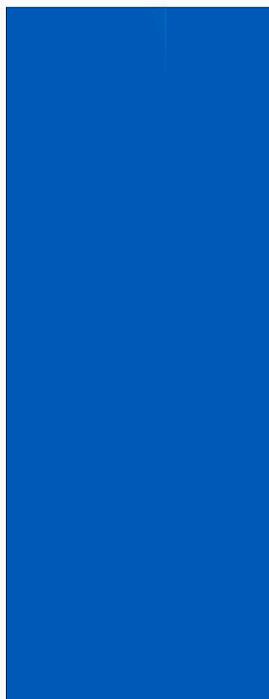




Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
**MAGISTRATO ALLE ACQUE di VENEZIA**



**PROGETTAZIONE  
 AMBIENTALE**



Ing. P. Rossetto

**Nuovi Interventi per la Salvaguardia di Venezia**

Legge 798 del 29-11-1984  
 Convenzione rep. n.7191 del 4-10-1991  
 Atto Attuativo rep. n. 8513 del 27-07-2011 (Progettazione Preliminare)

**TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE  
 AL LARGO DELLA COSTA DI VENEZIA**

**PROGETTO PRELIMINARE**

CUP: D73B11000150001

<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE          QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE          ALLEGATO 2          VALUTAZIONI MODELLISTICHE CONNESSE AL          RISCHIO DI SPANTI ACCIDENTALI DI IDROCARBURI</b>	Cod.Elabor.  <b>11-REL-003</b> rev. 01	
elaborato	controllato	approvato

Coordinamento alla  
 Progettazione



Consorzio  
 Venezia  
 Nuova

Ing. M. Brotto

**Maggio 2012**

revisione		descrizione	elab.	contr.	appr.

TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta  
PROGETTO PRELIMINARE

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE  
**Quadro di riferimento ambientale**  
Allegato 2

Maggio 2012

II-REL-003

Rev.01

**TERMINAL PLURIMODALE OFF – SHORE**  
**al largo della COSTA VENETA**

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

**QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE**

**ALLEGATO 2**

**VALUTAZIONI MODELLISTICHE CONNESSE AL**  
**RISCHIO DI SPANTI ACCIDENTALI DI IDROCARBURI**

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE Quadro di riferimento ambientale Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>6</b>
1.1	CONDIZIONI AL CONTORNO PARAMETRI DEL MODELLO UTILIZZATO PER LA SIMULAZIONE DELLA DIFFUSIONE DEGLI SPANTI - CASI DI STUDIO.....	6
1.2	PARAMETRI DEL MODELLO UTILIZZATO PER LA SIMULAZIONE DELLA DIFFUSIONE DEGLI SPANTI.....	11
1.3	TIPOLOGIA DI RISULTATI PRODOTTI .....	20
<b>2</b>	<b>VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI.....</b>	<b>21</b>
2.1	AMBIENTE IDRICO.....	21
2.1.1	Collisione navale .....	21
2.1.2	Rottura dei bracci di carico.....	34
2.1.3	Fuoriuscita di prodotti da apparecchiature e impianti.....	46
2.1.4	Fuoriuscita di prodotti dalle condotte sottomarine .....	57
2.2	SUOLO E SOTTOSUOLO .....	68
2.2.1	Collisione navale .....	69
2.2.2	Rottura dei bracci di carico.....	69
2.2.3	Fuoriuscita di prodotti da apparecchiature e impianti.....	69
2.2.4	Fuoriuscita di prodotti dalle condotte sottomarine .....	69
2.2.5	Considerazioni generali .....	70

## ELABORATI GRAFICI

### TAVOLE

Tavola I3-DIS-312	Elementi del modello. Casi di studio
Tavola I3-DIS-313	Efficacia del contenimento dello spanto. Fuoriuscita di greggio
Tavola I3-DIS-314	Efficacia del contenimento dello spanto. Fuoriuscita di benzina
Tavola I3-DIS-315	Collisione da nave. Assenza di vento: fuoriuscita di greggio
Tavola I3-DIS-316	Collisione da nave. Assenza di vento: fuoriuscita di benzina
Tavola I3-DIS-317	Collisione da nave. Vento di bora: fuoriuscita di greggio
Tavola I3-DIS-318	Collisione da nave. Vento di bora: fuoriuscita di benzina
Tavola I3-DIS-319	Collisione da nave. Vento di scirocco: fuoriuscita di greggio
Tavola I3-DIS-320	Collisione da nave. Vento di scirocco: fuoriuscita di benzina
Tavola I3-DIS-321	Collisione da nave. Fuoriuscita di greggio: confronto fra le tre condizioni
Tavola I3-DIS-322	Collisione da nave. Fuoriuscita di benzina: confronto fra le tre condizioni
Tavola I3-DIS-323	Collisione da nave. Aree potenzialmente interessate da frazione di greggio aderente
Tavola I3-DIS-324	Collisione da nave. Aree potenzialmente interessate da frazione di benzina aderente
Tavola I3-DIS-325	Rottura bracci di carico. Assenza di vento: fuoriuscita di greggio
Tavola I3-DIS-326	Rottura bracci di carico. Assenza di vento: fuoriuscita di benzina
Tavola I3-DIS-327	Rottura bracci di carico. Vento di bora: fuoriuscita di greggio
Tavola I3-DIS-328	Rottura bracci di carico. Vento di bora: fuoriuscita di benzina
Tavola I3-DIS-329	Rottura bracci di carico. Vento di scirocco: fuoriuscita di greggio
Tavola I3-DIS-330	Rottura bracci di carico. Vento di scirocco: fuoriuscita di benzina
Tavola I3-DIS-331	Rottura bracci di carico. Fuoriuscita di greggio: confronto fra le tre condizioni

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE  
**Quadro di riferimento ambientale**  
**Allegato 2**

Maggio 2012

II-REL-003

Rev.01

Tavola I3-DIS-332	Rottura bracci di carico. Fuoriuscita di benzina: confronto fra le tre condizioni
Tavola I3-DIS-333	Rottura bracci di carico. Aree potenzialmente interessate da frazione di greggio aderente
Tavola I3-DIS-334	Rottura bracci di carico. Aree potenzialmente interessate da frazione di benzina aderente
Tavola I3-DIS-335	Rottura apparecchiature e impianti. Assenza di vento: fuoriuscita di greggio
Tavola I3-DIS-336	Rottura apparecchiature e impianti. Assenza di vento: fuoriuscita di benzina
Tavola I3-DIS-337	Rottura apparecchiature e impianti. Vento di bora: fuoriuscita di greggio
Tavola I3-DIS-338	Rottura apparecchiature e impianti. Vento di bora: fuoriuscita di benzina
Tavola I3-DIS-339	Rottura apparecchiature e impianti. Vento di scirocco: fuoriuscita di greggio
Tavola I3-DIS-340	Rottura apparecchiature e impianti. Vento di scirocco: fuoriuscita di benzina
Tavola I3-DIS-341	Rottura apparecchiature e impianti. Fuoriuscita di greggio: confronto fra le tre condizioni
Tavola I3-DIS-342	Rottura apparecchiature e impianti. Fuoriuscita di benzina: confronto fra le tre condizioni
Tavola I3-DIS-343	Rottura apparecchiature e impianti. Aree potenzialmente interessate da frazione di greggio aderente
Tavola I3-DIS-344	Rottura apparecchiature e impianti. Aree potenzialmente interessate da frazione di benzina aderente
Tavola I3-DIS-345	Fessurazione tubazione marina. Assenza di vento: fuoriuscita di greggio
Tavola I3-DIS-346	Fessurazione tubazione marina. Assenza di vento: fuoriuscita di benzina
Tavola I3-DIS-347	Fessurazione tubazione marina. Vento di bora: fuoriuscita di greggio
Tavola I3-DIS-348	Fessurazione tubazione marina. Vento di bora: fuoriuscita di benzina
Tavola I3-DIS-349	Fessurazione tubazione marina. Vento di scirocco: fuoriuscita di greggio
Tavola I3-DIS-350	Fessurazione tubazione marina. Vento di scirocco: fuoriuscita di benzina

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE  
**Quadro di riferimento ambientale**  
**Allegato 2**

Maggio 2012

II-REL-003

Rev.01

- Tavola I3-DIS-351 Fessurazione tubazione marina. Fuoriuscita di greggio: confronto fra le tre condizioni
- Tavola I3-DIS-352 Fessurazione tubazione marina. Fuoriuscita di benzina: confronto fra le tre condizioni
- Tavola I3-DIS-353 Fessurazione tubazione marina. Aree potenzialmente interessate da frazione di greggio aderente
- Tavola I3-DIS-354 Fessurazione tubazione marina. Aree potenzialmente interessate da frazione di benzina aderente

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta          PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE          Quadro di riferimento ambientale          Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

## 1 INTRODUZIONE

Il presente documento riporta gli esiti delle simulazioni modellistiche e delle valutazioni effettuate in merito agli impatti di eventi accidentali che comportino lo spandimento di idrocarburi nelle acque marine, con conseguente eventuale diffusione e dispersione della macchia oleosa.

Le simulazioni e le valutazioni riportate in questo documento sono conseguenti agli esiti dell'Analisi di Rischio sviluppata nell'ambito del Progetto Preliminare.

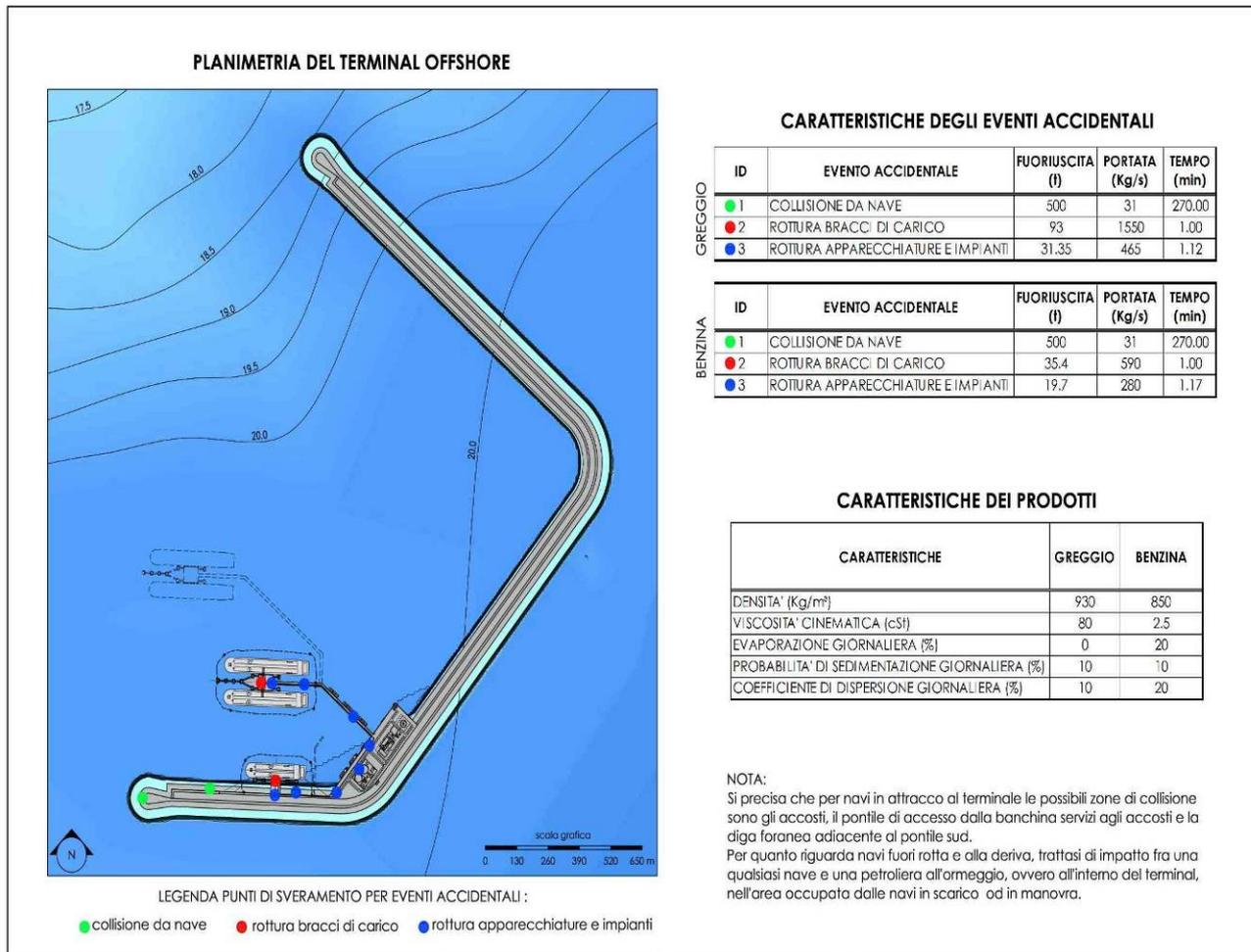
Le componenti interessate dalle valutazioni di impatto sono: l'ambiente idrico, il suolo e il sottosuolo, gli aspetti naturalistici e la salute pubblica. L'analisi è stata sviluppata approfondendo principalmente l'ambito direttamente ed immediatamente coinvolto da tali eventi accidentali, ovverosia l'ambiente idrico, ed in secondo luogo il suolo ed il sottosuolo. Per queste due componenti si riportano in questo documento i risultati di dettaglio dell'analisi. Per tutte le componenti coinvolte, una valutazione sintetica dell'impatto connesso ad eventi accidentali è riportata nel documento di Studio di Impatto Ambientale ai capitoli 4 (ambiente idrico), 5 (suolo e sottosuolo), 6 (aspetti naturalistici) e 8 (salute pubblica).

### 1.1 CONDIZIONI AL CONTORNO PARAMETRI DEL MODELLO UTILIZZATO PER LA SIMULAZIONE DELLA DIFFUSIONE DEGLI SPANTI - CASI DI STUDIO

Per ciò che riguarda le **condizioni al contorno relative agli spanti**, sono stati simulati 4 tipi di eventi accidentali contemplati nell'Analisi di Rischio sviluppata nell'ambito del Progetto Preliminare (elaborato B-REL-003):

1. collisione da nave;
2. rottura dei bracci di carico;
3. rottura di apparecchiature od impianti;
4. fessurazione della tubazione marina.

I punti in cui i primi 3 eventi accidentali possono verificarsi sono tutti ubicati nella zona del Terminal ed evidenziati nella Tavola I3-DIS-312 degli Elaborati grafici, in cui sono contenuti anche i dati relativi ai diversi fenomeni di fuoriuscita, e nella seguente Figura 1.1-1.



**Figura 1.1-1 Casi di studio considerati nelle simulazioni modellistiche: eventi accidentali nella zona del Terminal (si veda Tavola I3-DIS-312).**

Per collisione da nave, si intende che le navi in attracco al Terminal possano scontrarsi con gli accosti, il pontile di accesso dalla banchina servizi agli accosti e la diga foranea adiacente al pontile sud. Inoltre potrebbe accadere che navi fuori rotta o alla deriva si scontrino con una petroliera all'ormeggio o all'interno del Terminal, nell'area occupata dalle navi di scarico od in manovra.

Nell'ambito dell'analisi di rischio, con riferimento ai dati dell' "International Tanker Owner Pollution Federation Ltd" (ITOPF), ove sono riportati il numero e l'entità dei rilasci in mare nel periodo dal 1974 al 2002, sono state ricavate tre classi di rilasci con diversa probabilità di accadimento:

- R < 7 tonnellate – la più frequente;
- 7 < R < 700 tonnellate – meno frequente;
- > 700 tonnellate – di frequenza bassissima.

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta</b> <b>PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Quadro di riferimento ambientale</b> <b>Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

Dal momento che la stima della frequenza annua relativa al caso peggiore, ovvero un rilascio > 700 tonnellate, corrisponde ad un valore molto basso, dell'ordine dei  $10^{-5}$  eventi/ anno, si è ritenuto di considerare il caso più gravoso e al tempo stesso più realistico, di una fuoriuscita di 500 tonnellate con una portata di efflusso consistente di 31 kg/s. Sulla base di tali dati, si evince che la fuoriuscita abbia una durata di circa quattro ore e mezza, sia nel caso del greggio che per la benzina. Nel presente modello la fuoriuscita per incidente da collisione da nave viene localizzata all'estremità del molo sud.

Per quanto riguarda la rottura dei bracci di carico, due sono i diversi punti del porto in cui può avvenire, ovvero le zone di carico individuate in colore rosso nella precedente Figura 1.1-1. L'Analisi di Rischio (B-REL-003) individua un rilascio in mare per il greggio variabile tra 2'562 kg con un foro da 50 mm e 93'000 kg in caso di rottura totale. Per quanto riguarda la benzina le analoghe quantità sono pari a 2'772 kg e 35'400 kg.

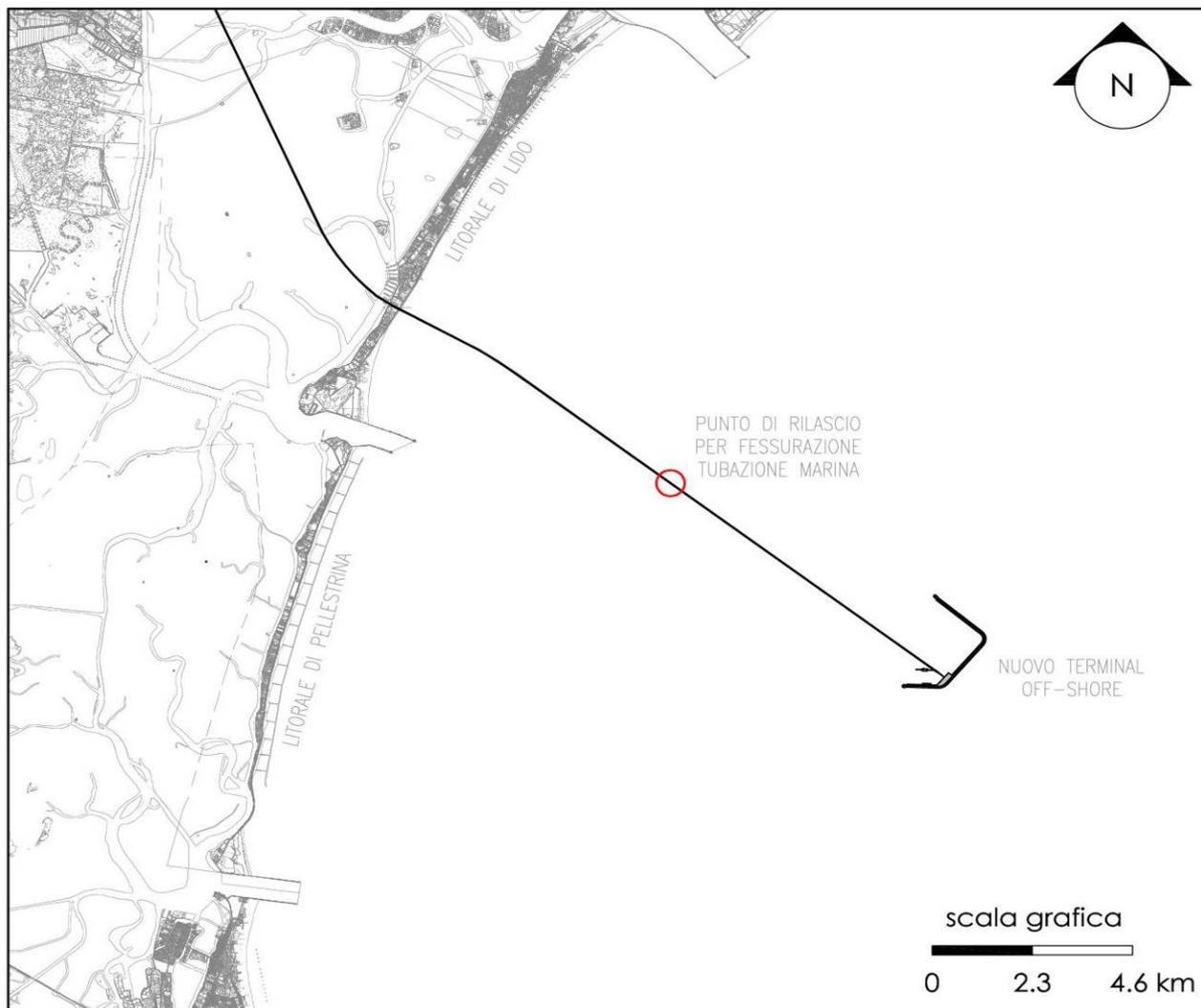
Volendo considerare il caso più gravoso di rottura totale (stimato avvenire con una frequenza di  $3.7 \times 10^{-4}$  eventi l'anno, è stata quindi simulata una fuoriuscita di 93'000 kg con una portata in massa di 1'550 kg/s per il greggio e di 35'400 kg con portata di efflusso pari a 590 kg/s per la benzina. In entrambi i casi la fuoriuscita ha una durata di un minuto, considerato che i bracci di carico saranno equipaggiati con valvole ad intercettazione rapida.

La rottura degli apparecchi o degli impianti può avvenire principalmente in otto punti individuati in colore blu nella precedente Figura 1.1-1 (Tavola I3-DIS-312 nel fascicolo di Elaborati grafici), attraverso un foro di dimensione variabile tra 50 e 150 mm. Nel primo caso la portata dispersa in ambiente varia tra 16'160 kg per il greggio e 11'250 kg per la benzina mentre nel caso più gravoso tali valori aumentano a 31'350 kg e 19'700 kg.

Anche in questo caso è stato deciso di simulare l'incidente più gravoso (stimato avvenire con frequenze dell'ordine di  $10^{-3}$ ) con portate di efflusso variabili tra 465 kg/s per il greggio e 280 kg/s per la benzina. La durata della fuoriuscita oscilla tra 1.12 minuti per il greggio e 1.17 minuti per la benzina.

Lo sversamento di petrolio e benzina a causa della rottura dei bracci di carico (caso 2) o per la rottura di apparecchiature e impianti (caso 3) è stato localizzato nel presente modello in corrispondenza dell'area degli accosti per le petroliere, nella parte sud del bacino operativo del Terminal.

L'ultimo caso riguarda infine un potenziale danno all'oleodotto sottomarino con cui gli idrocarburi sono trasportati dal Terminal petrolifero alla terraferma. In particolare si considera possibile una fessurazione con diametro di 20 mm in un punto intermedio lungo il tratto di condotta compreso tra gli approdi ed il cordone litoraneo di Lido, ad una distanza di circa 7'750 m dal Terminal (Figura 1.1-2).



**Figura 1.1-2 Riferimento planimetrico per la fessurazione della condotta sottomarina.**

E' stato valutato (cfr. elaborato Analisi di Rischio B-REL-003 del Progetto Preliminare) che tale tipologia di incidente avvenga con frequenze abbastanza basse ed in misura inversamente proporzionale alla dimensione del foro. La rottura completa della tubazione ha frequenze dell'ordine dei  $10^{-5}$  eventi/anno e il punto di rottura completa è ipotizzabile quasi esclusivamente al Terminal, dove il tubo è soggetto oltre che alle forze interne, al peso proprio (per il tratto verticale di risalita dal fondo del mare al pontile) e all'azione del moto ondoso e delle correnti; d'altra parte anche le simulazioni dei precedenti casi considerati riguardano tutte rotture nei pressi del Terminal. Per tali motivi si è scelto di simulare l'evento più probabile, ovvero la presenza di un foro del diametro di 20 mm, ma in un tratto di tubazione a mare, ubicato in un punto mediano della distanza tra il Terminal e la linea di costa. Tale scenario si ritiene cautelativo in quanto, considerato che la ristretta dimensione

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE Quadro di riferimento ambientale Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

del foro può far ritardare la rilevazione dell'anomalia con i sistemi di controllo automatico, la simulazione del danno nel tratto di tubo più lontano dagli insediamenti (a metà tra la linea di costa ed il Terminal) dovrebbe comportare il massimo ritardo nell'avvistamento dell'eventuale macchia oleosa. Per l'effettuazione della simulazione si è ipotizzato che la fermata delle pompe avvenga nell'arco di un'ora, nel corso della quale la fuoriuscita delle sostanze oleose avviene soprattutto sotto l'azione della pressione differenziale esistente tra interno ed esterno della tubazione, con una portata pari a 5 kg/s per benzina e gasolio e 7 kg/s per il greggio. La fuoriuscita complessiva in questa prima fase è pari a 18'000 kg per benzina e gasolio e 25'000 kg per il greggio. Considerata che l'entità del foro dovrebbe essere tale da non pregiudicare la geometria della sezione della linea, si ritiene che l'ipotesi di intervento più probabile consista nello spiazzamento delle linee tramite acqua e l'uso di un pig, operazione che può richiedere circa 6 ore. In questa seconda fase l'entità dei potenziali sversamenti dipende dalla portate di efflusso e dalla relazione tra conformazione della linea e localizzazione del danno. Nel caso preso in esame si è stimato che la fuoriuscita avvenga con una portata pari a 3.5 kg/s per benzina e gasolio e 5 kg/s per il greggio, corrispondenti ad un fuoriuscita complessiva nelle 6 ore di 75'000 kg per benzina e gasolio e 108'000 kg per il greggio. Gli sversamenti totali ammontano dunque a 93'000 kg per benzina e gasolio e 133'000 kg per il greggio. Per maggiori dettagli relativi alle quantità citate si rimanda all'apposita Analisi di Rischio predisposta nell'ambito del Progetto Preliminare.

Nel caso reale la fuoriuscita della sostanza avviene in corrispondenza del fondale marino, mentre nel modello realizzato con Delft3D lo sversamento di petrolio è possibile esclusivamente nel layer superficiale. Questa condizione è tuttavia motivata dalla natura degli idrocarburi, che per il minor peso specifico si propagano rapidamente verso la superficie, con un'influenza trascurabile delle componenti orizzontali della corrente durante la risalita.

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE Quadro di riferimento ambientale Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

## **1.2 PARAMETRI DEL MODELLO UTILIZZATO PER LA SIMULAZIONE DELLA DIFFUSIONE DEGLI SPANTI**

Il modulo PART utilizzato per l'analisi dei fenomeni di trasporto, diffusione e dispersione del petrolio è caratterizzato dalla presenza di numerosi parametri, alcuni di carattere numerico, per la definizione dello schema di calcolo, altri di carattere fisico, per la descrizione dei vari processi.

