

## Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume:

**Periodo ottobre 2015 - dicembre 2016**

-

**Terminale GNL Adriatico**

**Cliente:**  
**Terminale GNL Adriatico S.r.l.**

Documento: HSE-REP-280-001  
16/02/2017

Ing. Marco Scabbia

Technical Manager



Dott.ssa Ludovica Righi

Senior Consultant



0	16/02/2017	Emesso per l'uso	Ludovica Righi	Marco Scabbia
Rev. No.	Data	Descrizione	Preparato	Approvato
			SHELTER	

### SHELTER S.R.L.

Sede legale: Viale Gran Sasso, 13 - 20131 Milano  
Tel. +39 02 49476764 - Email [info@shelter-srl.com](mailto:info@shelter-srl.com)  
[Pec@pec.shelter-srl.com](mailto:Pec@pec.shelter-srl.com)

R.E.A. MI-1936281 C.F./P.IVA 07110670960  
Capitale Sociale Euro 10.000,00 int. vers.



ISO 9001

Sistema di gestione qualità certificato

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>4</b>
1.1	Scopo del lavoro	6
1.2	Contenuti del documento	7
<b>2</b>	<b>MATERIALI E METODI</b>	<b>8</b>
2.1	Piano di Monitoraggio	8
2.2	Attività di rilevamento	8
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEL TELEMETRO LASER</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>MAPPE TEMATICHE</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>RISULTATI DEI MONITORAGGI</b>	<b>23</b>
5.1	1° Campagna	23
5.2	2° Campagna	25
5.3	3° Campagna	27
5.4	4° Campagna	29
5.5	5° Campagna	30
5.6	6° Campagna	32
5.7	7° Campagna	33
5.8	8° Campagna	35
<b>6</b>	<b>ANALISI DEI DATI: PERIODO GIUGNO 2013 – AGOSTO 2015 E OTTOBRE 2015 – DICEMBRE 2016</b>	<b>36</b>
6.1	Correlazione tra massima distanza delle schiume e la stagionalità	37
6.2	Correlazione tra massima distanza delle schiume e velocità del vento	40

6.3	Correlazione tra massima distanza delle schiume e i dati marini	42
6.4	Correlazione tra massima distanza delle schiume e i fattori antropici	46
6.5	Correlazione tra direzione della dispersione della schiuma e le direzioni della corrente, onda e vento	50
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>57</b>

**Allegati:**

*Allegato A: Scheda del telemetro*

*Allegato B: Risultati 1° campagna – Periodo Ottobre 2015 – Dicembre 2016*

*Allegato C: Risultati 2° campagna – Periodo Ottobre 2015 – Dicembre 2016*

*Allegato D: Risultati 3° campagna – Periodo Ottobre 2015 – Dicembre 2016*

*Allegato E: Risultati 4° campagna – Periodo Ottobre 2015 – Dicembre 2016*

*Allegato F: Risultati 5° campagna – Periodo Ottobre 2015 – Dicembre 2016*

*Allegato G: Risultati 6° campagna – Periodo Ottobre 2015 – Dicembre 2016*

*Allegato H: Risultati 7° campagna – Periodo Ottobre 2015 – Dicembre 2016*

*Allegato I: Risultati 8° campagna – Periodo Ottobre 2015 – Dicembre 2016*

*Allegato L: Monitoraggio del battello di supporto (Hyppos)*

*Allegato M: Layout e risultati ottenuti dai rilevamenti della boa oceanografica*

## 1 INTRODUZIONE

In seguito al fenomeno di formazione di schiume allo scarico del circuito di scambio termico dell'impianto di ri-gassificazione del GNL, la società Terminale GNL Adriatico srl (di seguito, "**ALNG**") ha posto in essere, in modo tempestivo, le attività necessarie ai fini del monitoraggio e della migliore comprensione del fenomeno. In esito all'istruttoria svolta ai sensi dell'art. 28, comma 1-*bis* del D.Lgs. 152/2006, il Ministero dell'Ambiente, Direzione Generale Valutazioni Ambientali, tramite Decreto DVA-DEC-2012-0000435 del 07/08/2012, ha stabilito, fra le altre cose, quanto segue.

*"Il proponente, in accordo con ISPRA ed ARPA Veneto, dovrà effettuare un monitoraggio delle schiume, inteso come controllo delle stesse in termini di formazione, sviluppo, estensione e successiva dispersione."*

La società ALNG ha pertanto predisposto il documento "*Piano di Monitoraggio delle schiume – Terminale GNL Adriatico*" (in seguito, il "**Piano di Monitoraggio**"), che dettaglia le modalità proposte per il monitoraggio in accordo a quanto richiesto nel decreto citato. Il Piano di Monitoraggio è stato inviato sia al Ministero dell'Ambiente, che ad ISPRA ed ARPAV in data 4 giugno 2013 con lettera ALNG 151/13. Con comunicazione prot. 026198 del 21 giugno 2013 ISPRA e ARPAV, congiuntamente, hanno replicato alla richiamata nota, affermando che "*per quanto riguarda il piano di monitoraggio delle schiume si concorda con quanto proposto da codesta società*".

In giugno 2013, la società ALNG ha dato, quindi, inizio al primo anno di monitoraggio delle schiume con la prima delle 6 campagne di monitoraggio previste dal Piano di Monitoraggio.

Successivamente, con nota congiunta di ISPRA / ARPAV n.7146 del 17/02/2014, le stesse hanno suggerito alla società ALNG di integrare il monitoraggio delle schiume con l'ausilio di un'imbarcazione al fine di "*riscontrare i risultati ottenuti con telemetro con una verifica effettuata da un osservatore a bordo di un natante, anche con supporto fotografico, della forma e dimensione delle schiume*".

Pertanto ALNG, accogliendo tale suggerimento, ha inviato a ISPRA e ARPAV con lettera del 18 febbraio 2014 (prot. ALNG048/2014) una "Nota Integrativa al Piano di Monitoraggio delle Schiume" che prevede il supporto di un natante durante i rilevamenti con il telemetro. Tale integrazione prevede che l'imbarcazione si debba porre in prossimità dell'ultimo punto (ovvero il più distante) misurato dal telemetro e quindi debba provvedere ad effettuare delle foto al fine di documentare la significatività della schiuma. Inoltre l'imbarcazione deve effettuare una perlustrazione dell'area posta a 1,5 e 3 miglia nautiche dal terminale.

In data 16 aprile 2014, ALNG ha completato il primo anno di monitoraggio delle schiume, eseguendo le 6 campagne previste dal Piano di Monitoraggio per un totale di 67 rilevamenti.

Successivamente ALNG ha, quindi, inviato (con lettera del 30 maggio 2014 prot. ALNG 133/14) al Ministero dell'Ambiente, ISPRA ed ARPAV il primo rapporto,

intitolato “*Risultati del monitoraggio annuale delle schiume Giugno 2013 – Aprile 2014 – Terminale GNL Adriatico*” di cui si riportano alcuni passaggi fondamentali:

- [...] I dati raccolti mostrano che l'estensione e la propagazione delle schiume appaiono maggiormente influenzate da fattori naturali, in particolare dalla stagionalità e quindi dall'increspatura (tale condizione infatti è statisticamente più probabile nei mesi estivi), piuttosto che da fattori antropici, quali la portata dello scarico del circuito di scambio termico del Terminale e il delta termico tra presa e scarico dell'acqua mare. – Pag. 42, Par. 7.
- Inoltre risulta che la componente che maggiormente influenza la direzione di dispersione delle schiume è la direzione del vento soprattutto in presenza di eventi con intensità di vento significativa e direzione costante; condizioni in cui peraltro la dispersione delle schiume si limita in prossimità del terminale. – Pag. 42, Par. 7.
- Peraltro dalle campagne effettuate con telemetro non è emerso che le schiume rilevate siano uscite dalla zona di interdizione (1,5 MN). Si precisa inoltre che anche il monitoraggio da parte del battello nei mesi di febbraio e aprile ha riscontrato l'assenza di schiuma al di fuori della zona di interdizione. [...] – Pag. 42, Par. 7.

E ancora:

- [...] Infine, in merito al suggerimento di ARPAV e ISPRA di valutare la possibilità di utilizzo di stereocamere, sulla base di un apposito studio effettuato dal Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito (ABC) del Politecnico di Milano, ALNG è pervenuta alla conclusione che l'impiego di tali apparecchiature, pur presentando, a date condizioni, il vantaggio di una maggiore ripetibilità delle misure, non risulta applicabile per le finalità del monitoraggio delle schiume, così come indicate nel provvedimento ministeriale DVA-DEC-2012-0000435 del 07/08/2012. – Pag. 42, Par. 7.

In data 27 gennaio 2015, ISPRA ha, quindi, inviato al Ministero dell'Ambiente ed alla società ALNG una nota (prot. 3720), in cui vengono riassunte le conclusioni del rapporto annuale succitato, dando evidenza della conformità rispetto a quanto previsto nei punti B 6 e 7 del decreto VIA 435 del 7 Agosto 2012.

In data 15 giugno 2015 il Ministero dell'Ambiente, con provvedimento DVA-2015-0015654 ha trasmesso il Provvedimento Direttoriale prot. DVAPEC – 2015 - 0000186 ad ALNG e, in copia alla Regione Veneto, ISPRA, ARPAV, Commissione tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA-VAS e alla Direzione Generale per la protezione della Natura e del Mare il parere della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA/VAS n. 1791 del 22 maggio 2015, di cui si riporta la parte conclusiva:

*“si ritiene definitivamente ottemperata la prescrizione lett. A punto 3 di cui al decreto DVA 435 del 7 agosto 2012 fermo restando che il proponente ... dovrà proseguire il*

*monitoraggio delle stesse così come da Piano di Monitoraggio approvato dagli Enti di Controllo”.*

Infine, in data 8 febbraio 2016 ha inviato (con lettera del prot. ALNG 0059/16) al Ministero dell’Ambiente, ISPRA ed ARPAV il secondo rapporto, intitolato “*Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume: Periodo Giugno 2014 - Agosto 2015 – Terminale GNL Adriatico*”.

Di seguito si riporta un estratto delle conclusioni di tale rapporto in relazione alle attività di monitoraggio condotte nel periodo di riferimento, definite ai sensi del Decreto DVA-DEC-2012-0000435 del 07/08/2012:

- *[...] Dall’analisi del data set del periodo sopraindicato, emerge che gli elementi che maggiormente influenzano la dispersione delle schiume sono:*
  - *Stagionalità;*
  - *Temperatura acqua mare;*
  - *Velocità vento;*
  - *Portata acqua mare scaricata. – Pag. 56, Par. 7.*
- *Per quanto concerne la dispersione delle schiume, queste risultano essere circoscritte a distanze ravvicinate e collocate ad una distanza di 500 metri in tutte le condizioni operative, ampiamente contenute all’interno dell’area di sicurezza e di interdizione del terminale. In casi limitati, in corrispondenza di temperatura acqua mare estiva e portata acqua mare elevata, si sono registrate distanze massime rilevate di 800 metri. – Pag. 56, Par. 7.*
- *Inoltre risulta che la componente che maggiormente influenza la direzione di dispersione delle schiume è la direzione del vento soprattutto in presenza di eventi con intensità di vento significativa e direzione costante; condizioni in cui peraltro la dispersione delle schiume si limita in prossimità del terminale (ad es. cfr. Il giorno 25/5/2014 in cui a fronte di una velocità del vento pari a 9,5 m/sec la schiuma raggiungeva una distanza massima misurata dal telemetro pari a 248 metri oppure il giorno 16/2/2015 con velocità del vento pari a 7,6 m/sec e una massima distanza misurata delle schiume pari a 113 metri). – Pag. 56, Par. 7.*
- *Peraltro dalle campagne effettuate con telemetro non è emerso che le schiume rilevate siano uscite dalla zona di interdizione (1,5 MN). Si precisa inoltre che anche il monitoraggio da parte del battello, durante le Campagne di monitoraggio delle schiume, ha sempre riscontrato l’assenza di schiuma al di fuori della zona di interdizione. – Pag. 56, Par. 7.”*

## 1.1 Scopo del lavoro

Il presente documento costituisce il rapporto del monitoraggio delle schiume eseguito nel periodo intercorso tra il 28 ottobre 2015 ed il 16 dicembre 2016 presso il terminale GNL *offshore* ubicato al largo di Porto Viro (RO) nel Mare Adriatico Settentrionale, gestito dalla società ALNG (di seguito, il “**Terminale**”).

All'interno del presente documento si richiamano, inoltre, i contenuti dei “*Risultati del monitoraggio annuale delle schiume Giugno 2013 – Aprile 2014 – Terminale GNL Adriatico*” e “*Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume: Periodo giugno 2014 - agosto 2015 – Terminale GNL Adriatico*” inviati rispettivamente con lettera del 30 maggio 2014 prot. ALNG 133/14 e con lettera prot. 0059/16 del 8/02/2016, al Ministero dell’Ambiente, ISPRA ed ARPAV al fine di effettuare un’analisi dei dati su tutto il periodo di monitoraggio svolto.

L’articolazione delle attività di indagine, che verranno trattate nei paragrafi successivi, si basa su quanto definito dal Piano di Monitoraggio e dalle successive integrazioni così come descritto dai documenti citati al precedente paragrafo.

## 1.2 Contenuti del documento

Il presente documento si prefigge di descrivere tutti i risultati ottenuti a partire dal terzo anno di monitoraggio delle schiume articolandosi, oltre alla presente introduzione, nelle seguenti sezioni:

- **Materiali e metodi:** illustra le modalità di esecuzione del Piano di Monitoraggio, nonché le attività di campo ed elaborazione dati e descrive le principali caratteristiche tecniche del telemetro;
- **Risultati dei monitoraggi:** illustra i caratteri principali delle diverse matrici monitorate tramite i dati ottenuti, fornendo una rappresentazione grafica e tabellare di questi ultimi;
- **Analisi dei dati:** fornisce un’analisi integrata tra le matrici ambientali e le schiume monitorate, al fine di individuarne un’eventuale correlazione anche mediante confronto con i risultati ottenuti dai precedenti monitoraggi ambientali mediante supporto di rappresentazioni grafiche;
- **Conclusioni.**

## 2 MATERIALI E METODI

### 2.1 Piano di Monitoraggio

In accordo a quanto definito dal Piano di Monitoraggio, sono state eseguite campagne di monitoraggio con frequenza bimestrale. Ciascuna campagna si è svolta nell'arco di 3 giornate di indagine durante le quali sono stati acquisiti, nel corso dei 3 – 4 rilevamenti giornalieri, i seguenti parametri:

- Schiuma;
- Aria:
  - Temperatura °C;
  - Vento (direzione e velocità);
  - Condizioni metereologiche (soleggiato - nuvoloso - pioggia);
  - Radiazione solare (Wm<sup>2</sup>);
- Mare:
  - Onda (direzione, altezza, periodo);
  - Corrente (velocità direzione);
  - Classe di increspatura della superficie marina (assente, sporadica, significativa).

