



# RAPPORTO ANNUALE DEL MONITORAGGIO DELLE SCHIUME

Periodo febbraio - dicembre 2020

**Terminale GNL Adriatico srl**



Technical Manager



Senior Consultant



Junior Consultant

Rev. No.	Data	Descrizione	Terminale GNL Adriatico srl	
0	10/01/2022	Emesso per l'uso	Preparato Giacomo Toffano	Approvato Marco Scabbia

**SHELTER srl**

Sede legale: Viale Gran Sasso, 13 - 20131 Milano (IT) | Tel. +39 02 49476764

Website: [www.shelter-srl.com/](http://www.shelter-srl.com/) | Email: [info@shelter-srl.com](mailto:info@shelter-srl.com) | Pec: [pec@pec.shelter-srl.com](mailto:pec@pec.shelter-srl.com)

R.E.A. MI-1936281 | C.F./P.IVA: 07110670960 | Capitale Sociale: Euro 40.000,00 int. vers.



RAPPORTO ANNUALE DEL MONITORAGGIO DELLE SCHIUME	Terminale GNL Adriatico srl
Periodo febbraio - dicembre 2020	Doc. HSE-REP-375-001 Rev. 0 del 14/01/20212

**Cronologia revisioni**

Rev. No.	Data	Descrizione	
0	10/01/2022	Bozza per revisione ALNG	
<b>Descrizione</b>		Terminale GNL Adriatico srl	
Emesso per l'uso	<b>Preparato</b>	<b>Revisionato</b>	<b>Approvato</b>
	Giacomo Toffano	Alessia Balsamà	Marco Scabbia

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>7</b>
1.1	SCOPO DEL LAVORO .....	9
1.2	CONTENUTI DEL DOCUMENTO .....	9
<b>2</b>	<b>MATERIALI E METODI .....</b>	<b>11</b>
2.1	PIANO DI MONITORAGGIO .....	11
2.2	ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO .....	11
2.2.1	<i>Reportage fotografico e raccolta dati livello mare .....</i>	<i>13</i>
2.2.2	<i>identificazione del punto di osservazione sulla base della distribuzione della schiuma .....</i>	<i>13</i>
2.2.3	<i>posizionamento del telemetro nel punto di osservazione identificato .....</i>	<i>15</i>
2.2.4	<i>esecuzione del rilevamento .....</i>	<i>15</i>
2.2.5	<i>coordinamento con il natante per la raccolta immagini sul sito più lontano rilevato dal telemetro .....</i>	<i>16</i>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEL TELEMETRO LASER .....</b>	<b>17</b>
3.1	RIPETIBILITÀ DELLA MISURA .....	18
3.2	LIMITI DI RILEVABILITÀ .....	20
<b>4</b>	<b>MAPPE TEMATICHE .....</b>	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>RISULTATI DEI MONITORAGGI .....</b>	<b>24</b>
5.1	1° CAMPAGNA .....	24
5.2	2° CAMPAGNA .....	26
5.3	3° CAMPAGNA .....	27
5.4	4° CAMPAGNA .....	28
5.5	5° CAMPAGNA .....	30
5.6	6° CAMPAGNA .....	32
<b>6</b>	<b>ANALISI DEI DATI: PERIODO GIUGNO 2013 – DICEMBRE 2020 .....</b>	<b>34</b>
6.1	CORRELAZIONE TRA MASSIMA DISTANZA DELLE SCHIUME E LA STAGIONALITÀ .....	36
6.2	CORRELAZIONE TRA MASSIMA DISTANZA DELLE SCHIUME E VELOCITÀ DEL VENTO .....	38
6.3	CORRELAZIONE TRA LA MASSIMA DISTANZA DELLE SCHIUME E I DATI MARINI .....	40
6.4	CORRELAZIONE TRA MASSIMA DISTANZA DELLE SCHIUME E VELOCITÀ DELLA CORRENTE MARINA .....	42
6.5	CORRELAZIONE TRA MASSIMA DISTANZA DELLE SCHIUME E I FATTORI ANTROPICI .....	46
6.6	CORRELAZIONE TRA DIREZIONE DELLA DISPERSIONE DELLA SCHIUMA E LE DIREZIONI DELLA CORRENTE, ONDA E VENTO .....	50
6.7	CONFRONTO TRA ROSA DEI VENTI E MASSIMA DISTANZA DELLA SCHIUMA .....	52
6.8	CONFRONTO TRA ROSA DELLE CORRENTI E MASSIMA DISTANZA DELLA SCHIUMA .....	55
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>58</b>