I parametri appartenenti a quest'ultimo insieme possiedono un chiaro significato fisico, essendo effettivamente presenti nelle equazioni matematiche scelte per descrivere i processi di trasformazione relativi al petrolio. Alcuni di essi presentano tuttavia un elevato grado di indeterminazione, perché dipendono da fattori caratterizzati da natura fortemente aleatoria, come la temperatura ambientale ed in generale le condizioni meteomarine. La determinazione di tali parametri deve essere quindi oggetto di un'attenta analisi, da svolgersi preliminarmente alla simulazione dei vari casi di studio.

Si deve però evidenziare che, per il modello di diffusione del petrolio, non è possibile effettuare in quest'ambito una completa procedura di calibrazione e di validazione, principalmente perché nell'area di indagine (alto Mare Adriatico) non sono per fortuna mai avvenuti sversamenti di idrocarburi di entità assimilabile a quella qui studiata, dunque non sono disponibili sufficienti dati su cui basare una taratura del modello e con cui effettuare in seguito una validazione. Anziché basarsi esclusivamente su considerazioni di carattere fisico, si sceglie dunque di effettuare un'analisi di sensibilità del modello ai suoi parametri principali, per meglio comprendere la correlazione tra i risultati ed i valori assunti da tali parametri.

Tra i parametri "numerici" rientrano gli intervalli di integrazione spaziale e temporale, la tecnica di calcolo dei coefficienti di dispersione ed il numero complessivo di particelle introdotto per rappresentare la massa oleosa sversata. Per i primi parametri ovviamente la scelta è effettuata sulla base delle capacità di calcolo degli elaboratori e del tempo a disposizione, ed in particolare è stato scelto un passo di integrazione spaziale di 200 m, come già definito nella descrizione delle griglie computazionali ed un passo temporale di 5 minuti. Il numero di particelle da utilizzare dipende dalla precisione che si desidera garantire per la minima concentrazione di sostanza da rappresentare. Per questo modello vengono introdotte 50'000 particelle, che consentono di rappresentare una concentrazione minima di petrolio o di benzina pari a circa  $5 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}^3$ .

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE Quadro di riferimento ambientale Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

Tra i parametri “fisici” o “di processo” sono stati definiti:

- il tasso di decadimento della sostanza di cui studiare la propagazione, posto pari a 0 per il petrolio ed i suoi derivati;
- la velocità di sedimentazione delle particelle, che nel caso di sostanze più leggere dell’acqua come il petrolio ha un valore negativo, ovvero rivolta verso l’alto;
- i coefficienti di dispersione, che per questo modulo vengono distinti in coefficiente di dispersione orizzontale, coefficiente di dispersione verticale e coefficiente di dispersione globale (che determina la presenza anche di una porzione di petrolio “disperso” oltre a quello “flottante” e quello “sedimentato”); questi parametri in particolare sono stati oggetto dell’analisi di sensibilità;
- la scabrezza superficiale delle sostanze flottanti;
- il coefficiente di trascinamento per l’interazione tra la macchia di sostanza flottante ed il vento sulla superficie marina (wind drag coefficient).

Il “modello del petrolio” richiede il maggior numero di parametri:

- il tasso di evaporazione giornaliera, posto pari a 0 per il petrolio greggio e pari al 20% per la benzina ed il gasolio;
- la probabilità di adesione delle particelle ai contorni fissi del modello, ovvero ai limiti impermeabili della griglia ed al fondo, posta pari al 10%;
- la frazione volatile della sostanza, posta pari al 94%;
- il massimo contenuto d’acqua possibile in emulsione con il petrolio, posto pari al 70%;
- la densità, tra le principali proprietà fisiche della sostanza, posta pari a 930 kg/m<sup>3</sup> per il petrolio greggio e a 850 kg/m<sup>3</sup> per benzina e gasolio;
- la viscosità cinematica, posta pari a 80 cSt per il petrolio greggio e a 2.5 cSt per benzina e gasolio;
- lo spessore minimo dello strato galleggiante, posto pari a 0.0005 m (500 µm) per il petrolio greggio e a 0.00005 m (50 µm) per benzina e gasolio;
- l’angolo di deflessione tra la direzione del vento e quella delle particelle di petrolio, dovuto alle forze di Coriolis, posto in ogni caso pari a 0°.

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta</b> <b>PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Quadro di riferimento ambientale</b> <b>Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

Con l'obiettivo di individuare i valori ottimali dei parametri per la realizzazione del modello nell'ambito oggetto di studio sono state effettuate numerose prove, variando di volta in volta i valori dei singoli parametri. La sensibilità del modello è stata dunque definita osservando le variazioni tra i risultati ottenuti. In particolare sono stati presi in considerazione nell'analisi:

1. il coefficiente di dispersione orizzontale  $D_H$ ;
2. il coefficiente di dispersione globale giornaliera  $D$ ;
3. il coefficiente di trascinamento per azione del vento  $W_D$ .

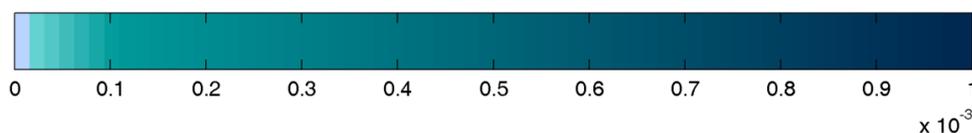
Si vuole evidenziare che il coefficiente di dispersione orizzontale  $D_H$  viene definito nel modulo PART mediante una legge di potenza in funzione del tempo nella forma:

$$D_H = a \cdot t^b$$

in cui  $a$  e  $b$  sono parametri da imporre e  $t$  indica il tempo a partire dall'immissione della particella (detto anche *età della particella*). L'imposizione di un valore  $b=0$  permette dunque di indicare un valore di  $D_H$  costante nel tempo.

Viene di seguito riportato il quadro sintetico delle prove effettuate. I risultati di ciascuna prova vengono rappresentati sotto forma di mappa a colori della concentrazione di petrolio, secondo la scala cromatica indicata in Figura 1.2-1, considerando il medesimo istante di calcolo per effettuare un confronto tra le prove.

Per tutte le simulazioni le condizioni al contorno sono quelle di marea sizigiale e di vento costante di scirocco con velocità di 5 m/s per 48 ore. È stata considerata per tutte le prove la fuoriuscita di 93000 kg di petrolio greggio ( $\rho = 930 \text{ kg/m}^3$ ) per un volume totale di  $100 \text{ m}^3$ , in un intervallo di 1 minuto.



**Figura 1.2-1** Scala cromatica per la concentrazione  $c \text{ [kg/m}^2\text{]}$  di petrolio galleggiante sulla superficie (per il petrolio disperso la concentrazione è espressa in  $\text{[kg/m}^3\text{]}$ ).

Per memoria si evidenzia come utili indicazioni nel settaggio dei vari parametri siano stati desunti dagli stessi valori di default utilizzati dal modulo PART del software Delft3D.

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta</b> <b>PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Quadro di riferimento ambientale</b> <b>Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

### Sensibilità al coefficiente di dispersione orizzontale $D_H$

Nella Tabella 1.2-1 sono riportati, oltre ai coefficienti introdotti nelle tre prove, i risultati relativi alla concentrazione di petrolio greggio ottenuti con tali prove in due particolari istanti della simulazione, a 12 ore e a 24 ore dall'inizio della fuoriuscita.

Si nota chiaramente quale sia l'effetto dell'incremento del coefficiente di dispersione orizzontale:

- per la prova  $D_H01$ , in cui il coefficiente di dispersione è minore, la trasformazione della macchia di petrolio è minima dopo lo sversamento;
- per la prova  $D_H03$ , in cui è stato introdotto un coefficiente più alto, in particolare con un esponente  $b$  più alto che negli altri casi, la macchia di petrolio greggio ha un'estensione molto maggiore, subendo una notevole trasformazione per dispersione.

Per fornire una misura di questa differenza, si può stimare l'estensione della macchia di greggio nella prova  $D_H02$  (centrale nella Tabella 1.2-1) pari a circa 28 km<sup>2</sup> dopo 24 ore e circa 90 km<sup>2</sup> dopo 48 ore, mentre per la prova  $D_H03$  (a destra nella Tabella 1.2-1) la macchia ha un'estensione di 110 km<sup>2</sup> dopo 24 ore e di 240 km<sup>2</sup> dopo 48 ore. Per la prova  $D_H01$  (a sinistra in Tabella 1.2-1), la macchia ha invece estensione pari a circa 2.4 km<sup>2</sup> dopo 24 ore e 13 km<sup>2</sup> dopo 48 ore.

Un ulteriore aspetto è la differente concentrazione raggiunta dal petrolio sulla superficie: per la prima prova infatti la macchia rimane molto più compatta, ed in quasi tutti i suoi punti la concentrazione areale è superiore a quella massima della scala cromatica considerata, di  $1 \cdot 10^{-3}$  kg/m<sup>2</sup>, mentre per la prova  $D_H03$  la diversa colorazione all'istante terminale della simulazione indica una concentrazione minore a  $5 \cdot 10^{-4}$  kg/m<sup>2</sup> in gran parte della macchia.

**In sintesi i risultati della prova  $D_H02$  sono quelli che approssimano nel modo migliore il comportamento presumibile per il petrolio**, in quanto portano alla definizione di una macchia di sostanza che si trasforma in conseguenza dei fenomeni di dispersione (in questo caso sia orizzontale che verticale), mantenendo però una forma compatta che segue l'andamento delle correnti marine e del vento sovrainposto. Per memoria si evidenzia come tali valori siano quelli che più si avvicinano a quelli di default indicati da PART.

TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta  
 PROGETTO PRELIMINARE

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE  
 Quadro di riferimento ambientale  
 Allegato 2

Maggio 2012

II-REL-003

Rev.01

Tabella 1.2-1 Sensibilità al coefficiente di dispersione orizzontale  $D_H$ .

	<i>prova <math>D_H01</math></i> $D_H = 0.1 \cdot t^{0.01}$	<i>prova <math>D_H02</math></i> $D_H = 1 \cdot t^{0.1}$	<i>prova <math>D_H03</math></i> $D_H = 1 \cdot t^{0.3}$
$D_H$			
$D$	$D = 0.1$	$D = 0.1$	$D = 0.1$
$W_D$	$W_D = 1\%$	$W_D = 1\%$	$W_D = 1\%$
<i>Petrolio greggio galleggiante</i> $T = 24$ ore			

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta</b> <b>PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Quadro di riferimento ambientale</b> <b>Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

### Sensibilità al coefficiente di dispersione globale $D$

L'influenza del coefficiente di dispersione globale  $D$  si riconosce non tanto nel diverso processo di diffusione della macchia sulla superficie marina, quanto nella diversa trasformazione del petrolio dalla fase "galleggiante" alla fase "dispersa", che comprende le particelle di petrolio incluse nell'acqua per emulsione o per trascinamento.

Nell'ultima riga della Tabella 1.2-2 sono infatti rappresentate solamente le concentrazioni volumetriche di petrolio disperso nel layer 1 superficiale, dopo 24 ore dall'inizio dello sversamento. Per la prova  $D01$  il coefficiente  $D$  è stato posto pari a 0: ciò porta quindi all'assenza della frazione dispersa del petrolio. Per le prove  $D02$  e  $D03$  invece  $D$  è posto pari rispettivamente a 0.1 e 0.2.

Tale coefficiente indica la frazione della massa totale, che giornalmente viene trasformata in petrolio disperso: per la prova  $D02$  il petrolio disperso dopo 24 ore è dunque circa il 10% della massa iniziale (8'390 kg) ed è circa il 20% dopo 48 ore (15'110 kg), mentre per la prova  $D03$  il petrolio disperso dopo 24 ore è circa il 20% della massa iniziale (15'892 kg) e circa il 40% dopo 48 ore (27'106 kg). Nonostante queste differenze la variazione di concentrazione del petrolio galleggiante sulla superficie non è apprezzabile visivamente. Data l'invarianza di tutti gli altri parametri, la forma della macchia e la sua propagazione rimane infatti molto simile nelle tre prove.

**Al fine di poter simulare il fenomeno di dispersione anche in direzione verticale, rappresentativo del processo di emulsificazione del petrolio nell'acqua di mare, è stato scelto il valore  $D = 0.1$ , anche in questo caso prossimo al valore di default del programma.**

TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta  
 PROGETTO PRELIMINARE

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE  
 Quadro di riferimento ambientale  
 Allegato 2

Maggio 2012

II-REL-003

Rev.01

Tabella 1.2-2 Sensibilità al coefficiente di dispersione globale D.

	<i>prova D01</i>	<i>prova D02</i>	<i>prova D03</i>
$D_H$	$D_H = 1 \cdot t^{0.1}$	$D_H = 1 \cdot t^{0.1}$	$D_H = 1 \cdot t^{0.1}$
$D$	$D = 0$	$D = 0.1$	$D = 0.2$
$W_D$	$W_D = 1\%$	$W_D = 1\%$	$W_D = 1\%$
<i>Petrolio greggio galleggiante</i> $T = 24$ ore	<p>Greggio (floating) (kg/m<sup>2</sup>) in layer 1 18-Apr-2011 01:00:00</p> <p>The map shows a concentrated plume of floating oil in the center of the area, with a peak concentration of approximately 1.035 x 10<sup>5</sup> kg/m<sup>2</sup>. The plume is roughly circular and centered around x=3.2 x 10<sup>5</sup> and y=1.025 x 10<sup>5</sup>.</p>	<p>Greggio (floating) (kg/m<sup>2</sup>) in layer 1 18-Apr-2011 01:00:00</p> <p>The map shows a concentrated plume of floating oil in the center of the area, with a peak concentration of approximately 1.035 x 10<sup>5</sup> kg/m<sup>2</sup>. The plume is roughly circular and centered around x=3.2 x 10<sup>5</sup> and y=1.025 x 10<sup>5</sup>.</p>	<p>Greggio (floating) (kg/m<sup>2</sup>) in layer 1 18-Apr-2011 01:00:00</p> <p>The map shows a concentrated plume of floating oil in the center of the area, with a peak concentration of approximately 1.035 x 10<sup>5</sup> kg/m<sup>2</sup>. The plume is roughly circular and centered around x=3.2 x 10<sup>5</sup> and y=1.025 x 10<sup>5</sup>.</p>
<i>Petrolio greggio disperso</i> $T = 24$ ore	<p>Greggio (dispersed) (kg/m<sup>3</sup>) in layer 1 18-Apr-2011 01:00:00</p> <p>The map shows a very low concentration of dispersed oil, with a peak concentration of approximately 1.02 x 10<sup>0</sup> kg/m<sup>3</sup>. The plume is very faint and centered around x=3.2 x 10<sup>5</sup> and y=1.025 x 10<sup>5</sup>.</p>	<p>Greggio (dispersed) (kg/m<sup>3</sup>) in layer 1 18-Apr-2011 01:00:00</p> <p>The map shows a dispersed plume of oil, with a peak concentration of approximately 1.02 x 10<sup>0</sup> kg/m<sup>3</sup>. The plume is elongated and centered around x=3.2 x 10<sup>5</sup> and y=1.025 x 10<sup>5</sup>.</p>	<p>Greggio (dispersed) (kg/m<sup>3</sup>) in layer 1 18-Apr-2011 01:00:00</p> <p>The map shows a dispersed plume of oil, with a peak concentration of approximately 1.02 x 10<sup>0</sup> kg/m<sup>3</sup>. The plume is elongated and centered around x=3.2 x 10<sup>5</sup> and y=1.025 x 10<sup>5</sup>.</p>

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta</b> <b>PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Quadro di riferimento ambientale</b> <b>Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

### Sensibilità al coefficiente di trascinamento $W_D$

Nella Tabella 1.2-3 sono riportati i parametri utilizzati nelle prove chiamate  $W_D01$ ,  $W_D02$  e  $W_D03$  per l'analisi della sensibilità del modello al coefficiente  $W_D$ , indice dell'effetto di trascinamento da parte del vento sullo strato superficiale del petrolio galleggiante. Da questo parametro dipende principalmente la trasformazione per advezione della macchia di petrolio sulla superficie del mare. Introducendo infatti un parametro  $W_D \neq 0$  la macchia di spunto subisce trasformazione solo a causa delle correnti marine, a loro volta indotte anche dal vento e calcolate nella simulazione idrodinamica effettuata con il modulo FLOW. Il coefficiente di trascinamento è in genere inserito in modelli di questa natura con valori variabili tra l'1% ed il 3%. Nelle figure riportate in Tabella 1.2-3 è evidente l'effetto dell'incremento di questo parametro sulla trasformazione del petrolio in galleggiamento sulla superficie.

Si noti infatti come nella prova  $W_D01$ , in cui il trascinamento da parte del vento è stato trascurato, la macchia di petrolio si modifichi solamente a causa delle correnti marine e si allontani molto poco dal Terminal, ad una distanza di circa 7 km dopo 48 ore.

Al contrario nella prova  $W_D03$ , in cui viene considerato un coefficiente di trascinamento del 3%, si nota come sia il vento la causa principale dello spostamento della macchia di petrolio in galleggiamento. Il parametro così definito porta la macchia ad allungarsi in modo molto vistoso nella stessa direzione in cui spira il vento di Scirocco (proveniente da  $135^\circ\text{N}$ ), ed a raggiungere il litorale di Lido dopo solo 24 ore. Si osservi inoltre che dopo 48 ore la concentrazione di petrolio in superficie è molto ridotta, poiché alla fine di tale simulazione gran parte delle particelle si è "incollata" al bordo impermeabile costituito dal litorale (77'056 kg in totale dopo 48 ore).

**Anche per questo parametro si ritiene opportuno considerare il valore "centrale" tra quelli sperimentati**, imponendo dunque un valore  $W_D = 1\%$ , come per gli altri casi rientrante nei valori di default di PART.

TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta  
 PROGETTO PRELIMINARE

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE  
 Quadro di riferimento ambientale  
 Allegato 2

Maggio 2012

II-REL-003

Rev.01

Tabella 1.2-3 Sensibilità al coefficiente di trascinamento  $W_D$ .

	<i>prova <math>W_D01</math></i>	<i>prova <math>W_D02</math></i>	<i>prova <math>W_D03</math></i>
$D_H$	$D_H = 1 \cdot t^{0.1}$	$D_H = 1 \cdot t^{0.1}$	$D_H = 1 \cdot t^{0.1}$
$D$	$D = 0.1$	$D = 0.1$	$D = 0.1$
$W_D$	$W_D = 0\%$	$W_D = 1\%$	$W_D = 3\%$
<i>Petrolio greggio galleggiante</i> $T = 24$ ore			

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta</b> <b>PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Quadro di riferimento ambientale</b> <b>Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

### 1.3 TIPOLOGIA DI RISULTATI PRODOTTI

I risultati prodotti dal modulo PART consistono nella mappatura della concentrazione della sostanza sversata all'interno del dominio d'indagine, nei singoli layer in cui il dominio è suddiviso verticalmente. La sostanza studiata viene distinta dal modello in tre fasi:

- *fase galleggiante o flottante*: consiste nella frazione di sostanza che rimane in galleggiamento sulla superficie libera dell'acqua, formando uno strato molto sottile, dello spessore minimo di alcuni micron;
- *fase dispersa*: consiste nell'insieme delle particelle della sostanza sversata che si separano dalla macchia principale, a causa di turbolenze (a larga o piccola scala) o per il moto ondoso, e rimangono quindi in sospensione nell'acqua o vanno incontro ad un processo di emulsificazione nell'acqua circostante;
- *fase aderente*: consiste nella frazione di sostanza che si deposita e si incolla, temporaneamente o definitivamente, sui bordi impermeabili e sul fondo del dominio rappresentato.

I risultati di maggiore interesse, descritti e discussi in termine di valutazione degli impatti sono quelli che si riferiscono alla fase galleggiante, poiché descrivono nel modo più efficace il comportamento della macchia di sversamento. E' stata rappresentata la distribuzione di concentrazione di petrolio greggio e di benzina in 5 particolari istanti della simulazione. In ciascuna figura riportata nel testo e corrispondente Tavola degli Elaborati grafici sono infatti raffigurati i seguenti istanti:

- al tempo in cui dovrebbero avvenire le procedure di intervento nel caso di incidente al Terminal: 20 minuti dall'inizio dello sversamento per le prime 3 tipologie di incidenti considerati (collisione da nave, rottura bracci di carico e rottura apparecchi e impianti), e 1 ora nel caso di fessurazione della tubazione nel tratto marino, caso in cui è necessario trasportare le panne galleggianti a quasi 8 km dal Terminal;
- poco dopo la fine dello sversamento, in particolare dopo 1 ora nel caso di rottura dei bracci di carico o delle apparecchiature, dopo 6 ore nel caso di collisione di una nave e dopo 7 ore nel caso della fessurazione delle tubazioni;
- dopo 12 ore;
- dopo un giorno di simulazione (24 ore);
- dopo 48 ore dall'inizio della simulazione ovvero all'istante conclusivo.

Per quanto riguarda la ripartizione delle sostanze sversate nelle tre fasi sopra descritte, i risultati sono riportati invece in forma tabellare, per evidenziare l'influenza di ciascuna frazione sulla massa totale.

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE Quadro di riferimento ambientale Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

## **2 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI**

### **2.1 AMBIENTE IDRICO**

#### **2.1.1 Collisione navale**

Nel caso in cui si verifichi un incidente per collisione navale è prevista nel Progetto Preliminare la realizzazione di un sistema di contenimento e raccolta spanti costituito da:

- panne galleggianti, avvolte su aspi mobili, normalmente collocati in due aree distinte dai due lati della piattaforma di accesso alla banchina, in grado di circondare le navi all'ormeggio;
- skimmers galleggianti per recupero spanti;
- pompe autoadescanti mobili per il recupero degli eventuali spanti racchiusi dalle panne;
- bacino di raccolta e convogliamento spanti per l'invio alla stazione di trattamento;
- serbatoi mobili con prodotti dissolventi ed emulsionanti.

E' stato stimato che il sistema sia in grado di limitare l'area della fuoriuscita ad un massimo di 100'000 m<sup>2</sup> all'interno dell'area operativa del Terminal e di 50'000 m<sup>2</sup> in caso di intervento nello specchio acqueo circostante. Per il completamento delle operazioni di contenimento si ritengono sufficienti 20 minuti per gli interventi all'interno dell'area operativa.

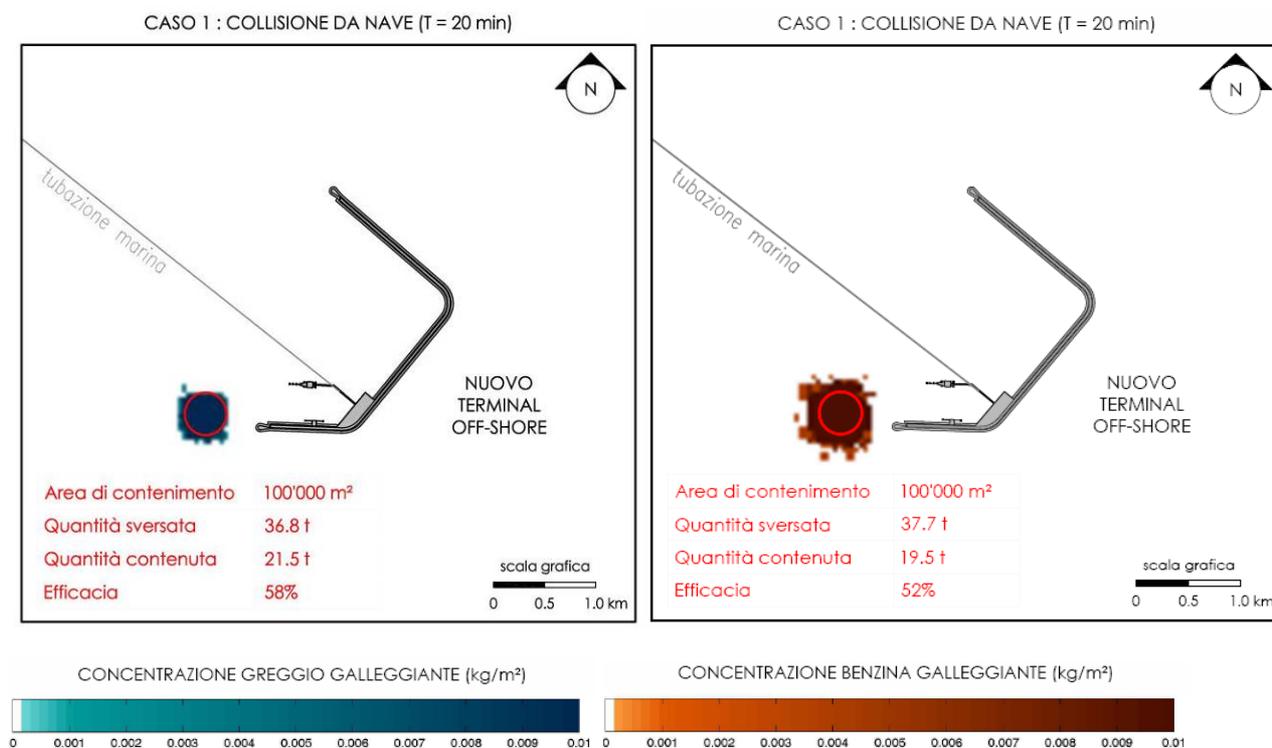
L'Analisi di Rischio effettuata nell'ambito della progettazione preliminare ha preso in esame i possibili rischi legati alla navigazione nei pressi e all'interno del Terminal, valutando la frequenza di accadimento di collisioni (da nave in transito, nave alla deriva e nave in fase di attracco), l'entità dei possibili spillamenti (rilascio contenuto o rilascio notevole) e quindi la frequenza di accadimento di possibili scenari incidentali a seguito di un rilascio di idrocarburi in funzione delle portate di efflusso e delle masse esplosive che si possono formare a seguito della dispersione dei vapori in atmosfera.

Tutti gli scenari identificati si collocano nella zona di accettabilità in quanto sono caratterizzati da frequenze medio-basse e conseguenze locali. Gli impatti per l'ambiente idrico derivanti da una situazione incidentale, per collisione da nave, sono in questa sede valutati mediante applicazione del modello idrodinamico tridimensionale Delft 3D (modulo PART) descritto nel capitolo 1.

Vengono nel seguito presentati i risultati relativi *all'incidente più gravoso*, tra quelli considerati, sia in termini di massa di sostanza fuoriuscita (500 tonnellate) che di durata della stessa: per le ipotesi poste

nell'Analisi di Rischio, infatti, questo tipo di incidente può essere caratterizzato da una durata di 4 ore e 30 minuti circa, con una portata di efflusso qui stimata pari a 31 kg/s.

