

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 1 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

EMERGENZA GAS

Incremento di capacità di rigassificazione (DL 17 Maggio 2022, n. 50) FSRU Piombino e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti

STUDIO MODELLISTICO DI DISPERSIONE TERMICA/CHIMICA IN FASE DI ESERCIZIO PRESSO IL TERMINALE FSRU DI PIOMBINO (LI)



00	EMISSIONE PER PERMESSI	Prof. M. Capello Prof. G. Besio	W. Bambara I. Bucca	S. Scandale R. Bozzini	15/06/2022
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato Autorizzato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 2 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

INDICE

LISTA DELLE TABELLE	3
LISTA DELLE FIGURE	3
1. INTRODUZIONE	5
2. CARATTERIZZAZIONE DELLE FORZANTI AMBIENTALI NELL'AREA DI STUDIO	8
3. MODELLAZIONE NUMERICA DELL'IDRODINAMICA E DELLA DISPERSIONE.....	18
4. CONFIGURAZIONE DI PRESA E SCARICO ACQUE OGGETTO DI SIMULAZIONE	22
5. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI.....	23
5.1. CONFIGURAZIONE 1	24
5.2. CONFIGURAZIONE 2	33
5.3. CONFIGURAZIONE 3.....	43
6. CONCLUSIONI.....	52
ANNESI	53

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 3 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

LISTA DELLE TABELLE

Tabella 1. Coordinate dei nodi hindcast utilizzati nel prosieguo del report.....	10
Tabella 2. Settori direzionali degli scenari utilizzati – nodo 001033 (lato Nord).	16
Tabella 3. Settori direzionali degli scenari utilizzati – nodo 001291 (lato Sud).....	17
Tabella 4. Parametri utilizzati per il modello numerico.....	21
Tabella 5. Condizioni di operatività considerate nel modello numerico.....	21

LISTA DELLE FIGURE

Figura 1. Localizzazione dei punti hindcast DICCA utilizzati per la definizione delle forzanti ambientali in prossimità del porto di Piombino (LI).	10
Figura 2. Dominio computazionale del modello numerico utilizzato.....	11
Figura 3. Risultato dell'analisi di sensitività in riferimento al numero di cluster utilizzati.....	12
Figura 4. Forzanti meteo-marine associate allo scenario 02.	13
Figura 5. Forzanti meteo-marine associate allo scenario 04.	14
Figura 6. Forzanti meteo-marine associate allo scenario 15.	15
Figura 7. Forzanti meteo-marine associate allo scenario 40.	16
Figura 8. Maglia computazionale del modello Delft3D - zoom sul porto di Piombino. In figura sono anche mostrate le posizioni di presa (intake) e scarico (outfall) per le 3 configurazioni progettuali considerate (vedi più avanti nel report).	19
Figura 9. Quote del fondale (batimetria) interpolate sul dominio computazionale del modello Delft3D. Nel pannello di sinistra è mostrato l'intero dominio computazionale; nel pannello di destra è mostrato un ingrandimento sull'area del porto di Piombino.	20
Figura 10. Analisi morfodinamica del fondale in risposta allo scenario meteomarinario 15. Il pannello di sinistra mostra la configurazione progettuale 2; il pannello di destra mostra la configurazione progettuale 3.	24
Figura 11. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Temperatura sul fondale. Scenario 2. .	25
Figura 12 Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Temperatura sul fondale. Scenario 4. .	26
Figura 13. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Temperatura sul fondale. Scenario 15.	27
Figura 14. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Temperatura sul fondale. Scenario 40.	28
Figura 15. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Cloro sul fondale. Scenario 2.....	29
Figura 16. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Cloro sul fondale. Scenario 4.....	30
Figura 17. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Cloro sul fondale. Scenario 15.....	31
Figura 18. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Cloro sul fondale. Scenario 40.....	32
Figura 19. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Temperatura sul fondale. Scenario 2. .	34
Figura 21. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Temperatura sul fondale. Scenario 4. .	35
Figura 22. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Temperatura sul fondale. Scenario 15.	36
Figura 23. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Temperatura sul fondale. Scenario 40.	37
Figura 24. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Cloro sul fondale. Scenario 2.....	39
Figura 25. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Cloro sul fondale. Scenario 4.....	40
Figura 26. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Cloro sul fondale. Scenario 15.....	41
Figura 27. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Cloro sul fondale. Scenario 40.....	42
Figura 29. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Temperatura sul fondale. Scenario 2. .	44

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 4 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

Figura 30. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Temperatura sul fondale. Scenario 4. .45	45
Figura 31. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Temperatura sul fondale. Scenario 15.46	46
Figura 32. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Temperatura sul fondale. Scenario 40.47	47
Figura 33. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Cloro sul fondale. Scenario 2.....	48
Figura 34. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Cloro sul fondale. Scenario 4.....	49
Figura 35. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Cloro sul fondale. Scenario 15.....	50
Figura 36. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Cloro sul fondale. Scenario 40.....	51

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 5 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

1. INTRODUZIONE

Nell'ambito delle iniziative legate alla realizzazione di nuove capacità di rigassificazione regolate dall'art.5 del DL n.50 del 17/5/2022 e mirate a diversificare le fonti di approvvigionamento di gas ai fini della sicurezza energetica nazionale, la Società Snam FSRU Italia, controllata al 100% da Snam S.p.A ("Snam"), intende sottoporre l'istanza autorizzativa per la realizzazione di un Terminale di Rigassificazione nel porto di Piombino (c.d. Progetto FSRU Piombino) tramite l'ormeggio permanente di un mezzo navale tipo FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) e la realizzazione delle connesse infrastrutture per l'allacciamento alla rete di trasporto esistente.

L'FSRU avrà una capacità di rigassificazione annuale di circa 5 miliardi di standard metri cubi di gas naturale, equivalente a circa un sesto della quantità di gas naturale oggi importata dalla Russia.

L'FSRU ha uno stoccaggio nominale di 170 mila metri cubi di Gas Naturale Liquefatto (GNL), e sarà in grado di ricevere, rigassificare il GNL e trasferirlo in una nuova condotta che lo convoglierà nel punto di connessione alla Rete Gasdotti, posto a circa 9 km dal punto di ormeggio.

L'FSRU sarà rifornita ad intervalli regolari (5/7 giorni) da metaniere di taglia variabile e sarà anche in grado di rifornire a sua volta metaniere di piccola/media taglia (metaniere Small Scale LNG).

La qualità del gas liquido gestito dalla FSRU dipenderà dalle fonti di approvvigionamento internazionali, pertanto il gas vaporizzato andrà analizzato ed eventualmente corretto per portarlo alle condizioni di trasporto richieste dalla Rete Nazionale. Le apparecchiature ed i sistemi dedicati a tale gestione (correzione indice di Wobbe) sono stati previsti in adiacenza all'impianto PID1 n.2 - PDE posto in corrispondenza del punto di ingresso del gas nella Rete Nazionale (loc. Vignarca in Comune di Piombino).

La FSRU sarà ormeggiata in corrispondenza della Banchina Est della Darsena Nord del Porto di Piombino ed è previsto che entri in esercizio entro Marzo 2023.

La presente relazione è parte integrante dell'istanza autorizzativa del Progetto FSRU Piombino sottomessa ai sensi del comma 5 dell'art. 5 del D.Lgs. n.50 del 17/5/2022.

Il Progetto FSRU Piombino include le seguenti opere:

Terminale FSRU Piombino

Costituito da:

- n.1 FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) avente una capacità nominale di stoccaggio pari a circa 170.000 m³, una portata massima di rigassificazione di circa 880.000 Sm³/h e dimensioni pari a circa 292,5 m (lunghezza) x 43,4 m (larghezza).
- Gli impianti e le attrezzature da realizzarsi sulla Banchina Est esistente sono:
 - il sistema di scarico del gas vaporizzato dalla FSRU composto da manichette flessibili ad alta pressione (75 barg);
 - il miglioramento del sistema di ormeggio della banchina, costituito da funi collegate a ganci a scocco installati in banchina;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 6 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

- gli impianti di alimentazione elettrica e controllo del Terminale;
 - gli impianti di sistema antincendio;
 - il collegamento tra il sistema di scarico del gas dalla FSRU e il Punto di Intercetto Linea (PIL 1). Il giunto dielettrico, subito a monte del PIL, identifica il punto di ingresso nella rete di trasporto del gas naturale a terra.
- L'Impianto di correzione dell'indice di Wobbe posto in adiacenza al PIDI n.2 – PDE in località Vignarca.

Opere Connesse

Costituite da:

- La condotta "Allacciamento FSRU di Piombino DN1200 (48") doppia tubazione DN 650 (26"), DP 75bar" per il collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti che include quanto segue:
 - Punto di Intercetto Linea (PIL 1) ubicato nelle pertinenze portuali;
 - Tratto di metanodotto di lunghezza complessiva pari a circa 8,8 km fino all'impianto PIDI n.2 – PDE (in località Vignarca) di immissione alla Rete Nazionale Gasdotti;
 - Impianto PIDI n.2 – PDE di collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti contenente le apparecchiature di filtraggio e misura del gas naturale. L'impianto è previsto in ampliamento dell'esistente area trappola Snam Rete Gas del metanodotto Piombino-Torrenieri DN750 (30", 75 bar).

Nell'ambito delle previste condizioni di esercizio è previsto il prelievo e la restituzione dell'acqua di mare per soddisfare le esigenze del processo di rigassificazione GNL (tramite i vaporizzatori) ed altri usi industriali come il raffreddamento di alcune tipologia di apparecchiature. La portata massima di acqua di mare necessaria ai vaporizzatori risulta di circa 18000 m³/h. La temperatura dell'acqua in uscita dai vaporizzatori è stata impostata considerando un ΔT pari a - 7°C rispetto alla temperatura dell'acqua in entrata.

Per prevenire la crescita di organismi marini nel sistema di acqua di mare, è previsto un sistema di iniezione di ipoclorito. L'acqua rilasciata dalla FSRU avrà un contenuto di Cloro compatibile con il limite indicato dalla normativa, pari a 0,2 mg/l (valore massimo di Cloro attivo libero per sistema di elettro-clorinazione come definito nell'Allegato 5 alla parte III del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.).

In fase di predisposizione degli studi ambientali, l'Università degli Studi di Genova è stata incaricata di implementare un modello matematico per la simulazione del contenuto termico e chimico delle acque scaricate in ambiente marino. Tale studio si rende necessario al fine di valutare i possibili effetti dovuti al rilascio di acqua di mare con differenti caratteristiche in termini di temperatura e contenuto di cloro rispetto a quella prelevata nella zona portuale, per fornire elementi di valutazione dei potenziali impatti sulla componente. Lo studio ha inoltre preso in considerazione la valutazione di eventuali fenomeni erosivi e di ri-sospensione dei sedimenti, al fine di valutare il possibile impatto dei flussi rilasciati dalla FSRU.

La simulazione modellistica è stata effettuata in fase di progettazione, considerando diversi scenari progettuali in termini di punto di presa e scarico in porto e per diverse condizioni ambientali, al fine

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 7 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

di evidenziare eventuali elementi di sensibilità legati alle differenti scelte e consentire di selezionare la configurazione di progetto ottimale anche sulla base di tali elementi.

Il lavoro è stato svolto in collaborazione con il Prof. Marco Capello del Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita e del Prof. Giovanni Besio del Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale dell'Università degli Studi di Genova.

Il presente elaborato riporta le informazioni relative all'implementazione del modello, la definizione delle condizioni al contorno ed i risultati per le diverse simulazioni effettuate. Si riportano infine i risultati che permettono di descrivere la dispersione termica e chimica all'interno del porto di Piombino e nelle aree a questo limitrofe, a seconda degli scenari alternativi considerati.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 8 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

2. CARATTERIZZAZIONE DELLE FORZANTI AMBIENTALI NELL'AREA DI STUDIO

L'analisi dei processi fisici relativi alla circolazione costiera e ai processi di dispersione in tale zona assume particolare rilievo da un punto di vista applicativo. La necessità di avere a disposizione degli strumenti di analisi e predizione di tale tipo di processi è sentita non solo in ambito di pianificazione e programmazione delle attività umane nella fascia costiera (i.e. controllo della dispersione dei dragaggi, progettazione degli emissari degli impianti di depurazione) ma anche in ambito di gestione delle emergenze e della qualità delle acque (i.e. sversamenti e dispersione di inquinanti sia lato terra che lato mare, incidenti in mare ed operazioni di *search&rescue*).

In quest'ottica, nelle ultime decadi, soprattutto grazie alla crescita esponenziale della potenza di calcolo dei moderni computer, è stato fatto sempre maggiore affidamento all'utilizzo di programmi di calcolo in grado di realizzare simulazioni numeriche dell'idrodinamica marina e costiera e dei processi di dispersione sia da un punto di vista euleriano (dinamica della concentrazione) che da un punto di vista lagrangiano (dispersione di massa e oggetti).

Lo studio di tali fenomeni generalmente si basa su un'enorme quantità di informazioni che richiedono elevati tempi di computazione e grandi potenze di calcolo non sempre disponibili: questo, in particolare, può succedere quando ad esempio il dataset in esame proviene da un servizio di re-analisi climatologica, caratterizzato da alta risoluzione temporale e spaziale. In questo caso, può essere conveniente ridurre il numero di condizioni ambientali da tenere in considerazione per le simulazioni numeriche in modo da individuare e conservare i modi più significativi della variabilità del fenomeno.

Risolvere un numero limitato di condizioni ambientali, altresì dette "scenari", è vantaggioso perché non solo permette di selezionare le condizioni più importanti per il processo investigato ma anche perché viene ridotto significativamente il carico computazionale necessario per risolvere l'intera catena modellistica. A tale fine, è possibile impiegare delle tecniche di "*Data mining*" ovvero di analisi massiva dei dati a disposizione, tramite algoritmi di clusterizzazione ("clustering"); tale approccio si rivela particolarmente efficace poiché permette di raggruppare un insieme di dati in classi di oggetti (cluster) sulla base della loro similarità/dissimilarità. Un cluster rappresenta un raggruppamento di elementi che sono simili tra loro e sono dissimili dagli elementi di un altro cluster. Il risultato che si ottiene è un sottoinsieme di cluster rappresentati da elementi in grado di riassumere il dataset iniziale (gli scenari di cui sopra), mantenendo le sue proprietà principali.

Nel presente studio si adotta una metodologia che permette di caratterizzare il clima meteo-marino considerando la velocità del vento, il campo di pressione, la forzante di marea e le condizioni del moto ondoso. Per la costruzione del dataset iniziale viene quindi scelta una finestra temporale adeguata in funzione del tipo di processo che si vuole studiare, ovvero la descrizione della dispersione di inquinanti/sedimenti/particelle in acque costiere, in seguito all'immissione in mare di una portata definita in un certo intervallo di tempo.

Le variabili meteo-marine impiegate nel presente studio sono state prodotte dal Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica ed Ambientale dell'Università di Genova (DICCA; www3.dicca.unige.it/meteocean/hindcast.html). Tramite una re-analisi delle condizioni atmosferiche, il DICCA ha ricostruito un database, detto *hindcast*, contenente dati orari di onda, vento e campo barico definiti su una griglia con risoluzione approssimativamente di 10 km lon/lat, estesa a tutto il

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 9 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

bacino del Mar Mediterraneo¹. L'implementazione dell'*hindcast* è avvenuta in seguito alla validazione e alla ottimizzazione della catena di modelli numerici impiegata (WRF per la parte meteo e WaveWatchIII per la parte onde) e ad oggi questi dati sono stati utilizzati in numerose ricerche e applicazioni. Per lo sviluppo degli algoritmi di identificazione di scenari climatici caratteristici sono state considerate le serie temporali dal 1979 al 2020, su base oraria, di altezza d'onda significativa (H_s), di periodo e direzione di picco (T_p e θ_p , rispettivamente) delle componenti di velocità longitudinale/latitudinale del vento (w_x/w_y) e della pressione media sul livello del mare ($mslp$).

In un secondo momento, sono state ricavate le forzanti di marea (di seguito $\Delta\eta$) nella posizione selezionata grazie al Software di Previsione di Marea (TPXO.3) fornito dall'Università dello Stato dell'Oregon². L'escursione di marea è stata estratta nello stesso intervallo di tempo e con la stessa frequenza dei dati meteomarinari di *hindcast*.

Le tecniche di clusterizzazione sopra descritte richiedono come primo passo fondamentale la definizione di un numero di clusters appropriato. La scelta può essere fatta in modo soggettivo, se l'utente, ad esempio, desidera che i dati vengano assegnati a un determinato numero di classi, oppure se conosce come e con quali distribuzioni si presentano i dati. Tuttavia, se il numero ottimale di cluster non è noto a priori, è necessario introdurre un'analisi di sensitività sui risultati della clusterizzazione, valutando complessivamente la varianza dei dati ed impiegando come indice di misura la distanza media (\bar{d}) tra gli scenari del modello. Nel caso di Piombino, si è condotta tale analisi sul nodo 001033 (codice identificativo *hindcast*), ovvero il nodo più prossimo all'area di interesse (si veda a tal proposito Figura 1).

¹ Mentaschi, L., Besio, G., Cassola, F., & Mazzino, A. (2013). Developing and validating a forecast/hindcast system for the Mediterranean Sea. *Journal of Coastal Research*, (65 (10065)), 1551-1556.

Mentaschi, L., Besio, G., Cassola, F., & Mazzino, A. (2015). Performance evaluation of Wavewatch III in the Mediterranean Sea. *Ocean Modelling*, 90, 82-94.

² Egbert, G. D., & Erofeeva, S. Y. (2002). Efficient inverse modeling of barotropic ocean tides. *Journal of Atmospheric and Oceanic technology*, 19(2), 183-204.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 10 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

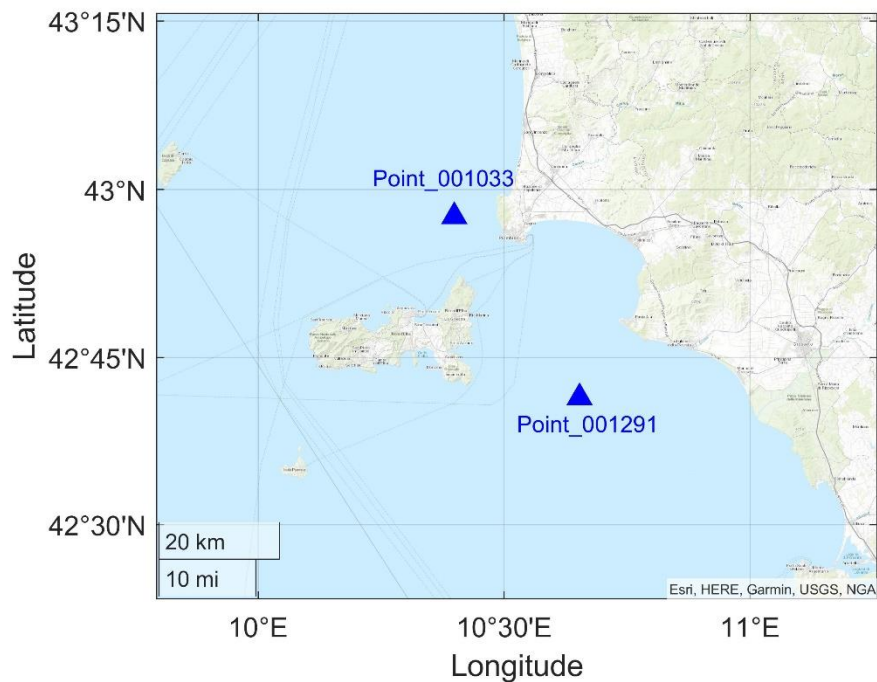


Figura 1. Localizzazione dei punti hindcast DICCA utilizzati per la definizione delle forzanti ambientali in prossimità del porto di Piombino (LI).

Dall'analisi di Figura 1 si evince come i nodi utilizzati siano in effetti due, ovvero lo 001033 e lo 001291 (si veda anche Tabella 1). Tale scelta si è resa necessaria per definire le condizioni al contorno sui ambedue i lati nord e sud del dominio computazionale, così come mostrato in Figura 2. La selezione degli scenari meteomarini si è avvalsa in prima analisi dei dati nel punto 001033, essendo questi attiguo al porto di Piombino; in un secondo momento, sono stati ricavati gli stati meteomarini nel nodo 001291 concomitanti a quelli precedentemente definiti nel nodo principale. Il risultato dell'analisi di sensitività per la selezione degli scenari meteomarini è mostrato in Figura 3.

Tabella 1. Coordinate dei nodi hindcast utilizzati nel prosieguo del report.

Nodo	Lon	Lat
001033	10.3987	42.96
001291	10.6534	42.69

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 11 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

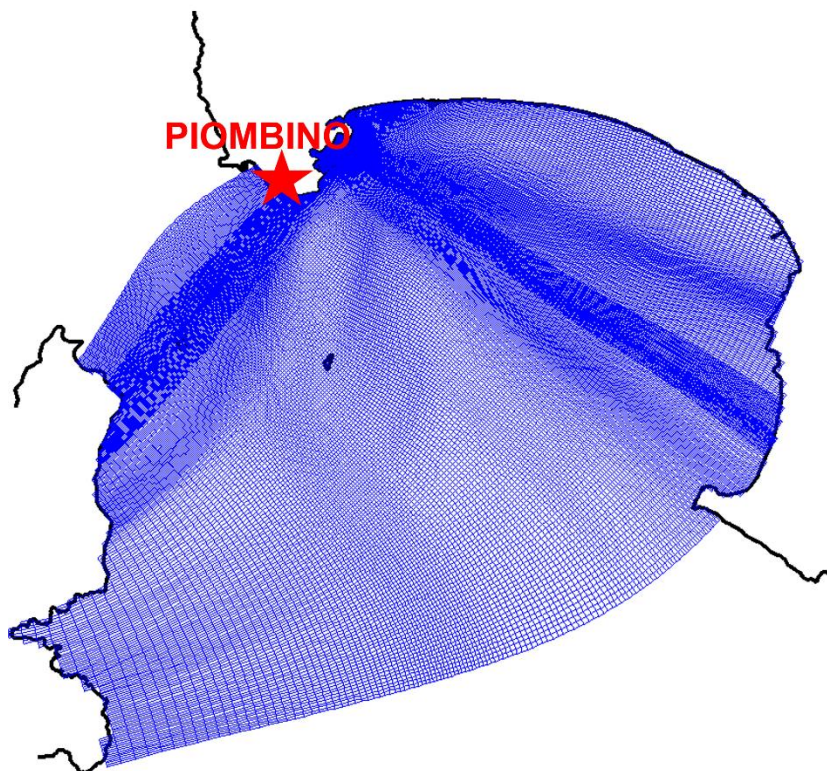


Figura 2. Dominio computazionale del modello numerico utilizzato.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 12 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

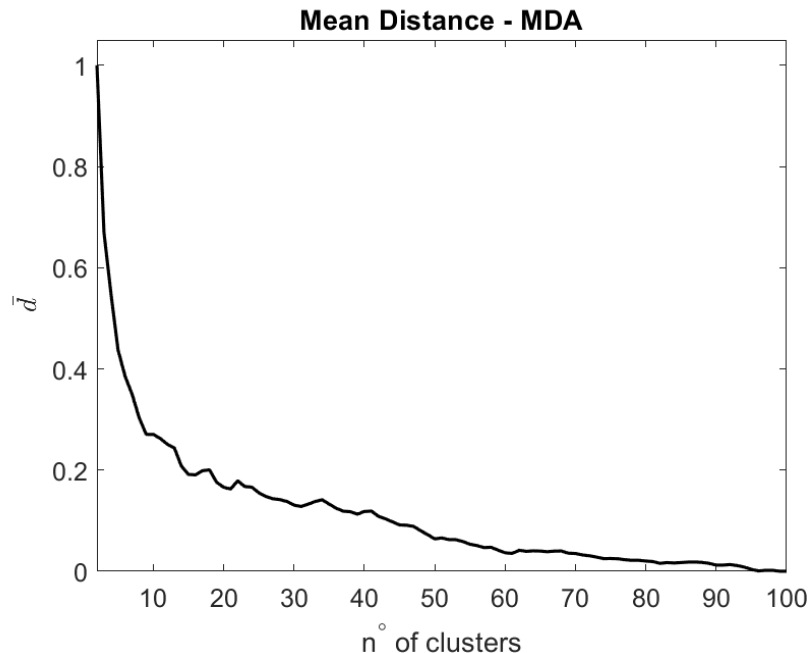


Figura 3. Risultato dell'analisi di sensitività in riferimento al numero di cluster utilizzati.

L'obiettivo della selezione di diversi scenari per la realizzazione del presente studio ha lo scopo di estrarre un gruppo di diverse serie temporali diverse tra loro, al fine di caratterizzare in modo esaustivo la variabilità climatica nei paraggi di Piombino. In questo caso, sono stati inizialmente selezionati 50 clusters (valore per cui si è in grado di riprodurre più del novanta per cento della variabilità delle forzanti ambientali; Figura 3). L'estensione temporale degli scenari è fissata a una settimana, in quanto i processi di dispersione dello scarico della FSRU, soprattutto per quanto riguarda l'evoluzione della temperatura e della concentrazione di cloro, possono avere un tempo scala di qualche giorno.

In un secondo momento, sono stati identificati 4 scenari specifici, ovvero 02, 04, 15, 40 dell'analisi cluster; tali scenari differiscono per le condizioni di intensità e direzione di provenienza di vento e onde, così come mostrato nelle figure successive. Una sintesi delle forzanti ambientali associate a ciascun cluster è di seguito riportata (la velocità e la direzione del vento, espressa secondo la convenzione nautica, sono definite come U_w e θ_w).

Lo **scenario 02** (Figura 4) descrive un evento meteo-marino di media intensità per ambedue i nodi e le condizioni di vento ed onda; le direzioni di propagazione sono prevalentemente orientate lungo la versante da Nord/Nord-Est a Sud/Sud-Ovest.

Lo **scenario 04** (Figura 5) mostra uno stato di bonaccia, associato a stati di mare e vento di scarsa intensità, e con direzioni di propagazione variabili in tutto lo spazio trigonometrico (i.e., $0-2\pi$). Tale scenario rappresenta uno stato critico, poiché non favorisce la dispersione ed il rimescolamento dei reflui.

Lo **scenario 15** (Figura 6) è associato a condizioni tempestose, con picchi di H_s prossimi a 6 m e raffiche prossime a 25 m/s. Tuttavia, propagandosi da Libeccio/Ponente, le onde generate escono

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 13 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

dal dominio in corrispondenza del nodo 001033, mentre vi entrano dal lato Sud, seppur caratterizzate da altezze più contenute (≈ 4.5 m).

Lo **scenario 40** (Figura 7) si caratterizza per eventi da Scirocco/Mezzogiorno, sebbene intervallati nel lato Nord del dominio da onde da Ponente. Per quanto riguarda invece i dati di vento, si rilevano intensità moderate e direzioni coerenti tra i due nodi, che spaziano lungo tutti i settori nel piano 0° - 360° .

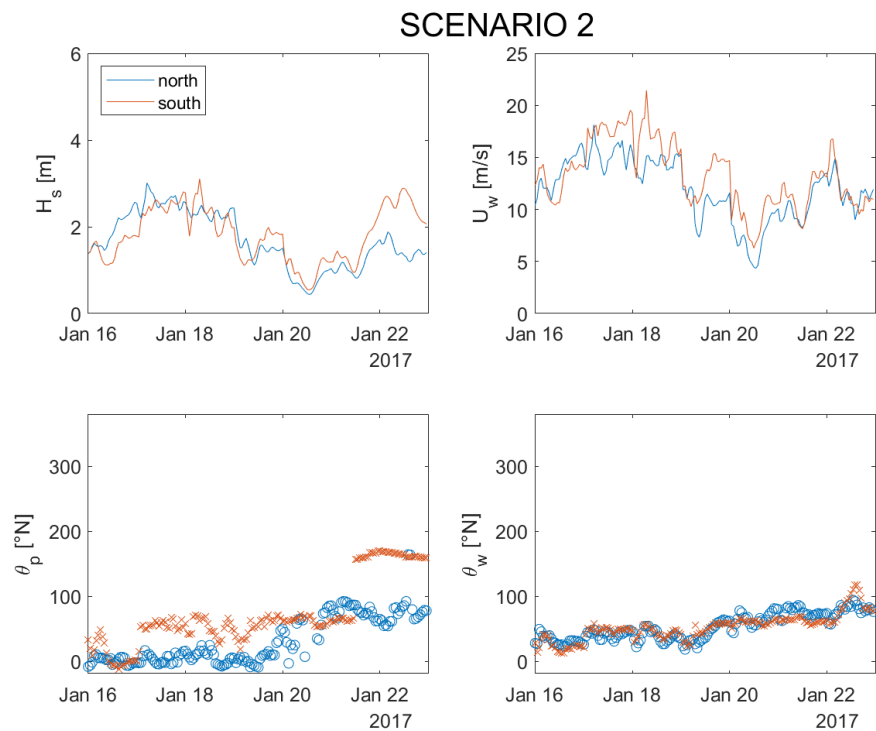


Figura 4. Forzanti meteo-marine associate allo scenario 02.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 14 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

SCENARIO 4

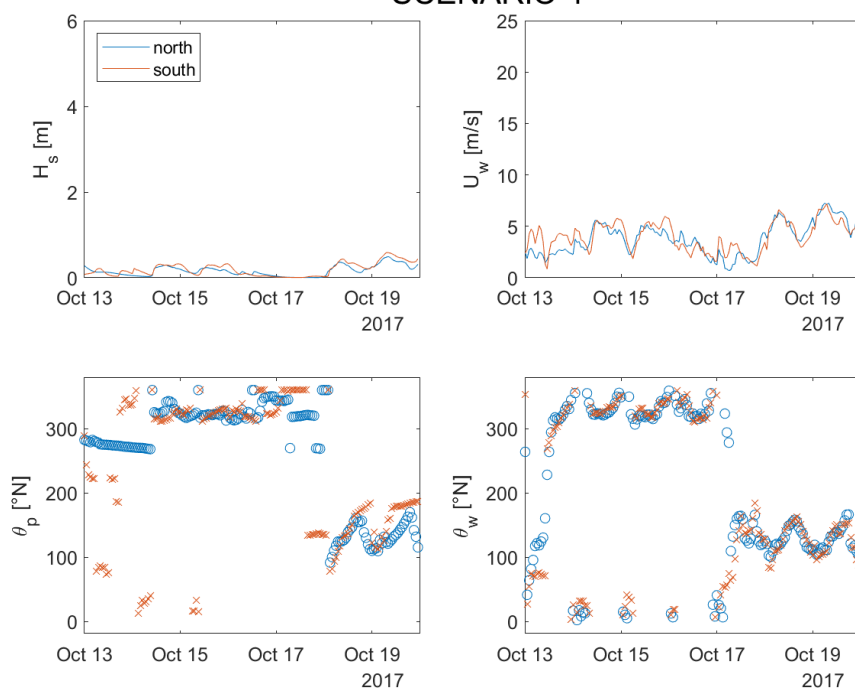


Figura 5. Forzanti meteo-marine associate allo scenario 04.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 15 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

SCENARIO 15

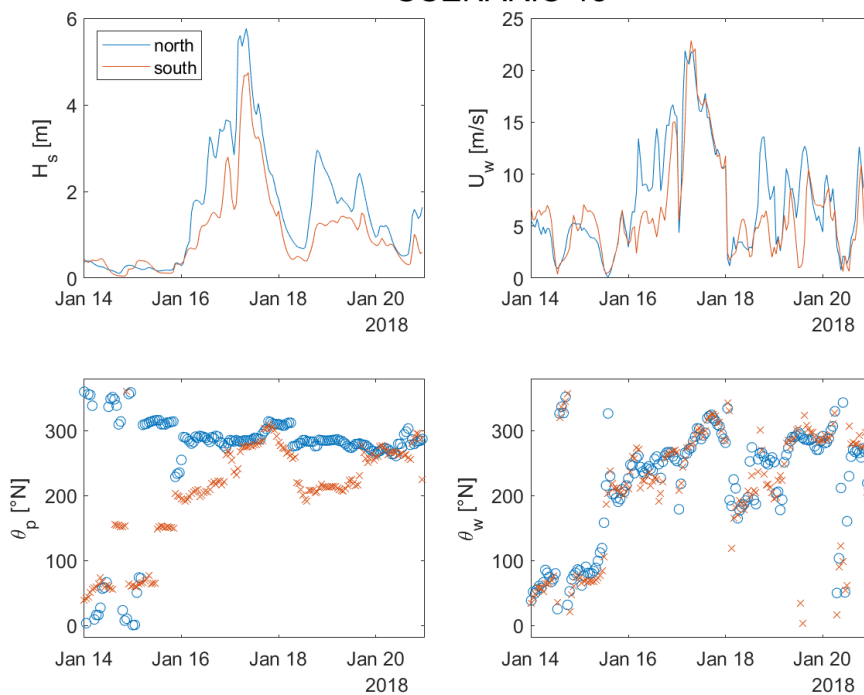


Figura 6. Forzanti meteo-marine associate allo scenario 15.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 16 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

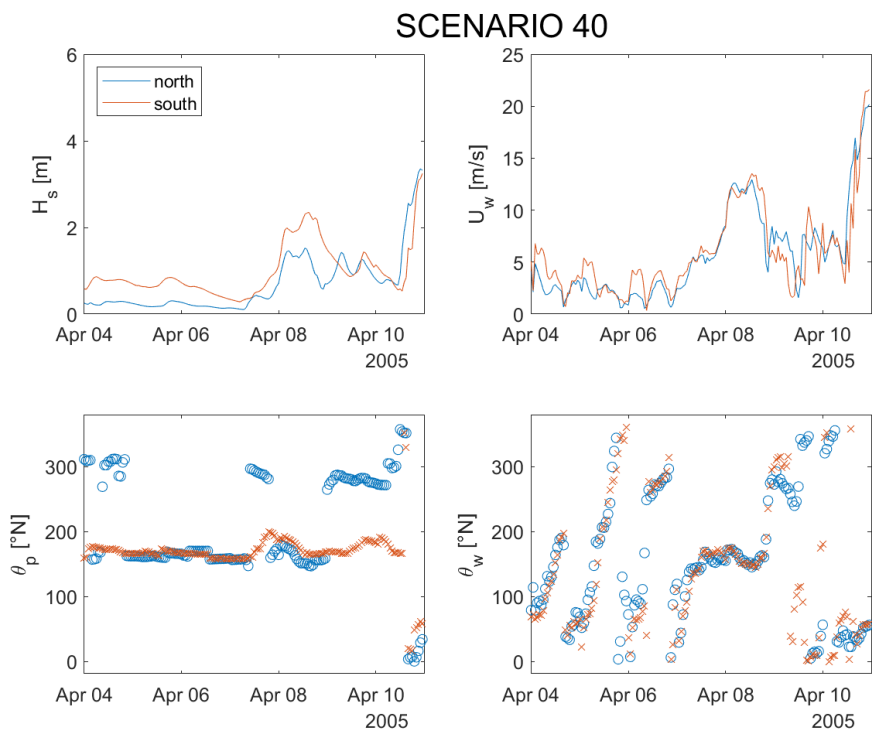


Figura 7. Forzanti meteo-marine associate allo scenario 40.

Le Tabelle Tabella 2 e Tabella 3 mostrano una sintesi delle caratteristiche di onda e vento associate agli scenari selezionati.

Tabella 2. Settori direzionali degli scenari utilizzati – nodo 001033 (lato Nord).

N° Scenario	Direzione del moto ondoso	Direzione del vento
2	da Tramontana a Levante	Grecale/Levante
4	Da Ponente a Levante	Variabile su tutta la rosa
15	Libeccio/Ponente	Variabile su tutta la rosa
40	Scirocco/Ponente	Variabile su tutta la rosa

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 17 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

Tabella 3. Settori direzionali degli scenari utilizzati – nodo 001291 (lato Sud).

N° Scenario	Direzione del moto ondoso	Direzione del vento
2	Grecale	Grecale/Levante
4	Variabile su tutta la rosa	Variabile su tutta la rosa
15	Da Grecale a Ponente	Variabile su tutta la rosa
40	Scirocco/Mezzogiorno	Variabile su tutta la rosa

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 18 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

3. MODELLAZIONE NUMERICA DELL'IDRODINAMICA E DELLA DISPERSIONE

Per la simulazione dell'idrodinamica e per lo studio dell'evoluzione spazio/temporale della temperatura e della concentrazione di cloro è stato impiegato il modello numerico Delft3D, sviluppato e mantenuto da Deltares (precedentemente Delft Hydraulics). Tale modello numerico è uno dei più robusti e affidabili strumenti per lo studio della dinamica delle correnti, del trasporto di sedimenti, delle onde e della qualità delle acque, sia da un punto di vista applicativo che da un punto di vista di sviluppo e ricerca. Delft3D è composto da diversi moduli che possono essere eseguiti indipendentemente o possono essere accoppiati e interagiscono tra loro, scambiandosi le opportune informazioni. Delft3D-FLOW è uno di questi moduli. Esso è un codice che simula l'idrodinamica e il trasporto, prendendo in considerazione una vasta gamma di forzanti, quali eventi meteorologici, maree, scarichi antropici, eccetera.

Le equazioni di governo sono costituite dalla equazione di continuità e dall'equazione della quantità di moto lungo le due direzioni orizzontali. Il modello risolve le equazioni RANS con approssimazione idrostatica. La velocità verticale è ottenuta dall'equazione di continuità. Il modello impostato in questa maniera è un modello così detto Quasi-3D, ovvero si riesce a risolvere anche la componente verticale del moto ma non tramite la soluzione dell'equazione della quantità di moto lungo l'asse verticale, ma tramite l'impiego dell'equazione di continuità una volta risolte le equazioni della quantità di moto lungo le direzioni orizzontali.

Per poter provvedere alla soluzione numerica del problema bisogna quindi definire alcune condizioni di chiusura e al contorno in modo che il modello abbia tutte le informazioni necessarie per poter evolvere nel tempo e nello spazio per ricavare la soluzione del campo di moto. In particolare, è necessario fornire un modello di turbolenza e adeguate condizioni al contorno. Per quanto riguarda la chiusura della turbolenza è stato impiegato un classico modello $k - \varepsilon$, reso disponibile nella stessa *suite* di Delft3D. Per quanto riguarda le condizioni al contorno il modello può essere forzato sulla superficie libera da un vento e una pressione atmosferica variabile nel tempo e nello spazio. La condizione al contorno al fondo viene fornita in funzione della tensione che dipende da un parametro di scabrezza tipico, impostato dall'utente. Le relazioni che legano le tensioni al fondo e sulla superficie libera con le derivate della velocità sono quelle classiche relative all'imposizione di una velocità di attrito a un determinato livello di riferimento.

La griglia computazionale può essere cartesiana rettangolare oppure curvilinea. L'utente può decidere se realizzare una griglia rettangolare (anche a passo variabile) o creare una griglia curvilinea a partire da una serie di *splines*. La schematizzazione per la soluzione numerica è impostata su una maglia del tipo "Arakawa-C". Nel presente studio è stata impiegata una maglia curvilinea infittendo la risoluzione del modello nella zona di interesse e rilassando la risoluzione verso il contorno esterno del dominio; si vedano a tal proposito la Figura 2 e la Figura 8, che mostra la maglia computazionale a crescente grado di dettaglio. In un secondo momento, a ciascun nodo della maglia è stata associata un valore di profondità a partire dai dati batimetrici derivati dalla carte nautiche dell'IIM. Le quote del fondale interpolate sulla maglia del modello possono essere apprezzate in Figura 9.

Da un punto di vista numerico le equazioni che governano il problema sono risolte tramite il metodo ADI (Alternating Direction Implicit method). Il metodo ADI suddivide l'avanzamento nel tempo in due fasi successive. Ogni fase è composta da un intervallo di tempo intermedio. In entrambe le fasi, tutti i termini delle equazioni del modello sono risolti con almeno un'accuratezza al secondo ordine di precisione nello spazio. Per la discretizzazione spaziale dei termini di avvezione orizzontale sono disponibili tre diverse opzioni. I primi due metodi sono chiamati WAQUA e Cyclic e non impongono

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 19 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

alcuna restrizione sull'intervallo temporale di integrazione. Il terzo metodo è chiamato *flooding* e viene utilizzato in particolare per simulare zone soggette a cicli di asciutto/bagnato, ovvero per zone che non presentano costantemente la presenza di acqua. Si pensi, per esempio, ad eventi alluvionali, sia costieri che fluviali.

La risoluzione della dinamica di eventuali concentrazioni di temperatura/inquinati/sedimenti è stata realizzata tramite l'impiego dell'equazione di convezione-diffusione di uno scalare che deve essere caratterizzato opportunamente a seconda del fenomeno che si vuole analizzare. In particolare, nel caso della temperatura, della concentrazione di cloro e dei sedimenti, è necessario fornire le caratteristiche delle diverse quantità (condizioni iniziali e condizioni al contorno) e le caratteristiche di diffusività turbolenta.