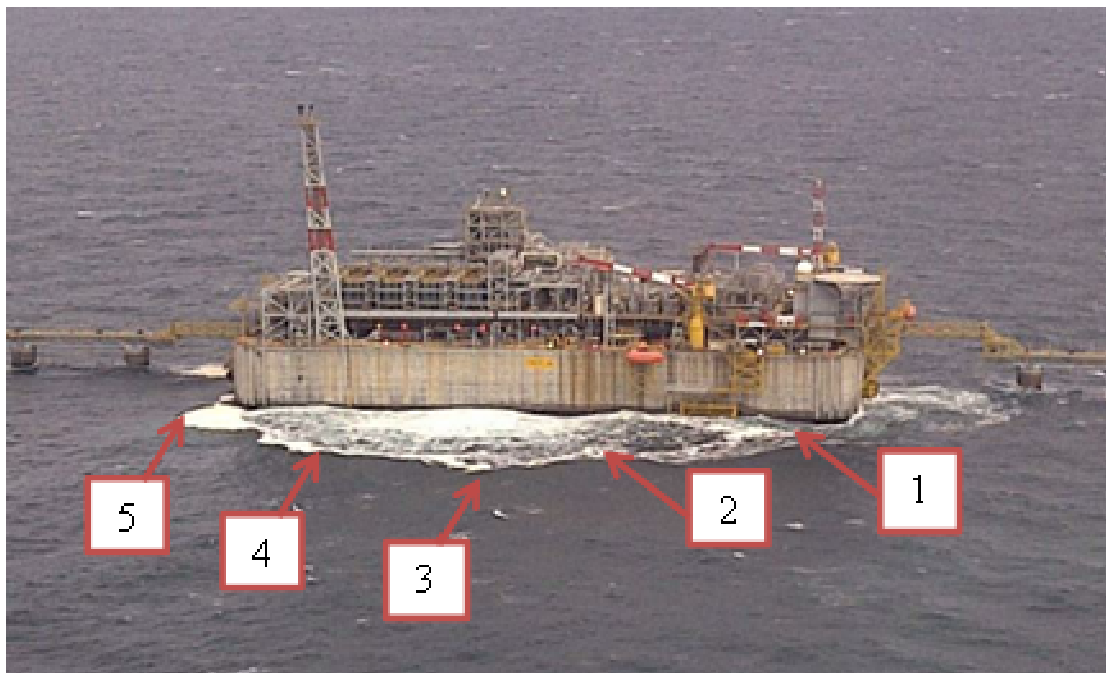
Per ciascuna giornata di indagine sono state, inoltre, registrate le condizioni operative del Terminale quali:

- Numero di *Open Rack Vaporizers* (“**ORV**”) in funzione;
- Portata totale dell'acqua mare scaricata;
- Temperatura acqua prelevata (°C);
- Temperatura dell'acqua scaricata (°C);
- $\Delta T$  tra acqua scaricata e prelevata;
- pH dell'acqua scaricata;
- O<sub>2</sub> % dell'acqua scaricata.

### 2.2 Attività di rilevamento

Durante ciascun rilevamento sono stati raccolti i dati per la definizione delle dimensioni e della forma dell'area interessata dalle schiume mediante l'ausilio di un telemetro laser (LRM 3500CI della *Newcon Optik*). In particolare, il monitoraggio della superficie con presenza di schiume è stato effettuato determinando le coordinate geografiche di “n punti” posizionati lungo il perimetro delle schiume, come riportato in **Figura 1**.





**Figura 1** Punti prescelti per l'individuazione del perimetro dell'area con presenza di schiuma (a titolo esemplificativo).

Sulla base della distanza massima delle schiume dal Terminale, come riportato nella **Tabella 1**, è stata assegnata la "classe di estensione" della schiuma stessa e, quindi, il numero minimo di letture del perimetro dell'area interessata, ipotizzate al fine di determinarne l'estensione e la forma.

Distanza massima schiuma - punto di rilievo	Numero minimo di letture
Assenza di schiuma	-
50 m dal terminale	5
200 m dal terminale	9
400 m del terminale	13
1000 m dal terminale	15
>1000 m dal terminale	17

**Tabella 1** Determinazione del numero minimo di letture da effettuare durante ciascun rilevamento (tale tabella è un estratto del Piano di Monitoraggio ).

Oltre all'acquisizione dei dati relativi alla definizione della dimensione e della forma dell'area interessata dalle schiume, sono state acquisite anche le immagini fotografiche durante ciascun rilevamento come descritto al paragrafo successivo.

### 2.2.1 Reportage fotografico e raccolta dati livello del mare

Come previsto dal Piano di Monitoraggio, per ciascun rilevamento è stato effettuato, lungo il perimetro del Terminale, un *reportage* fotografico in cui sono state raccolte 6 fotografie lungo le seguenti direttrici (i numeri corrispondono a quanto indicato in **Figura 2**<sup>1</sup>):

1. Sud;
2. Sud-Est;
3. Sud-Ovest;
4. Nord-Ovest;
5. Nord;
6. Nord-Est.

---

<sup>1</sup> Si precisa che i riferimenti presenti sullo sfondo dell'immagine non sono di alcun interesse nella campagna di rilevamento delle schiume. Le informazioni pertinenti riguardano la direzione dello scatto fotografico, il box relativo al numero delle foto e l'area in cui viene scattata la foto compresa tra le due linee rosse tratteggiate.

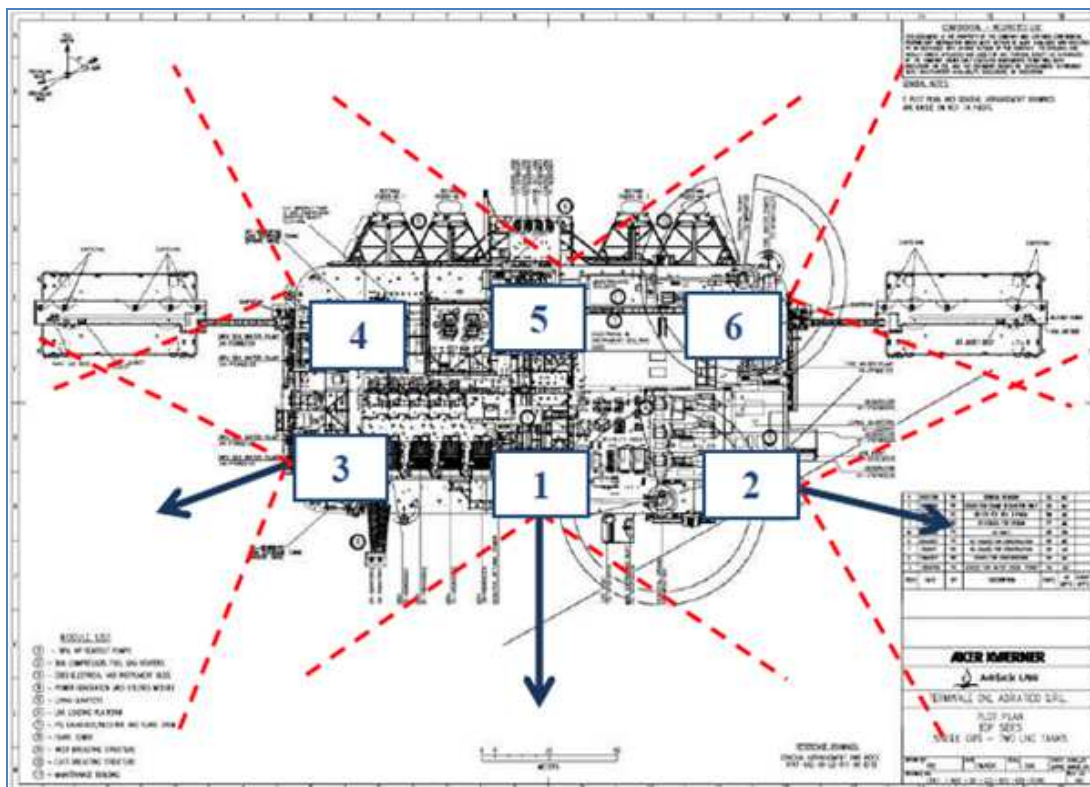


Figura 2 Direzioni di scatto con fotocamera.

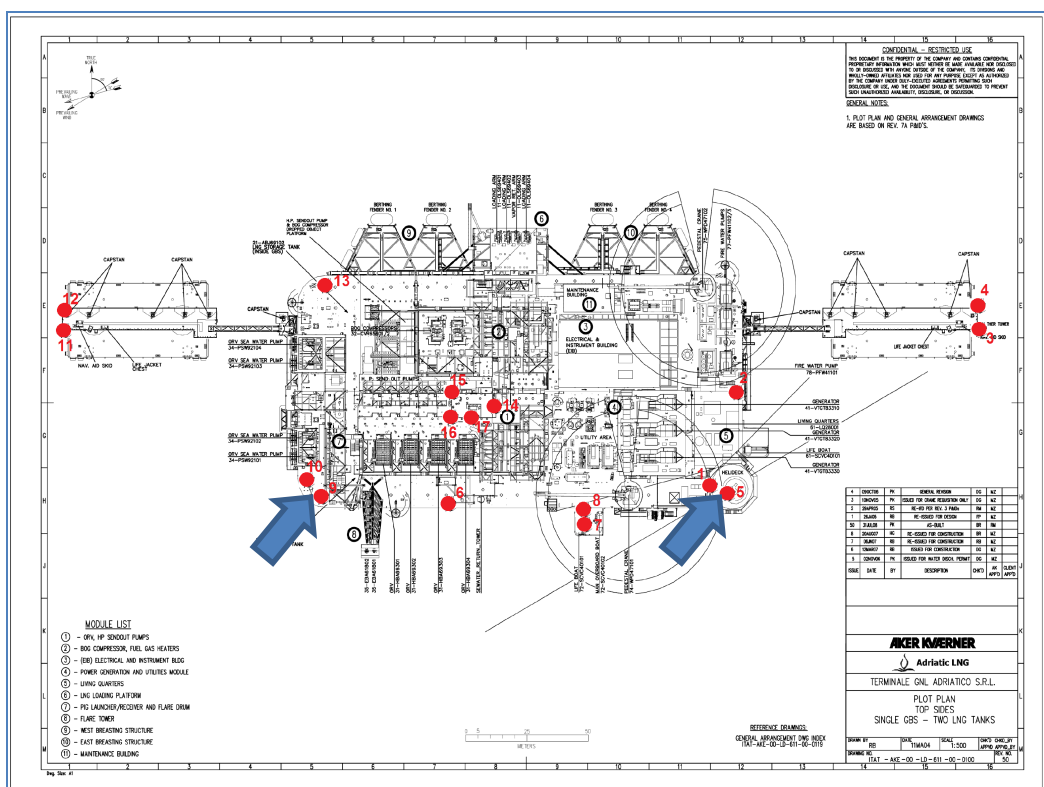
Durante questa fase sono stati raccolti anche i dati relativi all'altezza del livello del mare.

### 2.2.2 Identificazione del punto di osservazione sulla base della distribuzione della schiuma

Durante la raccolta fotografica è stata definita l'area interessata dalla schiuma. Si è proceduto, quindi, a determinare il punto di osservazione migliore (posizionamento del telemetro) al fine di osservare in modo più efficiente la sezione di mare interessata dalla presenza delle schiume. Il punto di osservazione è stato scelto tra i 17 punti definiti durante la campagna di rilevamento topografico tramite GPS eseguita

a luglio 2013 (cfr. nota ALNG 048/14 inviata alle Autorità). La localizzazione dei 17 punti viene riportata nella **Figura 3**<sup>2</sup>.

Al fine di riprodurre una carta tematica il più puntuale possibile, durante lo stesso rilevamento, è stato effettuato il rilevamento anche da più punti di osservazione. Ad esempio, nell'ipotesi in cui l'ubicazione delle schiume sia stata orientata a sud-est e, nello stesso momento, a sud-ovest, sono stati scelti come punti di osservazione il punto n. 5 e il punto n. 9, rispettivamente riportati nella **Figura 3**.



**Figura 3** I punti di posizionamento del telemetro. I punti evidenziati in rosso hanno coordinate geografiche note (cd. punti fiduciali), tali coordinate sono state determinate durante una campagna topografica con l'utilizzo di un GPS.

Come mostrato nella **Figura 4**, i livelli per il posizionamento del telemetro laser sono ubicati ad una diversa quota per garantire la migliore collocazione dei punti di osservazione delle schiume stesse.

<sup>2</sup> Si precisa che i riferimenti presenti sullo sfondo dell'immagine non sono di alcun interesse nella campagna di rilevamento delle schiume.

- **“Livello 1” - “Area Livello 1”**: È il livello base del Terminale collocato a circa 18 m slm. Il punto di osservazione viene selezionato in tale area quando le schiume sono per lo più concentrate in prossimità del punto di scarico del circuito di scambio termico. Tale altro punto di osservazione è identificato nel **“Livello 2” - “Area Top recondenser”**: un’area a circa 50 m slm (ultimo livello del ricondensatore). Tale punto permette di avere un campo di osservazione nei casi in cui la schiuma non sia nelle vicinanze della struttura del Terminale, ed è identificato nella **Figura 4** con la freccia di colore rosso;
- **“Livello 3” - “Area Tetto Modulo Alloggi”**: E’ un’area a circa 30 m slm (tetto del modulo alloggi). Tale punto permette di avere un campo di osservazione nei casi in cui la schiuma non sia nelle vicinanze della struttura del Terminale e sia orientata in direzione Nord-Est, ed è identificato nella **Figura 4** con la freccia di colore verde.



**Figura 4** Ubicazione dei punti di osservazione, le frecce indicano: in blu il Livello 1, in rosso il Top recondenser ed il verde il tetto del modulo alloggi.

### 2.2.3 Posizionamento del telemetro nel punto di osservazione identificato

Una volta determinato/i il/i punto/i di osservazione, il telemetro è stato installato su un treppiede nella posizione definita e marcata in campo durante la campagna topografica.

### 2.2.4 Esecuzione del rilevamento

Una volta raccolto il dato per il calcolo dell’interferenza magnetica (cfr. § 3.1.1. de *Risultati del monitoraggio annuale delle schiume giugno 2013 – aprile 2014*) si è proceduto alla rilevazione del perimetro dell’area interessata dalle schiume attraverso la registrazione di una serie di letture del margine della superficie con presenza di schiume. Il numero minimo di letture è stato definito in funzione della massima distanza in cui è stata rilevata la schiuma dal telemetro, come riportato nella **Tabella 1**.

Ogni lettura ha previsto la registrazione dei seguenti dati:

- Distanza (m);
- Azimut (°);
- Angolo di inclinazione (°).

I dati forniti dal telemetro sono stati inseriti in un quaderno di campo nel quale vengono registrate anche le seguenti informazioni:

- numero di rilevamento;
- data;
- ora di inizio;
- ora di fine;
- punto di osservazione (come da **Figura 3** e **Figura 4**);
- classe di increspatura (assente/sporadica/significativa);
- condizioni meteorologiche (soleggiato/nuvoloso/pioggia);
- punto per la definizione calcolo errore.

### 2.2.5 Coordinamento con il natante per raccolta immagini sul punto più lontano rilevato dal telemetro

Durante la raccolta dei dati, una volta definito il punto più lontano in cui il telemetro ha rilevato la schiuma, il personale incaricato al monitoraggio con telemetro ha contattato, tramite radio, l'imbarcazione di supporto. L'imbarcazione si è posta, quindi, in prossimità dell'ultimo punto (il più distante) misurato dal telemetro, ed ha effettuato alcune foto al fine di documentare lo stato e la consistenza della schiuma (**Figura 5**).



**Figura 5** Avvicinamento dell'imbarcazione di supporto al monitoraggio delle schiume all'ultimo punto misurato dal telemetro.

Nell'ambito delle operazioni di monitoraggio, l'imbarcazione esegue all'inizio e alla fine della giornata perlustrazioni delle aree poste a 1,5 e 3 miglia nautiche dal Terminale al fine di rilevare l'eventuale presenza di schiuma. Inoltre, l'imbarcazione effettua altre perlustrazioni a 1,5 miglia durante le giornate interessate dal monitoraggio, tra un rilievo e l'altro eseguito con telemetro dal GBS.

### 3 CARATTERISTICHE DEL TELEMETRO LASER

Il telemetro in uso è il modello LRM 3500 CI, le cui principali specifiche sono:

- range di misura: 10 – 3,500 metri;
- accuratezza della misura della distanza:  $\pm 1$  metro;
- accuratezza della misura dell'azimuth:  $\pm 2^\circ$ ;
- accuratezza della misura di elevazione:  $\pm 1^\circ$ .

