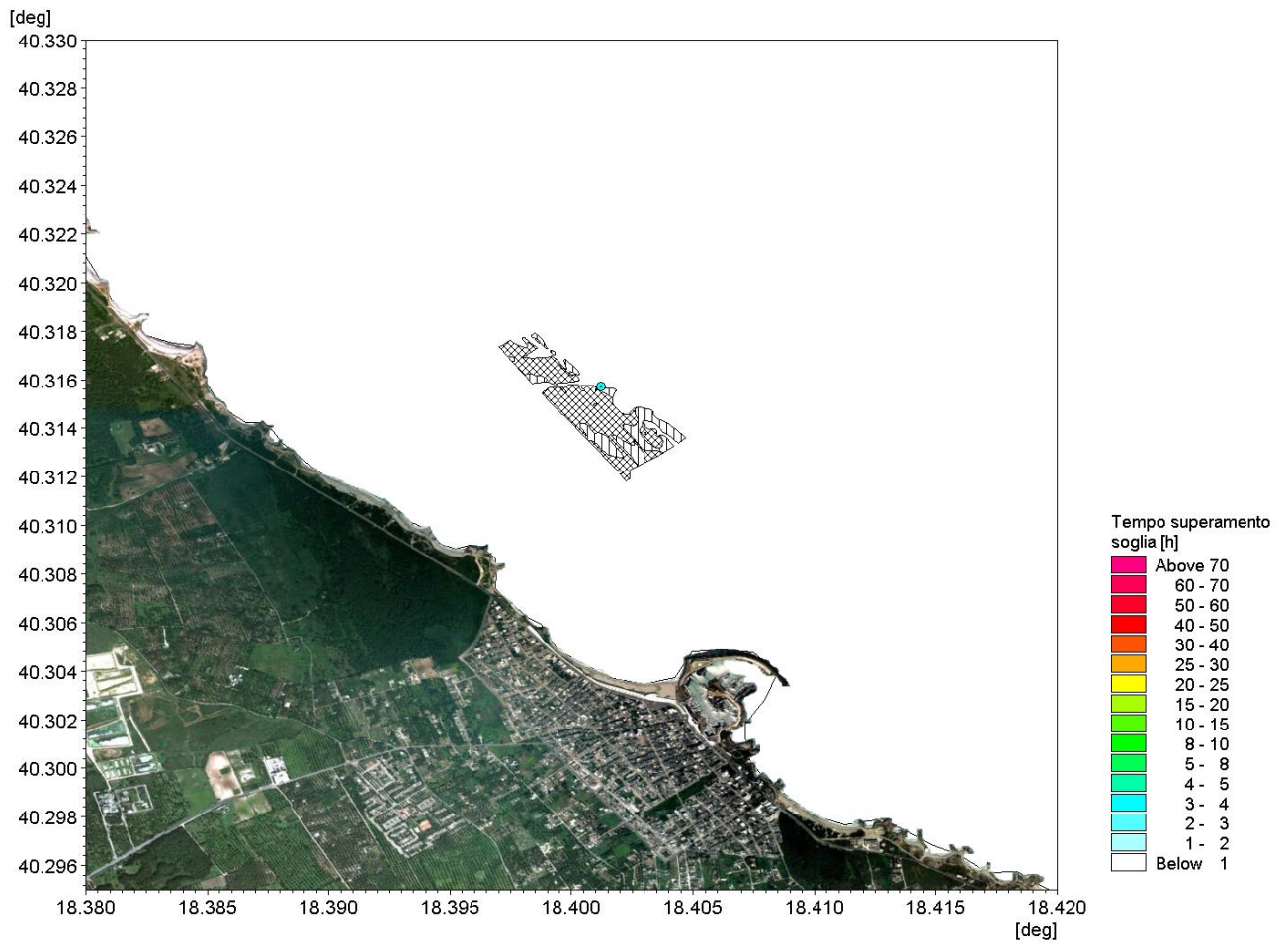
Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l in superficie nei periodi di inattività - inverno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	225 of 266





Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l alla profondità intermedia nei periodi di inattività – inverno

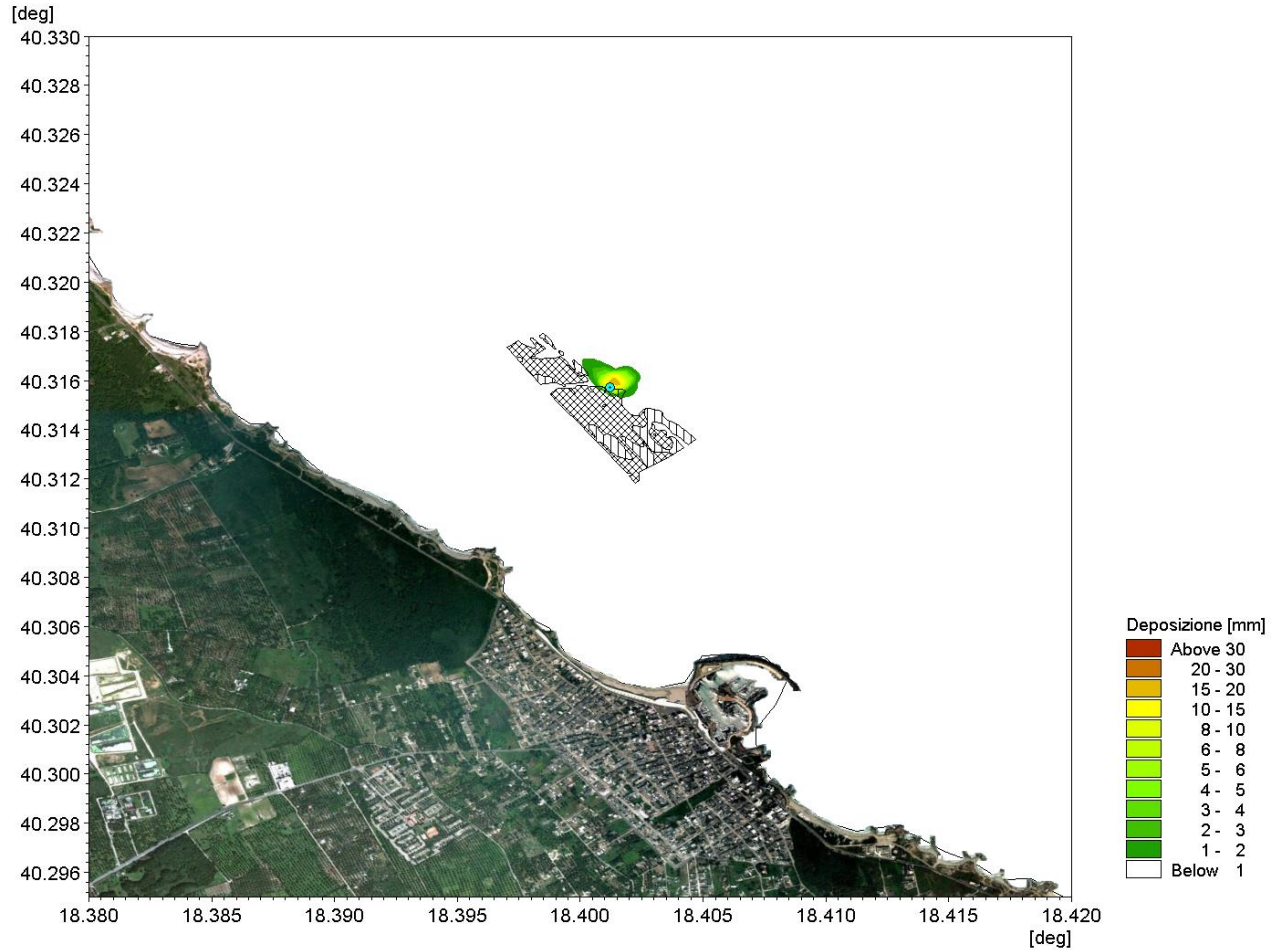
 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	226 of 266





Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l sul fondo nei periodi di inattività – inverno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	227 of 266

Deposizione massima

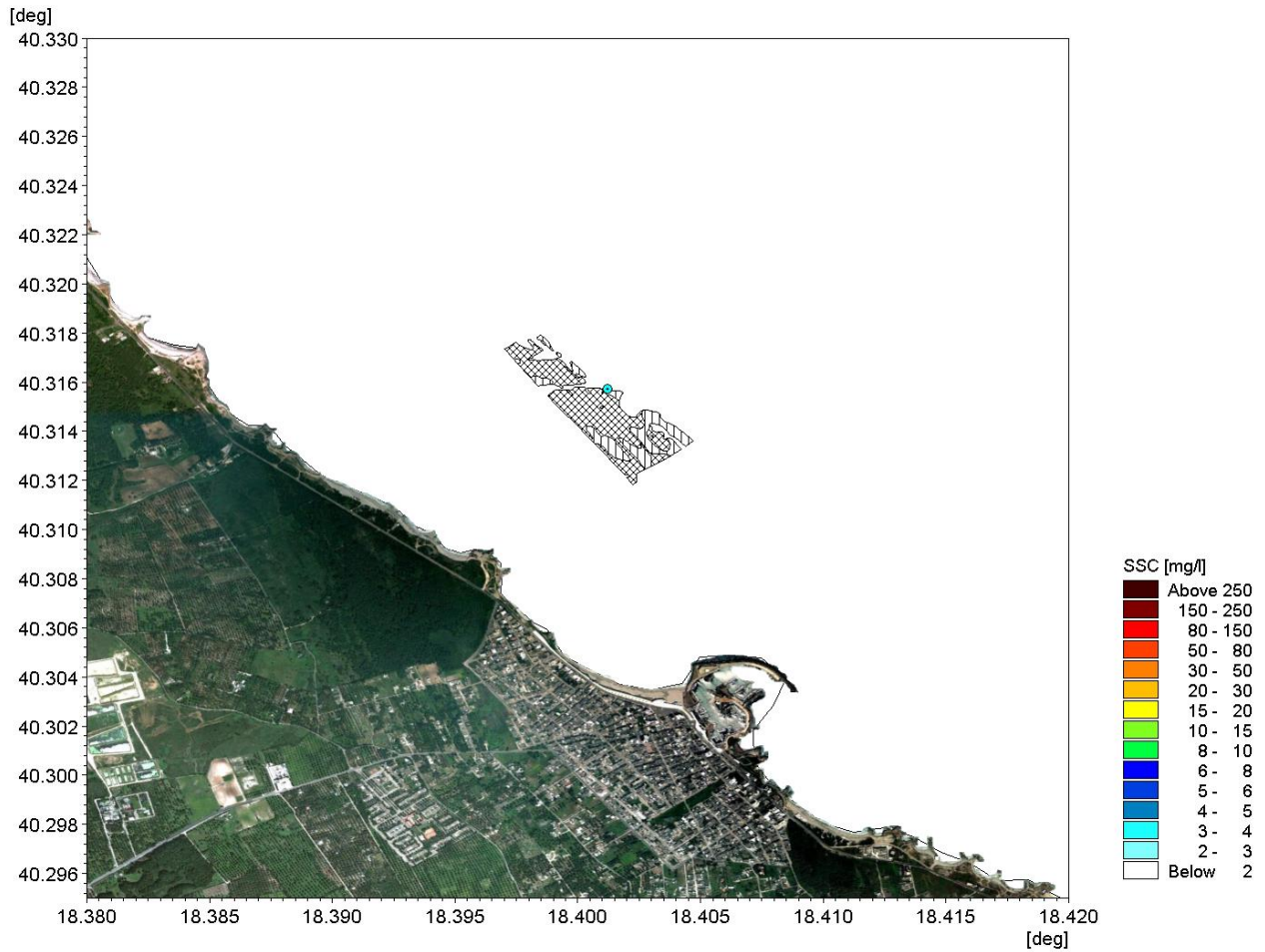


Riempimento: deposizione massima – inverno



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	228 of 266

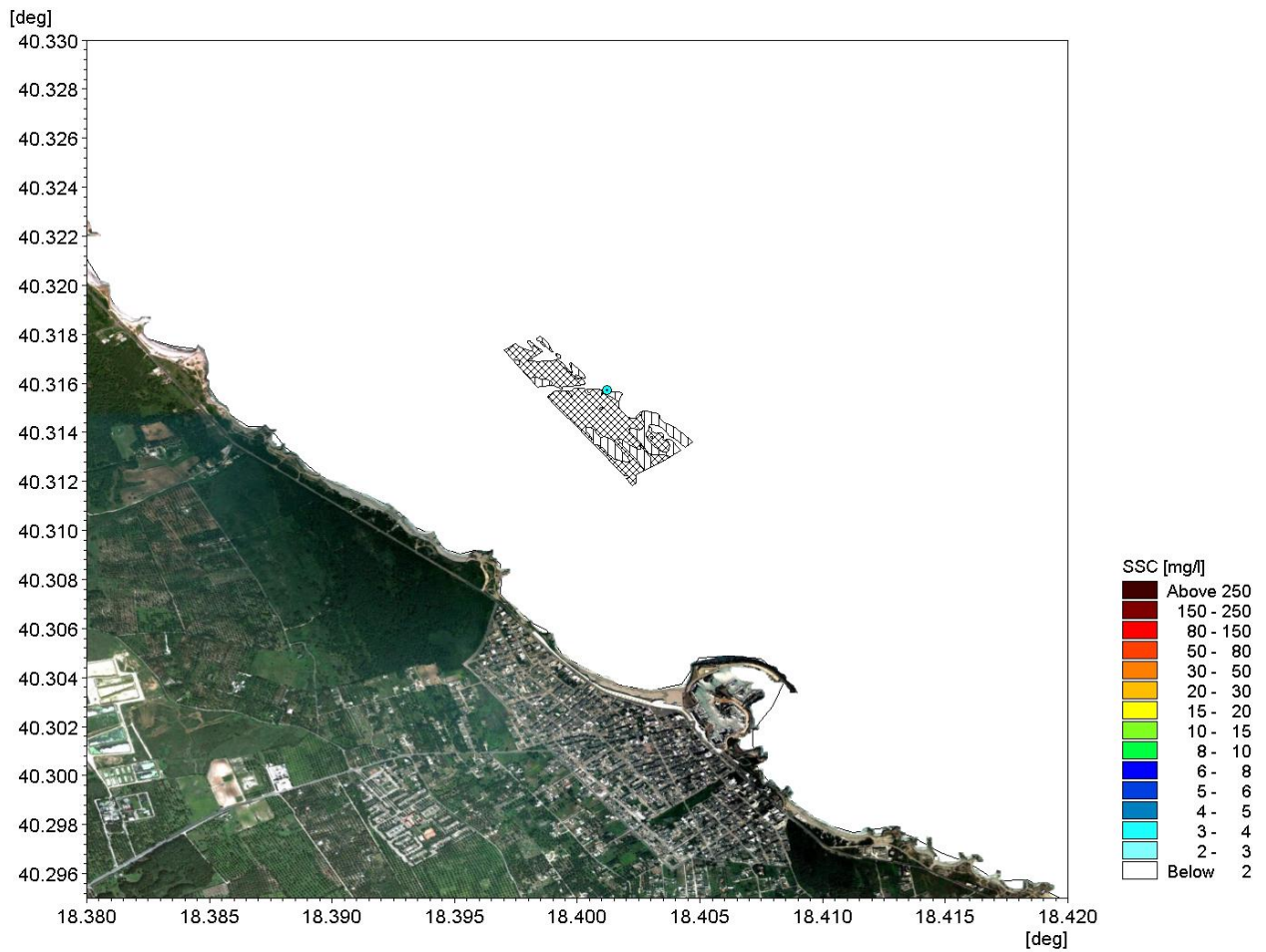
OPERAZIONI DI RIEMPIMENTO – Stagione primaverile

Concentrazione massima nei periodi operativi (16:00-07:30)





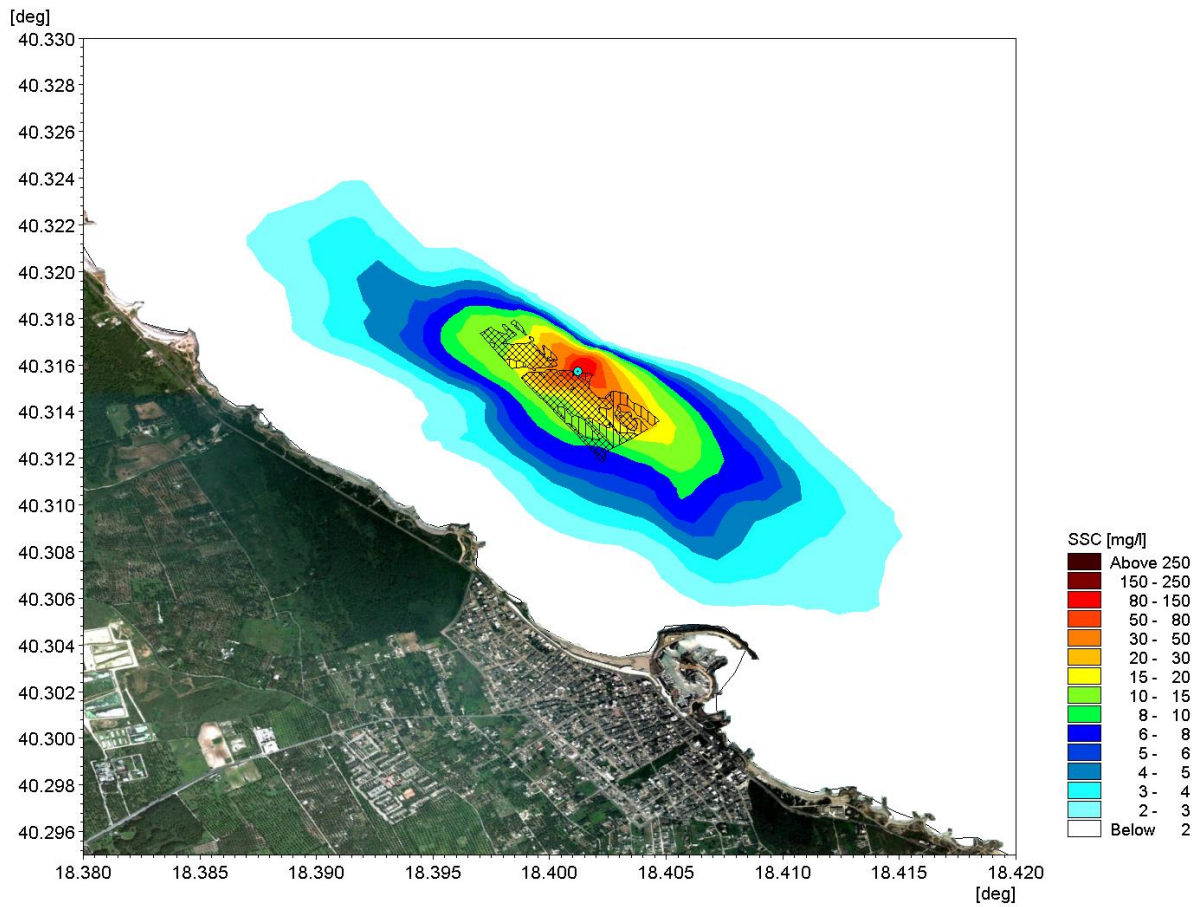
Riempimento: concentrazione massima in superficie nei periodi di operatività – primavera

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	229 of 266





Riempimento: concentrazione massima alla profondità intermedia nei periodi di operatività – primavera