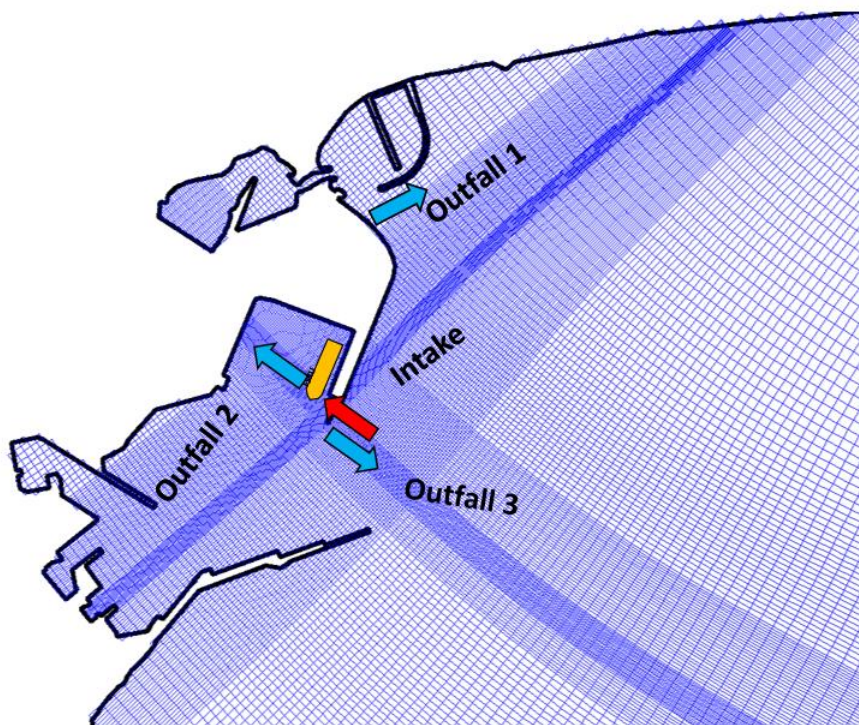


Figura 8. Maglia computazionale del modello Delft3D - zoom sul porto di Piombino. In figura sono anche mostrate le posizioni di presa (intake) e scarico (outfall) per le 3 configurazioni progettuali considerate (vedi più avanti nel report).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 20 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

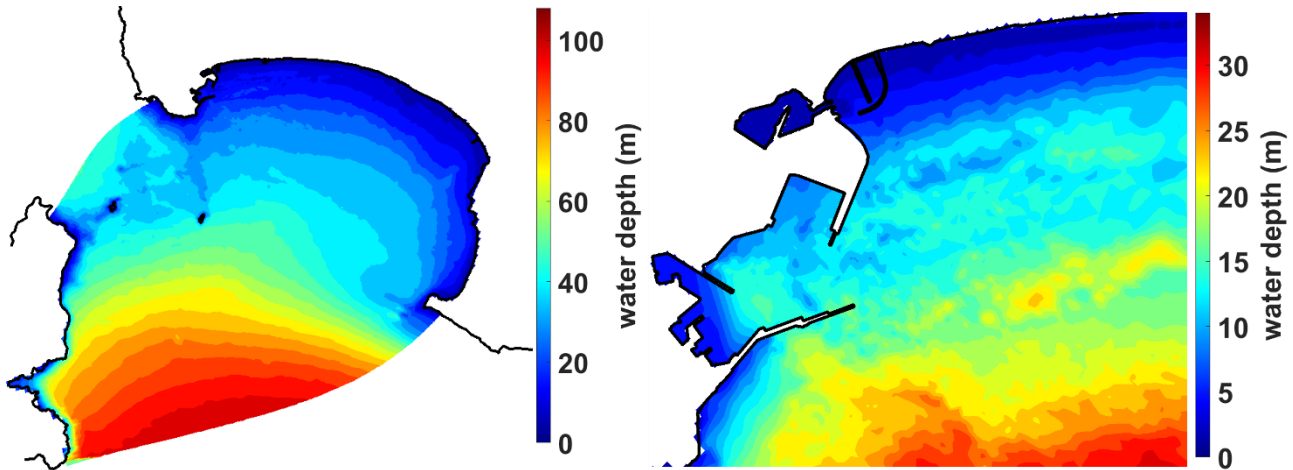


Figura 9. Quote del fondale (batimetria) interpolate sul dominio computazionale del modello Delft3D. Nel pannello di sinistra è mostrato l'intero dominio computazionale; nel pannello di destra è mostrato un ingrandimento sull'area del porto di Piombino.

Nel seguito, si riportano tutte le informazioni specifiche relative all'implementazione del modello numerico per il presente studio.

Per quanto concerne le caratteristiche di presa e scarico della FSRU, le sezioni di carico e scarico considerate hanno diametro pari a 1,4 m. Ciò corrisponde a **velocità di flusso** pari a 3,25 m/s, data la portata dell'impianto (18000 m³/ora equivalgono a 5 m³/s). Il valore in uscita della **concentrazione di cloro** è stato imposto cautelativamente pari a 0,0002 kg/m³ corrispondenti ai limiti indicati nell'Allegato V alla parte III del D.lgs. 152/2006. Infine, per quanto riguarda le **temperature**, è stato fatto riferimento a una condizione invernale "normale" in cui la temperatura dell'acqua del mare è stata presa pari a 13°C. Per quanto riguarda la temperatura dello scarico della FSRU è stato assunto un ΔT pari a -7°C tra la presa e lo scarico, coincidente cautelativamente con il massimo gradiente possibile. Tutte le condizioni sui parametri di presa e scarico (temperatura, velocità del flusso, concentrazione di cloro), si intendono riferite a profondità pari a -8 m e -3,3 m, rispettivamente.

Infine, all'interno dell'area portuale è stata simulata la presenza sul fondale di un sedimento non coesivo caratterizzato da un diametro medio pari a 0,07 mm. Una sintesi dei settaggi del modello è visibile nelle Tabelle Tabella 4 e Tabella 5.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 21 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

Tabella 4. Parametri utilizzati per il modello numerico.

Parametri fisici					
Viscosità		Sedimenti		Vento	
Modello di turbolenza	$k - \varepsilon$	Frazione del sedimento	Sabbia	Interpolazione	lineare
Viscosità turbolenta orizzontale [m ² /s]	0.1	Densità [kg/m ³]	2650	Coefficiente di attrito	0,0063
Viscosità turbolenta verticale [m ² /s]	1,00E-06	Velocità di sedimentazione [mm/s]	3,5		
Diffusività turbolenta orizzontale [m ² /s]	1	Tensione critica di mobilitazione [N/m ²]	0,37		
Diffusività turbolenta verticale [m ² /s]	1,00E-06	d ₅₀ [mm]	0,07		

Tabella 5. Condizioni di operatività considerate nel modello numerico.

PRESA				
Portata [m ³ /s]	Velocità [m/s]	Salinità [ppt]	Temperatura [°C]	Cloro [kg/m ³]
5	3,25	37	13	0
SCARICO				
Portata [m ³ /s]	Velocità [m/s]	Salinità [ppt]	Temperatura [°C]	Cloro [kg/m ³]
5	3,25	36	T presa -7°C	0.0002

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 22 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

4. CONFIGURAZIONE DI PRESA E SCARICO ACQUE OGGETTO DI SIMULAZIONE

Le simulazioni numeriche hanno riguardato tre diverse configurazioni progettuali per quanto concerne presa e scarico dell'impianto della FSRU (Figura 8). In particolare, le tre configurazioni differiscono per l'ubicazione dello scarico (*outfall*), sia essa al di fuori della rada portuale (configurazione 1); all'interno di quest'ultima (configurazione 2); immediatamente al di fuori della diga verticale sul lato Nord-Est del porto (configurazione 3).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 23 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

5. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

Nel seguito vengono presentati i risultati ottenuti dalla modellazione numerica per le configurazioni progettuali mostrate in Figura 8 e nelle Tabelle Tabella 4 e Tabella 5.

L'estensione temporale delle simulazioni è stata presa sufficientemente lunga in modo da simulare in maniera esaustiva l'evento meteorologico di riferimento, e fornire il tempo necessario affinché i fenomeni dispersivi si sviluppino completamente, sia nel campo vicino sia in quello intermedio e in quello lontano (un recente studio ha dimostrato come l'intervallo di correlazione di una tempesta all'interno del Mediterraneo è di circa tre giorni³). Tuttavia, per facilitare la lettura del presente report, vengono presentate le distribuzioni dei processi fisici di interesse all'interno del porto per un numero ridotto di istanti temporali nell'arco della durata degli scenari selezionati (ovvero una settimana): in particolare, in riferimento alle mappe di dispersione della temperatura e del cloro, si riportano i risultati relativi ad una serie di intervalli temporali pari a 1 ora, 12 ore, 24 ore, 48 ore, 96 ore e 166 ore dall'inizio della simulazione, in riferimento alla quota del fondale. Questa scelta si rivela cautelativa poiché l'acqua più fredda, essendo più pesante, tende a defluire verso il basso, dove si riscontrano di conseguenza le temperature minori e le maggiori concentrazioni di soluti (in questo caso il cloro). In Appendice sono comunque allegati i risultati relativi alla superficie libera e ad uno strato intermedio (posto a profondità pari a ≈ 5 m).

Al contrario, per quanto concerne l'evoluzione morfodinamica del fondale, si riportano esclusivamente i risultati al termine della simulazione, poiché in questo caso è di interesse progettuale la quota cumulata di erosione/deposito alla fine dello scenario considerato. I risultati di tale analisi mostrano in realtà come il contributo della corrente in uscita dalla FSRU sia del tutto trascurabile rispetto alle correnti litoranee indotte da onde e vento. Questo si può notare esaminando la evoluzione del fondale per uno stesso scenario meteo-marino al variare delle condizioni progettuali, come mostrato ad esempio in Figura 10. Di conseguenza, le analisi di seguito riportate si concentrano esclusivamente su diffusione di cloro e gradiente termico all'interno dell'area considerata.

³ Cremonini, G., De Leo, F., Stocchino, A., Besio, G. 2021. On the selection of time-varying scenarios of wind and ocean waves: Methodologies and applications in the North Tyrrhenian Sea. *Ocean Modelling*, 163.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 24 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

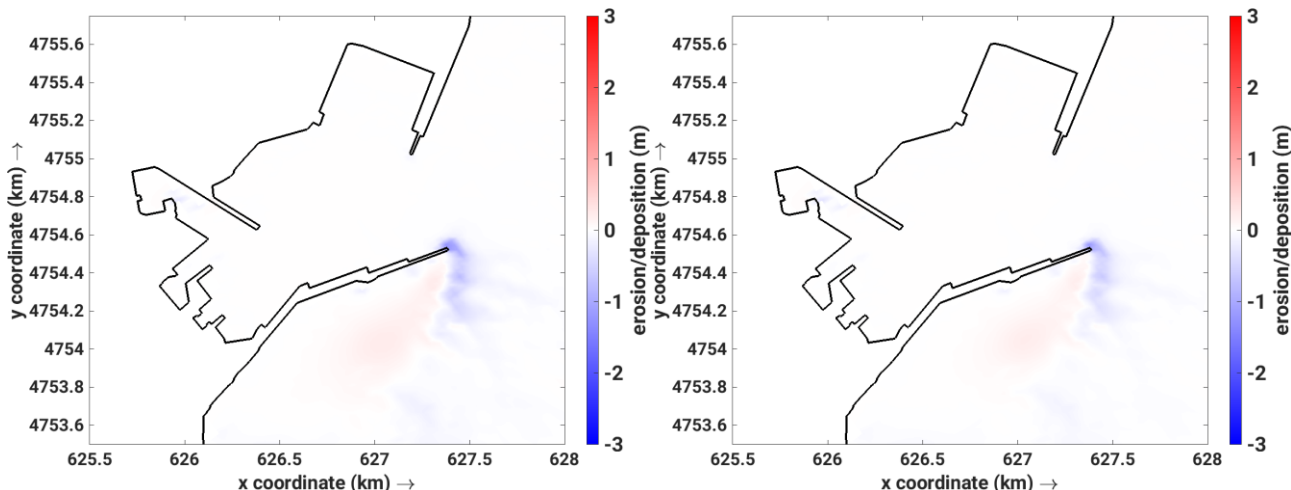


Figura 10. Analisi morfodinamica del fondale in risposta allo scenario meteomarinario 15. Il pannello di sinistra mostra la configurazione progettuale 2; il pannello di destra mostra la configurazione progettuale 3.

5.1. CONFIGURAZIONE 1

La configurazione progettuale numero 1 prevede il rilascio delle acque di scarico all'esterno della rada portuale (cfr. Figura 8), all'inizio del litorale sito a nord-est rispetto al promontorio di Piombino. Si riportano di seguito le mappe sui gradienti termici e sulla concentrazione di cloro (Figure da Figura 11 a Figura 18).

I risultati mostrano come questa configurazione non sia congeniale, poiché lo scarico al di fuori della rada portuale ed in prossimità del porto turistico tende a far sì che le concentrazioni di cloro ed i gradienti termici si concentrino in prossimità di un'area interessata dal punto di presa di acqua di mare delle vasche degli impianti di itticoltura posti all'interno del complesso industriale piombinese. Sebbene le concentrazioni di cloro si mantengano sempre al di sotto del limite imposto per legge, la presenza di due pennelli nel litorale a nord del promontorio impedisce un'efficace dispersione della concentrazione di cloro, come mostrato nelle Figure da Figura 15 a Figura 18.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 25 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

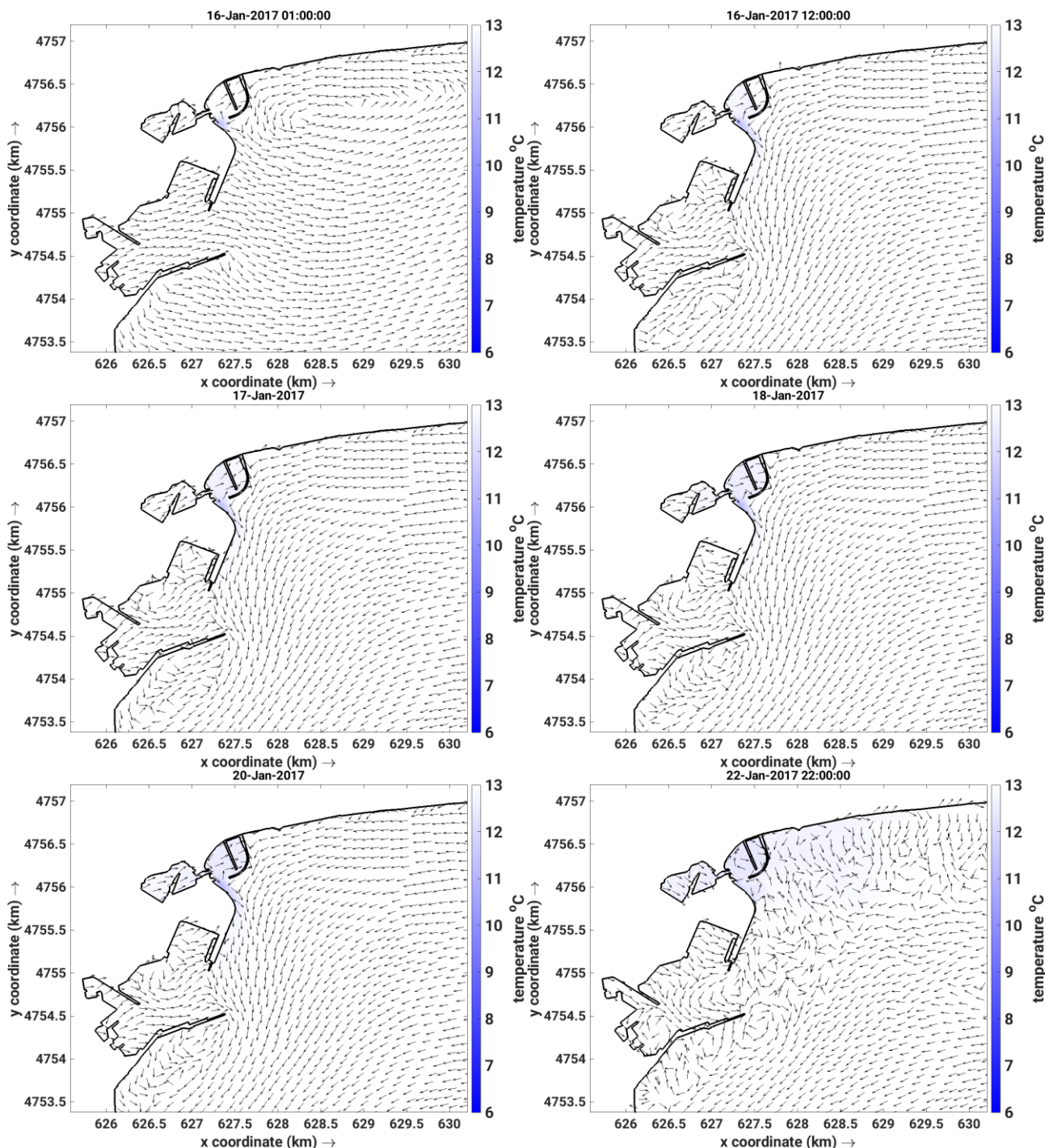


Figura 11. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Temperatura sul fondale. Scenario 2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 26 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

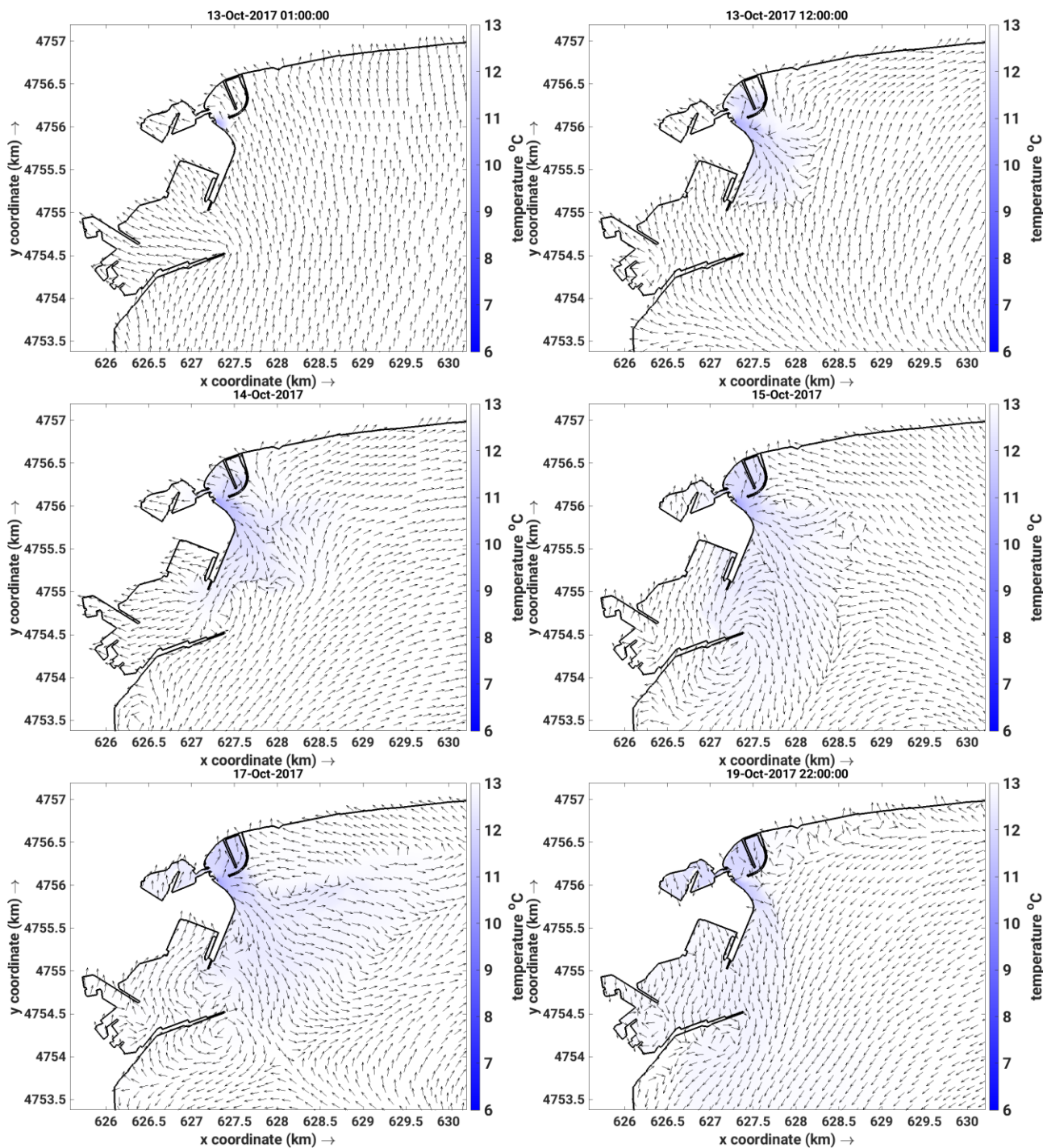


Figura 12 Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Temperatura sul fondale. Scenario 4.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 27 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

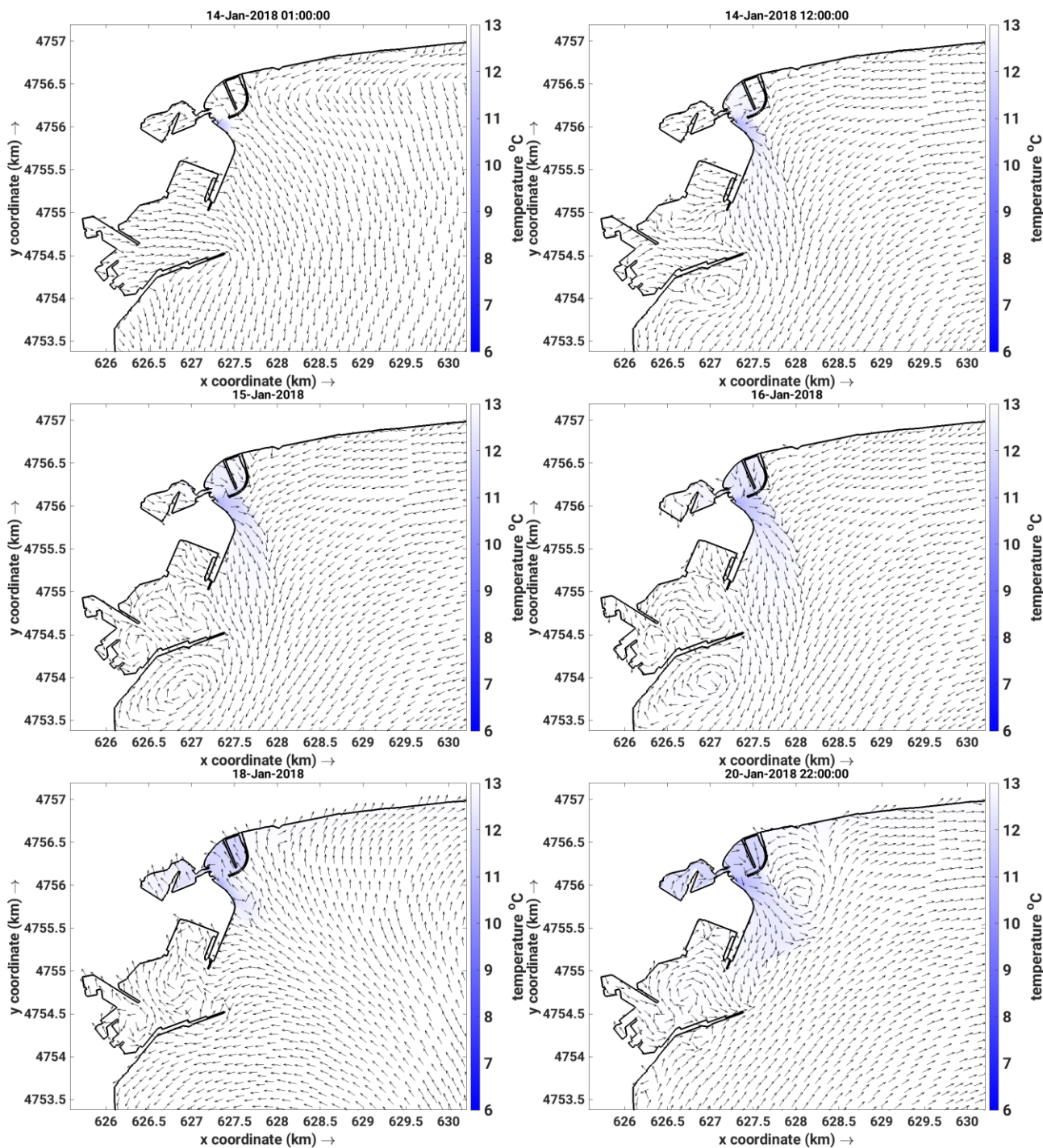


Figura 13. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Temperatura sul fondale. Scenario 15.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 28 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

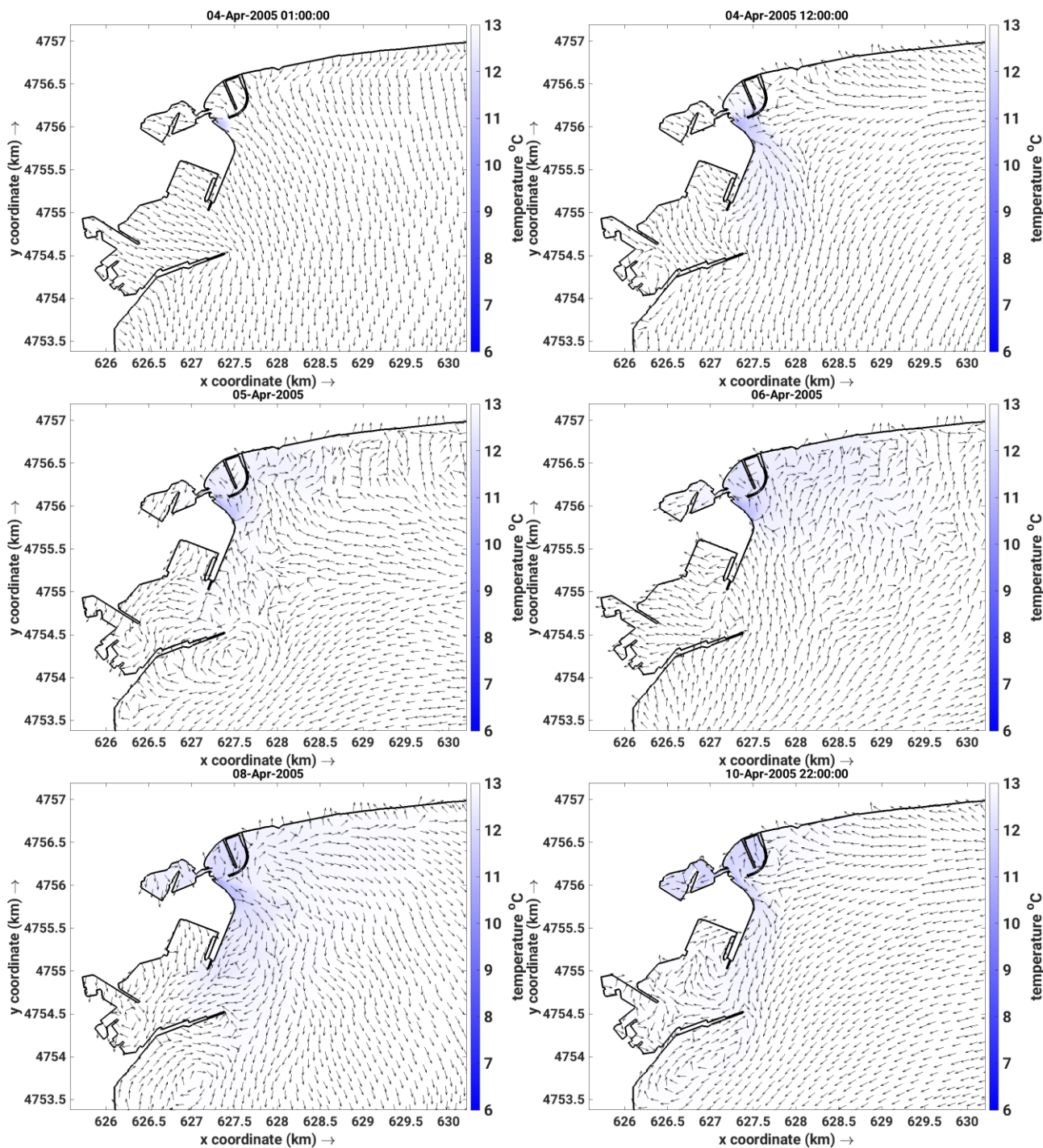


Figura 14. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Temperatura sul fondale. Scenario 40.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 29 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

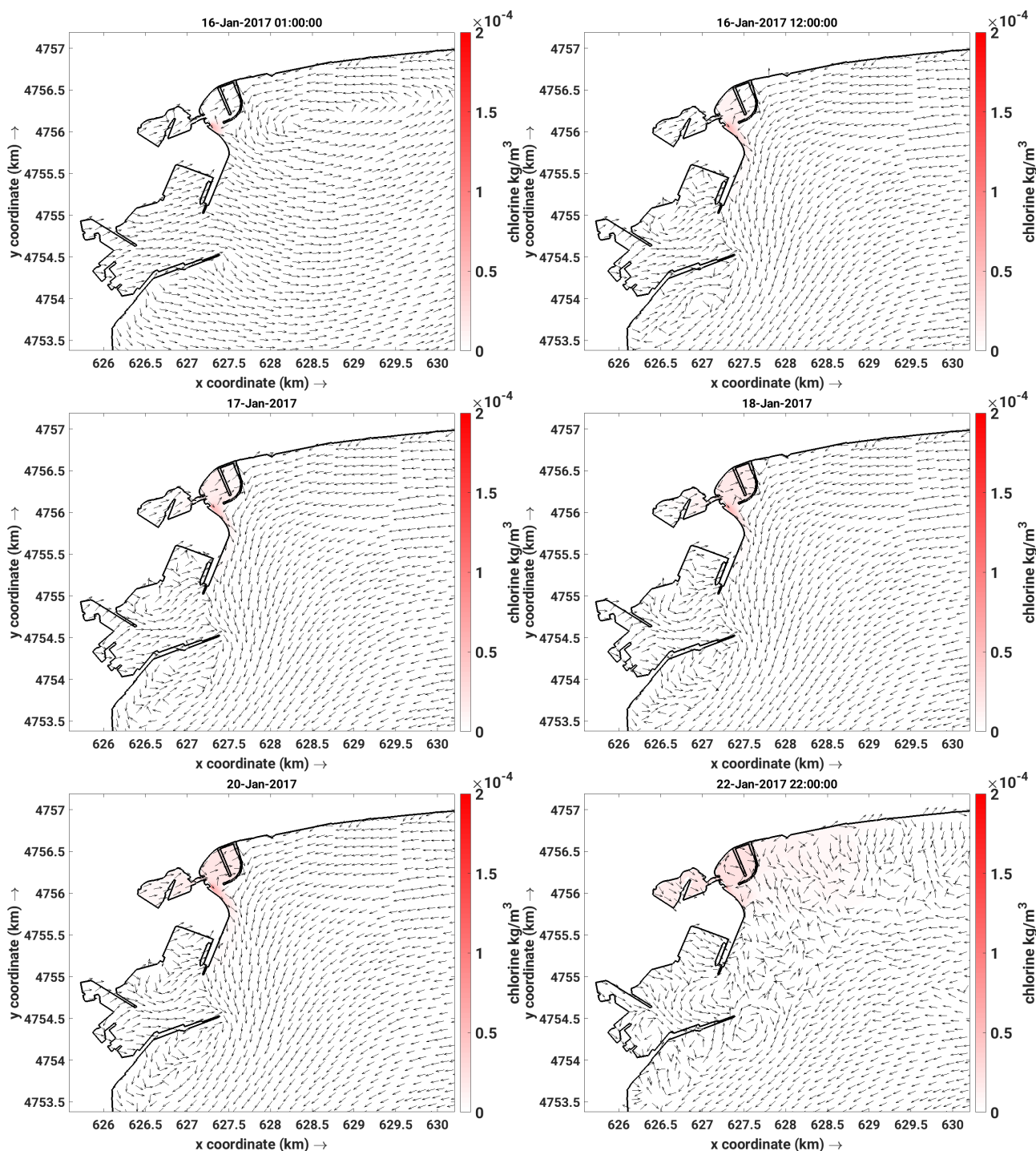


Figura 15. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Cloro sul fondale. Scenario 2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 30 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

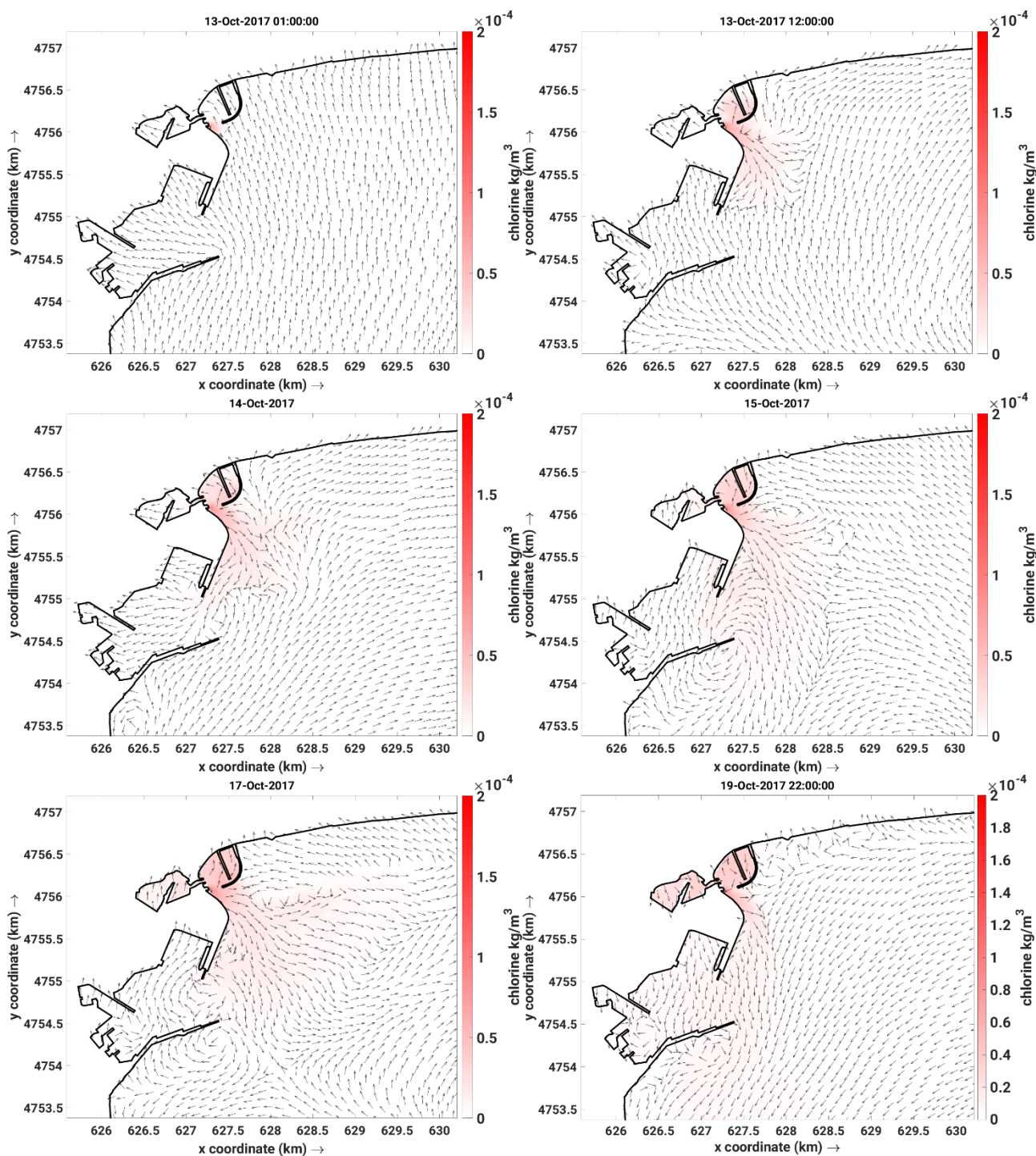


Figura 16. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Cloro sul fondale. Scenario 4.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 31 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

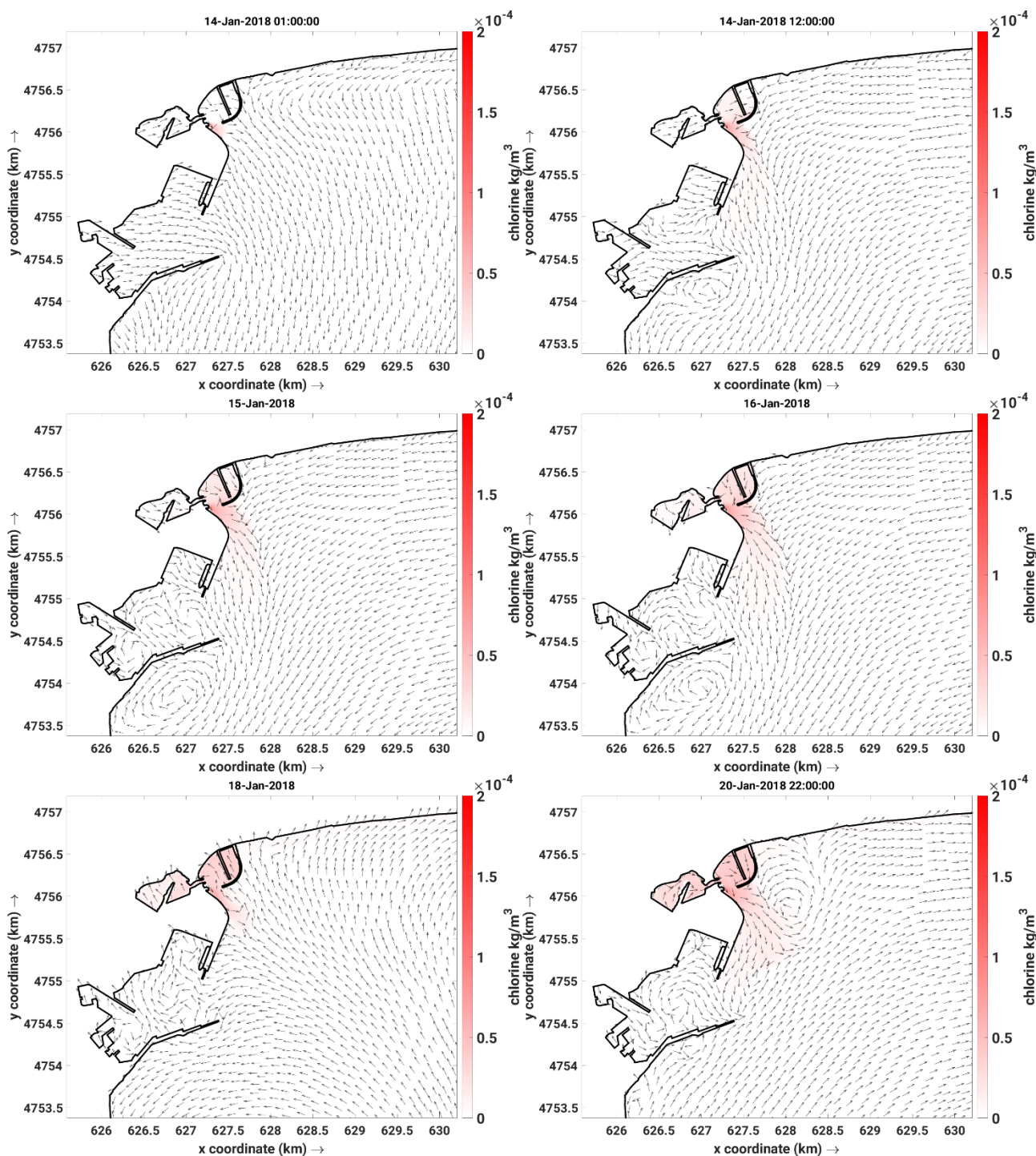


Figura 17. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Cloro sul fondale. Scenario 15.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 32 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

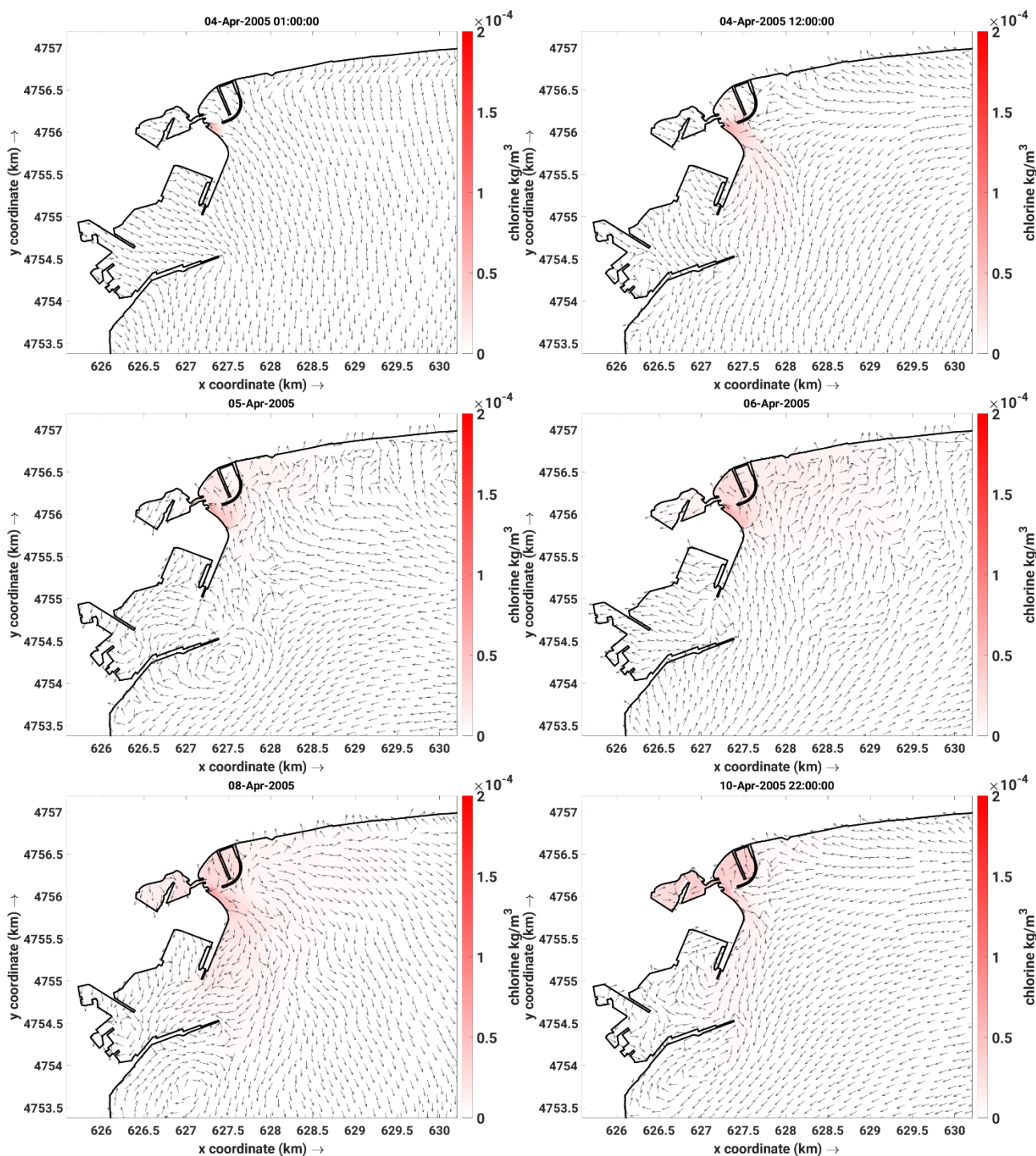


Figura 18. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Cloro sul fondale. Scenario 40.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 33 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

5.2. CONFIGURAZIONE 2

La configurazione progettuale numero 2 prevede il rilascio all'interno della rada portuale (cfr. Figura 8).