Per fornire una stima di massima dell'efficacia degli interventi previsti, è stato effettuato un confronto tra la quantità di idrocarburi che può essere circoscritta mediante barriere galleggianti e la quantità sversata in mare durante il tempo necessario per il posizionamento delle barriere stesse (T= 20 minuti). I risultati, relativi alla fase "galleggiante" degli idrocarburi sversati (ovvero la frazione che può essere contenuta efficacemente mediante sistemi galleggianti di ritenuta) sono visualizzati in Figura 2.1-1 tratta dalle Tavole I3-DIS-313 e I3-DIS-314. La quantità denominata "contenuta" è calcolata in relazione alla concentrazione superficiale di greggio o di benzina osservata all'interno dei cerchi indicati nelle figure, rappresentativi delle aree di contenimento. L'efficacia del contenimento, stimata come rapporto percentuale tra la massa che può essere contenuta e quella sversata, è pari al 58% nel caso del greggio e del 52% nel caso della benzina, caratterizzata da maggiore dispersione orizzontale e quindi minore efficacia di contenimento.



**Figura 2.1-1 Efficacia del contenimento dello spanto nel caso di incidente da collisione da nave: fuoriuscita di greggio (a sinistra) e di benzina (a destra) (cfr. Tavole I3-DIS-313 e I3-DIS-314).**

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta</b> <b>PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Quadro di riferimento ambientale</b> <b>Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

Con l'intenzione di valutare quali potrebbero essere le conseguenze, in termini di diffusione e dispersione degli spanti *nell'ipotesi peggiore*, sono state tuttavia effettuate analisi e simulazioni anche nel caso *di assenza di interventi di contenimento*.

Come conseguenza delle due caratteristiche sopra citate (massima gravità dell'incidente e assenza di sistemi di contenimento), gli scenari considerati nelle simulazioni sono significativamente più pessimistici di quanto sia attendibile sulla base delle previsioni progettuali che individuano in particolare l'utilizzo di panne galleggianti per il contenimento degli eventuali spanti, in grado di limitare l'area della fuoriuscita ad un massimo di 100'000 m<sup>2</sup>.

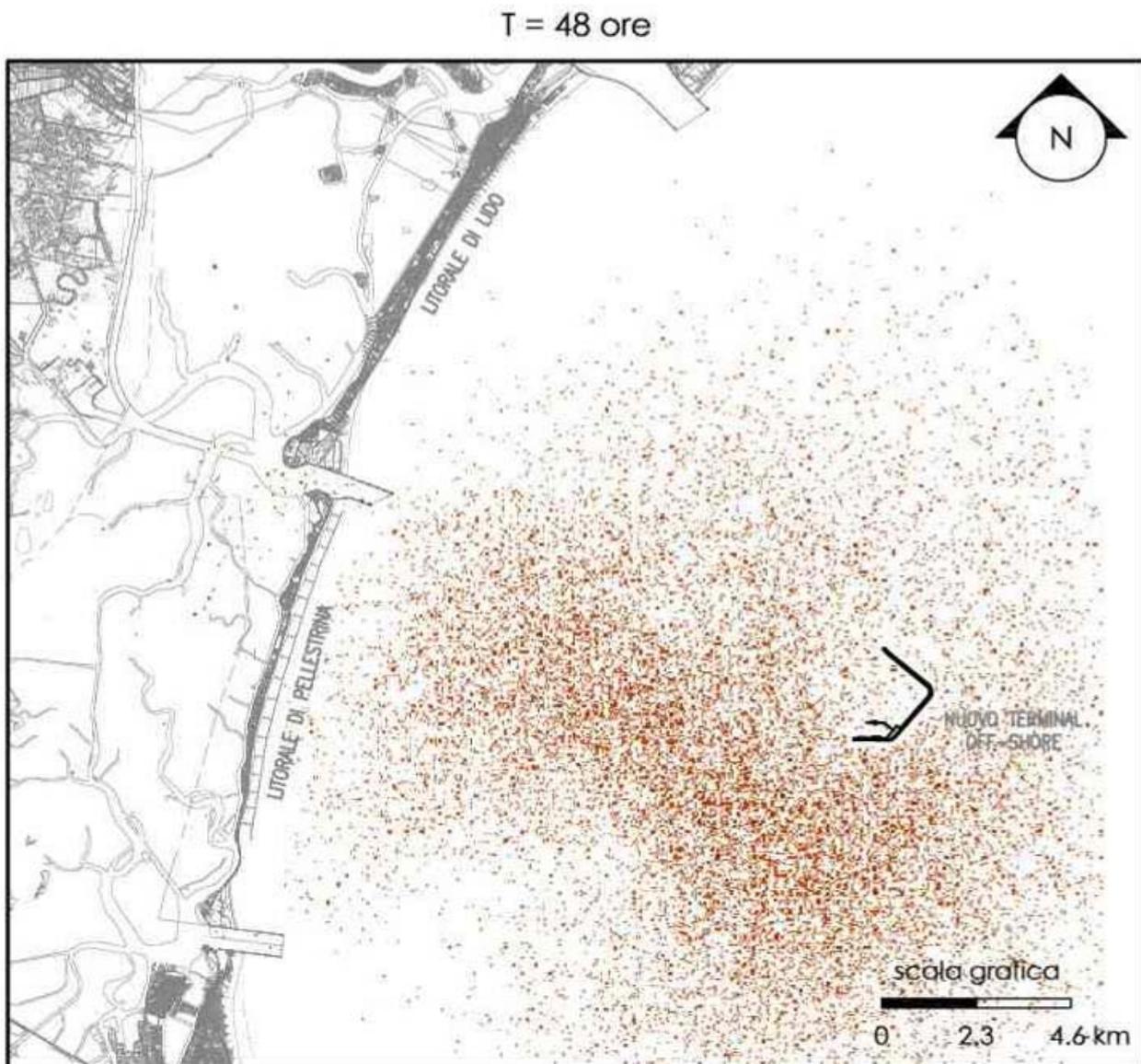
Per ciascuna delle tre condizioni idrodinamiche considerate (assenza di vento, vento di bora e vento di scirocco) descritte nel dettaglio al par. 1.1, vengono di seguito commentati i risultati ottenuti, sia nel caso del greggio sia della benzina. Le elaborazioni grafiche ottenute sono riportate nelle tavole allegate a questo documento. Nel testo sono comunque inserite alcune figure, ritenute tra le più significative per la valutazione degli impatti e relative agli istanti finali della simulazione, tratte dalle tavole contenute nel fascicolo degli Elaborati grafici.

Nel caso di assenza di vento, i risultati sono rappresentati nelle Tavole I3-DIS-315 e I3-DIS-316, per il greggio e la benzina rispettivamente.

In entrambi i casi il comportamento delle sostanze è simile, pur se la benzina ha una maggior dispersione. In particolare sia per il greggio che per la benzina si osserva che dopo 20 minuti la fuoriuscita è ancora limitata mentre dopo 12 e 24 ore in particolare, risulta già particolarmente diffusa su un'area di raggio circa 4 km per il greggio ed 8 km per la benzina.

Si può osservare, già dall'analisi di questi primi risultati, come la trasformazione della macchia di petrolio o di benzina, sia influenzata dal campo di moto che si instaura nel dominio, animato da particolari vorticosità a larga scala fuori dalle bocche di porto lagunari. Si vuole evidenziare tuttavia che queste turbolenze sono caratterizzate da velocità molto basse, con valori massimi dell'ordine di 0.5 m/s.

Alla fine della simulazione si osserva che il greggio non arriva a lambire i litorali della laguna trovandosi ancora a circa 2 km dalla bocca di porto di Malamocco. Nel caso della benzina invece ciò avviene, dal momento in cui si osservano valori di concentrazione della sostanza non nulli, sia nella zona della bocca di Chioggia che in quella di Malamocco (Figura 2.1-2).



**Figura 2.1-2** Collisione da nave in assenza di vento: fuoriuscita di benzina (500 t in 270 minuti) dopo 48 h – frazione galleggiante; la simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-316).

In generale la concentrazione media della fuoriuscita per il greggio è di circa 0.01 kg/m<sup>2</sup> mentre per la benzina si riscontrano valori medi di circa 0.008 kg/m<sup>2</sup>.

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE Quadro di riferimento ambientale Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

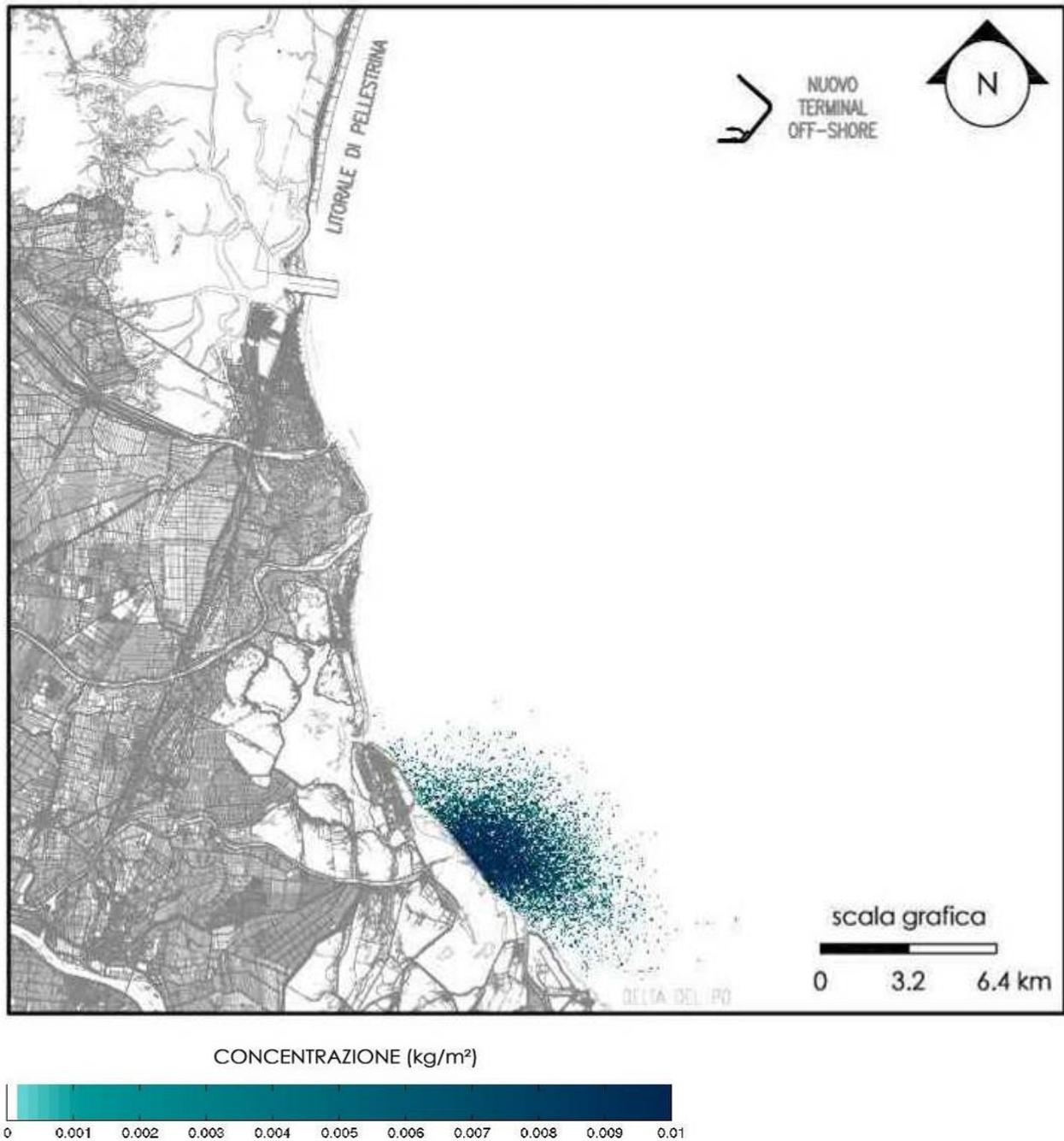
La ripartizione del petrolio all'istante finale della simulazione mostra che il 60% della fuoriuscita fa parte della frazione galleggiante mentre il 28% è aderito a qualche superficie posta all'asciutto o sul fondo del mare mentre il restante 2% risulta disperso.

Nel caso della benzina solo il 28% della quantità fuoriuscita è galleggiante, il 14% è disperso, il 18% è evaporato mentre il 40% ovvero la percentuale maggiore aderisce alla superficie. Il valore particolarmente elevato della frazione di benzina aderente è dovuto principalmente all'assenza di vento, che non fa allontanare la macchia dalla zona del Terminal. Aumenta così la probabilità che le particelle di benzina vadano a contatto con i bordi del Terminal, aderendo ad essi.

L'influenza del vento di bora (10 m/s) sulla destinazione della macchia di idrocarburi fuoriusciti è particolarmente evidente e rappresentata nelle Tavole I3-DIS-317 e I3-DIS-318.

In questo caso la macchia di greggio mantiene una forma compatta durante la simulazione senza lambire le aree del litorale veneto finché, dopo 48 ore, raggiungerebbe la porzione settentrionale del Delta del Po, in provincia di Rovigo (Figura 2.1-3). A causa della maggiore intensità del vento, che induce uno spostamento maggiore dall'area del Terminal, rispetto al caso precedente la frazione aderita diminuisce al 20%, mentre la percentuale galleggiante è sempre preponderante con oltre il 60% della quantità fuoriuscita totale.

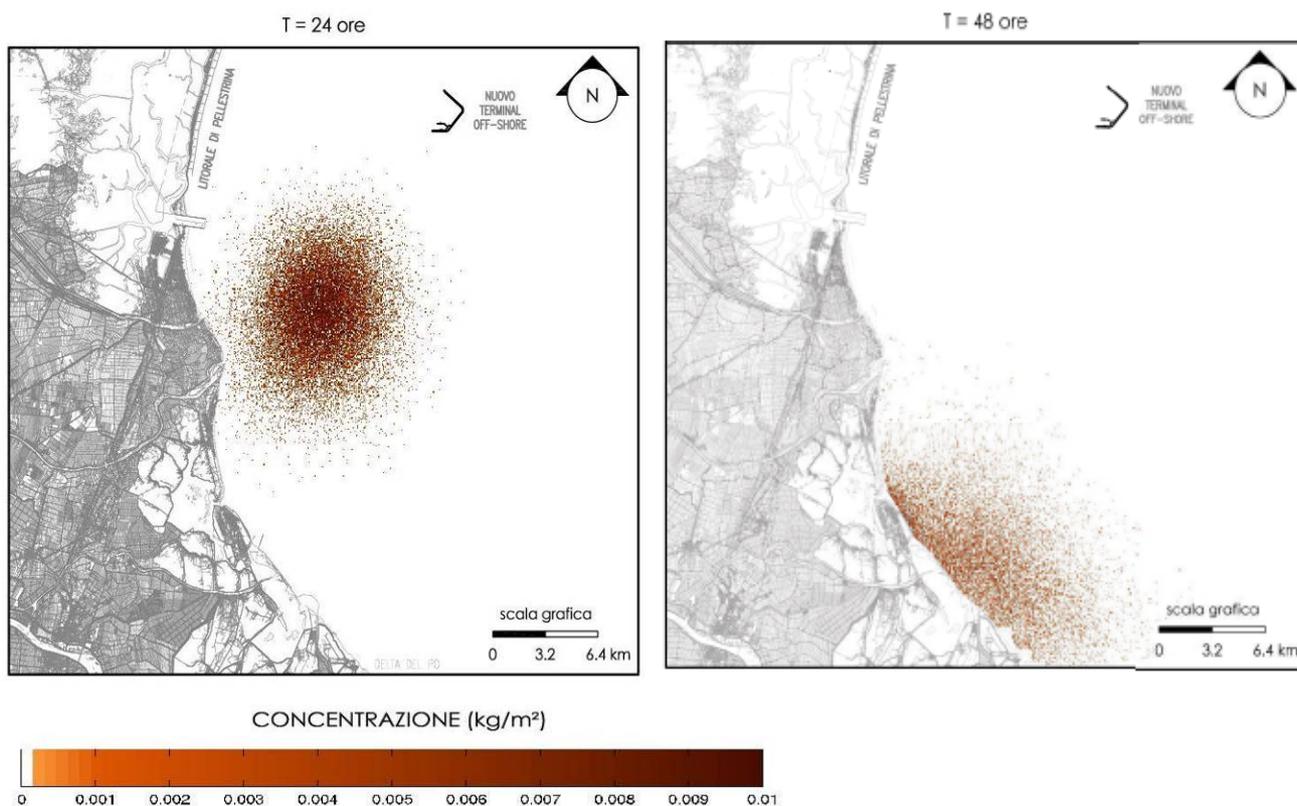
T = 48 ore



**Figura 2.1-3 Collisione da nave in presenza di vento di bora: fuoriuscita di benzina (500 t in 270 minuti) dopo 48 h - frazione galleggiante; la simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-318).**

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta</b> <b>PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Quadro di riferimento ambientale</b> <b>Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

La diffusione della fuoriuscita di benzina con vento di bora a 10 m/s evidenzia un comportamento molto simile a quello del greggio tranne che per la maggior dispersione della sostanza, tanto che già all'istante  $t=24$  ore se ne osserva la presenza fra le foci dei fiumi Brenta e Adige e all'istante finale ( $t=48$  ore) la sostanza verrebbe definitivamente spinta dal vento contro la costa del Delta del Po. In Figura 2.1-4 si riportano i risultati delle simulazioni dopo 24 e 48 ore dall'incidente.



**Figura 2.1-4 Collisione da nave in presenza di vento di bora: fuoriuscita di benzina (500 t in 270 minuti) dopo 24 e 48 h - frazione galleggiante. La simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-318).**

Anche per la benzina, la frazione aderente diminuisce fino ad una percentuale del 24% per effetto del maggior trascinarsi dovuto al vento, che non concede il tempo alla macchia fluttuante di depositarsi. Per quanto riguarda le frazioni galleggianti, dispersa ed evaporata, esse valgono rispettivamente il 32%, il 20% ed il 24% delle 500 tonnellate fuoriuscite durante l'evento di collisione da nave.

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE Quadro di riferimento ambientale Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

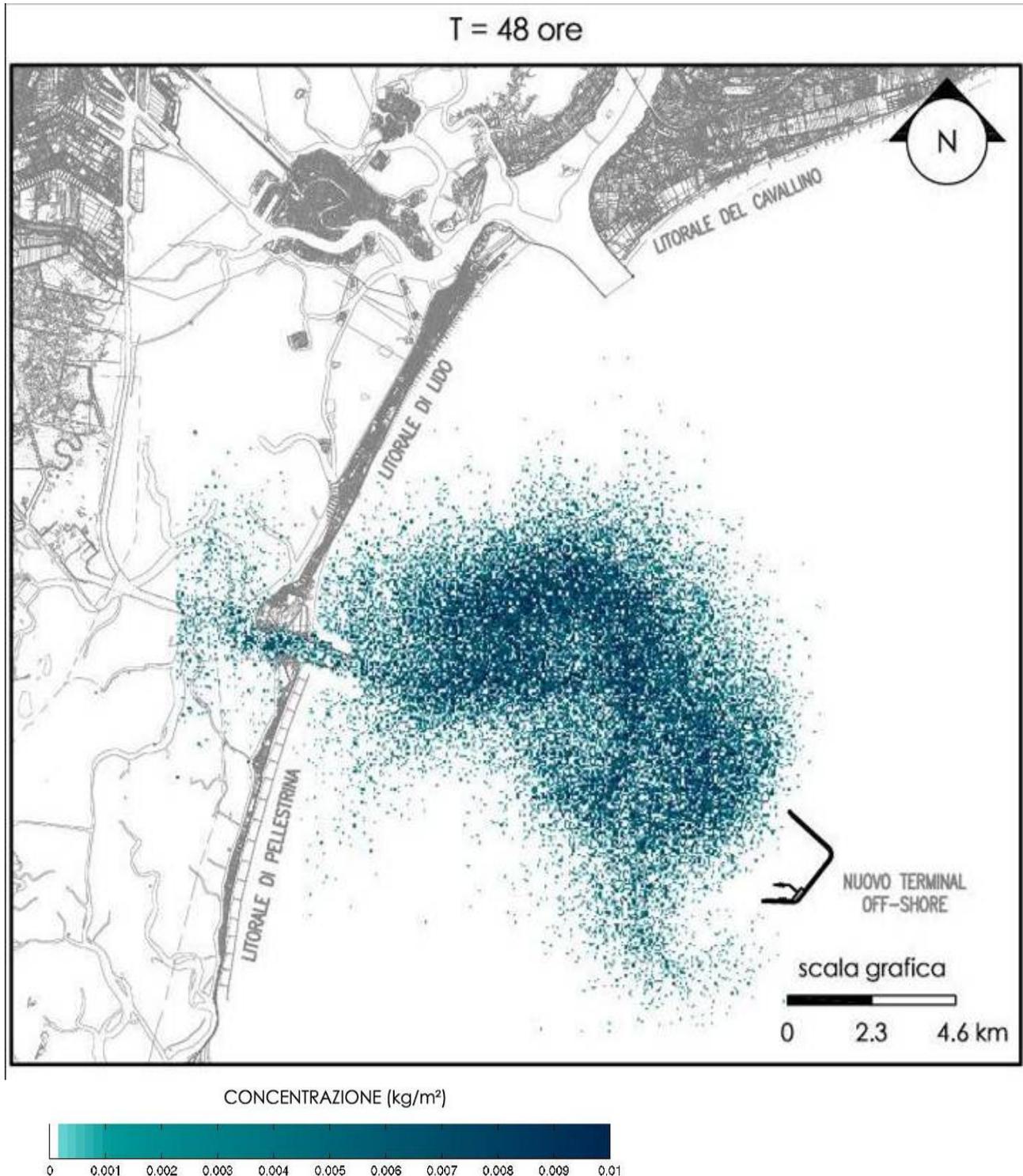
Il vento di scirocco (5 m/s), rappresenta la condizione più favorevole alla dispersione degli idrocarburi all'interno della laguna di Venezia. La diffusione della macchia di greggio è rappresentata nella Tavola I3-DIS-319, mentre quella della benzina è rappresentata nella Tavola I3-DIS-320.

La macchia di greggio sarebbe spinta verso la bocca di porto di Malamocco all'istante finale della simulazione (T= 48h, Figura 2.1-5), mentre nel caso della benzina già all'istante T = 24 ore si osserva che la macchia tenderebbe a muoversi all'interno del porto di Malamocco, mentre dopo 48 ore entrerebbe in laguna Figura 2.1-6.

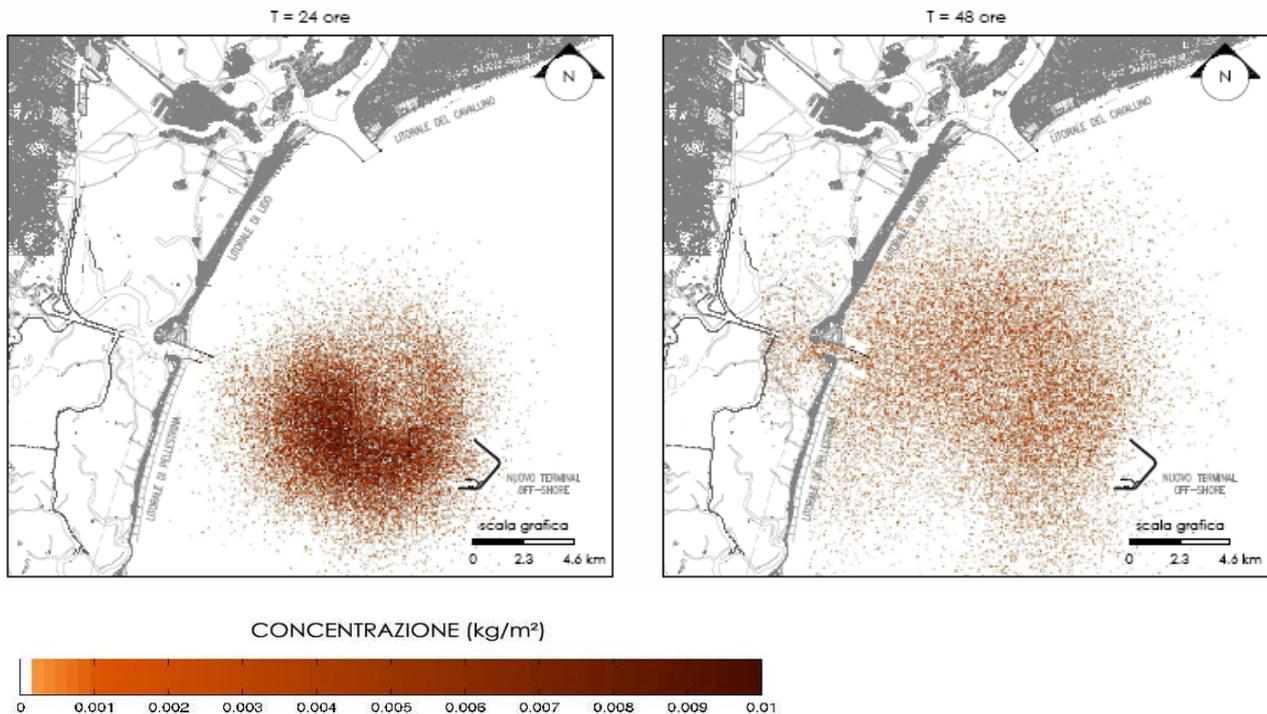
In entrambi i casi comunque, dopo 6 ore dalla fuoriuscita la macchia di greggio e benzina risulta ancora fortemente localizzata nelle vicinanze dell'area del Terminal.

Per quanto riguarda la ripartizione del petrolio all'istante finale quasi l'80% del petrolio fuoriuscito è galleggiante mentre solo il 5% è riconducibile alla frazione aderente. Il restante 15% è di conseguenza petrolio disperso mentre non c'è frazione evaporata.

Nel caso della benzina si stimano percentuali del tutto simili a quelle già evidenziate in condizioni di bora: oltre alla frazione galleggiante (40%), le altre frazioni (dispersa, evaporata e aderente) si attestano sul 20%.



**Figura 2.1-5** Collisione da nave in presenza di vento di scirocco: fuoriuscita di greggio (500 t in 270 minuti) dopo 48 h - frazione galleggiante; la simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-319).