## INDICE ALLEGATI

**Allegato A:** Scheda del telemetro

**Allegato B:** Risultati 1° campagna – Periodo febbraio 2020 – dicembre 2020

**Allegato C:** Risultati 2° campagna – Periodo febbraio 2020 – dicembre 2020

**Allegato D:** Risultati 3° campagna – Periodo febbraio 2020 – dicembre 2020

**Allegato E:** Risultati 4° campagna – Periodo febbraio 2020 – dicembre 2020

**Allegato F:** Risultati 5° campagna – Periodo febbraio 2020 – dicembre 2020

**Allegato G:** Risultati 6° campagna – Periodo febbraio 2020 – dicembre 2020

**Allegato H:** Monitoraggio del battello di supporto (Hyppos-Carlo)

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

**Allegato K:** Dati meteo-marini

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Punti prescelti per l'individuazione del perimetro dell'area con presenza di schiuma (a titolo esemplificativo).....	12
Figura 2: Direzioni di scatto con fotocamera .....	13
Figura 3: 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 .....	14
Figura 4: Ubicazione dei punti di osservazione, le frecce indicano: in blu il Livello 1, in rosso il Top recondenser ed in verde il tetto del modulo alloggi.....	15
Figura 5: Avvicinamento dell'imbarcazione di supporto al monitoraggio delle schiume al punto più lontano misurato dal telemetro .....	16
Figura 6: Scheda tecnica del telemetro laser LRM 3500CI ( <a href="http://www.newcon-optik.com/Specs/lrm3500ci.pdf">http://www.newcon-optik.com/Specs/lrm3500ci.pdf</a> ).....	17
Figura 7: Misurazione della distanza con telemetro.....	18
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.....	19
Figura 9: Rappresentazione della riflessione di un raggio incidente sulla superficie lambertiana .....	21
Figura 10: Diagramma di dispersione di "Stagionalità vs Massima distanza della schiuma" .....	37
Figura 11 Diagramma di dispersione di "Velocità vento vs Massima distanza della schiuma" (periodo complessivo giugno 2013 – dicembre 2020).....	39
Figura 12: Diagramma di dispersione "Condizioni meteorologiche vs Distanza delle schiume" (periodo complessivo giugno 2013 – dicembre 2020).....	41
Figura 13: Diagramma di dispersione di "Velocità corrente mare vs Massima distanza della schiuma" (periodo complessivo giugno 2013 – dicembre 2020) .....	43
Figura 14. Diagramma di dispersione "Incrispatura mare vs Max distanza schiuma". Dove 0 = increspatura assente; 1 = increspatura sporadica; 2 = significativa presenza di increspatura della superficie del mare.	44
Figura 15: Scatter plot di "Temperatura acqua mare vs Massima distanza della schiuma" (periodo complessivo giugno 2013 – dicembre 2020).....	45
Figura 16: Scatter plot di "Portata acqua mare scaricata' vs 'Massima distanza della schiuma". (periodo complessivo giugno 2013 – dicembre 2020).....	47
Figura 17: Scatter plot di 'ΔT' vs 'Massima distanza della schiuma' (periodo complessivo giugno 2013 – dicembre 2020): .....	49
Figura 18: Rosa dei venti ( <i>proveniente da</i> ) .....	53
Figura 19: massime distanze delle schiume per ciascun rilevamento effettuato dal 2013. ....	53
Figura 20: Istogramma del numero di osservazioni e le rispettive classi di velocità del vento. Le colonne a righe rappresentano le osservazioni in corrispondenza delle quali sono state misurate schiume al di sotto dei 500 metri. le colonne piene rappresentano invece le misurazioni tra i 500 e 1000 metri .....	54
Figura 21: Rosa delle correnti ( <i>verso</i> ) .....	55
Figura 22: massime distanze delle schiume per ciascun rilevamento effettuato dal 2013. I colori dei punti corrispondono alle classi di velocità della corrente indicate in Figura 21 .....	56
Figura 23: Istogramma del numero di osservazioni e le rispettive classi di velocità della corrente. Le colonne a righe rappresentano le osservazioni in corrispondenza delle quali sono state misurate schiume al di sotto dei 500 metri. Le colonne piene rappresentano invece le misurazioni tra i 500 e 1000 metri...56	

RAPPORTO ANNUALE DEL MONITORAGGIO DELLE SCHIUME	Terminale GNL Adriatico srl
Periodo febbraio - dicembre 2020	Doc. HSE-REP-375-001 Rev. 0 del 14/01/20212

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Determinazione del numero minimo di letture da effettuare durante ciascun rilevamento (tale tabella è un estratto del piano di monitoraggio) .....12

Tabella 2: Dati raccolti durante la campagna di monitoraggio eseguita nel mese di giugno 2020 per la determinazione del disturbo indotto dai campi magnetici alla bussola del telemetro e per la verifica della ripetibilità della misura della distanza .....20

Tabella 3: Schema riassuntivo delle campagne di rilevamento effettuate con telemetro dal 24 febbraio 2020 al 18 dicembre 2020 ..... 24

Tabella 4: Dati di distanza massima delle schiume, della direzione della corrente marina, dell'onda e del vento registrati durante ciascun rilevamento nel caso in cui la distanza della schiuma sia maggiore di 500 metri.....52

## 1 INTRODUZIONE

In seguito al fenomeno di formazione di schiume allo scarico del circuito di scambio termico dell'impianto di rigassificazione 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 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 presume che l'imbarcazione si debba posizionare in prossimità del punto più distante dal terminale misurato dal telemetro e, successivamente, questa debba provvedere a scattare delle foto al fine di documentare la significatività della schiuma. Inoltre, l'imbarcazione, durante le giornate di monitoraggio, deve effettuare perlustrazioni attorno al GBS per poter eventualmente osservare il fenomeno alle distanze di 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.

RAPPORTO ANNUALE DEL MONITORAGGIO DELLE SCHIUME	Terminale GNL Adriatico srl
Periodo febbraio - dicembre 2020	Doc. HSE-REP-375-001 Rev. 0 del 14/01/20212

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*" che aveva evidenziato come le variabili ambientali risultassero prevalere sui fattori antropici di esercizio del terminale nella dispersione delle schiume. Tra le componenti meteomarine analizzate, la stagionalità, l'increspatura dell'acqua e la direzione del vento (in presenza di intensità significativa e direzione costante) sono risultate come le maggiormente influenti da questo punto di vista. Le schiume non sono peraltro mai uscite dalla zona di interdizione (1,5 MN) come anche confermato dai pattugliamenti dell'imbarcazione di supporto.

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".*

In data 8 febbraio 2016 la Società 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*".

Il terzo documento intitolato "*Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume: Periodo ottobre 2015 - dicembre 2016 - Terminale GNL Adriatico*" è stato trasmesso con la nota prot. ALNG 0051/17 del 13/03/2017 e acquisita al prot. DVA 0006104 del 15/03/2017. Successivamente è stato emesso il parere n. 2397 del 19/05/2017 con il quale la Commissione Tecnica per la Verifica dell'impatto Ambientale - VIA e VAS si è espressa positivamente, ritenendo "*OTTEMPERATA la prescrizione lett. B punto 7 di cui al Decreto DVA 435 del 07/08/2012, limitatamente al periodo ottobre 2015 - dicembre 2016*". Analoghe verifiche sono state condotte anche per il periodo successivo in relazione agli anni 2018-2019. Infine, si ricordano gli ultimi documenti relativi agli anni 2017-2018-2019:

- "Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume: Periodo febbraio 2017 - dicembre 2017 - Terminale GNL Adriatico" inviato con lettera prot ALNG/190/2018 il 21 settembre 2018;

RAPPORTO ANNUALE DEL MONITORAGGIO DELLE SCHIUME	Terminale GNL Adriatico srl
Periodo febbraio - dicembre 2020	Doc. HSE-REP-375-001 Rev. 0 del 14/01/20212

- “Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume: Periodo febbraio 2018 – dicembre 2018 – Terminale GNL Adriatico” inviato con lettera prot ALNG/0159/2019 il 11 settembre 2019;
- “Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume: Periodo febbraio 2019 – dicembre 2019 – Terminale GNL Adriatico” inviato con lettera prot ALNG-0093/20 del 15 giugno 2020.