In questo caso il gradiente termico rimane circoscritto all'area portuale per tutti gli scenari considerati (come mostrato da Figura 19 a Figura 22). La temperatura dell'acqua in uscita dalla FSRU viene immediatamente diluita all'interno della rada portuale, mostrano la distribuzione areale un gap di temperatura rispetto alle condizioni ambientali nell'ordine dei 2°C.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 34 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

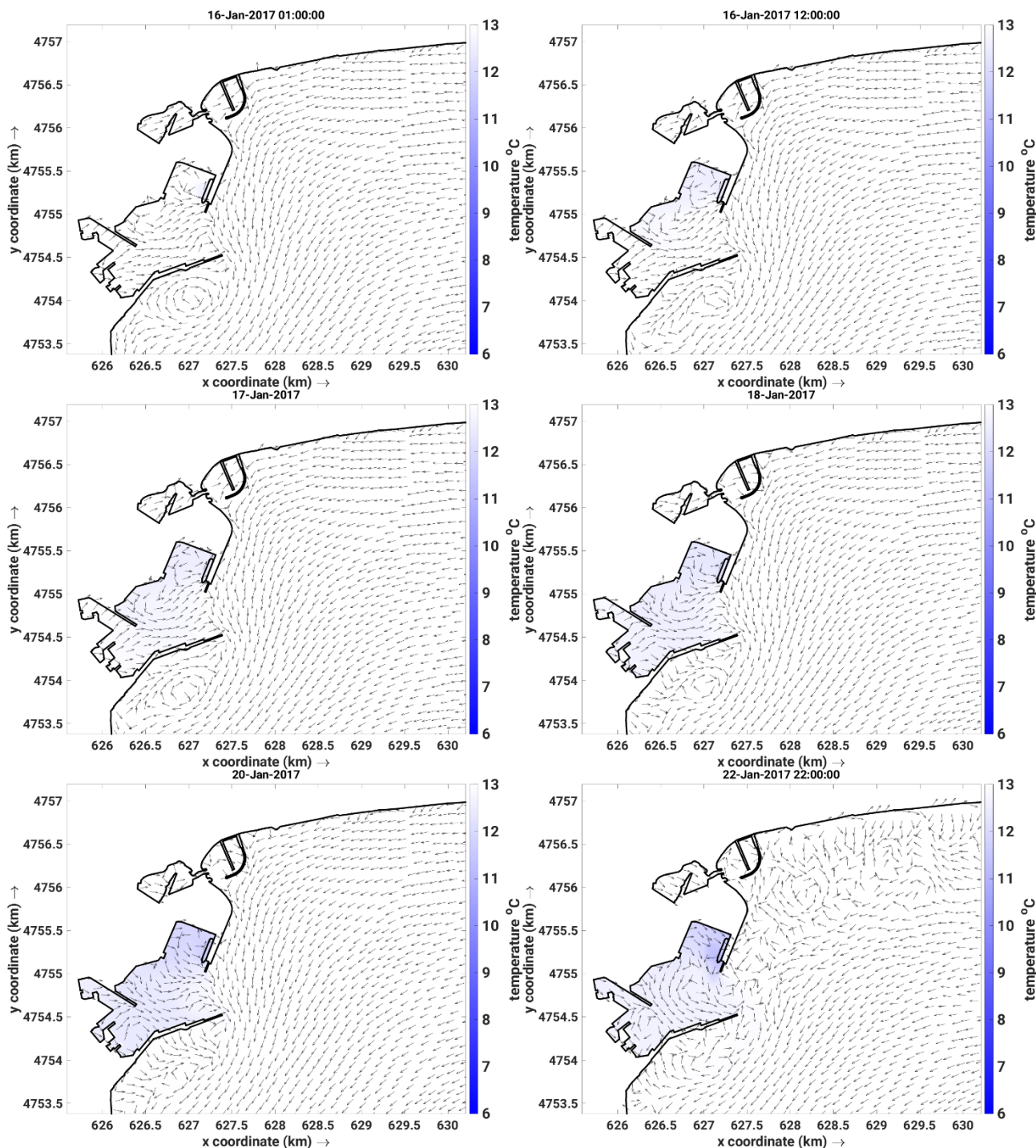


Figura 19. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Temperatura sul fondale. Scenario 2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 35 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

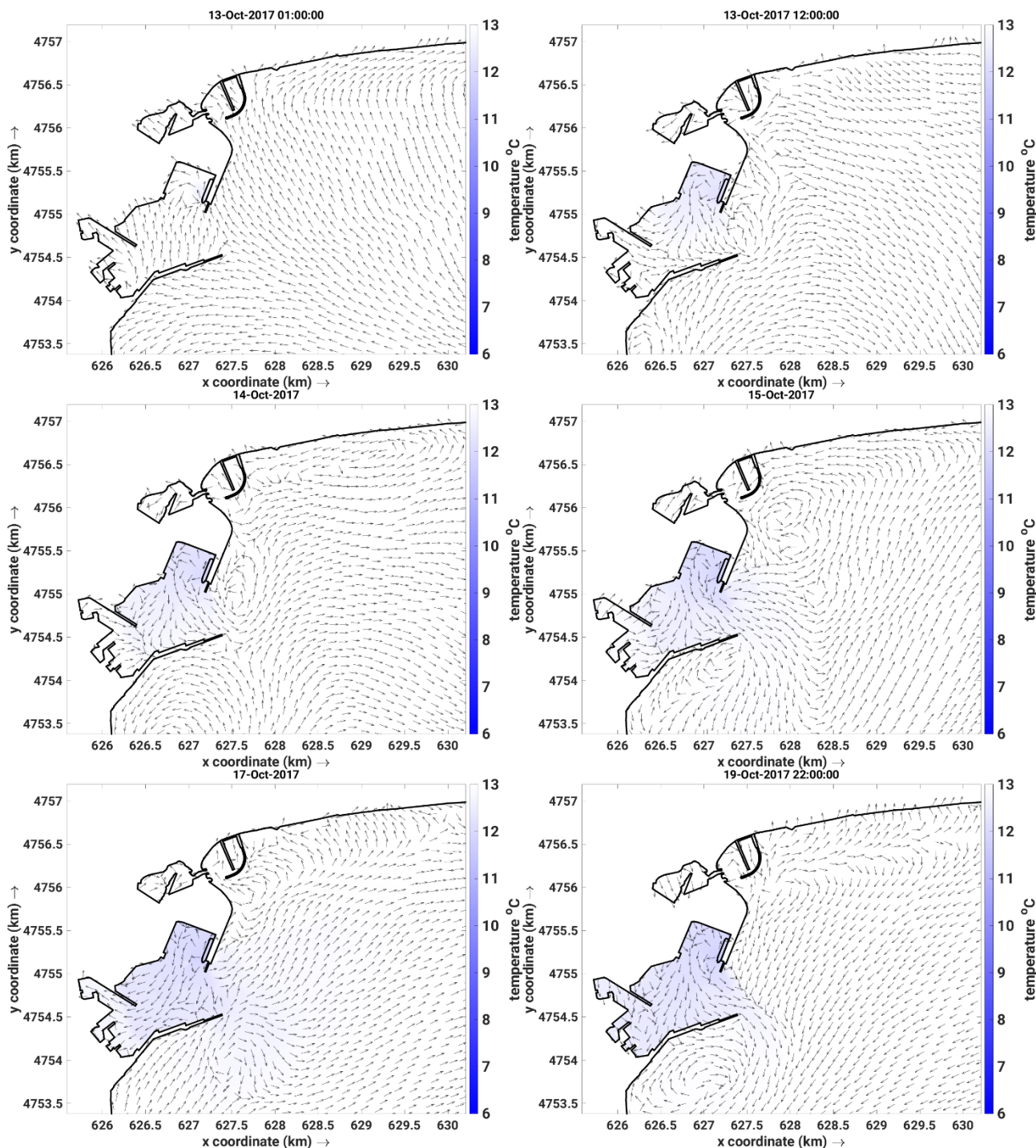


Figura 20. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Temperatura sul fondale. Scenario 4.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 36 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

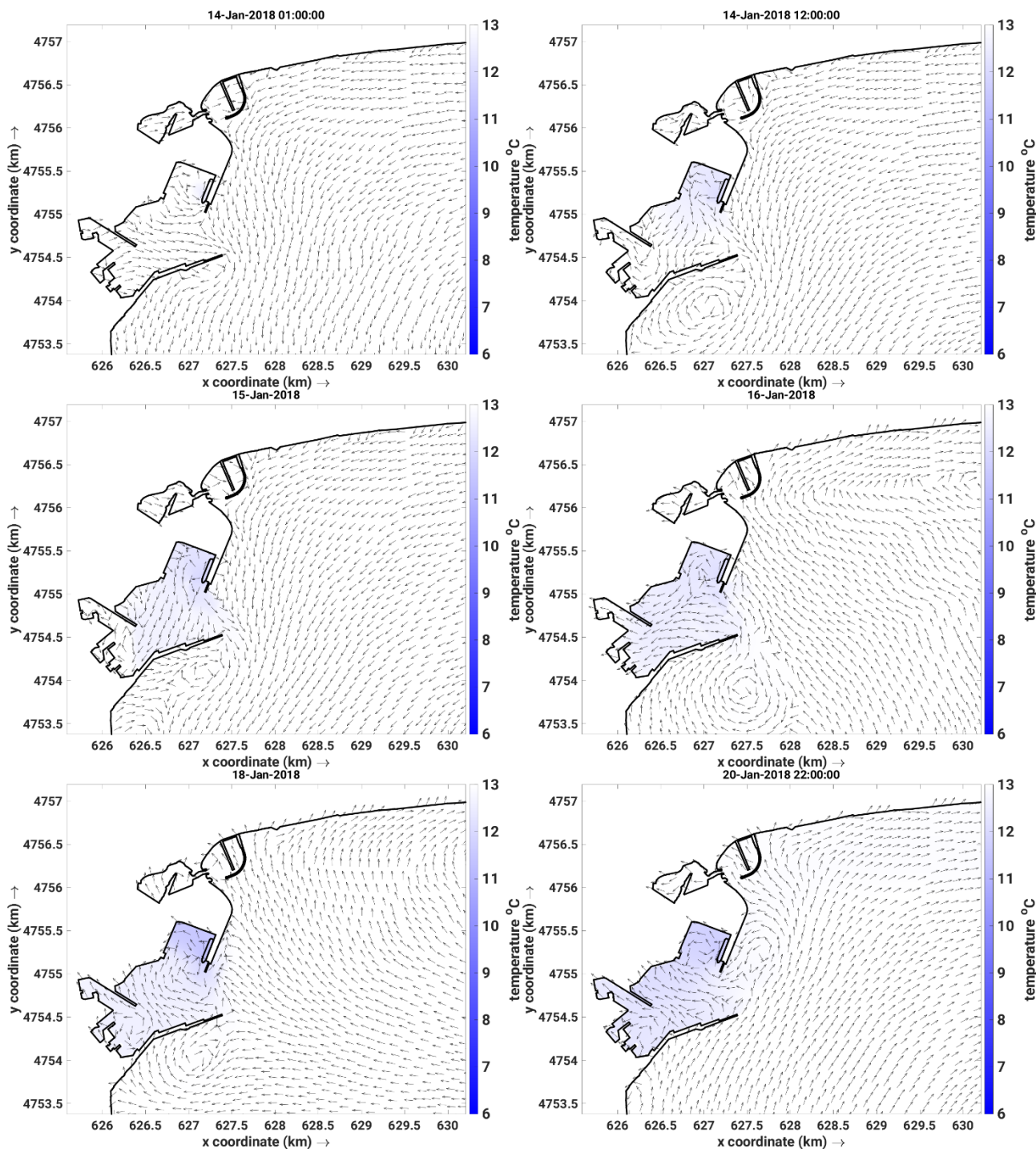


Figura 21. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Temperatura sul fondale. Scenario 15.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 37 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

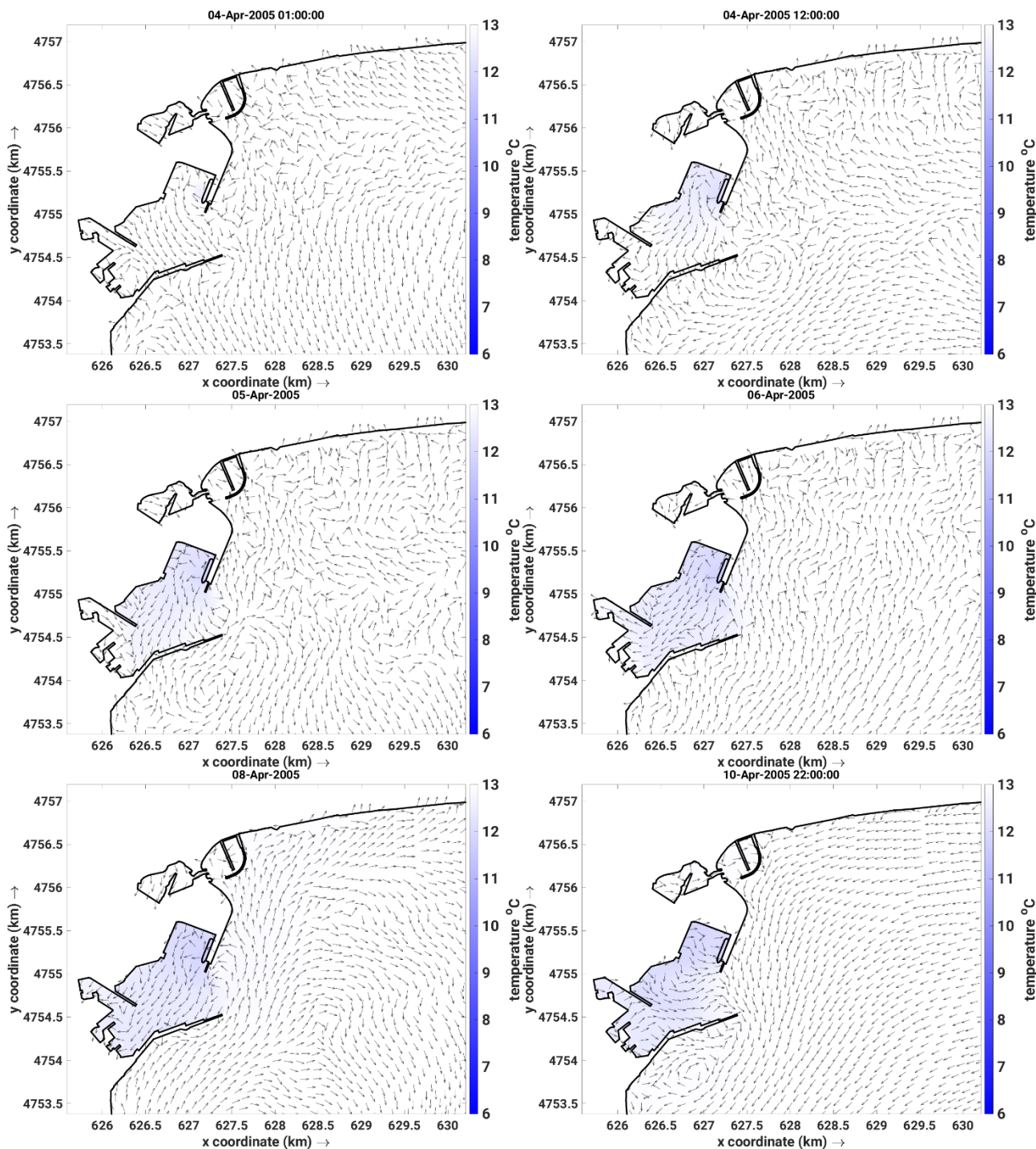


Figura 22. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Temperatura sul fondale. Scenario 40.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 38 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

I risultati relativi alla concentrazione di cloro (Figura 23 - Figura 26) mostrano come, a seguito di una fase iniziale transitoria, il soluto si disperda su tutta l'area del porto, mantenendosi sempre ben al di sotto dei limiti di legge (così come descritti nel paragrafo 0). Come anticipato, si rileva una minor dispersione per quanto concerne lo scenario meteo-marino 2. Tale fenomeno può ragionevolmente essere ricondotto alla concomitanza di due fattori, ovvero: 1) l'intensità non eccezionale delle condizioni di vento e onda; 2) la scarsa variabilità di questi in riferimento alle direzioni di propagazione (cfr. Figura 4).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 39 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

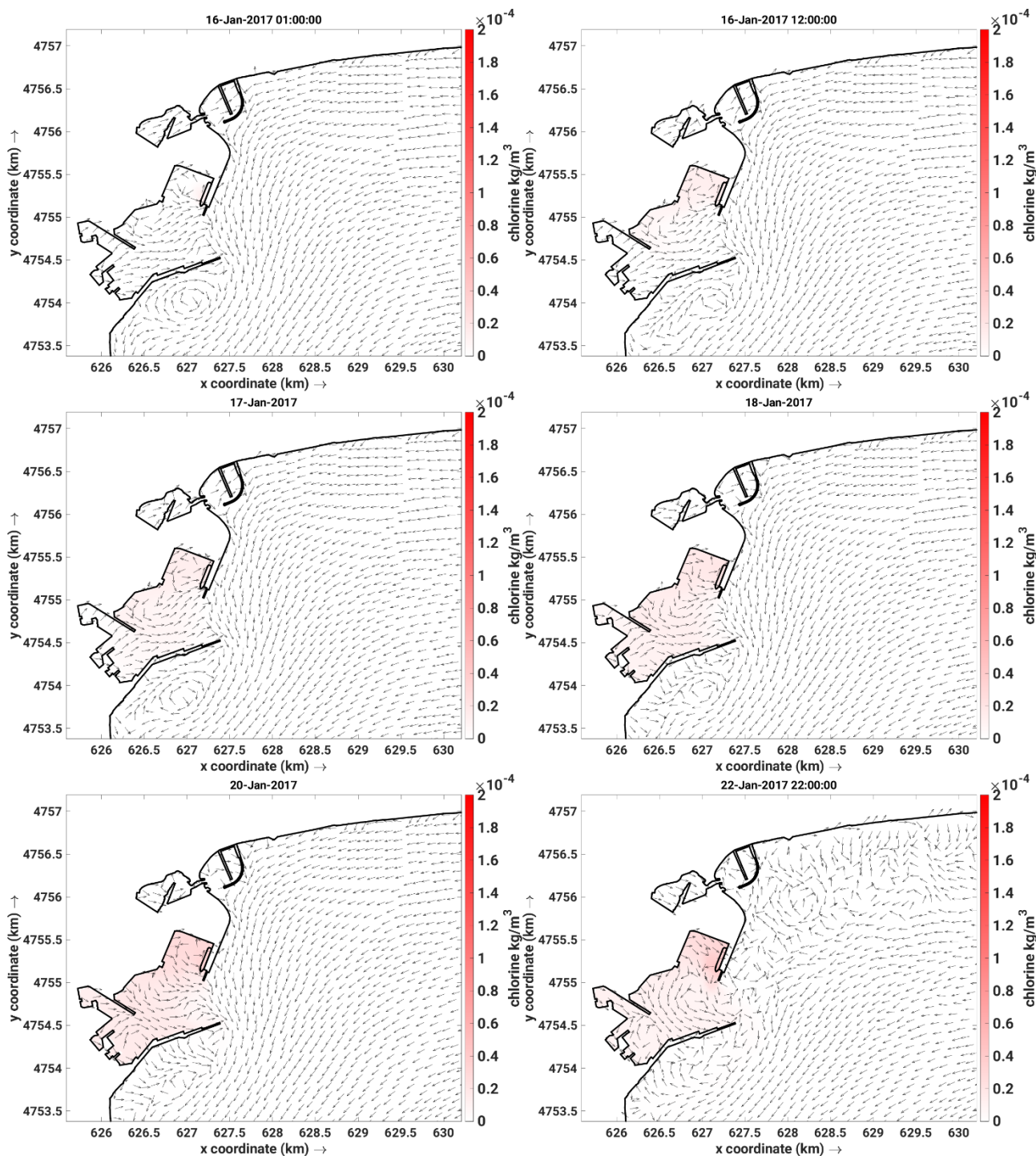


Figura 23. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Cloro sul fondale.
Scenario 2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 40 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

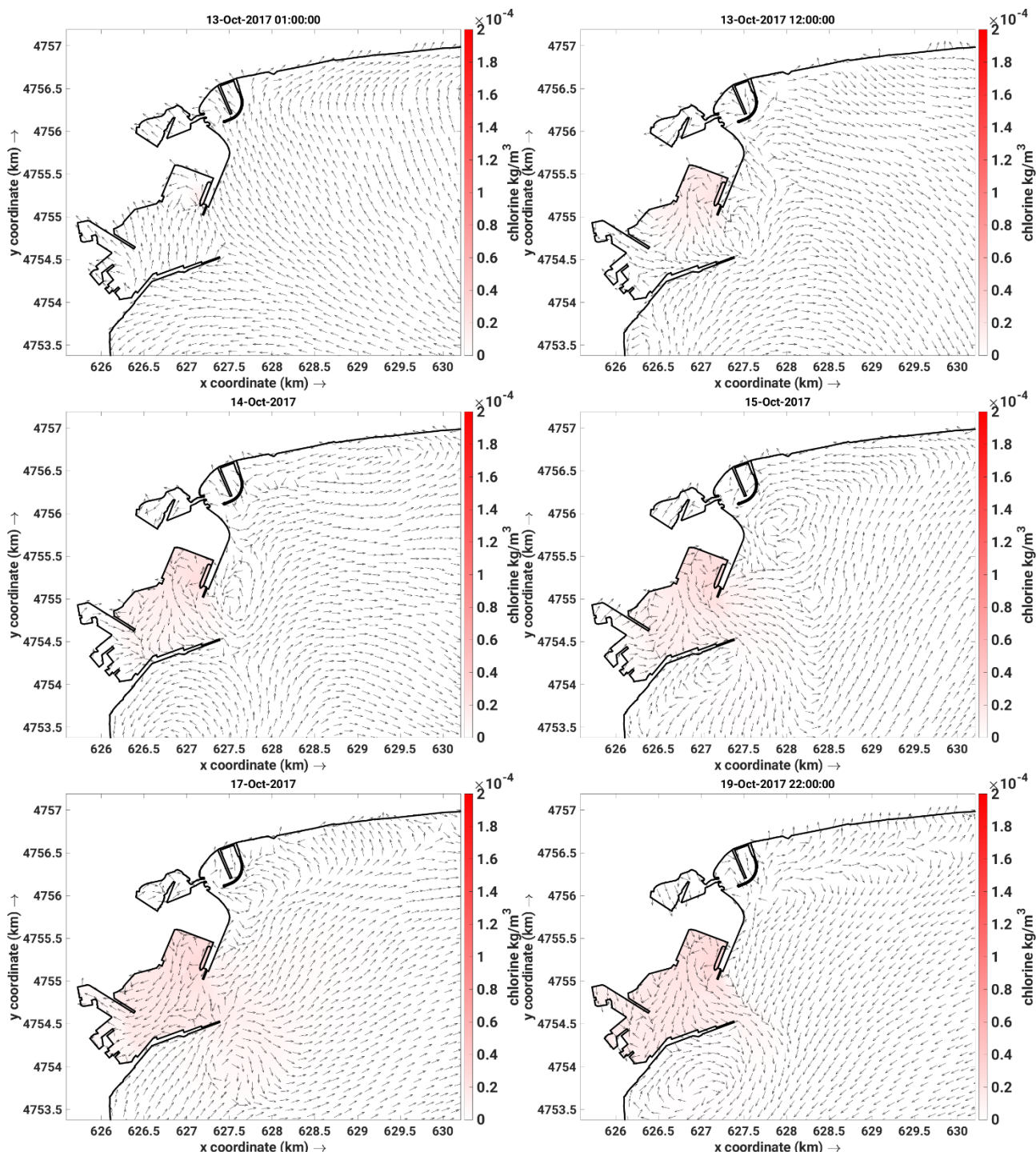


Figura 24. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Cloro sul fondale. Scenario 4.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 41 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

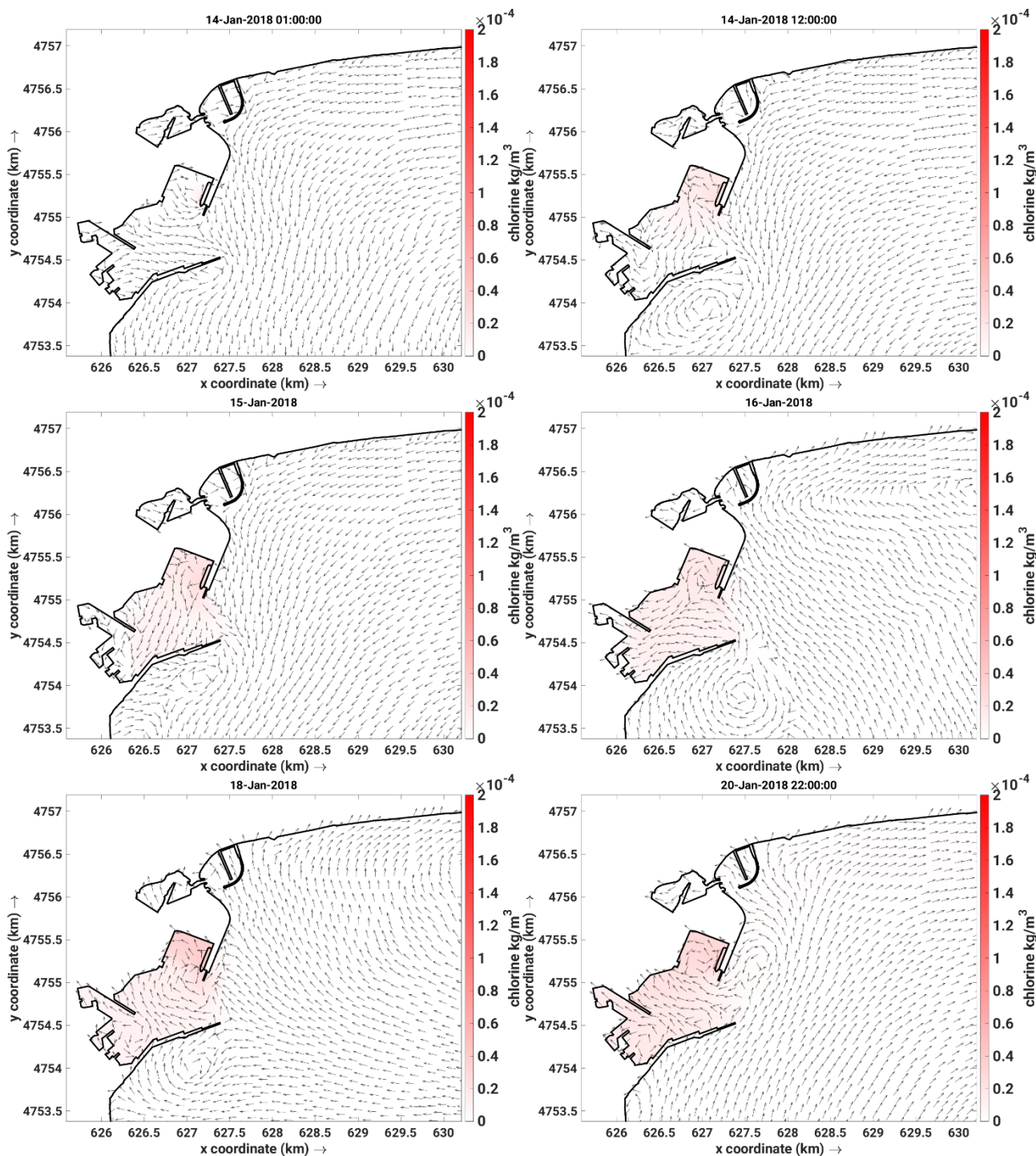


Figura 25. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Cloro sul fondale.
Scenario 15.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 42 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

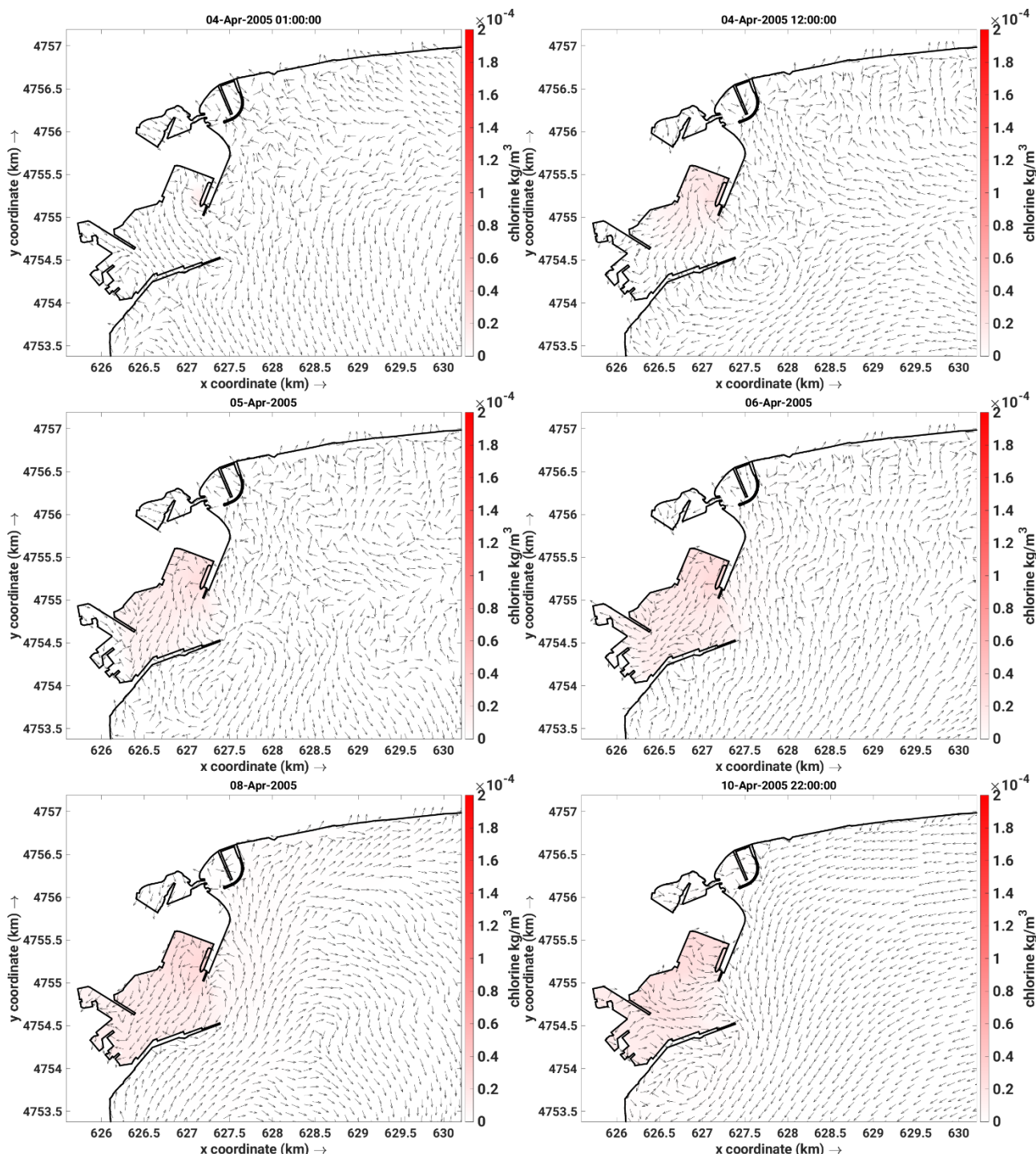


Figura 26. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Cloro sul fondale.
Scenario 40.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 43 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

5.3. CONFIGURAZIONE 3

La terza ed ultima configurazione progettuale testata prevede un rilascio in testa alla banchina (Figura 8). Si registra di conseguenza una maggior dispersione del gradiente termico all'esterno del porto. La medesima considerazione può spendersi anche in riferimento alla concentrazione di cloro (si confrontino a tal proposito Figura 19 con Figura 27, Figura 23 con Figura 31, e a seguire).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 44 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

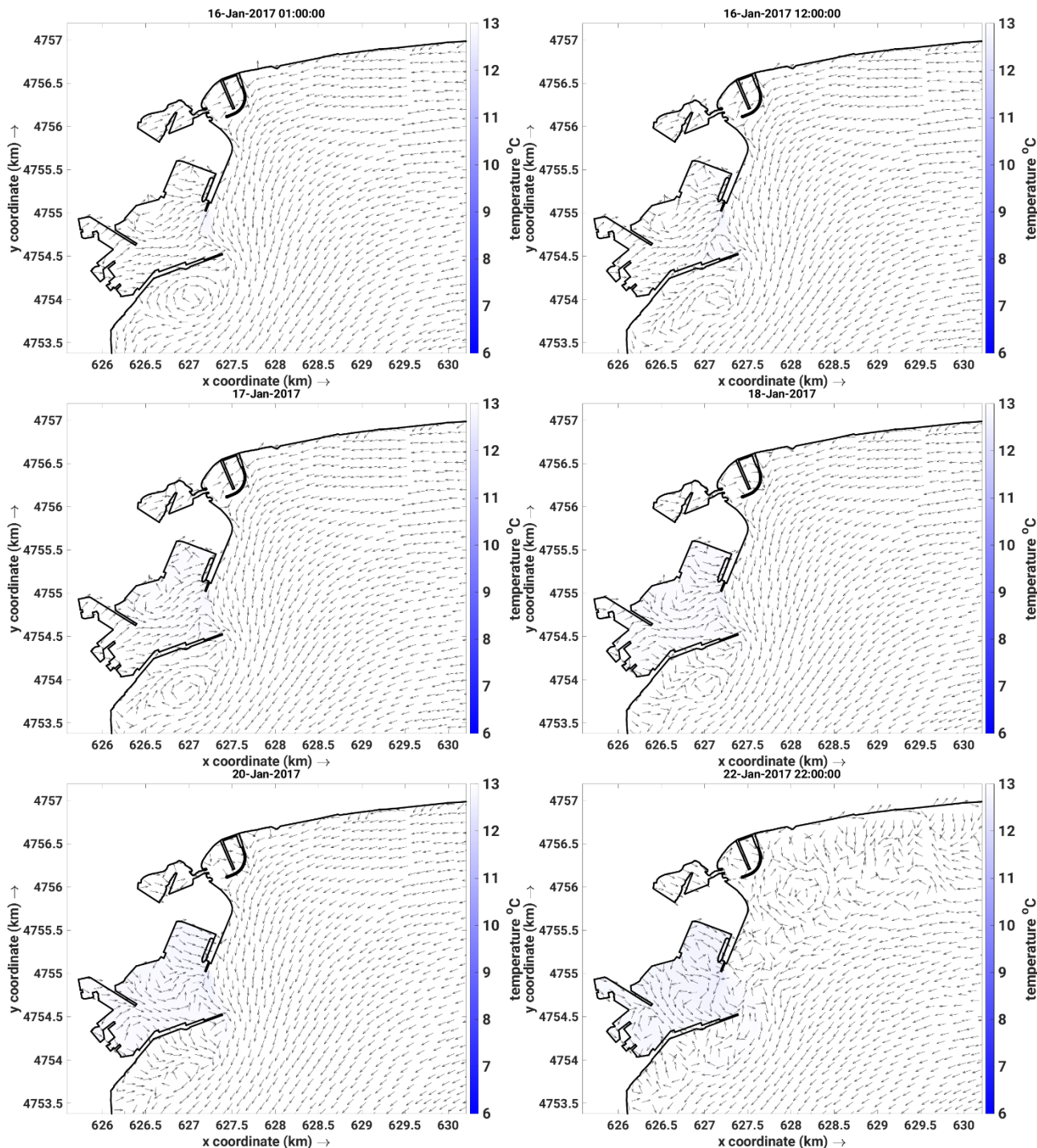


Figura 27. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Temperatura sul fondale. Scenario 2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 45 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

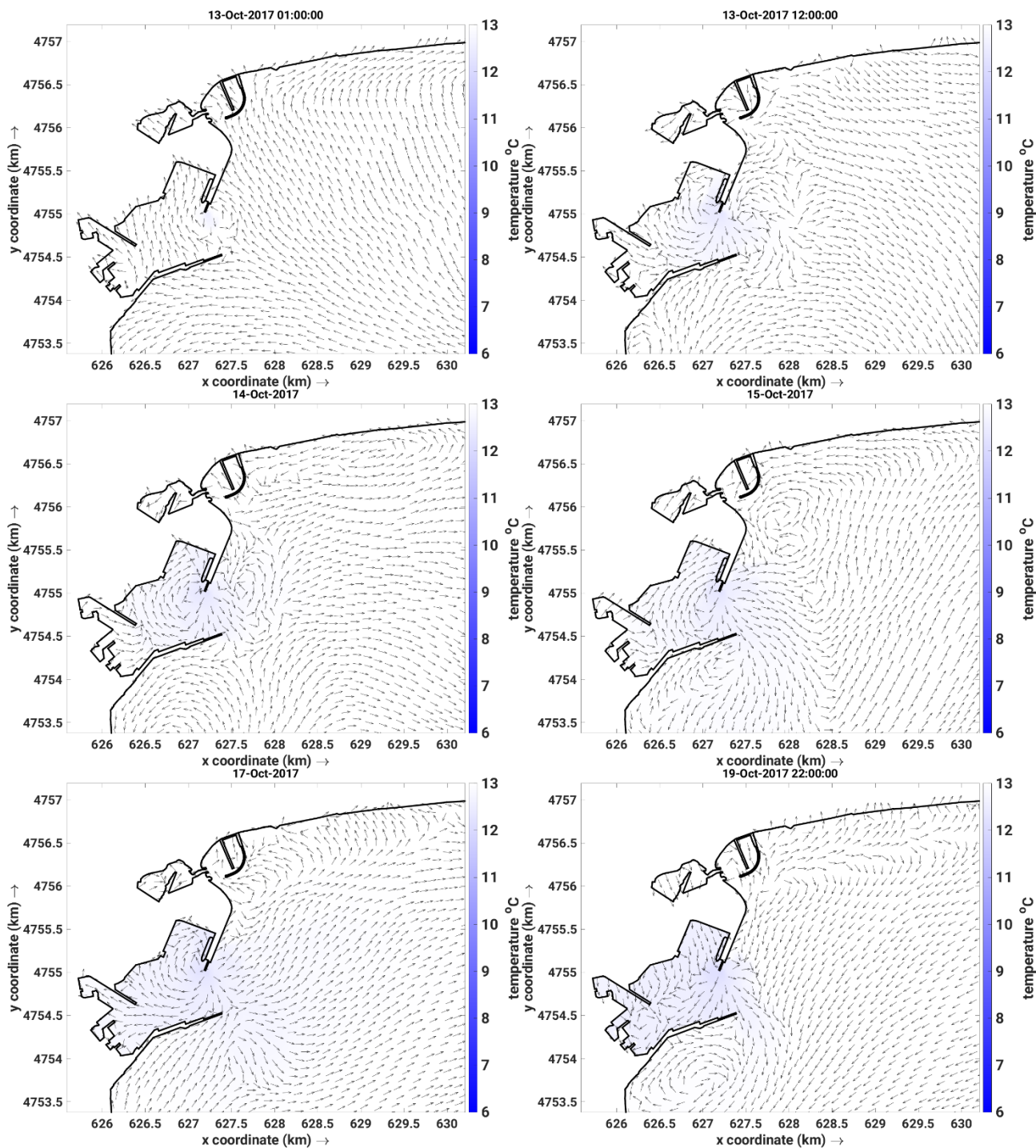


Figura 28. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Temperatura sul fondale. Scenario 4.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 46 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