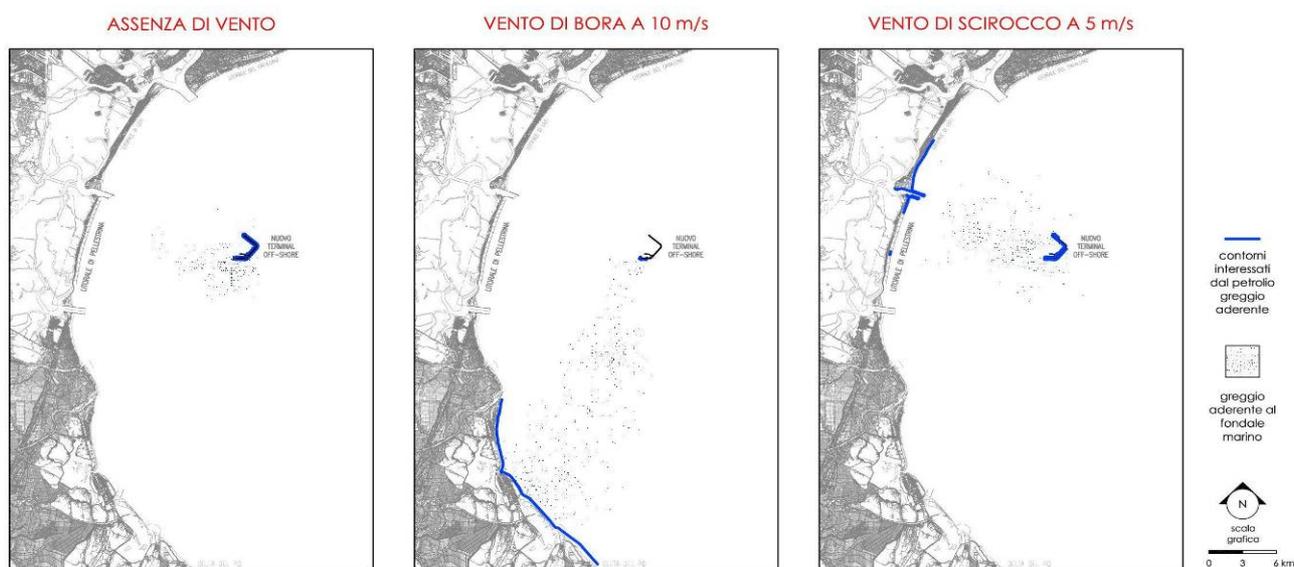
**Figura 2.1-6 Collisione da nave in presenza di vento di scirocco: fuoriuscita di benzina (500 t in 270 minuti) dopo 24 e 48 h - frazione galleggiante; la simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-320).**

Confrontando i diversi casi considerati quindi, la frazione galleggiante del greggio (Tavola I3-DIS-321) risulta pari a circa 307 t su 500 t nel caso dell'assenza di vento, mentre con vento di bora aumenta a circa 330 t ed infine nel caso dello scirocco arriva a oltre 408 t. La frazione galleggiante della benzina (Tavola I3-DIS-322) varia da circa 145 t (assenza di vento) a circa 168 t (vento di bora) ad oltre 189 t per lo scirocco.

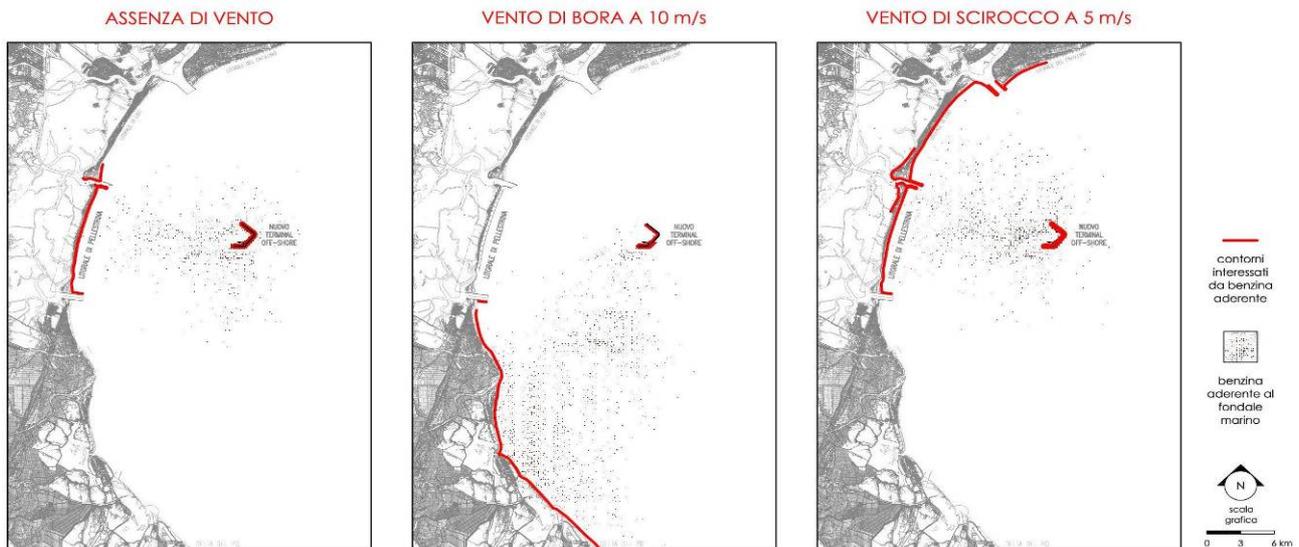
La frazione aderente del greggio (Tavola I3-DIS-323) è minore rispetto a quella della benzina (Tavola I3-DIS-324) e, per l'assenza di vento, è interamente localizzata attorno alla struttura del Terminal ed è quantificata in poco meno di 145 t. Per la simulazione con vento di bora, si osserva che l'adesione del greggio alla costa comprende una fascia di oltre 20 km a sud della foce del fiume Adige, oltre ad una parte del molo meridionale del Terminal per complessive 103 t. Nel caso dello scirocco, l'adesione del greggio si concentra attorno alla bocca di porto di Malamocco ed attorno al Terminal per complessivi 27 t. In tutti i casi nello spazio acqueo tra il Terminal e la costa veneta è presente un'area in cui il petrolio aderisce al fondale marino. La Figura 2.1-7 permette di individuare le aree potenzialmente interessate dalla frazione di greggio aderente, nel caso del vento di bora e di scirocco.

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta</b> <b>PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Quadro di riferimento ambientale</b> <b>Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

Per quanto riguarda infine la frazione aderente della benzina, le quantità in gioco sono maggiori rispetto al greggio, soprattutto nel caso dell'assenza di vento, a causa della maggior dispersione di questa sostanza. In questo caso l'adesione investe il litorale di Pellestrina e parte del litorale del Lido, la struttura del Terminal e lo spazio acqueo interposto fra questi, per complessive 201 t. La simulazione con vento di bora a 10 m/s mostra un'aderenza che parte dalla bocca di porto di Chioggia ed arriva al Delta del Po con una quantità stimata di circa 119 t. Infine nel caso del vento di scirocco le aree interessate sono quelle dei litorali di Pellestrina e Lido oltre alla parte meridionale del litorale del Cavallino per una quantità complessiva di oltre 123 t. Nella Figura 2.1-8, estratta dalla Tavola I3-DIS-324, si dà evidenza delle aree potenzialmente interessate dalla frazione aderente della benzina, nelle condizioni di bora e scirocco, per le quali risulta una maggiore estensione delle aree interessate rispetto al caso di assenza di vento.



**Figura 2.1-7 Aree potenzialmente interessate dalla frazione di greggio aderente in caso di collisione da nave in presenza di vento di bora (sinistra) e di scirocco (destra) all'istante finale (T= 48h); la simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-323).**



**Figura 2.1-8 Aree potenzialmente interessate dalla frazione di benzina aderente in caso di collisione da nave in presenza di vento di bora (sinistra) e di scirocco (a destra) all'istante finale (T= 48h); la simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-324).**

In sintesi, come evidenziato anche nelle tavole di confronto delle diverse condizioni di vento per la frazione galleggiante dei due prodotti considerati (Tavole I3-DIS-321 e I3-DIS-322) è evidente l'effetto di trascinamento ad opera del vento, che nel caso di scirocco e in particolare per la benzina, provoca una diffusione a maggiore potenziale impatto per la laguna e i litorali, in particolare dopo 24 o 48 ore dall'incidente.

Nel caso della frazione aderente, la situazione peggiore per le coste (valutata all'istante finale della simulazione, T= 48h) si verifica ancora per la benzina, sia nel caso del vento di bora (interessando il tratto di costa a sud della bocca di Chioggia fino al delta del Po) sia nel caso del vento di scirocco (interessando parte delle aree di litorale).

Con riferimento all'importanza dell'effetto di trascinamento del vento è importante ricordare che le simulazioni considerano condizioni di vento al contorno costanti in direzione ed intensità per circa 48 ore. Tali condizioni aiutano a discriminare l'effetto potenziale delle diverse condizioni meteo, ma in realtà sovrastimano la diffusione della macchia di idrocarburi, la quale in seguito a condizioni di vento con intensità e direzione variabili subisce spostamenti sicuramente minori.

TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta PROGETTO PRELIMINARE		
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE <b>Quadro di riferimento ambientale</b> <b>Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

**Per una corretta valutazione di tali scenari, è necessario ribadire il carattere estremamente cautelativo delle simulazioni effettuate** per le quali:

- **è stato considerato un caso incidentale** e non la fase di esercizio regolare, a regime, del Terminal;
- **il caso incidentale considerato è un caso gravoso**, caratterizzato da notevole rilascio in mare (500 t), e valutabile con una **frequenza di accadimento complessiva dell'ordine di 10<sup>-4</sup> eventi l'anno**;
- **la simulazione prevede condizioni di vento costanti in direzione ed intensità per circa 48 ore**, in realtà condizioni di maggiore variabilità comportano minori spostamenti delle macchie oleose;
- **non è stato tenuto conto dei sistemi di contenimento e di raccolta spanti previsti invece dal Progetto Preliminare**. Si ritiene a questo proposito che il previsto tempo di intervento dei soccorsi, stimato in 15-20 minuti, risulti sufficiente per contenere lo spanto, evitandone la diffusione così da minimizzare il rischio ambientale.

Per la valutazione degli impatti bisogna altresì considerare che gli eventuali spanti da collisione da nave si verificherebbero in un contesto ambientale molto meno sensibile di quello lagunare. Nelle attuali condizioni infatti, un evento accidentale che dovesse avvenire all'interno dello specchio acqueo lagunare avrebbe conseguenze ben più tragiche del caso qui riprodotto.

Infine si ricorda che tutti gli scenari identificati nell'Analisi di Rischio ricadono nella zona di accettabilità del rischio per l'ambiente marino in quanto sono caratterizzati da frequenze medio-basse e conseguenze locali.

Alla luce di tali considerazioni, si ritiene che l'impatto sulla qualità delle acque in fase di esercizio del Terminal, derivante **da traffico marittimo per collisione da nave**, possa essere considerato **trascurabile**, in relazione alla presenza di interventi di mitigazione in progetto, volti ad una corretta gestione del traffico navale e ad un efficace sistema di contenimento e raccolta degli eventuali spanti, nonché al confronto con la situazione attuale in cui situazioni incidentali possono essere considerate più probabili e con conseguenze più pesanti per l'ecosistema.

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta          PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE          Quadro di riferimento ambientale          Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

### **2.1.2 Rottura dei bracci di carico.**

In condizioni di normale operatività non sono prevedibili fuoriuscite e sversamenti in mare di idrocarburi durante le operazioni di carico e scarico dei prodotti petroliferi. I bracci di carico sono dotati di valvole di sicurezza (contro eventuali sovrappressioni), di sistema di svuotamento e drenaggio a sua volta provvisto di pompe di strappaggio. Le valvole di sicurezza sono dotate di linee di sfiato, collegate ai collettori principali dei prodotti, ad evitare qualsiasi dispersione in ambiente di liquidi o vapori. Tutte le linee e gli accessori dovranno essere soggetti ad analisi e verifiche di stress nelle più gravose condizioni di esercizio e di prova, compreso il caso in cui una parte della linea sia chiusa per manutenzione.

In tal senso l'impatto può considerarsi **nullo**.

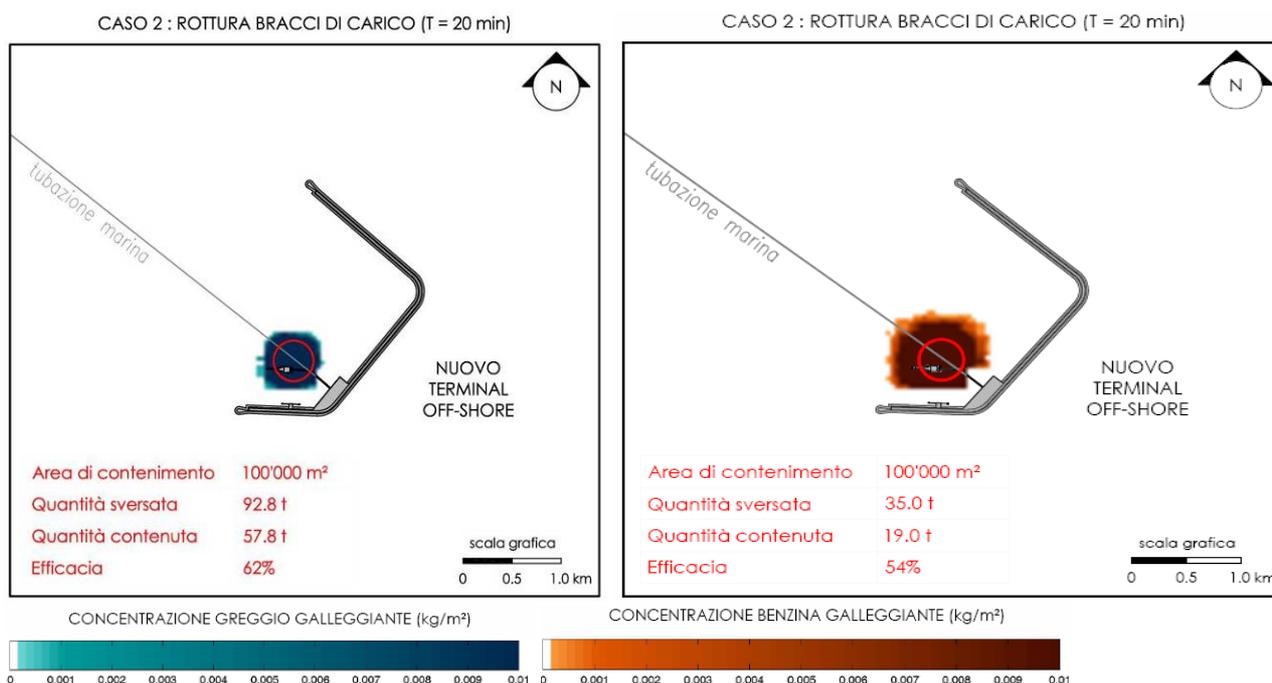
L'unica possibilità di fuoriuscita dei prodotti petroliferi potrebbe verificarsi solo in caso di eventi accidentali valutati nell'Analisi di Rischio: rottura da un foro di 50 mm e rottura totale (100%) dei bracci di carico, entrambi comunque ricadenti in condizioni di accettabilità del rischio, per le conseguenze limitate dell'incidente. E' comunque prevista e raccomandabile la stesura di un sistema antinquinamento (panne) intorno a ciascuna nave in banchina, in modo da garantire il contenimento e recupero di eventuali sversamenti accidentali durante le operazioni di travaso.

Come nel caso di incidente per collisione da nave, anche in questo caso si è voluto esplorare, tramite simulazione modellistica (modello Delft 3D), la modalità e l'entità della diffusione in ambiente idrico dei prodotti petroliferi in caso di rottura dei bracci di carico.

Anche in questo caso valgono le ulteriori considerazioni effettuate a proposito dell'incidente da collisione da nave, relativamente a:

- il previsto tempo di intervento dei soccorsi, considerato sufficiente per contenere lo spanto, evitandone la diffusione così da minimizzare il rischio ambientale. A questo proposito si sottolinea che dopo 12 ore dall'inizio delle simulazioni, la macchia idrocarburica non raggiunge ancora le coste o i litorali della laguna di Venezia;
- la conformazione favorevole del Terminal, spazio protetto che offre possibilità di contenimento e recupero spanti;
- le valutazioni effettuate in sede di Analisi di Rischio, in cui gli scenari di dispersione in ambiente dell'idrocarburo non innescato ricadono in una zona di accettabilità del rischio per le conseguenze limitate dell'incidente in termini di entità dello spandimento (< 1000 tonnellate).

Analogamente a quanto effettuato nel caso di incidente per collisione da nave, per fornire una stima di massima dell'efficacia degli interventi di contenimento previsti, è stato effettuato un confronto tra la quantità di idrocarburi che può essere circoscritta mediante barriere galleggianti e la quantità sversata in mare durante il tempo necessario per il posizionamento delle barriere stesse ( $t=20$  minuti). I risultati, relativi alla fase "galleggiante" degli idrocarburi sversati (ovvero la frazione che può essere contenuta efficacemente mediante sistemi galleggianti di ritenuta) sono visualizzati in Figura 2.1-9, tratta dalle Tavole I3-DIS-313 e I3-DIS-314. La quantità denominata "contenuta" è calcolata in relazione alla concentrazione superficiale di greggio o di benzina osservata all'interno dei circoli indicati nelle figure, rappresentativi delle aree di contenimento. L'efficacia del contenimento, stimata come rapporto percentuale tra la massa che può essere contenuta e quella sversata, è pari al 62% nel caso del greggio e del 54% nel caso della benzina, caratterizzata da maggiore dispersione orizzontale e quindi minore efficacia di contenimento.



**Figura 2.1-9 Efficacia del contenimento dello spunto nel caso di incidente da rottura bracci di carico: fuoriuscita di greggio (a sinistra) e di benzina (a destra) (cfr. Tavole I3-DIS-313 e I3-DIS-314).**

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta</b> <b>PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Quadro di riferimento ambientale</b> <b>Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

Con l'intenzione di valutare quali potrebbero essere le conseguenze, in termini di diffusione e dispersione degli spanti *nell'ipotesi peggiore* sono state effettuate anche alcune simulazioni relative al *peggiore caso incidentale considerato (rottura totale a ghigliottina) in assenza di interventi di contenimento*. Tale caso incidentale comporta in particolare una fuoriuscita di 93 tonnellate di greggio o di 35.4 t di benzina in un minuto. Come nel caso dell'incidente per collisione da nave, nell'interpretare i risultati delle simulazioni è necessario considerare che esse sono estremamente cautelative in quanto non tengono conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare.

Per ciascuna delle tre condizioni idrodinamiche considerate (assenza di vento, vento di bora e vento di scirocco) descritte nel dettaglio al par. 1.1, vengono di seguito commentati i risultati ottenuti, sia nel caso del greggio sia della benzina. Le elaborazioni grafiche ottenute sono riportate nelle Tavole contenute nel fascicolo degli Elaborati grafici. Nel testo sono comunque inserite alcune figure, ritenute tra le più significative per la valutazione degli impatti, tratte dalle Tavole suddette.

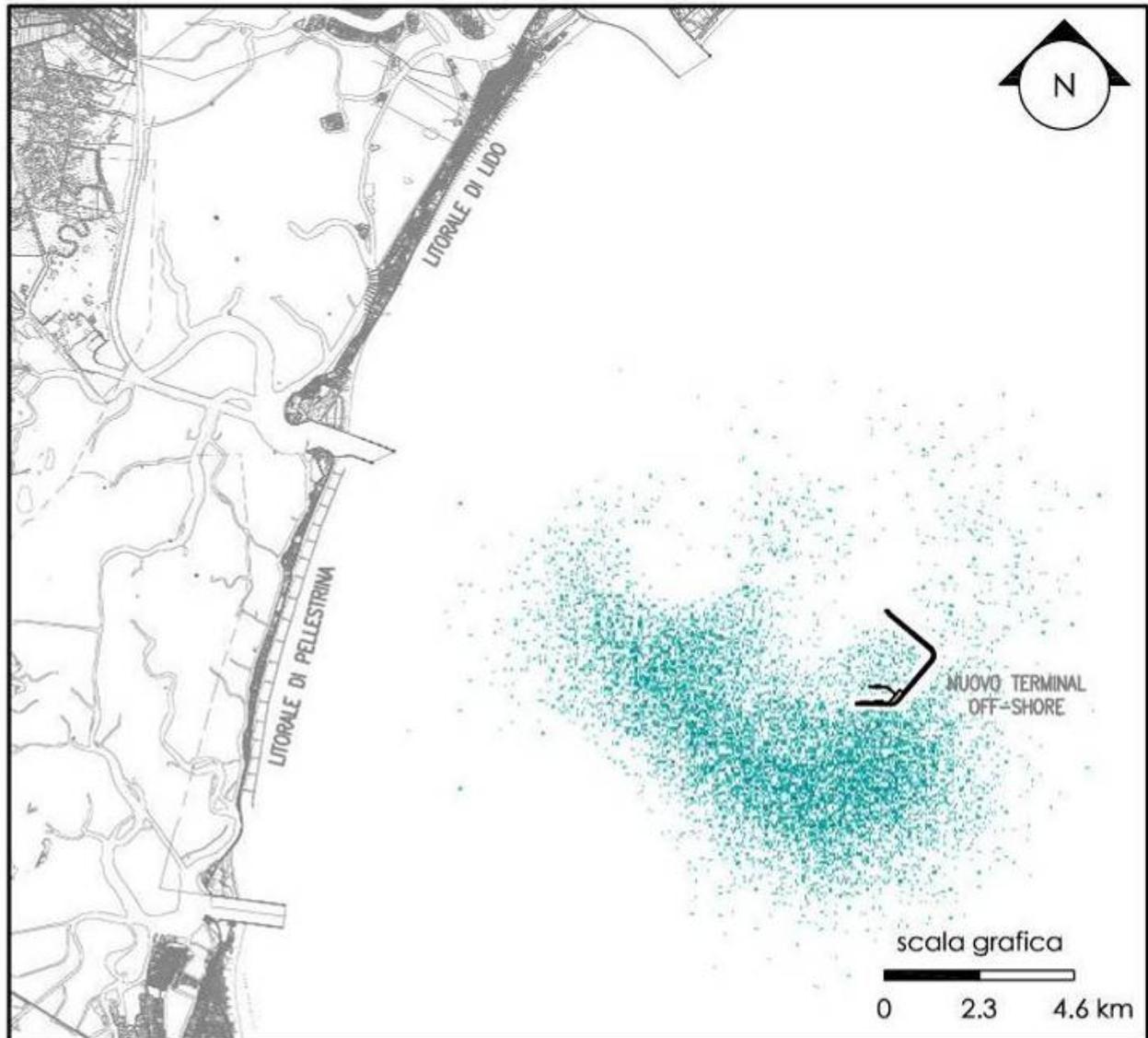
Nel caso di assenza di vento, i risultati sono rappresentati nelle Tavole I3-DIS-325 e I3-DIS-326, per il greggio e la benzina rispettivamente.

Oltre il 73% del carburante risulta aderente al termine della simulazione mentre la parte galleggiante, pari al 22% della quantità fuoriuscita, risulta disposta in uno spazio di circa 15 km attorno al Terminal, senza lambire la costa veneta (Figura 2.1-10).

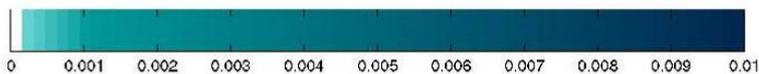
E' importante considerare che al tempo  $t = 24$  ore, dall'inizio della simulazione, la macchia risulta ancora localizzata nell'intorno della struttura portuale, con una concentrazione peraltro abbastanza limitata ( $0.005 \text{ kg/m}^2$ ).

La corrispondente fuoriuscita di benzina (Figura 2.1-11) risente evidentemente della maggior dispersione di tale tipo di combustibile. La macchia di benzina resta infatti localizzata nell'intorno dell'area del Terminal fino al tempo  $t=12$  ore dall'inizio della simulazione mentre al termine della stessa la macchia arriva a lambire la bocca di porto di Malamocco. Alta anche per la benzina la frazione aderente (70%) sul totale dei 35.4 t fuoriusciti dai bracci di carico mentre le rimanenti frazioni, compresa la benzina evaporata, hanno percentuali abbastanza simili tra loro, circa del 10%.