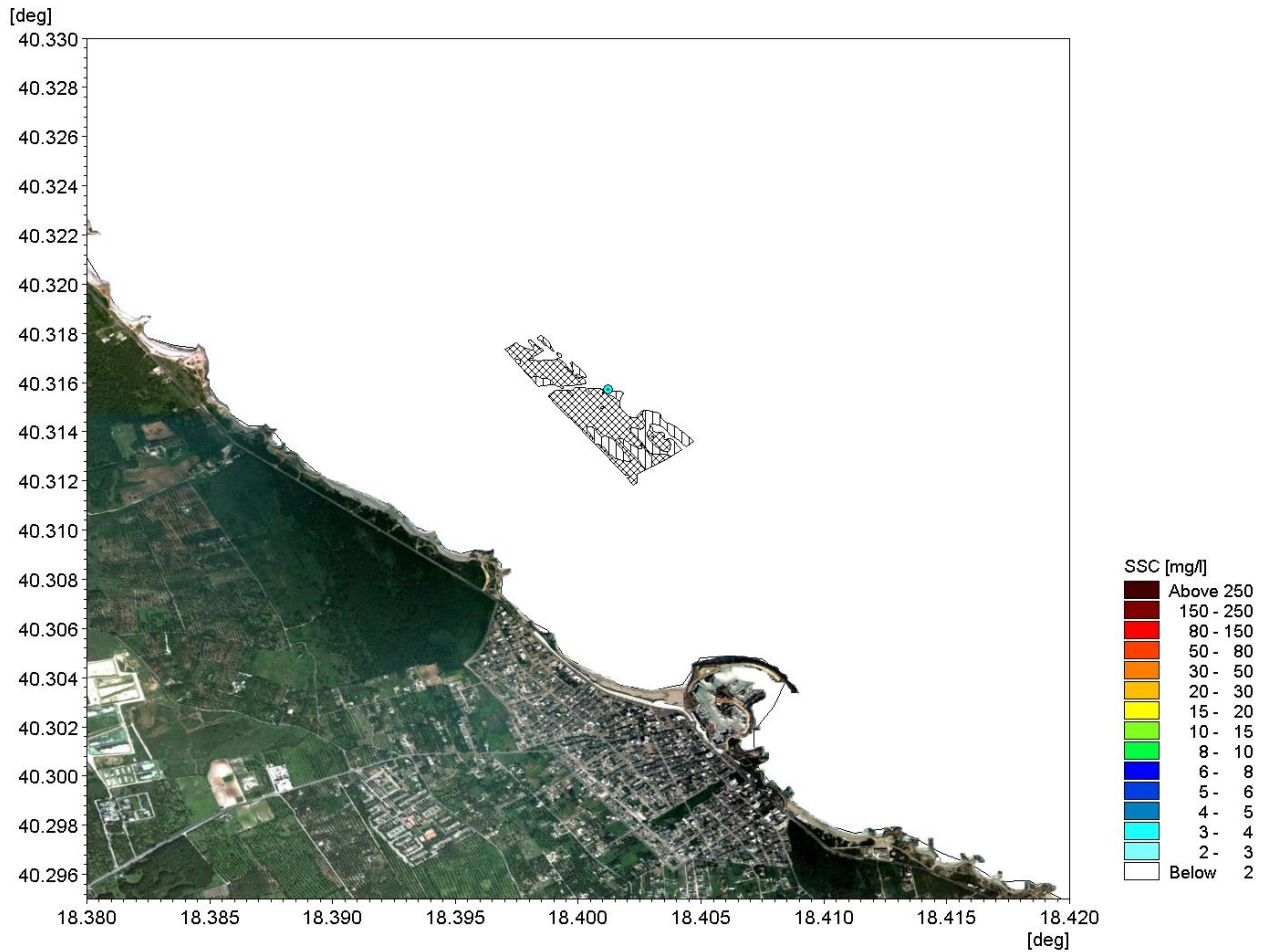
 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	230 of 266





Riempimento: concentrazione massima sul fondo nei periodi di operatività – primavera

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	231 of 266

Concentrazione massima nei periodi di fermo macchina (07:30-16:00)





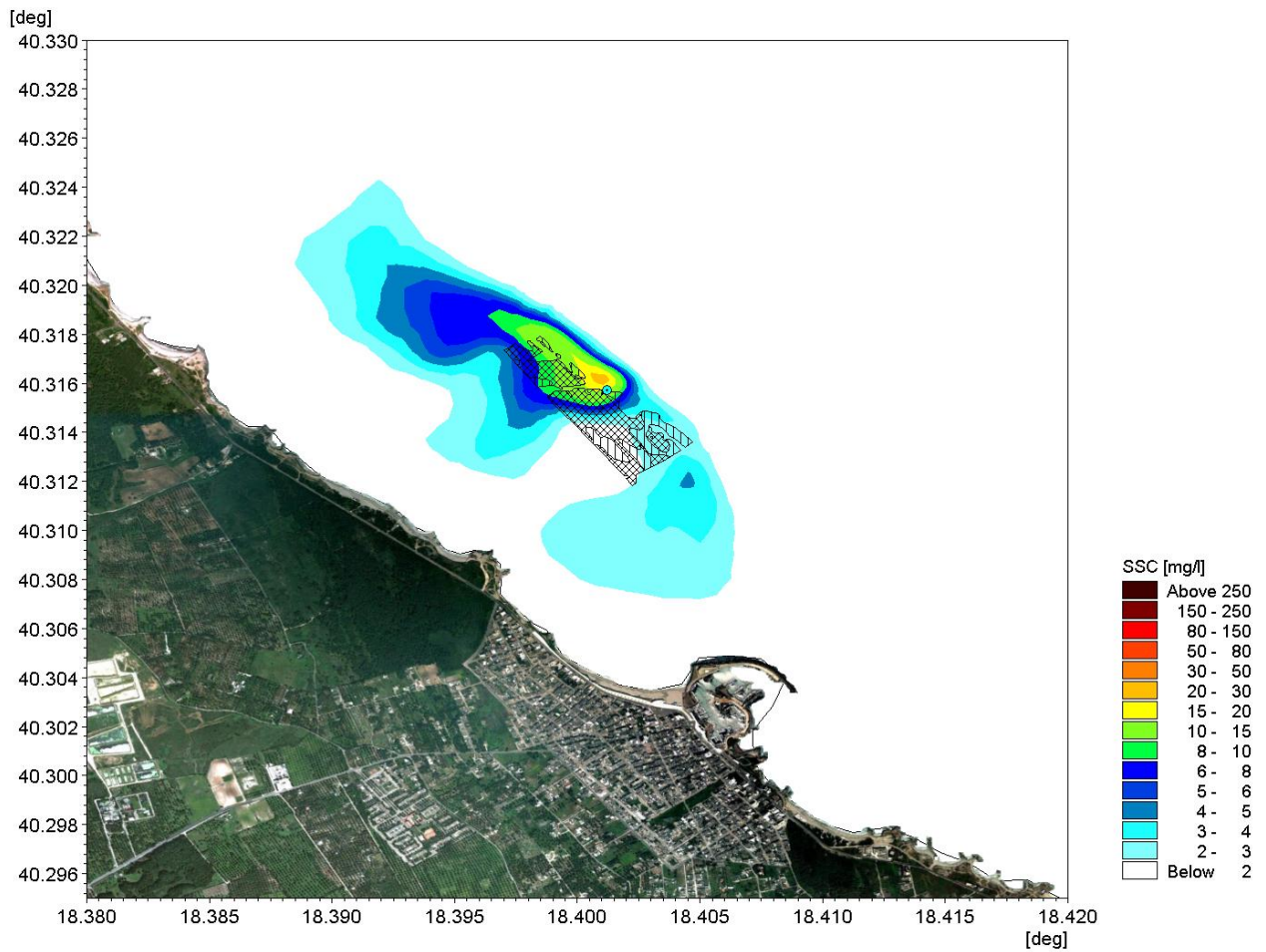
Riempimento: concentrazione massima in superficie nei periodi di inattività – primavera

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	232 of 266





Riempimento: concentrazione massima alla profondità intermedia nei periodi di inattività – primavera

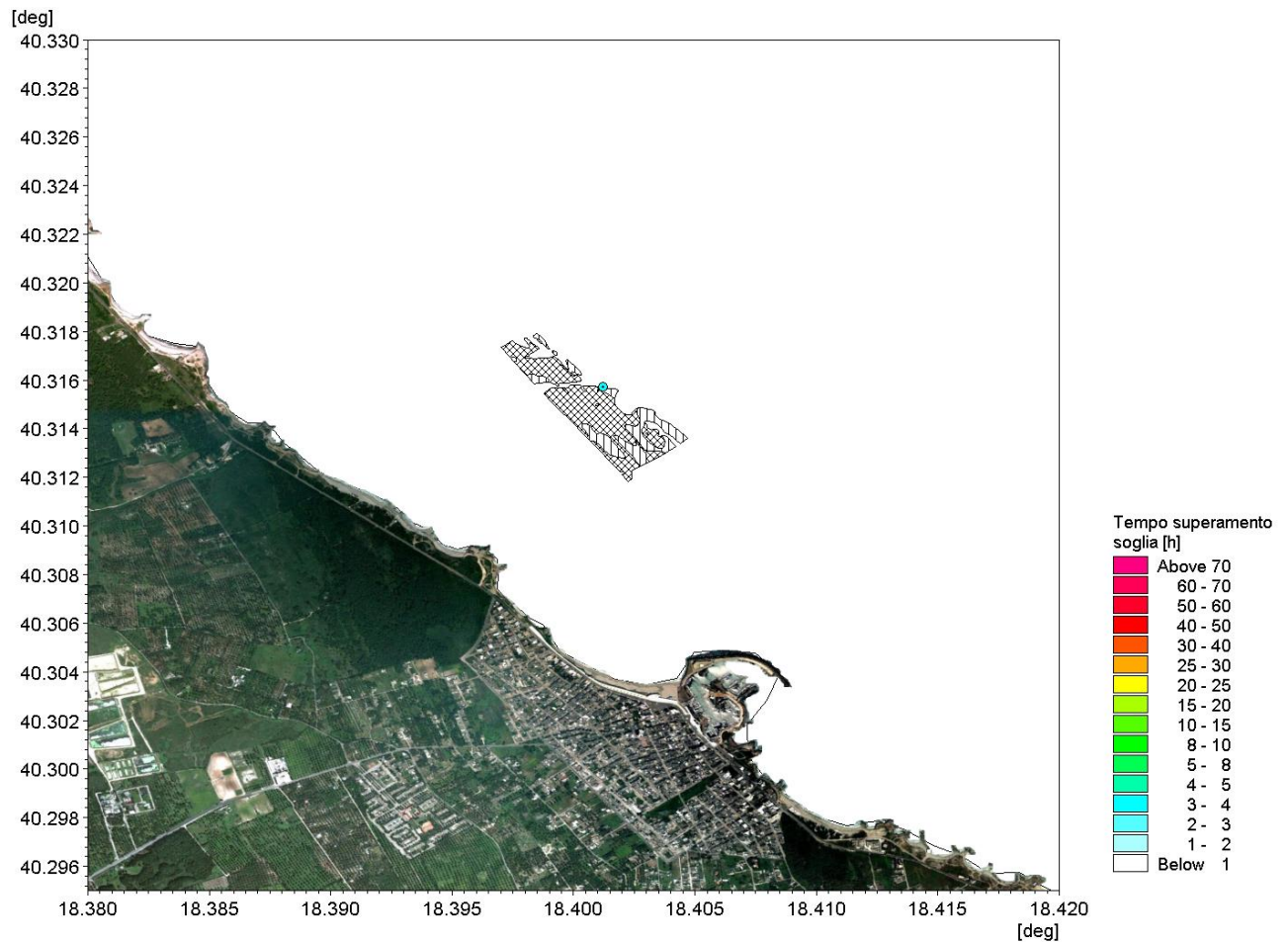
 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	233 of 266





Riempimento: concentrazione massima sul fondo nei periodi di inattività – primavera

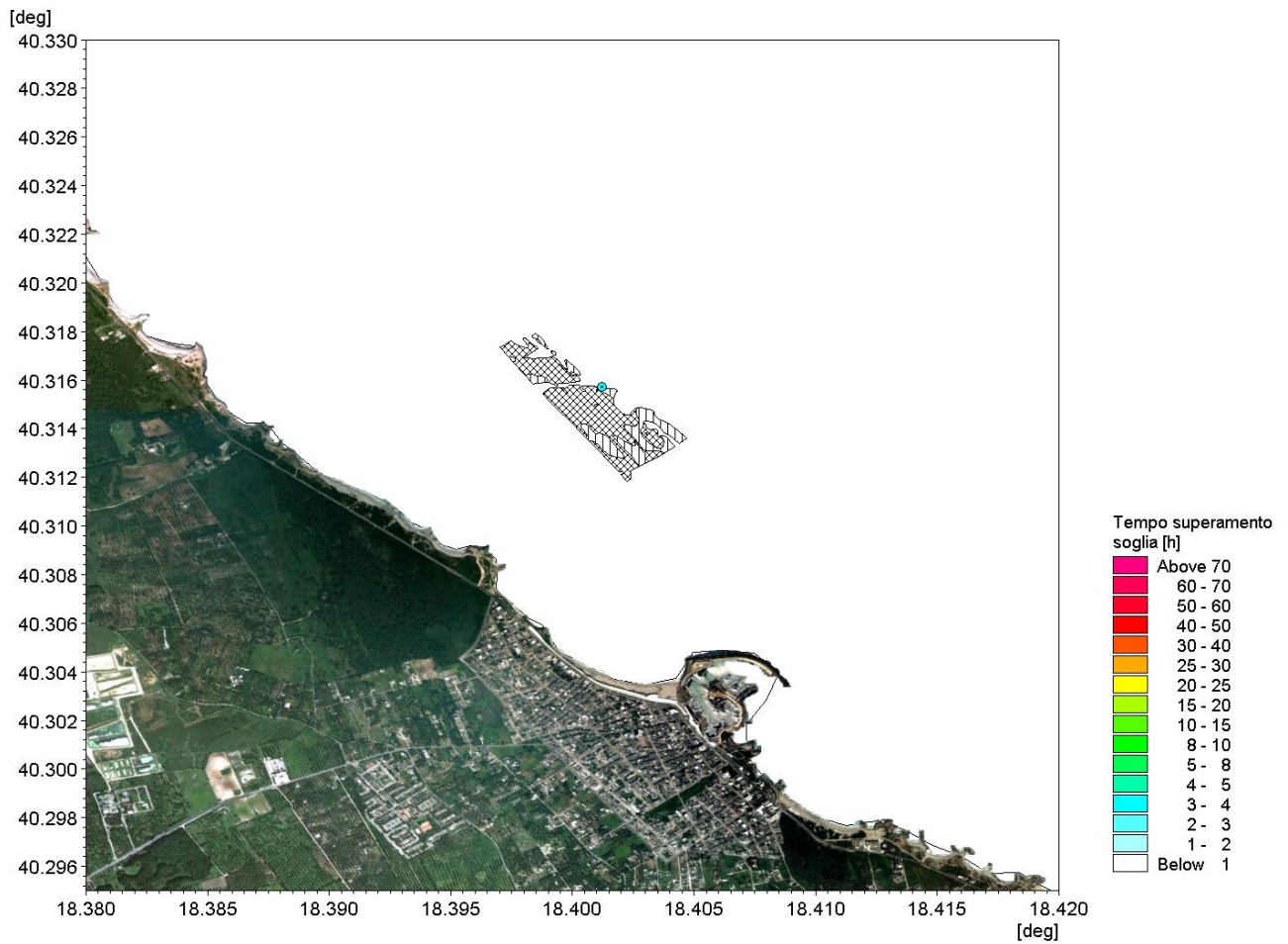
 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	234 of 266

Tempi di persistenza di concentrazioni del sedimento superiori a 10 mg/l e a 50 mg/l nei periodi operativi (16:00-07:30)





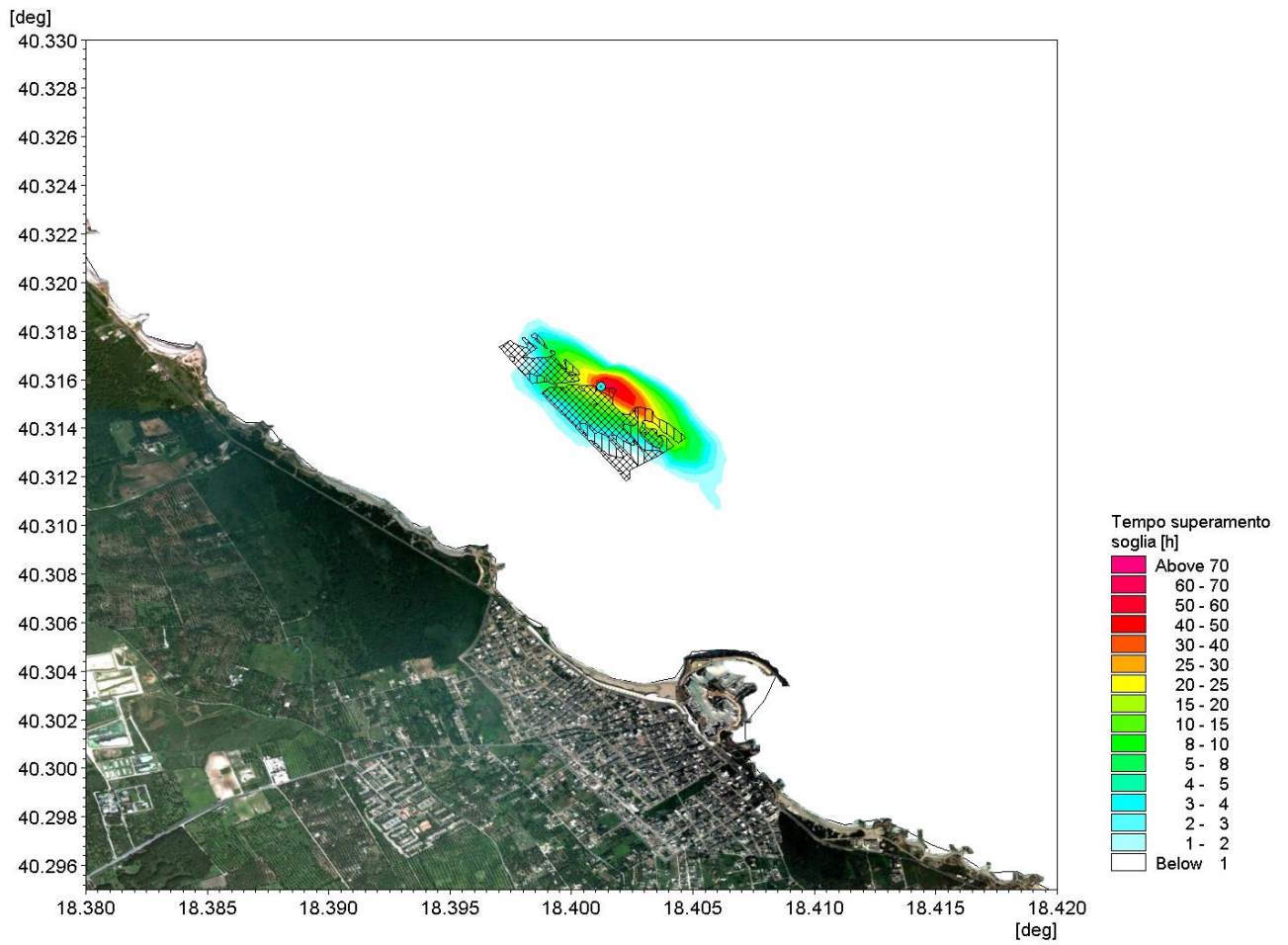
Riempimento: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l in superficie nei periodi di operatività- primavera