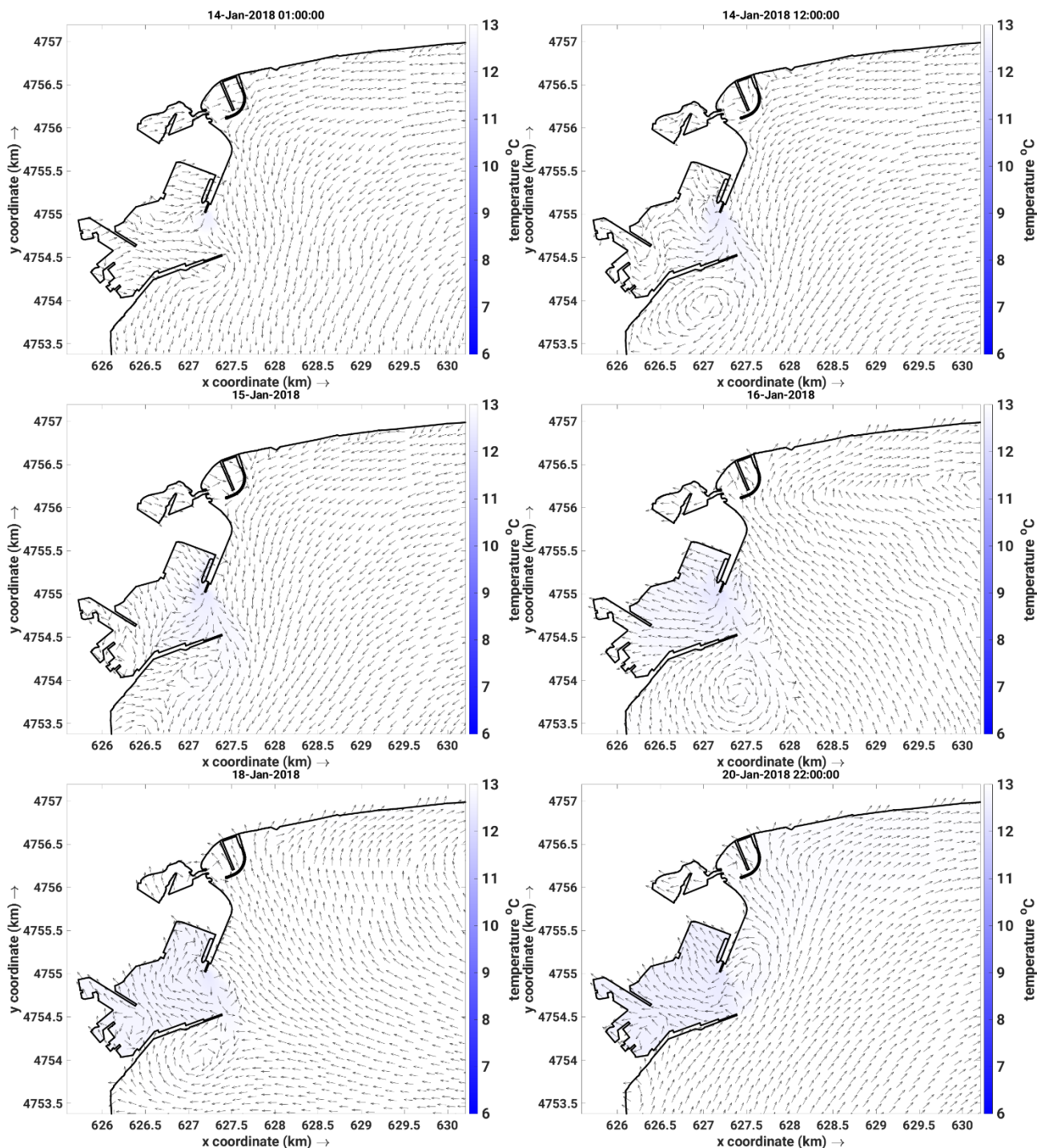


Figura 29. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Temperatura sul fondale. Scenario 15.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 47 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

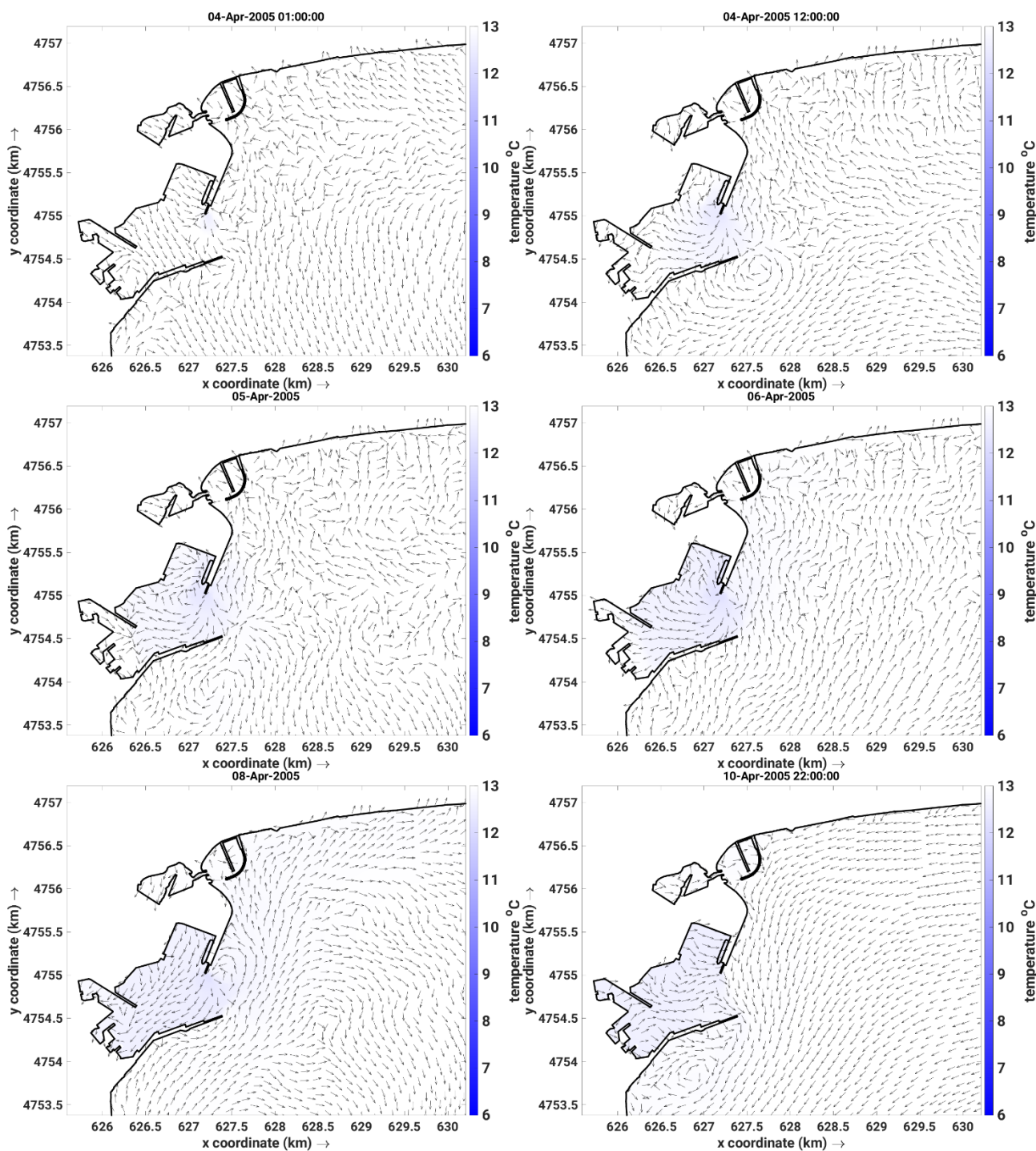


Figura 30. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Temperatura sul fondale. Scenario 40.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 48 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

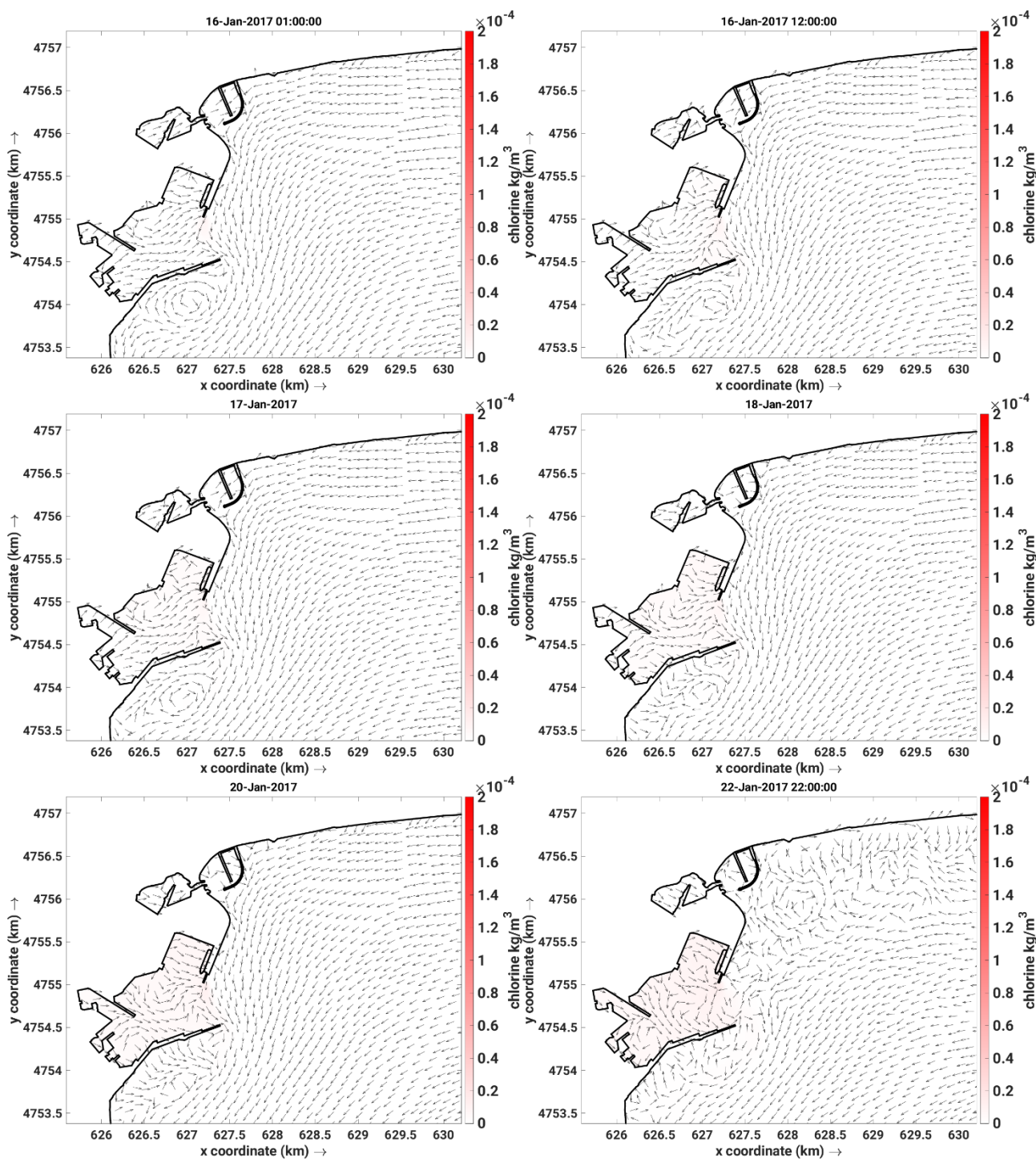


Figura 31. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Cloro sul fondale.
Scenario 2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 49 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

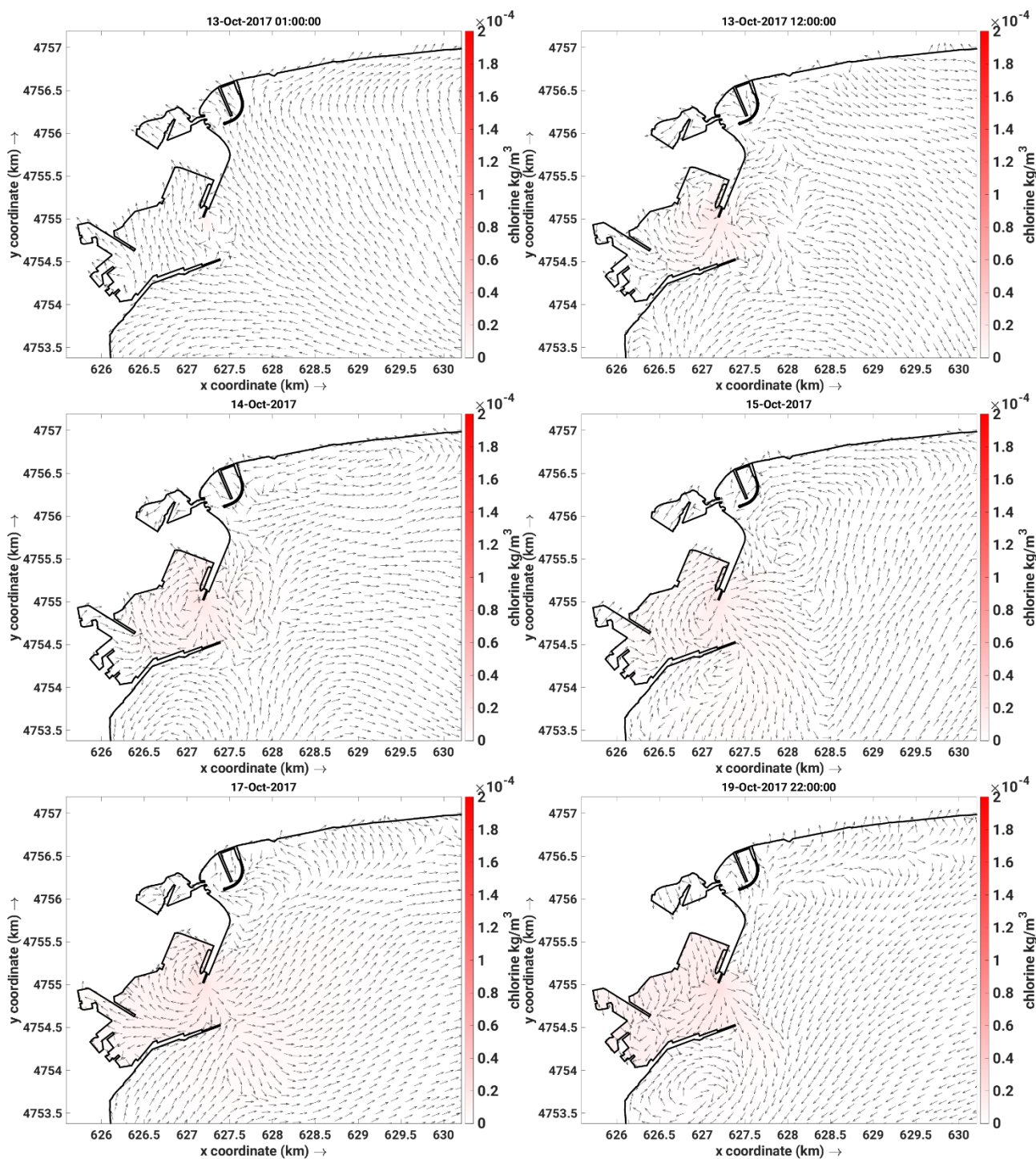


Figura 32. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Cloro sul fondale.
Scenario 4.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 50 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

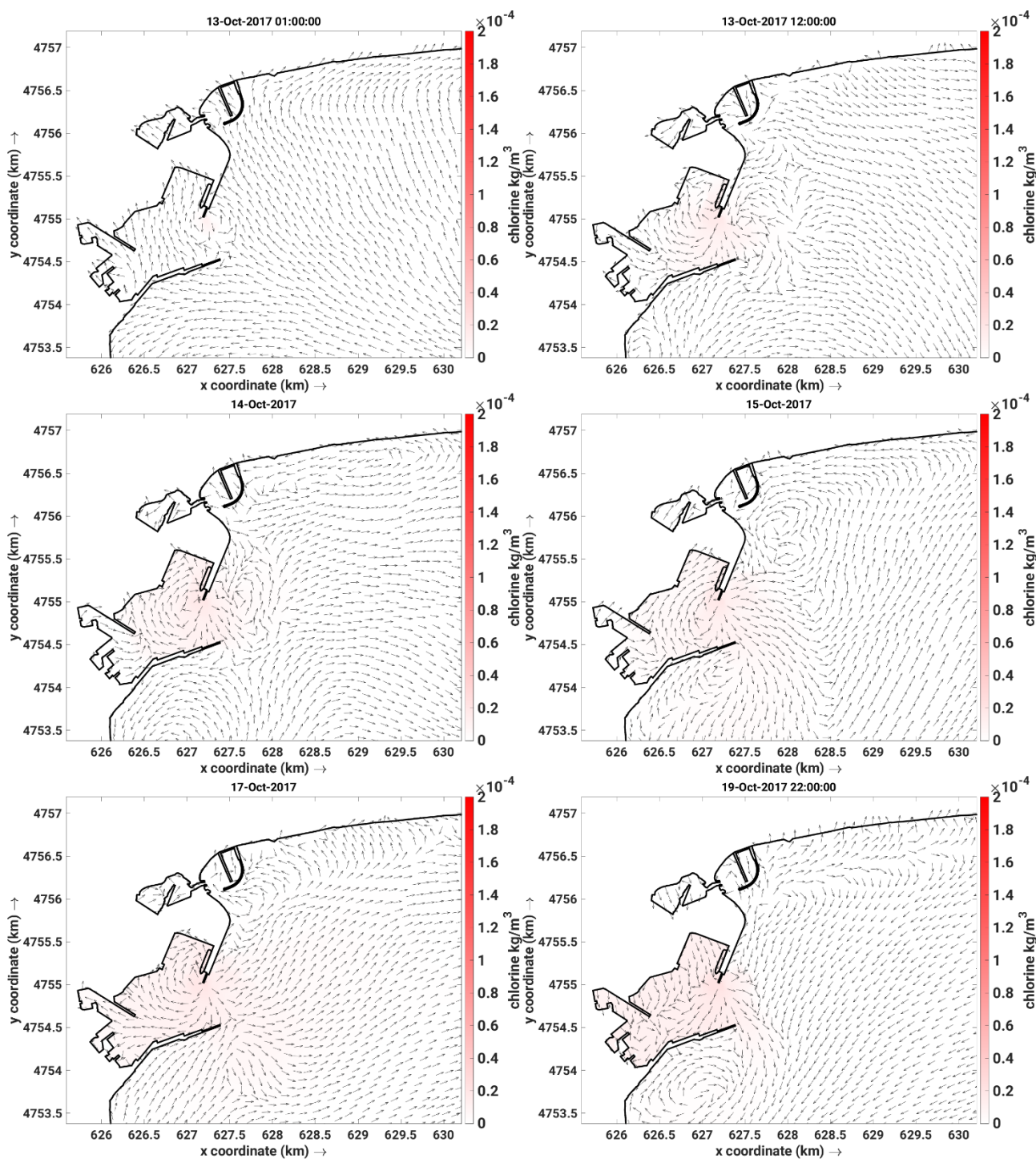


Figura 33. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Cloro sul fondale.
Scenario 15.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 51 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

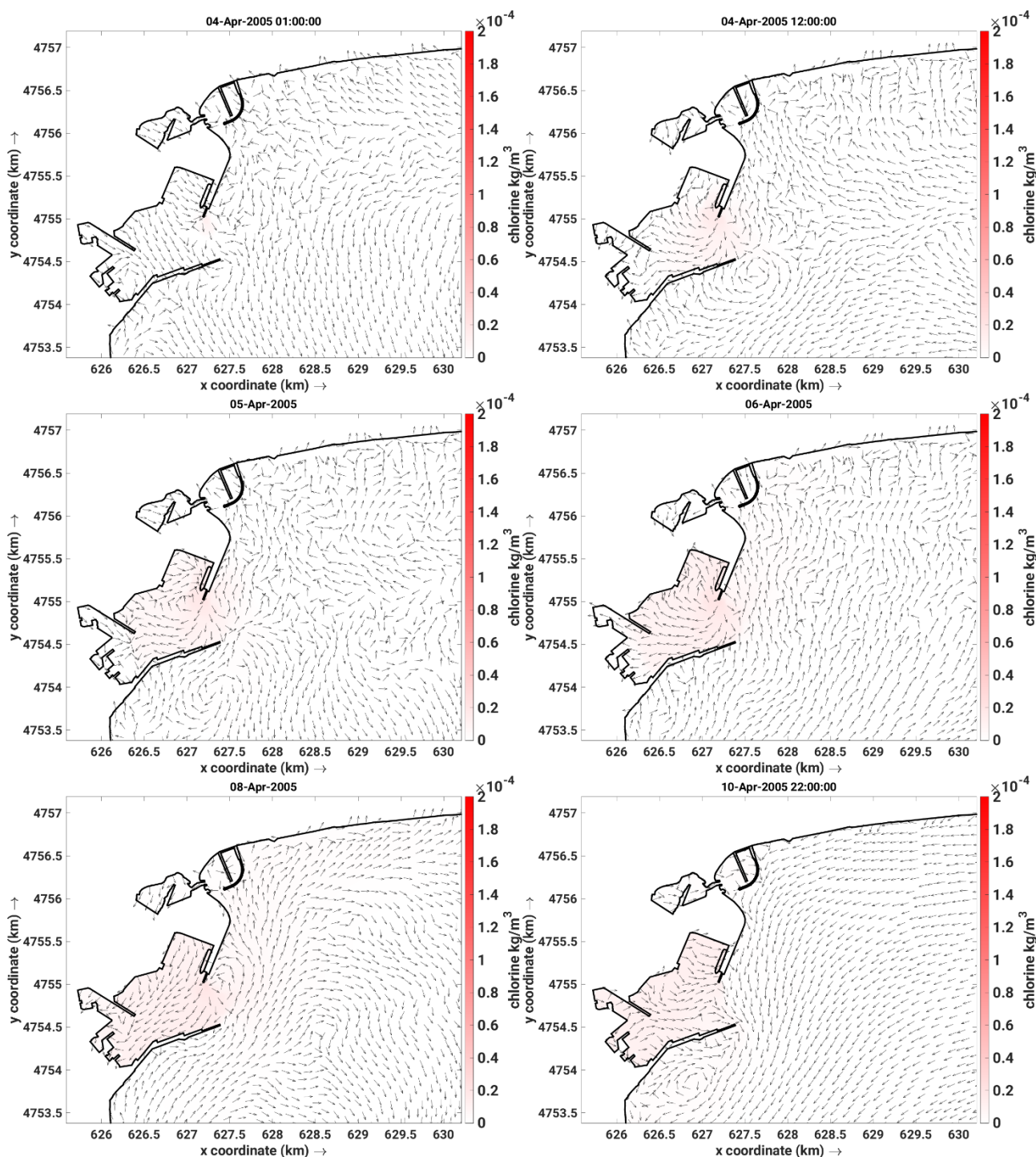


Figura 34. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Cloro sul fondale.
Scenario 40.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 52 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

6. CONCLUSIONI

Il presente studio è stato redatto al fine di analizzare la dinamica della dispersione della temperatura e del cloro a seguito delle operazioni di rigassificazione previste all'interno dell'area portuale di Piombino (LI), legate all'entrata in funzione di una unità di FSRU. Lo studio è stato realizzato tramite l'impiego di un modello numerico ad alta risoluzione in grado di simulare l'evoluzione spazio-temporale della circolazione marina forzata da diverse variabili ambientali, quali vento, onde, gradienti di pressione.

L'implementazione di tale modello ha consentito non solo di simulare e quindi di analizzare la dinamica della dispersione planimetrica e lungo la direzione verticale di cloro e temperatura conseguente al rilascio di reflui dall'impianto della FSRU, ma anche di analizzare eventuali fenomeni di corto-circuito termico nel caso in cui la presa e lo scarico dell'impianto venissero realizzati entrambi all'interno dello specchio acqueo portuale.

L'analisi è stata condotta prendendo in considerazione quattro scenari climatici meteomarini derivanti da una analisi di *data mining* su un set di dati *hindcast* di proprietà del DICCA. Tali scenari climatologici rappresentano condizioni di forzanti meteomarine molto diverse tra di loro e rappresentano in buona approssimazione la variabilità delle condizioni meteomarine che è plausibile si verifichino nel paraggio di Piombino. Le condizioni meteomarine sono state quindi applicate unitamente alle opere di presa (o carico; *intake*) e di rilascio (o scarico; *outfall*) dell'impianto a servizio della FSRU, così come definite per tre diverse configurazioni progettuali.

Le verifiche effettuate hanno evidenziato come le concentrazioni di cloro ed i gradienti di temperatura non presentino criticità per nessuno scenario meteomarino/istante temporale considerato alle diverse quote rispetto al fondale. In ogni modo la presenza del punto di presa di acqua di mare delle vasche degli impianti di itticultura in prossimità della configurazione progettuale n.1 sconsiglia tale posizione.

È stata inoltre verificata la possibile mobilizzazione del sedimento sul fondo del porto. Le verifiche realizzate hanno mostrato che le velocità indotte dallo scarico a mare dell'impianto a servizio della FSRU non sono in grado di mobilizzare il sedimento (vedasi a tal proposito Figura 10).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 53 di 101	Rev. 0

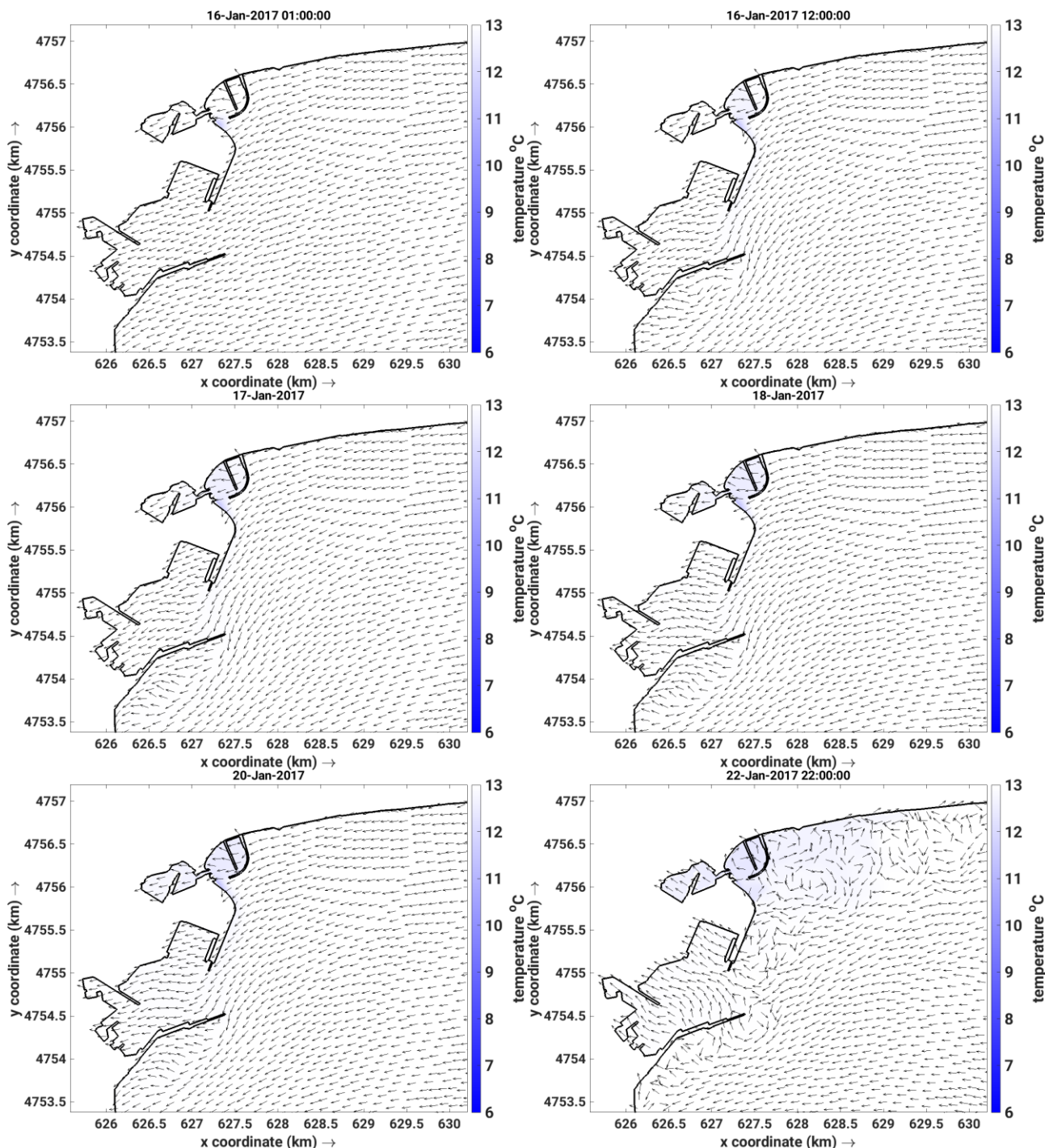
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

ANNESSI

Si riportano di seguito i risultati delle mappe per la configurazione progettuale 2, strato superficiale.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 54 di 101	Rev. 0

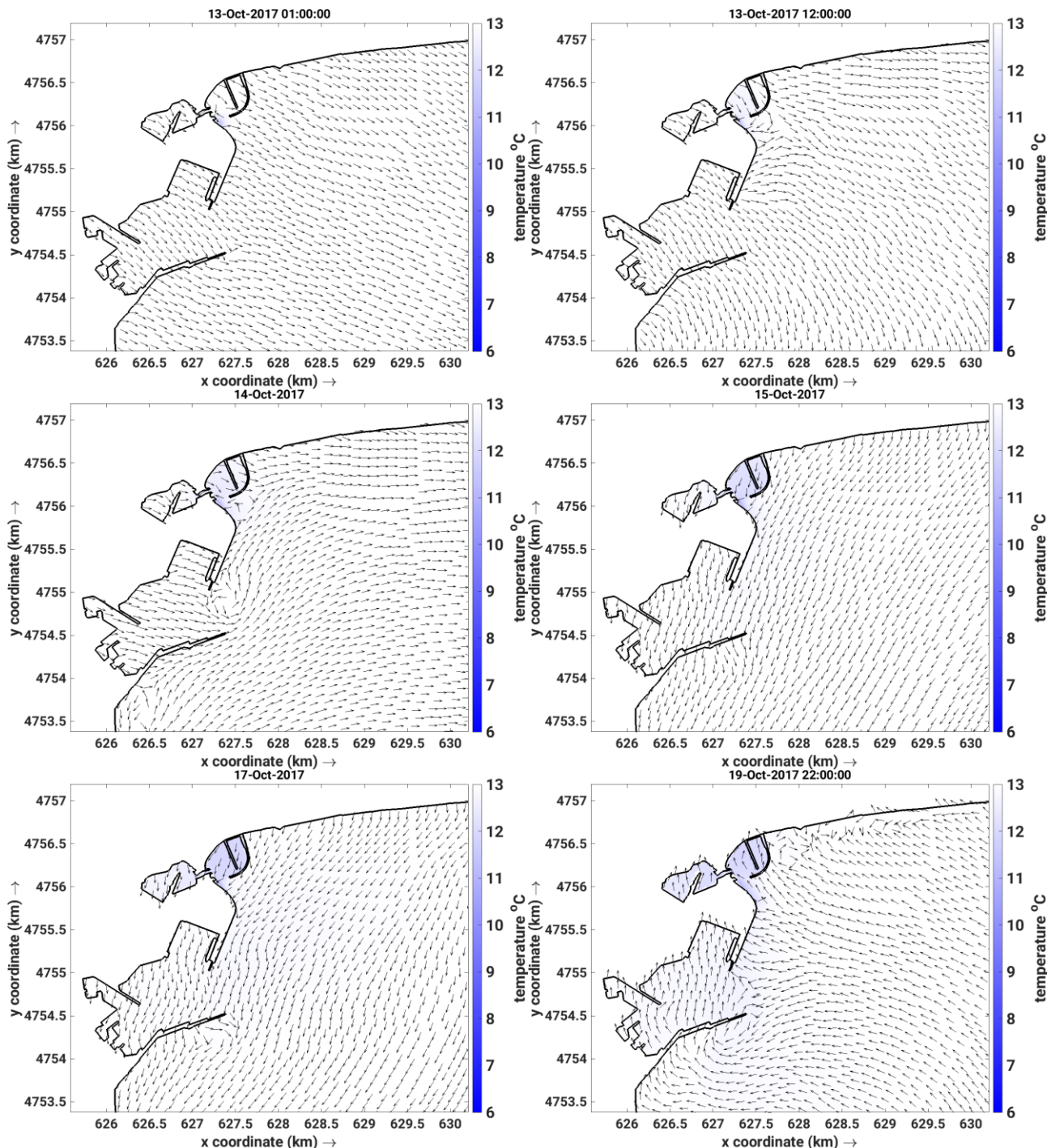
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 1. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Temperatura in superficie.
Scenario 2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 55 di 101	Rev. 0

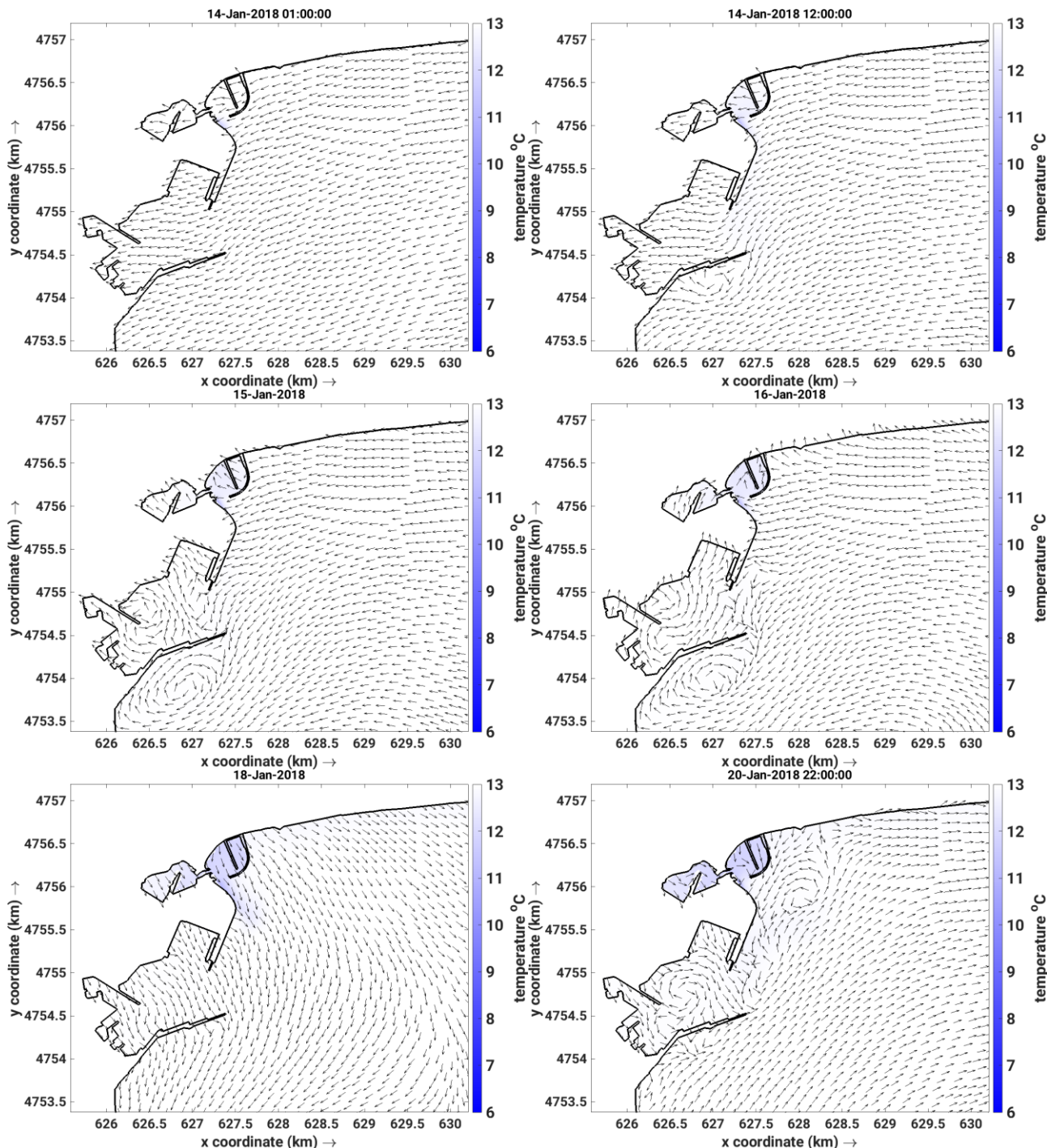
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 2. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Temperatura in superficie.
Scenario 4.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 56 di 101	Rev. 0

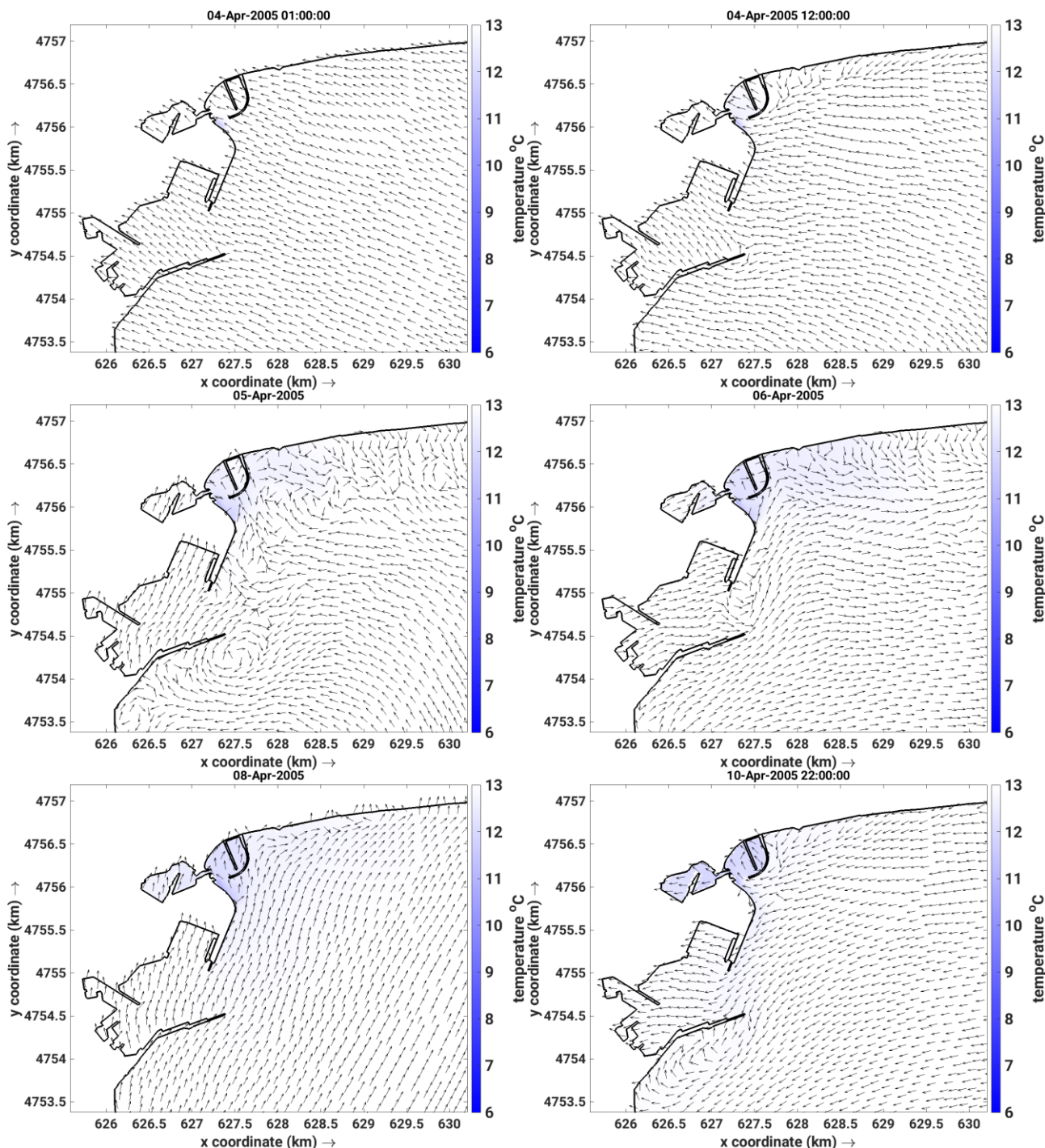
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 3. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Temperatura in superficie.
Scenario 15.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 57 di 101	Rev. 0

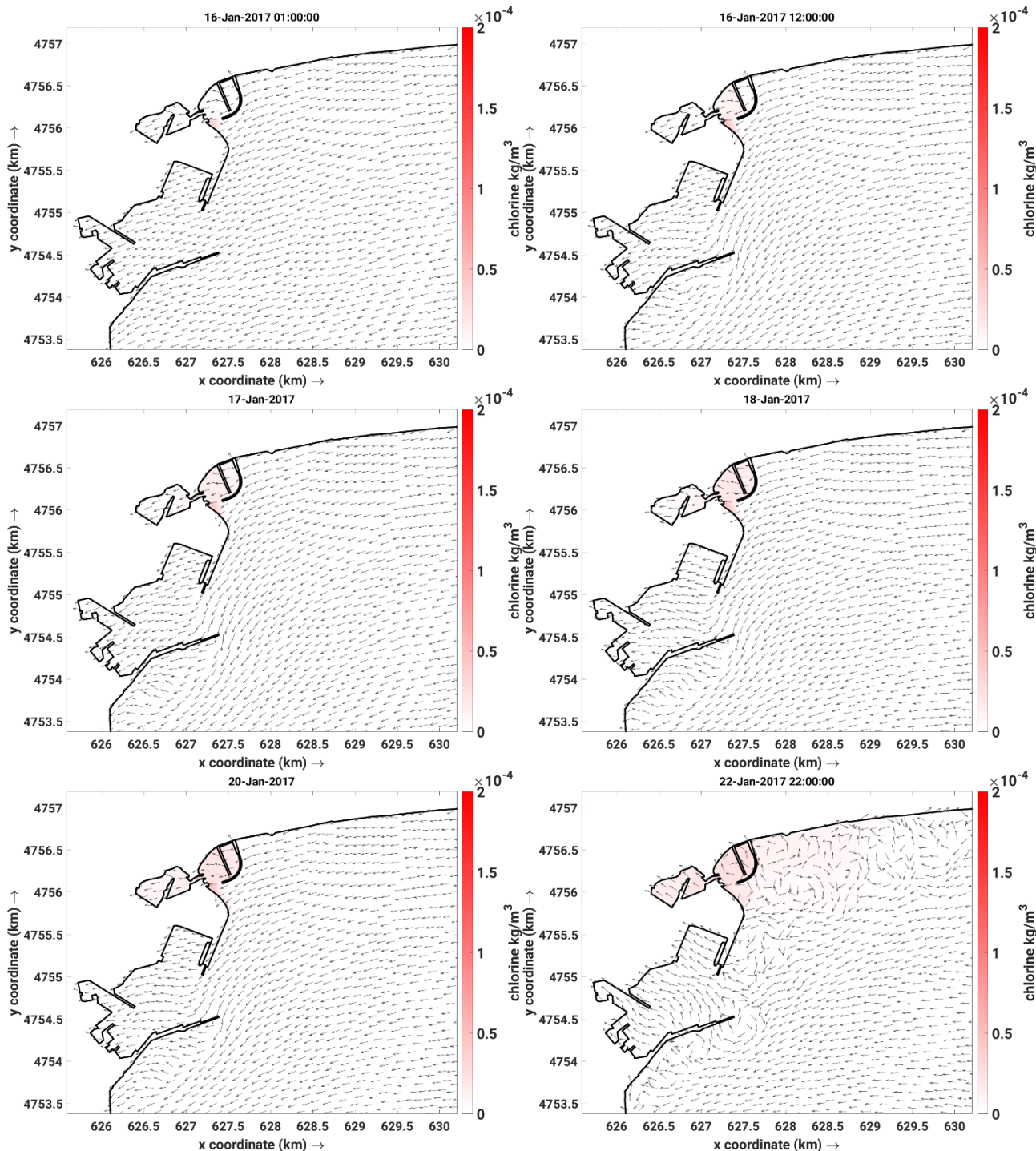
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 4. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Temperatura in superficie. Scenario 40.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 58 di 101	Rev. 0