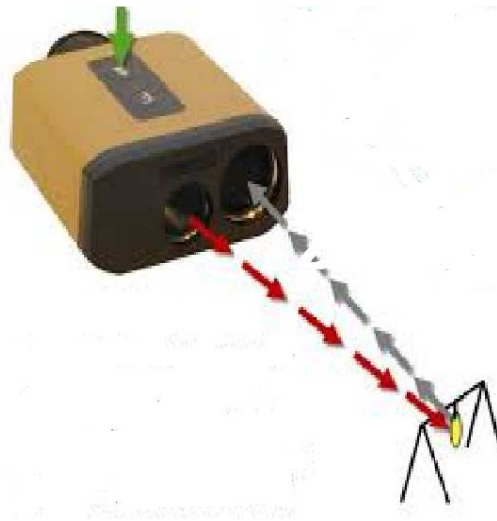
Nella **Figura 6** seguente si riporta un estratto della scheda tecnica fornita dal costruttore (nell'**Allegato A** viene riportata la scheda nella sua completezza), dove vengono elencate le principali caratteristiche tecniche dello strumento.

Specifications	
Magnification	7x
Objective lens	25 mm
Field of view	8°
Diopter adjustment range	$\pm 4$
Rangefinder	
Laser type	905 nm class 1 eye-safe
Measuring distance range*	1-3,500 m
Beam divergence	2.0 mrad
Measuring azimuth range	6,400 mils/360°
Measuring elevation range	$\pm 60^\circ$
Distance accuracy (meters)	$\pm 1$
Azimuth and elevation accuracy	$\pm 1^\circ$
Distance resolution	1
Measurement time (seconds)	0.5
First/Last/Auto logic	V
Gating capability (meters)	100 - 3500
Gating step (meters)	100 m
Meters/Yards display	V
Computer output	RS232
Last 10 readings recall	V
Reticle shape selection ( + or [] )	V
GPS (optional)	V
Scan mode	V
Speed detector	V
Miscellaneous	
Power supply	9V lithium non-magnetic
Battery life	>5,000 measurements
Low battery indicator	V
Rubber armour	V
Water resistant design	V
Tripod socket	1/4"
Dimensions	127x125x60 mm
Weight	460 g
*Target: NATO target, 2.3m x 2.3m, albedo 0.3, visibility over 20km.	

**Figura 6** Scheda tecnica dello telemetro laser LRM 3500CI (<http://www.newcon-optik.com/Specs/lrm3500ci.pdf>).

Inoltre, sulla base delle informazioni fornite dal produttore del telemetro (*Newcon Optik*), è stato possibile riscontrare che lo strumento determina la distanza tra il punto di osservazione e il target attraverso il tempo impiegato da un raggio laser, di frequenza nota (905 nm), per raggiungere il target e tornare indietro (**Figura 7**).





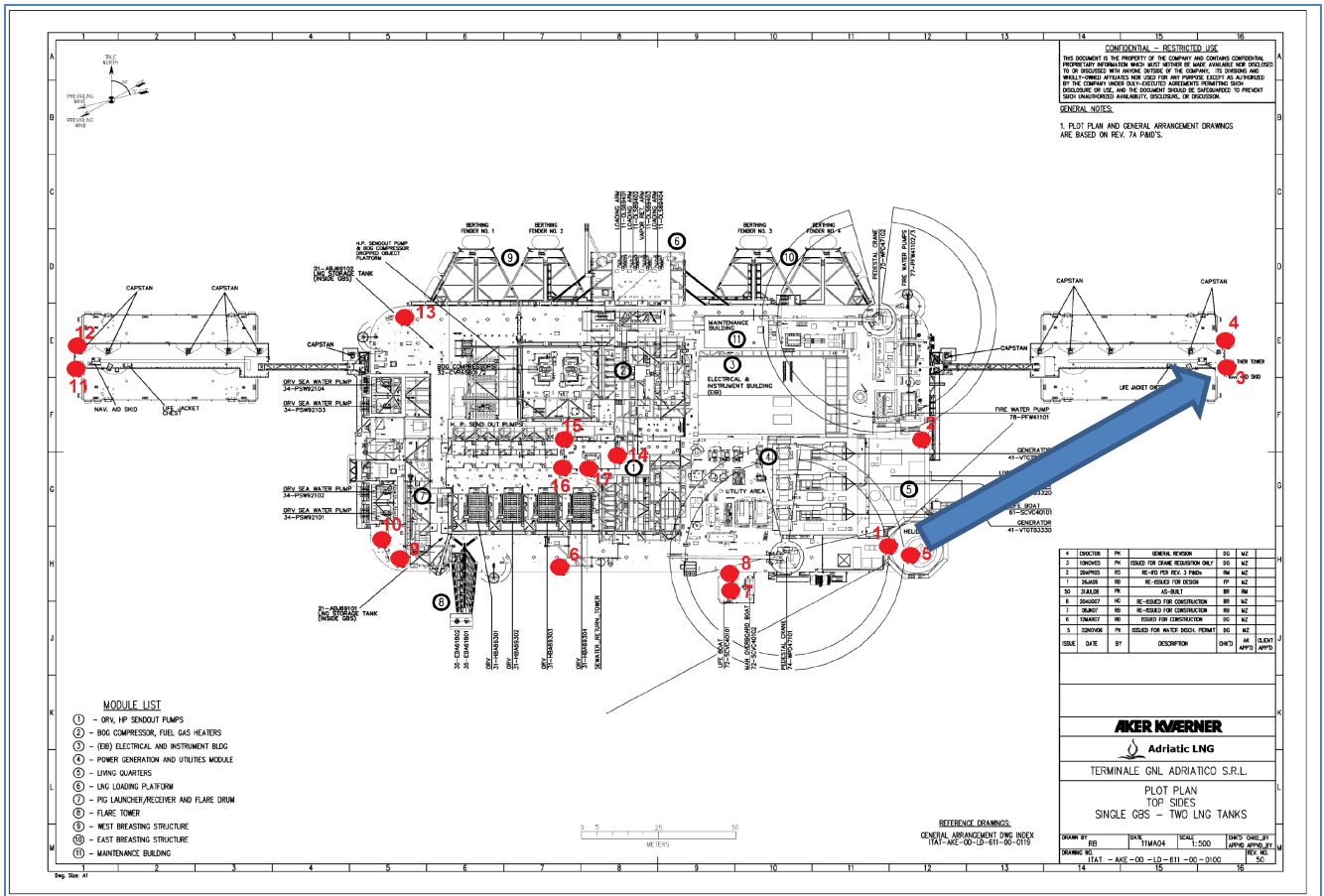
**Figura 7** Misurazione della distanza con telemetro.

### 3.1.1 Ripetibilità della misura

Al fine di verificare la ripetibilità della misura, prima di ogni rilevamento e una volta posizionato il telemetro in un punto noto (cd. punto fiduciale), si procede alla misurazione di un altro punto fiduciale ovvero uno dei 17 punti mappati in **Figura 3**.

Con tale misura si verifica se il telemetro rileva sempre la stessa distanza tra due punti noti, e quindi se la misura risulta essere ripetibile.

A titolo di esempio, una volta posizionato il telemetro nel punto di osservazione n. 6 (**Figura 8**), si verifica che la distanza misurata con il punto n. 7 sia sempre costante, come risulta nella **Tabella 2** in cui si riportano le distanze misurate in concomitanza con la campagna di rilevamento eseguita nel mese di ottobre 2015, (precisamente nei giorni 28, 29 e 30 ottobre).



**Figura 8** Punti noti di posizionamento del telemetro o punti noti utilizzati per la verifica della ripetibilità della misura e per il calcolo dell'interferenza generata dai campi magnetici sulla bussola del telemetro. I punti hanno coordinate geografiche note; tali coordinate sono state determinate durante una campagna topografica con l'utilizzo di un GPS.

Rilevamento	Punto di rilevamento			Punto riferimento per calcolo errore bussola					
	ID Punto	Coordinata X	Coordinata Y	ID Punto riferimento	Coordinata X	Coordinata Y	Distanza m (ipotenusa)	Azimet (°)	Angolo Elevation (°)
1	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	97	-1
2	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	99	-1
3	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	98	-1
4	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	98	-1
5	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	98	-1
6	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	98	-1
7	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	98	-1
8	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	98	-1
9A	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	98	-1
9B	5	310015,7453	4995887,917	3	310116,2575	4995949,148	118	68	-5
10A	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	98	-1
10B	5	310015,7453	4995887,917	3	310116,2575	4995949,148	118	68	-5
11	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	98	-1

**Tabella 2** Dati raccolti durante la campagna di monitoraggio eseguita nel mese di Ottobre 2015 per la determinazione del disturbo indotto dai campi magnetici alla bussola del telemetro e per la verifica della ripetibilità della misura della distanza.

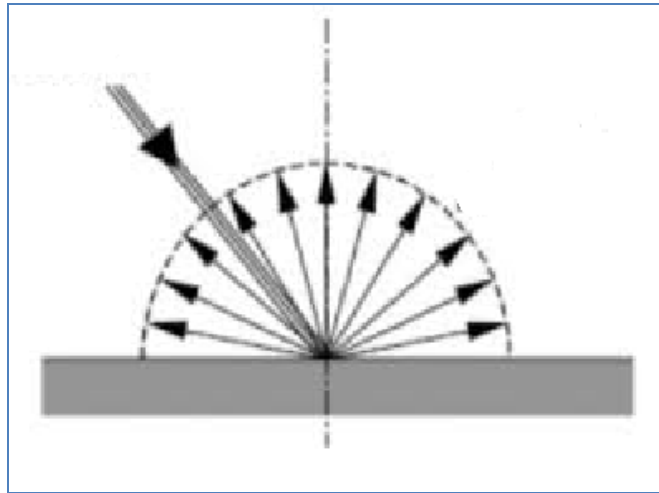
Questa misura è utile anche per determinare il disturbo dato dal campo elettromagnetico generato dai motori e dalle masse metalliche presenti sulla piattaforma. Tale disturbo risulta essere costante durante l'intero periodo del singolo rilevamento (15-30 minuti). Prima di ciascun rilevamento, è possibile determinare l'interferenza indotta dai campi magnetici sulla bussola dello strumento calcolando l'angolo tra due punti noti (punto di osservazione e punto fiduciale) e confrontandolo con l'angolo misurato dal telemetro. Questo disturbo viene, poi, considerato e sommato algebricamente a tutte le misurazioni che verranno prese da quel determinato punto di osservazione durante il singolo rilevamento.

### 3.1.2 Limiti di rilevabilità

Sulla base delle informazioni fornite dal produttore del telemetro (*Newcon Optik*), è stato possibile riscontrare che:

- il raggio laser è in grado di essere riflesso da superfici lambertiane, come riportato in **Figura 9**. Il pelo libero dell'acqua, tuttavia, è una superficie non-lambertiana e, quindi, il raggio laser del telemetro non è in grado di essere riflesso: di conseguenza, non è possibile determinare la distanza di un punto del pelo libero su tale superficie. La superficie delle schiume è, invece, una

superficie lambertiana: in grado, quindi, di riflettere il raggio laser del telemetro. Tuttavia, quando lo spessore delle schiume risulta essere in prossimità del pelo libero dell'acqua (e quindi le schiume hanno uno spessore non significativo), il raggio laser non viene riflesso, in quanto il target diventa una superficie non-lambertiana.



**Figura 9** Rappresentazione della riflessione di un raggio incidente su una superficie lambertiana.

- il target deve ricoprire una superficie minima per poter riflettere il raggio laser. Per un target posto ad una distanza di 1 km dal punto di osservazione, la superficie coperta dal target stesso deve avere una dimensione minima di 2 m per 2 m, a 2 km una superficie 4 m per 4 m.

Risulta, quindi, evidente che il telemetro è in grado di determinare la distanza di un target alle seguenti condizioni:

- le schiume presentino uno spessore significativo, cioè tale da rendere la propria superficie differente da quella del pelo libero dell'acqua;
- le schiume occupino una superficie minima rilevabile dal telemetro.

Il telemetro permette di determinare:

- la distanza delle schiume rispetto al punto di osservazione, ovvero il punto in cui è posizionato lo strumento;
- l'angolo di inclinazione (dello strumento rispetto alla verticale);
- l'azimut (ovvero l'angolo rispetto al Nord).

I tre dati, accoppiati con le coordinate geografiche del punto di osservazione (punti noti, o fiduciali, determinati tramite rilievo topografico con GPS) permettono, attraverso equazioni trigonometriche, di determinare le coordinate UTM (Fuso 33N) dei punti in mare in cui viene rilevata la schiuma.

#### 4 MAPPE TEMATICHE

Terminata l'attività in campo descritta nel precedente paragrafo, i dati dei rilevamenti sono stati riportati su un foglio elettronico, predisposto per il calcolo delle coordinate UTM (Fuso 33N) attraverso equazioni trigonometriche.

Calcolate le coordinate geografiche dei punti rilevati in mare, queste sono state acquisite in un sistema GIS per l'elaborazione delle mappe di dispersione delle schiume.

Le mappe di dispersione delle schiume sono riportate nei seguenti allegati al presente documento:

- **Allegato B Risultati 1° campagna – Periodo ottobre 2015 – dicembre 2016:** Mappe tematiche 1° campagna;
- **Allegato C Risultati 2° campagna – Periodo ottobre 2015 – dicembre 2016:** Mappe tematiche 2° campagna;
- **Allegato D Risultati 3° campagna – Periodo ottobre 2015 – dicembre 2016:** Mappe tematiche 3° campagna;
- **Allegato E Risultati 4° campagna – Periodo ottobre 2015 – dicembre 2016:** Mappe tematiche 4° campagna;
- **Allegato F Risultati 5° campagna – Periodo ottobre 2015 – dicembre 2016:** Mappe tematiche 5° campagna;
- **Allegato G Risultati 6° campagna – Periodo ottobre 2015 – dicembre 2016:** Mappe tematiche 6° campagna;
- **Allegato H Risultati 7° campagna – Periodo ottobre 2015 – dicembre 2016:** Mappe tematiche 7° campagna;
- **Allegato I Risultati 8° campagna – Periodo ottobre 2015 – dicembre 2016:** Mappe tematiche 8° campagna;

Inoltre, nei medesimi allegati sono stati riportati i dati relativi a:

- Aria: tali dati sono stati forniti dalla strumentazione installata sul Terminale da ALNG e più precisamente:
  - Temperatura °C;
  - Vento (direzione e velocità);
  - Radiazione solare (Wm<sup>2</sup>);

- Mare: tali dati sono stati forniti dalle strumentazioni installate da ALNG sulle briccole di ormeggio (“**mooring dolphins**”)<sup>3</sup> e più precisamente:
  - Onda (direzione, altezza, periodo);
  - Corrente (velocità direzione);
- Condizioni di esercizio del Terminale: tali dati sono stati forniti dal *Distributed Control System* (“**DCS**”) di ALNG, ovvero dal sistema di controllo automatico costituito da diversi sottosistemi, tra cui quello di acquisizione e di elaborazione dei dati, in grado di scambiare autonomamente informazioni con il campo (processo o impianto), e più precisamente:
  - Numero di ORV in funzione;
  - Portata totale acqua mare scaricata;
  - Temperatura °C acqua prelevata;
  - Temperatura °C acqua scaricata;
  - $\Delta T$  tra acqua scaricata e prelevata;
  - pH acqua scaricata;
  - O<sub>2</sub> % acqua scaricata.

Inoltre, nell'**Allegato M** si riportano il posizionamento e i risultati ottenuti dai rilevamenti della boa oceanografica la cui configurazione è stata condivisa con ISPRA ed ARPAV mediante comunicazioni intercorse il 2 ottobre 2007 (nota ALNG prot. EM-OUT-000459) e il 9 gennaio 2008 (nota ISPRA prot. 279/08).