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	235 of 266





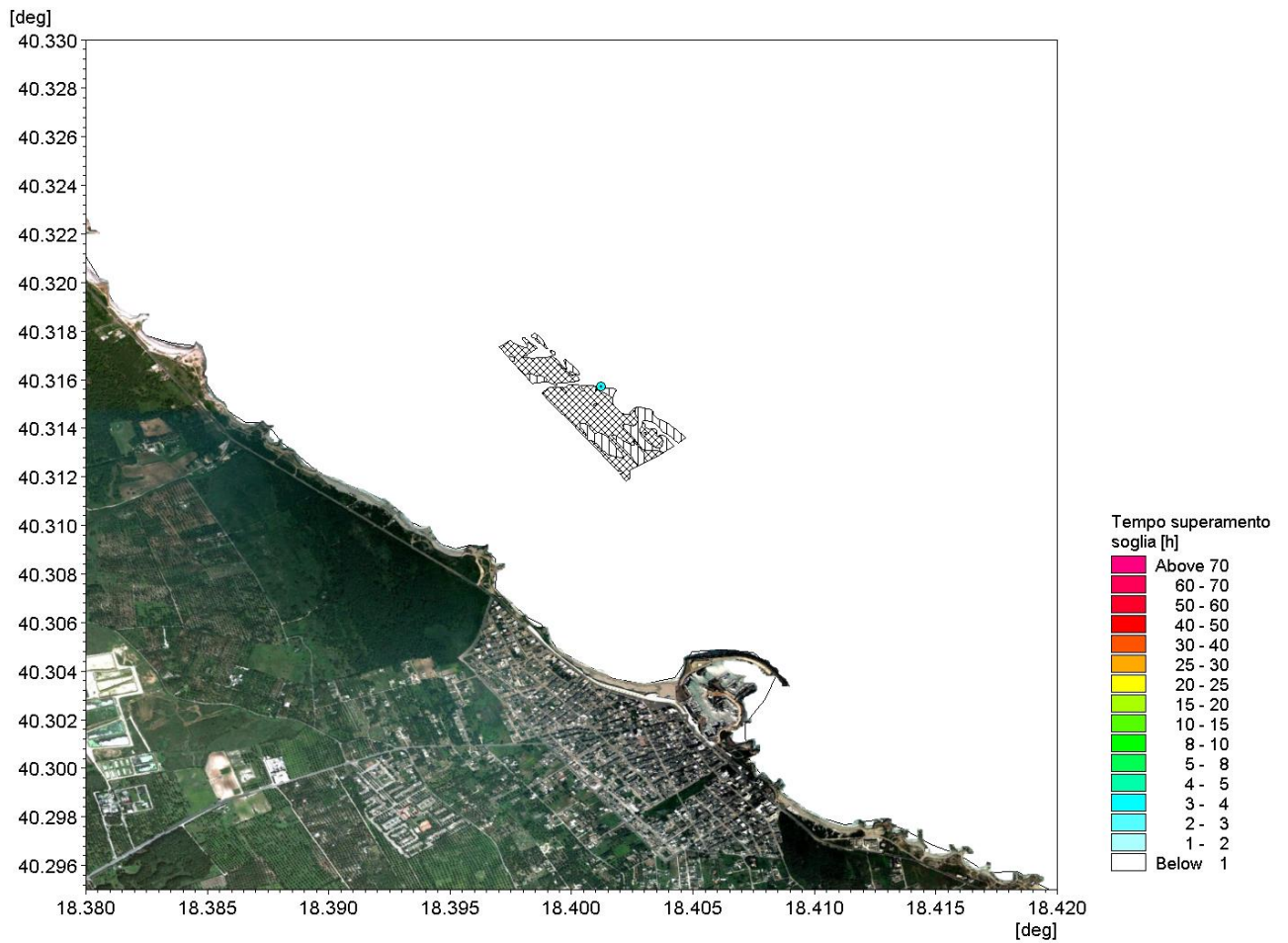
Riempimento: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l alla profondità intermedia nei periodi di operatività - primavera

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	236 of 266





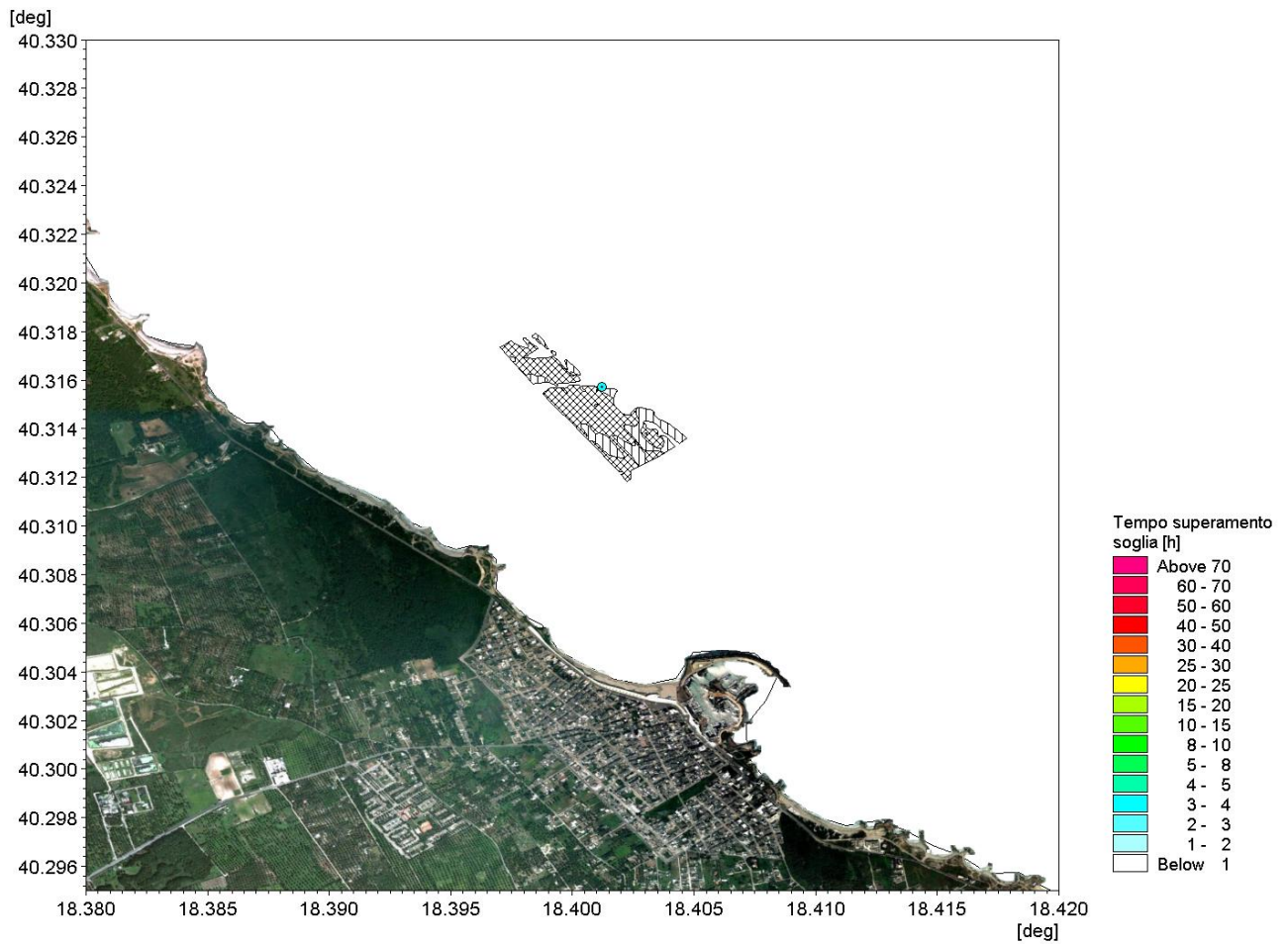
Riempimento: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l sul fondo nei periodi di operatività - primavera

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	237 of 266





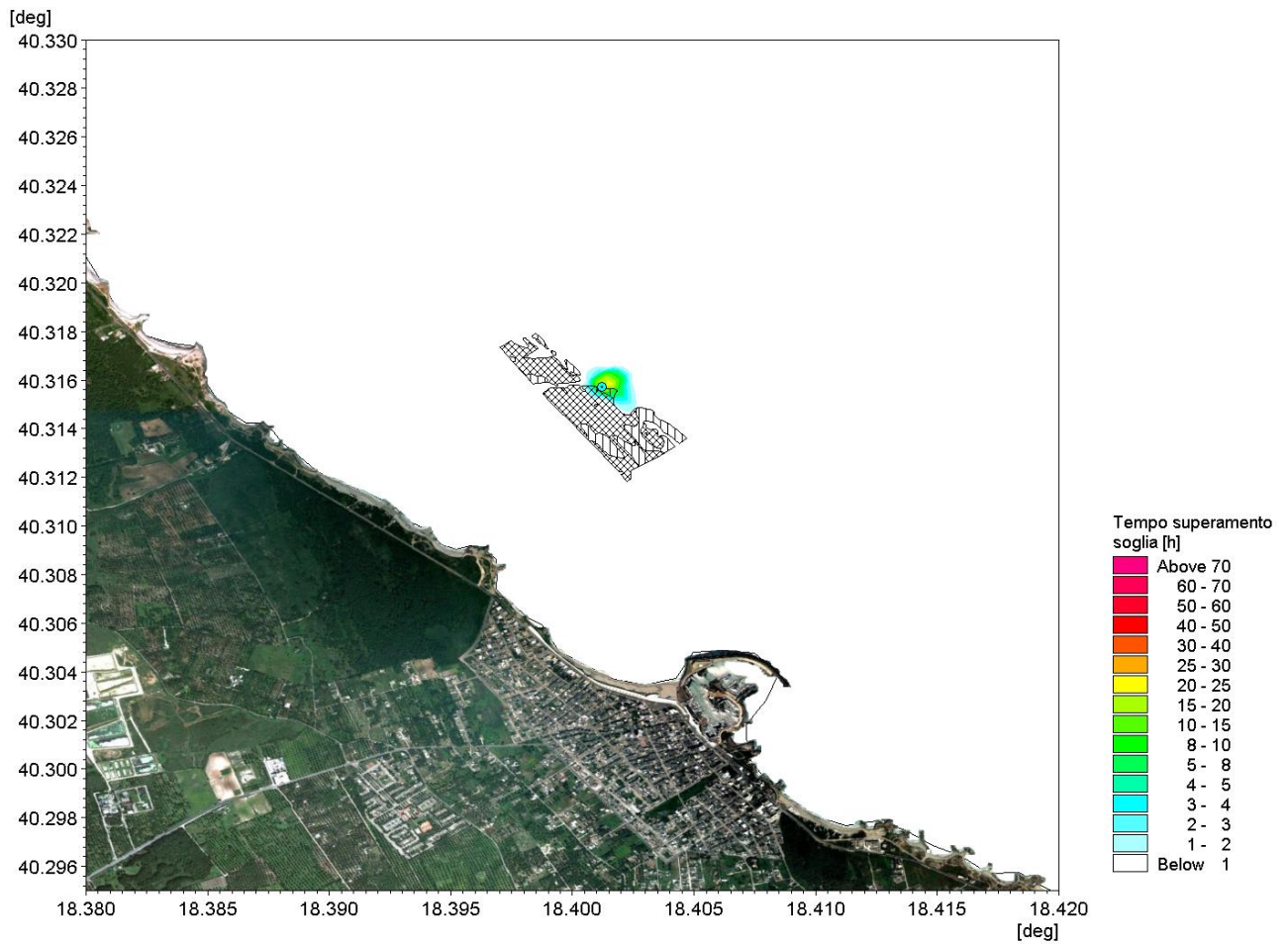
Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l in superficie nei periodi di operatività- primavera

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	238 of 266





Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l alla profondità intermedia nei periodi di operatività- primavera

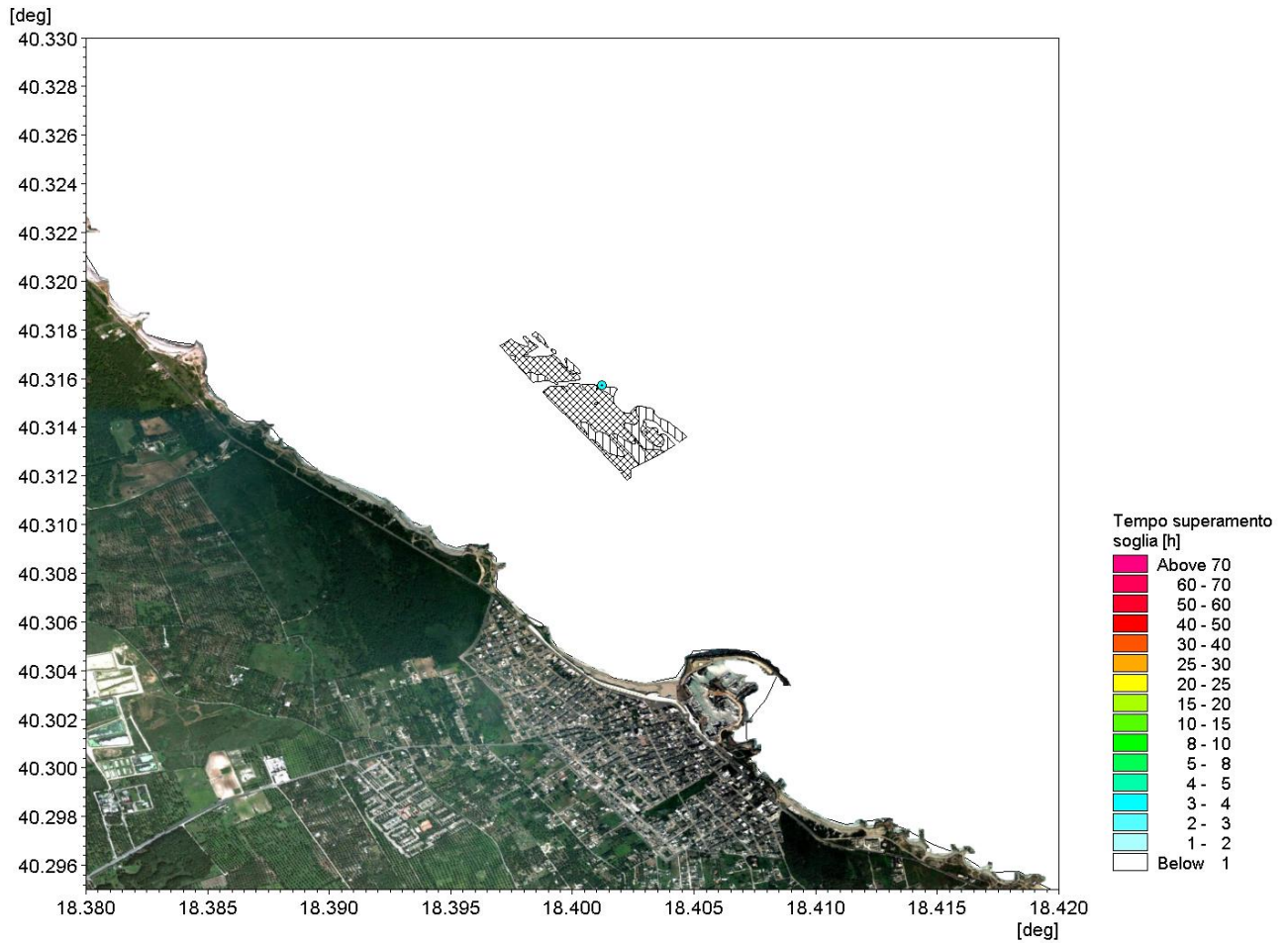
 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	239 of 266





Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l sul fondo nei periodi di operatività - primavera

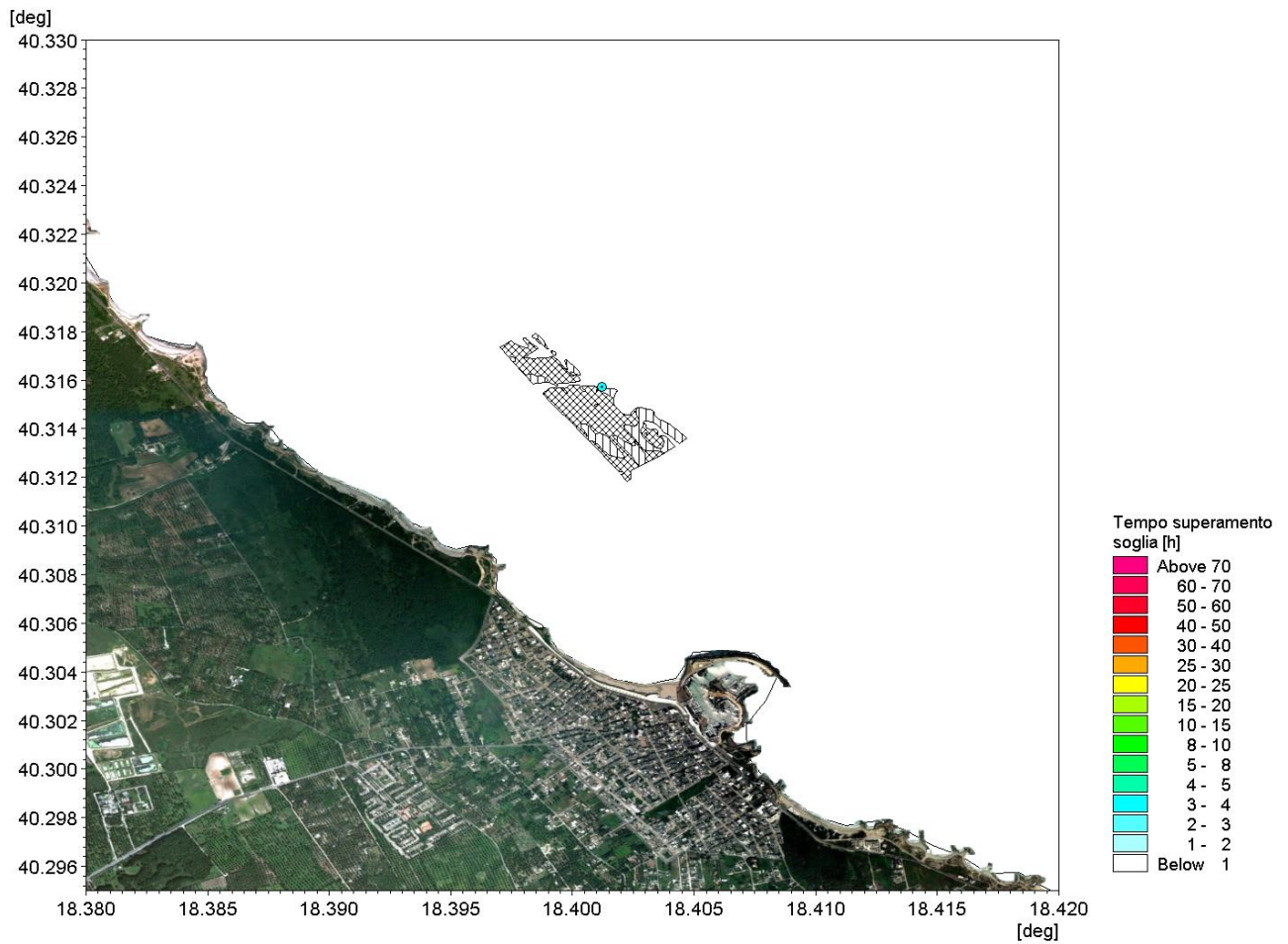
 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	240 of 266

Tempi di persistenza di concentrazioni del sedimento superiori a 10 mg/l e a 50 mg/l nei periodi di fermo macchina (07:30-16:00)