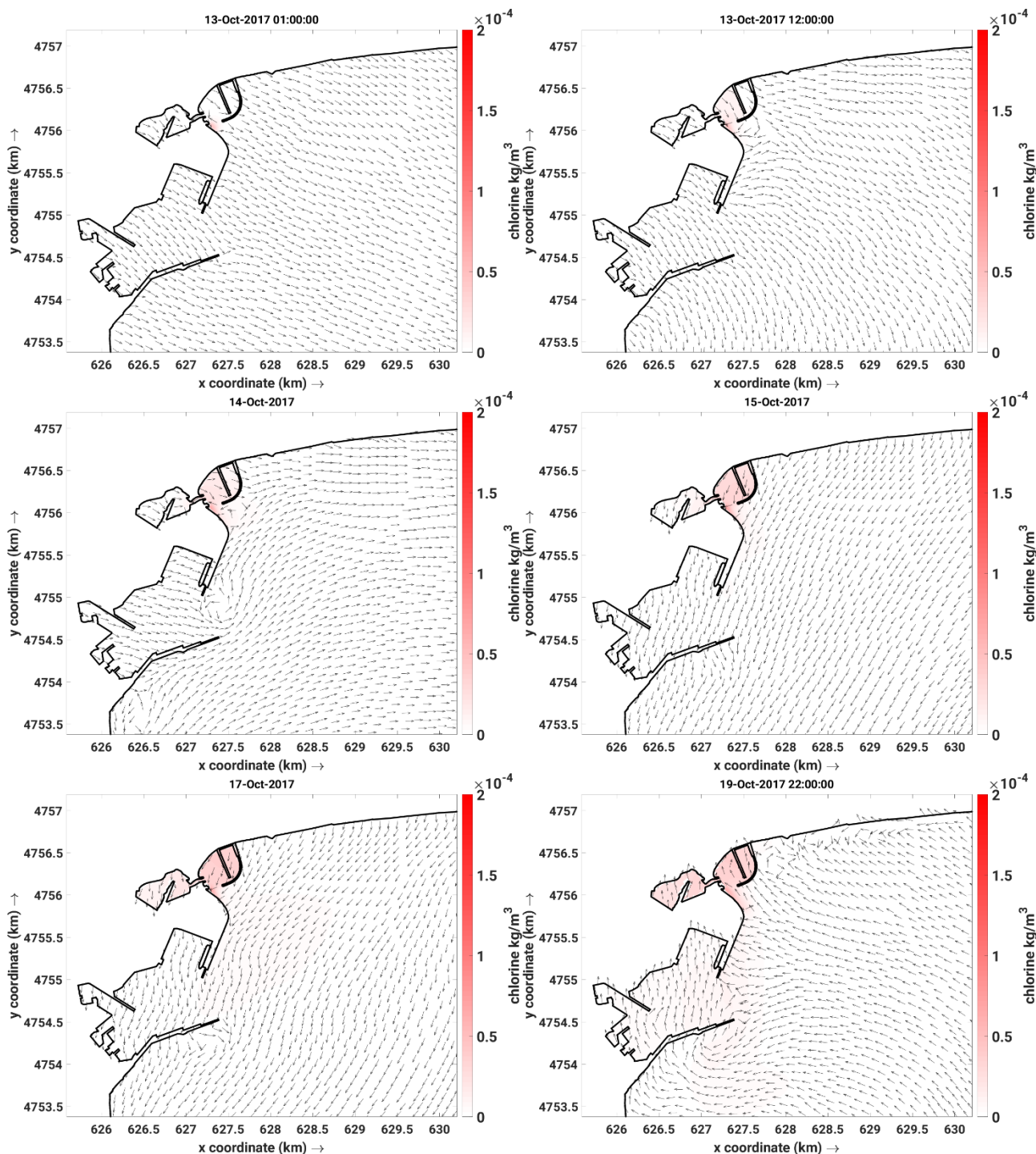
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 5. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Cloro in superficie. Scenario 2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 59 di 101	Rev. 0

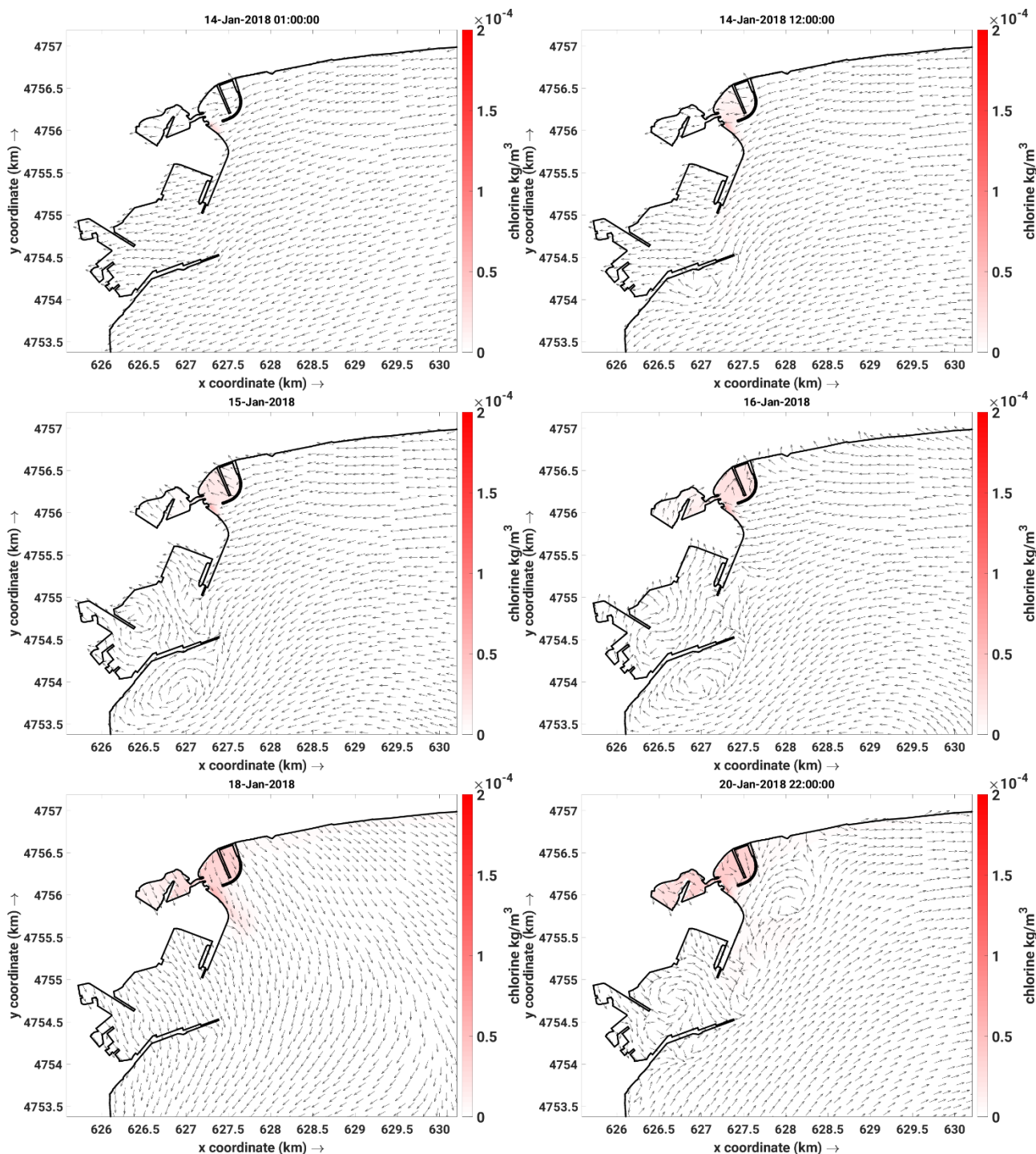
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 6. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Cloro in superficie. Scenario 4.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 60 di 101	Rev. 0

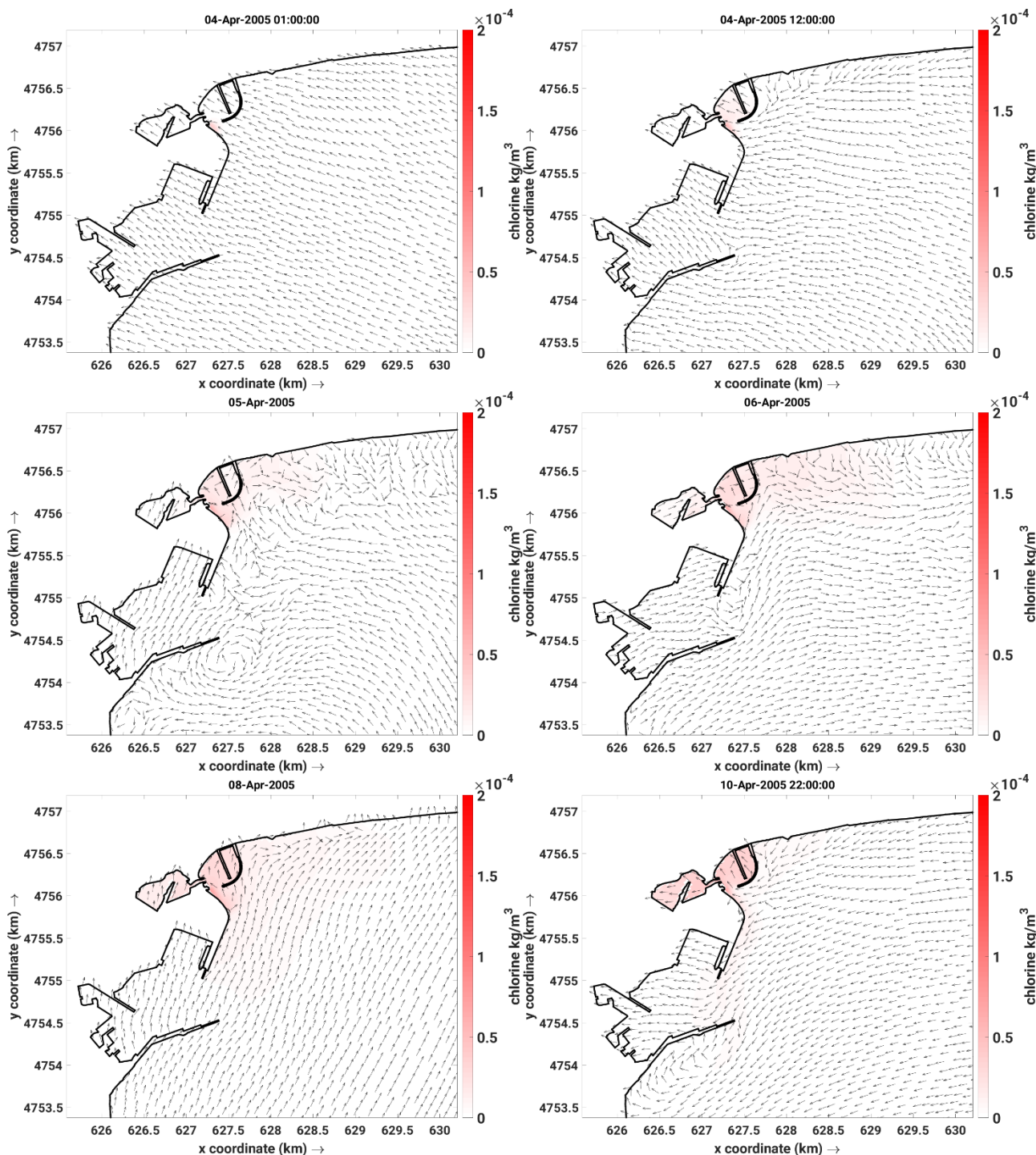
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 7. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Cloro in superficie. Scenario 15.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 61 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

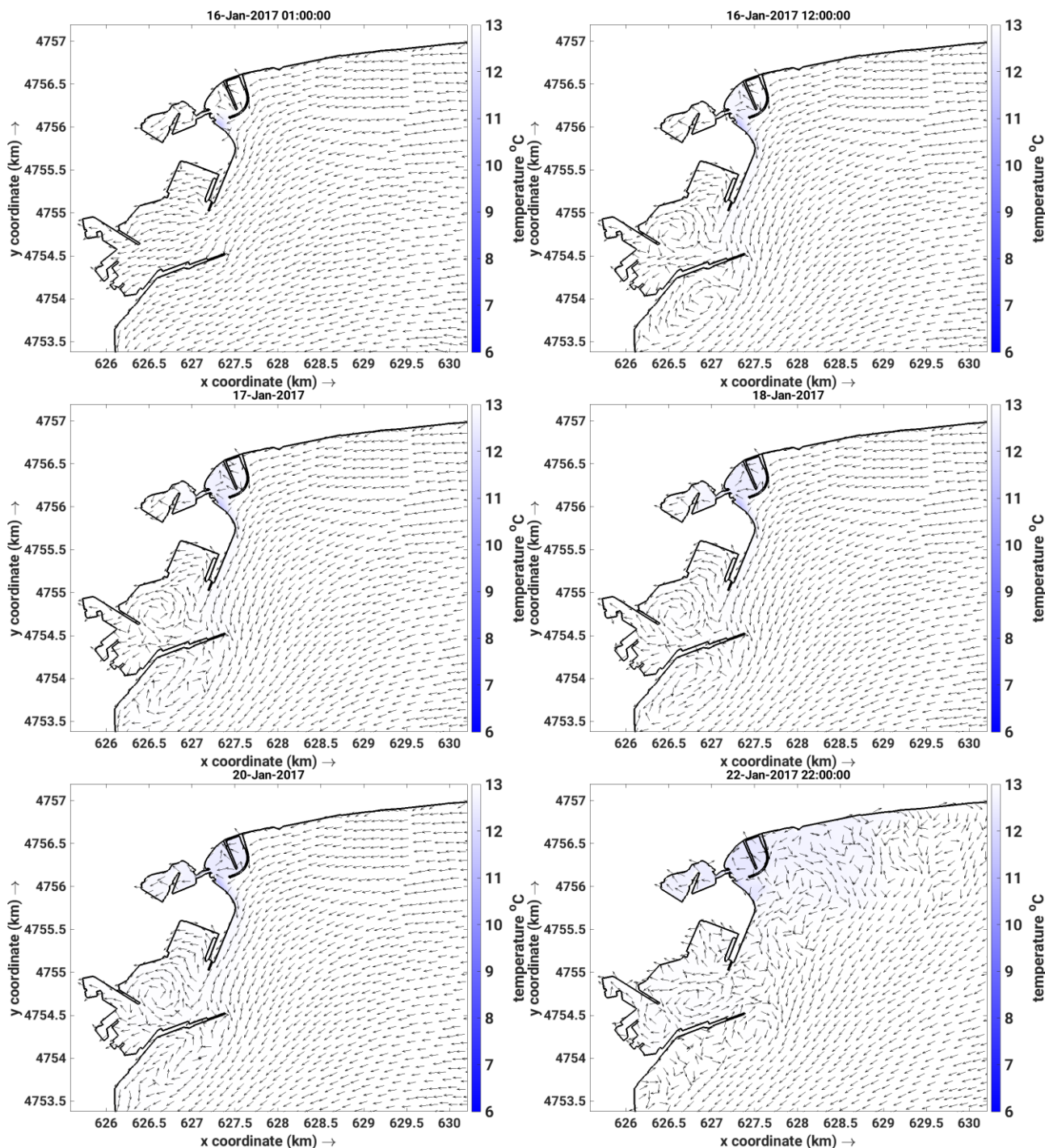


A 8. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Cloro in superficie. Scenario 2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 62 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

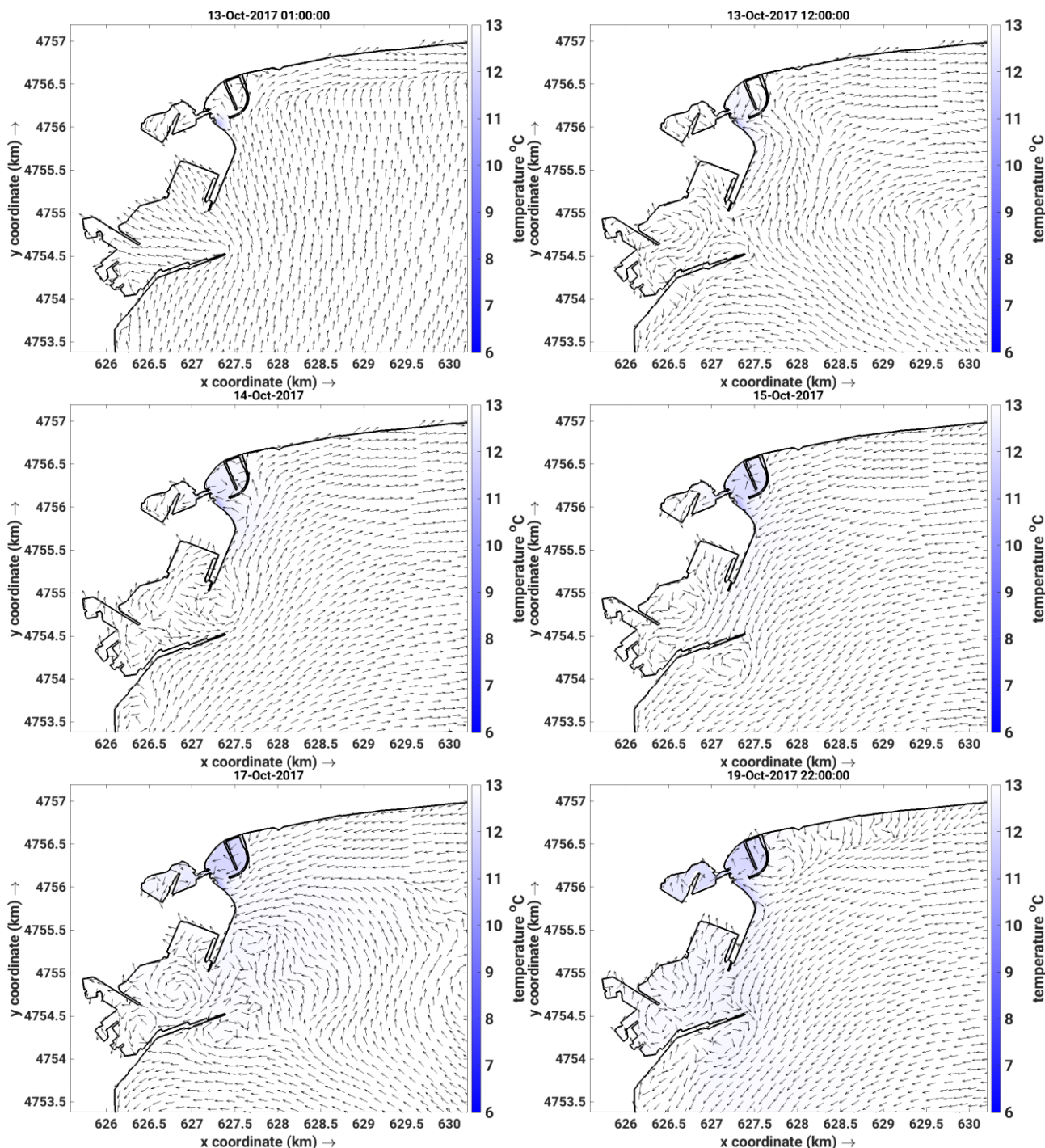
Si riportano di seguito i risultati delle mappe per la configurazione progettuale 1, strato intermedio.



A 9. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Temperatura a \approx 5m.
Scenario 2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 63 di 101	Rev. 0

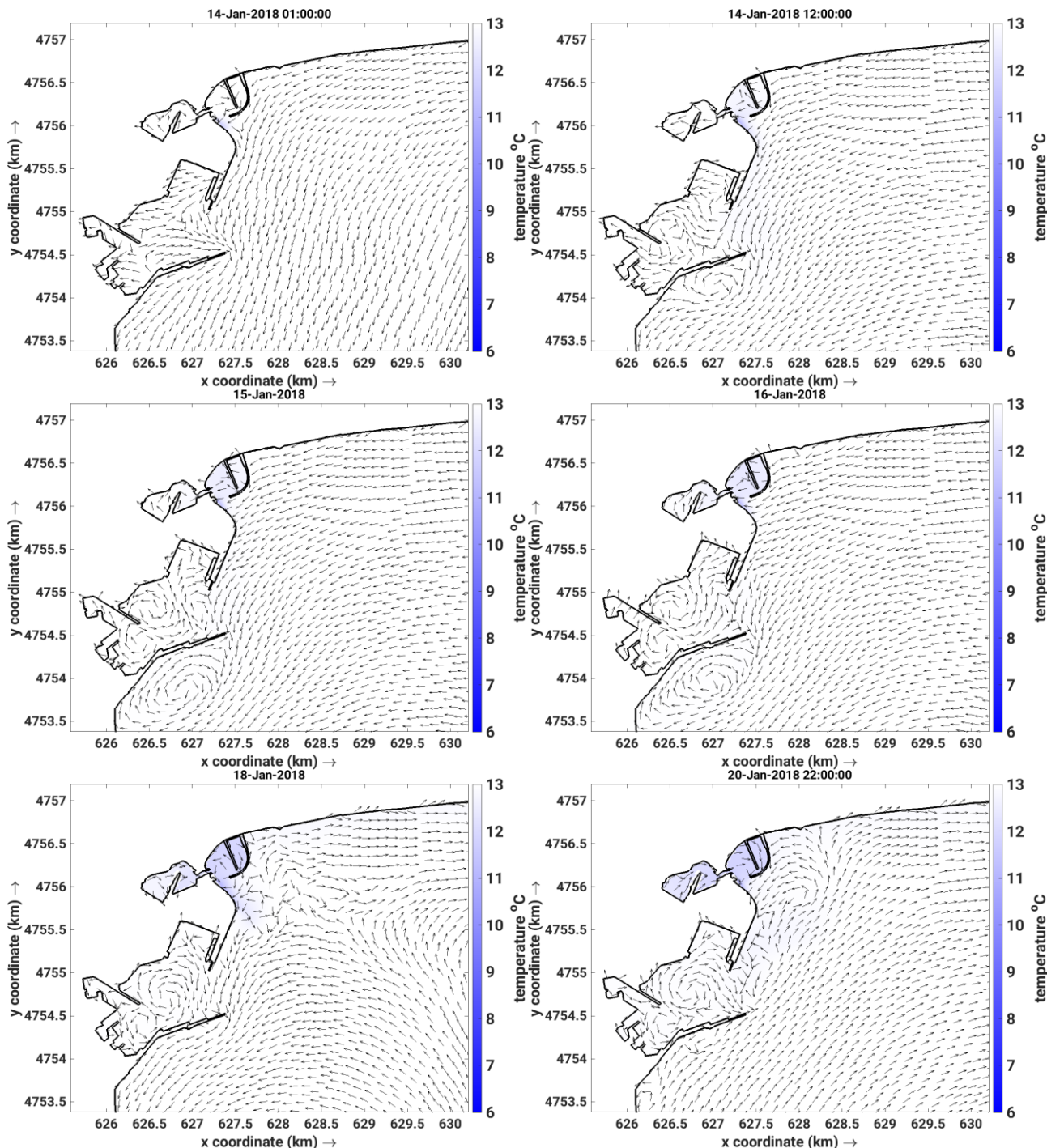
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 10. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Temperatura a \approx -5m.
Scenario 4.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 64 di 101	Rev. 0

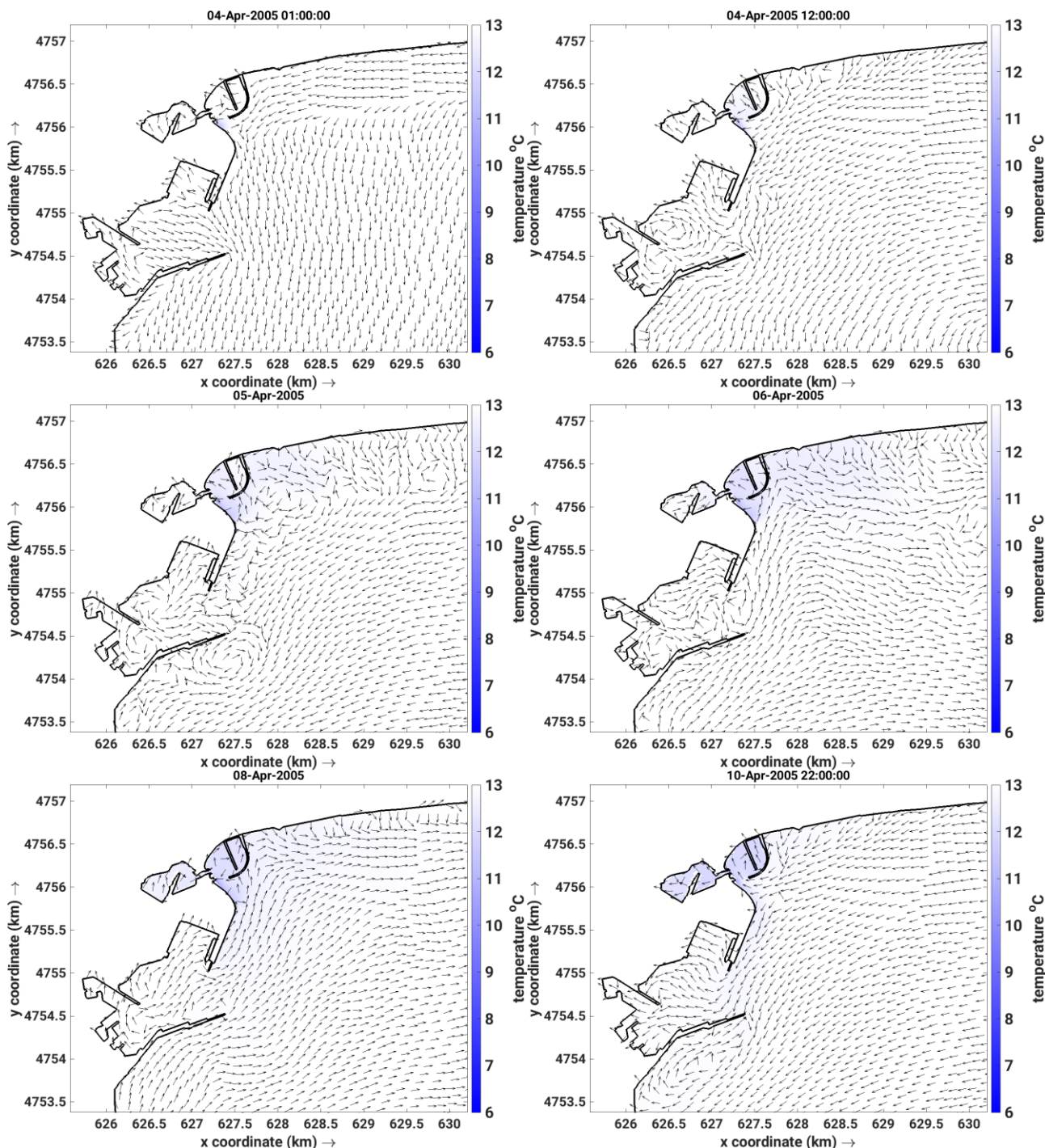
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 11. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Temperatura a \approx -5m.
Scenario 15.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 65 di 101	Rev. 0

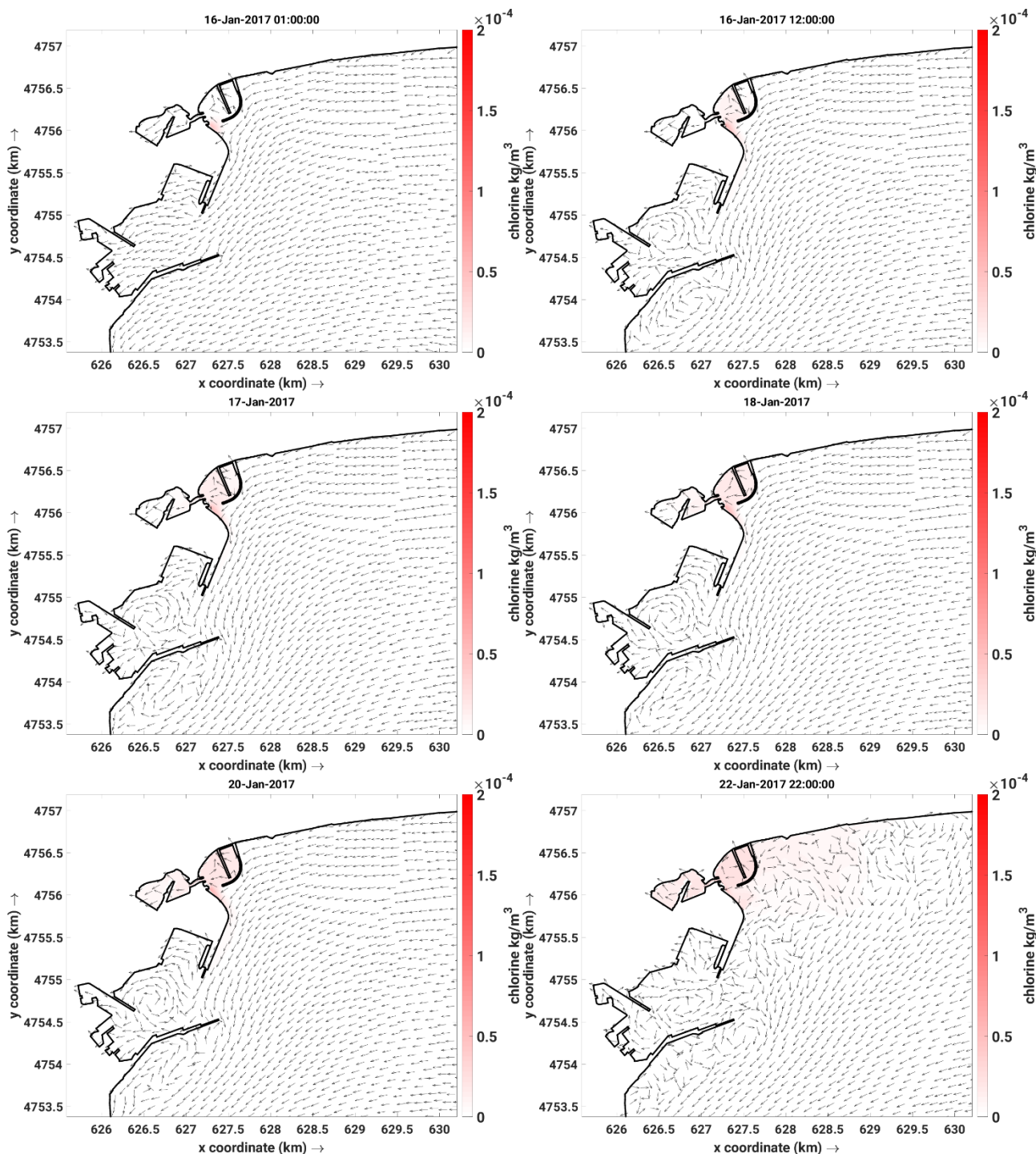
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 12. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Temperatura a \approx -5m.
Scenario 40.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 66 di 101	Rev. 0

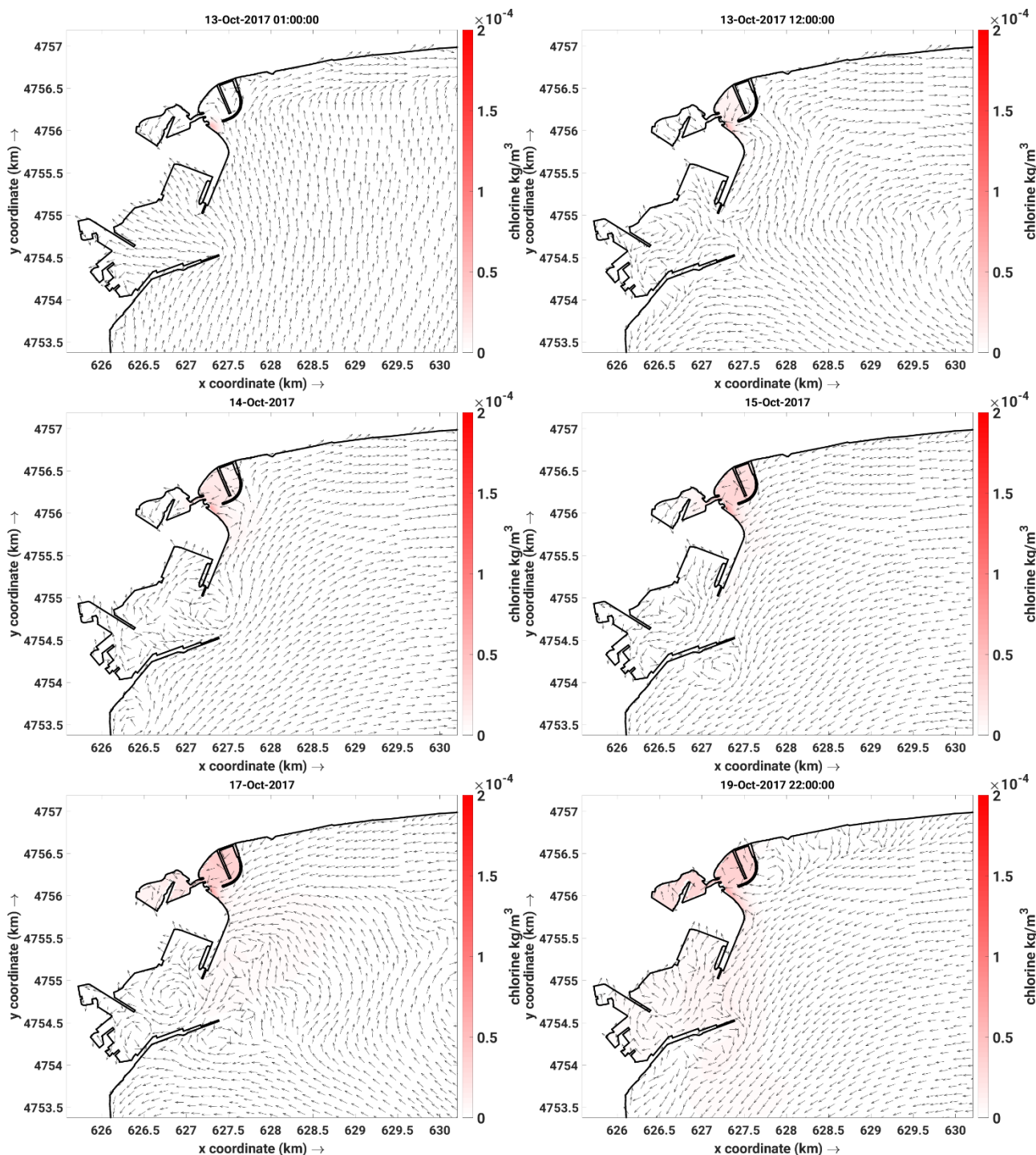
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 13. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Cloro a ≈ 5 m. Scenario 2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 67 di 101	Rev. 0

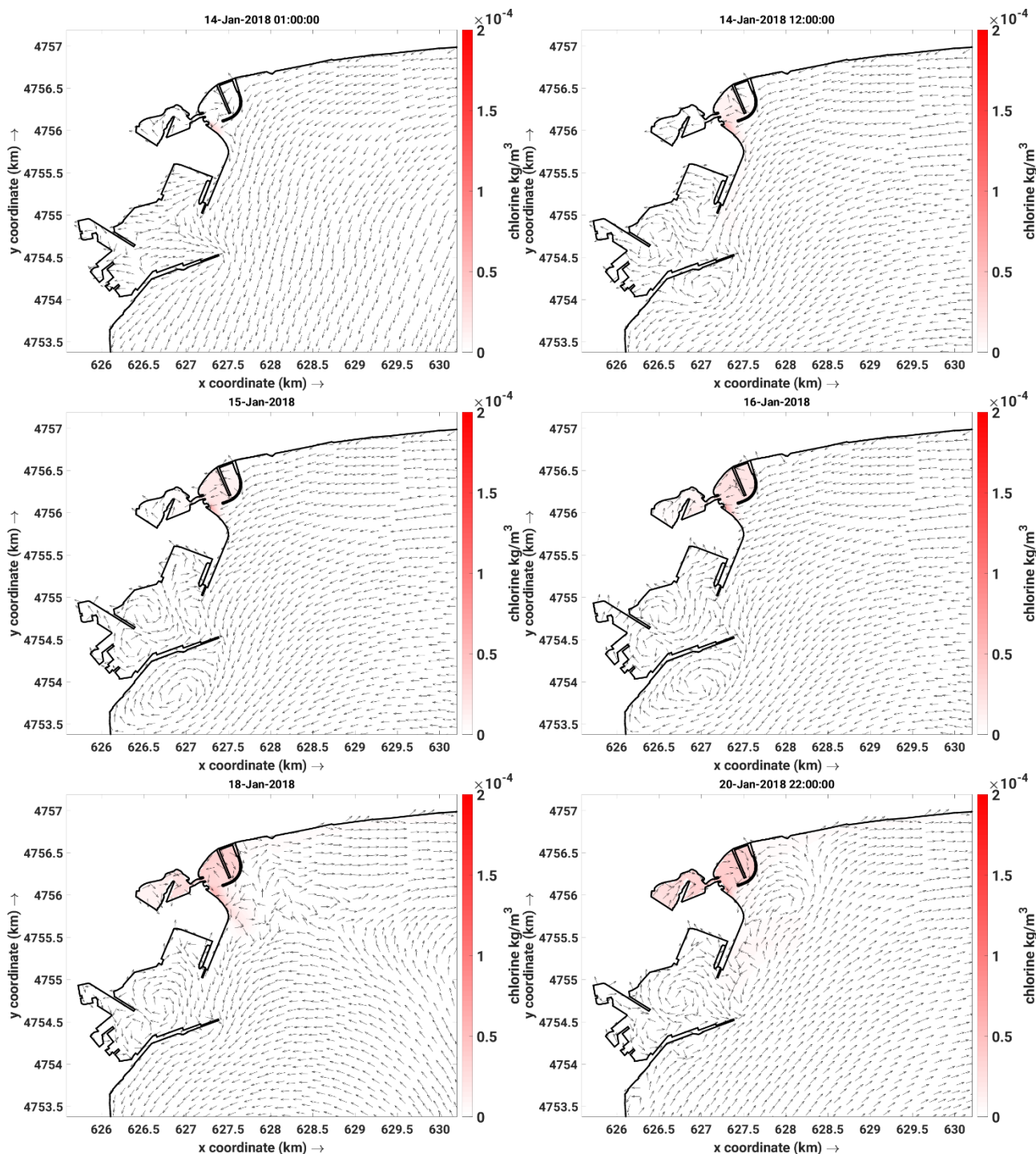
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 14. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Cloro a \approx -5m. Scenario 4.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 68 di 101	Rev. 0

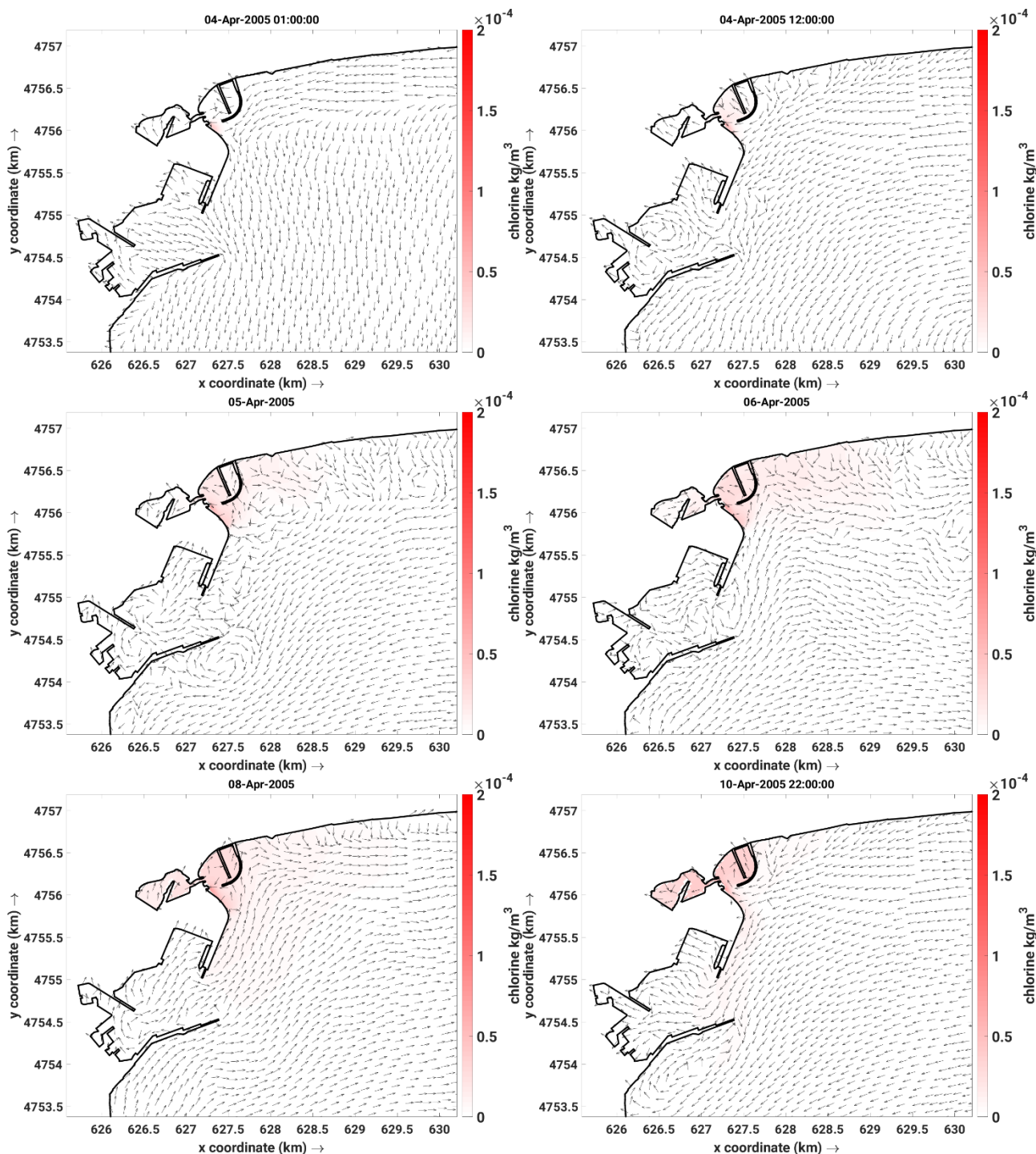
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 15. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Cloro a ~5m. Scenario 15.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 69 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