## 1.1 Scopo del lavoro

Il presente documento costituisce il rapporto del monitoraggio delle schiume eseguito nell'anno 2020, precisamente nel periodo intercorso tra il 24 febbraio 2020 ed il 18 dicembre 2020, 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 dei monitoraggi effettuati a partire dal 2013 e di seguito elencati:

- “Risultati del monitoraggio annuale delle schiume giugno 2013 – aprile 2014 – Terminale GNL Adriatico” inviato con lettera del 30 maggio 2014 prot. ALNG 133/14;
- “Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume: Periodo giugno 2014 – agosto 2015 – Terminale GNL Adriatico” inviato con lettera prot. ALNG 0059/16 del 8/02/2016;
- “*Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume: Periodo ottobre 2015 - dicembre 2016 - Terminale GNL Adriatico*” inviato con nota prot. ALNG 0051/17 del 13/03/2017;
- “Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume: Periodo febbraio 2017 - dicembre 2017 - Terminale GNL Adriatico”, inviato con lettera prot ALNG/190/2018 il 21 settembre 2018;
- “Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume”: Periodo febbraio 2018 - dicembre 2018 - Terminale GNL Adriatico” inviato con lettera prot ALNG/0159/2019 l'11 settembre 2019,
- “Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume”: Periodo febbraio 2019 - dicembre 2019 - Terminale GNL Adriatico” inviato con lettera prot ALNG-0093/20 del 15 giugno 2020

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 descrive tutti i risultati ottenuti nel corso del settimo anno di monitoraggio delle schiume articolandosi, oltre alla presente introduzione, nelle seguenti sezioni:

RAPPORTO ANNUALE DEL MONITORAGGIO DELLE SCHIUME	Terminale GNL Adriatico srl
Periodo febbraio - dicembre 2020	Doc. HSE-REP-375-001 Rev. 0 del 14/01/20212

- **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:

- Forma ed estensione della schiuma;
- Aria:
  - Temperatura °C;
  - Vento (direzione e velocità);
  - Condizioni metereologiche (soleggiato - nuvoloso - pioggia);
  - Radiazione solare (W/m<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);
- ΔT tra acqua scaricata e prelevata (°C);
- pH dell'acqua scaricata;
- Concentrazione di O<sub>2</sub> nell'acqua scaricata (mg/l).

### 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 3500Cl 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 del punto di massima distanza rilevato dal Terminale, come riportato nella Tabella 1, è stata assegnata la "classe di estensione" della schiuma stessa. La classe di estensione determina il numero minimo di letture da effettuare lungo il perimetro dell'area interessata dal fenomeno, 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 dal terminale	13
1000 m dal terminale	15
>1000 m dal terminale	17

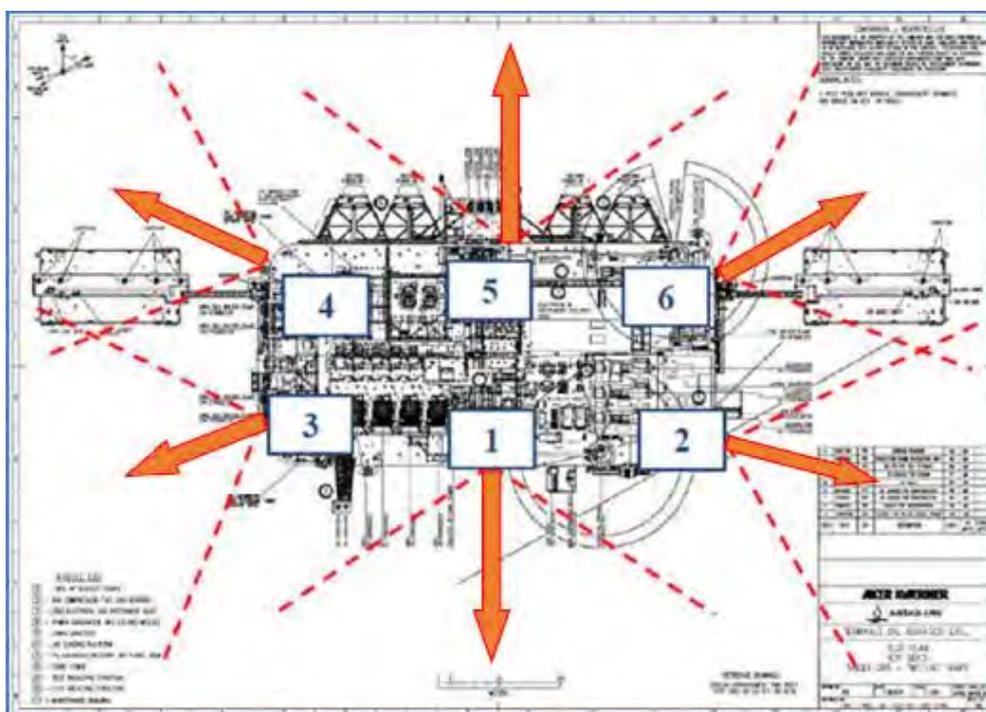
**Tabella 1: Determinazione del numero minimo di letture da effettuare durante ciascun rilevamento (tale tabella è un estratto del piano di monitoraggio)**

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 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.



**Figura 2: Direzioni di scatto con fotocamera**

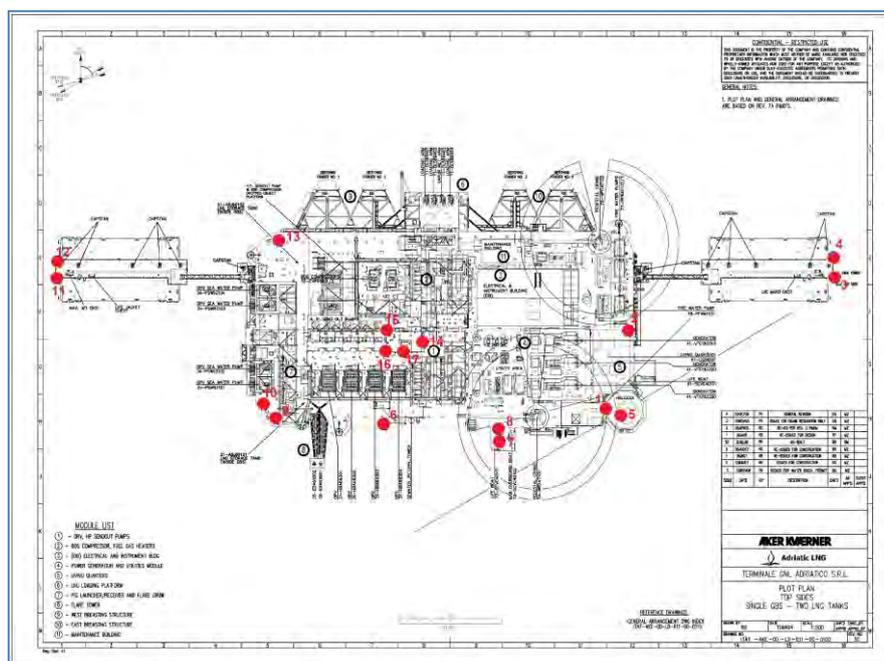
## 2.2.2 IDENTIFICAZIONE DEL PUNTO DI OSSERVAZIONE SULLA BASE DELLA DISTRIBUZIONE DELLA SCHIUMA

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 schiуме. Il punto di osservazione è stato

<sup>1</sup> Si precisa che i riferimenti presenti sullo sfondo dell'immagine non sono di alcun interesse nella campagna di rilevamento delle schiуме. 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.