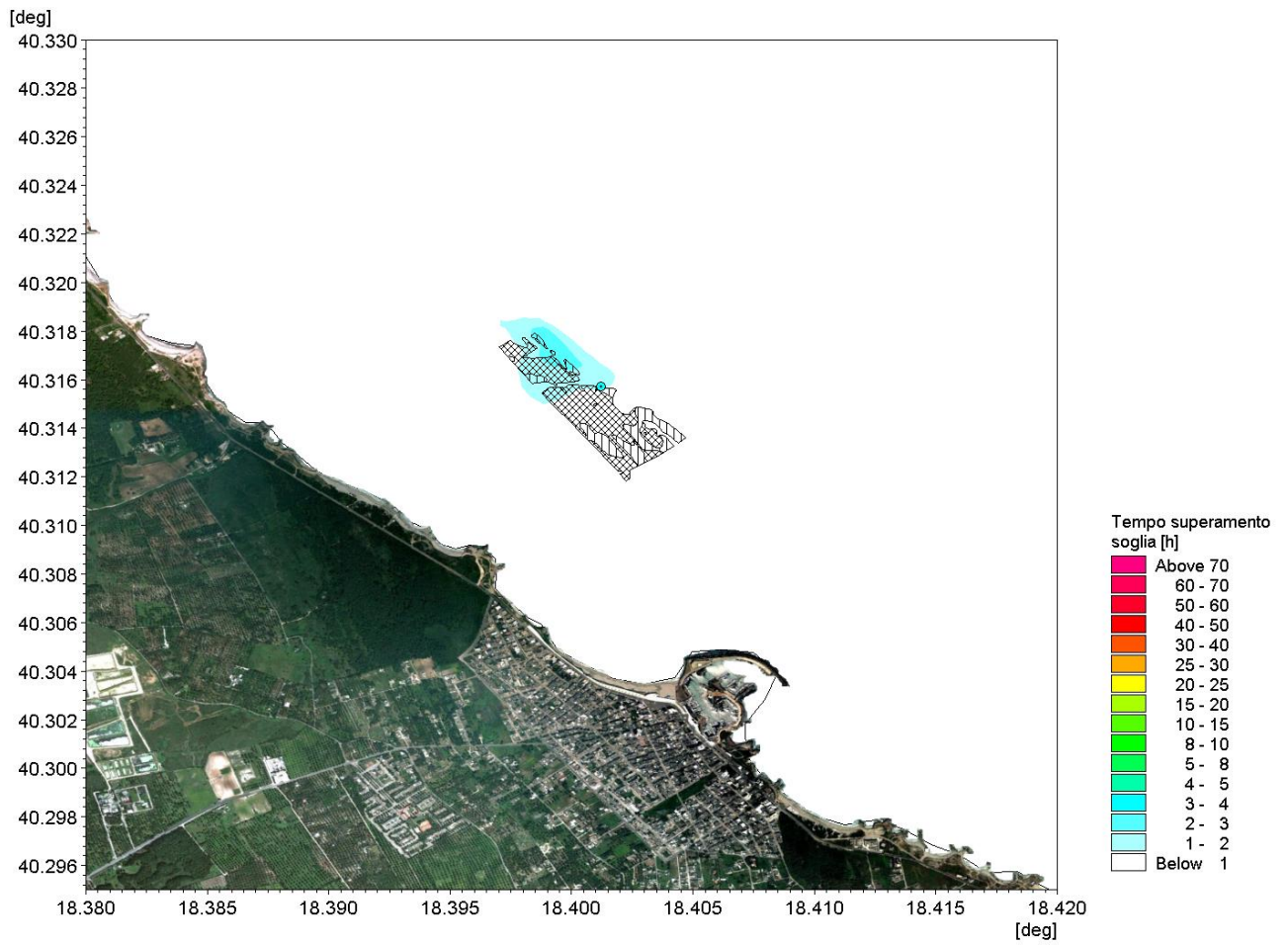
Riempimento: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l in superficie nei periodi di inattività - primavera

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	241 of 266





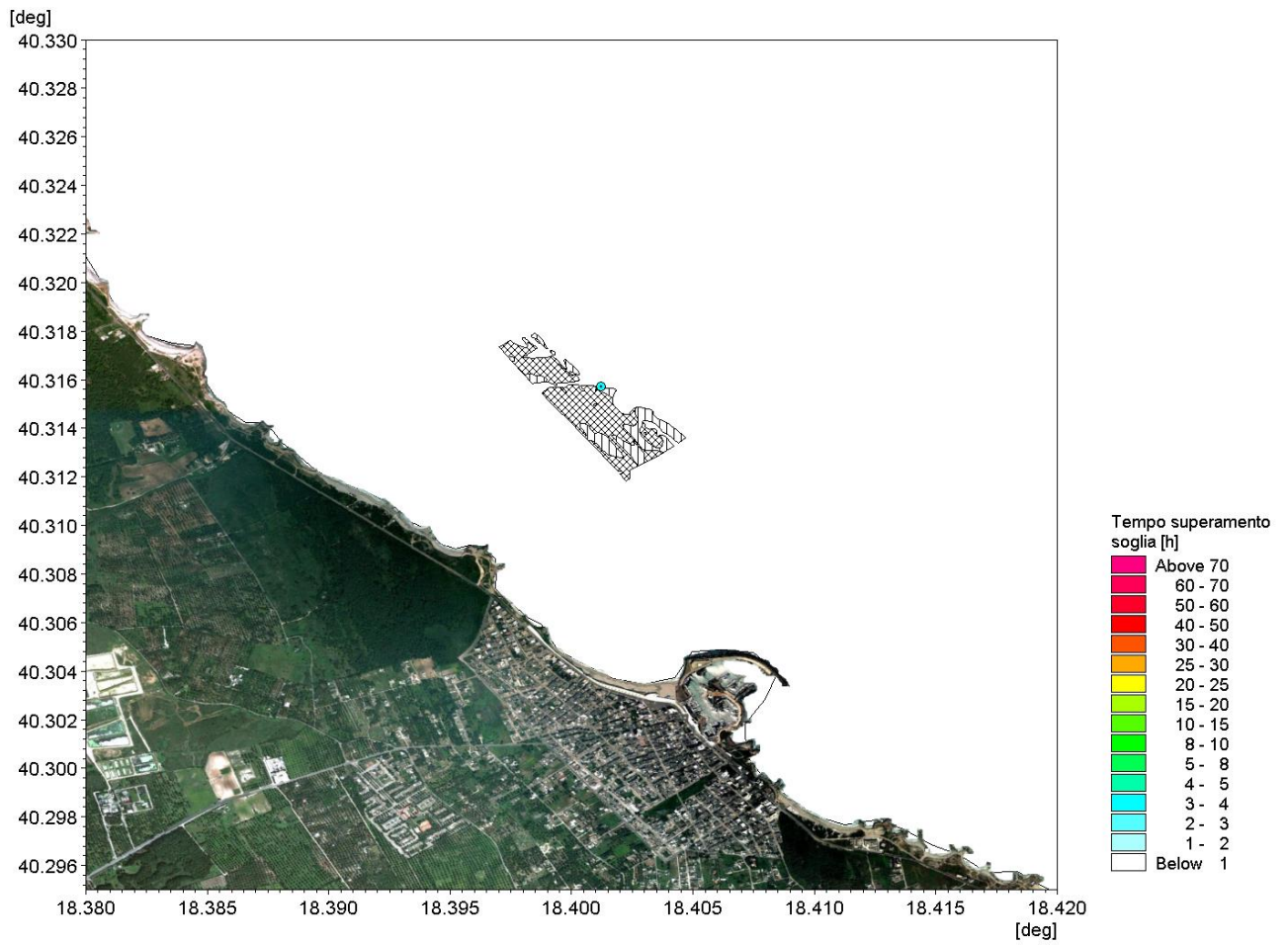
Riempimento: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l alla profondità intermedia nei periodi di inattività – primavera

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	242 of 266





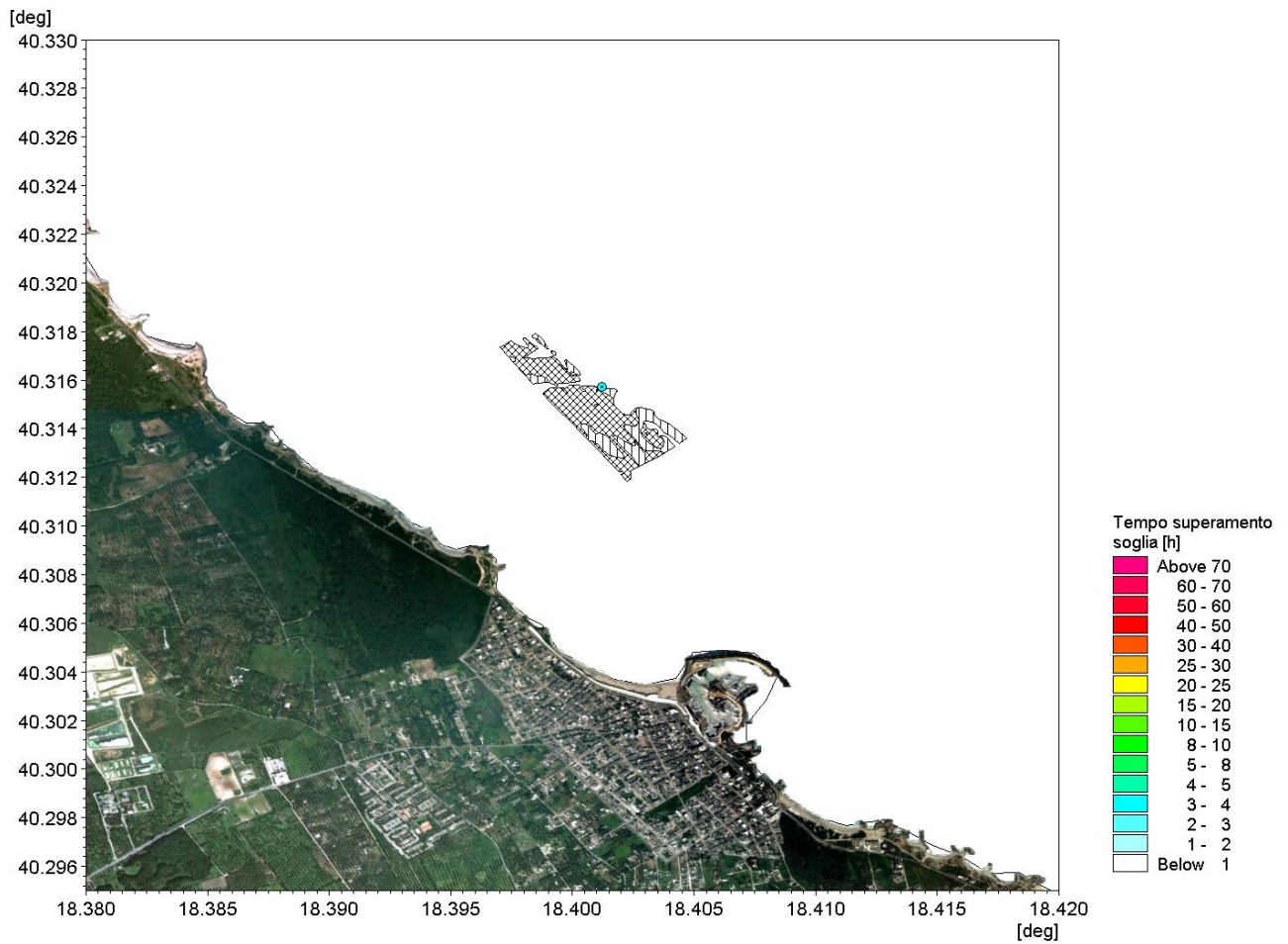
Riempimento: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l sul fondo nei periodi di inattività - primavera

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	243 of 266





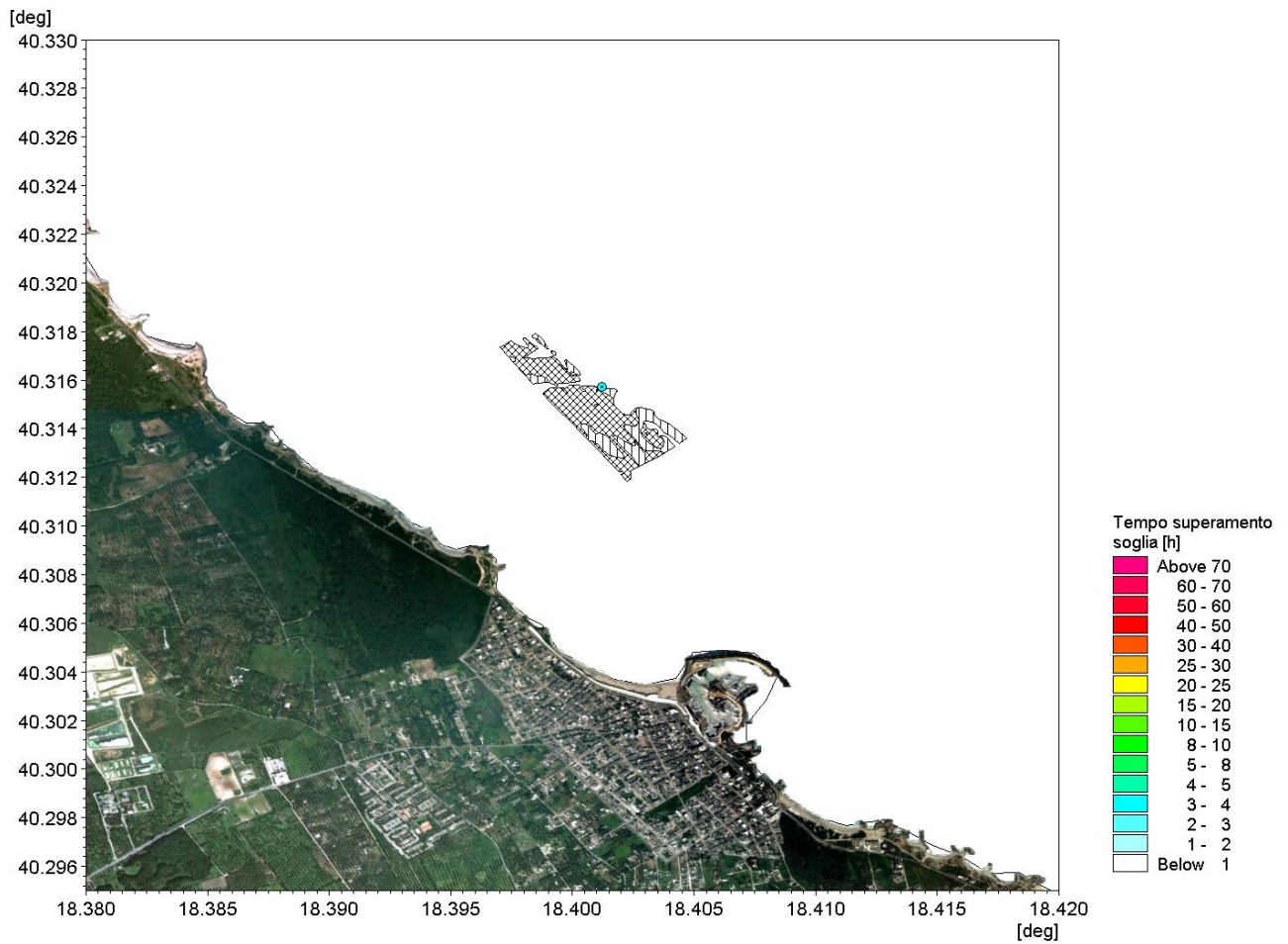
Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l in superficie nei periodi di inattività - primavera

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	244 of 266





Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l alla profondità intermedia nei periodi di inattività – primavera

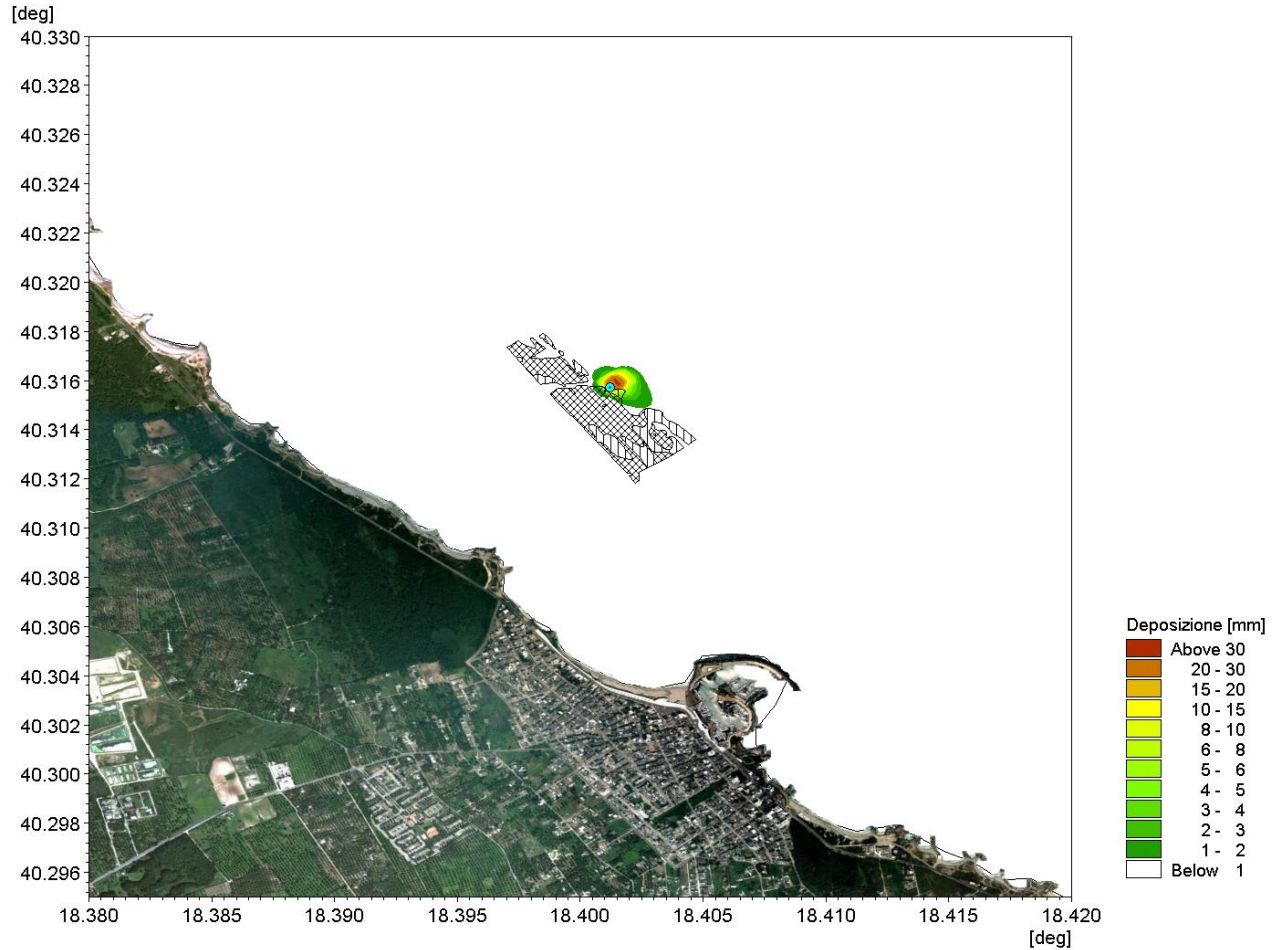
 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	245 of 266





Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l sul fondo nei periodi di inattività – primavera