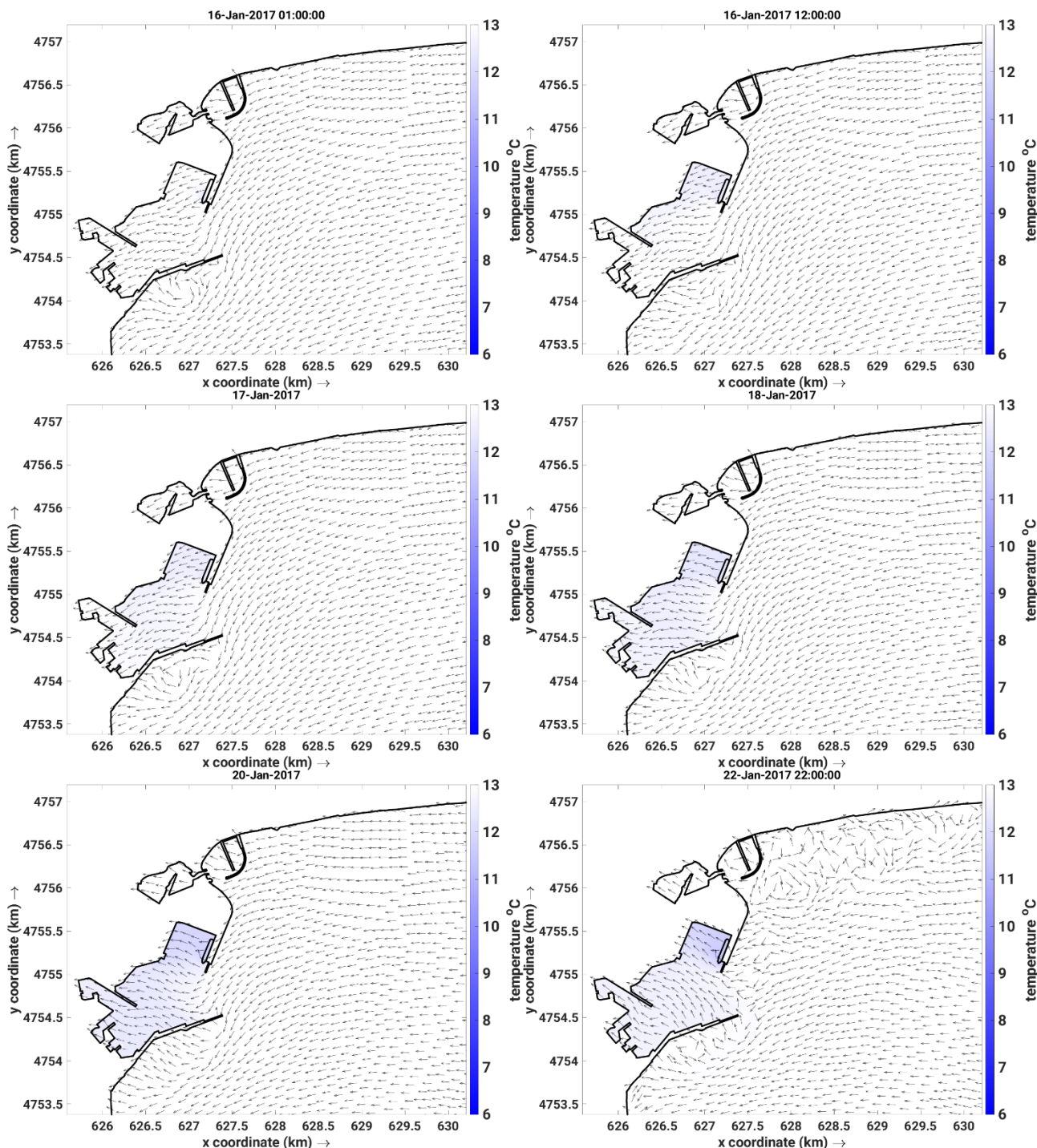


A 16. Configurazione progettuale 1. Scarico FSRU – Cloro a ~5m. Scenario 40.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 70 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

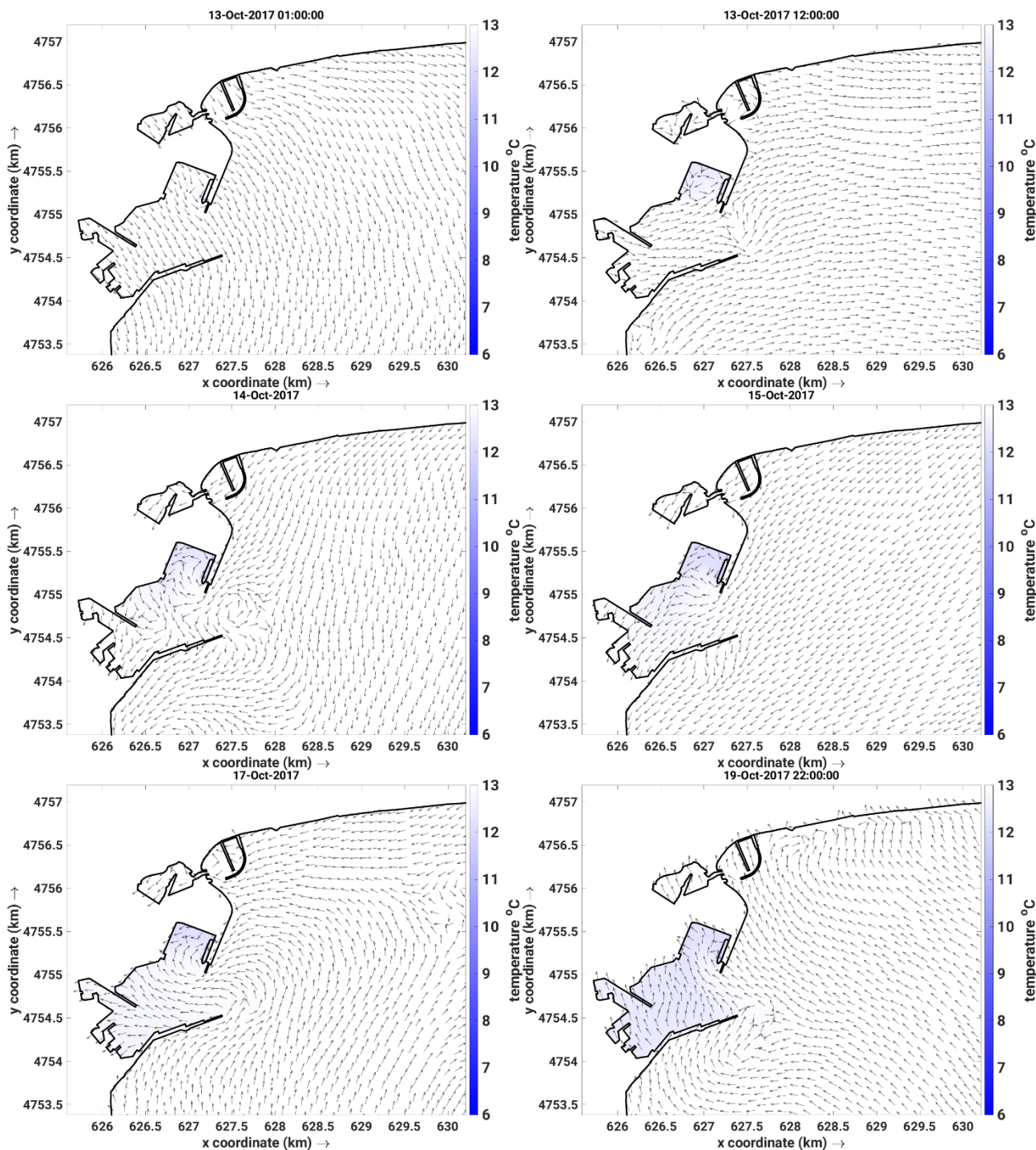
Si riportano di seguito i risultati delle mappe per la configurazione progettuale 2, strato superficiale.



A 17. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Temperatura in superficie.
Scenario 2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 71 di 101	Rev. 0

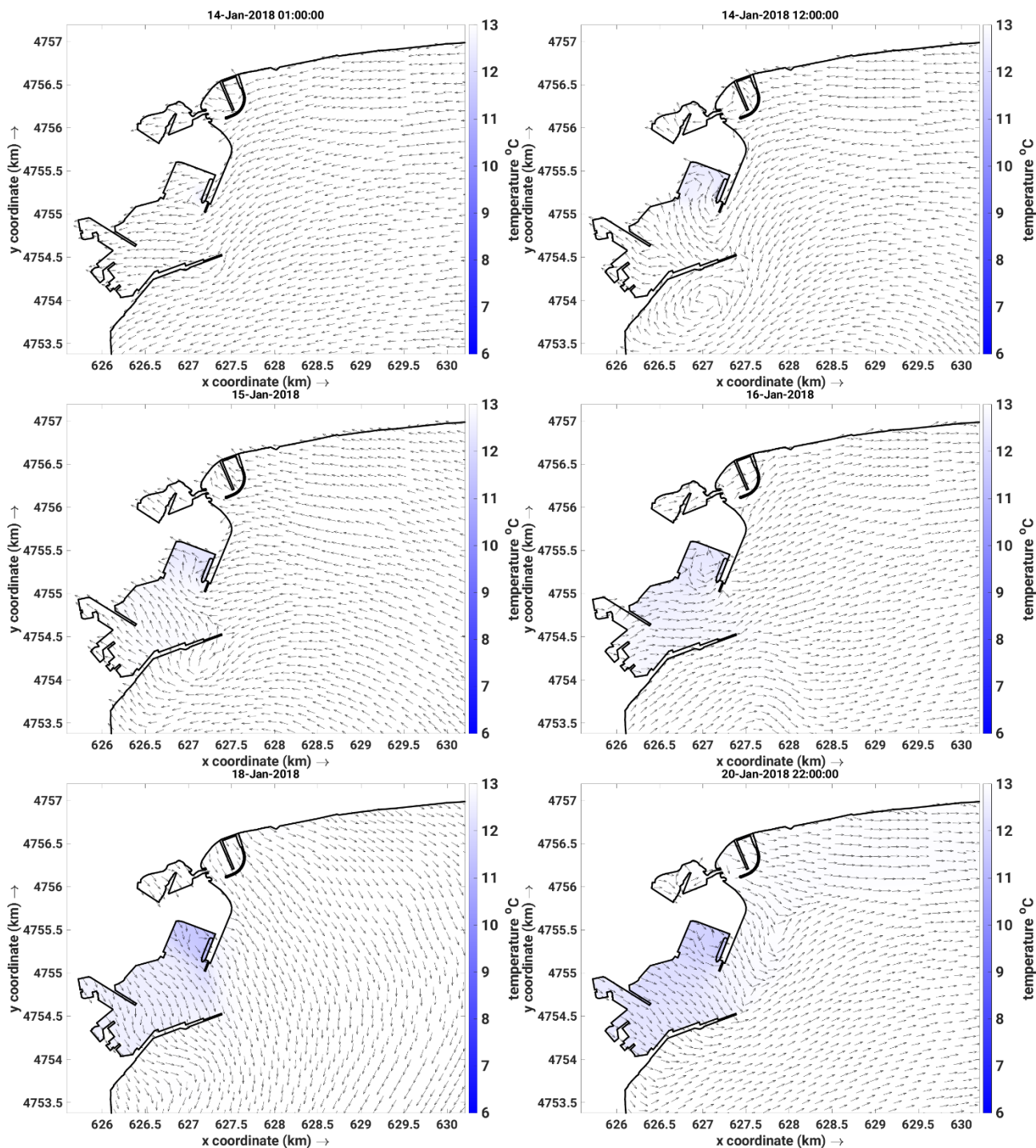
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 18. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Temperatura in superficie.
Scenario 4.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 72 di 101	Rev. 0

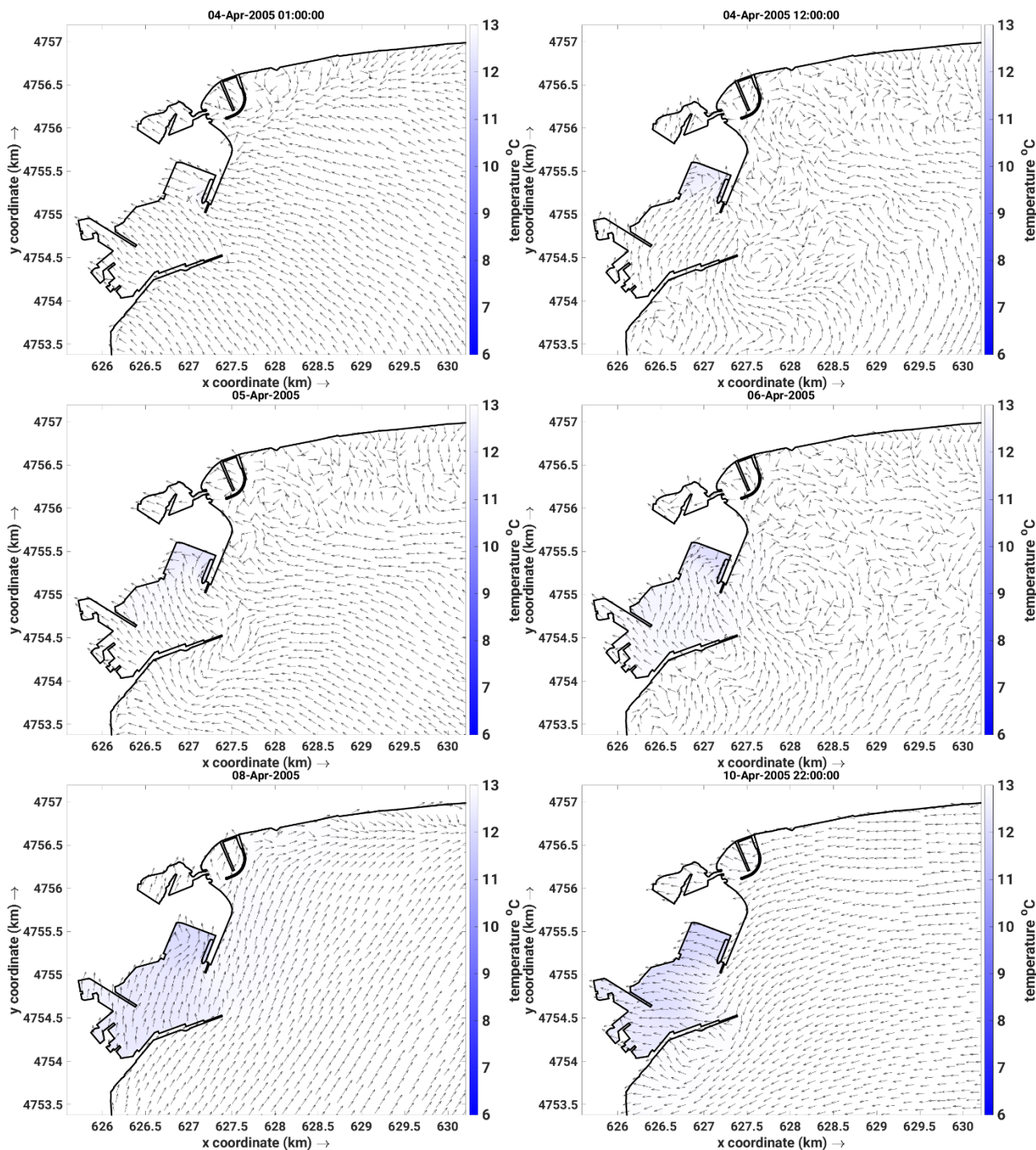
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 19. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Temperatura in superficie.
Scenario 15.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 73 di 101	Rev. 0

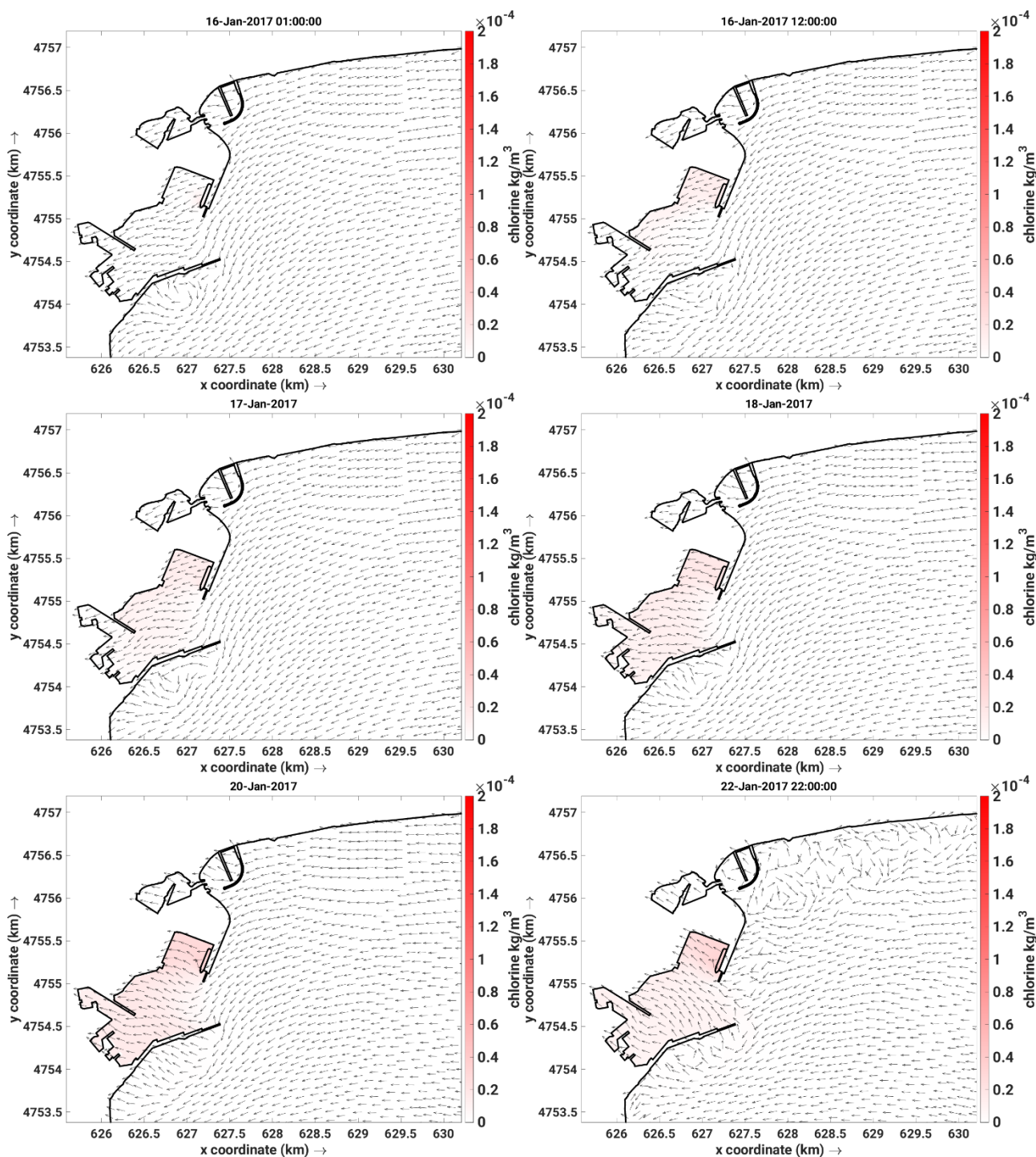
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 20. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Temperatura in superficie.
Scenario 40.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 74 di 101	Rev. 0

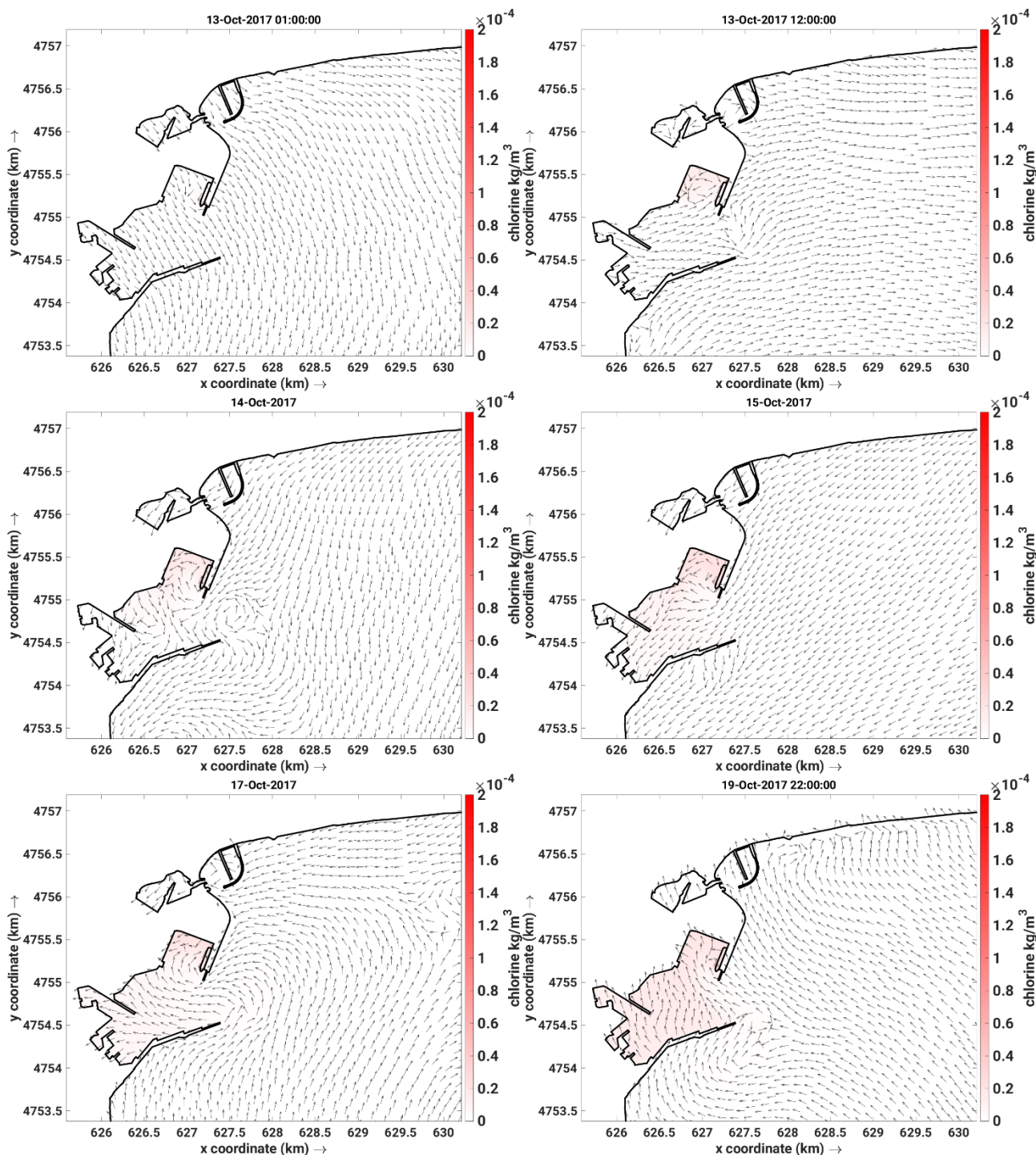
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 21. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Cloro in superficie.
Scenario 2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 75 di 101	Rev. 0

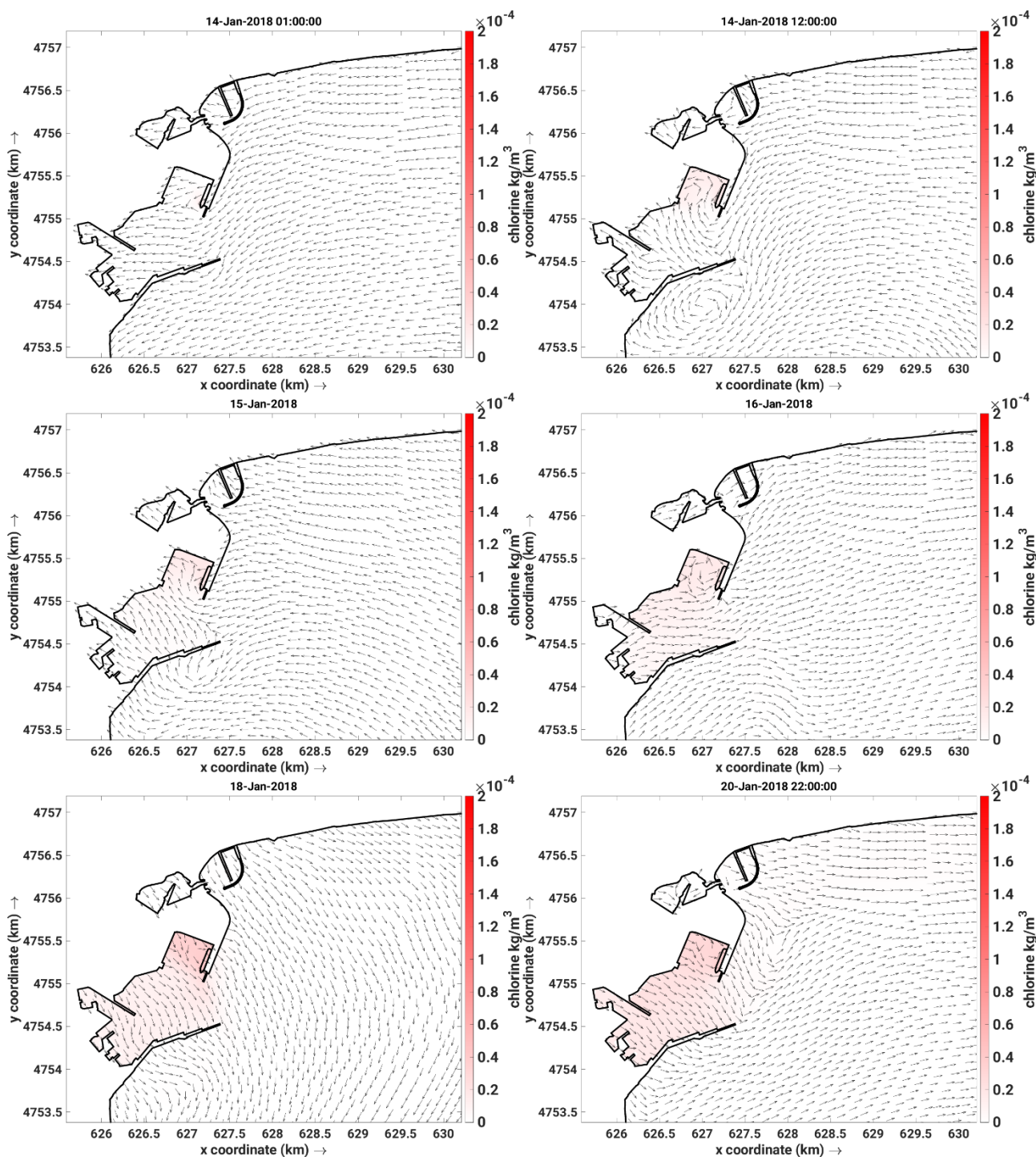
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 22. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Cloro in superficie. Scenario 4.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 76 di 101	Rev. 0

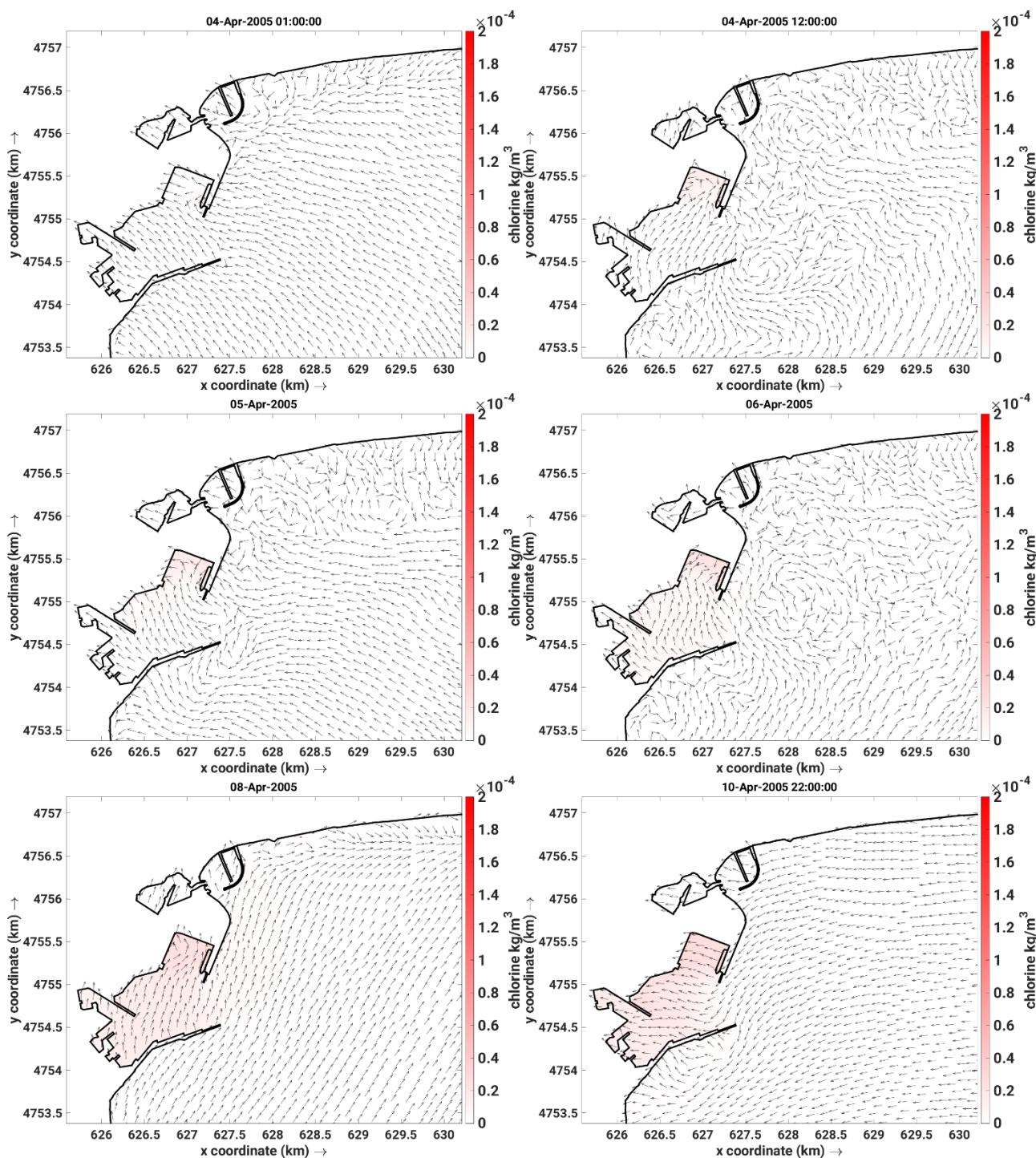
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 23. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Cloro in superficie.
Scenario 15.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 77 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

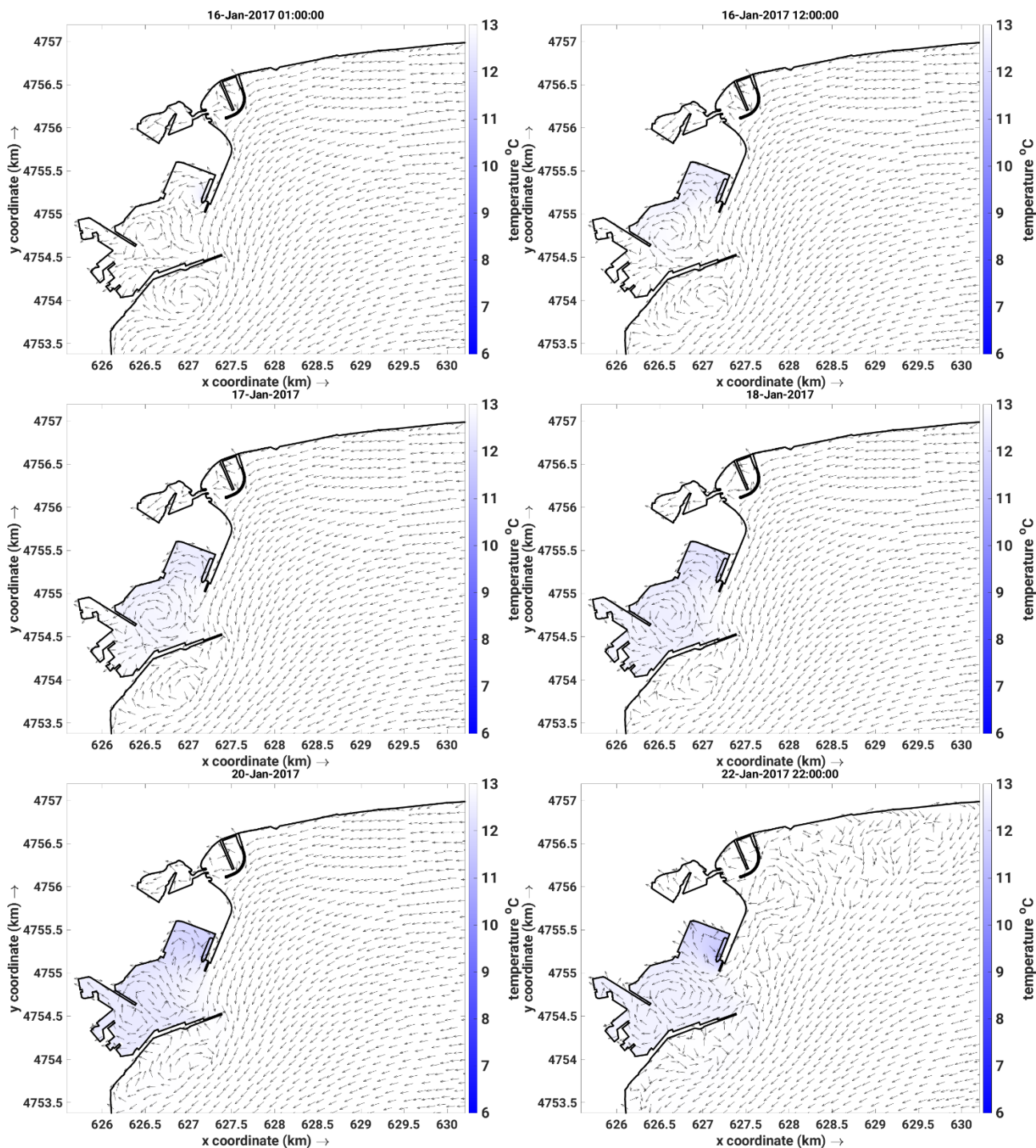


A 24. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Cloro in superficie.
Scenario 40.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 78 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

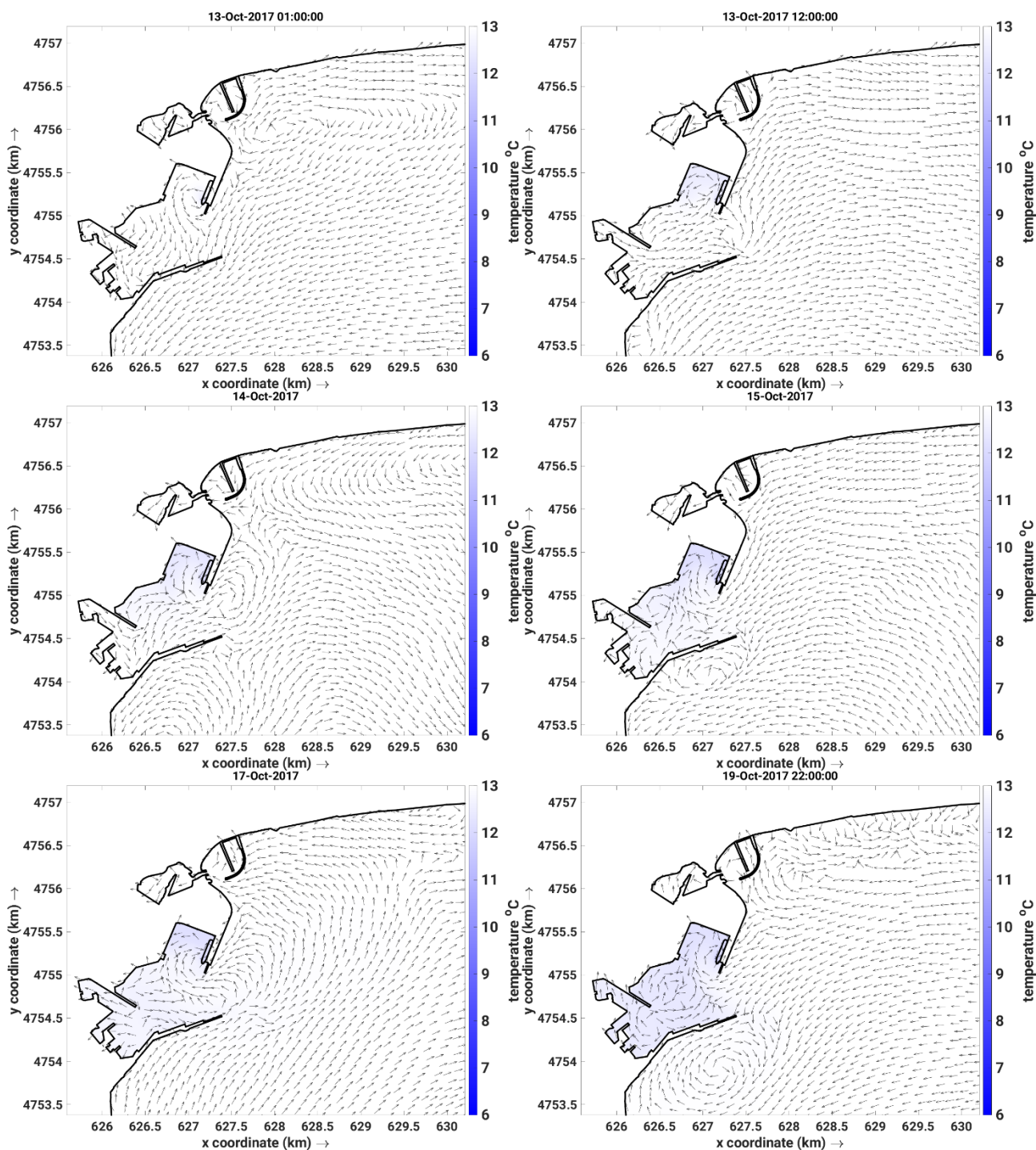
Si riportano di seguito i risultati delle mappe per la configurazione progettuale 2, strato intermedio.