T = 48 ore

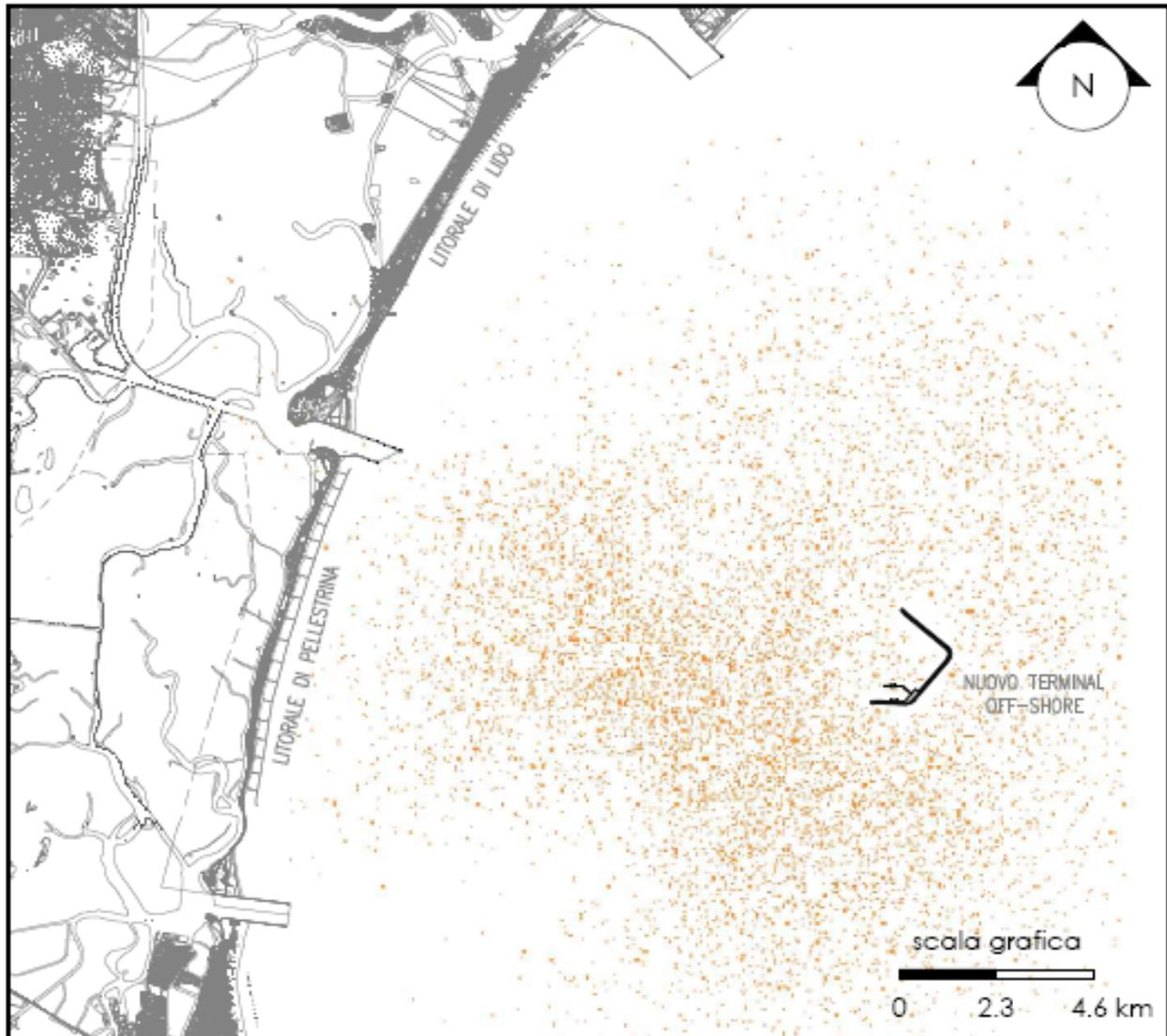


CONCENTRAZIONE (kg/m<sup>2</sup>)

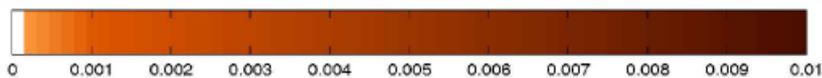


**Figura 2.1-10 Rottura del braccio di carico in assenza di vento: fuoriuscita di greggio (93 t in 1 minuto) dopo 48 h - frazione galleggiante; la simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-325).**

T = 48 ore



CONCENTRAZIONE (kg/m<sup>2</sup>)



**Figura 2.1-11 Rottura del braccio di carico in assenza di vento: fuoriuscita di benzina (35.4 t in 1 minuto) dopo 48 h - frazione galleggiante; la simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-326).**

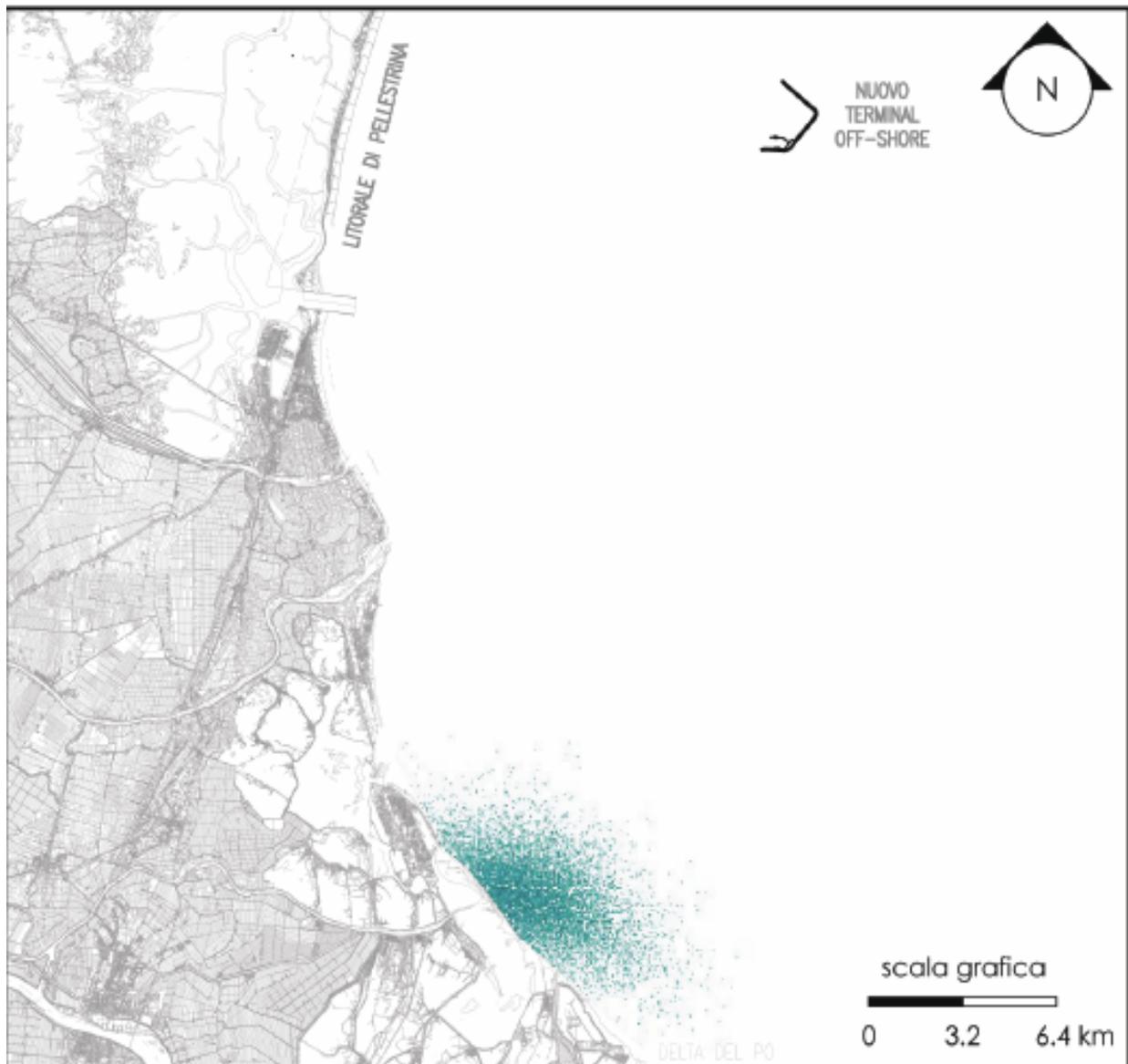
<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE Quadro di riferimento ambientale Allegato 2</b>		
<b>Maggio 2012</b>	<b>II-REL-003</b>	<b>Rev.01</b>

Nel caso di vento di bora (10 m/s per una durata di 48 ore), la macchia di idrocarburi si dirigerebbe verso la costa del Delta del Po.

In particolare nel caso del greggio, riportato nella Tavola I3-DIS-327 da cui è estratta la Figura 2.1-12, in 48 ore di simulazione, aderisce alla superficie una quantità di circa 50 t corrispondente al 53% del combustibile fuoriuscito mentre la restante quantità di petrolio è per la maggior parte galleggiante. Importante notare come la macchia di greggio si dirigerebbe compatta, mantenendo la propria forma in direzione sud-ovest verso le coste del Polesine alle quali si avvicinerebbe solo dopo 48 ore.

Similmente accade per la benzina (Tavola I3-DIS-328 da cui è estratta la Figura 2.1-13) che dopo 48 ore, verrebbe spinta dal vento di bora in direzione del Delta del Po. In questo caso, dopo 24 ore dall'inizio della simulazione la costa a sud della bocca di porto di Chioggia viene avvicinata dalla macchia in movimento. A 12 ore dall'inizio della simulazione la macchia è ancora lontana dalle coste e localizzata in un'area a sud ovest dal Terminal.

T = 48 ore

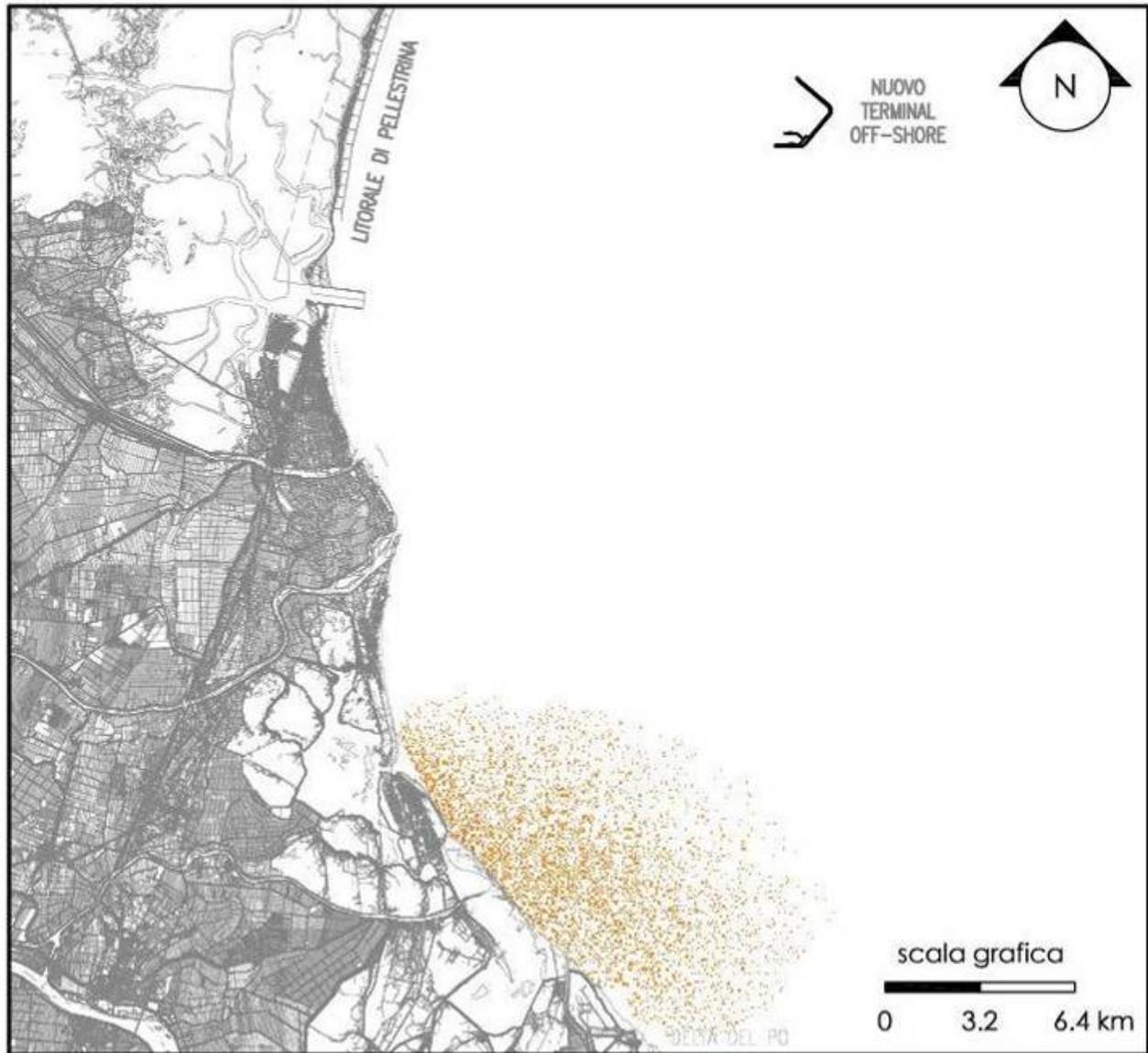


CONCENTRAZIONE (kg/m<sup>2</sup>)

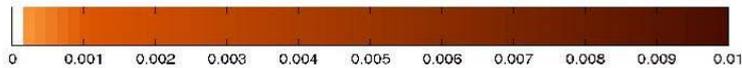


**Figura 2.1-12 Rottura del braccio di carico in presenza di vento di bora: fuoriuscita di greggio (93 t in 1 minuto) dopo 48 h - frazione galleggiante; la simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-327).**

T = 48 ore



CONCENTRAZIONE (kg/m<sup>2</sup>)



**Figura 2.1-13 Rottura del braccio di carico in presenza di vento di bora: fuoriuscita di benzina (35.4 t in 1 minuto) dopo 48 h - frazione galleggiante; la simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-328).**

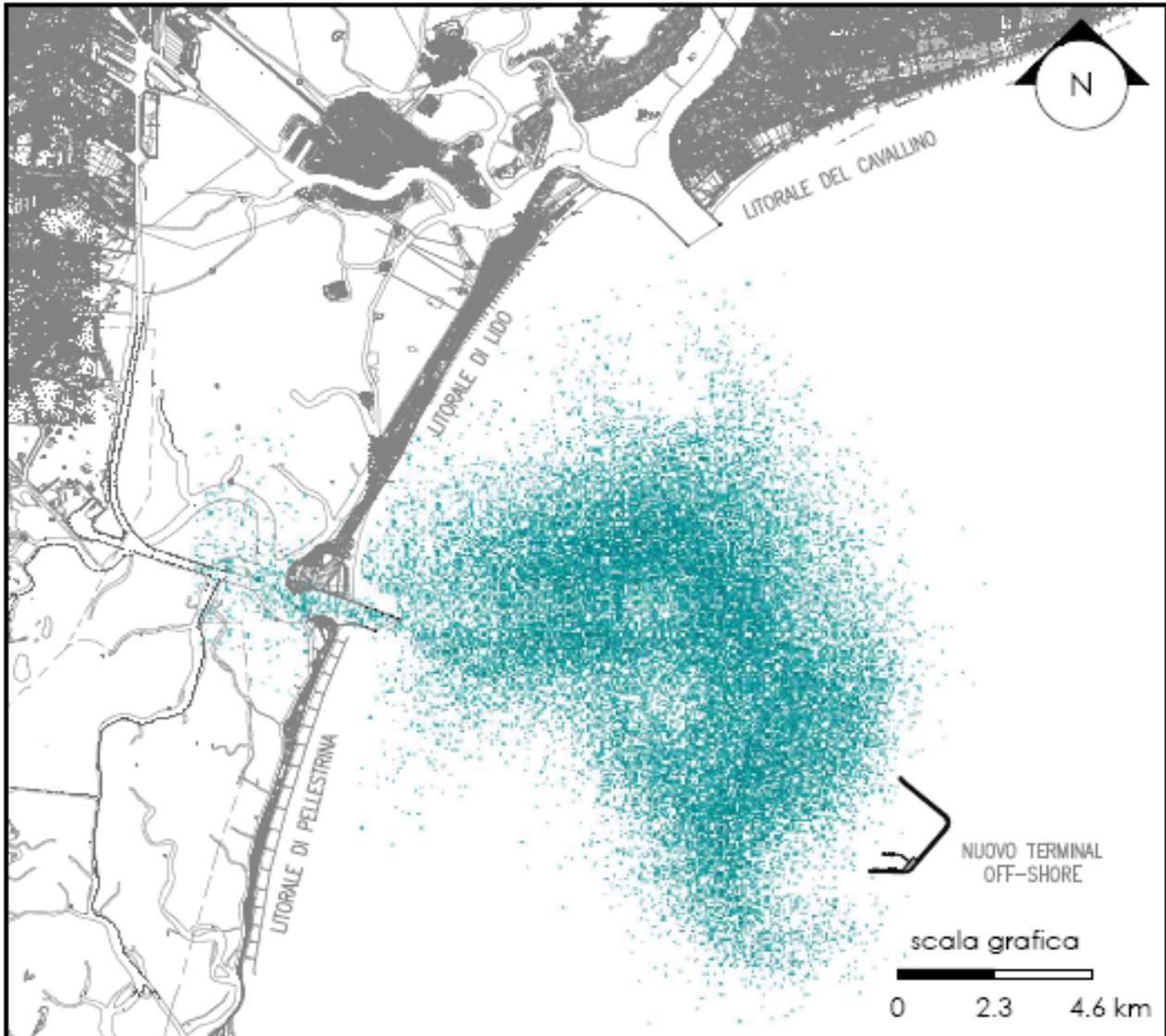
<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE Quadro di riferimento ambientale Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

Nel caso del vento di scirocco (5 m/s per una durata di 48 ore), la diffusione delle macchie di greggio e benzina dovute alla rottura di bracci di carico avviene nello spazio di mare compreso tra il Terminal e la laguna di Venezia, con la relativa rappresentazione contenuta rispettivamente nelle Tavole I3-DIS-329 e I3-DIS-330.

Al termine della simulazione con vento di scirocco (Figura 2.1-14) si osserva, come prevedibile, che una parte della macchia di greggio riuscirebbe ad entrare nello spazio lagunare pur mantenendosi contenuta nei pressi della bocca di porto di Malamocco.

La frazione di petrolio galleggiante in questo caso aumenterebbe considerevolmente arrivando ad una percentuale di oltre il 77% delle 93 t in totale fuoriuscite. L'azione del vento in questo caso è diretta dal Terminal verso la costa ed in tal modo si osserva che la macchia uscirebbe dallo spazio acqueo di pertinenza del Terminal in minor tempo rispetto agli altri casi per cui non aderirebbe alla struttura se non nella parte interna.

T = 48 ore



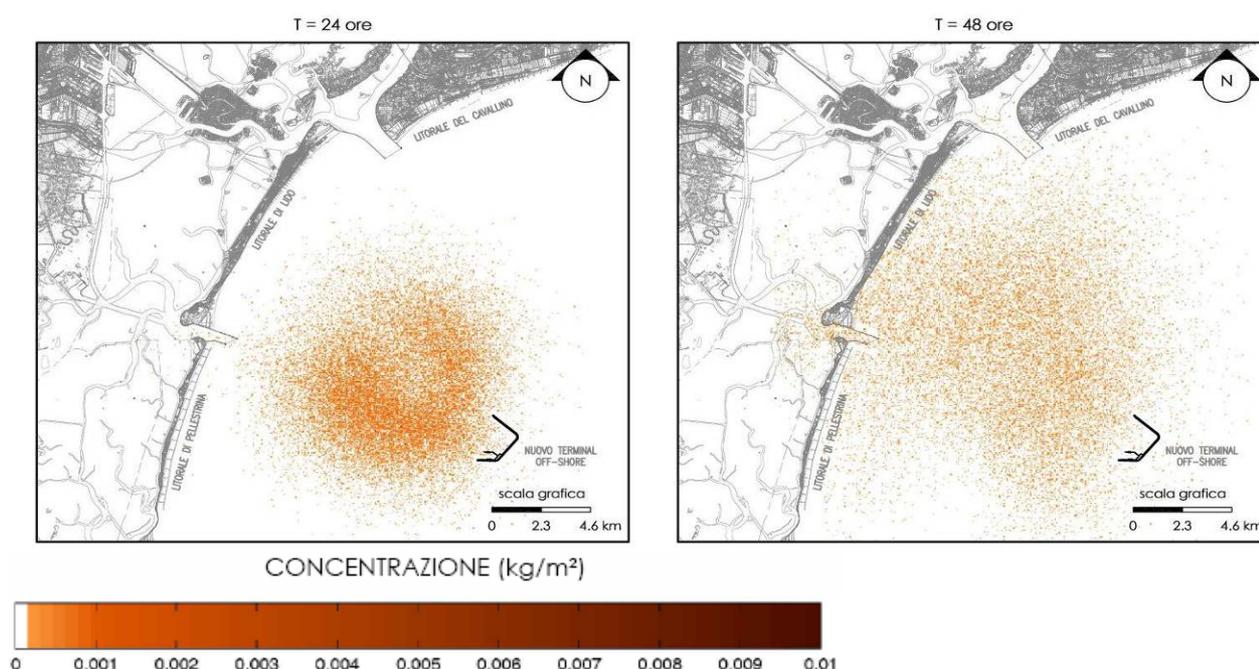
CONCENTRAZIONE (kg/m<sup>2</sup>)



Figura 2.1-14 Rottura del braccio di carico in presenza di vento di scirocco: fuoriuscita di greggio (93 t in 1 minuto) dopo 48 h - frazione galleggiante; la simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-329).

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta</b> <b>PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Quadro di riferimento ambientale</b> <b>Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

Nel caso della benzina (Figura 2.1-15) si osserva che a partire dall'istante  $t=24$  ore, parte della macchia entrerebbe nella laguna di Venezia mentre dopo 48 ore, pur se con una concentrazione limitata a  $0.002 \text{ kg/m}^2$ , il carburante occuperebbe la fascia marina compresa tra la laguna di Venezia ed il Terminal (tra ovest ed est) e tra i litorali di Cavallino e Pellestrina (da nord a sud). Le uniche aree lagunari parzialmente interessate, con concentrazioni ancora inferiori, sarebbero quelle attorno alle bocche di porto di Malamocco e Lido.



**Figura 2.1-15 Rottura del braccio di carico in presenza di vento di scirocco: fuoriuscita di benzina (35.4 t in 1 minuto) dopo 24 e 48 h - frazione galleggiante; la simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-330).**

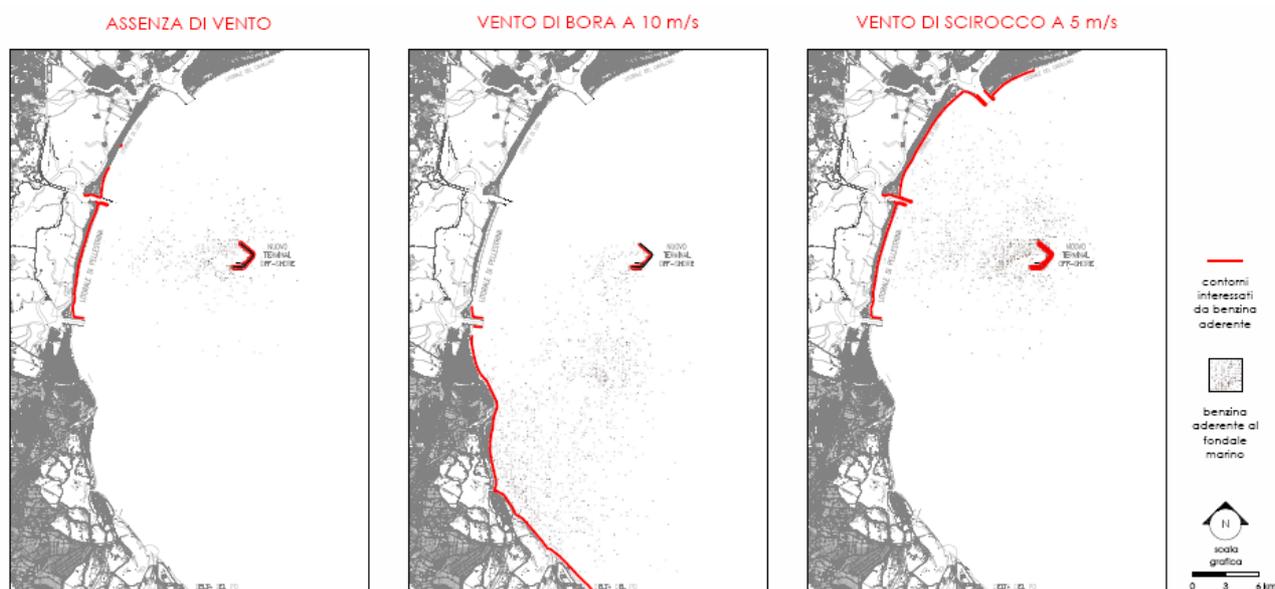
Confrontando le tre condizioni considerate (assenza di vento, vento di bora e di scirocco) per il greggio (Tavola I3-DIS-331), si osserva che la concentrazione spaziale media nei tre casi, alla fine delle simulazioni, è sempre dell'ordine di massimo di  $0.005 \text{ kg/m}^2$  con la quantità galleggiante che aumenta da 20 t nel caso dell'assenza di vento ad oltre 34 t per il vento di bora e a quasi 72 t sul totale di 93 t per il vento di scirocco. I tre casi analizzati sono in generale abbastanza diversi tra loro per quanto riguarda la destinazione finale della macchia risentendo evidentemente della forza trascinatrice del vento che ha la sua intensità massima nel caso della bora. In tal caso si consideri che la macchia viene spostata di quasi 28 chilometri in 48 ore.

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta</b> <b>PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Quadro di riferimento ambientale</b> <b>Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

La quantità galleggiante della benzina varia da 4.7 t in assenza di vento a 6.5 t con vento di bora ad oltre 10 t con vento di scirocco sul totale di 35.4 t, come illustrato nella Tavola I3-DIS-332.

Il fattore vento è determinante anche nel definire il comportamento della frazione aderente degli idrocarburi, influenzando sulla porzione di territorio contro il quale si attacca parte del petrolio (Tavola I3-DIS-333). Nel caso del vento di scirocco la quantità aderente è minima (9%) rispetto ai casi di bora (54%) ed assenza di vento (73%), essendo in questo caso il vento orientato nella direzione uscente dalla struttura portuale. Nel caso della benzina (Figura 2.1-16, Tavola I3-DIS-334) sono invece interessati tratti più vasti dei litorali antistanti la struttura portuale, analogamente a quanto descritto per il caso precedente della collisione da nave.

Anche in questo caso, con riferimento all'importanza dell'effetto di trascinamento del vento è importante ricordare che le simulazioni considerano condizioni di vento al contorno costanti in direzione ed intensità per circa 48 ore. Tali condizioni aiutano a discriminare l'effetto potenziale delle diverse condizioni meteo, ma in realtà sovrastimano la diffusione della macchia di idrocarburi, la quale in seguito a condizioni di vento con intensità e direzione variabili subisce spostamenti sicuramente minori.



**Figura 2.1-16 Aree potenzialmente interessate dalla frazione di benzina aderente in caso di rottura bracci di carico nelle tre condizioni di vento; la simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-334).**

TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta PROGETTO PRELIMINARE		
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE <b>Quadro di riferimento ambientale</b> <b>Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

Analogamente a quanto evidenziato relativamente all'incidente da collisione, anche nel caso della rottura dei bracci di carico, **gli scenari sopra illustrati vanno valutati**, ai fini della stima dell'impatto sull'ambiente idrico, **alla luce delle ipotesi estremamente cautelative assunte nelle simulazioni, che rendono lo scenario rappresentato significativamente più pessimistico di quanto attendibile sulla base delle previsioni progettuali**:

- **è stato considerato un caso incidentale** e non la fase di esercizio regolare, a regime, del Terminal;
- **il caso incidentale considerato è il più gravoso**, essendo causato da rottura totale dei bracci di carico e conseguente notevole fuoriuscita di prodotto (93'000 kg per il greggio e di 35'400 kg per la benzina) valutabile con una frequenza di accadimento dell'ordine di  $10^{-4}$  eventi l'anno;
- **la simulazione prevede condizioni di vento costanti in direzione ed intensità per circa 48 ore**, in realtà condizioni di maggiore variabilità comportano minori spostamenti delle macchie oleose;
- **non è stato tenuto conto dei sistemi di contenimento e di raccolta spanti previsti invece dal Progetto Preliminare.**

Alla luce di tali considerazioni, si ritiene che l'impatto sulla qualità delle acque in fase di esercizio del Terminal, derivante dalle operazioni di carico/scarico dei prodotti, possa essere considerato **trascurabile**, in relazione al carattere esclusivamente incidentale degli eventuali spandimenti e agli interventi di mitigazione in progetto (valvole di sicurezza e sistema di contenimento e raccolta degli eventuali spanti).