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	246 of 266

Deposizione massima

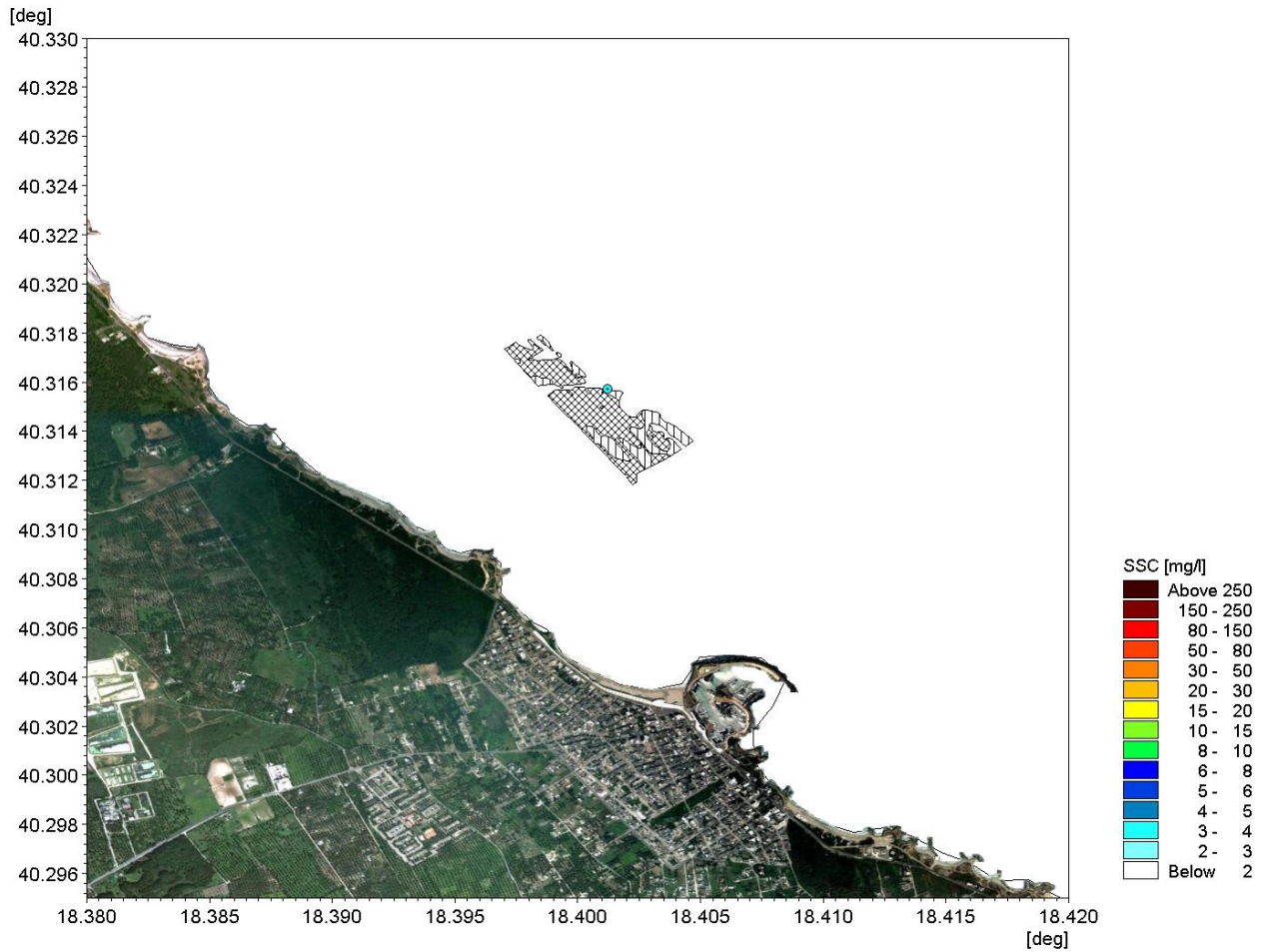


Riempimento: deposizione massima - primavera



 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	247 of 266

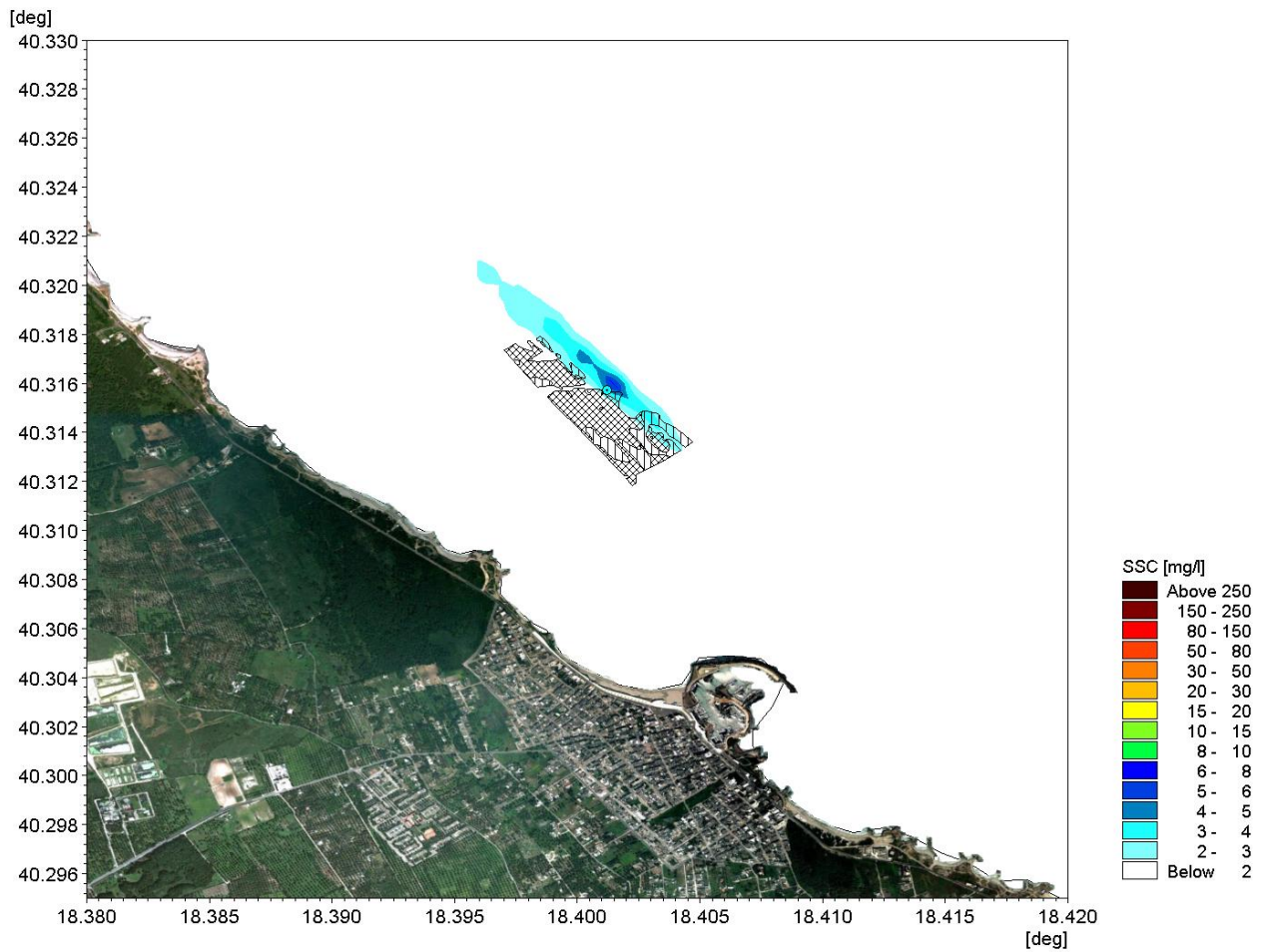
OPERAZIONI DI RIEMPIMENTO – Stagione autunnale

Concentrazione massima nei periodi operativi (16:00-07:30)





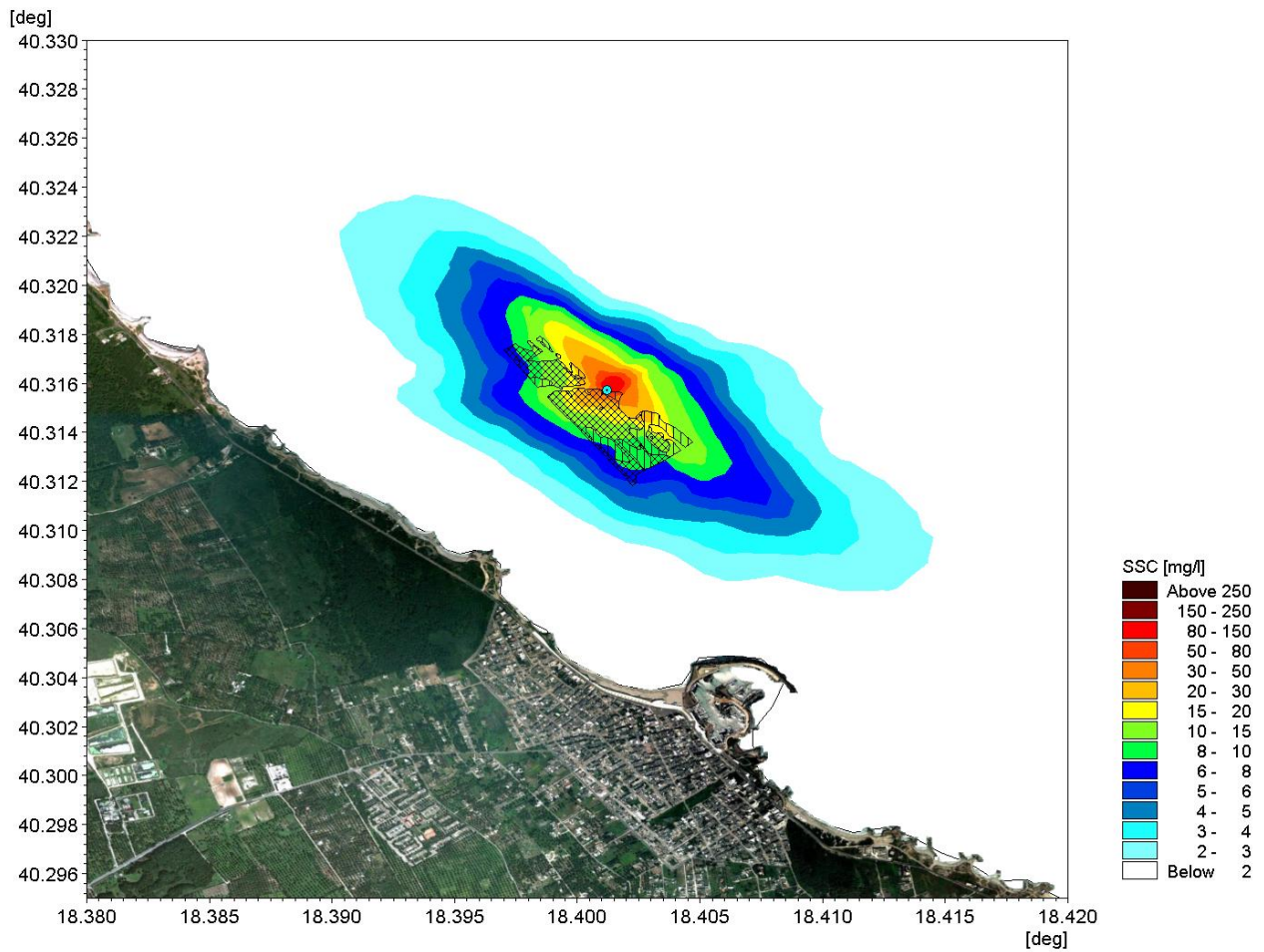
Riempimento: concentrazione massima in superficie nei periodi di operatività – autunno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	248 of 266





Riempimento: concentrazione massima alla profondità intermedia nei periodi di operatività – autunno

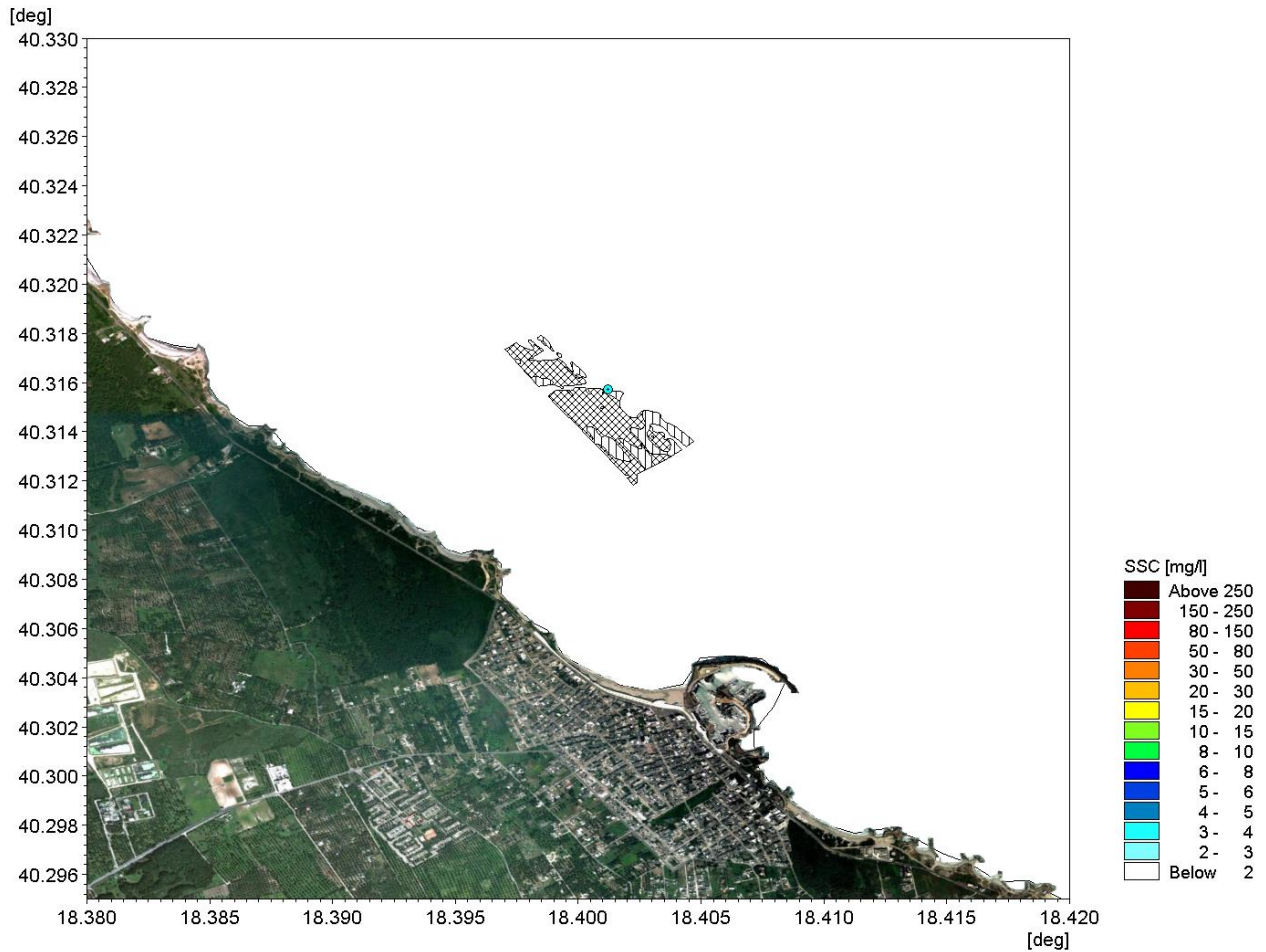
 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	249 of 266





Riempimento: concentrazione massima sul fondo nei periodi di operatività – autunno

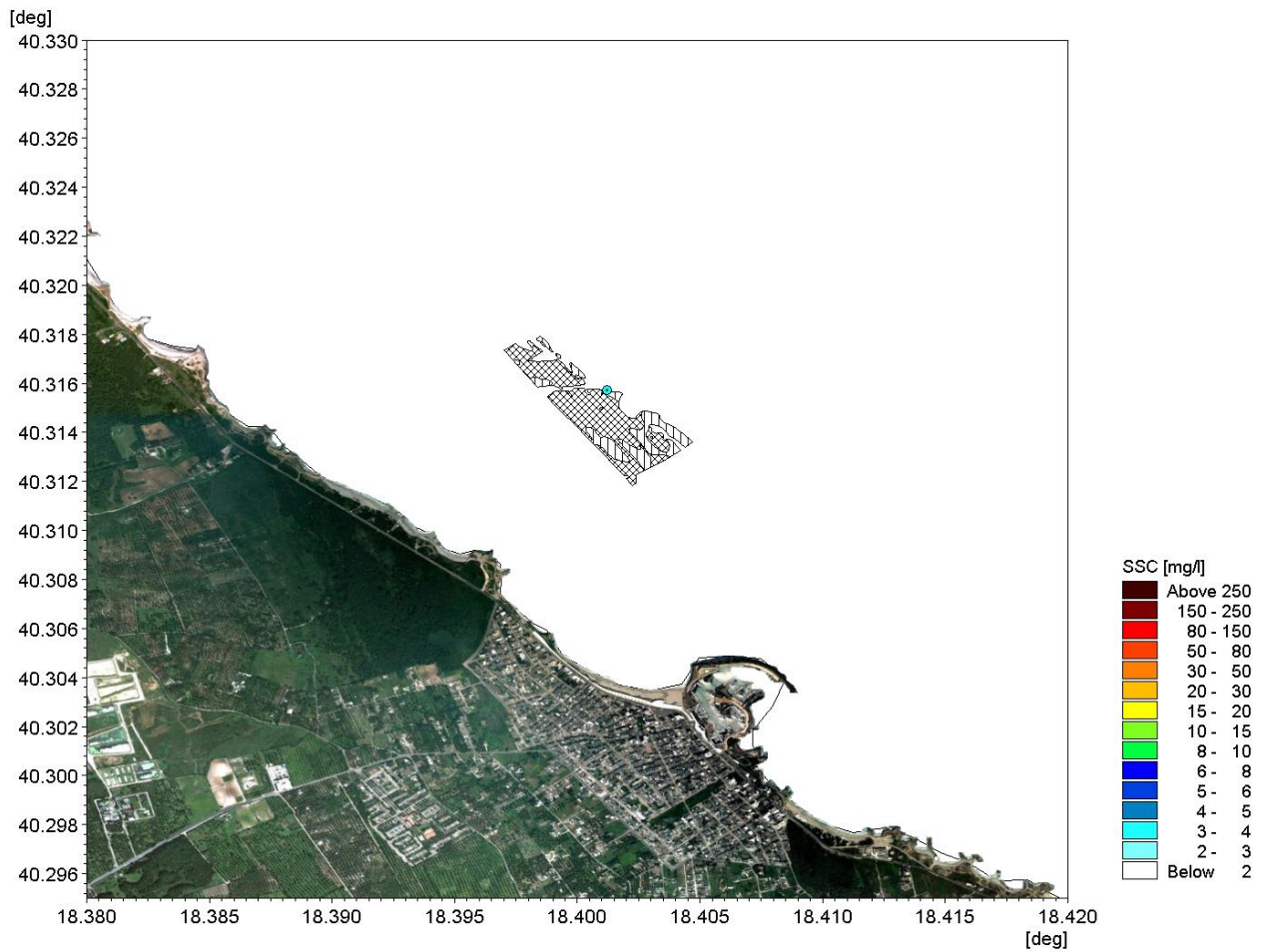
 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	250 of 266

Concentrazione massima nei periodi di fermo macchina (07:30-16:00)