---

<sup>3</sup> Si precisa che, nel caso in cui durante il monitoraggio tale strumentazione non fosse disponibile a causa di manutenzione/malfunzionamento, vengono utilizzati i dati misurati dalla boa oceanografica o quelli elaborati da Ocean Weather (si veda per dettagli gli allegati al presente rapporto).

## 5 RISULTATI DEI MONITORAGGI

A partire dal mese di ottobre 2015 sono state effettuate 8 campagne di monitoraggio delle schiume per un totale di 92 rilevamenti (**Tabella 3**).

Campagna n°	Giorni	Rilevamenti Effettuati n°	Massima distanza delle schiume dal Terminale
1	28-29-30 ottobre 2015	11	800 m
2	15-16-17 dicembre 2015	12	543 m
3	25-26-27 febbraio 2016	11	282 m
4	20-21-22 aprile 2016	12	290 m
5	16-17-18 giugno 2016	12	360 m
6	24-25-26 agosto 2016	12	299 m
7	25-26-27 ottobre 2016	11	280 m
8	14-15-16 dicembre 2016	11	350 m

**Tabella 3** Schema riassuntivo delle campagne di rilevamento effettuate dal 28 ottobre 2015 al 16 dicembre 2016.

Nei successivi paragrafi si riportano i risultati emersi dalle campagne di monitoraggio effettuate dal mese di ottobre 2015 al mese di dicembre 2016.

### 5.1 1° Campagna

Tale Campagna di monitoraggio si è svolta nelle giornate del 28, 29 e 30 ottobre 2015, e sono stati eseguiti un totale di 11 rilevamenti. La Campagna è stata caratterizzata da condizioni metereologiche variabili da nuvoloso nei primi due giorni di indagine a soleggiato. Solo durante il secondo giorno di indagine il mare era caratterizzato da un'intensa presenza di increspature nonché di schiuma dovuta al consistente moto ondoso.

Nell'**Allegato B** sono riportati i dati meteomarini e di esercizio del Terminale, che hanno caratterizzato la Campagna di monitoraggio. In particolare, per quanto riguarda i parametri meteomarini:

- i dati relativi alle condizioni del mare sono stati ricavati dalla sonda di monitoraggio installata sul *mooring dolphin* e dalla boa oceanografica MEDA;
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalle sonde installate in prossimità della piattaforma utilizzata per l'atterraggio degli elicotteri (*helideck*).

Si segnala che, come comunicato da ALNG, durante tale campagna si presentavano problematiche tecniche alle sonde di monitoraggio installate sul *mooring dolphin* ovest.

La direzione delle schiume è variata principalmente da Ovest/Sud-Ovest a Est durante il monitoraggio: pertanto, i rilevamenti sono stati effettuati dal "Punto 1" e "Punto 2". Di seguito, si riporta il dettaglio degli 11 rilevamenti effettuati nelle tre giornate:

### Rilevamenti del 28 ottobre 2015

I rilevamenti n. 1, n. 2 e n. 3 sono stati effettuati tra le ore 14:10 e le ore 16:05. Come punto di osservazione e di posizionamento del telemetro e del GPS si è optato per il Punto 1 in quanto la schiuma era visibile dal lato Sud del Terminale durante i 3 rilevamenti. Per ciascuna rilievo sono state raccolte rispettivamente 6, 7 e 6 letture su 9 previste a causa della natura (sottile) della schiuma al momento dei rilievi. Data la limitata estensione delle schiume, tali letture risultano comunque sufficienti per riuscire a ricostruire in GIS l'area coperta dalla schiuma

### Rilevamenti del 29 ottobre 2015

Durante i rilevamenti n. 4, n. 5, n. 6 e n. 7 le schiume erano presenti in direzione sud: pertanto, durante questo rilievo è stato necessario posizionare il telemetro nel Punto 1. La tabella seguente riepiloga gli orari di acquisizione e il numero di letture acquisite durante il secondo giorno di monitoraggio.

ID Rilievo	Ora inizio	Ora fine	Letture previste	Letture effettuate
4	9:20 AM	9:45 AM	9	13
5	11:10 AM	11:40 AM	15	18
6	1:45 PM	2:24 PM	9	22
7	2:50 PM	3:10 PM	15	18

Tabella 4 – Orari di acquisizione e letture effettuate durante il monitoraggio del 29 ottobre 2015

### Rilevamenti del 30 ottobre 2015

Durante il rilevamento n. 8, eseguito dalle ore 9:20 alle ore 9:45, le schiume erano concentrate nell'area sud/ovest del Terminale. Pertanto, il telemetro è stato posizionato nel Punto 1 acquisendo 14 letture su 13 previste.

I rilevamenti n.9 e n.10 eseguiti rispettivamente dalle ore 10:27 alle ore 10:50 e dalle ore 11:45 alle ore 12:10, sono stati eseguiti dal Punto 1 e dal Punto 2



in quanto le schiume erano presenti a sud/est del Terminale. Nel primo rilevamento (n. 9) sono state raccolte 24 letture su 9 previste lungo il lato sud/est del Terminale, mentre nel secondo rilevamento (n. 10) sono state raccolte 25 letture su 15 previste.

Durante il rilevamento n. 11 (eseguito dalle ore 13:30 alle ore 13:50) le schiume erano presenti in direzione sud pertanto è stato necessario posizionare il telemetro nel Punto 1 acquisendo 13 letture su 9 previste.

Per maggiori dettagli sui dati registrati durante il monitoraggio, le mappe dei punti elaborati a GIS e il Log Fotografico si rimanda all'**Allegato B**.

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato alcune topografie al fine di documentare lo stato, la consistenza e la significatività della schiuma rilevata dal telemetro durante i giorni 28, 29 e 30 ottobre. Seguentemente, ha effettuato una perlustrazione del perimetro dell'area posta intorno al Terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non poter essere rilevata dal telemetro. Le fotografie e i rapporti giornalieri dell'imbarcazione sono riportati nell'**Allegato L**.

## 5.2 2° Campagna

La campagna di monitoraggio si è svolta nelle giornate del 15, 16 e 17 dicembre 2015 e sono stati eseguiti un totale di 12 rilevamenti. La Campagna è stata caratterizzata da condizioni meteorologiche soleggiate e mare calmo.

Nell'**Allegato C** sono riportati i dati meteomarini e di esercizio del Terminale che hanno caratterizzato la campagna. In particolare, per quanto riguarda i parametri meteomarini:

- i dati relativi alle condizioni del mare sono stati ricavati dalla sonda di monitoraggio installata sul *mooring dolphin* e dalla boa oceanografica MEDA;
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalle sonde installate in prossimità della piattaforma utilizzata per l'atterraggio degli elicotteri (*helideck*).

Si segnala che, come comunicato da ALNG, durante tale campagna si presentavano problematiche tecniche alle sonde di monitoraggio installate sul *mooring dolphin* ovest.

Nel corso della Campagna, la direzione delle schiume è variata da sud/est a sud/ovest i rilevamenti sono stati effettuati, quindi, dal Punto 1, Punto 2 e dal Punto 3. Di seguito, si riporta il dettaglio dei 12 rilevamenti effettuati nelle tre giornate della di monitoraggio:

### Rilevamenti del 15 dicembre 2015

I rilevamenti n.1, n.2, n.3 e n.4 sono stati effettuati, rispettivamente, dalle ore 11:35 alle ore 12:07, dalle ore 12:40 alle 13:19, dalle ore 13:45 alle ore 14:11 e dalle ore 14:30 alle ore 14:55. Per tutti i rilievi il telemetro è stato posizionato sul Punto 2, in quanto le schiume si concentravano lungo la direttrice sud/est del Terminale. Di seguito, si riporta il numero delle letture effettuate per ciascun rilievo:

- Rilievo n.1: 11 letture su 9 previste;
- Rilievo n.2: 7 letture su 9 previste a causa della natura della schiuma osservata;
- Rilievo n.3: 9 letture su 9 previste;
- Rilievo n.4: 9 letture su 9 previste;

### Rilevamenti del 16 dicembre 2015

I rilevamenti n.5, n.6, n.7 e n.8 sono stati effettuati, rispettivamente, dalle ore 9:15 alle ore 9:45, dalle ore 11:00 alle 11:20, dalle ore 12:45 alle ore 13:17 e dalle ore 14:25 alle ore 14:46. Per il rilievo n. 5 il telemetro è stato posizionato sul Punto 2 in quanto le schiume persistevano lungo la direttrice sud/est del Terminale; per i successivi rilievi il telemetro è stato posizionato sul "Punto 1", in quanto le schiume erano visibili lungo la direttrice sud del Terminale. Di seguito, si riporta il numero delle letture effettuate per ciascun rilievo:

- Rilievo n.5: 15 letture su 13 previste;
- Rilievo n.6: 14 letture su 13 previste;
- Rilievo n.7: 10 letture su 15 previste a causa della natura della schiuma osservata (piccole chiazze sparse);
- Rilievo n.8: 9 letture su 9 previste;

### Rilevamenti del 17 dicembre 2015

Il rilievo n. 9 è stato eseguito dalle ore 9:10 alle ore 9:36. Le schiume si estendevano da sud (in corrispondenza dello scarico del circuito ORV) verso ovest del Terminale: pertanto, il telemetro è stato posizionato nel Punto 1 e nel Punto 3, rilevando un totale di 10 misure su 9 previste.

I rilevamenti n.10, n.11 e n.12 sono stati effettuati, rispettivamente, dalle 10:20 alle 10:44, dalle ore 11:35 alle ore 11:58 e dalle ore 13:05 alle ore 13:29 e tutti dal Punto 1. Nel rilevamento n. 10 sono state raccolte 11 letture su 9 previste lungo il lato sud del Terminale, mentre nei successivi due rilevamenti (n. 11 e n. 12) sono state raccolte, rispettivamente, 10 e 9 letture su 9 previste.

Per maggiori dettagli sui dati registrati durante il monitoraggio, le mappe dei punti elaborati a GIS e il Log Fotografico si rimanda all'**Allegato C**.

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato alcune topografie al fine di documentare lo stato, la consistenza e la significatività della schiuma rilevata dal telemetro durante i giorni 15, 16 e 17 dicembre 2015. Durante l'attività, l'imbarcazione ha effettuato una perlustrazione del perimetro dell'area posta intorno al Terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche, al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non poter essere rilevata dal telemetro. Le fotografie e i rapporti giornalieri dell'imbarcazione sono riportati nell'**Allegato L**.

### 5.3 3° Campagna

Durante la terza campagna di monitoraggio (di seguito, la "**Terza Campagna**") sono stati eseguiti un totale di 11 rilevamenti nelle giornate del 25, 26 e 27 febbraio 2016. La Terza Campagna è stata caratterizzata da condizioni meteorologiche particolarmente avverse con presenza, spesso significativa, di increspatura della superficie del mare nonché di schiuma dovuta al consistente moto ondoso.

Nell'**Allegato D** sono riportati i dati meteomarini e di esercizio del Terminale che hanno caratterizzato la Terza Campagna. In particolare, per quanto riguarda i parametri meteomarini:

- i dati relativi alle condizioni del mare sono stati ricavati dalla sonda di monitoraggio installata sul *mooring dolphin* ovest;
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalle sonde installate in prossimità della piattaforma utilizzata per l'atterraggio degli elicotteri (*helideck*).

Si segnala che a causa delle avverse condizioni marine, l'imbarcazione di supporto al monitoraggio delle schiume non ha potuto raggiungere il Terminale il giorno 27 febbraio.

Di seguito si riporta il dettaglio degli 11 rilevamenti effettuati nelle tre giornate:

#### Rilevamenti del 25 febbraio 2016

I rilevamenti n. 1, n. 2 e n.3 sono stati effettuati dalle ore 9:00 alle ore 9:28, dalle 10:45 alle 11:04 e dalle ore 12:40 alle ore 13:00. Durante i rilievi n. 1 e n. 2 sono state raccolte, rispettivamente, 10 e 13 letture su 9 previste mentre per il rilevamento n. 3 sono state acquisite 5 letture su 9 previste a causa nella natura della schiuma presente (piccole chiazze sparse). Tutti i rilevamenti sono stati condotti dal Punto 3 al fine di caratterizzare la dispersione delle schiume lungo la direttrice sud/ovest del Terminale.

Durante rilevamento n. 4 (eseguito dalle ore 14:20 alle ore 14:32) non è stato possibile acquisire col telemetro nessuna lettura a causa della natura molto sottile e delle ridotte dimensioni delle chiazze della schiuma. L'imbarcazione Hippos ha comunque caratterizzato il rilevamento mediante immagini fotografiche rappresentative e ha potuto registrare le coordinate del punto con

presenza di schiuma più distante dal Terminale. Essendo tale distanza limitata si ritiene che quanto raccolto permetta una buona caratterizzazione dell'estensione delle schiume per tale rilevamento.

#### Rilevamenti del 26 febbraio 2016

Il rilevamento n. 5 è stato effettuato dalle ore 9:20 alle 9:40. Le schiume erano posizionate lungo il lato sud del Terminale. Il rilevamento è stato eseguito dal Punto 1 ed ha prodotto un totale di 5 letture su 9 previste a causa della natura della schiuma (piccole chiazze sparse).

Il rilevamento n. 6 è stato effettuato dalle ore 11:05 alle 11:21 e come per il rilevamento precedente, ha riguardato il lato Sud del Terminale. Durante il rilievo, eseguito dal Punto 2, sono state raccolte 2 letture su 13 previste a causa della natura della schiuma (piccole chiazze sparse).

Il rilevamento n.7, effettuato dalle 12:45 alle 13:12, è stato effettuato dal Punto 3 al fine di caratterizzare la schiuma lungo la direttrice sud/ovest del Terminale. Per il rilevamento n. 7 sono state raccolte 7 letture su 9 previste a causa della natura della schiuma (piccole chiazze sparse).

Durante rilevamento n. 8 (eseguito dalle ore 14:20 alle ore 14:35) non è stato possibile acquisire col telemetro nessuna lettura a causa della natura molto sottile e delle ridotte dimensioni delle chiazze della schiuma. L'imbarcazione Hippos ha comunque caratterizzato il rilevamento mediante immagini fotografiche rappresentative.

#### Rilevamenti del 27 febbraio 2016

Durante rilevamento n. 9, n.10 e n.11, eseguiti rispettivamente dalle ore 8:15 alle ore 8:25, dalle ore 10:10 alle ore 10:31 e dalle ore 11:20 alle ore 11:30, non è stato possibile acquisire col telemetro nessuna lettura in quanto non è stato osservato alcun pennacchio/chiazze di schiuma durante i suddetti rilevamenti come mostrato nelle foto acquisite e riportate all'**Allegato D**.

Per maggiori dettagli sui dati registrati durante il monitoraggio, le mappe dei punti elaborati a GIS e il Log Fotografico si rimanda all'**Allegato D**.

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato, per i rilevamenti del primo e terzo giorno di monitoraggio (a causa di condizioni meteo marine avverse l'imbarcazione non ha potuto raggiungere il Terminale nel giorno 27 febbraio), le topografie al fine di documentare lo stato, la consistenza e la significatività della schiuma rilevata dal telemetro. Come previsto, ha effettuato una perlustrazione del perimetro dell'area posta intorno al terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non poter essere rilevata dal telemetro. Le fotografie e i rapporti giornalieri dell'imbarcazione sono riportati nell'**Allegato L**.

## 5.4 4° Campagna

Durante la quarta campagna di monitoraggio (di seguito, la “**Quarta Campagna**”) sono stati eseguiti un totale di 12 rilevamenti nelle giornate del 20, 21 e 22 aprile 2016. La Quarta Campagna è stata caratterizzata da condizioni metereologiche di tempo soleggiato e totale assenza di increspatura della superficie marina.