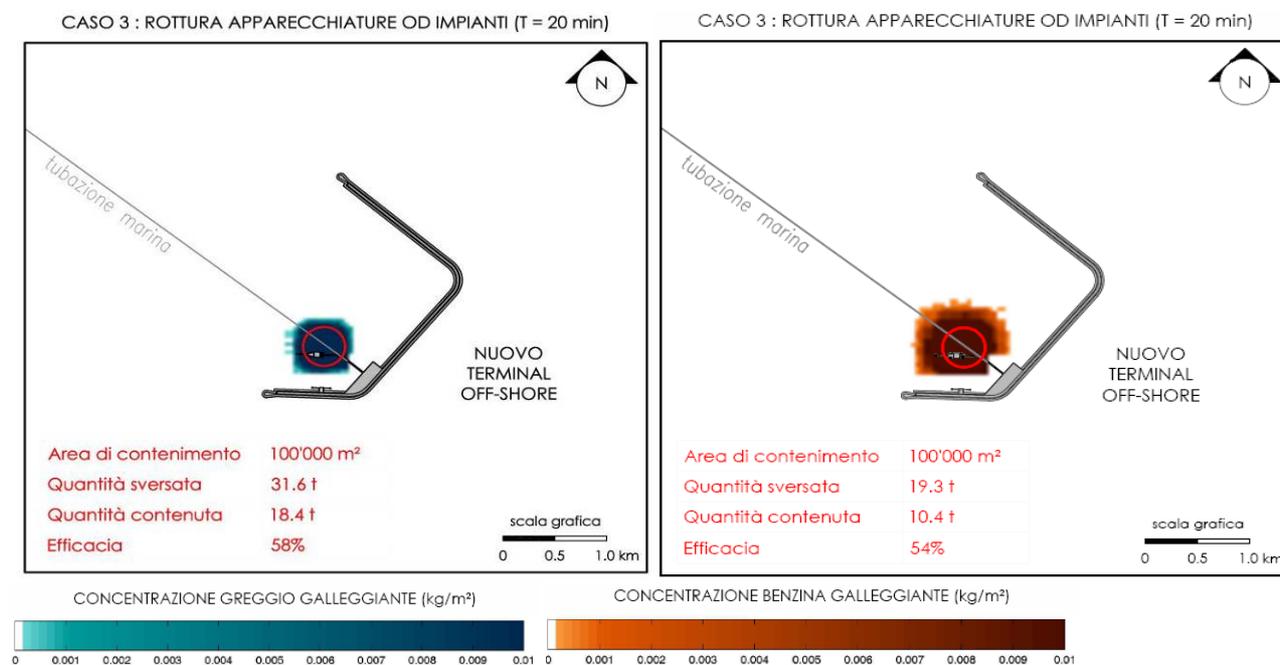
### ***2.1.3 Fuoriuscita di prodotti da apparecchiature e impianti***

Per la valutazione degli impatti si è fatto ancora ricorso alle simulazioni modellistiche (modello Delft 3D, cfr cap. 1), considerando una generica rottura di apparecchiature o impianti della struttura per una quantità fuoriuscita di oltre 31 t di greggio e di oltre 19 t di benzina in un tempo poco superiore al minuto.

In generale si osserva che la fuoriuscita di idrocarburi, dopo un'ora di simulazione, sarebbe ancora interamente contenuta all'interno dello spazio acqueo a servizio del Terminal. Ciò significa che operazioni di contenimento, a meno di un'ora da un eventuale sversamento accidentale, limiterebbero

fortemente la portata di un incidente di questo tipo. Anche in questo caso dunque si considera che il tempo di intervento dei soccorsi sia sufficiente per contenere lo spanto, evitandone l'ulteriore diffusione.

Analogamente a quanto effettuato negli altri casi incidentali, per fornire una stima di massima dell'efficacia degli interventi di contenimento previsti, è stato effettuato un confronto tra la quantità di idrocarburi che può essere circoscritta mediante barriere galleggianti e la quantità sversata in mare durante il tempo necessario per il posizionamento delle barriere stesse (t=20 minuti). I risultati, relativi alla fase "galleggiante" degli idrocarburi sversati (ovvero la frazione che può essere contenuta efficacemente mediante sistemi galleggianti di ritenuta) sono visualizzati in Figura 2.1-17, tratta dalle Tavole I3-DIS-313 e I3-DIS-314. La quantità denominata "contenuta" è calcolata in relazione alla concentrazione superficiale di greggio o di benzina osservata all'interno dei cerchi indicati nelle figure, rappresentativi delle aree di contenimento. L'efficacia del contenimento, stimata come rapporto percentuale tra la massa che può essere contenuta e quella sversata, è pari al 58% nel caso del greggio e del 54% nel caso della benzina, caratterizzata da maggiore dispersione orizzontale e quindi minore efficacia di contenimento.



**Figura 2.1-17 Efficacia del contenimento dello spanto nel caso di incidente da rottura di apparecchi e impianti: fuoriuscita di greggio (a sinistra) e di benzina (a destra) (cfr. Tavole I3-DIS-313 e I3-DIS-314).**

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE Quadro di riferimento ambientale Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

Di seguito la descrizione dell'evento nelle tre condizioni meteo marine considerate, ovvero l'assenza di vento, il vento di bora a 10 m/s ed il vento di scirocco a 5 m/s.

Nel caso di assenza di vento, si fa riferimento alle Tavole I3-DIS-335 e I3-DIS-336 relative alla diffusione del greggio e della benzina rispettivamente.

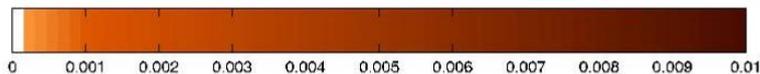
La fuoriuscita di greggio dovuta a rottura di apparecchiature od impianti risulta contenuta nell'intorno del Terminal fino all'istante  $t=24$  ore, ma comunque al termine della simulazione risulta ancora distante, circa 5 km dai litorali lagunari. Si evidenzia rispetto ai casi incidentali sopra considerati (collisione da nave e rottura bracci di carico) una minor concentrazione del petrolio con valori medi compresi tra 0.001 e 0.002 kg/m<sup>2</sup>.

Per quanto riguarda la benzina (Figura 2.1-18) si osserva un notevole abbassamento della concentrazione rispetto ai casi incidentali sopra riportati, con un valore medio inferiore a 0.001 kg/m<sup>2</sup>. La frazione aderente risulta di conseguenza preponderante (70%) rispetto alle altre e addirittura in questo caso la frazione evaporata è comparabile a quella galleggiante.

T = 48 ore



CONCENTRAZIONE (kg/m<sup>2</sup>)



**Figura 2.1-18 Rottura di apparecchiature e impianti in assenza di vento: fuoriuscita di benzina (19.7 t in 1.17 minuti) dopo 48 h – frazione galleggiante; la simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-336).**

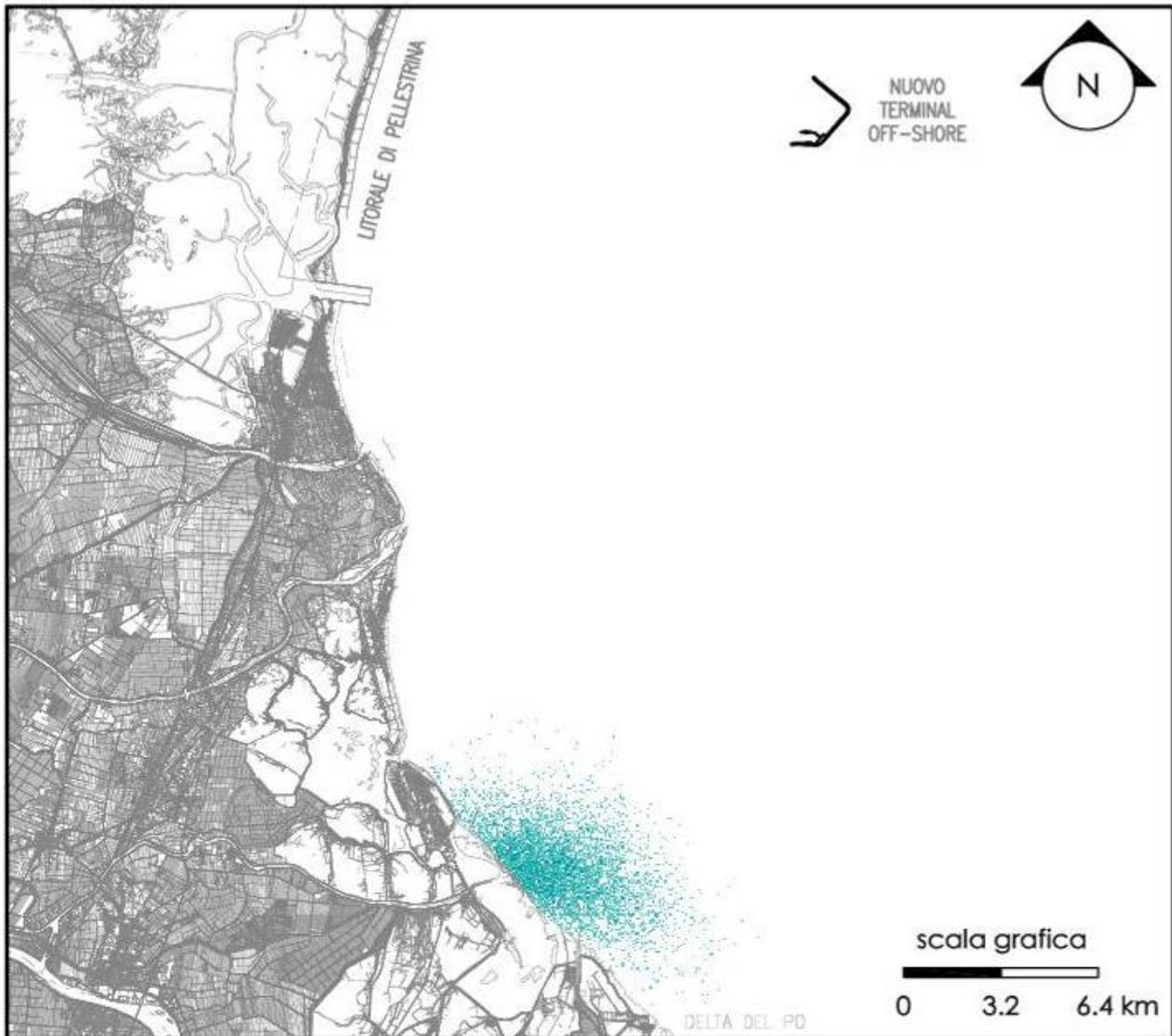
<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE Quadro di riferimento ambientale Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

La presenza del vento di bora (10 m/s per 48 ore), analogamente agli altri casi incidentali sopra considerati, causa una deviazione nella traiettoria della macchia che ancora una volta al termine della simulazione della durata di 48 ore è localizzata lungo la costa del Delta del Po, sia nel caso del greggio che della benzina.

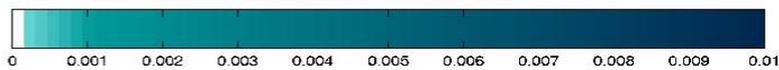
Per quanto attiene in particolare il caso del greggio, rappresentato nella Tavola I3-DIS-337 (da cui è estratta la Figura 2.1-19) è stata calcolata una concentrazione media di petrolio di circa 0.001 kg/m<sup>2</sup> con la frazione aderente (53%) preponderante rispetto a quella galleggiante (38%).

La concentrazione di benzina (Tavola I3-DIS-338) è analogamente bassa, addirittura compresa tra 0 e 0.001 kg/m<sup>2</sup> ed anche in questo caso la frazione aderente è preponderante rispetto alle altre tre (galleggiante, dispersa ed evaporata), dal momento che alla fine della simulazione rappresenta il 54% delle 19.7 t fuoriuscite.

T = 48 ore



CONCENTRAZIONE (kg/m<sup>2</sup>)



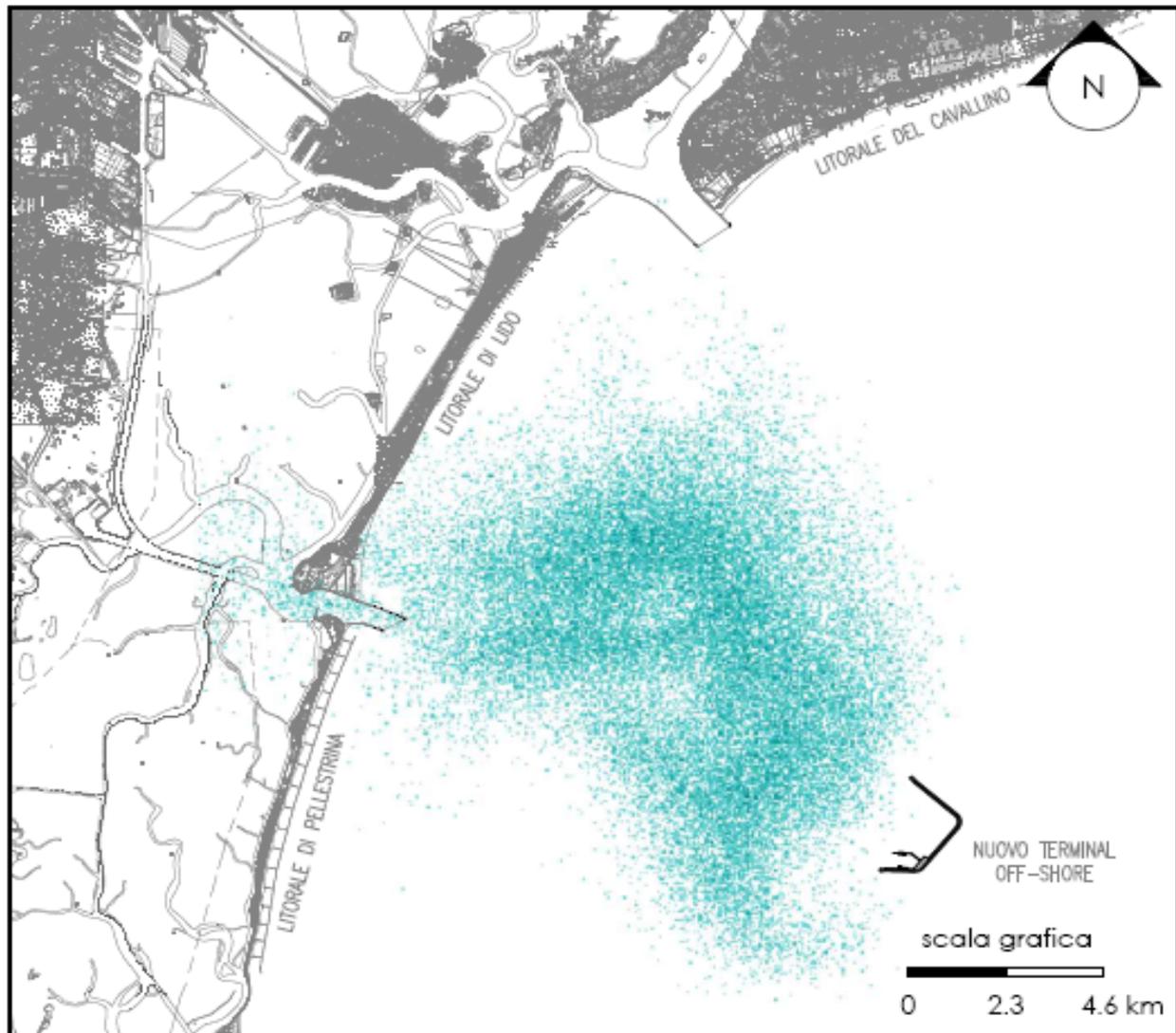
**Figura 2.1-19 Rottura di apparecchiature e impianti in presenza di vento di bora: fuoriuscita di greggio (31.35 t in 1.12 minuti) dopo 48 h – frazione galleggiante; la simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-337).**

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE Quadro di riferimento ambientale Allegato 2</b>		
<b>Maggio 2012</b>	<b>II-REL-003</b>	<b>Rev.01</b>

Nel caso di vento di scirocco (5 m/s per 48 ore), a fine simulazione (t=48 ore) il greggio fluttuante, che costituisce il 77% della quantità fuoriuscita, occupa anche la parte della laguna a diretto contatto con la bocca di porto di Malamocco pur se con concentrazioni dell'ordine di 0.001 kg/m<sup>2</sup>. I risultati sono riportati nella Tavola I3-DIS-339 da cui è estratta la Figura 2.1-20.

La fuoriuscita di benzina alla fine della simulazione (Tavola I3-DIS-340, Figura 2.1-21) si dispone nello spazio acqueo tra il Terminal e la laguna e tuttavia si ferma all'interno della bocca di porto di Malamocco. La concentrazione anche in questo caso è molto bassa, dell'ordine di 0.001 kg/m<sup>2</sup> e indica che una fuoriuscita di questa quantità ha minore impatto rispetto ai precedenti casi incidentali considerati. La ripartizione tra le varie frazioni mostra una situazione abbastanza distribuita nelle quattro componenti con anche in questo caso la preponderanza della frazione aderente sulla galleggiante.

T = 48 ore

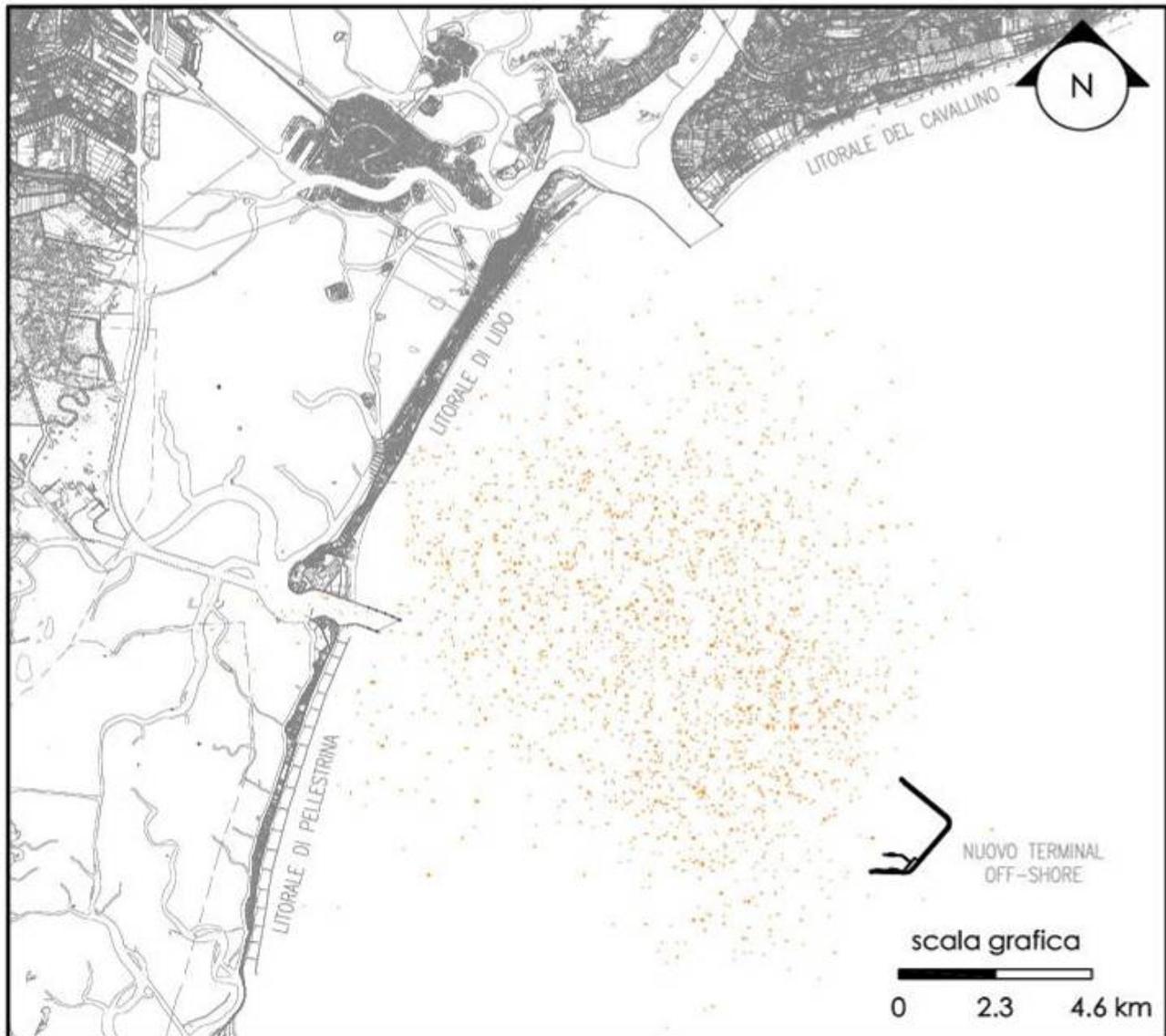


CONCENTRAZIONE (kg/m<sup>2</sup>)

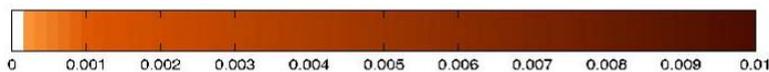


**Figura 2.1-20 Rottura di apparecchiature e impianti in presenza di vento di scirocco: fuoriuscita di greggio (31.35 t in 1.12 minuti) dopo 48 h – frazione galleggiante; la simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-339).**

T = 48 ore



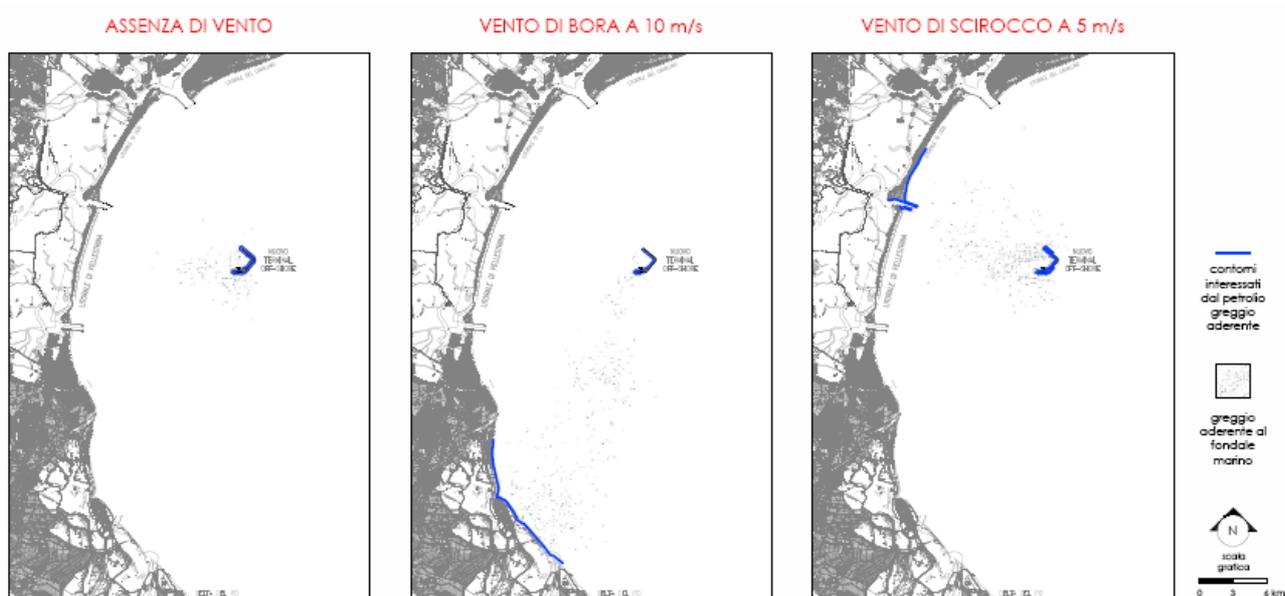
CONCENTRAZIONE (kg/m<sup>2</sup>)



**Figura 2.1-21 Rottura di apparecchiature e impianti in presenza di scirocco: fuoriuscita di benzina (19.7 t in 1.17 minuti) dopo 48 h - frazione galleggiante; la simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-340).**

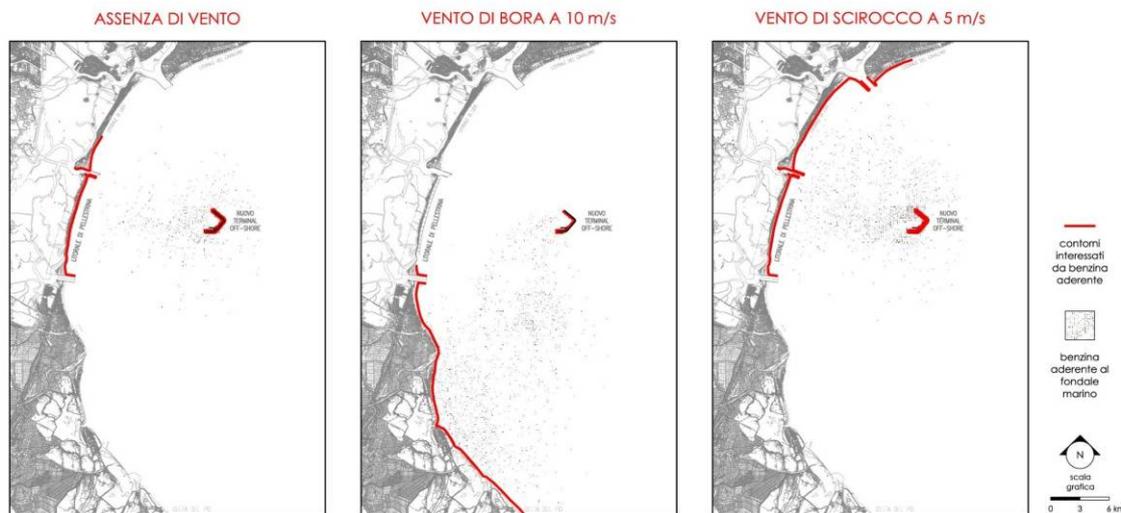
<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE Quadro di riferimento ambientale Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

La rappresentazione della frazione aderente nei tre casi del greggio è rappresentata nella Tavola I3-DIS-343 da cui è tratta la Figura 2.1-22. Il maggior quantitativo di petrolio aderente si riscontrerebbe in assenza di vento e sarebbe essenzialmente limitato all'area del Terminal, mentre negli altri due casi lambirebbe la costa veneta a sud dell'Adige (vento di bora) ed il litorale di Lido (vento di scirocco).