Riempimento: concentrazione massima in superficie nei periodi di inattività – autunno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	251 of 266





Riempimento: concentrazione massima alla profondità intermedia nei periodi di inattività – autunno

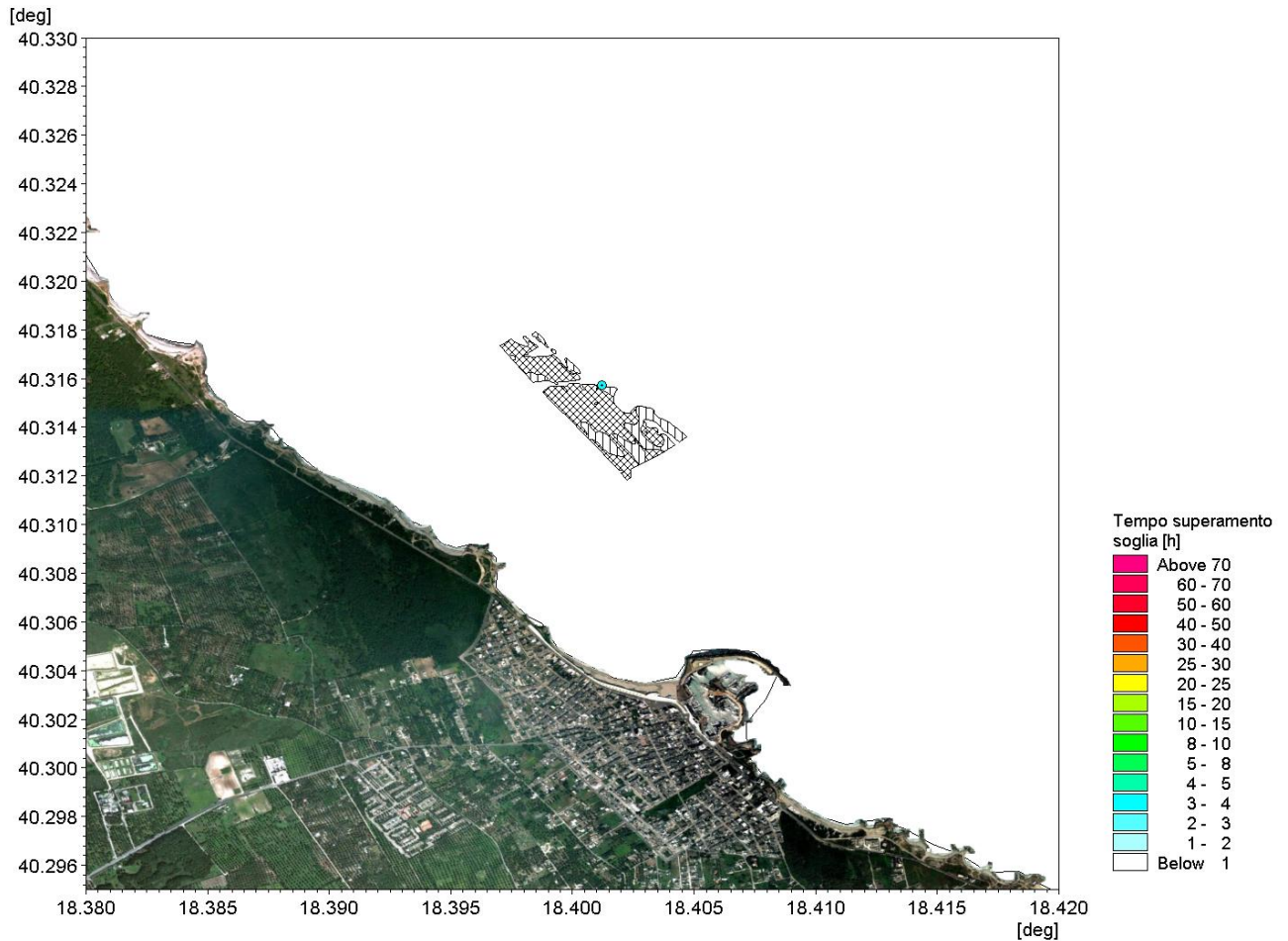
 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	252 of 266





Riempimento: concentrazione massima sul fondo nei periodi di inattività – autunno

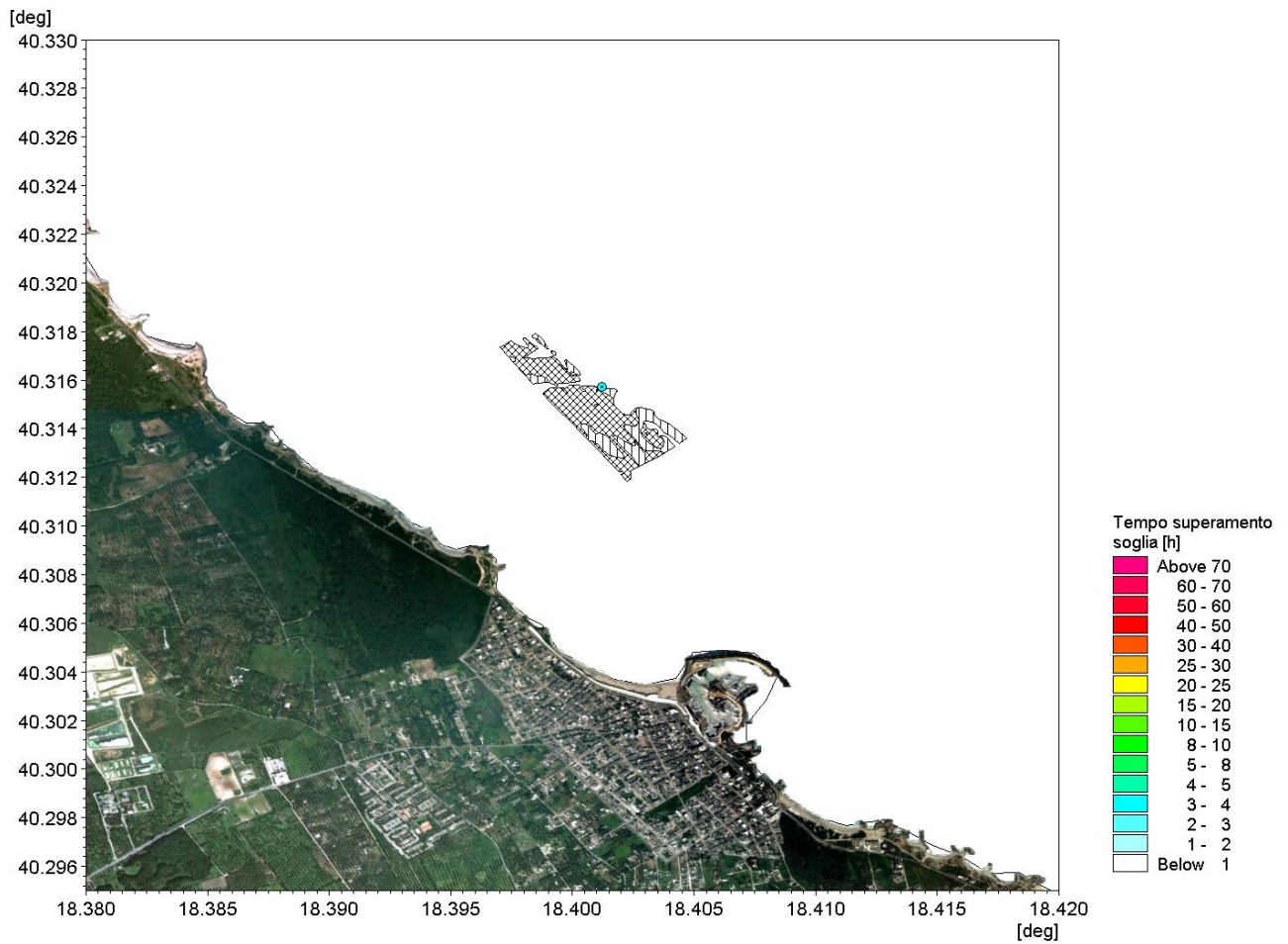
 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	253 of 266

Tempi di persistenza di concentrazioni del sedimento superiori a 10 mg/l e a 50 mg/l nei periodi operativi (16:00-07:30)





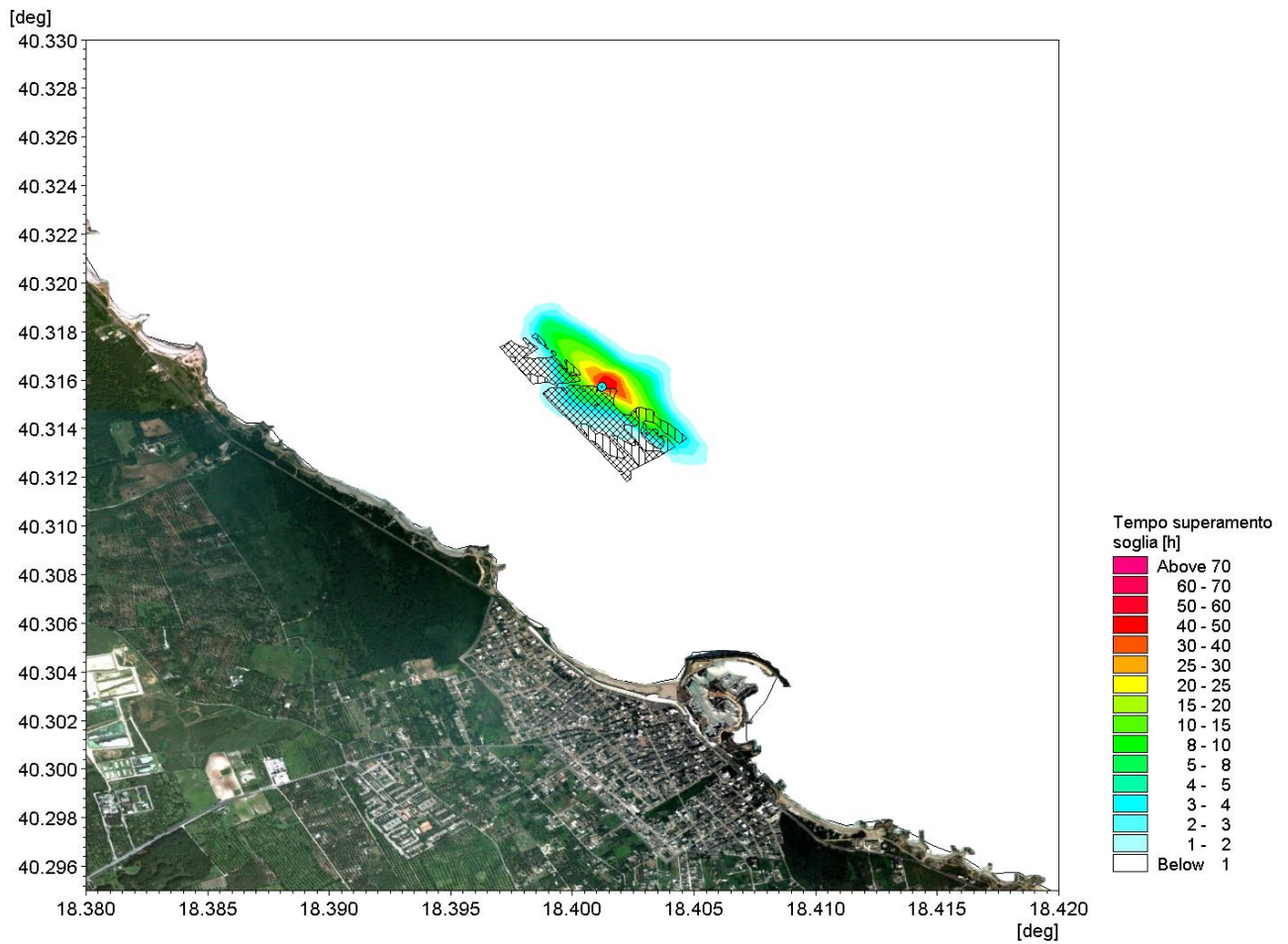
Riempimento: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l in superficie nei periodi di operatività- autunno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	254 of 266





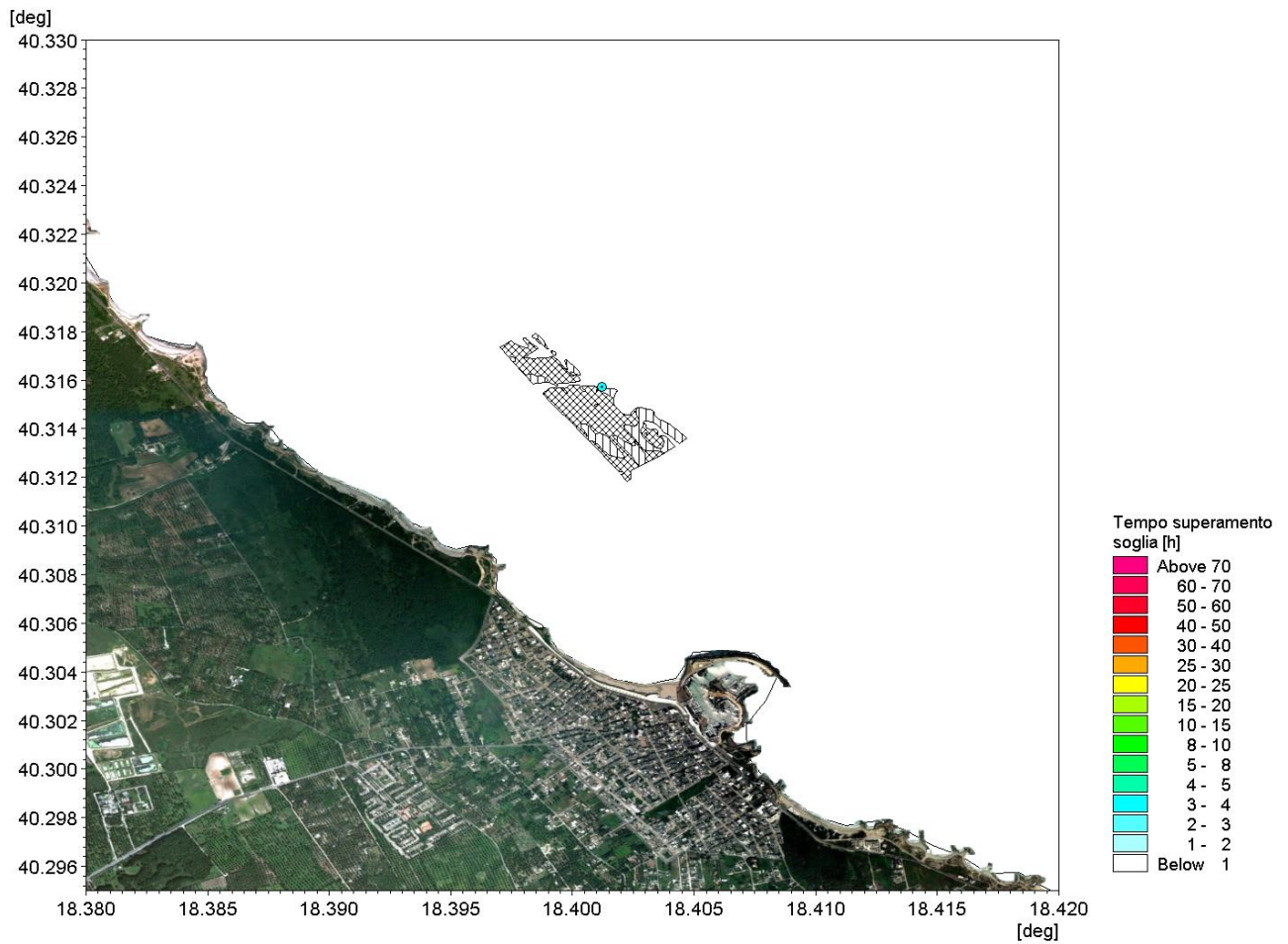
Riempimento: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l alla profondità intermedia nei periodi di operatività - autunno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	255 of 266





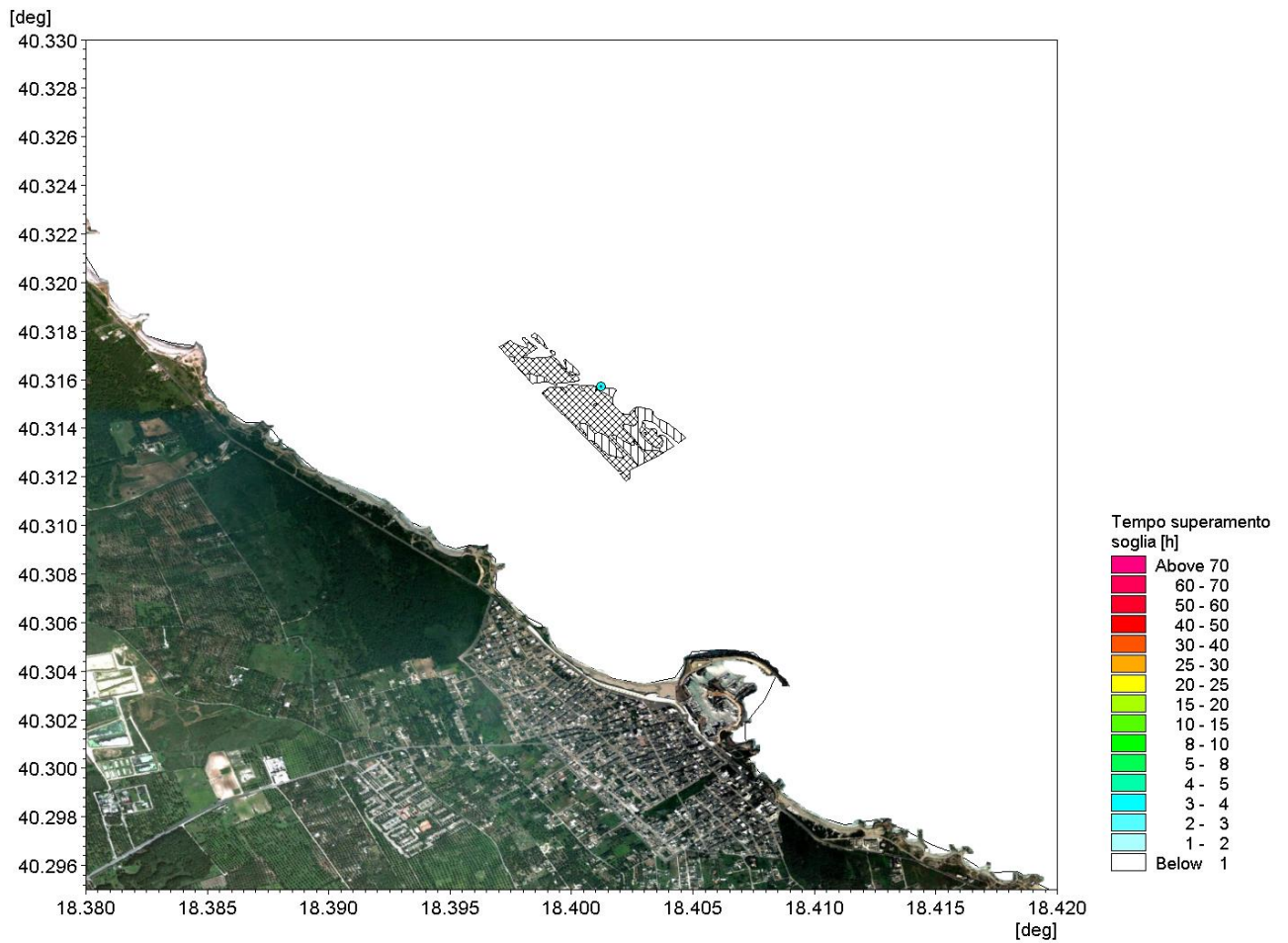
Riempimento: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l sul fondo nei periodi di operatività - autunno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	256 of 266