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: 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 3, i livelli per il posizionamento del telemetro laser sono ubicati ad una diversa quota per garantire la migliore osservazione possibile dell'estensione 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;
- **“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;

<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 3" - "Area Tetto Modulo Alloggi"**: È 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 in 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 viene 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.) 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 metereologiche (soleggiato/nuvoloso/pioggia);
- Punto per la definizione calcolo errore.

## 2.2.5 COORDINAMENTO CON IL NATANTE PER LA RACCOLTA IMMAGINI SUL SITO 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 del monitoraggio con telemetro ha contattato, tramite radio, l'imbarcazione di supporto. L'imbarcazione si è posta, quindi, in prossimità del punto più distante misurato col telemetro, e ha caratterizzato il punto registrando le coordinate di latitudine e longitudine, la distanza in metri dal terminale e l'orario del rilevamento. L'imbarcazione di supporto ha infine 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 al punto più lontano misurato dal telemetro**

Nell'ambito delle operazioni di monitoraggio, l'imbarcazione di supporto esegue all'inizio e alla fine della giornata perlustrazioni delle aree poste a 3 miglia nautiche dal Terminale al fine di rilevare l'eventuale presenza di schiuma. Inoltre, l'imbarcazione effettua altre perlustrazioni a 1,5 miglia 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:  $\pm 1^\circ$ .

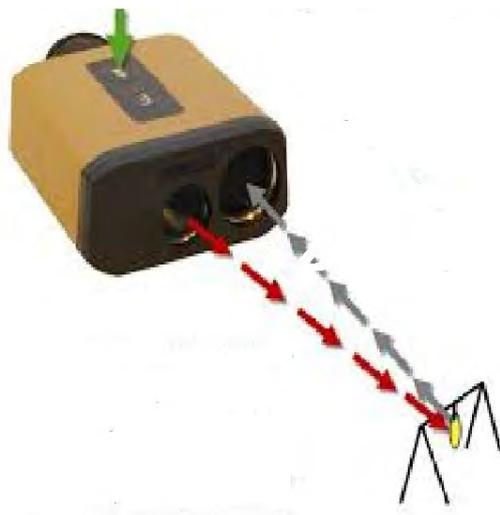
Nella Figura 6 si riporta un estratto della scheda tecnica fornita dal costruttore (nell'**Allegato A** viene riportata la scheda nella sua completezza), dove vengono elencate le principali caratteristiche tecniche dello strumento.

<b>Specifications</b>	
Magnification	7x
Objective lens	25 mm
Field of view	8°
Diopter adjustment range	$\pm 4$
<b>Rangefinder</b>	
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
<b>Miscellaneous</b>	
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 del 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 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 giugno 2020, (precisamente nei giorni 24, 25 e 26 giugno).

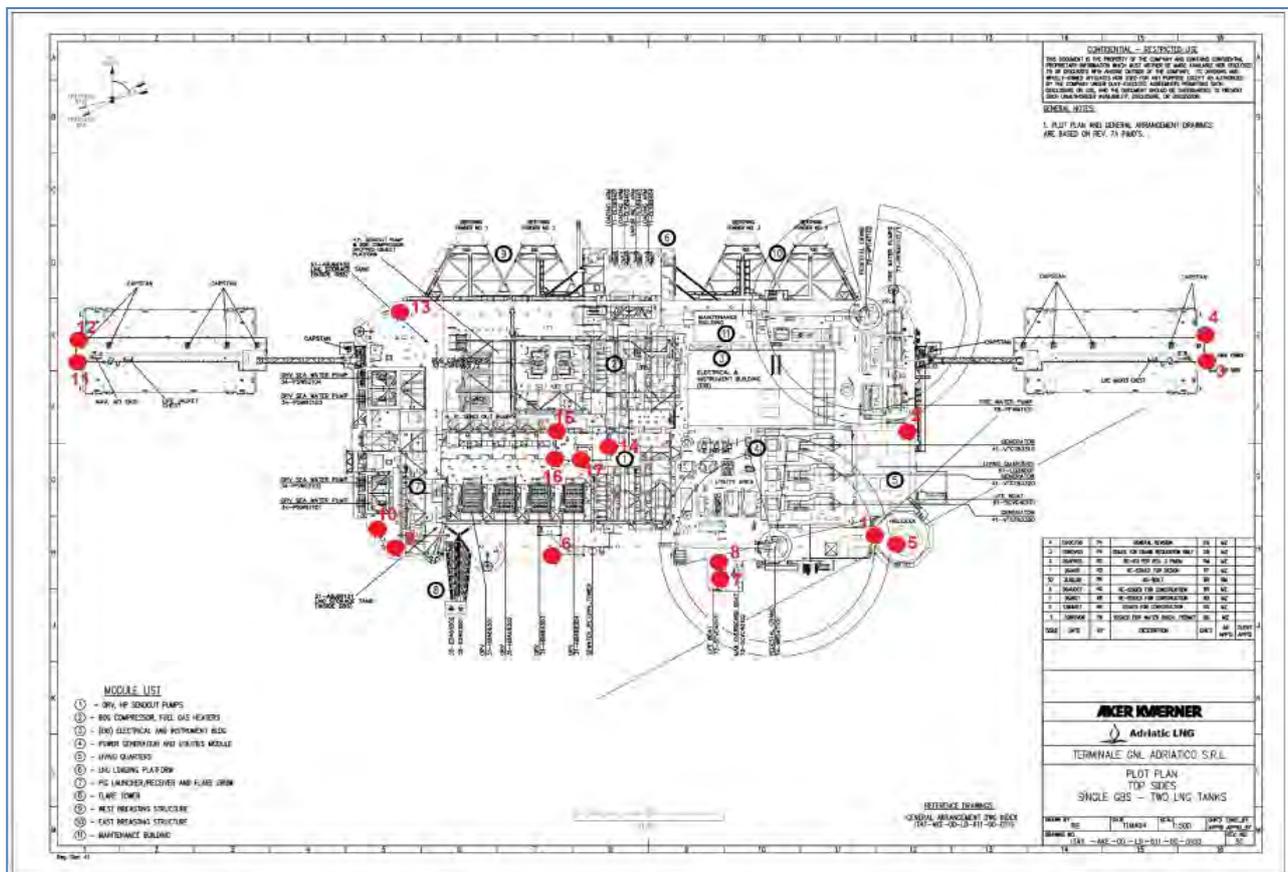


Figura 8: Punti noti di posizionamento del telemetro o punti noti utilizzati per la verifica della ripetibilità della misura e per il calcolo dell'interferenza generata dai campi magnetici sulla bussola del telemetro. I punti hanno coordinate geografiche note; tali coordinate sono state determinate durante 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)	Azimut (°)	Angolo Elevation (°)
1	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	104	-1
2	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	103	-1
3	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	104	-1
4a	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	103	-1
4b	10	309838,8587	4995898,124	11	309743,8044	4995962,166	114	244	-5
5	13	309848,573	4995978,432	12	309743,9871	4995970,362	104	215	-5
6	10	309838,8587	4995898,124	11	309743,8044	4995962,166	114	243	-7
7	10	309838,8587	4995898,124	11	309743,8044	4995962,166	114	241	-4
8	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	104	-1
9	10	309838,8587	4995898,124	11	309743,8044	4995962,166	114	240	-5
10	10	309838,8587	4995898,124	11	309743,8044	4995962,166	114	242	-4
11	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	105	-1
12	6	309897,9222	4995889,584	7	309953,6516	4995879,602	56	105	0