A 25. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Temperatura a \approx -5m.
Scenario 2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 79 di 101	Rev. 0

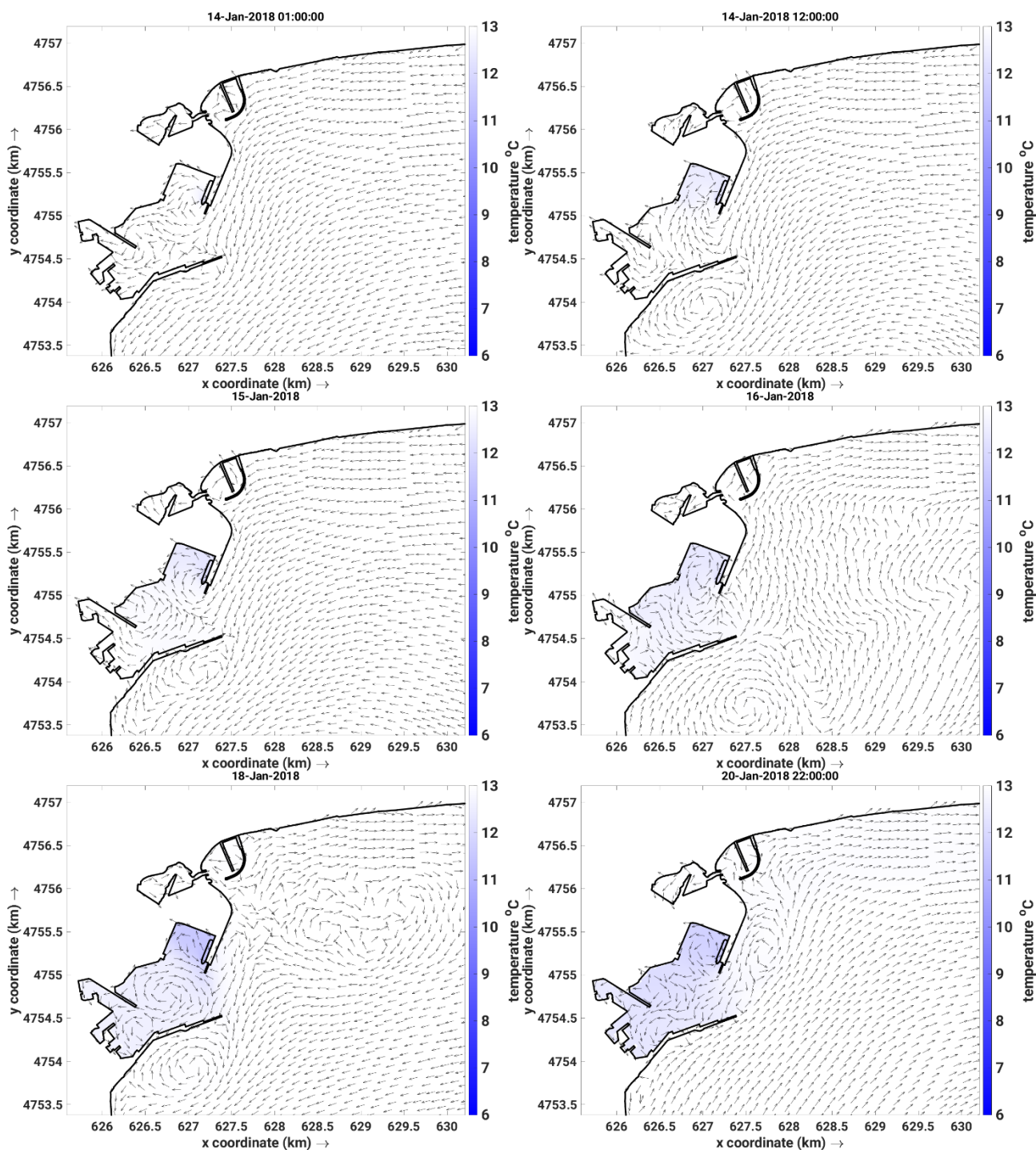
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 26. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Temperatura a \approx -5m.
Scenario 4.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 80 di 101	Rev. 0

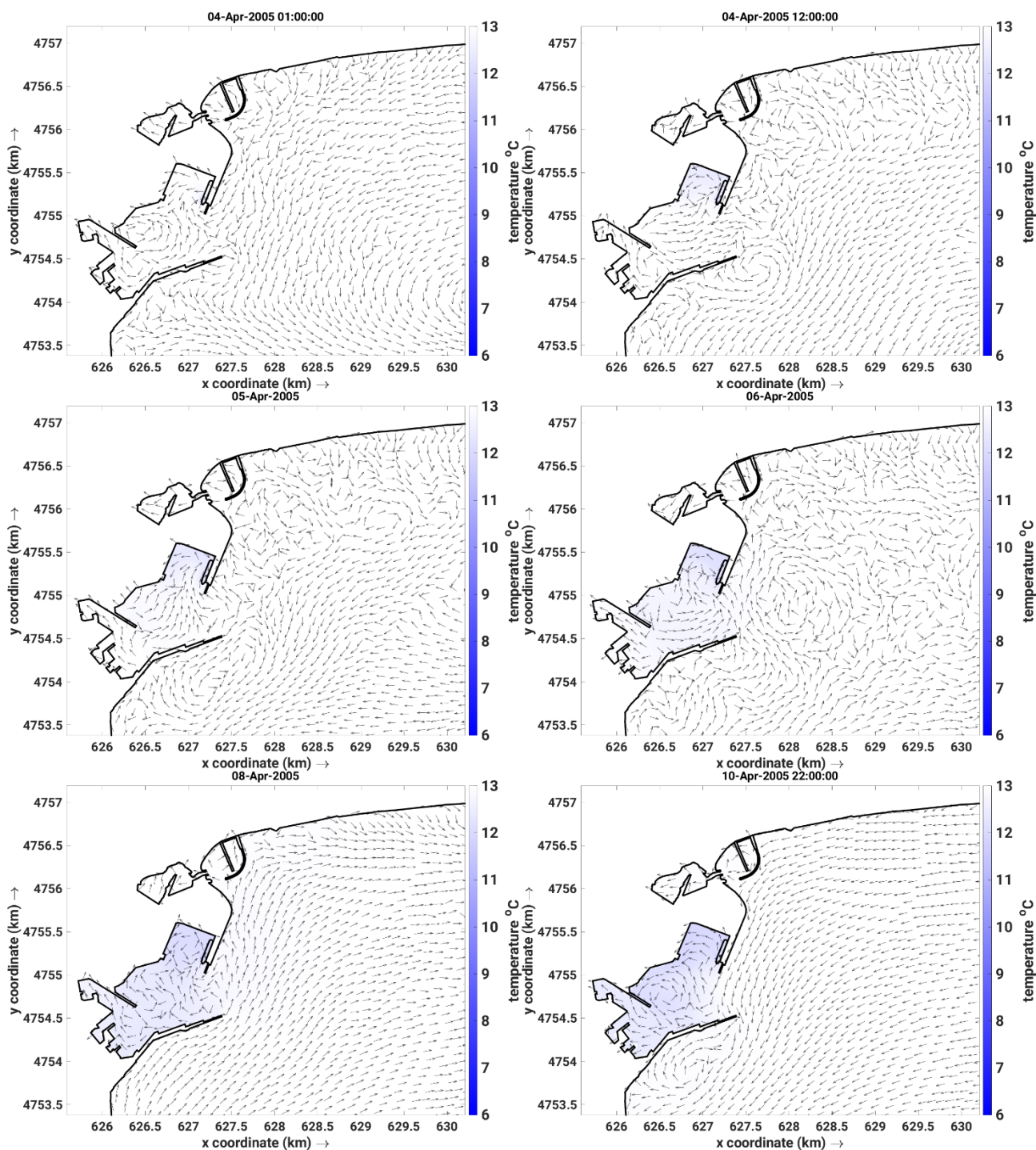
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 27. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Temperatura a \approx -5m.
Scenario 15.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 81 di 101	Rev. 0

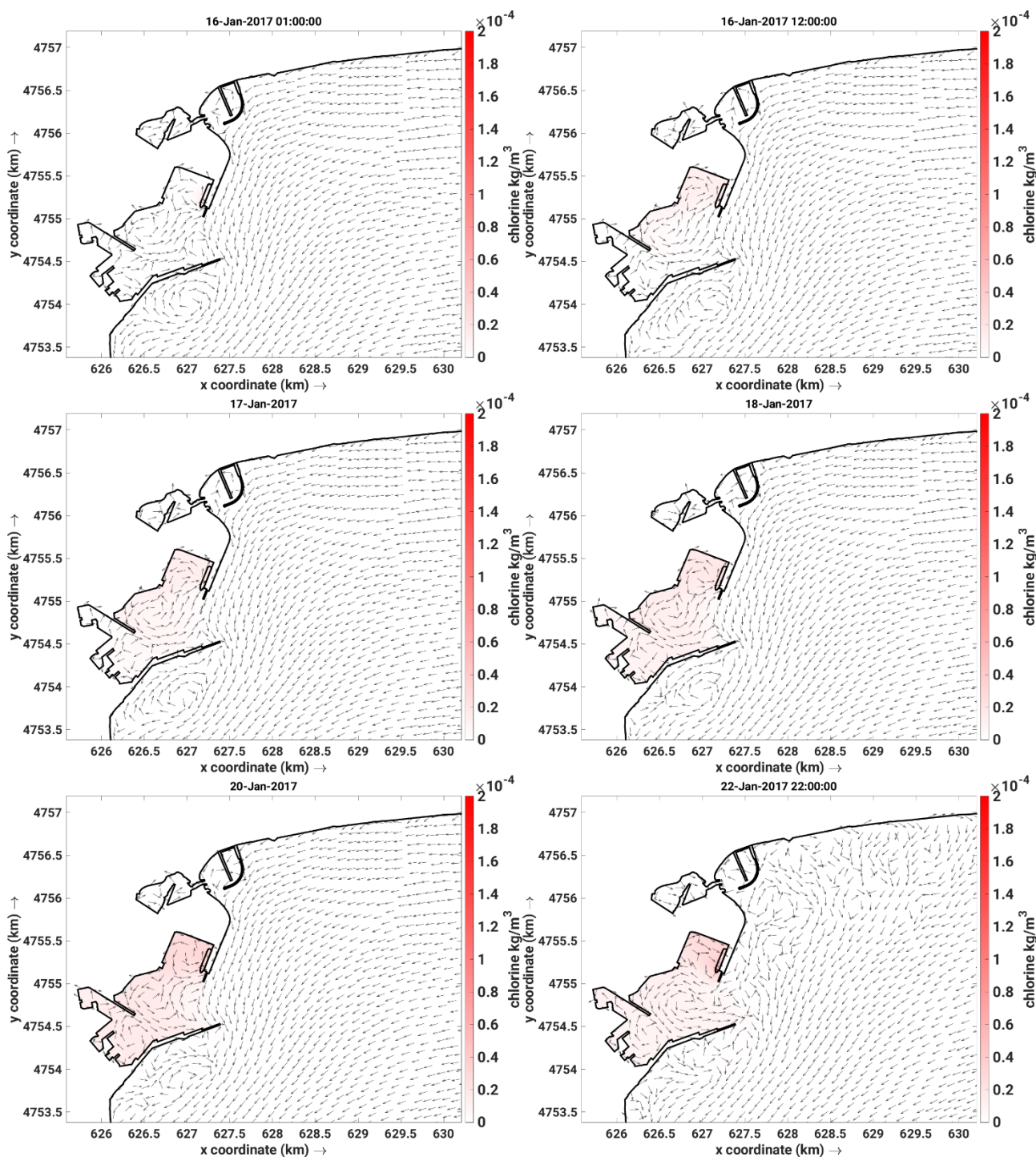
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 28. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Temperatura a \approx -5m.
Scenario 40.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 82 di 101	Rev. 0

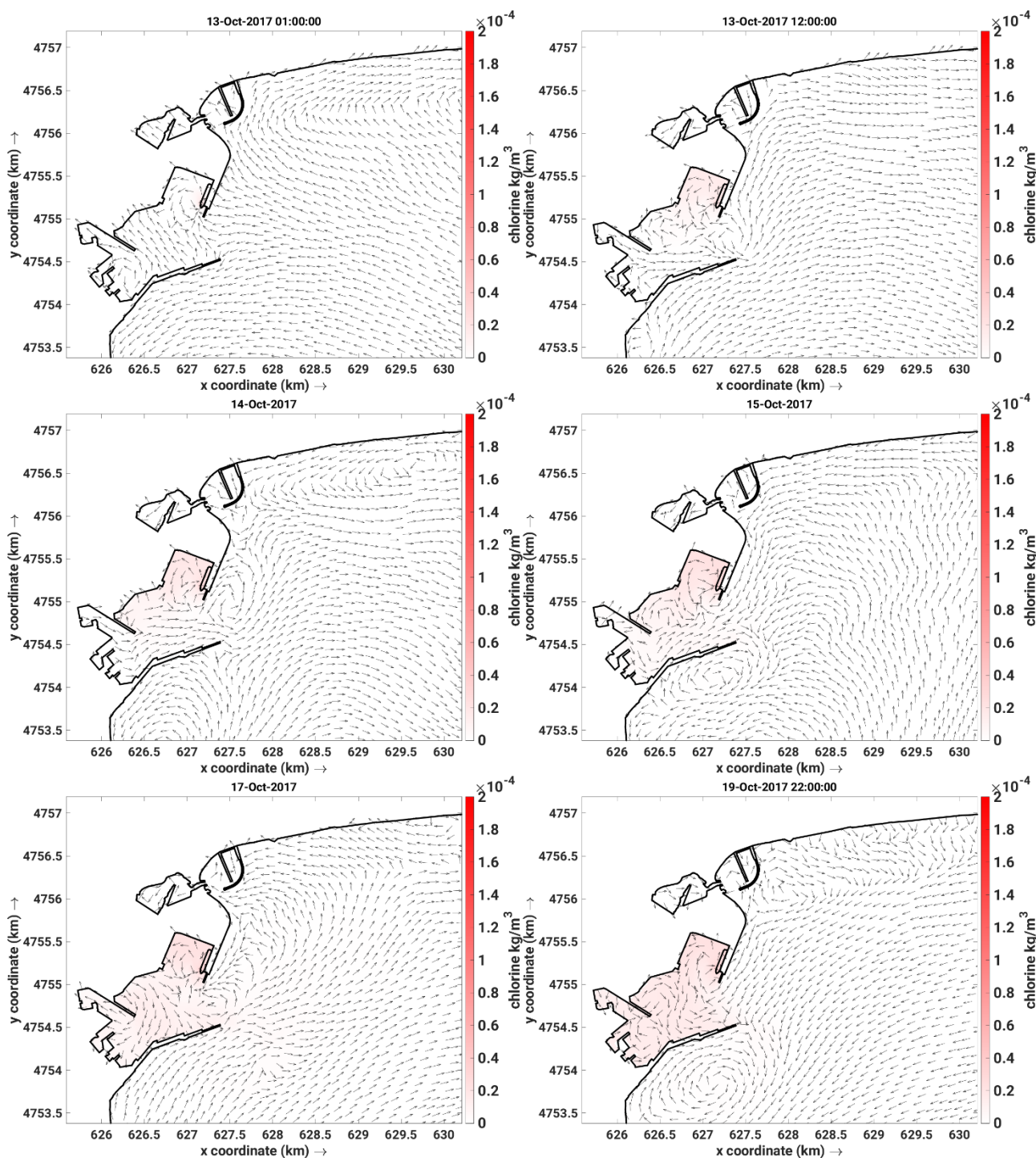
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 29. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Cloro a \approx -5m. Scenario 2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 83 di 101	Rev. 0

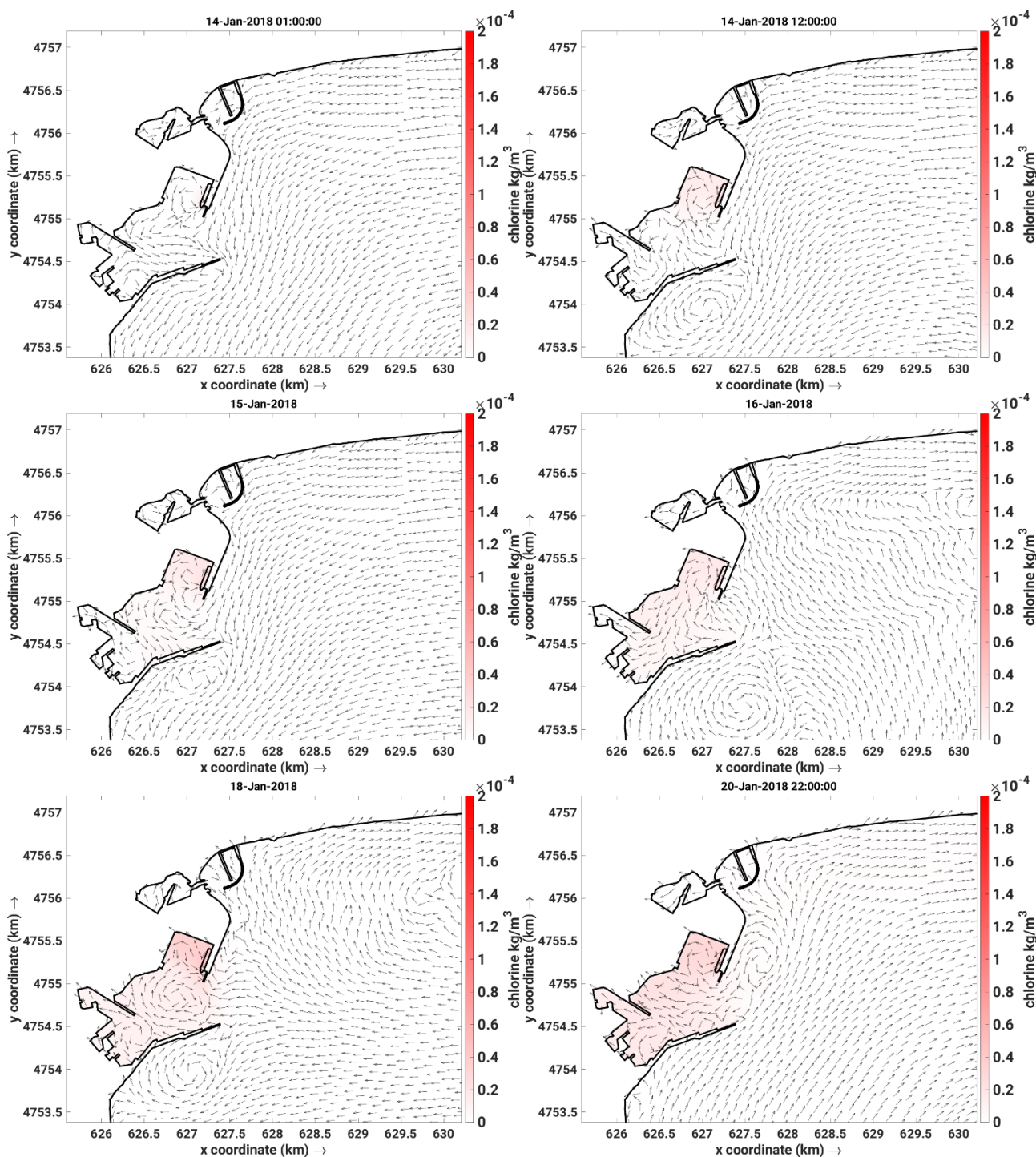
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 30. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Cloro a \approx -5m. Scenario 4.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 84 di 101	Rev. 0

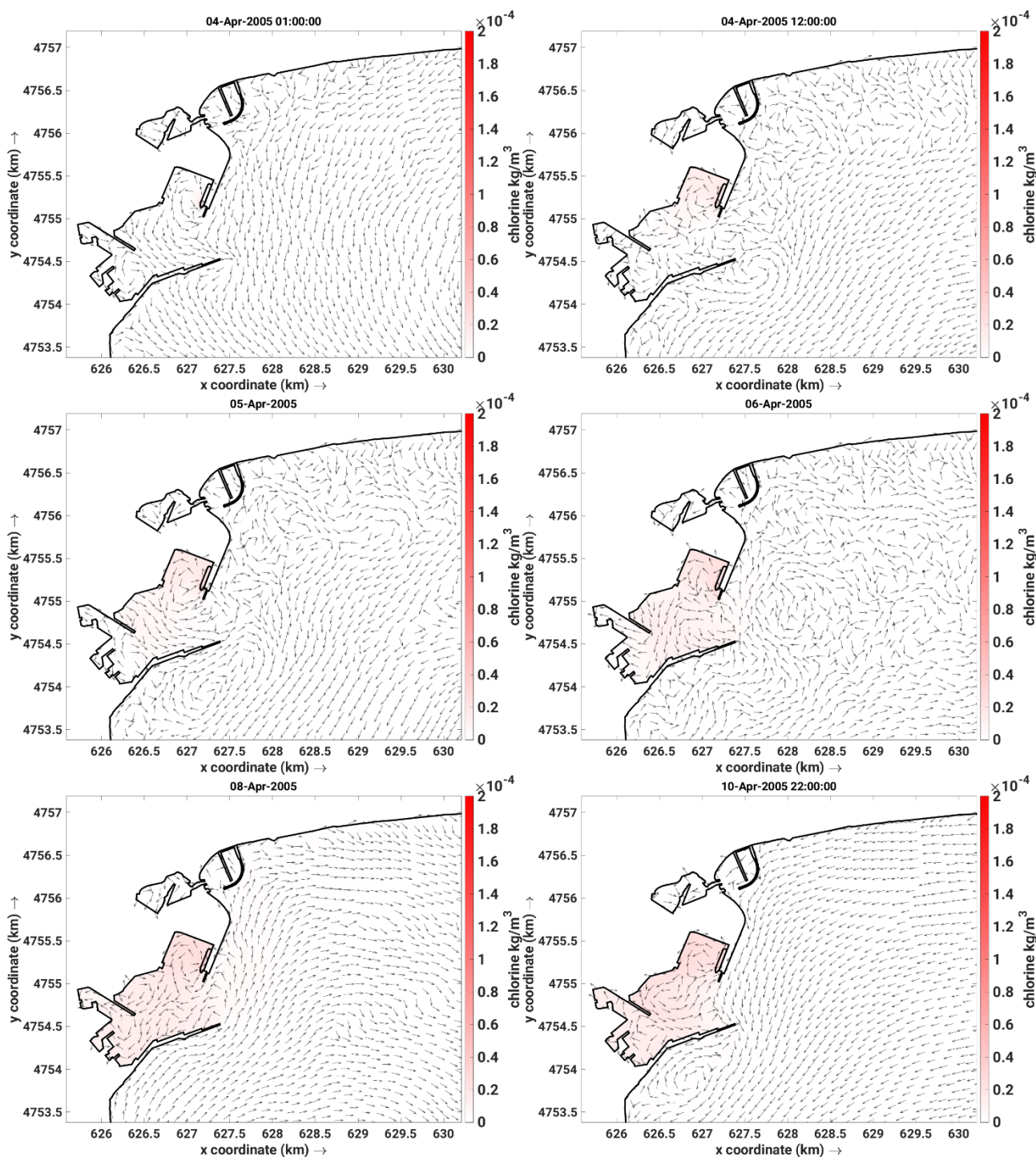
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 31. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Cloro a ≈-5m. Scenario 15.

	PROGETTISTA		COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA'	PIOMBINO (LI)		REL-AMB-E-00014
	PROGETTO / IMPIANTO	FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

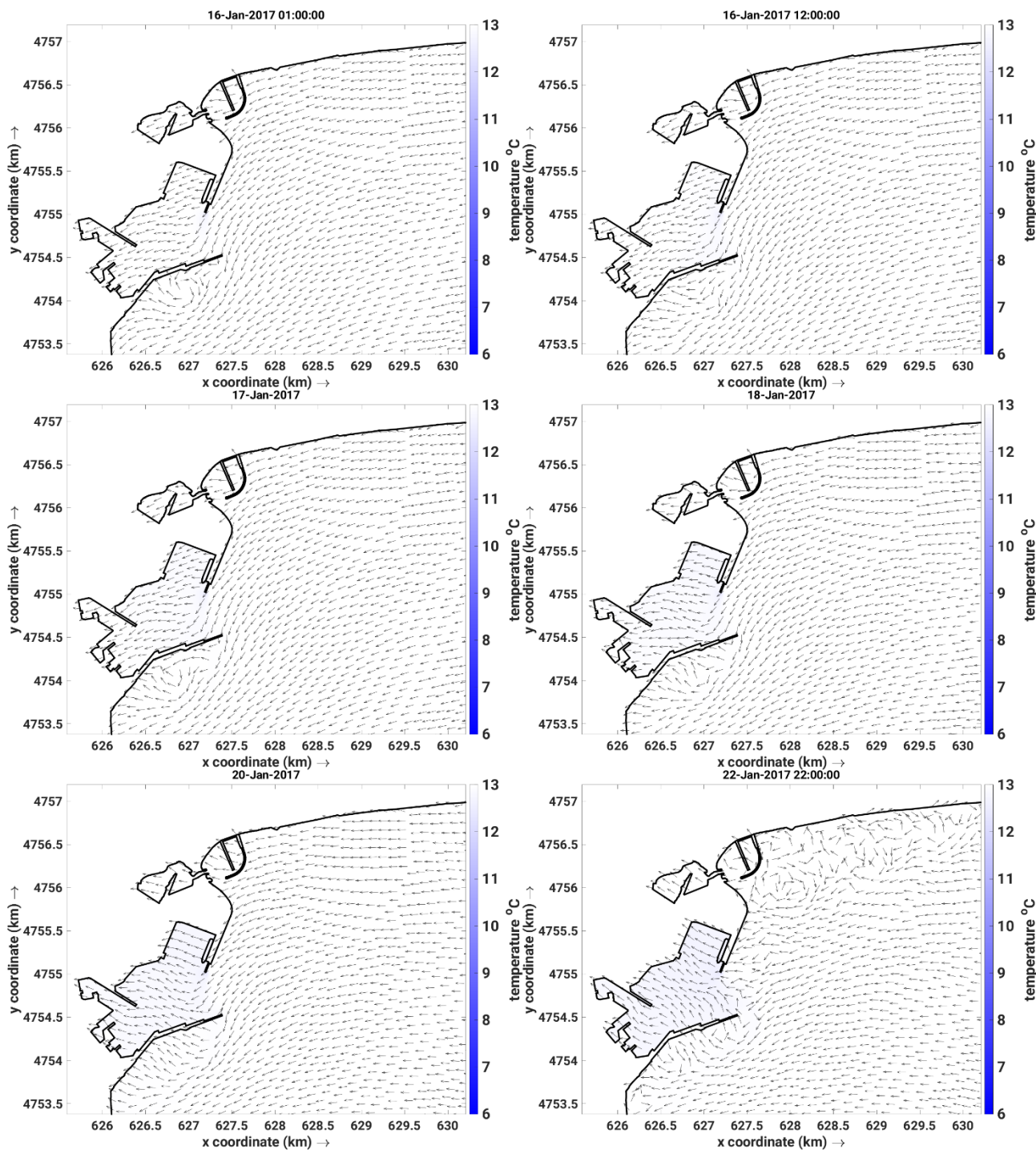


A 32. Configurazione progettuale 2. Scarico FSRU – Cloro a ≈-5m. Scenario 40.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 86 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

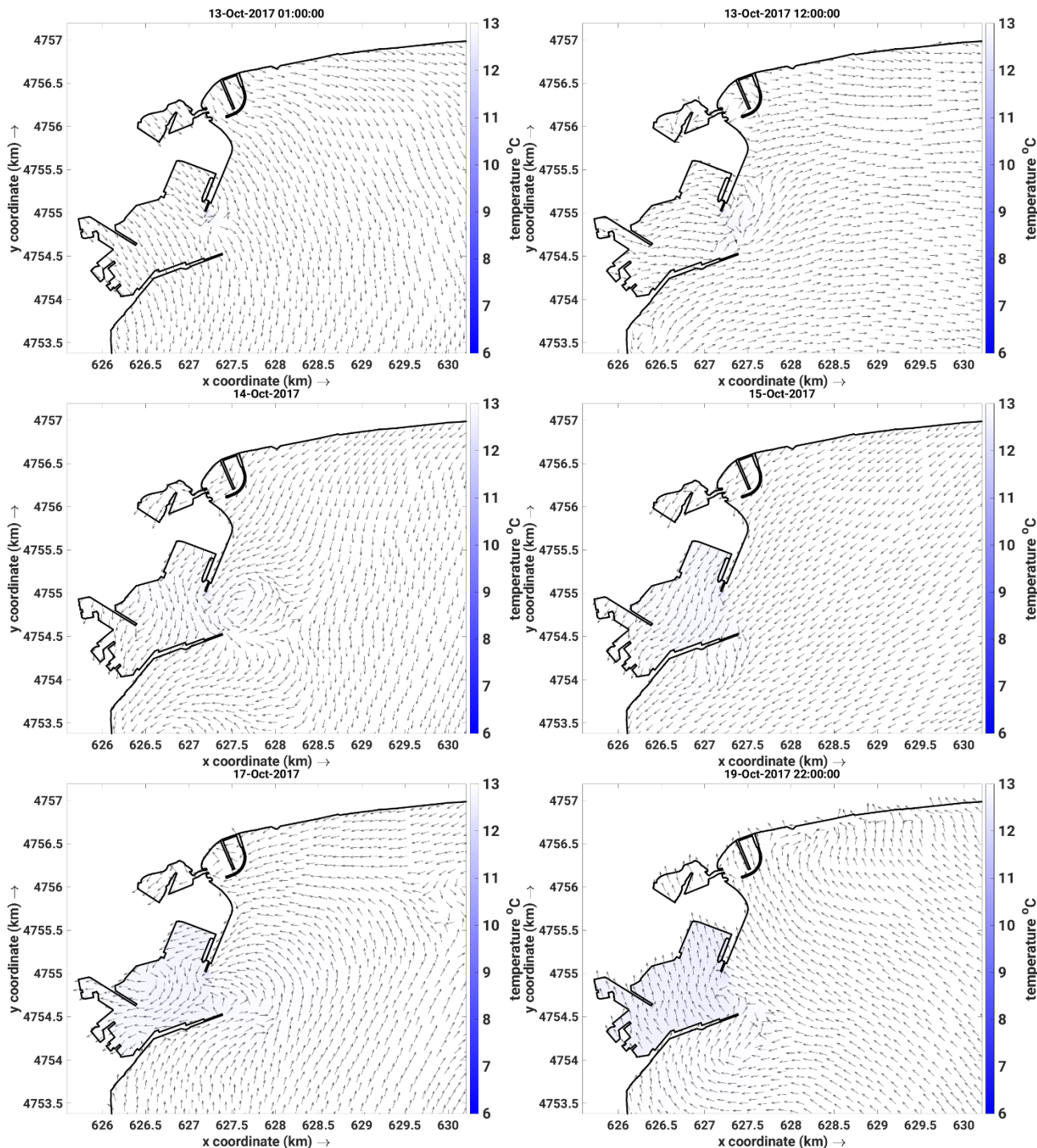
Si riportano di seguito i risultati delle mappe per la configurazione progettuale 3, strato superficiale.



A 33. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Temperatura in superficie.
Scenario 2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 87 di 101	Rev. 0

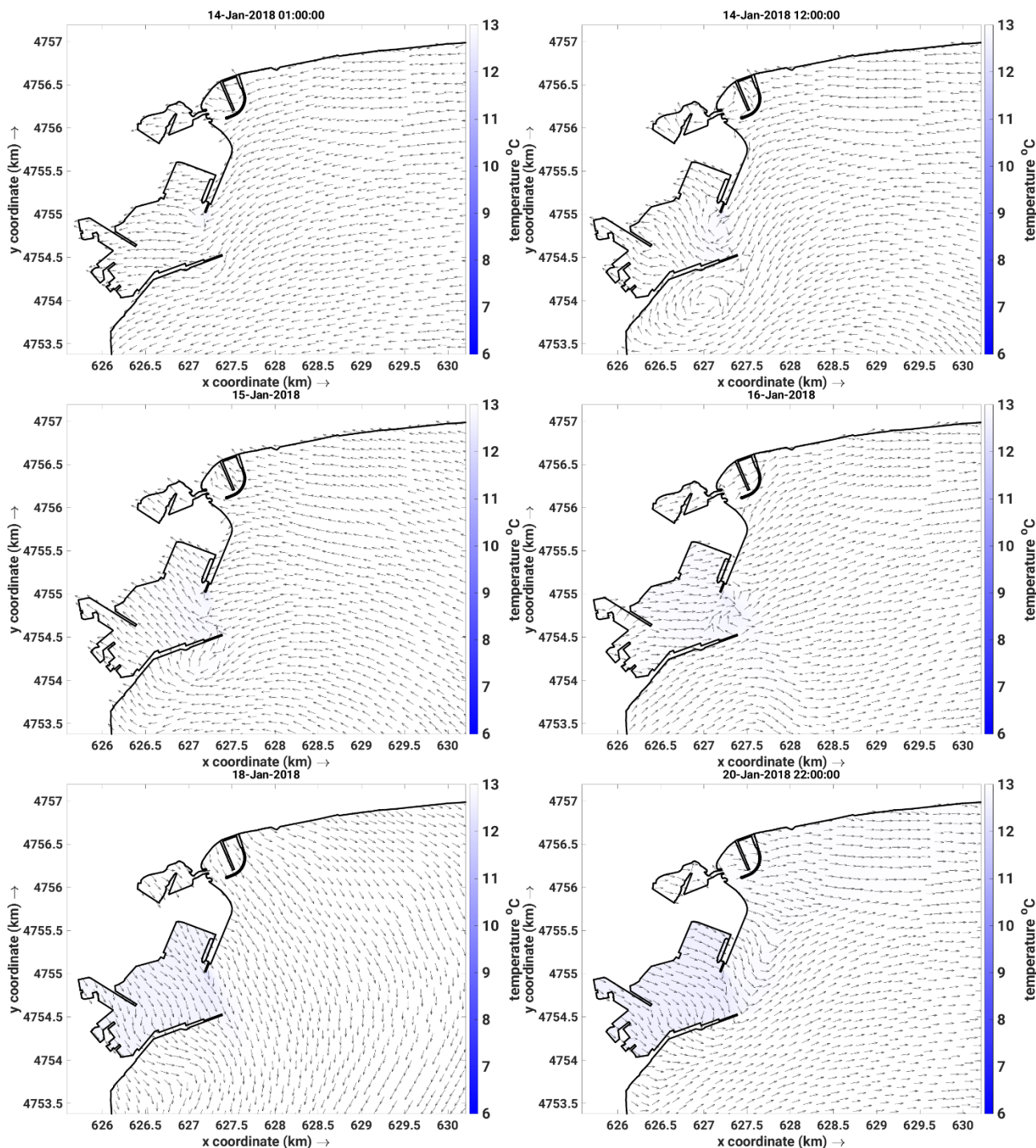
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 34. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Temperatura in superficie.
Scenario 4.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 88 di 101	Rev. 0

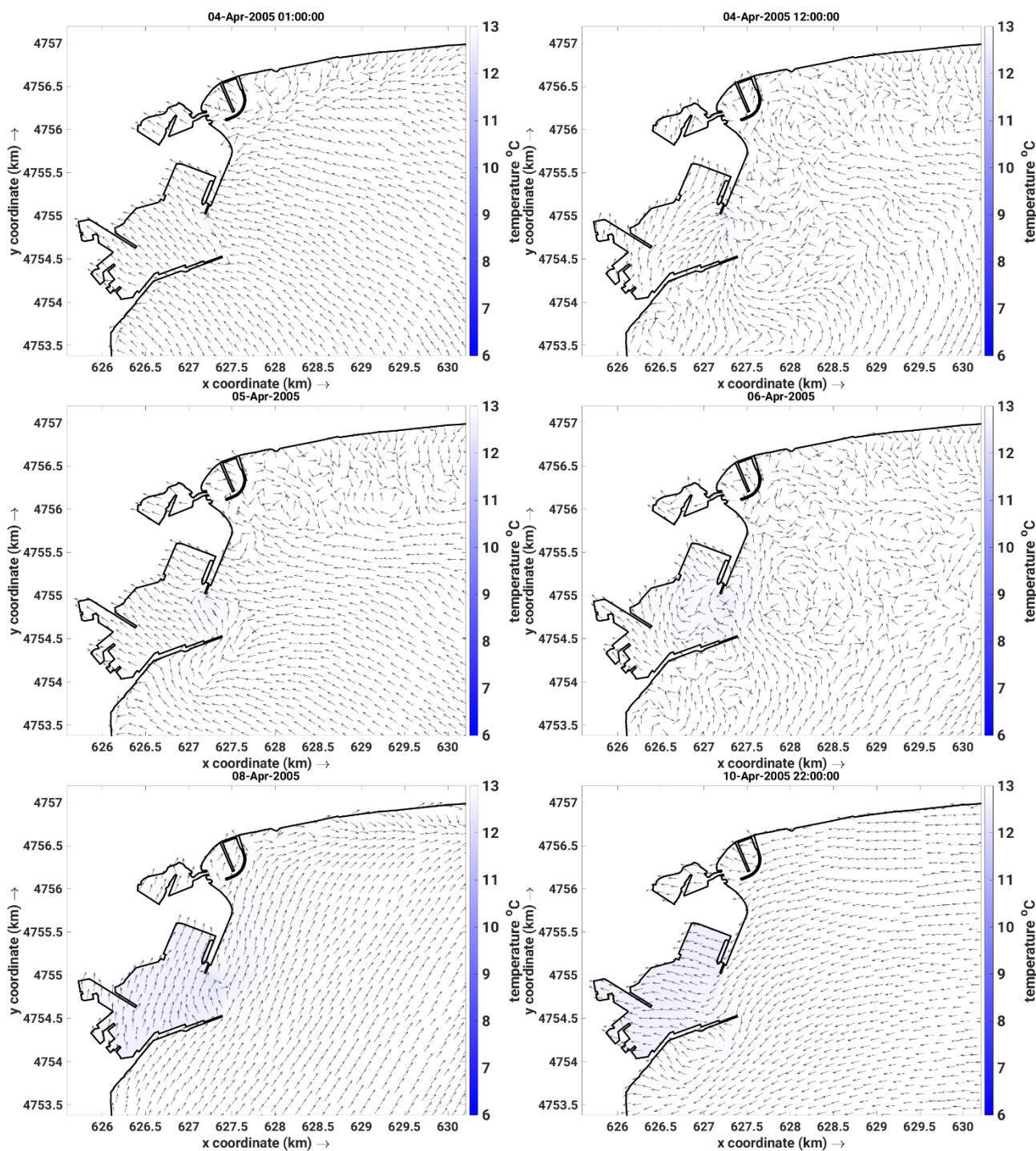
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 35. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Temperatura in superficie.
Scenario 15.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 89 di 101	Rev. 0

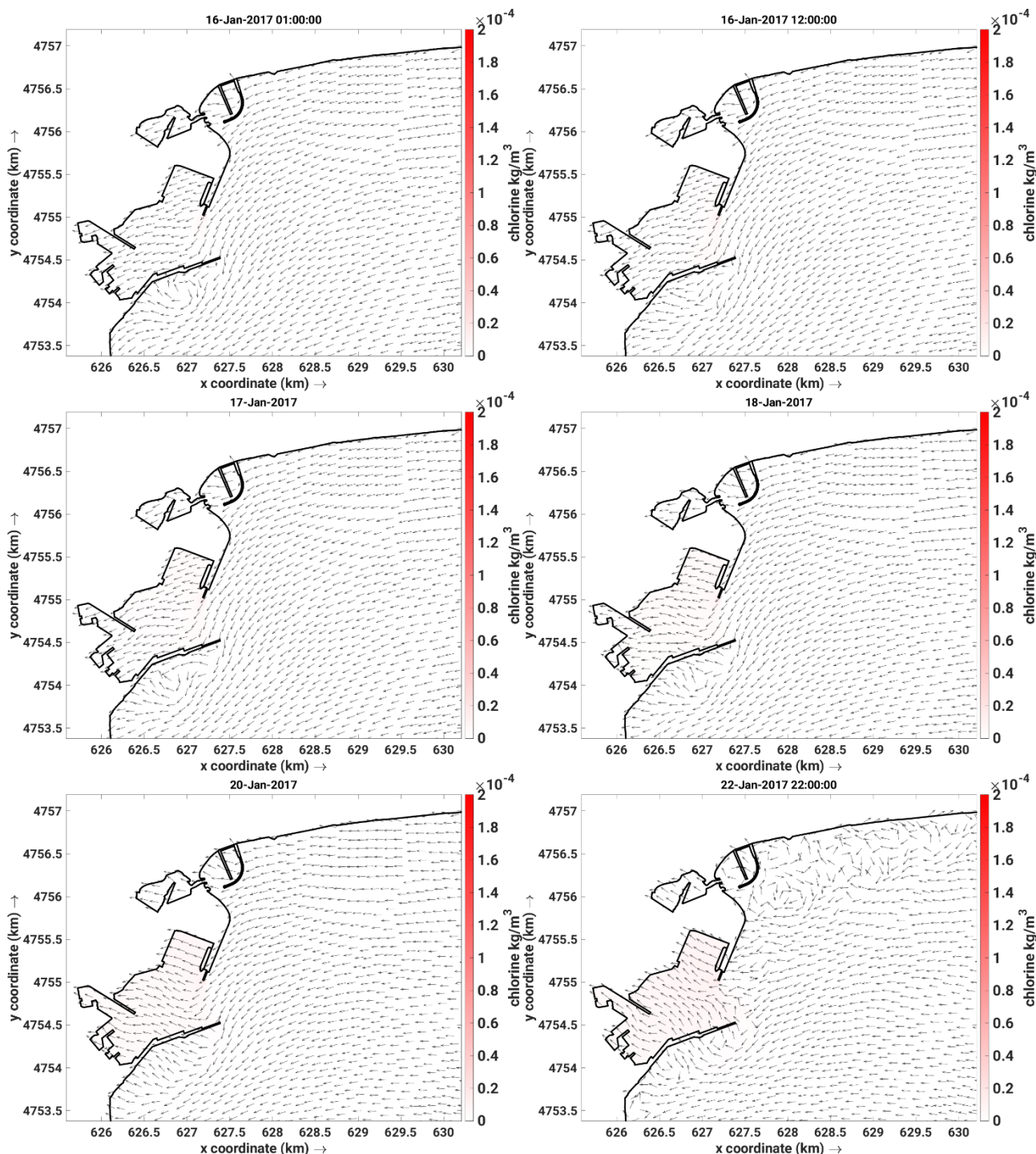
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 36. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Temperatura in superficie.
Scenario 40.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 90 di 101	Rev. 0