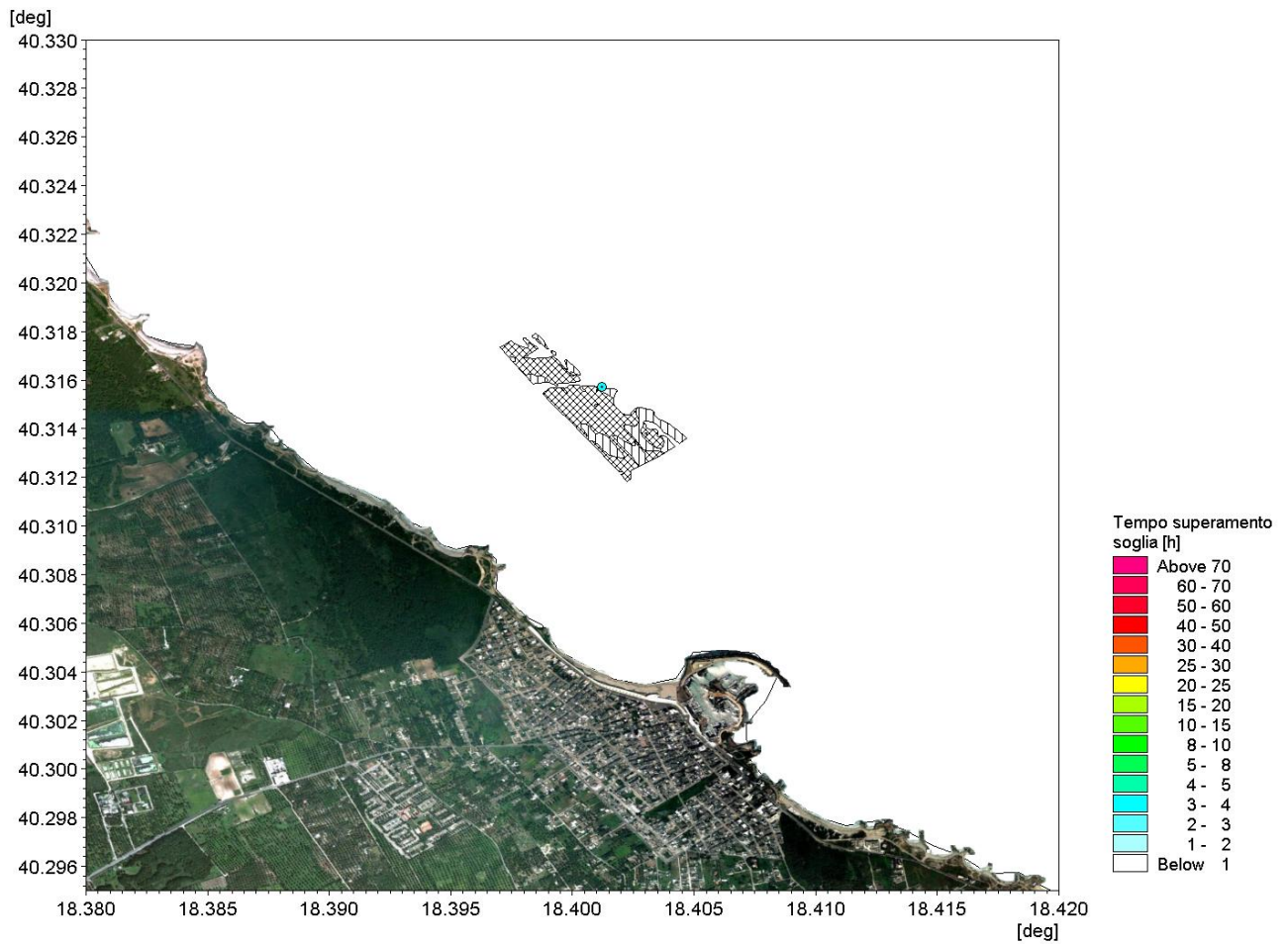
Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l in superficie nei periodi di operatività- autunno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	257 of 266





Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l alla profondità intermedia nei periodi di operatività- autunno

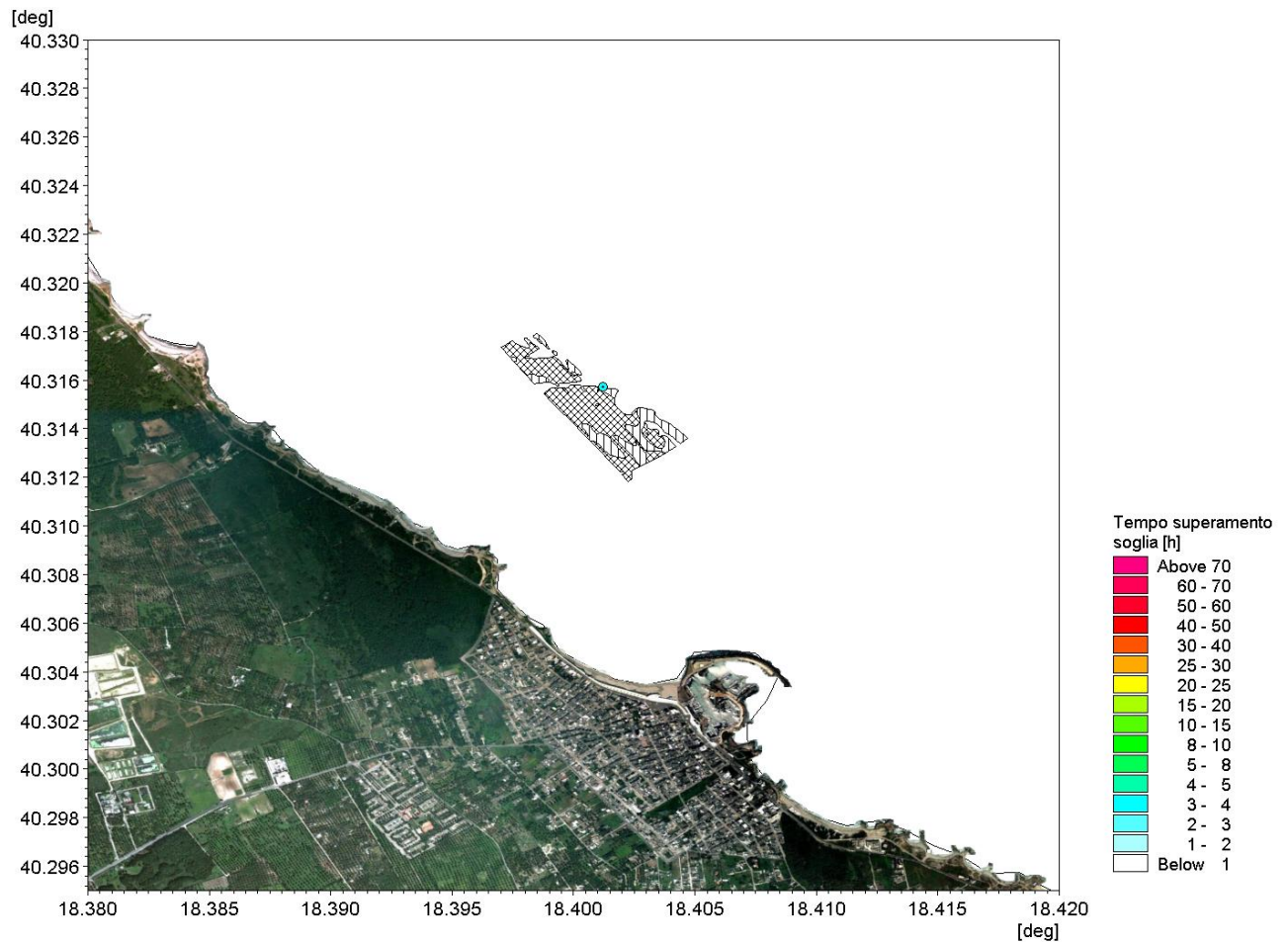
 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	258 of 266





Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l sul fondo nei periodi di operatività - autunno

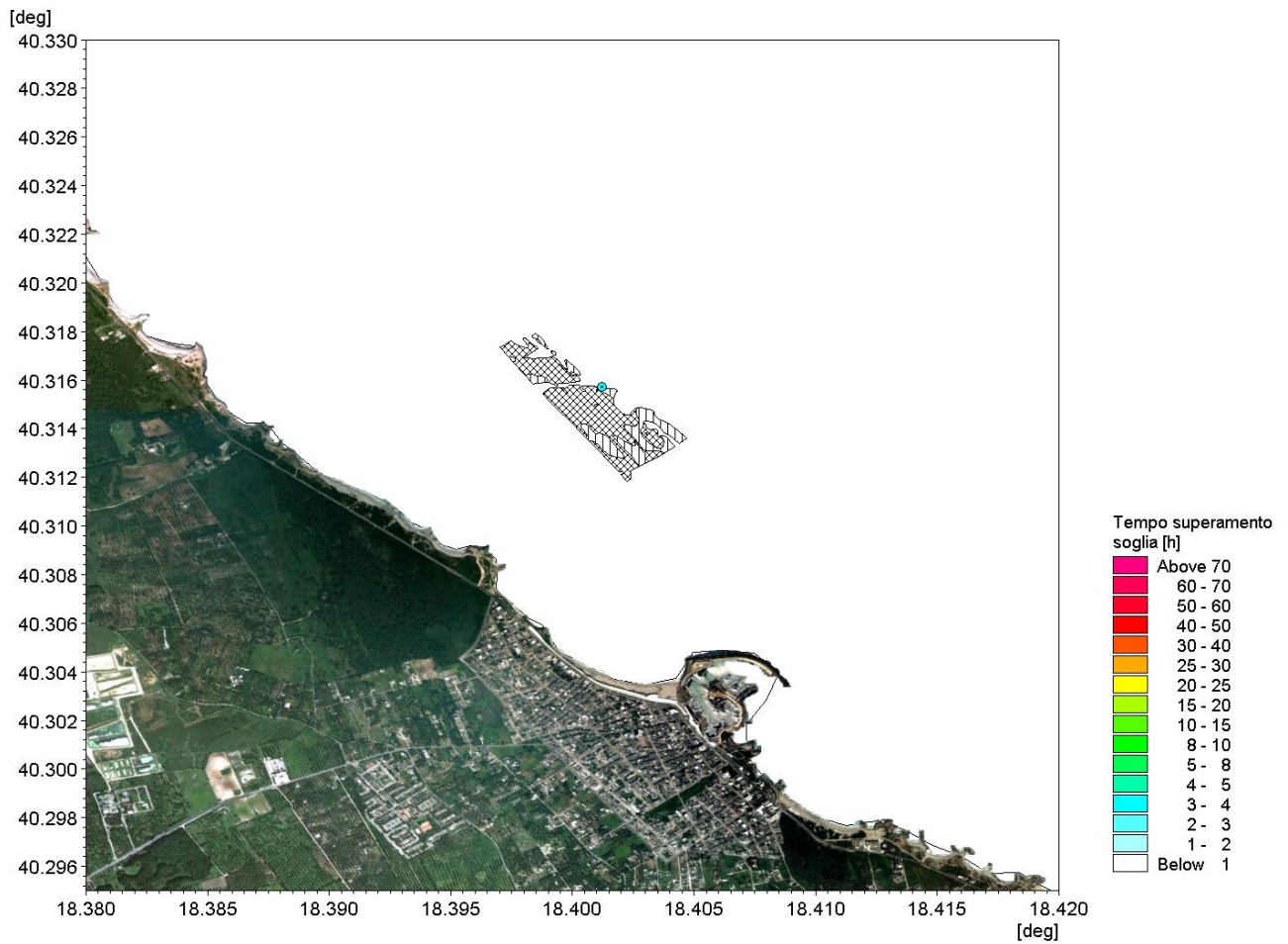
 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	259 of 266

Tempi di persistenza di concentrazioni del sedimento superiori a 10 mg/l e a 50 mg/l nei periodi di fermo macchina (07:30-16:00)





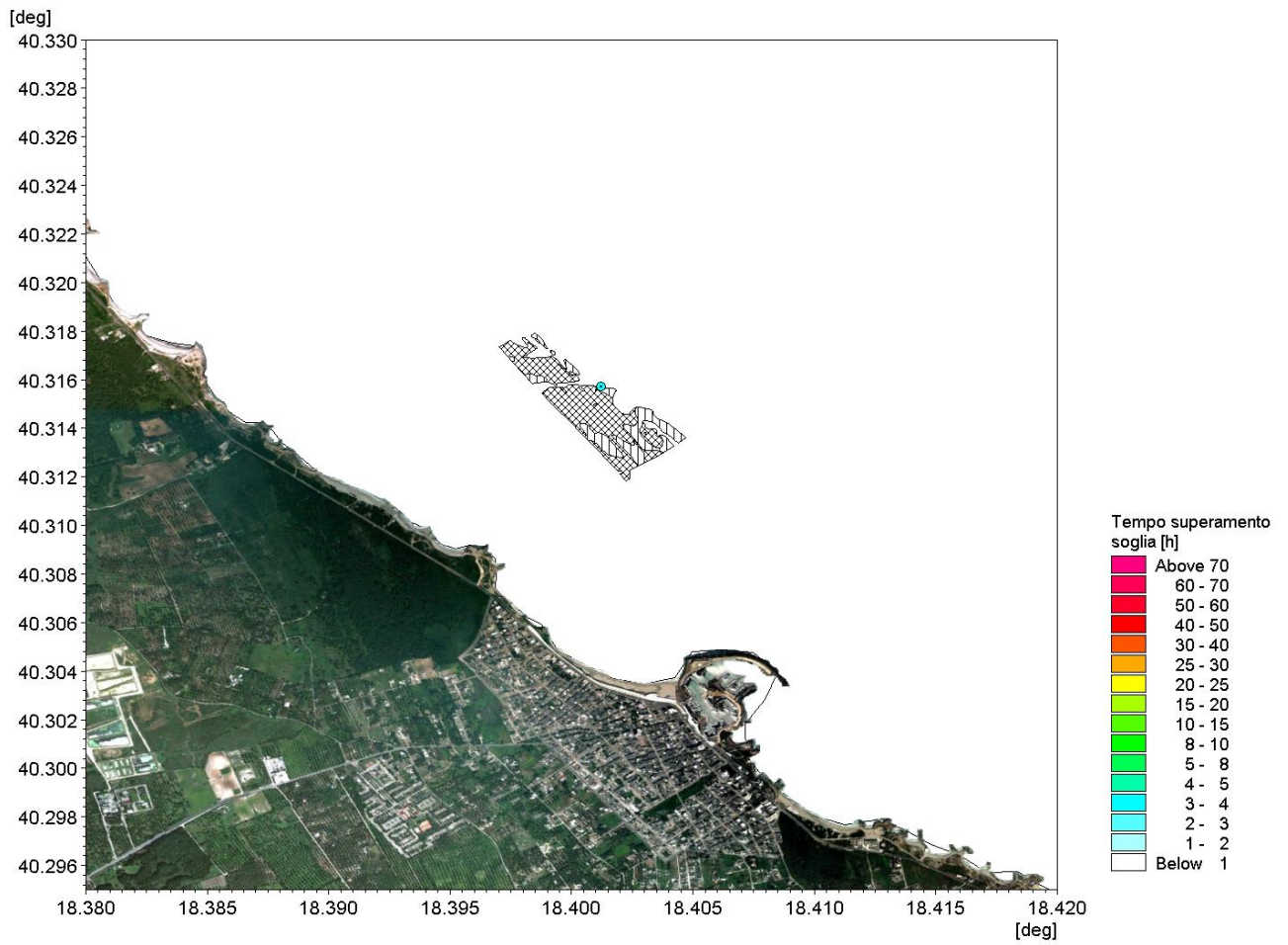
Riempimento: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l in superficie nei periodi di inattività - autunno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	260 of 266





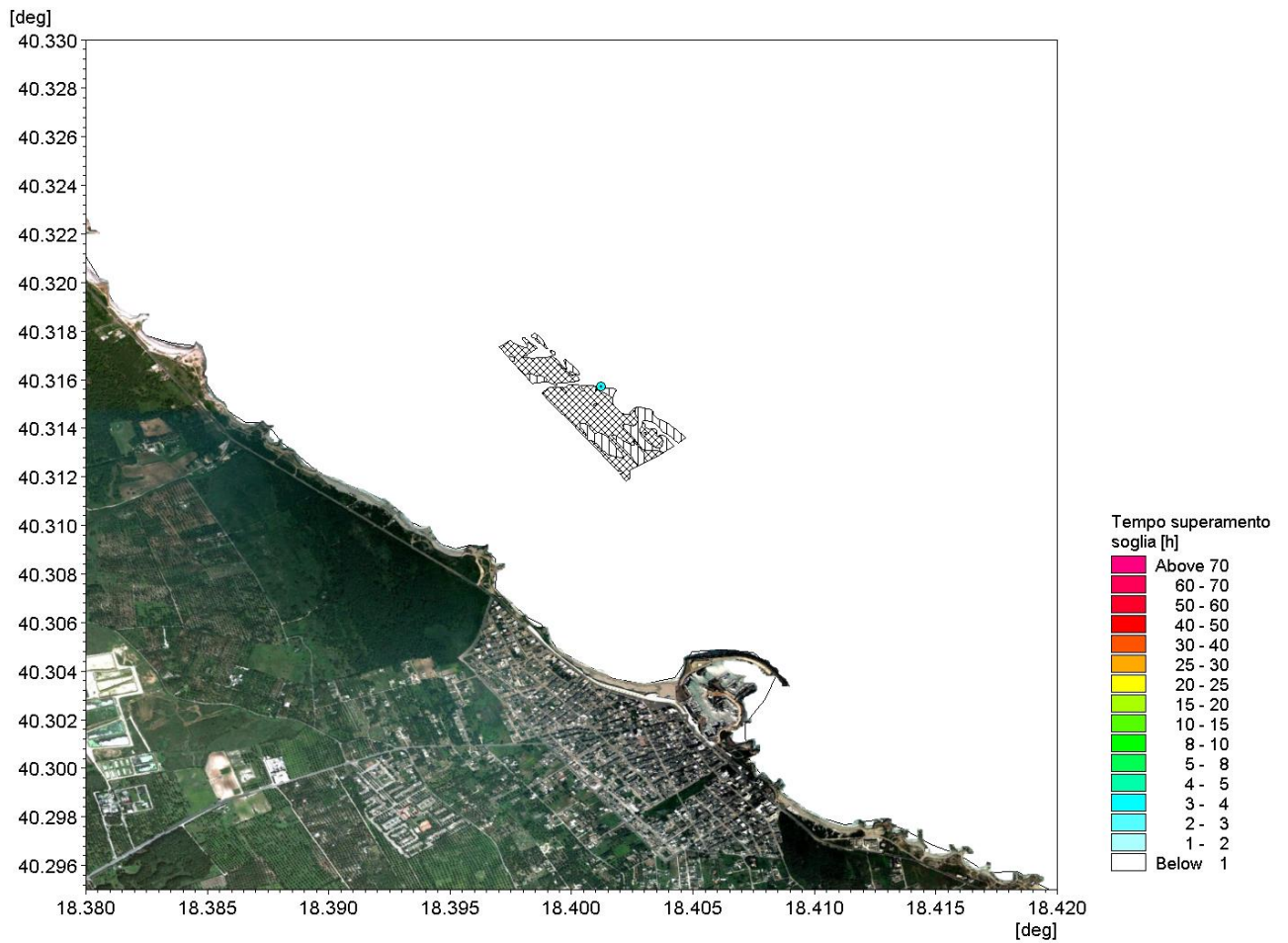
Riempimento: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l alla profondità intermedia nei periodi di inattività – autunno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	261 of 266