**Figura 2.1-22 Aree potenzialmente interessate dalla frazione di greggio aderente in caso di rottura apparecchi e impianti nei tre casi considerati; la simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-343).**

Nella tavola I3-DIS-344, riprodotta in Figura 2.1-23 è riportata l'analogia rappresentazione della benzina aderente che investe l'area più estesa di litorale nel caso del vento di bora: dalla bocca di porto di Chioggia al Delta del Po. Nel caso del vento di scirocco, sarebbero invece i litorali (Pellestrina, Lido e parte del Cavallino) ad essere maggiormente interessati.



**Figura 2.1-23 Aree potenzialmente interessate dalla frazione di benzina aderente in caso di rottura apparecchi e impianti nei tre casi considerati; la simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-344).**

In sintesi, confrontando le diverse simulazioni effettuate per la frazione galleggiante (si vedano anche le Tavole I3-DIS-341 I3-DIS-342), si può concludere che per entrambi i combustibili il caso più gravoso dal punto di vista ambientale sarebbe quello con vento di scirocco per il quale si ha il maggior quantitativo di frazione galleggiante, che nel caso del greggio entrerebbe all'interno della laguna di Venezia, seppur limitatamente ad un'area localizzata attorno alla bocca di Malamocco.

Si considera dunque che l'impatto sulla qualità delle acque in relazione al rilascio di idrocarburi dalle apparecchiature e impianti, sia **trascurabile**, in relazione al carattere esclusivamente incidentale dell'evento e agli interventi di mitigazione e controllo previsti nel progetto (sistemi di contenimento degli spanti e specifiche attività di manutenzione del Terminal). Si tengono in considerazione inoltre le valutazioni effettuate in sede di Analisi di Rischio, in cui gli scenari di dispersione in ambiente dell'idrocarburo non innescato ricadono in una zona di accettabilità del rischio per le conseguenze limitate dell'incidente in termini di entità dello sversamento, anche nel caso più gravoso di un foro da 150 mm.

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta</b> <b>PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Quadro di riferimento ambientale</b> <b>Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

#### **2.1.4 Fuoriuscita di prodotti dalle condotte sottomarine**

Fuoriuscite di idrocarburi dalle condotte sub lagunari e sottomarine possono essere ipotizzate solo in caso di incidente, come valutato in sede di Analisi di Rischio. Nella valutazione delle frequenze di rottura sono state considerate sia cause esterne (impatto con ancora o con oggetto in affondamento) sia cause interne (rottura random dovuta a corrosione o difetti del materiale).

Per ciò che riguarda il tratto marino, l'analisi ha concluso che nessuno degli agenti esterni considerati risulta poter essere causa credibile di un rilascio dalle tubazioni, in relazione alla bassa frequenza di accadimento degli eventi o alla modalità di impatto dell'agente esterno che difficilmente porta a rotture o danneggiamenti delle condotte sottomarine. Lo scenario di rottura per cause interne risulta invece avere una frequenza complessiva (per le tre tubazioni) dell'ordine dei  $10^{-3}$  ed è stato analizzato in termini di rilascio di idrocarburi. L'evento risulta ricadere in zona ALARP (As Low As Reasonably Practicable, caso in cui è opportuno adottare tutte le misure di prevenzione o di mitigazione tecnicamente ed economicamente praticabili) in quanto la frequenza attesa dell'evento è abbastanza elevata e le conseguenze risultano moderate. La frequenza considerata è da considerarsi comunque molto cautelativa dato che il progetto prevede un passaggio frequente di "pig" per la valutazione delle condizioni della linea e la rilevazione tempestiva di eventuali danneggiamenti della condotta. Le condotte saranno inoltre dotate di rivestimento avente lo scopo di proteggerle dalle azioni aggressive del mezzo entro cui sono collocate e dalle corrosioni causate da correnti elettriche naturali o disperse.

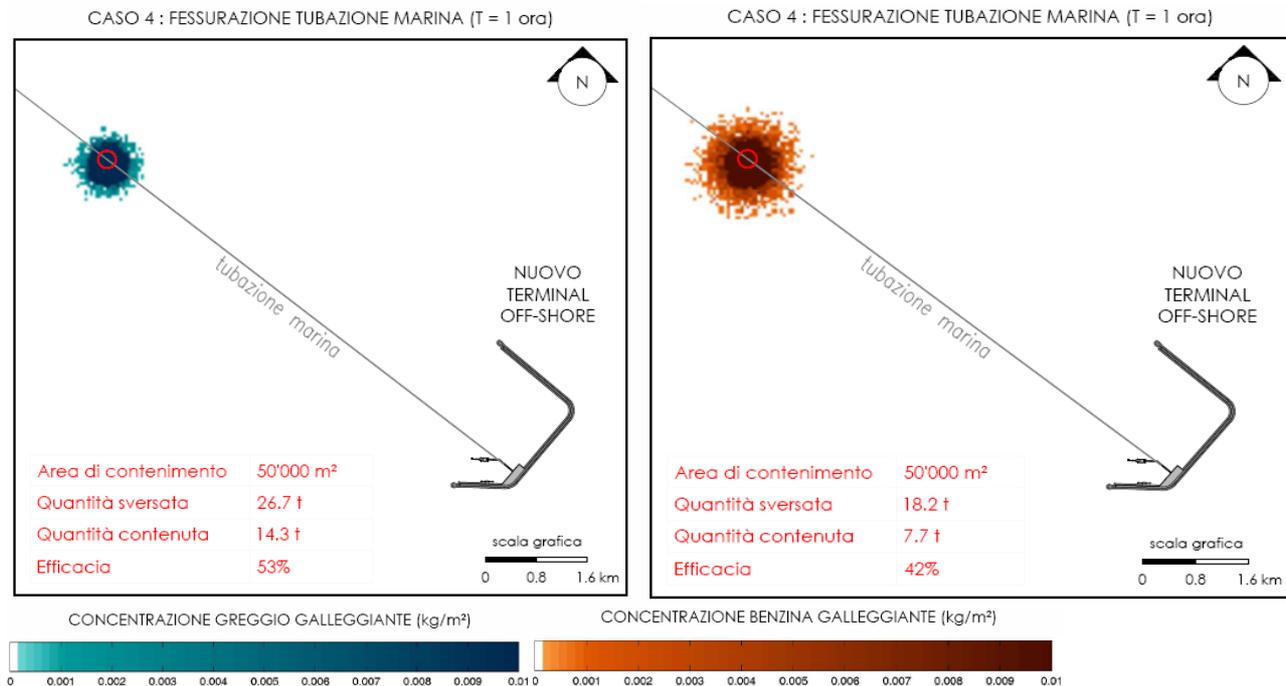
Per ciò che riguarda il tratto lagunare, si considera che le condotte sono realizzate con tecnica di microtunneling che comporta una elevata profondità di interro (dell'ordine di 30 m). Questo fa sì che le tubazioni non siano soggette ad eventi generati da cause esterne e che l'unico rischio di rottura sia pertanto legato a cause interne (difetti di materiali o corrosione). Si aggiunge a questo un rischio legato a rotture e fuoriuscite dalle valvole di intercettazione poste lungo la linea, peraltro racchiuse entro pozzetti confinati e ispezionabili. La frequenza di rotture e sversamenti per le 3 tubazioni è dell'ordine di  $10^{-3}$ , mentre quella relativa alle valvole e agli elementi di giunzione (flange) è dell'ordine di  $10^{-4}$ . Anche in questo caso, le frequenze considerate sono da considerarsi molto cautelative dato che il progetto prevede un passaggio frequente di "pig" per la valutazione delle condizioni della linea e la rilevazione tempestiva di eventuali danneggiamenti della condotta.

Come nei precedenti casi incidentali esaminati, la valutazione degli impatti in relazione alla fuoriuscita di idrocarburi dalle tubazioni è stata supportata da simulazioni modellistiche mediante applicazione del modello Delft 3D. Si è ipotizzata in questo caso una fessurazione con diametro di 20 mm in un punto intermedio lungo il tratto di condotta compreso tra il Terminal ed il cordone litoraneo di Lido (Figura 1.1-2).

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE Quadro di riferimento ambientale Allegato 2</b>		
<b>Maggio 2012</b>	<b>II-REL-003</b>	<b>Rev.01</b>

Nel caso del greggio si sono valutati gli effetti di una fuoriuscita complessiva di circa 133 tonnellate in 7 ore complessive, mentre per la benzina la quantità totale fuoriuscita, nel medesimo tempo, è pari a circa 93 tonnellate. In entrambi i casi, la portata è stata variata fra la prima ora e le successive sei, come definito nel par. 1.1, per tenere conto della progressiva riduzione della portata immessa nella tubazione.

Per fornire una stima di massima dell'efficacia degli interventi di contenimento previsti, è stato effettuato un confronto tra la quantità di idrocarburi che può essere circoscritta mediante barriere galleggianti e la quantità sversata in mare durante il tempo necessario per il posizionamento delle barriere stesse (t=1 ora). I risultati, relativi alla fase "galleggiante" degli idrocarburi sversati (ovvero la frazione che può essere contenuta efficacemente mediante sistemi galleggianti di ritenuta) sono visualizzati in Figura 2.1-24, tratta dalle Tavole I3-DIS-313 e I3-DIS-314. La quantità denominata "contenuta" è calcolata in relazione alla concentrazione superficiale di greggio o di benzina osservata all'interno dei circoli indicati nelle figure, rappresentativi delle aree di contenimento. L'efficacia del contenimento, stimata come rapporto percentuale tra la massa che può essere contenuta e quella sversata, è pari al 53% nel caso del greggio e del 42% nel caso della benzina, caratterizzata da maggiore dispersione orizzontale e quindi minore efficacia di contenimento.



**Figura 2.1-24 Efficacia del contenimento dello spanto nel caso di incidente da fessura tubazione marina: fuoriuscita di greggio (a sinistra) e di benzina (a destra) (cfr. Tavole I3-DIS-313 e I3-DIS-314).**

Con l'intenzione di valutare quali potrebbero essere le conseguenze, in termini di diffusione e dispersione degli spanti *nell'ipotesi peggiore*, sono state effettuate anche alcune simulazioni relative *al caso di assenza di interventi di contenimento* che vengono descritte nel seguito.

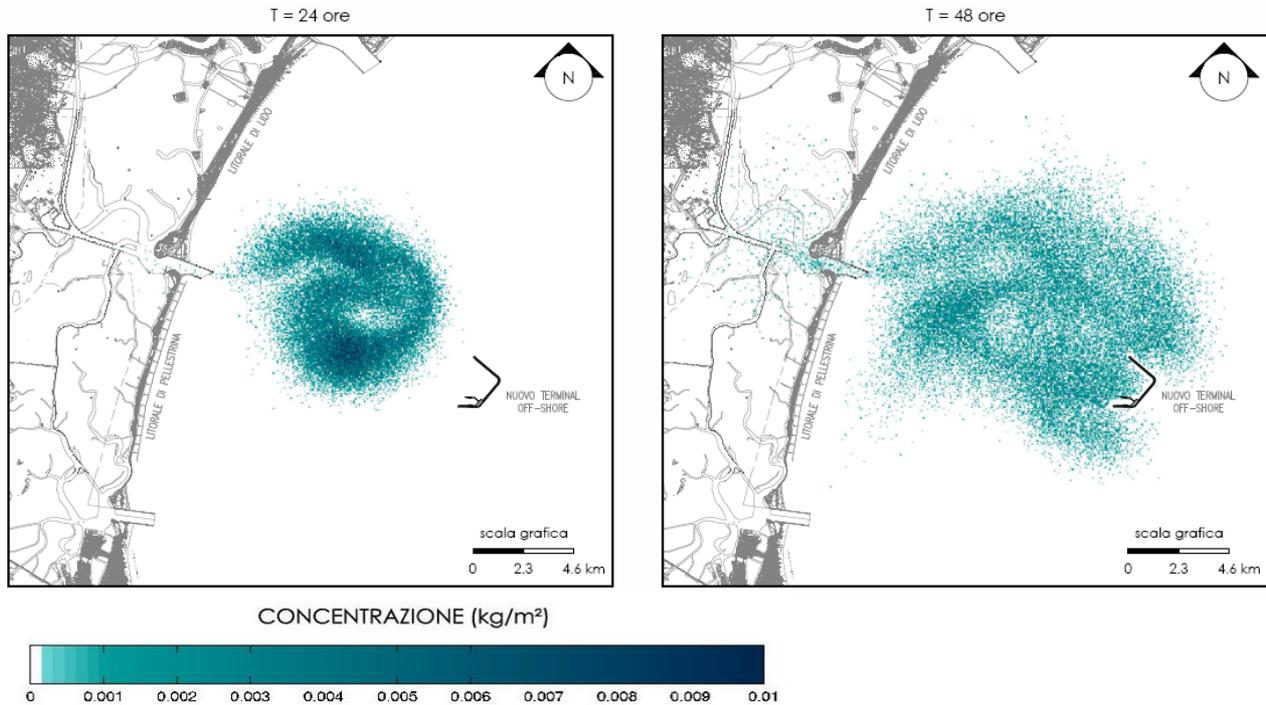
In assenza di vento (Tavole I3-DIS-345 e I3-DIS-346) si osserva che agli istanti 12 e 24 ore dall'inizio della simulazione, che corrispondono a 5 e 17 ore dal termine della fuoriuscita (Figura 2.1-25 e Figura 2.1-26), sia il greggio che la benzina tendono ad entrare in laguna e, alla fine della simulazione, la macchia di idrocarburi occupa gran parte dello spazio acqueo tra il Terminal stesso ed il litorale, oltre alla porzione di laguna attorno alla bocca di porto di Malamocco. Si nota anche come la macchia di greggio fuoriuscito durante le 7 ore di rilascio abbia un particolare comportamento, dovuto ai vortici a larga scala prodotti dalle correnti entranti ed uscenti dalla bocca di porto lagunare di Lido.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE  
Quadro di riferimento ambientale  
Allegato 2

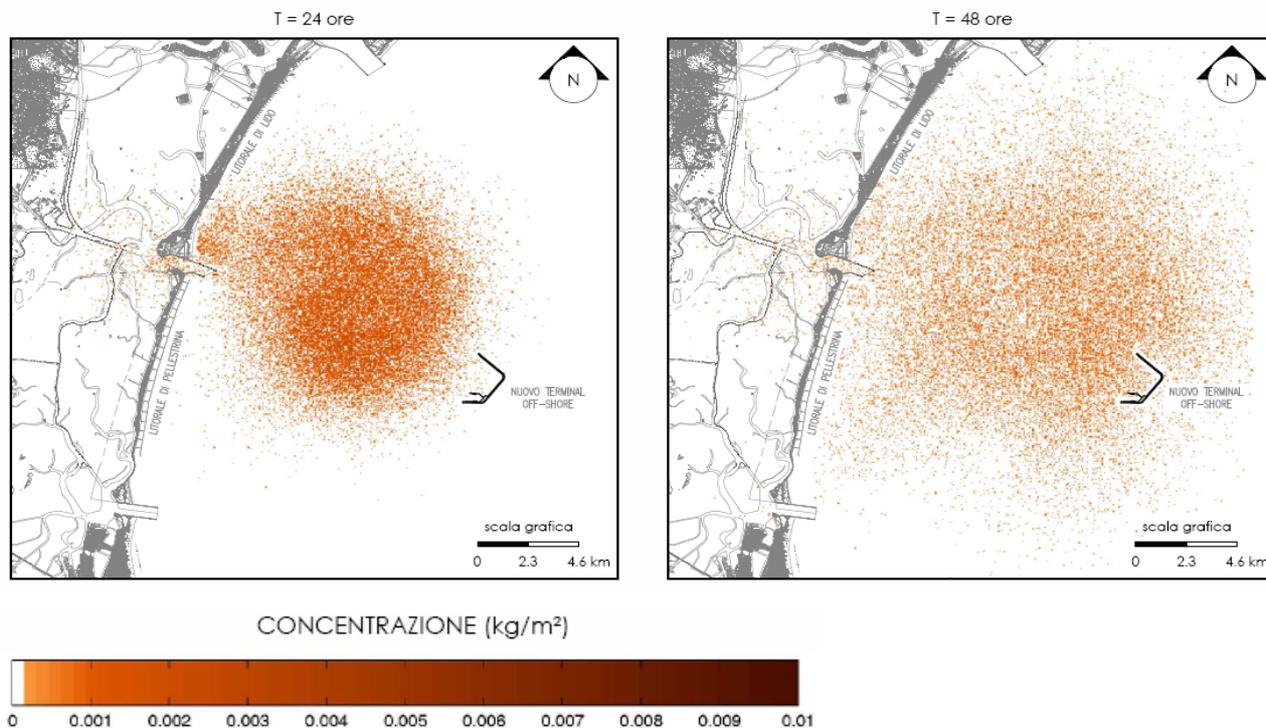
Maggio 2012

II-REL-003

Rev.01



**Figura 2.1-25 Fessurazione tubazione marina in assenza di vento: fuoriuscita di greggio (133 t in 7 ore) dopo 48 h - frazione galleggiante; la simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-345).**



**Figura 2.1-26 Fessurazione tubazione marina in assenza di vento: fuoriuscita di benzina (93 t in 7 ore) dopo 24 e 48 h - frazione galleggiante; la simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-346).**

Il vento di bora (10 m/s per 48 ore), similmente agli altri casi incidentali descritti in precedenza, spinge la fuoriuscita di carburante verso la bocca di porto di Chioggia ed il Delta del Po. In particolare si osserva che nel caso del greggio (Tavola I3-DIS-347 e Figura 2.1-27), all'istante  $t = 24$  ore, la macchia fluttuante è interamente localizzata nell'area del porto di Chioggia, mentre all'istante finale la frazione galleggiante, che rappresenta circa il 6% della fuoriuscita totale, si trova dislocata lungo il Delta e la Valle del Brenta, nella porzione meridionale della laguna. Una distribuzione simile si osserva nel caso dello spanto di benzina (Tavola I3-DIS-348 e Figura 2.1-28) pur se con una maggior dispersione in ragione della diversa natura del combustibile fuoriuscito, la cui frazione galleggiante all'istante finale della simulazione rappresenta il 10% circa della quantità totale.

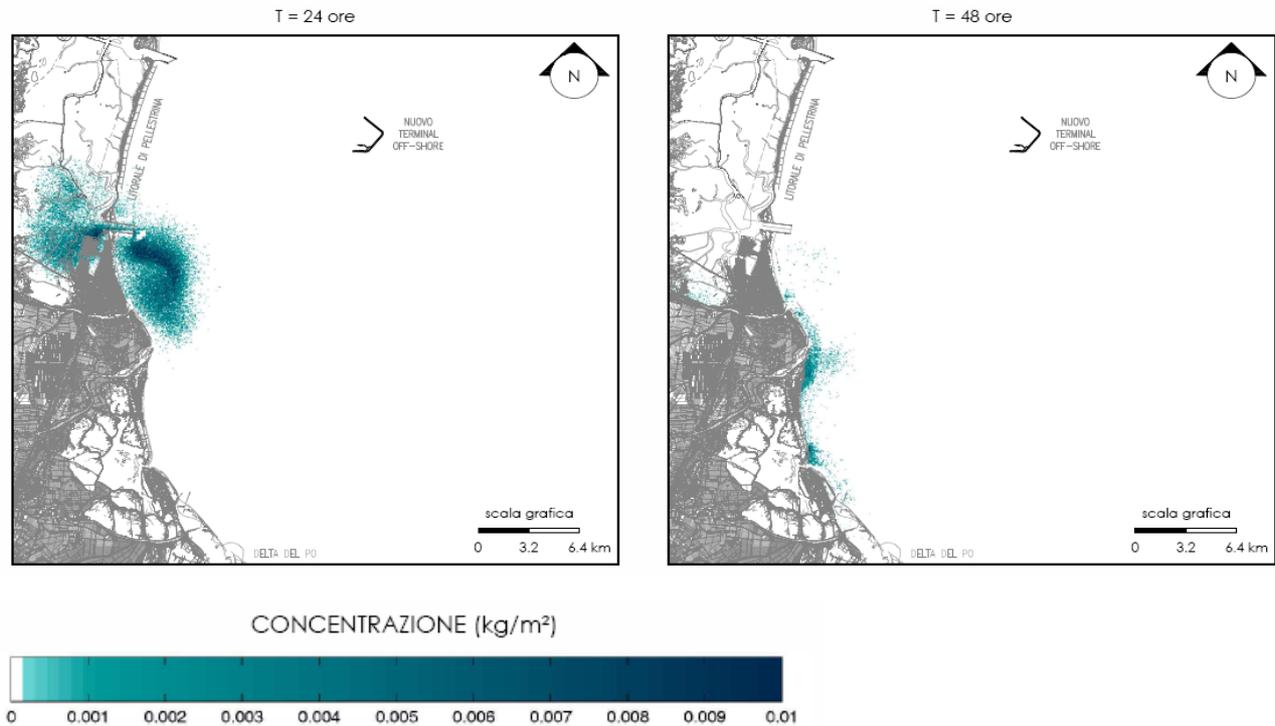
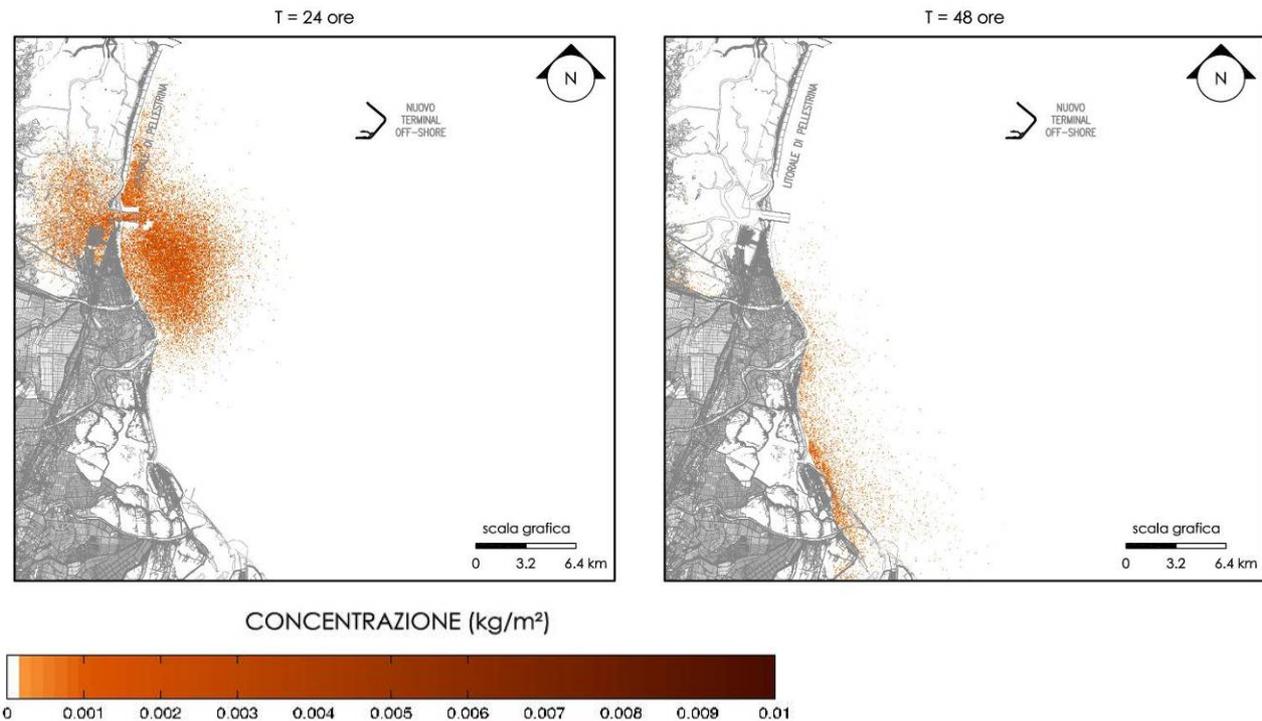


Figura 2.1-27 Fessurazione tubazione marina in presenza di vento di bora: fuoriuscita di greggio (133 t in 7 ore) dopo 48 h - frazione galleggiante; la simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-347).



**Figura 2.1-28 Fessurazione tubazione marina in presenza di vento di bora: fuoriuscita di benzina (93 t in 7 ore) dopo 24 e 48 h - frazione galleggiante; la simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-348).**

Il caso del vento di scirocco (5 m/s per 48 ore) rappresenta infine l'incidente più gravoso per quanto riguarda l'entrata del combustibile nello spazio acqueo lagunare. In particolare per quanto riguarda la fuoriuscita di greggio, rappresentato nella Tavola I3-DIS-349, si osserva che alla fine della simulazione (t=48 ore) la macchia occupa gran parte dello spazio lagunare tra la bocca di porto di Malamocco e la città di Venezia pur se con una concentrazione modesta, dell'ordine di 0.002-0.003 kg/m<sup>2</sup> (cfr. Figura 2.1-30).