**Tabella 2: Dati raccolti durante la campagna di monitoraggio eseguita nel mese di giugno 2020 per la determinazione del disturbo indotto dai campi magnetici alla bussola del telemetro e per la verifica della ripetibilità della misura della distanza**

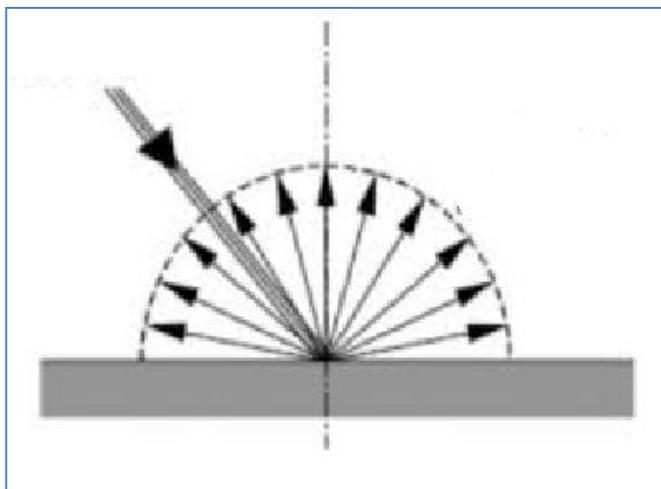
Questa misura è utile anche per determinare il disturbo dato dal campo elettromagnetico generato dai motori e dalle masse metalliche presenti sulla piattaforma. Tale disturbo risulta essere costante durante l'intero periodo del singolo rilevamento (15-30 minuti). Prima di ciascun rilevamento, è possibile 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.

### 3.2 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 sulla 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 vengono 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 febbraio 2020 – dicembre 2020:** mappe tematiche 1°campagna;
- **Allegato C Risultati 2° campagna – Periodo febbraio 2020 – dicembre 2020:** mappe tematiche 2°campagna;
- **Allegato D Risultati 3° campagna – Periodo febbraio 2020 – dicembre 2020:** mappe tematiche 3°campagna;
- **Allegato E Risultati 4° campagna – Periodo febbraio 2020 – dicembre 2020:** mappe tematiche 4°campagna;
- **Allegato F Risultati 5° campagna – Periodo febbraio 2020 – dicembre 2020:** mappe tematiche 5°campagna;
- **Allegato G Risultati 6° campagna – Periodo febbraio 2020 – dicembre 2020:** mappe tematiche 6°campagna.

Inoltre, nei medesimi allegati sono 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 (W/m<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

<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).

RAPPORTO ANNUALE DEL MONITORAGGIO DELLE SCHIUME	Terminale GNL Adriatico srl
Periodo febbraio - dicembre 2020	Doc. HSE-REP-375-001 Rev. 0 del 14/01/20212

cui quello di acquisizione e di elaborazione dei dati, in grado di scambiare autonomamente informazioni con il campo (processo o impianto), e più precisamente:

- o Onda (direzione, altezza, periodo);
- o Numero di ORV in funzione;
- o Portata totale acqua mare scaricata;
- o Temperatura °C acqua prelevata;
- o Temperatura °C acqua scaricata;
- o  $\Delta T$  tra acqua scaricata e prelevata;
- o pH acqua scaricata;
- o Concentrazione  $O_2$  dell'acqua scaricata.

Inoltre, nell'**Allegato I** 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).

## 5 RISULTATI DEI MONITORAGGI

A partire dal mese di febbraio 2020 sono state effettuate 6 campagne di monitoraggio delle schiume per un totale di 71 rilevamenti (Tabella 3).

Campagna n°	Giorni	Rilevamenti Effettuati	Massima distanza delle schiume dal Terminale
1	24-25-26 Febbraio 2020	12	287
2	29-30 Aprile, 1 Maggio 2020	12	588
3	24-25-26 Giugno 2020	12	392
4	29-30-31 Agosto 2020	12	449
5	27-28-29 Ottobre 2020	12	653
6	16-17-18 Dicembre 2020	11	245

**Tabella 3: Schema riassuntivo delle campagne di rilevamento effettuate con telemetro dal 24 febbraio 2020 al 18 dicembre 2020**

Nei successivi paragrafi si riportano i risultati emersi dalle campagne di monitoraggio effettuate dal mese di febbraio 2020 al mese di dicembre 2020.

### 5.1 1° Campagna

La prima campagna di monitoraggio (di seguito, la **"Prima Campagna"**) si è svolta nelle giornate del 24-25-26 febbraio 2020, nel corso delle quali sono stati eseguiti in totale 12 rilevamenti dal I livello del GBS.

La campagna è stata caratterizzata da condizioni metereologiche variabili, nuvoloso i primi due giorni e soleggiato il terzo giorno. È stata registrata assenza di increspatura della superficie del mare durante i primi due giorni di monitoraggio. Durante il terzo giorno i rilevamenti sono stati effettuati in presenza di una significativa increspatura della superficie marina. Si segnala che durante i rilievi n. 11 e 12 del 26 febbraio non è stato acquisito alcun dato a causa di assenza di schiuma rilevabile con il telemetro.

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 marini relativi stati ricavati dalla sonda di monitoraggio installata sul *mooring dolphin ovest*;
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalla stazione meteorologica installata sul *mooring dolphin est*.

Nei tre giorni della campagna in oggetto, la direzione della schiuma è stata riscontrata nell'area a sud/sud-est, est ed in prossimità del Terminale.

Si precisa inoltre che per ogni rilevamento effettuato durante la Prima Campagna sono state acquisite tutte le misure previste in funzione della distanza della schiuma dal terminale.

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

#### **Rilevamenti del 24 febbraio 2020**

I rilevamenti n. 1-2-3-4 sono stati effettuati rispettivamente dalle 10:30 alle 11:00, dalle 13:00 alle 13:20, dalle 14:30 alle 14:45 e dalle 16:05 alle 16:20.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza dei punti 6 e 5, in quanto la schiuma si estendeva in direzione sud e sud-est. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 113 m nel rilievo n. 1, al punto 6.