Nell’**Allegato E** sono riportati i dati meteomarini e di esercizio del Terminale che hanno caratterizzato la Quarta Campagna. In particolare, per quanto riguarda i parametri meteomarini:

- i dati relativi alle condizioni del mare sono stati ricavati dalla sonda di monitoraggio installata sul *mooring dolphin* ovest;
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalle sonde installate in prossimità della piattaforma utilizzata per l’atterraggio degli elicotteri (*helideck*).

Si sottolinea che, durante la Quarta Campagna, le schiume erano concentrate nelle aree poste a Sud/Sud-Ovest e Sud/Sud-Est del Terminale: pertanto, i rilevamenti sono stati effettuati dal Punto 1. Per i soli rilevamenti n. 9 e n. 10 le schiume seguivano la direttrice nord del Terminale pertanto le indagini sono state eseguite dal Punto 4. Di seguito, si riporta il dettaglio dei 12 rilevamenti effettuati nelle tre giornate:

### Rilevamenti del 20 aprile 2016

I rilevamenti n.1, n.2, n.3 e n.4 sono stati effettuati dal Punto 1 al fine di caratterizzare la schiuma lungo la direttrice Sud del Terminale. La tabella seguente riporta gli orari di esecuzione dei 4 rilevamenti e le letture acquisite per ciascuno di essi.

ID Rilievo	Ora inizio	Ora fine	Letture previste	Letture effettuate
1	11:00 AM	11:30 AM	13	14
2	12:35 PM	1:00 PM	13	13
3	1:40 PM	2:00 PM	13	14
4	2:55 PM	3:15 PM	13	18

Tabella 5 – Orari di acquisizione e letture effettuate durante il monitoraggio del 20 aprile 2016

### Rilevamenti del 21 aprile 2016

Anche i rilevamenti n.5, n.6, n.7 e n.8 sono stati effettuati dal Punto 1 al fine di caratterizzare la schiuma lungo la direttrice Sud del Terminale. La tabella

seguente riporta gli orari di esecuzione dei 4 rilevamenti e le letture acquisite per ciascuno di essi.

ID Rilievo	Ora inizio	Ora fine	Letture previste	Letture effettuate
5	9:10 AM	9:35 AM	9	9
6	11:15 AM	11:25 AM	9	9
7	1:10 PM	1:25 PM	9	9
8	2:45 PM	3:00 PM	9	9

Tabella 6 – Orari di acquisizione e letture effettuate durante il monitoraggio del 21 aprile 2016

### Rilevamenti del 22 aprile 2016

I rilevamenti n.9 e n. 10 sono stati effettuati posizionando il telemetro sul Punto 4 al fine di caratterizzare le schiume distribuite a Nord del Terminale. Durante il rilievo sono state raccolte rispettivamente 14 e 9 letture su 9 previste.

I rilevamenti n.11 e n. 12 sono stati eseguiti nei seguenti orari:

- Dalle 13:00 alle 13:10
- Dalle 14:00 alle 14:15

Producendo un totale di 9 e 10 letture su 9 previste.

Per maggiori dettagli sui dati registrati durante il monitoraggio, le mappe dei punti elaborati a GIS e il Log Fotografico si rimanda all'**Allegato E**.

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato, per tutti i rilevamenti della Quarta Campagna, le topografie al fine di documentare lo stato, la consistenza e la significatività della schiuma rilevata dal telemetro. Come indicato anche nella nota integrativa al Piano di Monitoraggio delle schiume (lettera ALNG 048/2014) l'imbarcazione ha effettuato una perlustrazione del perimetro dell'area posta intorno al Terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche, al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non poter essere rilevata dal telemetro. Le fotografie e i rapporti giornalieri dell'imbarcazione sono riportati all'**Allegato L**.

## 5.5 5° Campagna

Durante la quinta campagna di monitoraggio sono stati eseguiti un totale di 12 rilevamenti nelle giornate del 16, 17 e 18 giugno 2016. La Quinta Campagna è stata caratterizzata da condizioni marine avverse durante la prima giornata di monitoraggio: difatti, la rilevante presenza di onda e vento non hanno consentito la

presenza dell'imbarcazione di supporto al monitoraggio nel giorno 16 giugno. Per i giorni 17 e 18 giugno, il monitoraggio è stato eseguito rilevando le massime distanze delle schiume dal Terminale (che si sono sempre mantenute entro una distanza di circa 360 m) attraverso il posizionamento dell'imbarcazione Hippos, a causa di un guasto al telemetro avvenuto durante la campagna di monitoraggio.

A seguito del guasto del telemetro si è provveduto alla riparazione presso il fornitore e all'acquisto di un nuovo telemetro in modo da avere sempre un backup per i successivi monitoraggi.

Nell'**Allegato F** sono riportati i dati meteorologici e di esercizio del Terminale, che hanno caratterizzato la Quinta Campagna. In particolare, per quanto riguarda i parametri meteorologici:

- i dati relativi alle condizioni del mare sono stati ricavati dalla sonda di monitoraggio installata sul *mooring dolphin* ovest;
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalle sonde installate in prossimità della piattaforma utilizzata per l'atterraggio degli elicotteri (*helideck*).

Si sottolinea che le schiume erano concentrate nelle aree poste a Sud, Sud-Ovest e a Sud-Est del Terminale. La Tabella seguente riporta il dettaglio dei 4 rilevamenti effettuati durante la prima giornata di monitoraggio con telemetro dal Punto 1 (rilievo n.1 ,n.3 e n.4) e dal Punto 3 (rilievo n.2):

ID Rilievo	Ora inizio	Ora fine	Letture previste	Letture effettuate
1	1:00 PM	1:30 PM	9	10
2	2:30 PM	3:10 PM	9	16
3	4:00 PM	4:40 PM	9	12
4	5:30 PM	6:00 PM	9	12

Tabella 7 – Orari di acquisizione e letture effettuate durante il monitoraggio del 16 giugno 2016

Per maggiori dettagli sui dati registrati durante il monitoraggio, le mappe dei punti elaborati a GIS e il Log Fotografico si rimanda all'**Allegato F**.

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato alcune fotografie al fine di documentare lo stato, la consistenza e la significatività della schiuma rilevata dal telemetro durante il giorno 17 e 18 giugno 2016. Seguentemente, ha effettuato una perlustrazione del perimetro dell'area posta intorno al Terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche, al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume. Le fotografie e i rapporti giornalieri dell'imbarcazione sono riportati nell'**Allegato L**.

## 5.6 6° Campagna

Durante la sesta campagna di monitoraggio sono stati eseguiti un totale di 12 rilevamenti nelle giornate del 24, 25 e 26 agosto 2016. La Sesta Campagna è stata caratterizzata da condizioni metereologiche di tempo sereno e soleggiato, con significativa presenza di increspatura della superficie marina durante i primi due giorni di indagine e sporadica presenza della stessa durante il terzo giorno.

Nell'**Allegato G** sono riportati i dati meteomarini e di esercizio del Terminale che hanno caratterizzato la Sesta Campagna. In particolare, per quanto riguarda i parametri meteomarini:

- i dati relativi alle condizioni del mare sono stati ricavati dalla sonda di monitoraggio installata sul *mooring dolphin* ovest;
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalle sonde installate in prossimità della piattaforma utilizzata per l'atterraggio degli elicotteri (*helideck*).

Di seguito, si riporta il dettaglio dei 12 rilevamenti effettuati nelle tre giornate:

### Rilevamenti del 24 agosto 2016

I rilevamenti n. 1, n. 2 e n.3 sono stati effettuati dal Punto 3, in quanto il monitoraggio le schiume erano presenti a sud/ovest del Terminale. I rilievi hanno prodotto 9 e 10 letture su 9 previste (rilievo n.1 e n.2) mentre 13 letture su 13 per il terzo rilievo.

Il rilevamento n. 4 è stato invece effettuato (dalle ore 14:45 alle 15:07) dal Punto 1 in quanto le schiume si presentavano lungo la direttrice sud del Terminale.

### Rilevamenti del 25 agosto 2016

I rilevamenti n. 5, n.6, n.7 e n.8 sono stati effettuati dal Punto 3, in quanto il monitoraggio le schiume erano presenti a sud/ovest del Terminale. I dettagli circa gli orari di esecuzione dei rilievi e il totale delle letture acquisite sono riportati nella tabella seguente.

ID Rilievo	Ora inizio	Ora fine	Letture previste	Letture effettuate
5	8:55 AM	9:21 AM	13	11
6	10:50 AM	11:10 AM	9	11
7	12:45 PM	1:09 PM	9	10
8	2:50 PM	3:13 PM	13	13

Tabella 8 – Orari di acquisizione e letture effettuate durante il monitoraggio del 25 agosto 2016



### Rilevamenti del 26 agosto 2016

Ad eccezione del rilevamento n.9 (eseguito dal Punto 3), nel giorno 26 agosto tutti i rilevamenti sono stati effettuati dal Punto 1, al fine di caratterizzare le schiume presenti a Sud (area corrispondente allo scarico del circuito ORV) del Terminale. I rilievi hanno prodotto le seguenti misure:

- Rilievo n.9: 13 letture su 15 previste;
- Rilievo n.10: 9 letture su 13 previste;
- Rilievo n.11: 13 letture su 13 previste;
- Rilievo n.12: 9 letture su 10 previste.

Per maggiori dettagli sui dati registrati durante il monitoraggio, le mappe dei punti elaborati a GIS e il Log Fotografico si rimanda all'**Allegato G**.

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato, per tutti i rilevamenti della Sesta Campagna, le topografie al fine di documentare lo stato, la consistenza e la significatività della schiuma rilevata dal telemetro. Come indicato anche nella nota integrativa al Piano di Monitoraggio delle schiume (lettera ALNG 048/2014), l'imbarcazione ha effettuato una perlustrazione del perimetro dell'area posta intorno al Terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche, al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non poter essere rilevata dal telemetro. Le fotografie e i rapporti giornalieri dell'imbarcazione sono riportati nell'**Allegato L**.

### 5.7 7° Campagna

Durante la settima campagna di monitoraggio sono stati eseguiti un totale di 11 rilevamenti nelle giornate del 25, 26 e 27 ottobre 2016. La Sesta Campagna è stata caratterizzata da condizioni meteorologiche di tempo prevalentemente nuvoloso con nebbia (ad eccezione della terza giornata di monitoraggio caratterizzata da tempo soleggiato), con assenza di increspatura della superficie marina durante i primi due giorni di indagine e significativa presenza della stessa durante il terzo giorno.

Nell'**Allegato H** sono riportati i dati meteomarini e di esercizio del Terminale che hanno caratterizzato la Settima Campagna. In particolare, per quanto riguarda i parametri meteomarini:

- i dati relativi alle condizioni del mare sono stati ricavati dalla sonda di monitoraggio installata sul *mooring dolphin* ovest;
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalle sonde installate in prossimità della piattaforma utilizzata per l'atterraggio degli elicotteri (*helideck*).

Di seguito, si riporta il dettaglio dei 11 rilevamenti effettuati nelle tre giornate:

### Rilevamenti del 25 ottobre 2016

I rilevamenti n.1, n.3. e n.4 sono stati effettuati dal Punto 1, in quanto le schiume erano presenti nell'area a sud del Terminale. I rilievi hanno prodotto 7, 9 e 12 letture su 9 previste.

Il rilevamento n. 2 è stato invece effettuato dal Punto 2 in quanto le schiume si presentavano lungo la direttrice sud/est del Terminale. A causa della natura sottile e delle dimensioni ridotte delle chiazze di schiuma, è stato possibile raccogliere 2 letture su 9 previste.

### Rilevamenti del 26 ottobre 2016

I rilevamenti n. 5 è stato effettuato dal Punto 2 mentre i rilevamenti n.6, n.7 e n.8 sono stati effettuati dal Punto 1, in quanto durante il monitoraggio le schiume erano presenti inizialmente a sud/est e poi a sud del Terminale. Inoltre, a causa della natura sottile e delle dimensioni ridotte delle chiazze di schiuma, non è stato possibile il numero di letture minime previste dalla classe di estensione per i rilevamenti n.5 e n.8. I dettagli circa gli orari di esecuzione dei rilievi e il totale delle letture acquisite sono riportati nella tabella seguente.

ID Rilievo	Ora inizio	Ora fine	Letture previste	Letture effettuate
5	9:00 AM	9:24 AM	9	6
6	11:00 AM	11:19 AM	13	13
7	1:00 PM	1:19 PM	9	11
8	3:00 PM	3:16 PM	9	7

Tabella 9 – Orari di acquisizione e letture effettuate durante il monitoraggio del 26 ottobre 2016

### Rilevamenti del 27 ottobre 2016

Ad eccezione del rilevamento n.9 per il quale non è stato possibile rilevare misure col telemetro a causa dell'elevato livello di increspatura naturale della superficie del mare (mare molto mosso), nel giorno 27 agosto i rilevamenti sono stati effettuati dal Punto 3 (rilievo n.10) e dal Punto 1 (rilievo n.11), al fine di caratterizzare le schiume presenti a Sud/ovest e sud (area corrispondente allo scarico del circuito ORV) del Terminale. I rilievi hanno prodotto le seguenti misure:

- Rilievo n.10: 7 letture su 9 previste;
- Rilievo n.11: 9 letture su 9 previste.

Per maggiori dettagli sui dati registrati durante il monitoraggio, le mappe dei punti elaborati a GIS e il Log Fotografico si rimanda all'**Allegato H**.

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato, per tutti i rilevamenti della Settima Campagna, le topografie al fine di documentare lo stato, la consistenza e la significatività della schiuma rilevata dal telemetro. Come indicato anche nella nota integrativa al Piano di Monitoraggio delle schiume (lettera ALNG 048/2014), l'imbarcazione ha effettuato una perlustrazione del perimetro dell'area posta intorno al Terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche, al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non poter essere rilevata dal telemetro. Le fotografie e i rapporti giornalieri dell'imbarcazione sono riportati nell'**Allegato L**.

## 5.8 8° Campagna

L'ottava campagna di monitoraggio è stata eseguita nei giorni 14, 15 e 16 dicembre 2016. L'Ottava Campagna è stata caratterizzata da condizioni meteorologiche particolarmente avverse con forte presenza di nebbia e mare molto mosso.

Nell'**Allegato I** sono riportati i dati meteomarini e di esercizio del Terminale che hanno caratterizzato l'Ottava Campagna. In particolare, per quanto riguarda i parametri meteomarini:

- i dati relativi alle condizioni del mare sono stati ricavati dalla sonda di monitoraggio installata sul *mooring dolphin* ovest e dalla boa oceanografica MEDA;
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalle sonde installate in prossimità della piattaforma utilizzata per l'atterraggio degli elicotteri (*helideck*).

Le particolari condizioni meteorologiche e la scarsa presenza di schiuma in termini di consistenza e dimensione/estensione delle stesse non ha consentito per la maggior parte dei rilevamenti l'acquisizione delle misure tramite telemetro. L'imbarcazione di supporto Hippos ha comunque caratterizzato i rilevamenti mediante evidenze fotografiche al fine di oggettivare il fenomeno osservato. Di seguito, si riportano i dettagli dei rilevamenti n. 4 (15 dicembre 2016), n.10 e n. 11 (16 dicembre 2016) eseguiti con telemetro.

ID Rilievo	Ora inizio	Ora fine	Letture previste	Letture effettuate
4 (15 dicembre 2016)	9:20 AM	9:40 AM	9	5
10 (16 dicembre 2016)	12:50 PM	1:10 PM	9	7
11 (16 dicembre 2016)	2:15 PM	2:40 PM	9	4

Tabella 10 – Orari di acquisizione e letture effettuate durante il monitoraggio durante la campagna di monitoraggio di dicembre 2016

Per maggiori dettagli sui dati registrati durante il monitoraggio, le mappe dei punti elaborati a GIS e il Log Fotografico si rimanda all'**Allegato I**.