Considerazioni del tutto analoghe possono essere poste anche nei riguardi della benzina (Tavola I3-DIS-350) pur osservando in questo caso la maggior dispersione lungo il litorale di Lido.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE  
Quadro di riferimento ambientale  
Allegato 2

Maggio 2012

II-REL-003

Rev.01

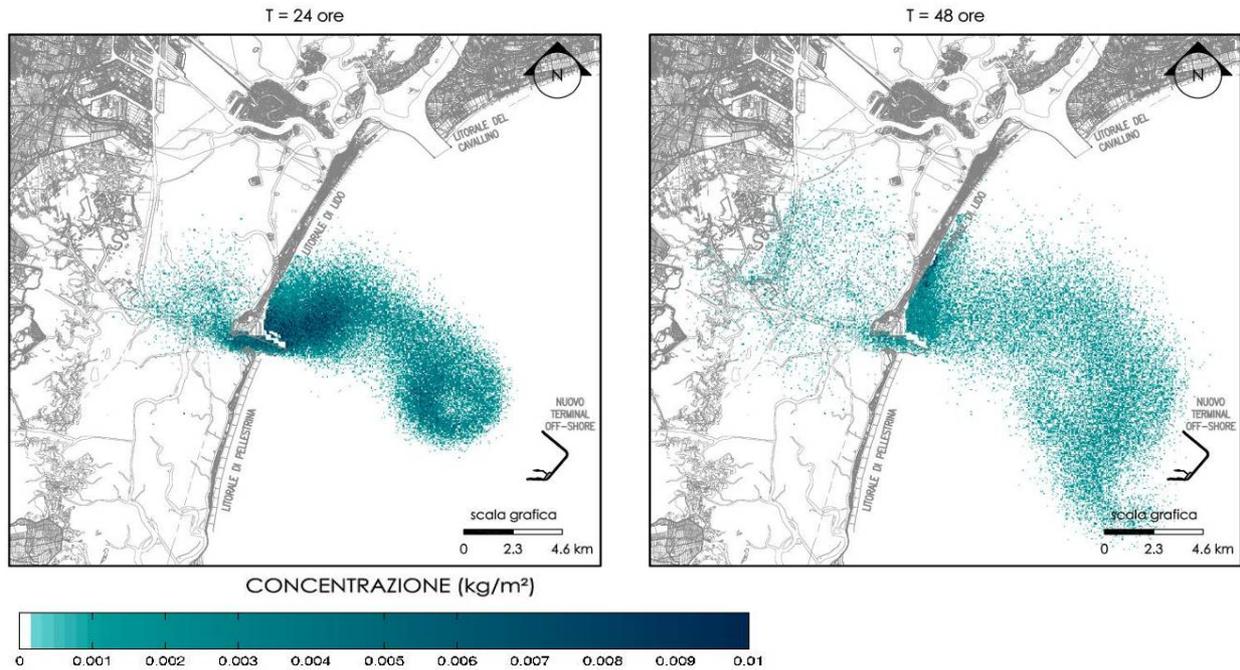


Figura 2.1-29 Fessurazione tubazione marina in presenza di vento di scirocco: fuoriuscita di greggio (133 t in 7 ore) dopo 48 h - frazione galleggiante; la simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-349).

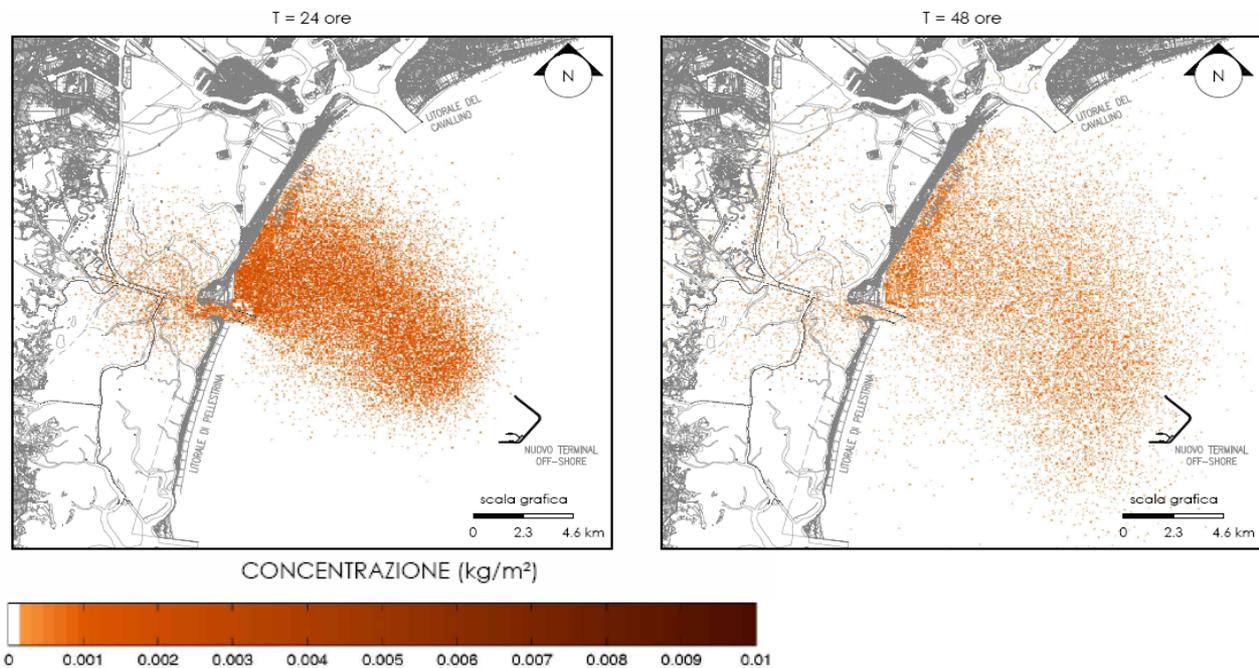


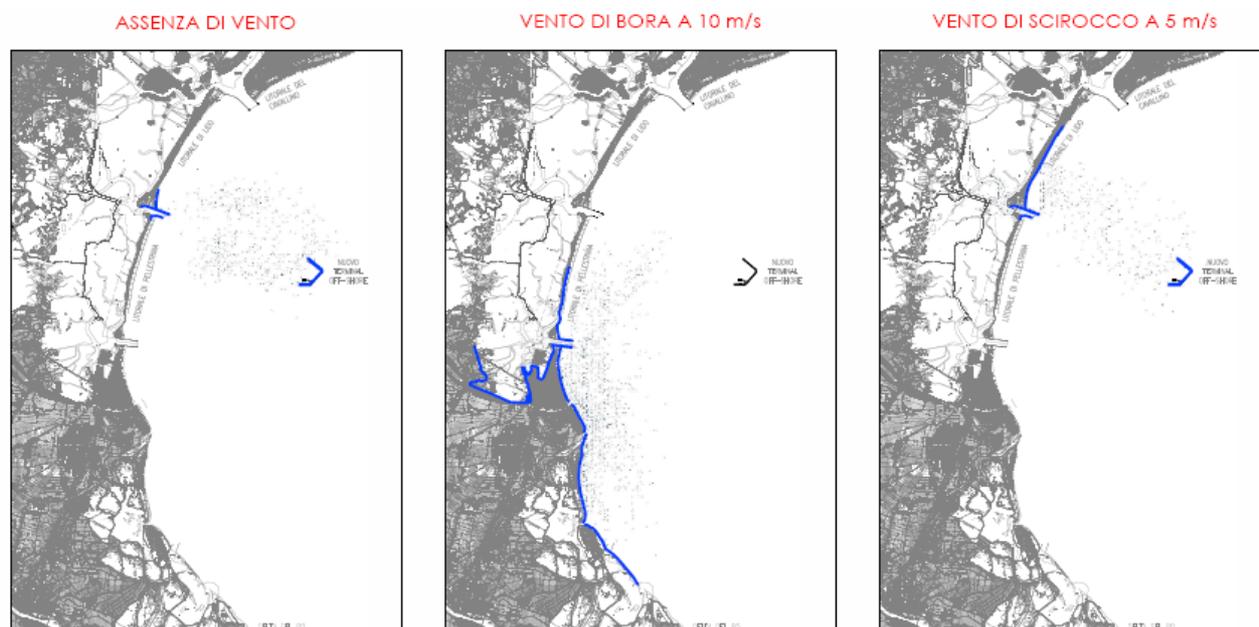
Figura 2.1-30 Fessurazione tubazione marina in presenza di vento di scirocco: fuoriuscita di benzina (93 t in 7 ore) dopo 24 e 48 h - frazione galleggiante; la simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-350).

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta</b> <b>PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Quadro di riferimento ambientale</b> <b>Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

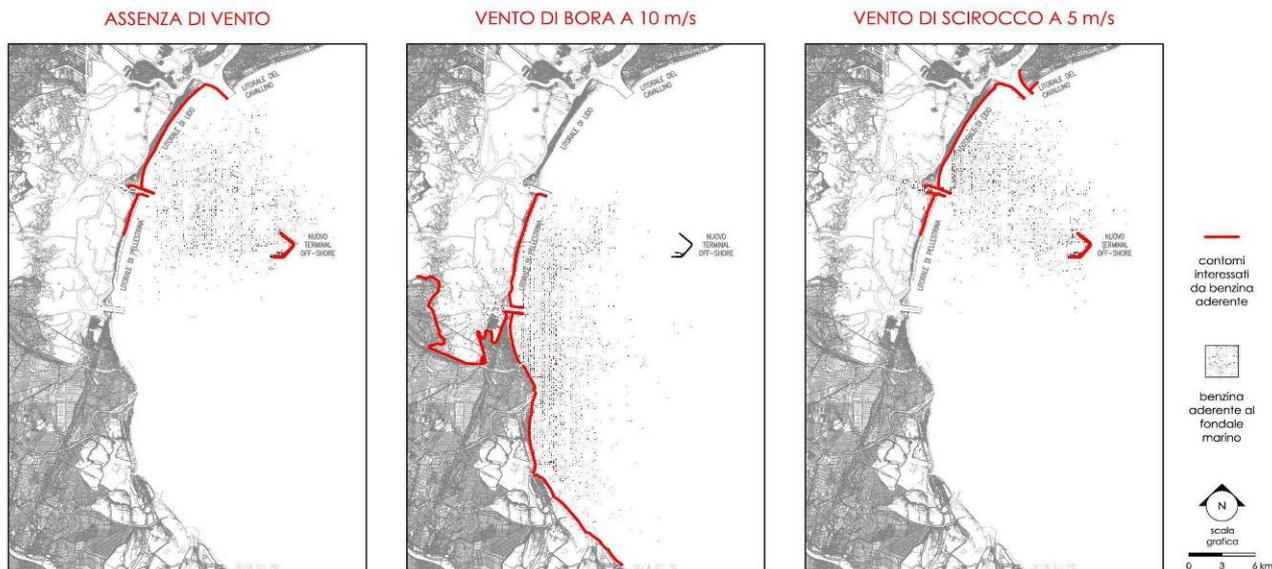
Infine nelle Tavole I3-DIS-353 I3-DIS-354 sono riportate le mappe relative alle aree potenzialmente interessate dalla frazione aderente, rispettivamente per greggio e benzina.

Anche in questo caso possono essere riproposte considerazioni del tutto analoghe a quanto esposto per gli altri eventi incidentali considerati. Si nota tuttavia che nel caso del vento di bora (10 m/s), sia nel caso della benzina che nel caso del greggio, anche la porzione meridionale lagunare, corrispondente alla Valle del Brenta ed alla città di Chioggia, viene interessata dal fenomeno di adesione del combustibile alle rive. Ancora, nelle diverse condizioni idrodinamiche, le aree più estese corrispondono al caso dello sversamento di benzina caratterizzata da una maggiore capacità di dispersione rispetto al greggio.

La frazione aderente diminuisce nei casi in cui è stata considerata la presenza del vento come pure la frazione evaporata, nel caso della benzina, diminuisce tra il caso dell'assenza di vento ed i due casi con vento di bora e di scirocco.



**Figura 2.1-31 Aree potenzialmente interessate dalla frazione di greggio aderente in caso di fessurazione delle condotte sottomarine nelle tre condizioni di vento; la simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-353).**



**Figura 2.1-32 Aree potenzialmente interessate dalla frazione di benzina aderente in caso di fessurazione delle condotte sottomarine nelle tre condizioni di vento. La simulazione non tiene conto dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare (cfr. Tavola I3-DIS-354).**

In sintesi, confrontando le diverse simulazioni effettuate per la frazione galleggiante (si vedano anche le Tavole I3-DIS-351 e I3-DIS-352), si può concludere che sia in presenza di vento di scirocco che di bora, dopo 24 ore dall'incidente, la macchia di idrocarburi, nell'ipotesi di non impiego dei sistemi di contenimento e raccolta spanti previsti invece nel Progetto Preliminare, si diffonderebbe in alcune aree lagunari, circostanti la bocca di porto di Malamocco (scirocco) o la bocca di porto di Chioggia (bora). Tuttavia è importante ricordare anche in questo caso che le simulazioni considerano condizioni di vento al contorno costanti in direzione ed intensità per circa 48 ore. Tali condizioni aiutano a discriminare l'effetto potenziale delle diverse condizioni meteo, ma in realtà sovrastimano la diffusione della macchia di idrocarburi, la quale in seguito a condizioni di vento con intensità e direzione variabili subisce spostamenti sicuramente minori.

In generale comunque si osserva che la fuoriuscita di idrocarburi, dopo un'ora di simulazione, tempo ritenuto sufficiente per l'arrivo dei soccorsi per il contenimento dello spanto, risulta ancora contenuta in un'area limitata e distante dai litorali.

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta</b> <b>PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Quadro di riferimento ambientale</b> <b>Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

E' possibile quindi stimare che l'impatto derivante dal rilascio di idrocarburi dalle condotte sottomarine possa essere considerato **trascurabile**, in relazione a:

- **il carattere esclusivamente incidentale dell'evento**, la cui frequenza può essere ulteriormente ridotta dagli accorgimenti progettuali che prevedono in particolare il passaggio frequente di "pig" per la valutazione delle condizioni della linea e la rilevazione tempestiva di eventuali danneggiamenti della condotta;
- **il carattere cautelativo dello scenario considerato**, che considera:
  - una ristretta dimensione del foro (con conseguente possibile ritardo nella rilevazione dell'anomalia con i sistemi di controllo automatico);
  - un punto di rottura nel tratto di tubo più lontano dagli insediamenti (con conseguente possibile ritardo nell'avvistamento dell'eventuale macchia oleosa);
  - condizioni di vento costanti in direzione ed intensità per circa 48 ore (più realistiche condizioni di maggiore variabilità comportano minori spostamenti delle macchie oleose);
- **la disponibilità di sistemi di contenimento e di raccolta spanti**, di cui non si è tenuto conto in fase di simulazione della diffusione della macchia, ma che sono previsti invece dal Progetto Preliminare;
- **il previsto tempo di intervento dei soccorsi (1 ora), considerato sufficiente per contenere lo spanto**, evitandone la diffusione così da minimizzare il rischio ambientale. A questo proposito si sottolinea che dopo 12 ore dall'inizio delle simulazioni, la macchia idrocarburica non raggiunge ancora le coste o i litorali della laguna di Venezia.

Per ciò che riguarda il rischio legato alle condotte sub lagunari, è necessario considerare altresì il confronto con la situazione attuale, caratterizzata dalla presenza della condotta da 42" per il greggio che collega il pontile di San Leonardo agli impianti della raffineria di Marghera. La situazione futura, pur essendo caratterizzata da un maggior numero di condotte e di maggiore lunghezza, le soluzioni tecniche adottate (interro, protezione con piastre in cemento, valvole di intercettazione, ispezioni periodiche, ecc.) e i miglioramenti tecnologici nella qualità dei materiali, nei metodi di fabbricazione e nelle attività di controllo e gestione delle linee consentono di ridurre le frequenze incidentali garantendo livelli di rischio complessivi non superiori a quelli attuali.

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE Quadro di riferimento ambientale Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

## 2.2 SUOLO E SOTTOSUOLO

Il Terminal sarà dotato di tutti i sistemi atti al regolare funzionamento in sicurezza dell'impianto e di una serie di servizi a favore delle navi in transito. In relazione all'impatto in esame il progetto prevede il contenimento e la raccolta, mediante opportuni dispositivi, di eventuali spanti in mare di prodotti, che si dovessero verificare durante le operazioni di carico/scarico o a seguito di eventuali avarie delle navi all'accosto.

Il sistema di contenimento e raccolta spanti è costituito da:

- panne galleggianti, avvolte su aspi mobili, normalmente collocati in due aree distinte dai due lati della piattaforma di accesso alla banchina, in grado di circondare le navi all'ormeggio;
- skimmers galleggianti per recupero spanti;
- pompe autoadescanti mobili per il recupero degli eventuali spanti racchiusi dalle panne;
- bacino di raccolta e convogliamento spanti per l'invio alla stazione di trattamento;
- serbatoi mobili con prodotti dissolventi ed emulsionanti.

In relazione agli incidenti dovuti a fessurazione delle condotte sottomarine il progetto prevede il passaggio frequente di "pig" per la valutazione delle condizioni della linea e la rilevazione tempestiva di eventuali danneggiamenti della condotta.

Al fine di valutare l'impatto nel *caso peggiore* sono state effettuate delle simulazioni anche nel caso di *assenza dei sistemi di contenimento*. Le considerazioni che emergono evidenziano che:

- nei diversi casi il tempo di intervento dei soccorsi è stimato tra i 15 e i 20 minuti ed è sufficiente per contenere lo spanto;
- il vento influenza in modo significativo l'evoluzione del fenomeno e, nel caso particolare di vento di scirocco, si è potuto osservare come parte delle sostanze sversate possano entrare in laguna;
- la diffusione dello spanto varia a seconda dell'idrocarburo interessato (benzina, greggio o gasolio).

Nel caso più pessimistico, relativo ad un incidente che si verifichi in assenza di sistemi di contenimento, sarà possibile registrare degli impatti a vari livelli, sia per la componente idrica, che per i sedimenti. I risultati del modello per le tre condizioni idrodinamiche considerate (assenza di vento, vento di bora e vento di scirocco) sono ampiamente discussi in relazione alla componente idrica, alla quale si rimanda per approfondimenti.

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta          PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE          Quadro di riferimento ambientale          Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

Di seguito sono riportati sinteticamente i risultati relativi alla fase adesiva ottenuti, per le tre condizioni idrodinamiche considerate, in caso di collisione da nave, rottura del braccio di carico, rottura apparecchiature e impianti, fessurazione delle condotte sottomarine.

### **2.2.1 Collisione navale**

La situazione peggiore per le coste (valutata all'istante finale della simulazione,  $t = 48h$ ) si verifica per la benzina, sia nel caso del vento di bora (interessando il tratto di costa a sud della bocca di Chioggia fino al delta del Po) sia nel caso del vento di scirocco (interessando parte delle aree di litorale).

### **2.2.2 Rottura dei bracci di carico**

Il fattore vento è determinante nel definire il comportamento della frazione aderente degli idrocarburi, influenzando sulla porzione di territorio contro il quale si attacca parte del petrolio. Nel caso del vento di scirocco la quantità aderente è minima (9%) rispetto ai casi di bora (54%) ed assenza di vento (73%), essendo in questo caso il vento orientato nella direzione uscente dalla struttura portuale. Nel caso della benzina sono invece interessati tratti più vasti dei litorali antistanti la struttura portuale, analogamente a quanto descritto per il caso precedente della collisione da nave.

### **2.2.3 Fuoriuscita di prodotti da apparecchiature e impianti**

Il maggior quantitativo di petrolio aderente si riscontra in assenza di vento ed è essenzialmente limitato all'area del Terminal, mentre negli altri due casi lambisce la costa veneta a sud dell'Adige (vento di bora) ed il litorale di Lido (vento di scirocco). La benzina aderente investe un'area più estesa di litorale nel caso del vento di bora: dalla bocca di porto di Chioggia al Delta del Po. Nel caso del vento di scirocco, sono invece i litorali (Pellestrina, Lido e parte del Cavallino) ad essere maggiormente impattati.

### **2.2.4 Fuoriuscita di prodotti dalle condotte sottomarine**

Nel caso del vento di bora (10 m/s), sia nel caso della benzina che nel caso del greggio, anche la porzione meridionale lagunare, corrispondente alla Valle del Brenta ed alla città di Chioggia, viene interessata dal fenomeno di adesione del combustibile alle rive. Ancora, nelle diverse condizioni idrodinamiche, le aree più estese corrispondono al caso dello sversamento di benzina caratterizzata da una maggiore capacità di dispersione rispetto al greggio. La frazione aderente diminuisce nei casi in cui è stata considerata la presenza del vento.

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta</b> <b>PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Quadro di riferimento ambientale</b> <b>Allegato 2</b>		
Maggio 2012	II-REL-003	Rev.01

### **2.2.5 Considerazioni generali**

Si evidenzia che gli eventi sopra esaminati hanno un carattere esclusivamente incidentale e che il progetto prevede, sia per il Terminal sia per l'intero tratto tubiero, una serie di azioni e misure atte a prevenire gli accadimenti accidentali e a mitigarne le conseguenze.

Per ciò che riguarda il rischio legato alle condotte sub lagunari, è necessario considerare altresì il confronto con la situazione attuale, caratterizzata dalla presenza della condotta da 42" per il greggio che collega il pontile di San Leonardo agli impianti della raffineria di Marghera. La situazione futura, pur essendo caratterizzata da un maggior numero di condotte e di maggiore lunghezza, prevede soluzioni tecniche (interro, protezione con piastre in cemento, valvole di intercettazione, ispezioni periodiche, ecc.) e miglioramenti tecnologici nella qualità dei materiali, nei metodi di fabbricazione e nelle attività di controllo e gestione delle linee che consentono di ridurre le frequenze incidentali garantendo livelli di rischio complessivi non superiori a quelli attuali.

Per le motivazioni sopra esposte l'impatto sulla qualità dei fondali marini è da ritenersi **trascurabile**. Relativamente ai fondali lagunari, la diminuzione del rischio di inquinamento determina un impatto **positivo** sulla qualità dei sedimenti lagunari.

## TAVOLE

Tavola I3-DIS-312	Elementi del modello. Casi di studio
Tavola I3-DIS-313	Efficacia del contenimento dello spanto. Fuoriuscita di greggio
Tavola I3-DIS-314	Efficacia del contenimento dello spanto. Fuoriuscita di benzina
Tavola I3-DIS-315	Collisione da nave. Assenza di vento: fuoriuscita di greggio
Tavola I3-DIS-316	Collisione da nave. Assenza di vento: fuoriuscita di benzina
Tavola I3-DIS-317	Collisione da nave. Vento di bora: fuoriuscita di greggio
Tavola I3-DIS-318	Collisione da nave. Vento di bora: fuoriuscita di benzina
Tavola I3-DIS-319	Collisione da nave. Vento di scirocco: fuoriuscita di greggio
Tavola I3-DIS-320	Collisione da nave. Vento di scirocco: fuoriuscita di benzina
Tavola I3-DIS-321	Collisione da nave. Fuoriuscita di greggio: confronto fra le tre condizioni
Tavola I3-DIS-322	Collisione da nave. Fuoriuscita di benzina: confronto fra le tre condizioni
Tavola I3-DIS-323	Collisione da nave. Aree potenzialmente interessate da frazione di greggio aderente
Tavola I3-DIS-324	Collisione da nave. Aree potenzialmente interessate da frazione di benzina aderente
Tavola I3-DIS-325	Rottura bracci di carico. Assenza di vento: fuoriuscita di greggio
Tavola I3-DIS-326	Rottura bracci di carico. Assenza di vento: fuoriuscita di benzina
Tavola I3-DIS-327	Rottura bracci di carico. Vento di bora: fuoriuscita di greggio
Tavola I3-DIS-328	Rottura bracci di carico. Vento di bora: fuoriuscita di benzina
Tavola I3-DIS-329	Rottura bracci di carico. Vento di scirocco: fuoriuscita di greggio
Tavola I3-DIS-330	Rottura bracci di carico. Vento di scirocco: fuoriuscita di benzina
Tavola I3-DIS-331	Rottura bracci di carico. Fuoriuscita di greggio: confronto fra le tre condizioni

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE  
Quadro di riferimento ambientale  
Allegato 2

Maggio 2012

II-REL-003

Rev.01

Tavola I3-DIS-332	Rottura bracci di carico. Fuoriuscita di benzina: confronto fra le tre condizioni
Tavola I3-DIS-333	Rottura bracci di carico. Aree potenzialmente interessate da frazione di greggio aderente
Tavola I3-DIS-334	Rottura bracci di carico. Aree potenzialmente interessate da frazione di benzina aderente
Tavola I3-DIS-335	Rottura apparecchiature e impianti. Assenza di vento: fuoriuscita di greggio
Tavola I3-DIS-336	Rottura apparecchiature e impianti. Assenza di vento: fuoriuscita di benzina
Tavola I3-DIS-337	Rottura apparecchiature e impianti. Vento di bora: fuoriuscita di greggio
Tavola I3-DIS-338	Rottura apparecchiature e impianti. Vento di bora: fuoriuscita di benzina
Tavola I3-DIS-339	Rottura apparecchiature e impianti. Vento di scirocco: fuoriuscita di greggio
Tavola I3-DIS-340	Rottura apparecchiature e impianti. Vento di scirocco: fuoriuscita di benzina
Tavola I3-DIS-341	Rottura apparecchiature e impianti. Fuoriuscita di greggio: confronto fra le tre condizioni
Tavola I3-DIS-342	Rottura apparecchiature e impianti. Fuoriuscita di benzina: confronto fra le tre condizioni
Tavola I3-DIS-343	Rottura apparecchiature e impianti. Aree potenzialmente interessate da frazione di greggio aderente
Tavola I3-DIS-344	Rottura apparecchiature e impianti. Aree potenzialmente interessate da frazione di benzina aderente
Tavola I3-DIS-345	Fessurazione tubazione marina. Assenza di vento: fuoriuscita di greggio
Tavola I3-DIS-346	Fessurazione tubazione marina. Assenza di vento: fuoriuscita di benzina
Tavola I3-DIS-347	Fessurazione tubazione marina. Vento di bora: fuoriuscita di greggio
Tavola I3-DIS-348	Fessurazione tubazione marina. Vento di bora: fuoriuscita di benzina
Tavola I3-DIS-349	Fessurazione tubazione marina. Vento di scirocco: fuoriuscita di greggio
Tavola I3-DIS-350	Fessurazione tubazione marina. Vento di scirocco: fuoriuscita di benzina

TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta  
PROGETTO PRELIMINARE

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE  
**Quadro di riferimento ambientale**  
**Allegato 2**

Maggio 2012

II-REL-003

Rev.01

- Tavola I3-DIS-351 Fessurazione tubazione marina. Fuoriuscita di greggio: confronto fra le tre condizioni
- Tavola I3-DIS-352 Fessurazione tubazione marina. Fuoriuscita di benzina: confronto fra le tre condizioni
- Tavola I3-DIS-353 Fessurazione tubazione marina. Aree potenzialmente interessate da frazione di greggio aderente
- Tavola I3-DIS-354 Fessurazione tubazione marina. Aree potenzialmente interessate da frazione di benzina aderente