#### **Rilevamenti del 25 febbraio 2020**

I rilevamenti n. 5-6-7-8 sono stati effettuati rispettivamente dalle 10:00 alle 10:30, dalle 11:30 alle 12:00, dalle 13:05 alle 13:25 e dalle 14:45 alle 15:10.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza dei punti 5 e 6, in quanto la schiuma si estendeva in direzione sud e sud-est. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 287 m nel rilievo n. 7, al punto 6. Questa distanza rappresenta inoltre la massima misurata durante il corso della Prima Campagna.

#### **Rilevamenti del 26 febbraio 2020**

I rilevamenti n. 9-10-11-12 sono stati effettuati rispettivamente dalle 10:00 alle 10:30, dalle 11:35 alle 12:00, dalle 13:20 alle 13:40 e dalle 14:30 alle 14:50.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza del punto 5, in quanto la schiuma si estendeva in direzione est. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 223 m nel rilievo n. 9, al punto 5. Si segnala inoltre che durante i rilevamenti n.11 e 12 non è stata rilevata schiuma attorno al perimetro del Terminale.

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

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato delle fotografie integrative al fine di oggettivare lo stato e la consistenza della schiuma rilevata dal telemetro durante i giorni 24-25-26 febbraio. Come previsto, è stata effettuata una perlustrazione del perimetro dell'area posta intorno al Terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche dal GBS al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non poter essere rilevata dal telemetro. Si precisa che durante questa campagna di monitoraggio non è stata segnalata la presenza di schiuma né oltre 1,5 NM né oltre le 3 miglia nautiche dal terminale.

## 5.2 2° Campagna

Durante la seconda campagna di monitoraggio (di seguito, la "**Seconda Campagna**") sono stati eseguiti un totale di n. 12 rilevamenti dal I livello del GBS nelle giornate del 29-30 aprile e del 1° maggio 2020. La Seconda Campagna è stata caratterizzata da condizioni metereologiche variabili. Durante ciascuno dei tre giorni di monitoraggio sono state registrate sia condizioni nuvolose che soleggiate. Durante i giorni di monitoraggio, inoltre, è stata registrata assenza di increspatura sulla superficie del mare.

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

- i dati relativi alle condizioni del mare sono stati ricavati dalla sonda di monitoraggio installata sul *Mooring Dolphin ovest* e dalla boa oceanografica; si segnala che il giorno 30/04/2020 i dati marini non sono risultati disponibili dalle ore 12 alle ore 15 a causa di attività di manutenzione (come da Allegato I);
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalla stazione meteorologica del *Mooring Dolphin est* e dalle sonde installate in prossimità della piattaforma utilizzata per l'atterraggio degli elicotteri (*helideck*).

Si precisa che per ogni rilevamento della Seconda Campagna sono state acquisite tutte le misure previste in funzione della distanza della schiuma dal terminale.

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

### Rilevamenti del 29 aprile 2020

I rilevamenti n. 1-2-3-4 sono stati effettuati rispettivamente dalle 11:13 alle 11:33, dalle 12:25 alle 12:52, dalle 13:53 alle 14:13 e dalle 15:10 alle 15:34.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza del punto 5, in quanto la schiuma si estendeva in direzione est e sud-est. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 160 m nel rilievo n. 1.

### Rilevamenti del 30 aprile 2020

I rilevamenti n. 5-6-7-8 sono stati effettuati rispettivamente dalle 9:39 alle 10:09, dalle 11:12 alle 11:34, dalle 12:20 alle 12:51 e dalle 14:10 alle 14:36.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza dei punti 6 e 10, in quanto la schiuma si estendeva in direzione sud, sud-ovest ovest. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 270 m in direzione sud-ovest nel rilievo n. 6, con telemetro posizionato al punto 6.

RAPPORTO ANNUALE DEL MONITORAGGIO DELLE SCHIUME	Terminale GNL Adriatico srl
Periodo febbraio - dicembre 2020	Doc. HSE-REP-375-001 Rev. 0 del 14/01/20212

### Rilevamenti del 1° Maggio 2020

I rilevamenti n. 9-10-11-12 sono stati effettuati rispettivamente dalle 9:37 alle 10:08, dalle 11:00 alle 11:19, dalle 12:13 alle 12:32 e dalle 13:25 alle 13:48.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza dei punti 10 e 13, in quanto la schiuma si estendeva in direzione sud-ovest nel rilevamento 9 e in direzione nord-ovest nei rimanenti rilevamenti. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 588 m nel rilievo n. 9, con telemetro posizionato al punto 10. Questa distanza rappresenta inoltre la massima misurata durante il corso della Seconda Campagna.

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

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato delle fotografie integrative al fine di oggettivare lo stato e la consistenza della schiuma rilevata dal telemetro durante i giorni di monitoraggio. Come previsto, è stata effettuata una perlustrazione del perimetro dell'area posta intorno al Terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche dal GBS al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non poter essere rilevata dal telemetro. Si precisa che durante questa campagna di monitoraggio non è stata segnalata la presenza di schiuma né oltre 1,5 NM né oltre le 3 miglia nautiche dal terminale.

## 5.3 3° Campagna

Durante la terza campagna di monitoraggio (di seguito, la "**Terza Campagna**") sono stati eseguiti un totale di 12 rilevamenti dal I livello del GBS nelle giornate del 24-25 e 26 giugno 2020. La Terza Campagna è stata caratterizzata da condizioni metereologiche variabili, con l'alternarsi di condizioni soleggiate e nuvolose nel corso delle tre giornate. Durante il monitoraggio sono state registrate condizioni di assenza di increspatura ad eccezione del primo rilevamento del 24 giugno in cui è stata segnalata la presenza di sporadica increspatura della superficie del mare.

Nell'**Allegato D** sono riportati i dati meteomarini e di esercizio del Terminale che hanno distinto 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 dalla stazione metereologica presente sul *Mooring Dolphin est*.

Di seguito si riporta il dettaglio dei 12 rilevamenti effettuati nelle tre giornate. Si precisa inoltre che per i rilevamenti eseguiti durante la Terza Campagna sono state acquisite tutte le misure previste in funzione della distanza della schiuma dal terminale.

### Rilevamenti del 24 giugno 2020

I rilevamenti n. 1-2-3-4 sono stati effettuati rispettivamente dalle 10:12 alle 10:31, dalle 11:28 alle 11:47, dalle 13:13 alle 13:32 e dalle 14:27 alle 14:49.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza del punto 6 e del punto 10, in quanto la schiuma si estendeva in direzione sud e sud-ovest. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 71 m nel rilievo n. 3.