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato, per tutti i rilevamenti dell'Ottava Campagna, le topografie al fine di documentare lo stato, la consistenza e la significatività della schiuma rilevata dal telemetro. Come indicato anche nella nota integrativa al Piano di Monitoraggio delle schiume (lettera ALNG 048/2014), l'imbarcazione ha effettuato una perlustrazione del perimetro dell'area posta intorno al Terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche, al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non poter essere rilevata dal telemetro. Le fotografie e i rapporti giornalieri dell'imbarcazione sono riportati nell'**Allegato L**.

## 6 ANALISI DEI DATI: PERIODO GIUGNO 2013– DICEMBRE 2016

Per il periodo di monitoraggio delle schiume ottobre 2015 – dicembre 2016 sono stati eseguiti complessivamente 92 rilievi. Per ciascuno di essi sono state, quindi, acquisite le seguenti informazioni:

- Data di esecuzione del rilievo (stagionalità);
- Distanza massima rilevata dal telemetro;
- Aria:
  - Temperatura °C;
  - Vento (direzione e velocità);
  - Condizioni metereologiche (soleggiato - nuvoloso - pioggia);
  - Radiazione solare (Wm<sup>2</sup>);
- Mare:
  - Onda (direzione, altezza, periodo);
  - Corrente (velocità direzione);
  - Classe di increspatura della superficie marina (assente, sporadica, significativa);
- Condizioni di esercizio del Terminale:
  - Numero di ORV in funzione;
  - Portata totale acqua mare scaricata;
  - Temperatura °C acqua prelevata;
  - Temperatura °C acqua scaricata;
  - $\Delta T$  tra acqua scaricata e prelevata;
  - pH acqua scaricata;
  - O<sub>2</sub> % acqua scaricata.

I dati ottenuti sono stati accorpate a quelli relativi al periodo di monitoraggio giugno 2013 – agosto 2015, al fine di valutare un campione di misure su una più lunga scala temporale. Si precisa che, anche per il periodo ottobre 2015 – dicembre 2016, non si riportano di seguito dettagli circa i dati di temperatura dell'aria, condizioni meteorologiche, radiazione solare, pH dell'acqua scaricata e O<sub>2</sub>% acqua scaricata, in quanto risulta evidente dai dati in possesso che non vi siano correlazioni significative con la distanza delle schiume. Ci si riserva in futuro di inserire eventuali trattazioni in merito a tali parametri, qualora vengano osservate correlazioni durante i futuri monitoraggi.

Si è, quindi, proceduto ad analizzare l'insieme di dati per studiare l'eventuale correlazione tra la propagazione delle schiume e i seguenti fattori:

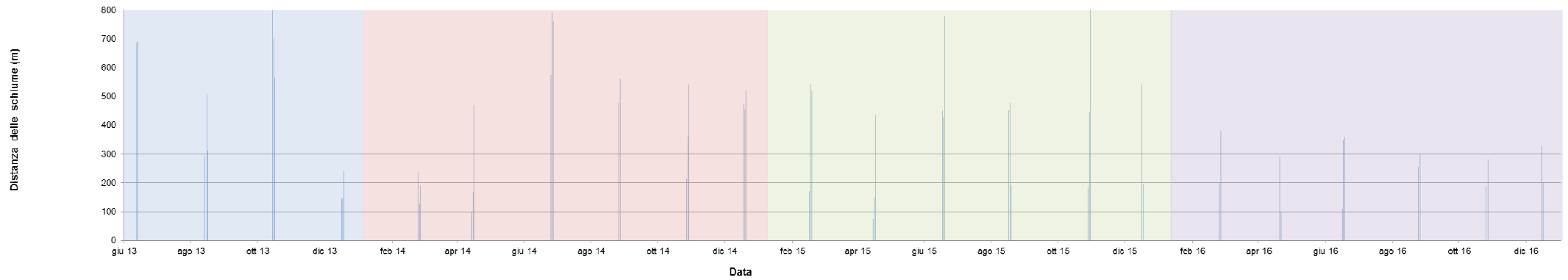
- Data di esecuzione del rilievo (stagionalità - fattore naturale);
- Aria (fattore naturale):
  - Vento (direzione e velocità);
- Mare (fattore naturale):
  - Temperatura °C acqua prelevata;
  - Onda (direzione);
  - Corrente (velocità, direzione);
  - Classe di increspatura della superficie marina (assente, sporadica, significativa);
- Esercizio del Terminale (fattore antropico):
  - Temperatura °C acqua scaricata;
  - Numero di ORV in funzione;
  - Portata totale acqua mare scaricata;
  - $\Delta T$  tra acqua scaricata e prelevata.

## 6.1 Correlazione tra massima distanza delle schiume e la stagionalità

Nell'ambito delle attività di monitoraggio di cui al presente rapporto (monitoraggio ottobre 2015 – dicembre 2016), i massimi valori delle massime distanze osservate si collocano all'interno di un *range* compreso tra 280 m e 543 m circa, ad eccezione della campagna di ottobre 2015 (massima distanza osservata pari a 800).

La **Figura 10** mostra lo *scatter plot* di "Stagionalità vs Massima distanza della schiuma" rilevata mediante il telemetro durante i primi tre anni di monitoraggio.

I dati descrivono un andamento del parametro “Massima distanza della schiuma” poco variabile rispetto alla stagionalità. Considerando, invece, il data set complessivo (periodo giugno 2013– dicembre 2016) si evince che le massime distanze rilevate all'interno dell'anno (ad eccezione di ottobre 2013 ed ottobre 2015) si ripetono nel mese di giugno.



**Figura 10** Scatter plot di 'Stagionalità vs Massima distanza della schiuma'.

## 6.2 Correlazione tra massima distanza delle schiume e velocità del vento

La **Figura 11** mostra lo *scatter plot* di “Velocità vento vs Massima distanza della schiuma”. L’andamento finora osservato conferma che in condizioni di vento debole non si osservano particolari *trend* mentre, per velocità del vento superiore a circa 5 m/s, si registra una riduzione della distanza massima alla quale sono state osservate le schiume.



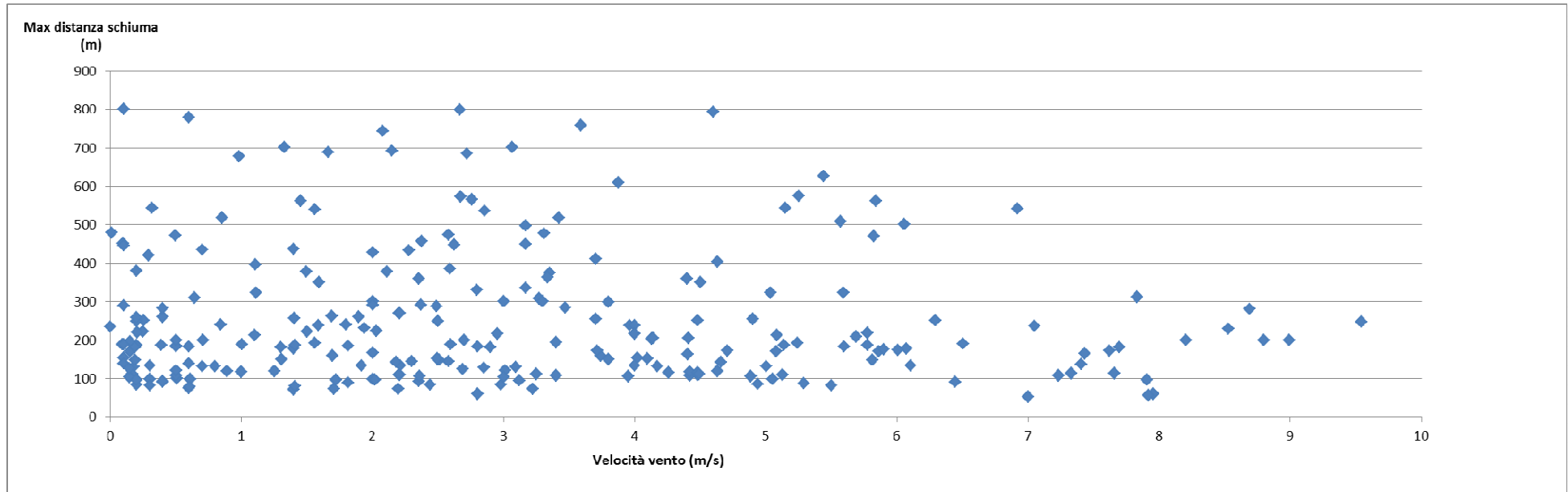


Figura 11 Scatter plot di 'Velocità vento' vs 'Massima distanza della schiuma'.

### 6.3 Correlazione tra massima distanza delle schiume e i dati marini

Di seguito si è cercato di valutare eventuali correlazioni tra la distanza delle schiume e i dati marini, ovvero fattori naturali (velocità della corrente, increspatura della superficie e temperatura dell'acqua prelevata dal Terminale).

La **Figura 12** mostra lo *scatter plot* di "Velocità corrente mare vs Massima distanza della schiuma". Dalla figura si evince, come già osservato anche nei monitoraggi precedenti, che al crescere della velocità della corrente marina diminuisce la massima distanza alla quale sono state osservate le schiume. In particolare, la maggior parte delle osservazioni risultano raggruppate per velocità della corrente inferiore a 0.20 m/s.

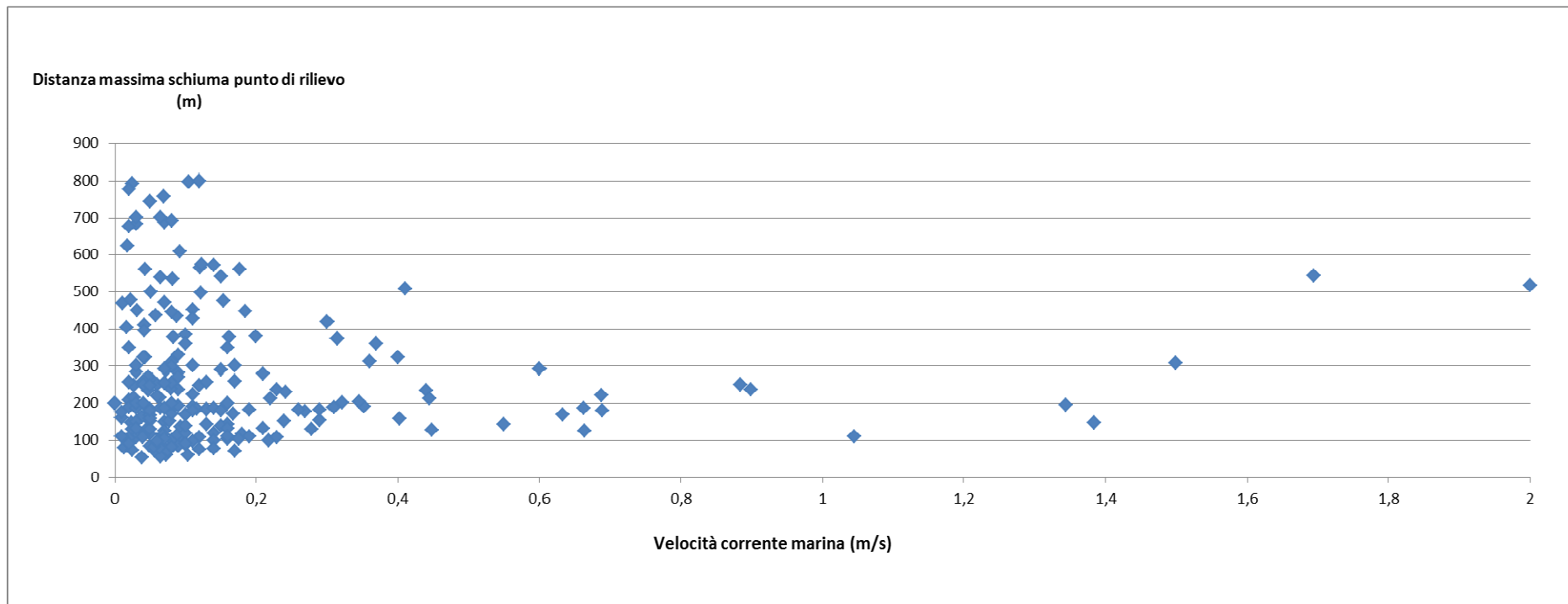
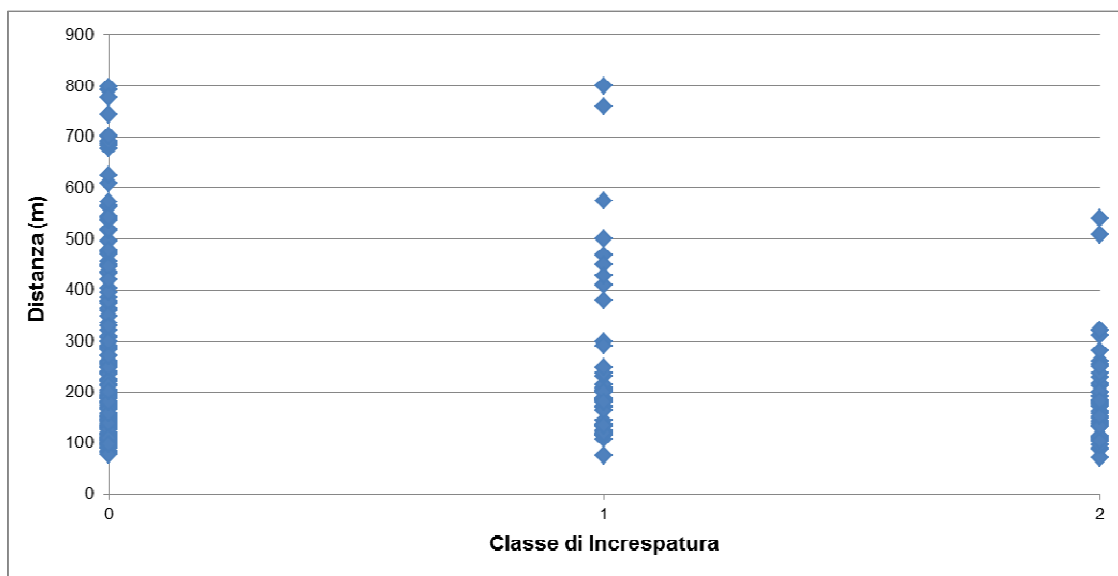


Figura 12 Scatter plot di "Velocità corrente mare vs Massima distanza della schiuma".

La **Figura 13** mostra lo *scatter plot* di “Incespatura mare vs Massima distanza della schiuma”. Dal grafico si osserva che la maggior parte delle massime distanze raggiunte dalle schiume sono state rilevate in condizioni di assenza di incespatura naturale del mare.



**Figura 13** Scatter plot di ‘Incespatura mare’ vs ‘Max distanza schiuma’. Dove 0 = incespatura assente; 1 = incespatura sporadica; 2 = incespatura significativa).

In ultimo, si è cercata una eventuale correlazione con la temperatura (°C) dell’acqua di mare prelevata dal Terminale.

La **Figura 14** mostra lo *scatter plot* di “Temperatura acqua mare vs Massima distanza della schiuma”. In corrispondenza del *range* di temperature comprese tra 17 °C e 21 °C circa si sono rilevate le massime distanze della schiuma misurate col telemetro. Sotto i 15°C di temperatura le distanze a cui vengono rilevate le schiume sono estremamente contenute.