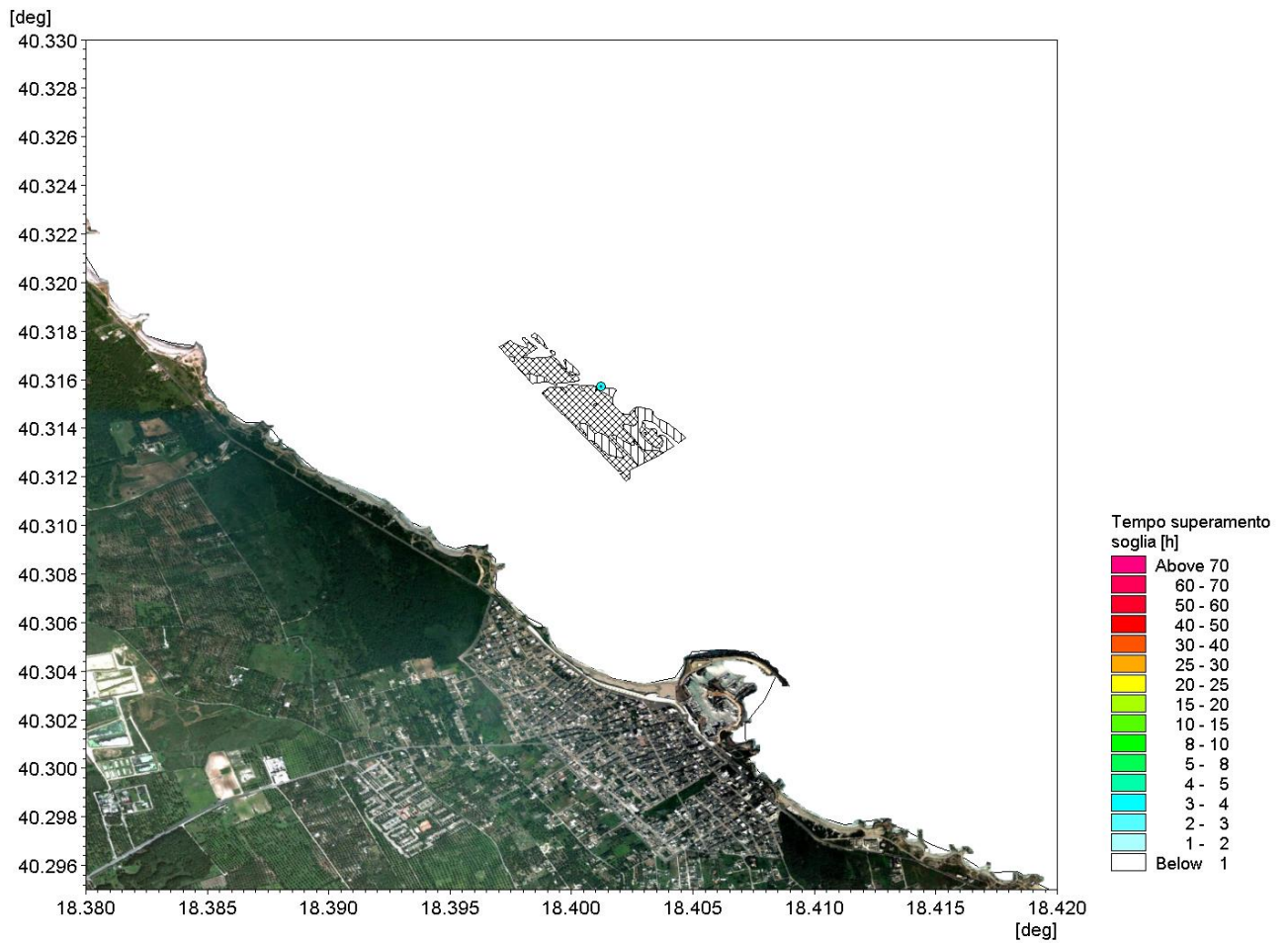
Riempimento: Persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 10 mg/l sul fondo nei periodi di inattività - autunno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	262 of 266





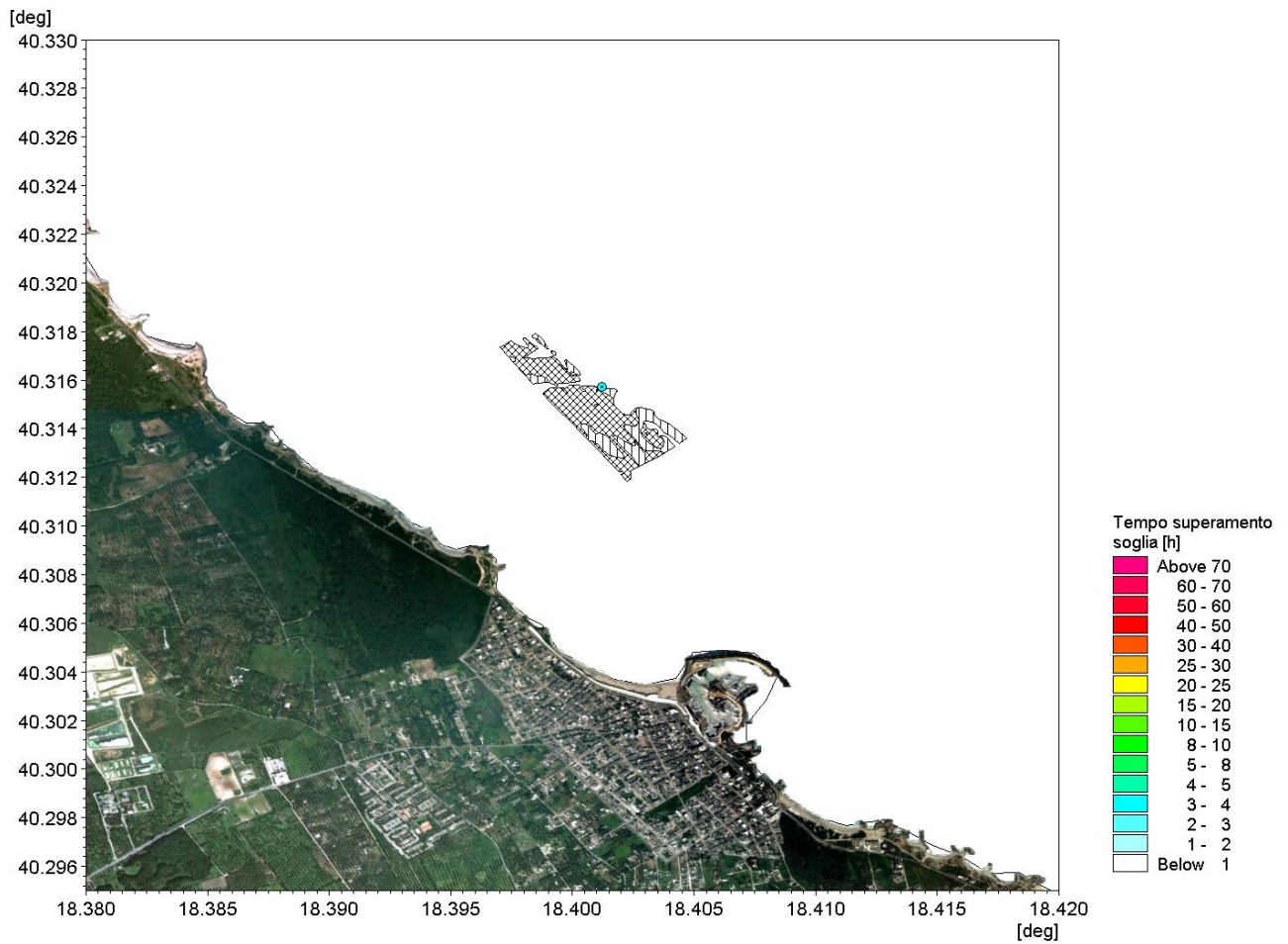
Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l in superficie nei periodi di inattività - autunno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	263 of 266





Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l alla profondità intermedia nei periodi di inattività – autunno

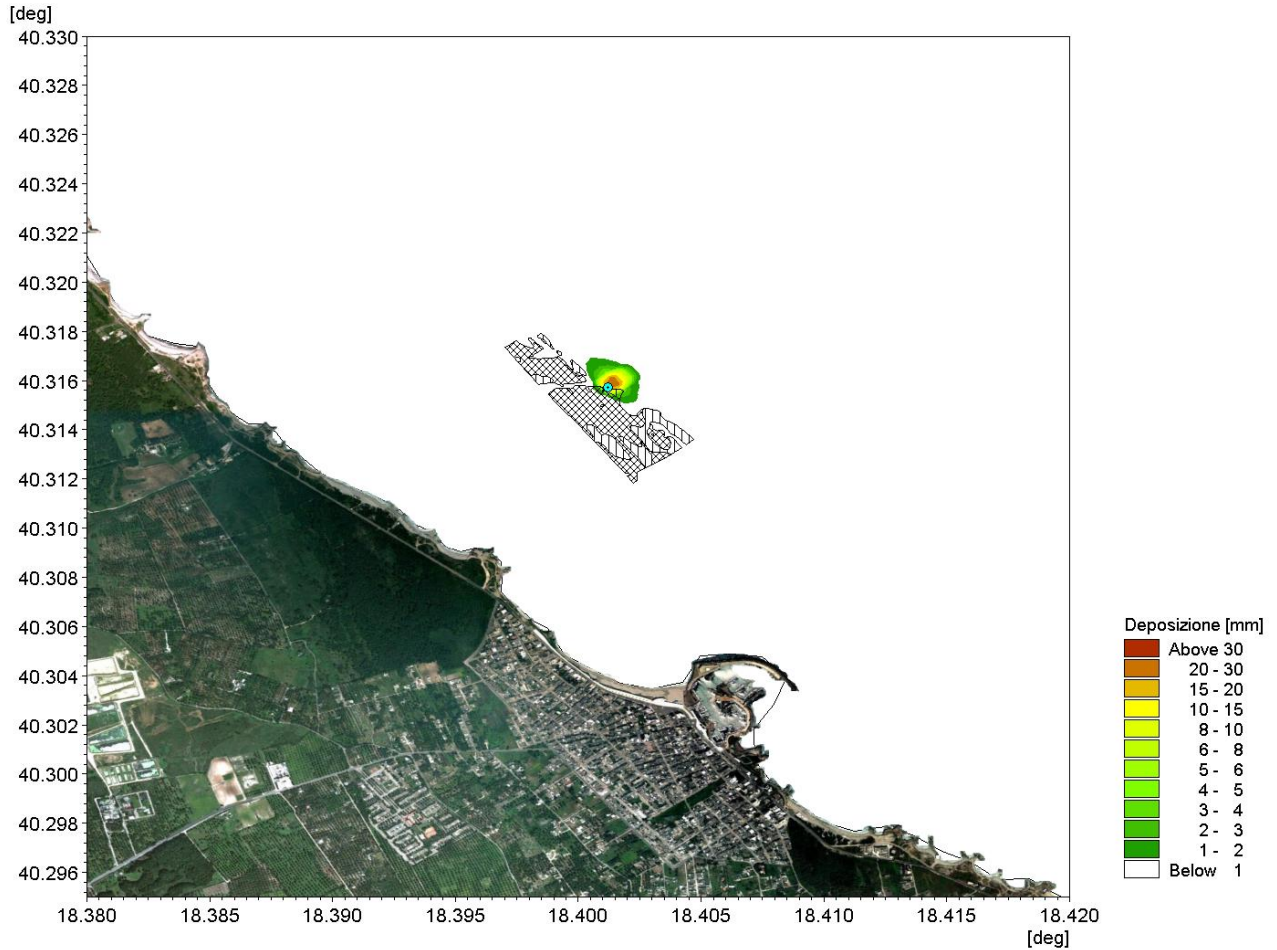
 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	264 of 266




Riempimento: persistenza temporale degli eventi con concentrazione superiore ai 50 mg/l sul fondo nei periodi di inattività – autunno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-C5577-150-Y-TRC-0001	Rev. No.:	0
 DHI	Doc. Title:	Studio modellistico dei processi di trasporto e deposizione dei sedimenti nelle fasi di dragaggio e successivo riempimento	Page:	265 of 266

Deposizione massima



Riempimento: deposizione massima - autunno

 Trans Adriatic Pipeline	TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
	Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	42 di 43

Allegato 2 - Cronoprogramma

TAP AG Doc. no.:	IAL00-PMT-601-Y-TSA-0001	Rev. No.:	0
Titolo Doc.:	DESCRIZIONE ESMS TAP ITALIA	Pag:	43 di 43

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	2018		2019	
					H1	H2	H1	H2
1	PERIODI DI RESTRIZIONE DEL PROGETTO	486 days	Fri 01/06/18	Mon 30/09/19				PERIODI DI RESTRIZIONE
2	Periodo di Restrizione 2018 - Costa Italiana	121 days	Fri 01/06/18	Sun 30/09/18				
3	Periodo di Restrizione 2018 - Costa Albanese	91 days	Fri 01/06/18	Fri 31/08/18				
4	Periodo di Restrizione 2019 - Costa Italiana	121 days	Sat 01/06/19	Mon 30/09/19				
5	Periodo di Restrizione 2019 - Costa Albanese	91 days	Sat 01/06/19	Sat 31/08/19				
119	LAVORI IN ITALIA (FUORI COSTA) ALL'USCITA DEL MICROTUNNEL	408,1 days	Thu 15/03/18	Sat 27/04/19				LAVORI IN ITALIA (FUORI COSTA)
120	Interventi di Pre-Posa	233 days	Thu 15/03/18	Sat 03/11/18				Interventi di Pre-Posa
121	FPV 2 "Adhémar de Saint-Venant" - Installazione delle palancole all'uscita del Microtunnel	52 days	Thu 15/03/18	Sun 06/05/18				FPV 2 "Adhémar de Saint-Venant" - Installazione delle palancole all'uscita del Microtunnel
122	BHD 2 "Mimar Sinan" - Dragaggio all'uscita del Microtunnel - Fase 1 [KP 103.32 to 103.43]	17 days	Mon 01/10/18	Thu 18/10/18				BHD 2 "Mimar Sinan" - Dragaggio all'uscita del Microtunnel
123	SHB spread - Dragaggio all'uscita del Microtunnel - Phase 1	17 days	Mon 01/10/18	Thu 18/10/18				SHB spread - Dragaggio all'uscita del Microtunnel - Phase 1
124	FPV 2 "Adhémar de Saint-Venant" - Assistenza ed Ispezione delle palancole durante il dragaggio all'uscita del Microtunnel	17 days	Mon 01/10/18	Thu 18/10/18				FPV 2 "Adhémar de Saint-Venant" - Assistenza ed Ispezione delle palancole durante il dragaggio all'uscita del Microtunnel
125	Recupero della TBM	8 days	Thu 18/10/18	Fri 26/10/18				Recupero della TBM
126	BHD 2 "Mimar Sinan" - Dragaggio all'uscita del Microtunnel - Phase 2 (Pulizia) [KP 103.32 to 103.43]	1 day	Wed 31/10/18	Thu 01/11/18				BHD 2 "Mimar Sinan" - Dragaggio all'uscita del Microtunnel
127	BHD 2 "Mimar Sinan" - Preparazione del piano di Posa [KP 103.32 to 103.43]	2 days	Thu 01/11/18	Sat 03/11/18				BHD 2 "Mimar Sinan" - Preparazione del piano di Posa [KP 103.32 to 103.43]
128	FPV 2 "Adhémar de Saint-Venant" - Costruzione dell'argine [KP 103.32 to 103.43]	3 days	Fri 26/10/18	Mon 29/10/18				FPV 2 "Adhémar de Saint-Venant" - Costruzione dell'argine [KP 103.32 to 103.43]
129	Attività per Preparazione Tiro Tubazione	79,5 days	Tue 25/09/18	Thu 13/12/18				Attività per Preparazione Tiro Tubazione
130	Preparazione Fondazione per il Verricello	32 days	Tue 25/09/18	Sat 27/10/18				Preparazione Fondazione per il Verricello
131	Installazione Verricello	7 days	Sat 27/10/18	Sat 03/11/18				Installazione Verricello
132	BHD 2 "Mimar Sinan" - Installazione del Cavo per il tiro Tubazione	3 days	Sat 03/11/18	Tue 06/11/18				BHD 2 "Mimar Sinan" - Installazione del Cavo per il tiro Tubazione
133	Rimozione Verricello dalla Fondazione	14 days	Thu 15/11/18	Thu 29/11/18				Rimozione Verricello dalla Fondazione
134	Rimozione Fondazione Verricello	14 days	Thu 29/11/18	Thu 13/12/18				Rimozione Fondazione Verricello
135	Attività per Preparazione Tiro Cavo a Fibra Ottica	65,98 days	Mon 03/12/18	Wed 06/02/19				Attività per Preparazione Tiro Cavo a Fibra Ottica
136	Preparazione Fondazione per il Verricello	21 days	Mon 03/12/18	Mon 24/12/18				Preparazione Fondazione per il Verricello
137	Installazione Verricello	7 days	Mon 24/12/18	Mon 31/12/18				Installazione Verricello
138	Rimozione Verricello dalla Fondazione	14 days	Wed 09/01/19	Wed 23/01/19				Rimozione Verricello dalla Fondazione
139	Rimozione Fondazione Verricello	14 days	Wed 23/01/19	Wed 06/02/19				Rimozione Fondazione Verricello
140	Interventi Post Posa	90,1 days	Sun 27/01/19	Sat 27/04/19				Interventi Post Posa
141	FPV 1 "Simon Stevin" - Riempimento con Materiale Ingegnerizzato [KP 103.32 to 103.42]	1 day	Sun 27/01/19	Mon 28/01/19				FPV 1 "Simon Stevin" - Riempimento con Materiale Ingegnerizzato [KP 103.32 to 103.42]
142	FPV 1 "Simon Stevin" - Riempimento con Materiale di Scavo [KP 103.32 to 103.43]	15,4 days	Mon 11/03/19	Tue 26/03/19				FPV 1 "Simon Stevin" - Riempimento con Materiale di Scavo [KP 103.32 to 103.43]
143	FPV 2 "Adhémar de Saint-Venant" - Rimozione delle Palancole all'uscita del Microtunnel	38 days	Wed 20/03/19	Sat 27/04/19				FPV 2 "Adhémar de Saint-Venant" - Rimozione delle Palancole all'uscita del Microtunnel
144	Risistemazione della Parte a Terra	21 days	Wed 06/02/19	Wed 27/02/19				Risistemazione della Parte a Terra
201	ALTRE ATTIVITA' IN ITALIA (FUORI COSTA) ALL'USCITA DEL MICROTUNNEL	133 days	Mon 29/10/18	Mon 11/03/19				ALTRE ATTIVITA' IN ITALIA (FUORI COSTA)
202	Installazione della Campana del Microtunnel (Bellmouth)	2 days	Mon 29/10/18	Wed 31/10/18				Installazione della Campana del Microtunnel (Bellmouth)
203	Tiro del Tubo Lato Italia	6,5 days	Fri 09/11/18	Thu 15/11/18				Tiro del Tubo Lato Italia
204	Tiro del Cavo a Fibra Ottica Lato Italia	8 days	Tue 01/01/19	Wed 09/01/19				Tiro del Cavo a Fibra Ottica Lato Italia
207	Rimozione della Grata ed Installazione della Paratia	4 days	Thu 07/03/19	Mon 11/03/19				Rimozione della Grata ed Installazione della Paratia