### Rilevamenti del 25 giugno 2020

I rilevamenti n. 5-6-7-8 sono stati effettuati rispettivamente dalle 9:49 alle 10:13, dalle 11:06 alle 11:31, dalle 12:23 alle 12:40 e dalle 13:39 alle 13:57.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza dei punti 13, 10 e 6, in quanto la schiuma si estendeva in direzione nord e sud-ovest. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 392 m in direzione nord nel rilievo n. 5, con telemetro posizionato al punto 13. Questa distanza rappresenta inoltre la massima misurata durante il corso della Terza Campagna.

### Rilevamenti del 26° giugno 2020

I rilevamenti n. 9-10-11-12 sono stati effettuati rispettivamente dalle 9:42 alle 9:59, dalle 10:41 alle 11:04, dalle 11:55 alle 12:09 e dalle 13:28 alle 13:44.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza dei punti 10 e 6, in quanto la schiuma si estendeva in direzione sud ed est. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 271 m nel rilievo n. 10 ed è stata misurata dal punto 10.

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

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato delle fotografie integrative al fine di oggettivare lo stato e la consistenza della schiuma rilevata dal telemetro durante i giorni di monitoraggio. Come previsto, è stata effettuata una perlustrazione del perimetro dell'area posta intorno al Terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche dal GBS al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non poter essere rilevata dal telemetro. Si precisa che durante questa campagna di monitoraggio non è stata segnalata la presenza di schiuma né oltre 1,5 NM né oltre le 3 miglia nautiche dal terminale.

## 5.4 4° Campagna

Durante la quarta campagna di monitoraggio (di seguito, la "**Quarta Campagna**") sono stati eseguiti un totale di 12 rilevamenti dal primo livello del GBS nelle giornate del 29,30 e 31 agosto 2020. La quarta campagna è stata caratterizzata da condizioni variabili: alternanza di tempo soleggiato e nuvoloso durante

le prime due giornate. Durante la terza giornata è stato invece registrato nuvoloso durante i primi 3 rilevamenti e pioggia durante l'ultimo. Per quanto riguarda le condizioni del mare è stata segnalata assenza di increspatura durante i primi 2 rilevamenti della prima giornata e sporadica presenza di increspatura della superficie del mare durante i successivi due. Durante la seconda giornata di rilevamenti è stata indicata presenza significativa di schiuma naturale mentre l'ultima giornata è stata caratterizzata da assenza di increspatura.

Nell' **Allegato E** sono riportati i dati meteomarini e di esercizio del Terminale che hanno caratterizzato la Quarta Campagna:

- 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 dalla stazione meteorologica presente sul *Mooring Dolphin est*.

Durante la Quarta Campagna, la distribuzione delle schiume è stata variabile attorno al Terminale. Il telemetro è stato posizionato nei punti che garantiscono una completa copertura delle aree interessate e si precisa che per ogni rilevamento eseguito sono state acquisite tutte le misure previste in funzione della distanza della schiuma dal terminale. Di seguito, si riporta il dettaglio dei 12 rilevamenti effettuati nelle tre giornate:

#### **Rilevamenti del 29 agosto 2020**

I rilevamenti n. 1-2-3-4 sono stati eseguiti rispettivamente dalle 9:15 alle 10:00, dalle 11:00 alle 11:23, dalle 12:00 alle 12:30 e dalle 13:30 alle 14:00. Il primo rilievo è stato acquisito dal punto 6, caratterizzato da una schiuma in direzione sud, sud-ovest. Il secondo e il terzo rilievo, essendoci presenza di schiuma ad ovest del terminale sono stati acquisiti dal punto 10. Il quarto rilievo è stato invece caratterizzato da schiuma in direzione nord-ovest e il punto di acquisizione è quindi stato il n. 13.

Nella prima giornata della Quarta Campagna, la massima distanza della schiuma registrata dal telemetro è stata di 365 metri (4° rilevamento).

#### **Rilevamenti del 30 agosto 2020**

Durante i primi due rilevamenti della seconda giornata non è stata registrata presenza di schiuma attorno al terminale. I rimanenti rilevamenti (n. 7 e 8) sono stati acquisiti posizionando il telemetro sul punto 6 e hanno identificato schiuma a sud del terminale. La massima distanza delle schiume è stata di 119 metri, registrati durante il rilevamento numero 7.

I 4 rilevamenti della seconda giornata sono stati eseguiti rispettivamente dalle 9:30 alle 9:50, dalle 11:30 alle 11:50, dalle 13:50 alle 14:20 e dalle 15:30 alle 16:00.

### Rilevamenti del 31 agosto 2020

I monitoraggi numero 9-10-11-12 sono stati acquisiti rispettivamente dalle 9:30 alle 10:00, dalle 11:00 alle 11:30, dalle 12:50 alle 13:20 e dalle 14:15 alle 14:40. La massima distanza della schiuma è stata rilevata dal punto 6, ad una distanza di 449 metri, durante il terzo rilevamento di giornata (11° rilevamento), in direzione sud-est. Questa distanza rappresenta inoltre la massima misurata durante il corso della Quarta Campagna. I rimanenti rilevamenti hanno identificato schiuma in direzione sud, sud-est (9°, 10° rilevamento) e in direzione sud-ovest durante il 12° rilevamento.

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

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato delle fotografie integrative al fine di oggettivare lo stato e la consistenza della schiuma rilevata dal telemetro durante le giornate del 29 e 31 agosto; non ha potuto invece fornire supporto al monitoraggio nella giornata del 30 agosto, a causa di condizioni di maltempo. Durante le perlustrazioni del perimetro dell'area posta intorno al Terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche dal GBS, eseguita al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non poter essere rilevata dal telemetro, l'imbarcazione non ha segnalato presenza di schiuma né oltre le 1,5 né oltre le 3 miglia nautiche dal terminale.

## 5.5 5° Campagna

Durante la quinta campagna di monitoraggio (di seguito, la "**Quinta Campagna**") sono stati eseguiti un totale di 12 rilevamenti dal I livello del GBS nelle giornate del 27,28 e 29 ottobre 2020. La quarta campagna è stata caratterizzata da condizioni variabili; è stato infatti verificato un alternarsi di condizioni soleggiate e nuvolose durante tutto il corso delle giornate di monitoraggio. Per quanto riguarda le condizioni del mare viene segnalata una sporadica presenza di increspatura durante i primi 6 rilevamenti. È stata invece segnalata assenza di increspatura durante i restanti rilevamenti.

Nell' **Allegato F** sono riportati i dati meteomarini e di esercizio del Terminale che hanno caratterizzato la Quinta Campagna:

- i dati relativi alle condizioni del mare sono stati ricavati dal *Mooring Dolphin* est per i giorni 28 e 29 ottobre. I dati riferiti alla giornata del 27 ottobre sono stati invece ricavati dalla boa oceanografica;
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalla stazione meteorologica presente sul *Mooring Dolphin* est.