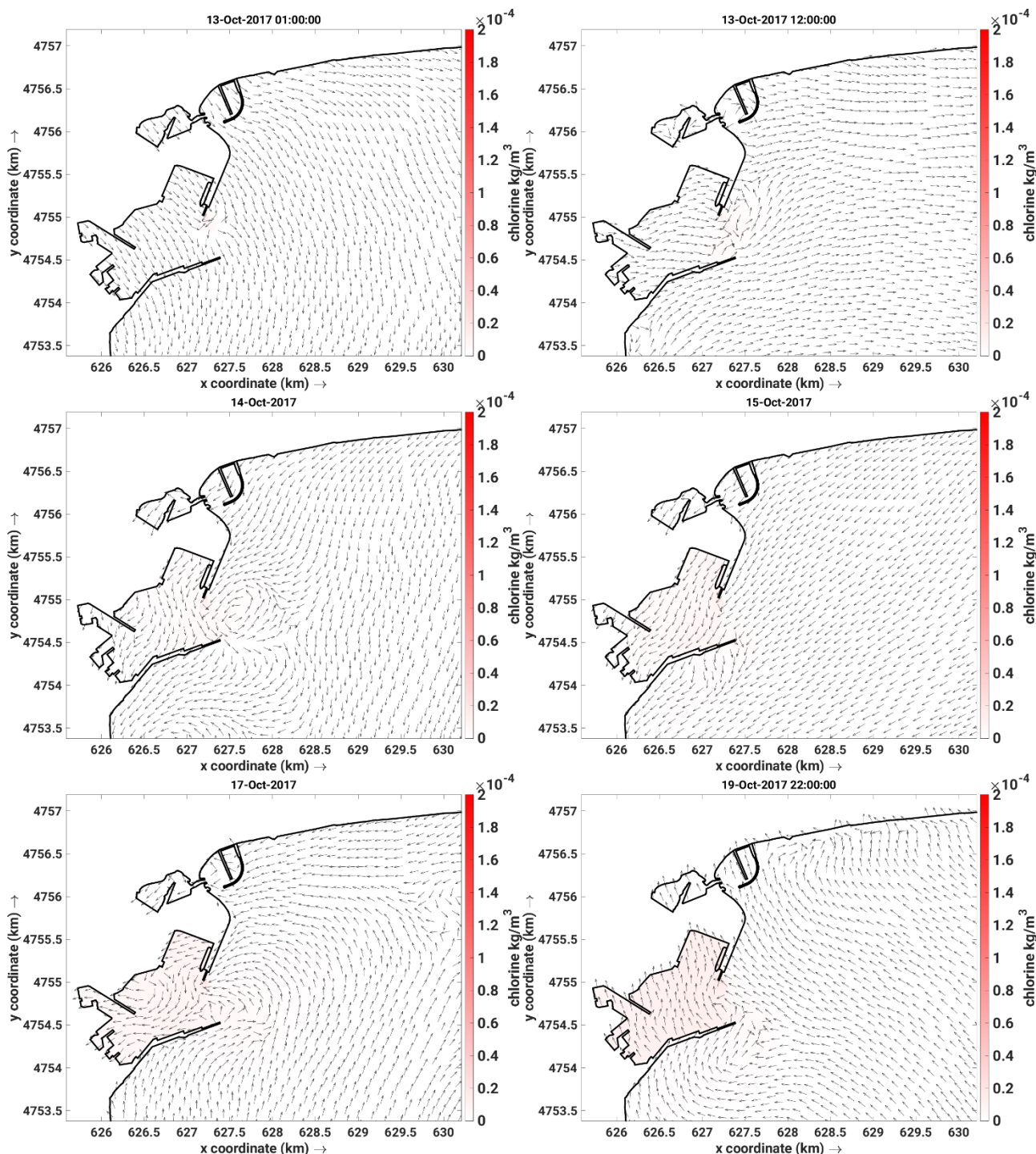
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 37. Configurazione progettuale3. Scarico FSRU – Cloro in superficie.
Scenario 2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 91 di 101	Rev. 0

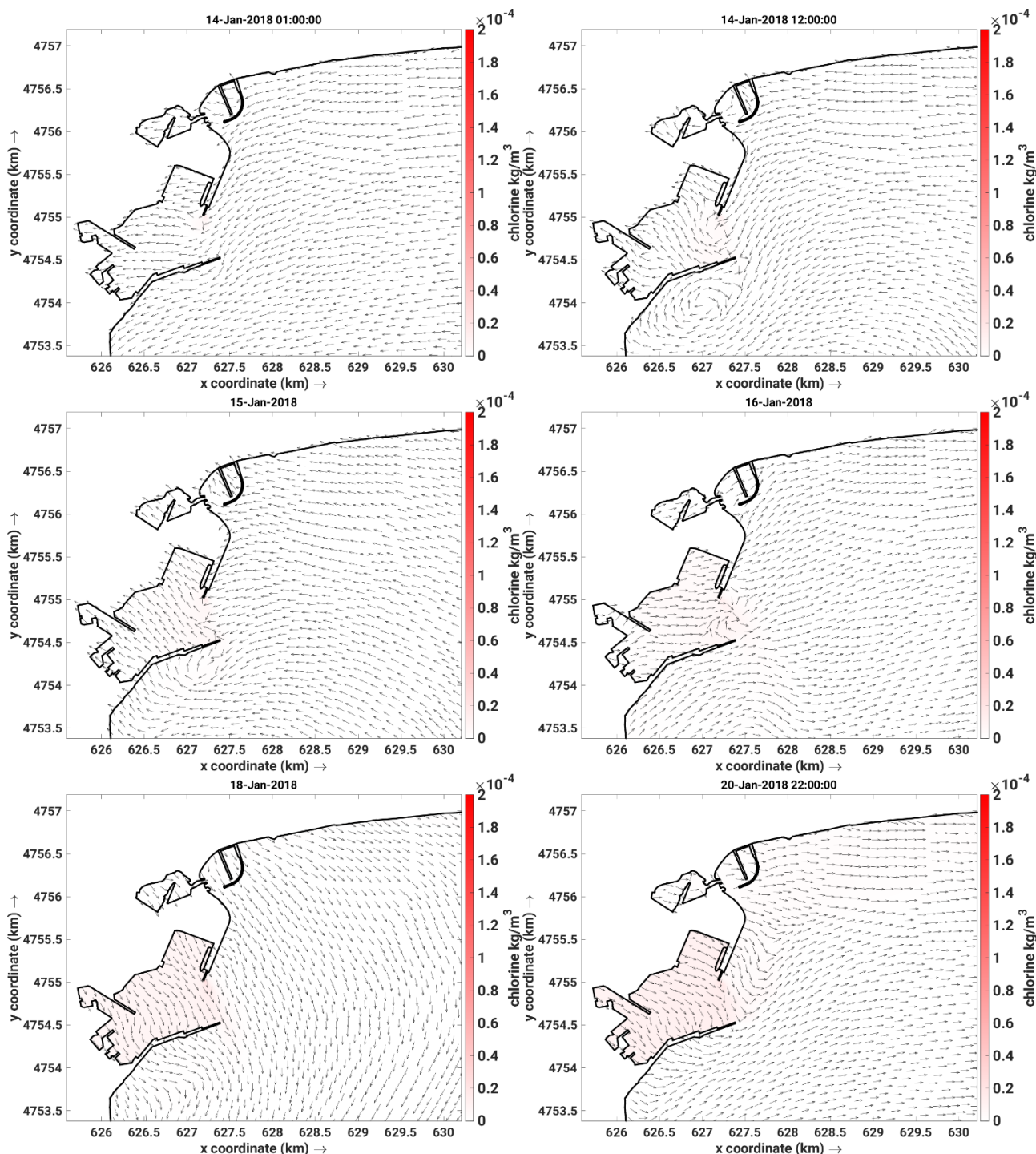
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 38. Configurazione progettuale3. Scarico FSRU – Cloro in superficie.
Scenario 4.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 92 di 101	Rev. 0

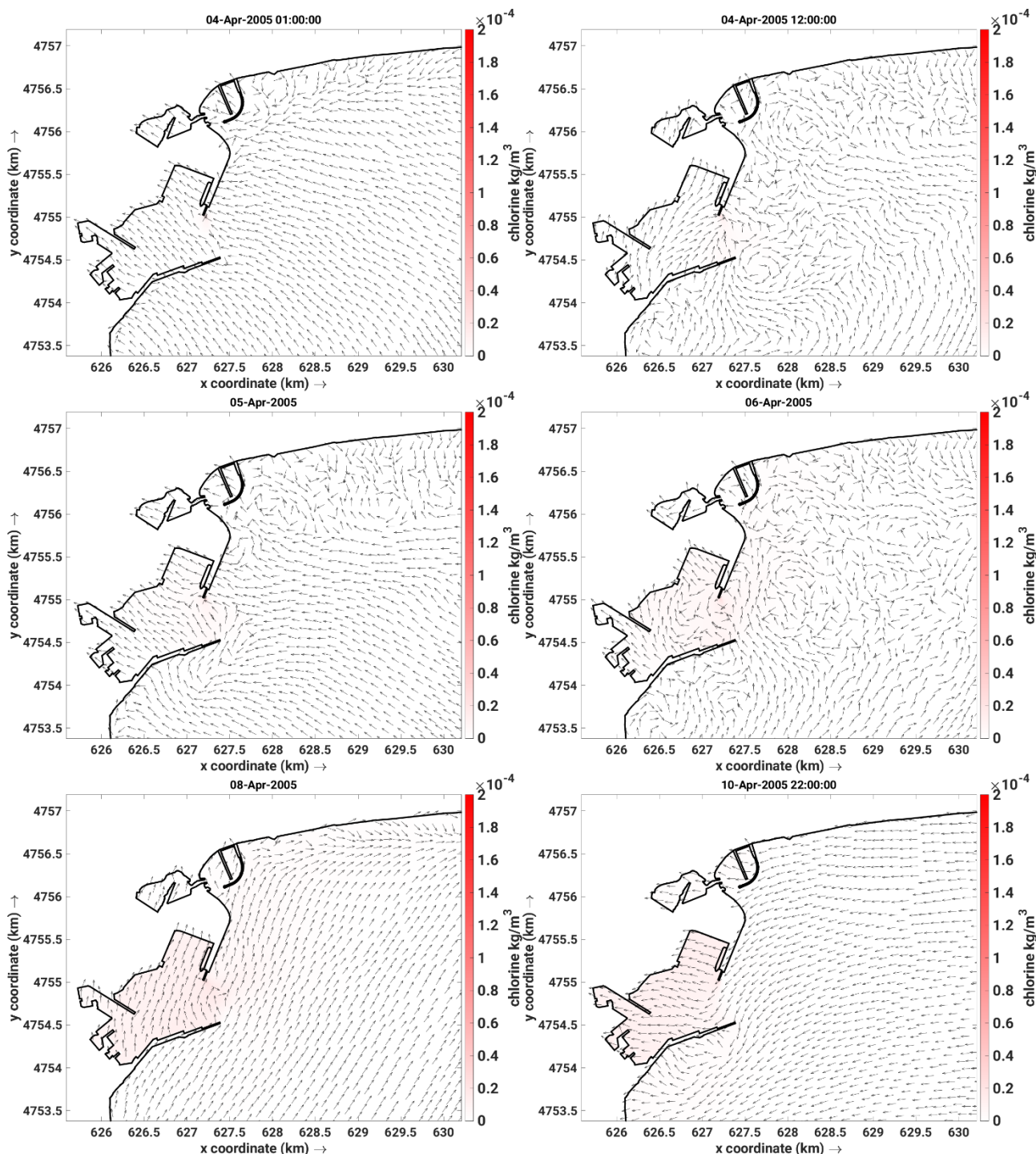
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 39. Configurazione progettuale3. Scarico FSRU – Cloro in superficie.
Scenario 15.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 93 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

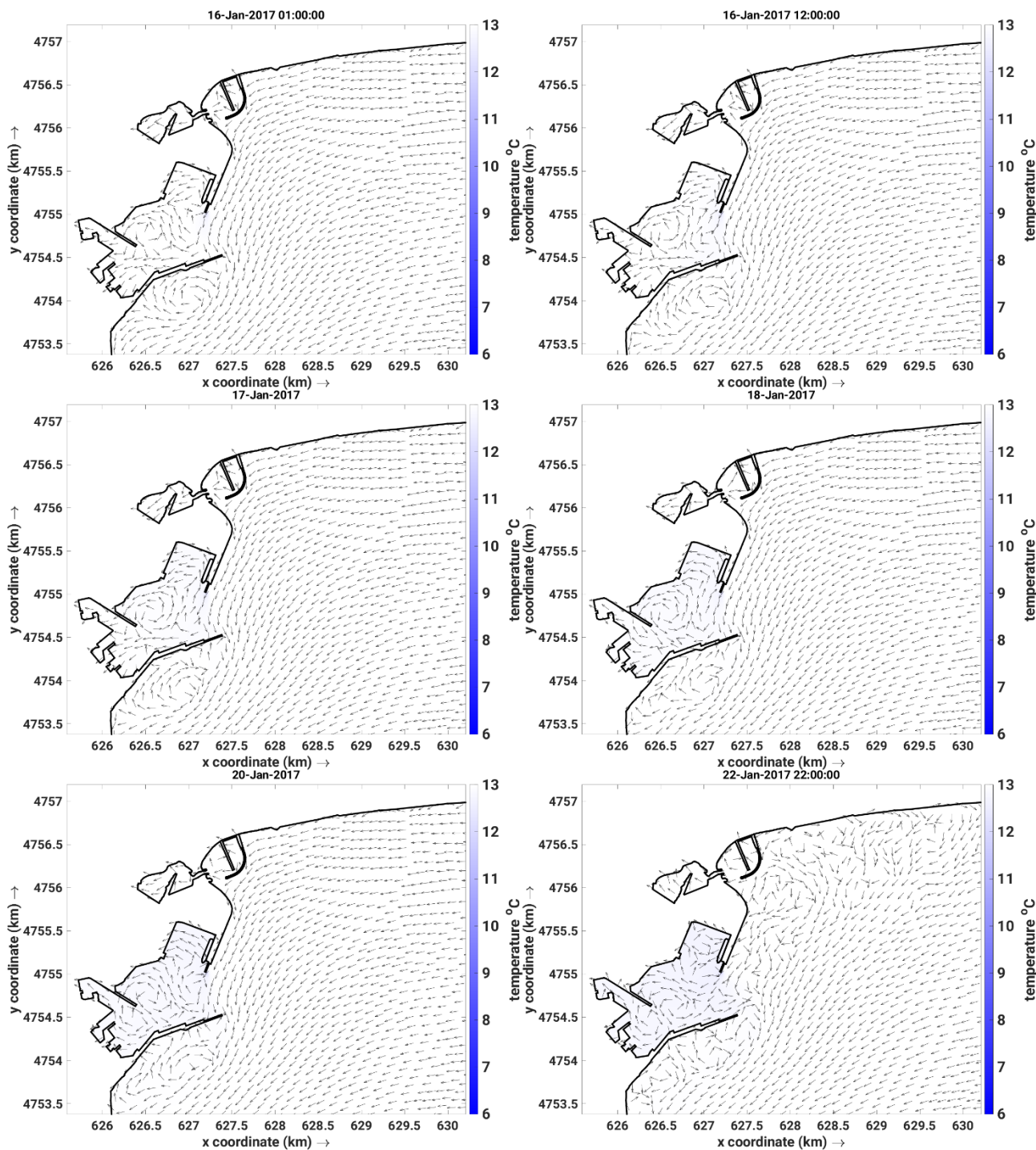


A 40. Configurazione progettuale3. Scarico FSRU – Cloro in superficie.
Scenario 40.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 94 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026

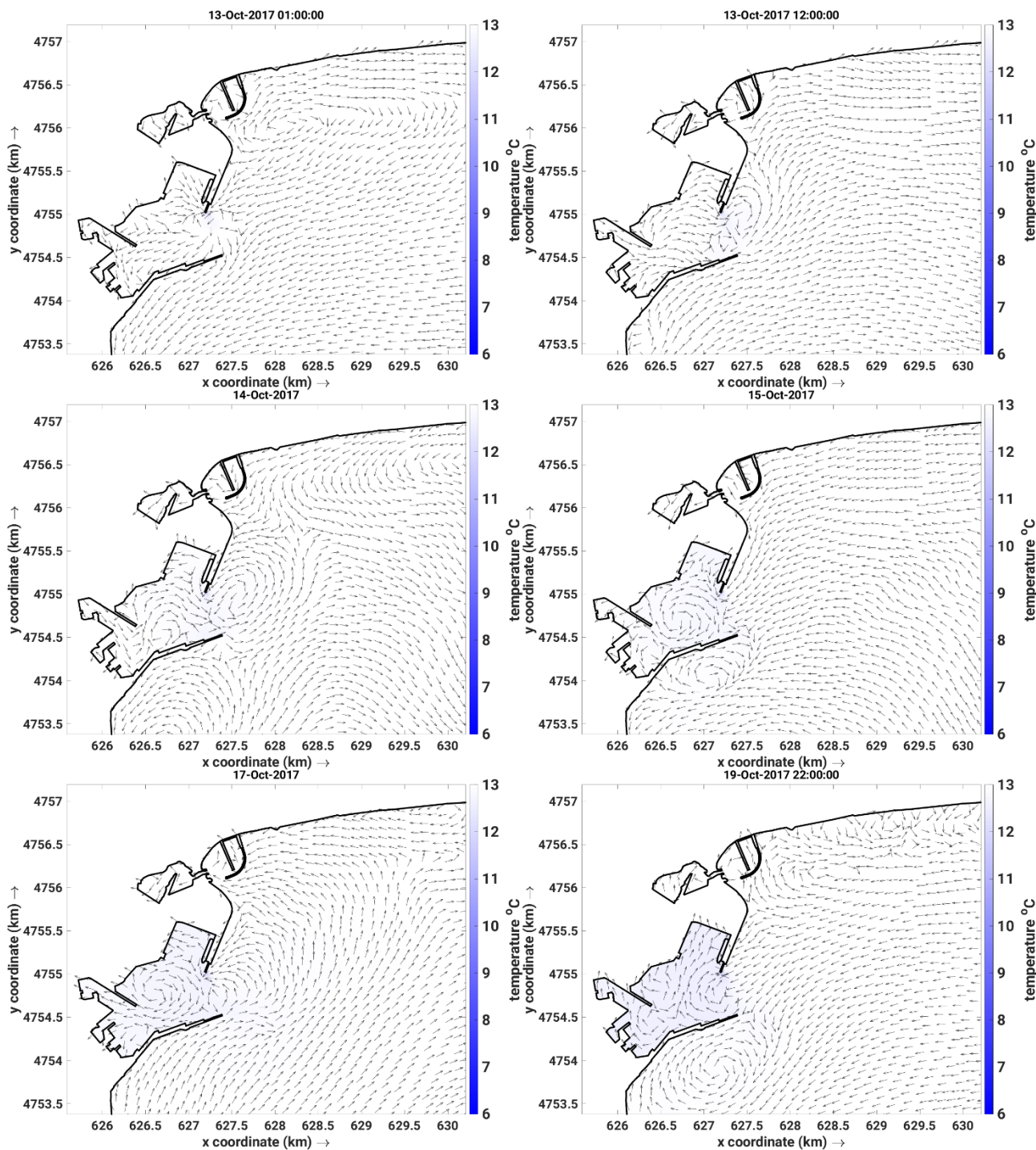
Si riportano di seguito i risultati delle mappe per la configurazione progettuale 3, strato intermedio.



A 41. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Temperatura a \approx -5m.
Scenario 2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 95 di 101	Rev. 0

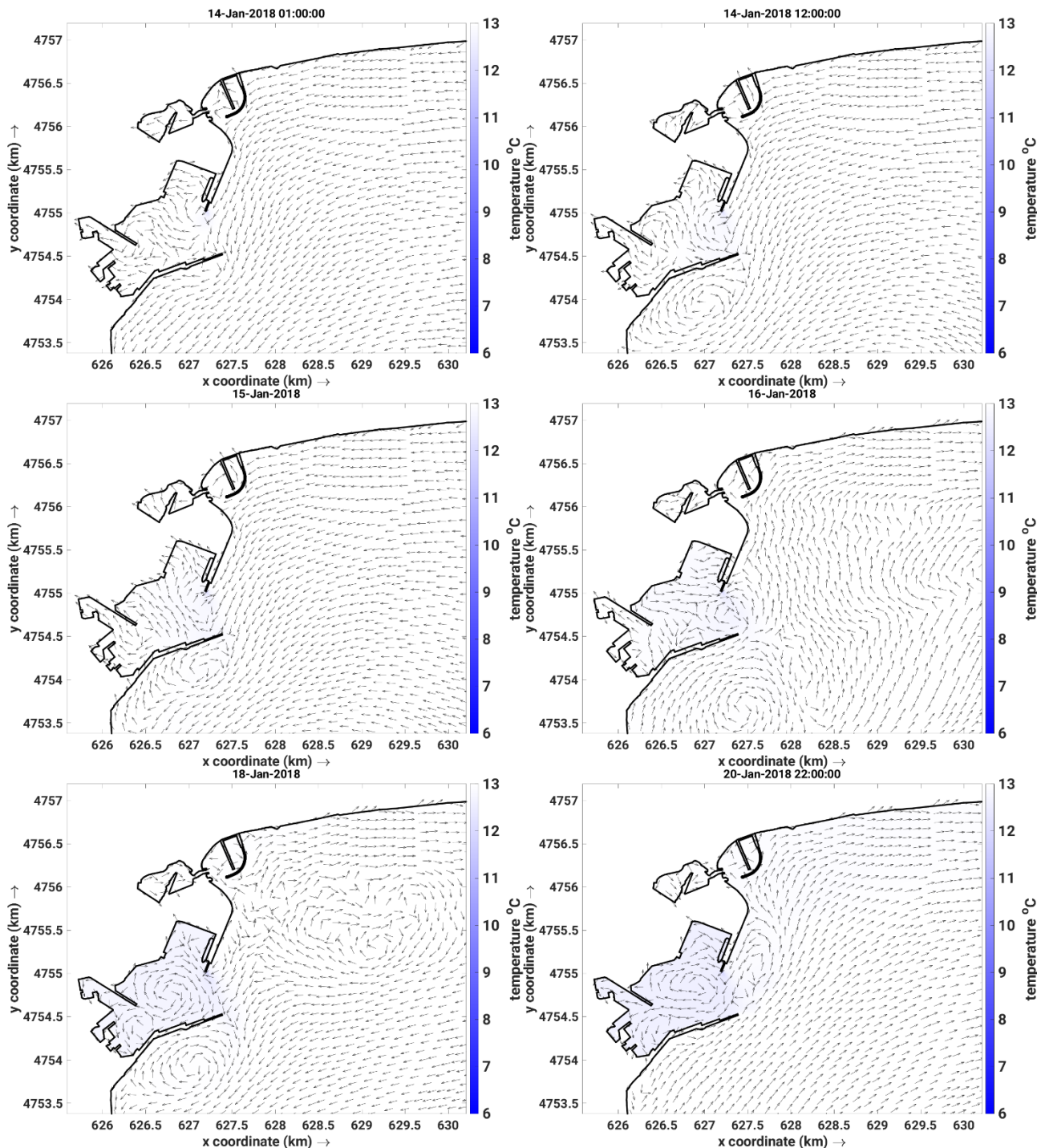
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 42. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Temperatura a \approx -5m.
Scenario 4.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 96 di 101	Rev. 0

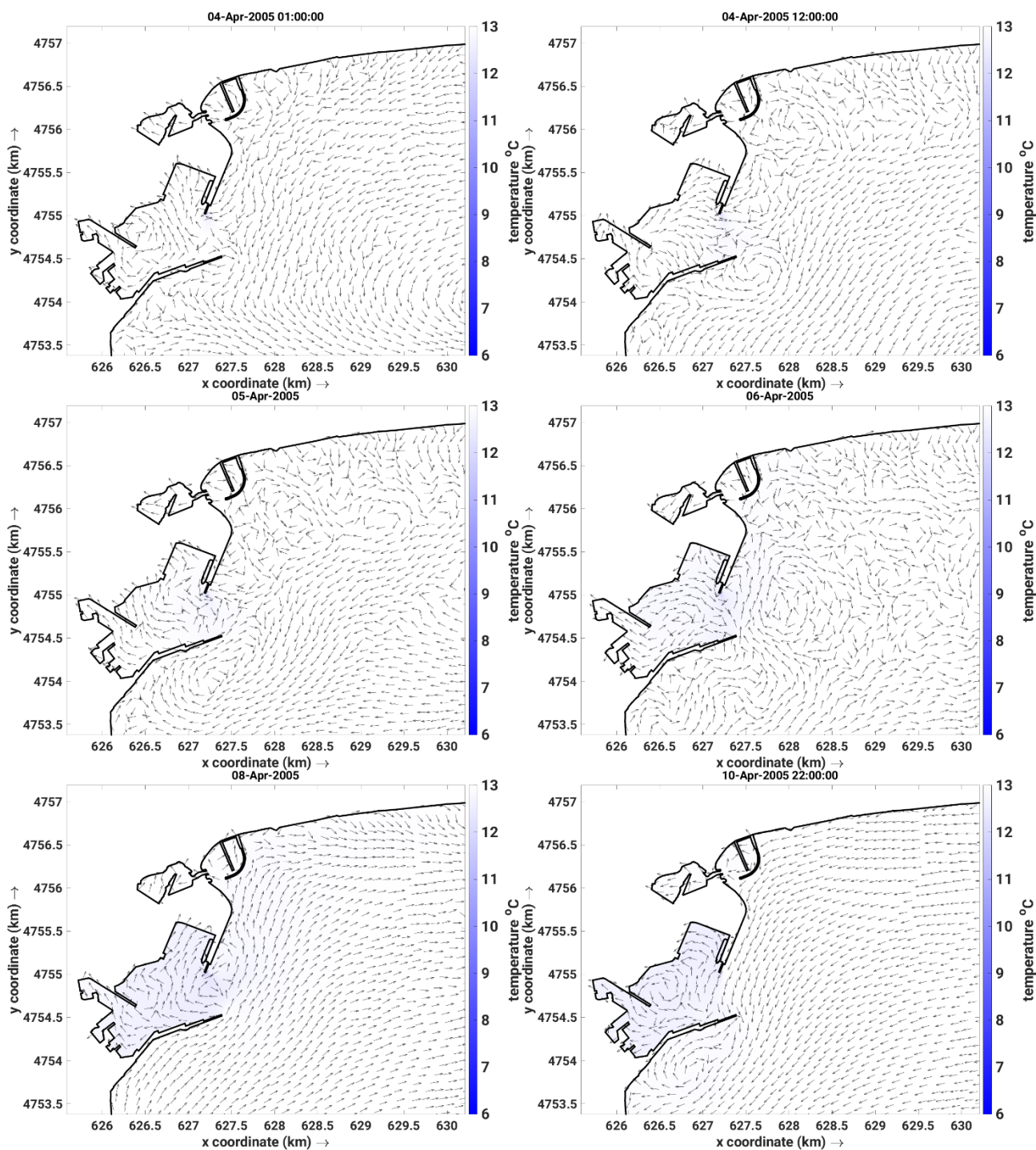
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 43. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Temperatura a \approx -5m.
Scenario 15.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 97 di 101	Rev. 0

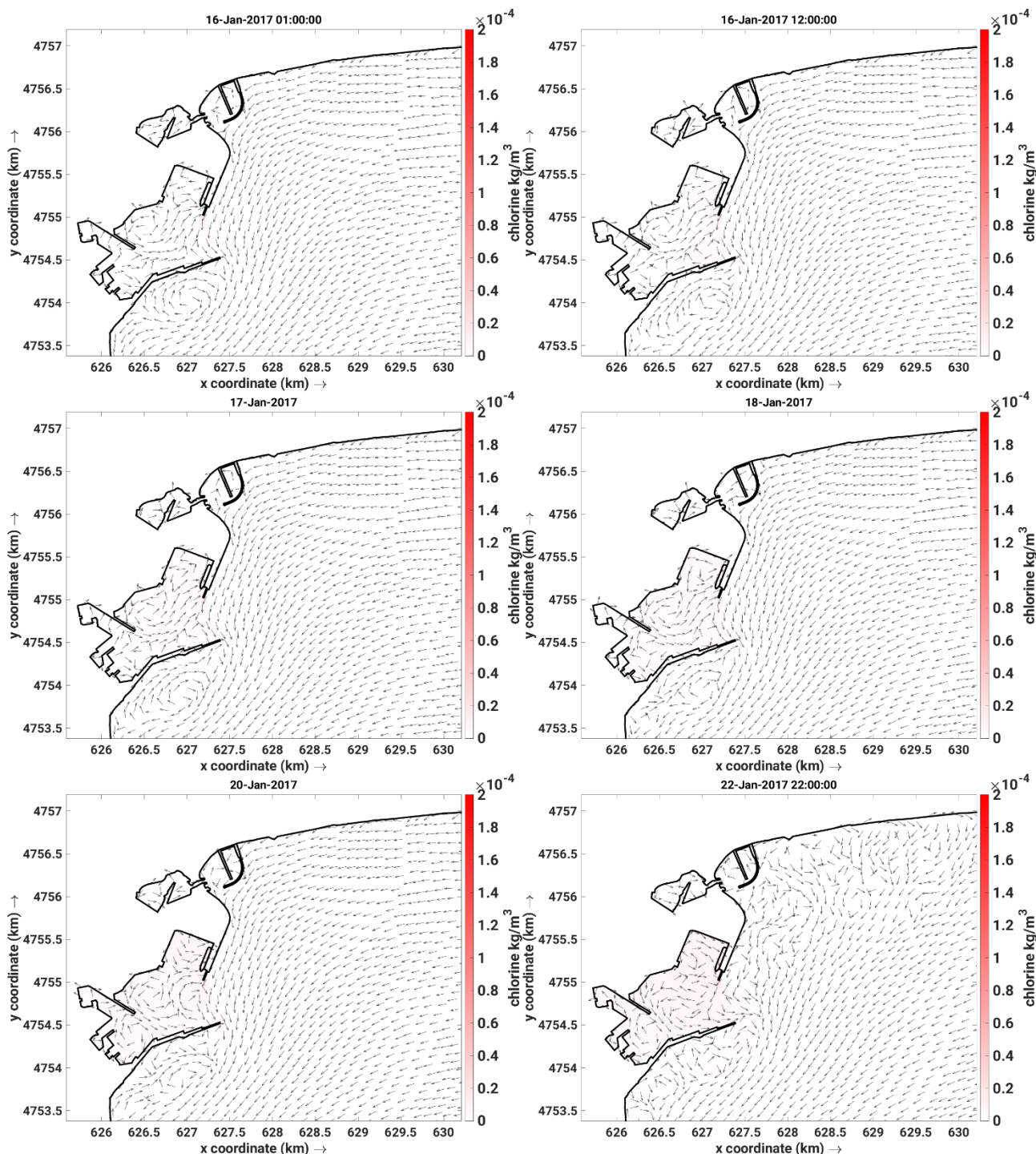
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 44. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Temperatura a \approx -5m.
Scenario 40.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 98 di 101	Rev. 0

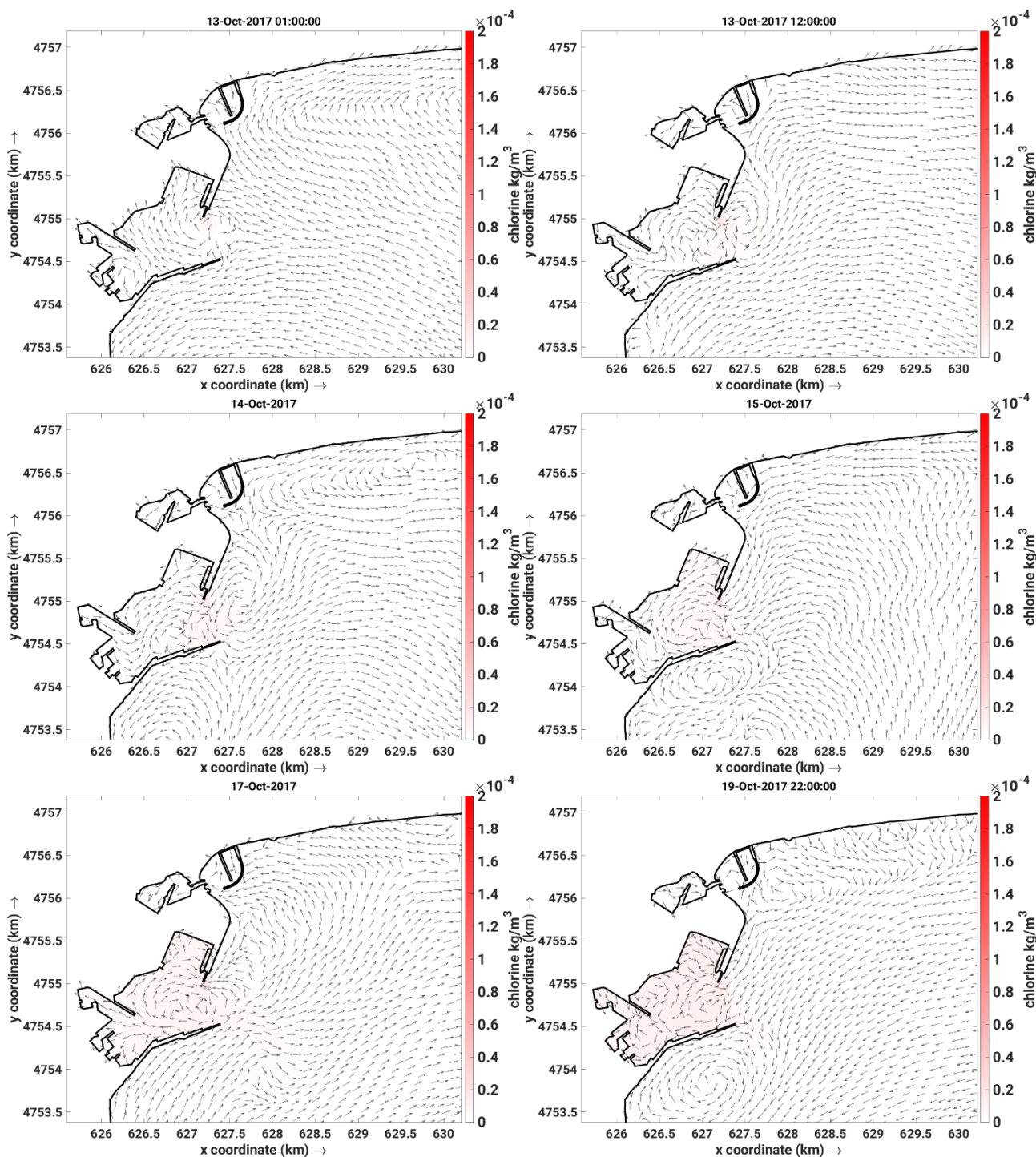
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 45. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Cloro a ≈-5m. Scenario 2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 99 di 101	Rev. 0

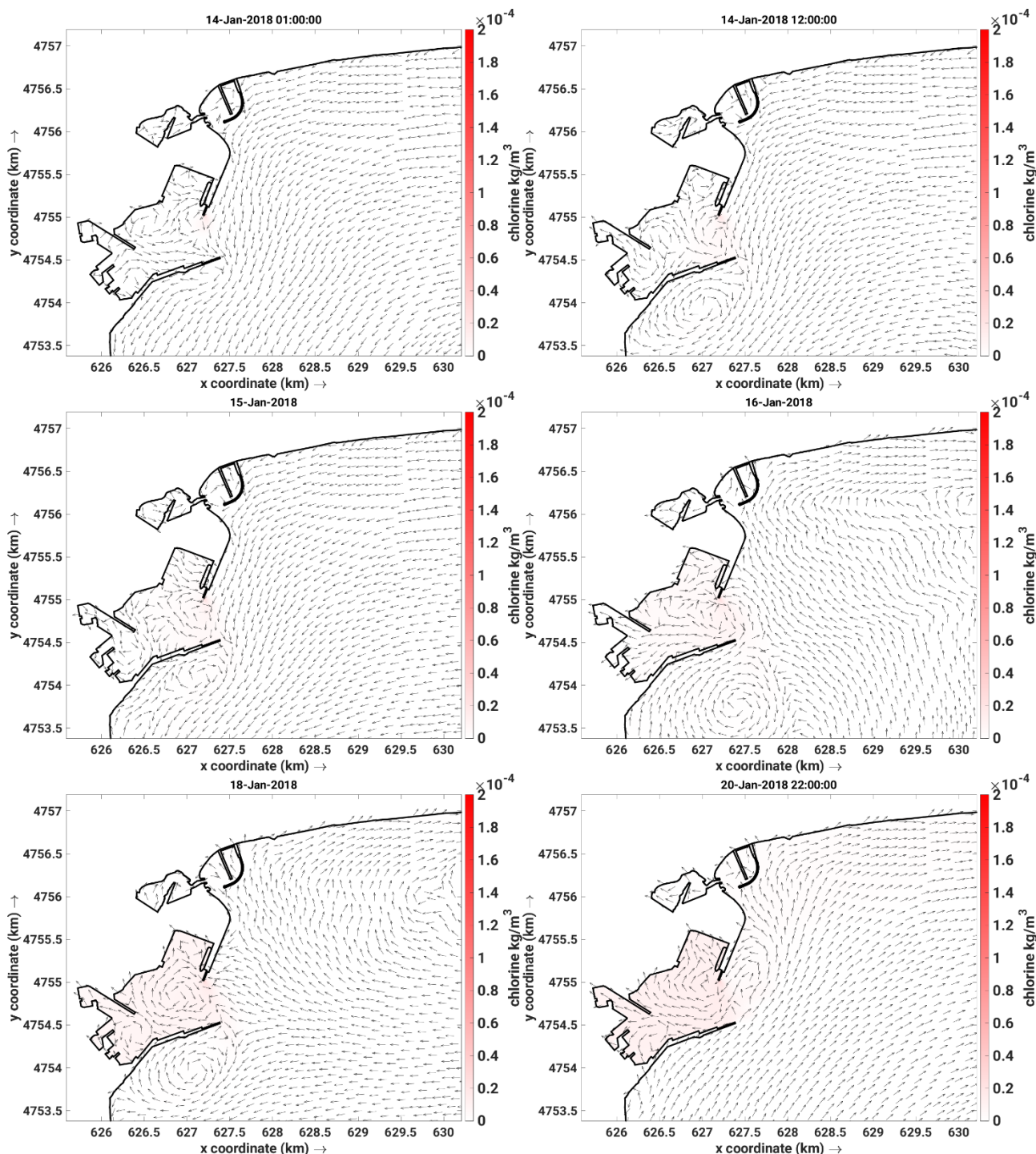
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 46. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Cloro a \approx -5m. Scenario 4.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 100 di 101	Rev. 0

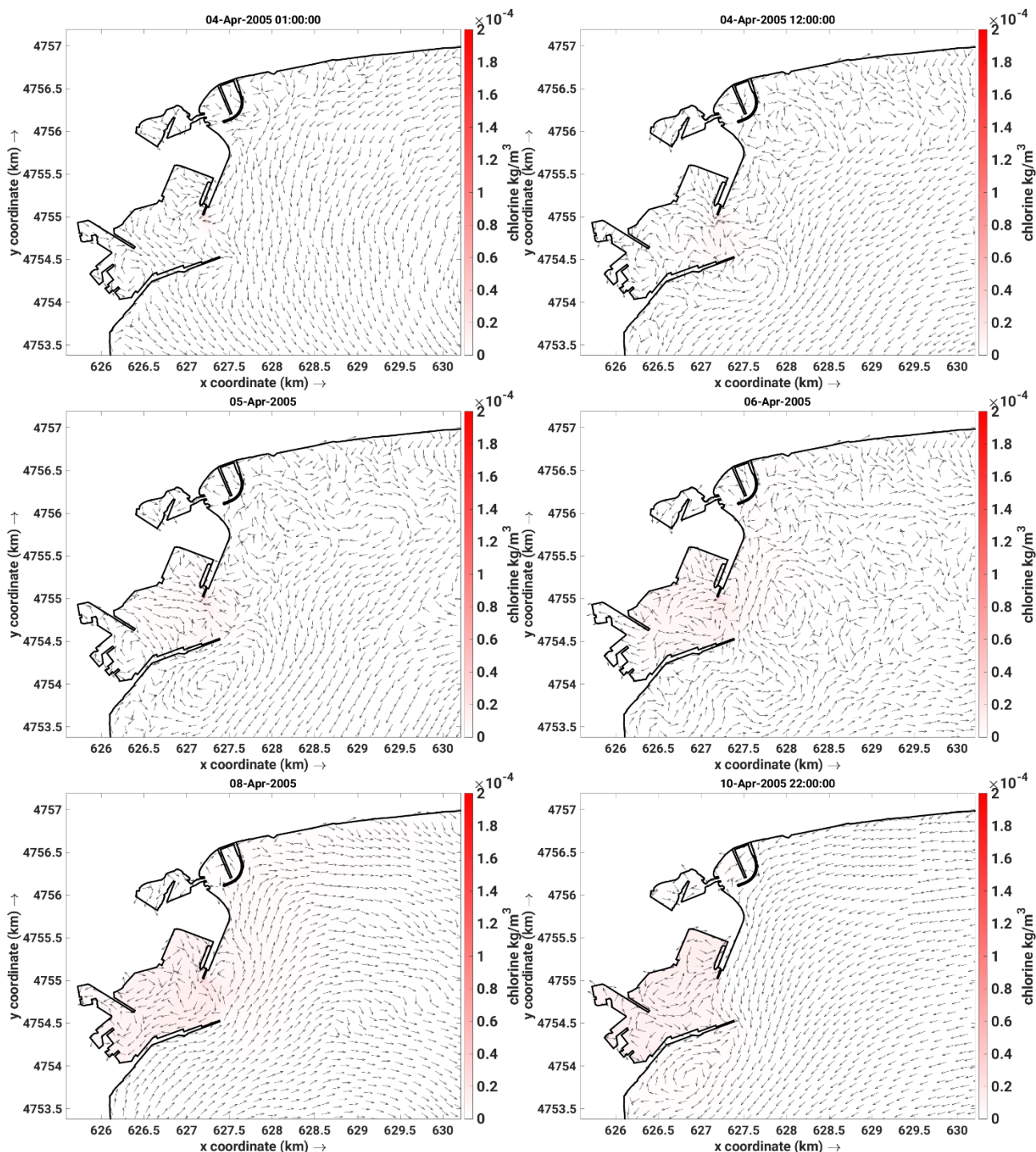
Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 47. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Cloro a ~5m. Scenario 15.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22177	UNITA'
	LOCALITA' PIOMBINO (LI)	REL-AMB-E-00014	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Piombino e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 101 di 101	Rev. 0

Rif. T.EN Italy Solutions: 201064C-053-RT-3220-0026



A 48. Configurazione progettuale 3. Scarico FSRU – Cloro a ~5m. Scenario 40.