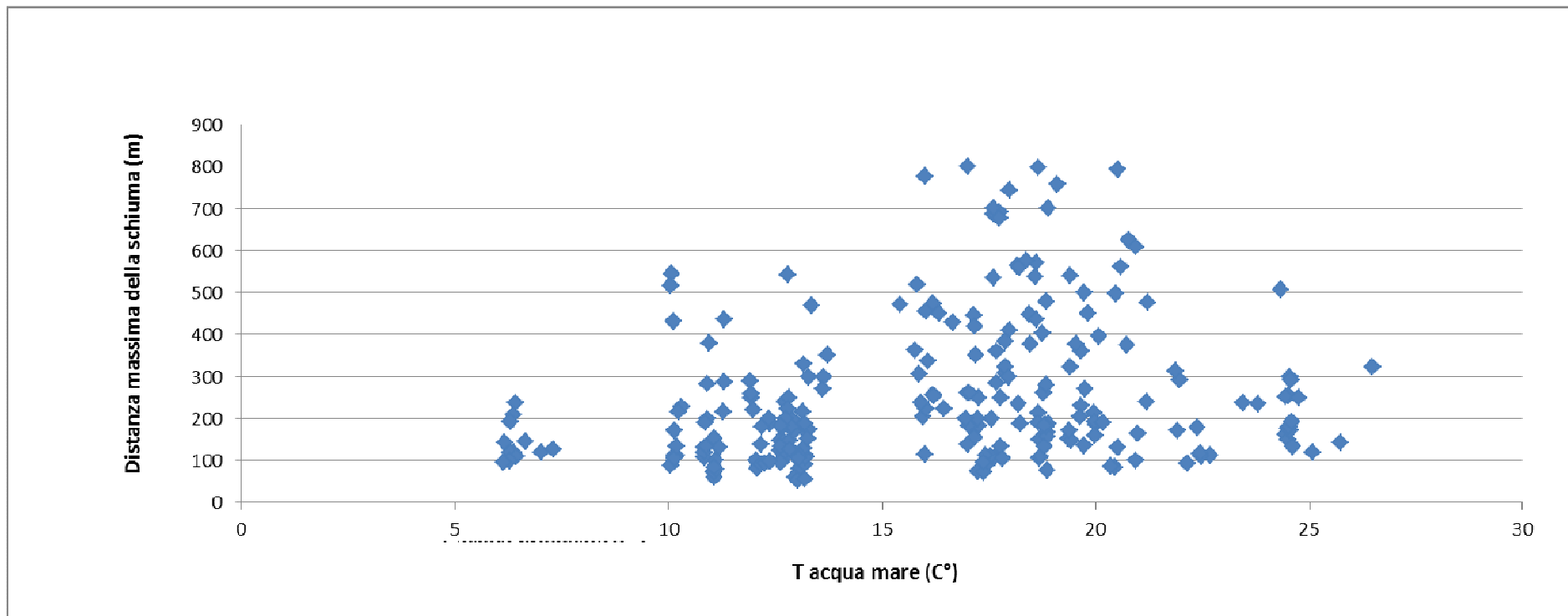


Figura 14 Scatter plot di 'Temperatura acqua mare' vs 'Massima distanza della schiuma'.

#### 6.4 Correlazione tra massima distanza delle schiume e i fattori antropici

Sulla base di quanto riportato nell'introduzione al presente paragrafo 6, si è valutata l'esistenza di una correlazione tra la distanza massima monitorata dalle schiume e i parametri operativi del Terminale (fattori antropici) ritenuti di interesse e quindi:

- Numero di ORV in funzione, e quindi la portata totale di acqua mare utilizzata nel circuito degli ORV;
- $\Delta T$  tra acqua scaricata e prelevata.

Per quanto riguarda il primo aspetto, la **Figura 15** mostra lo *scatter plot* di "Portata acqua mare scaricata vs Massima distanza della schiuma". I dati individuano chiaramente tre regimi di portate scaricate, legati a differenti condizioni operative dell'impianto. Ciò che si osserva è che le massime distanze della schiuma misurate col telemetro si rilevano in corrispondenza delle portate più elevate. Comunque, tali misure sono in numero molto contenuto rispetto alla generalità dei dati rilevati compresi gli stessi dati riferibili alle stesse portate d'acqua mare. Le massime distanze della schiuma osservate nel corso delle attività di monitoraggio non superano comunque gli 800 metri di distanza dal Terminale.

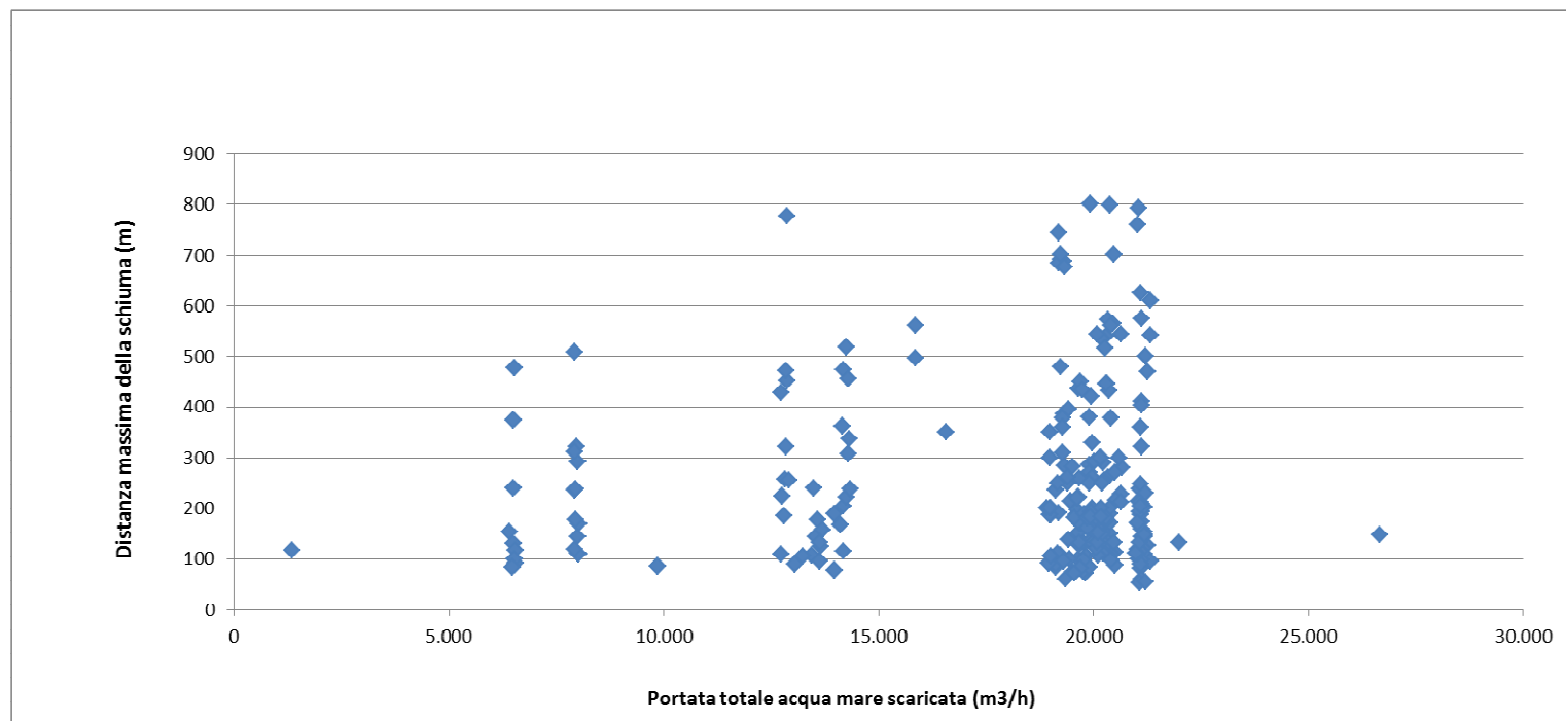


Figura 15 Scatter plot di 'Portata acqua mare scaricata' vs 'Massima distanza della schiuma'.

Infine, la **Figura 16** mostra lo *scatter plot* di “ $\Delta T$  vs Massima distanza della schiuma”. In maniera analoga al caso di cui alla **Figura 14** precedente, si osserva un raggruppamento di massime distanze della schiuma misurate col telemetro localizzato in corrispondenza di  $\Delta T > 3$  °C.

Tuttavia, già a poche decine di metri dal Terminale, come evidente nelle relazioni di monitoraggio eseguite da ISPRA durante la fase di esercizio del Terminale<sup>4</sup>, non si registrano variazioni di temperatura rispetto ai punti certamente non interessati dallo scarico del circuito termico (punti di bianco). In particolare, dalle richiamate relazioni ISPRA si evince che l'estensione della cd. *plume* (pennacchio termico) risulta essere variabile da un massimo di 100 metri nelle condizioni estive, a causa della stratificazione estiva, a circa 30 metri nelle condizioni invernali.

La tendenza osservata (dispersione delle schiume) non sembrerebbe, quindi, collegata direttamente al  $\Delta T$ , quanto piuttosto alla temperatura estiva dell'acqua mare prelevata. Si sono, infatti, rilevate con il telemetro anche minime distanze della schiuma con  $\Delta T$  superiori al 3°C.

---

<sup>4</sup> Relazioni ISPRA: “Piano di monitoraggio ambientale (fase di esercizio) del Terminale GNL di Porto Viro e della condotta di collegamento alla terraferma” Simulazione numerica della dispersione di acqua clorata immessa in mare dal Terminale GNL Area del Terminale Fase di esercizio provvisorio (4 E) Giugno 2012 – prot. 00250307 del 3 Luglio 2012; “Piano di monitoraggio ambientale (fase di esercizio) del Terminale GNL di Porto Viro e della condotta di collegamento alla terraferma” Simulazione numerica della dispersione di acqua clorata immessa in mare dal Terminale GNL Area del Terminale Fase di esercizio provvisorio II Anno di monitoraggio (15 E) Giugno 2013 – prot. 0028538 del 9 Luglio 2013; “Piano di monitoraggio ambientale (fase di esercizio) del Terminale GNL di Porto Viro e della condotta di collegamento alla terraferma” Simulazione numerica della dispersione di acqua clorata immessa in mare dal Terminale GNL Area del Terminale Fase di esercizio provvisorio III Anno di monitoraggio (22 E) Aprile 2014 – prot. 019613 del 12 Maggio 2013; “Piano di monitoraggio ambientale (fase di esercizio) del Terminale GNL di Porto Viro e della condotta di collegamento alla terraferma” Simulazione numerica della dispersione di acqua clorata immessa in mare dal Terminale GNL Area del Terminale Fase di esercizio provvisorio IV Anno di monitoraggio (34 E) Aprile 2014 – prot. 0056480 del 14 dicembre 2015.



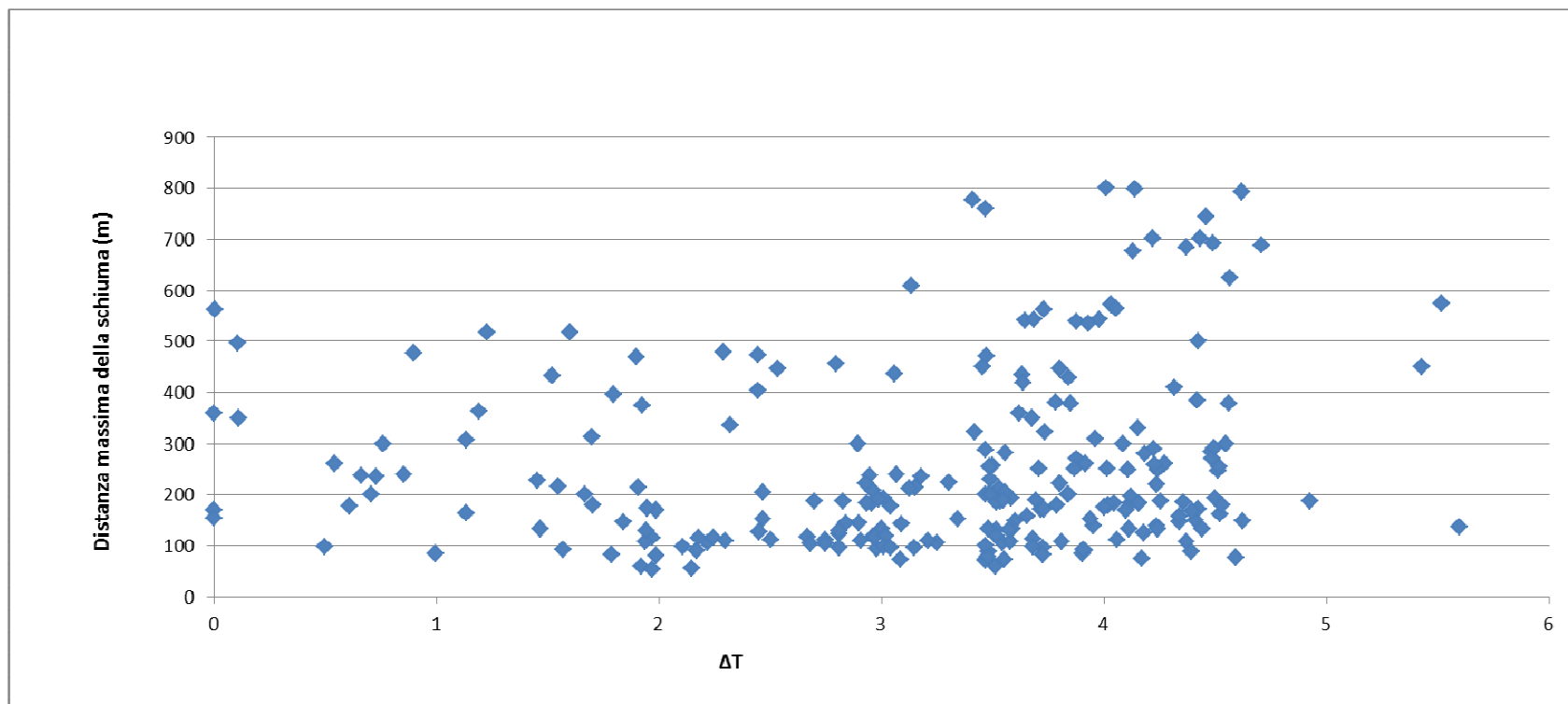


Figura 16 Scatter plot di 'ΔT' vs 'Massima distanza della schiuma'.

## 6.5 Correlazione tra direzione della dispersione della schiuma e le direzioni della corrente, onda e vento

In ultimo, viene riportato nella seguente **Tabella 11** il confronto tra le massime distanze delle schiume rilevate col telemetro e la direzione della corrente marina, dell'onda e del vento.

La componente che maggiormente influenza la dispersione delle schiume è la direzione del vento. Si evidenzia come vi siano due settori preferenziali (NNE-NE e WNW-NW) nei quali si raggruppano la maggior parte delle massime distanze rilevate con il telemetro, distanze comunque limitate come anche precedentemente sottolineato (cfr. Par. 6.4)

Data	Campagna N°	Rilievo N°	Max distanza schiuma (m)	Direzione vento	Direzione corrente superficiale	Direzione onde
12/06/2013	1	1	688	SE	ENE	ESE
12/06/2013		2	284	S	ENE	ESE
12/06/2013		3	107	S	NE	SE
13/06/2013		4	684	NNW	WSW	SSW
13/06/2013		5	692	NNE	WSW	SE
13/06/2013		6	677	W	E	ESE
13/06/2013		7	309	W	SE	SE
14/06/2013		8	744	NW	ESE	ESE
14/06/2013		9	701	NW	E	SSW
14/06/2013		10	385	SSE	E	ENE
15/08/2013	2	1	508	NE	E	NNW
15/08/2013		2	322	NE	SE	W
16/08/2013		3	312	NNE	SSW	NW
13/08/2013		4	292	SE	SSW	SE
16/08/2013		5	237	NNE	SSW	S
15/08/2013		6	236	NE	ENE	WNW
16/08/2013		7	178	NNE	SW	NW
13/08/2013		8	170	SE	SW	ESE
15/08/2013		9	143	NE	SSW	WNW
16/08/2013		10	118	W	SE	W
13/08/2013		11	111	SE	ESE	S
13/08/2013		12	109	SE	ESE	SE
14/10/2013	3	1	798	NW	ENE	ENE
15/10/2013		2	702	WNW	ENE	E
14/10/2013		3	572	WSW	NE	ESE
16/10/2013		4	565	W	WSW	SSE
16/10/2013		5	562	W	NE	SSE

Data	Campagna N°	Rilievo N°	Max distanza schiuma (m)	Direzione vento	Direzione corrente superficiale	Direzione onde
15/10/2013		6	539	WSW	NNE	ESE
16/10/2013		7	536	SW	E	ENE
15/10/2013		8	447	W	E	SE
15/10/2013		9	378	WSW	ESE	SSE
14/10/2013		10	261	W	S	ESE
14/10/2013		11	150	SSE	SW	E
18/12/2013	4	1	240	WSW	SSE	SW
18/12/2013		2	178	W	SSE	SW
16/12/2013		3	147	WNW	SSE	WSW
17/12/2013		4	144	W	SE	S
18/12/2013		5	133	NW	SSE	SW
16/12/2013		6	132	WNW	SSE	WSW
17/12/2013		7	124	W	SE	S
17/12/2013		8	117	WSW	SE	S
16/12/2013		9	106	WNW	SSE	WSW
17/12/2013		10	95	W	SE	S
24/02/2014	5	1	237	NNW	W	SE
24/02/2014		2	209	NNW	S	SSW
26/02/2014		3	192	WSW	SSE	ESE
24/02/2014		4	144	NW	WNW	SE
26/02/2014		5	143	SW	E	SSW
25/02/2014		6	127	W	ESE	SSE
25/02/2014		7	120	SE	WSW	SE
24/02/2014		8	118	NNW	SSW	SE
26/02/2014		9	118	SSW	SSE	ESE
25/02/2014		10	109	WNW	S	SSE
25/02/2014		11	99	SSW	W	SE
26/02/2014		12	96	SW	SE	SSW
16/04/2014	6	1	469	W	W	NE
16/04/2014		2	215	WNW	SE	SE
16/04/2014		3	174	NW	S	NNE
15/04/2014		4	170	ENE	ESE	ESE
15/04/2014		5	115	E	ENE	ESE
16/04/2014		6	108	NW	S	NNE
14/04/2014		7	98	SSE	NNW	NE
15/04/2014		8	90	ENE	E	E
14/04/2014		9	81	SSE	ENE	ESE
14/04/2014		10	60	SSE	NNE	ESE

Data	Campagna N°	Rilievo N°	Max distanza schiuma (m)	Direzione vento	Direzione corrente superficiale	Direzione onde
15/04/2014		11	55	ENE	SSW	ENE
14/04/2014		12	53	SSE	E	SSE
25/06/2014	1A	1	575	NE	ENE	ESE
25/06/2014		2	248	WSW	SSW	SSE
25/06/2014		3	133	SSW	S	ENE
25/06/2014		4	410	ENE	SE	ENE
26/06/2014		5	501	NE	SSW	ENE
26/06/2014		6	186	E	S	ENE
26/06/2014		7	793	SE	E	NE
26/06/2014		8	625	SSE	S	NE
27/06/2014		9	609	NNE	WSW	E
27/06/2014		10	153	SW	S	ENE
27/06/2014		11	403	NE	E	ENE
27/06/2014		12	759	NNE	SE	E
25/08/2014	2A	1	374	NNE	ESE	NW
25/08/2014		2	130	NE	SSE	WSW
25/08/2014		3	239	NE	NNE	SSE
26/08/2014		4	116	WSW	SE	SSE
26/08/2014		5	92	WSW	NW	SSE
26/08/2014		6	477	SSE	NE	S
26/08/2014		7	99	S	ENE	SE
27/08/2014		8	83	W	SE	NE
27/08/2014		9	85	NNW	SE	NE
27/08/2014		10	497	NW	SSE	ENE
27/08/2014		11	562	WSW	ESE	E
27/10/2014	3A	1	213	NE	S	NW
27/10/2014		2	192	NE	S	NNW
27/10/2014		3	159	E	S	NW
28/10/2014		4	230	E	S	WNW
28/10/2014		5	203	NNE	S	S
28/10/2014		6	205	E	S	S
28/10/2014		7	360	WNW	S	SSW
29/10/2014		8	541	WNW	SSE	ESE
29/10/2014		9	148	S	ESE	SSE
29/10/2014		10	322	SSW	SSW	ESE
29/10/2014		11	172	NNW	S	SE
18/12/2014	4A	1	204	WNW	SE	NW
18/12/2014		2	115	NNW	SE	NW

Data	Campagna N°	Rilievo N°	Max distanza schiuma (m)	Direzione vento	Direzione corrente superficiale	Direzione onde	
18/12/2014		3	474	E	SE	NW	
19/12/2014		4	336	WNW	SE	NW	
19/12/2014		5	456	W	SE	NW	
19/12/2014		6	222	WSW	SE	NW	
20/12/2014		7	237	W	WNW	SSE	
20/12/2014		8	307	NW	NW	SSE	
20/12/2014		9	518	NW	NW	SSE	
20/12/2014		10	363	WNW	NW	SSW	
16/02/2015		5A	1	112	NE	SE	W
16/02/2015			2	113	NE	SE	W
16/02/2015	3		172	NE	SE	W	
16/02/2015	4		108	NE	SE	W	
17/02/2015	5		544	NE	SE	W	
17/02/2015	6		88	NE	SE	W	
17/02/2015	7		105	E	SE	W	
17/02/2015	8		133	NE	SE	W	
18/02/2015	9		228	ENE	SE	WSW	
18/02/2015	10		217	ENE	SE	WSW	
18/02/2015	11		432	E	SE	WSW	
18/02/2015	12		517	E	SE	WSW	
15/04/2015	6A	1	73	E	ESE	N	
15/04/2015		2	71	ESE	NNW	N	
15/04/2015		3	60	ESE	NNW	N	
15/04/2015		4	72	ESE	N	N	
16/04/2015		5	79	NNW	SSE	N	
16/04/2015		6	152	NNW	ESE	N	
16/04/2015		7	100	SSW	ESE	N	
16/04/2015		8	83	S	NNW	N	
17/04/2015		9	131	S	SSW	N	
17/04/2015		10	287	N	SE	N	
17/04/2015		11	436	ENE	SSE	N	
17/04/2015		12	215	SE	E	N	
17/06/2015	7A	1	105	ENE	NE	NNW	
17/06/2015		2	109	ENE	E	NW	
17/06/2015		3	451	S	SSE	NNE	
17/06/2015		4	224	NW	SSW	NE	
18/06/2015		5	428	NNE	SSE	NE	
18/06/2015		6	184	NNE	NW	NE	

Data	Campagna N°	Rilievo N°	Max distanza schiuma (m)	Direzione vento	Direzione corrente superficiale	Direzione onde
18/06/2015		7	89	N	NNE	NE
18/06/2015		8	322	ENE	NE	SSW
19/06/2015		9	778	E	NNE	SE
19/06/2015		10	257	ESE	ENE	SE
19/06/2015		11	255	SE	S	SE
19/06/2015		12	471	ESE	SSE	SW
17/08/2015	8A	1	450	NNW	WSW	E
17/08/2015		2	378	NE	WSW	NE
17/08/2015		3	270	NNE	SW	SE
17/08/2015		4	396	NNE	SW	SE
18/08/2015		5	187	SSW	E	ESE
18/08/2015		6	435	ENE	WSW	NE
18/08/2015		7	235	N	SW	SE
18/08/2015		8	479	N	SW	NNW
19/08/2015		9	191	ENE	SSE	E
19/08/2015		10	164	N	ESE	NW
19/08/2015		11	136	NNE	E	W
19/08/2015		12	186	N	ESE	WSW
28/10/2015	1B	1	184	N	NNW	N
28/10/2015		2	183	N	N	N
28/10/2015		3	75	N	NE	N
29/10/2015		4	187	NNE	NNE	N
29/10/2015		5	446	NNE	S	N
29/10/2015		6	154	NNE	SSE	N
29/10/2015		7	420	NNE	N	N
30/10/2015		8	260	N	NNE	N
30/10/2015		9	139	NNE	SSW	N
30/10/2015		10	800	N	S	N
30/10/2015		11	183	N	SSE	N
15/12/2015	2B	1	188	NNE	SSW	NNE
15/12/2015		2	129	NNE	SE	SSW
15/12/2015		3	111	NNE	SSE	ESE
15/12/2015		4	104	NNE	SE	ESE
16/12/2015		5	250	NNE	ESE	ESE
16/12/2015		6	222	NNE	SSE	SW
16/12/2015		7	543	NNE	S	ESE
16/12/2015		8	147	NNE	S	ESE
17/12/2015		9	169	NNE	E	ESE

Data	Campagna N°	Rilievo N°	Max distanza schiuma (m)	Direzione vento	Direzione corrente superficiale	Direzione onde	
17/12/2015		10	196	NNE	S	SSW	
17/12/2015		11	180	NNE	SSE	ESE	
17/12/2015		12	126	NNE	SE	ESE	
25/02/2016	3B	1	107	N	SW	ENE	
25/02/2016		2	131	N	NE	ENE	
25/02/2016		3	120	N	ENE	NE	
25/02/2016		4	200	N	S	E	
26/02/2016		5	189	NNE	NNE	NE	
26/02/2016		6	282	NNE	NE	NNW	
26/02/2016		7	133	N	ENE	NW	
26/02/2016		8	380	N	ENE	WNW	
27/02/2016		9	--	N	NE	NE	
27/02/2016		10	--	N	NE	NE	
27/02/2016		11	--	N	NE	NE	
20/04/2016		4B	1	220	NNE	NE	ESE
20/04/2016			2	249	NNE	E	ESE
20/04/2016			3	290	N	ENE	NE
20/04/2016	4		258	NNE	ENE	ESE	
21/04/2016	5		84	N	E	NNE	
21/04/2016	6		97	NNE	S	SSW	
21/04/2016	7		99	NNE	S	ENE	
21/04/2016	8		82	NNE	E	ESE	
22/04/2016	9		139	NNE	W	ESE	
22/04/2016	10		187	NNE	NNW	ESE	
22/04/2016	11		90	NNE	NNE	SW	
22/04/2016	12		92	NNE	ESE	ESE	
16/06/2016	5B	1	72	SE	SSW	SSW	
16/06/2016		2	111	SW	W	SSW	
16/06/2016		3	96	SE	W	NE	
16/06/2016		4	104	S	SSE	NE	
17/06/2016		5	200	SW	ENE	NE	
17/06/2016		6	250	SW	SE	ENE	
17/06/2016		7	350	WSW	SE	NE	
17/06/2016		8	200	SSW	N	ENE	
18/06/2016		9	200	WNW	NNW	SW	
18/06/2016		10	260	SW	ENE	ENE	
18/06/2016		11	300	SW	SW	NE	
18/06/2016		12	360	SSE	E	NE	

Data	Campagna N°	Rilievo N°	Max distanza schiuma (m)	Direzione vento	Direzione corrente superficiale	Direzione onde
24/08/2016	6B	1	162	ENE	ENE	NE
24/08/2016		2	149	ENE	E	NNE
24/08/2016		3	255	NNE	S	SSW
24/08/2016		4	172	N	E	NE
25/08/2016		5	251	ENE	WSW	NNW
25/08/2016		6	176	ENE	NW	NW
25/08/2016		7	133	ENE	WNW	NW
25/08/2016		8	249	NE	N	NNE
26/08/2016		9	299	ENE	NNE	SW
26/08/2016		10	180	NE	NNE	NNW
26/08/2016		11	292	NE	N	SW
26/08/2016		12	193	NNE	N	WSW
25/10/2016	7B	1	188	W	NNE	SE
25/10/2016		2	77	NW	SSW	NE
25/10/2016		3	167	NW	SW	SE
25/10/2016		4	158	SW	NE	ENE
26/10/2016		5	110	NW	S	NE
26/10/2016		6	213	NW	S	SW
26/10/2016		7	189	NNE	SSW	SE
26/10/2016		8	180	NW	SSW	SE
27/10/2016		9	280	ENE	SSW	NW
27/10/2016		10	132	E	SSE	NNW
27/10/2016		11	183	ENE	E	NNW
14/12/2016	8B	1	350	SW	S	SE
14/12/2016		2	300	SW	SSE	SE
14/12/2016		3	270	SSW	S	SE
15/12/2016		4	97	NW	ENE	SE
15/12/2016		5	200	NW	SW	SE
15/12/2016		6	300	NW	S	SE
15/12/2016		7	330	NW	SE	SE
16/12/2016		8	180	NE	NE	NW
16/12/2016		9	200	NNE	ENE	WSW
16/12/2016		10	183	NE	E	W
16/12/2016		11	152	NE	E	NE

**Tabella 11** Dati di distanza massima delle schiume, della direzione della corrente marina, dell'onda e del vento registrati durante ciascun rilevamento. La direzione della corrente marina, dell'onda e del vento risulta essere la provenienza del fenomeno.



## 7 CONCLUSIONI

In ottemperanza a quanto richiesto dal Ministero dell'Ambiente, Direzione Generale Valutazioni Ambientali, tramite Decreto DVA-DEC-2012-0000435 del 07/08/2012, la società Terminale GNL Adriatico srl sta procedendo con un programma di monitoraggio delle schiume al fine di controllarne la formazione, lo sviluppo, l'estensione e la successiva dispersione. In attuazione del Piano condiviso con le Autorità, durante il periodo di monitoraggio ottobre 2015 - dicembre 2016 l'attività di rilievo delle schiume è stata condotta con frequenza bimestrale. Sono state quindi effettuate campagne di rilevamenti ogni 2 mesi e per ciascuna campagna sono stati effettuati 10-12 rilevamenti suddivisi in tre giornate (3 - 4 rilevamenti per giornata). Per tale periodo di monitoraggio l'andamento dei trend di cui al capitolo 6 è in linea con i risultati ottenuti dai monitoraggi del periodo antecedente (giugno 2013 - agosto 2015). La massima distanza osservata nel periodo di monitoraggio ottobre 2015 - dicembre 2016 è risultata pari a 800 m.

Qui di seguito, le conclusioni ricavate all'esito delle attività di monitoraggio delle schiume di tutto il periodo di osservazione (giugno 2013 – dicembre 2016).

Dall'analisi del data set del periodo sopraindicato, emerge che gli elementi che maggiormente influenzano la dispersione delle schiume sono:

- Stagionalità;
- Temperatura acqua mare;
- Velocità vento;
- Portata acqua mare scaricata.

Risulta che la componente che maggiormente influenza la direzione di dispersione delle schiume è la direzione del vento soprattutto in presenza di eventi con intensità di vento significativa e direzione costante; condizioni in cui peraltro la dispersione delle schiume si limita in prossimità del terminale (ad es. cfr. Il giorno 25/5/2014 in cui a fronte di una velocità del vento pari a 9,5 m/sec la schiuma raggiungeva una distanza massima misurata dal telemetro pari a 248 metri, oppure il giorno 16/2/2015 con velocità del vento pari a 7,6 m/sec e una massima distanza misurata delle schiume pari a 113 metri e ancora il giorno 25/8/2016 con velocità del vento pari a 6,3 m/sec e una massima distanza misurata delle schiume pari a 251 metri).

Più in generale, le schiume risultano essere circoscritte a distanze ravvicinate e collocate ad una distanza generalmente inferiore ai 600 metri in tutte le condizioni operative. Solo in casi limitati, in corrispondenza di temperatura acqua mare estiva e portata acqua mare elevata, si sono registrate distanze massime di 800 metri.

Dalle campagne di monitoraggio inoltre non è emerso che le schiume rilevate siano uscite dalla zona di interdizione (1,5 MN). Anche il monitoraggio da parte del battello, durante le Campagne di monitoraggio delle schiume, ha sempre riscontrato l'assenza di schiuma al di fuori della zona di interdizione.