Durante la Quinta Campagna, la distribuzione delle schiume è stata prevalentemente orientata in direzione sud e in direzione sud-est. Il telemetro è stato posizionato nei punti 5 e 6 che hanno garantito una completa copertura delle aree interessate. Si precisa che per ogni rilevamento eseguito sono state

acquisite tutte le misure previste in funzione della distanza della schiuma dal terminale. Di seguito, si riporta il dettaglio dei 12 rilevamenti effettuati nelle tre giornate:

#### **Rilevamenti del 27 ottobre 2020**

I rilevamenti n. 1-2-3-4 sono stati eseguiti rispettivamente dalle 9:15 alle 9:40, dalle 10:58 alle 11:17, dalle 13:49 alle 14:10 e dalle 15:12 alle 15:30. Dato che la schiuma si estendeva in direzione sud-est, i 4 rilievi sono stati effettuati dal punto 5 della piattaforma che garantisce una completa copertura della direzione interessata.

Nella prima giornata della Quinta Campagna, la massima distanza della schiuma registrata dal telemetro è stata di 364 metri (4° rilevamento).

#### **Rilevamenti del 28 ottobre 2020**

I rilevamenti n. 5-6-7-8 sono stati eseguiti rispettivamente dalle 10:38 alle 11:13, dalle 12:07 alle 12:29, dalle 13:20 alle 13:43 e dalle 14:33 alle 14:55. Il rilevamento n.5 è stato effettuato posizionando il telemetro nel punto 6, mentre per i successivi 3 rilevamenti è stato posto nel punto 5.

La massima distanza della schiuma è stata rilevata durante il rilevamento 8, nel quale, è stata misurata una distanza massima di 653 metri in direzione sud-est. Questa distanza rappresenta inoltre la massima misurata durante il corso della Quinta Campagna.

#### **Rilevamenti del 29 ottobre 2020**

I rilevamenti n. 9-10-11-12 sono stati eseguiti rispettivamente dalle 10:05 alle 10:33, dalle 11:35 alle 11:53, dalle 13:07 alle 13:32 e dalle 14:16 alle 14:40. Il telemetro è stato posizionato presso il punto 5 per il rilevamento 11 e presso il punto 6 per i rimanenti rilevamenti di giornata.

La massima distanza della schiuma è stata identificata durante il primo rilevamento di giornata (rilievo 9), in direzione sud-est, con una lontananza di 551 metri dal terminale.

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

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato delle fotografie integrative al fine di oggettivare lo stato e la consistenza della schiuma rilevata dal telemetro durante le giornate del 28 e 29 ottobre. Durante le perlustrazioni del perimetro dell'area posta intorno al Terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche dal GBS, eseguita al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non poter essere rilevata dal telemetro, l'imbarcazione non ha segnalato presenza di schiume né oltre le 1,5 né oltre le 3 miglia nautiche dal terminale. Si segnala che durante la giornata del 27 ottobre l'imbarcazione di supporto è dovuta rimanere in porto a causa delle cattive condizioni meteo e non ha quindi potuto fornire supporto al monitoraggio.

## 5.6 6° Campagna

Durante la sesta campagna di monitoraggio (di seguito, la "**Sesta Campagna**") sono stati eseguiti un totale di 11 rilevamenti dal I livello del GBS nelle giornate del 16, 17 e 18 dicembre 2020. La sesta campagna è stata caratterizzata da condizioni variabili durante la prima giornata di monitoraggio, con l'alternarsi di meteo piovoso, nuvoloso e soleggiato. Durante le giornate del 17 e 18 dicembre sono state invece registrate condizioni di cielo nuvoloso. Per quanto riguarda le condizioni del mare, durante l'intera campagna di monitoraggio, è stata segnalata assenza di increspatura.

Nell' **Allegato G** sono riportati i dati meteomarini e di esercizio del Terminale che hanno caratterizzato la Quarta Campagna.

- i dati relativi alle condizioni del mare sono stati ricavati dalla sonda di monitoraggio installata sul *Mooring Dolphin ovest* e dalla boa oceanografica;
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalla stazione meteorologica presente sul *Mooring Dolphin est*.

Durante la sesta Campagna, la distribuzione delle schiume è stata prevalentemente orientata in direzione sud ed in prossimità della piattaforma. Si precisa che per ogni rilevamento eseguito sono state acquisite tutte le misure previste in funzione della distanza della schiuma dal terminale. Di seguito, si riporta il dettaglio degli 11 rilevamenti effettuati nelle tre giornate:

### Rilevamento del 16 dicembre 2020

I rilevamenti n. 1-2-3 sono stati eseguiti rispettivamente dalle 11:26 alle 11:57, dalle 13:07 alle 13:39, e dalle 14:40 alle 15:03. Dato che la schiuma si estendeva in direzione sud e sud-est, i rilievi sono stati effettuati dal punto 5 e dal punto 6 della piattaforma che garantiscono una completa copertura della direzione interessata. Durante il terzo rilevamento non è stata individuata schiuma rilevabile con il telemetro nei dintorni della piattaforma.

Nella prima giornata della Sesta Campagna, la massima distanza della schiuma registrata dal telemetro è stata di 245 metri, durante il 1° rilevamento, in direzione sud-est. Questa distanza rappresenta inoltre la massima misurata durante il corso della Sesta Campagna.

### Rilevamento del 17 dicembre 2020

I rilevamenti n. 4-5-6-7 sono stati eseguiti rispettivamente dalle 9:17 alle 9:56, dalle 10:34 alle 11:03, dalle 11:51 alle 12:26 e dalle 13:28 alle 13:58. La schiuma è stata rilevata a sud del terminale.

Nella seconda giornata della Sesta Campagna, la massima distanza della schiuma registrata dal telemetro è stata di 141 metri, durante il 5° rilevamento in direzione sud-ovest.

### Rilevamento del 18 dicembre 2020

I rilevamenti n. 8-9-10-11 sono stati eseguiti rispettivamente dalle: 9:41 alle 10:26, dalle 11:09 alle 11:44, dalle 12:28 alle 12:56 e dalle 13:41 alle 14:12.

Nella terza giornata della Sesta Campagna, la massima distanza di schiuma registrata dal telemetro è stata di 157 metri, durante l'8° rilevamento in direzione sud-ovest.

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

L'imbarcazione di supporto al monitoraggio ha effettuato delle fotografie integrative al fine di oggettivare lo stato e la consistenza della schiuma rilevata dal telemetro durante le giornate del 16, 17 e 18 dicembre. Durante le perlustrazioni del perimetro dell'area posta intorno al Terminale a 1,5 e 3 miglia nautiche dal GBS, eseguita al fine di verificare l'eventuale presenza di schiume con caratteristiche tali da non poter essere rilevata dal telemetro, l'imbarcazione non ha segnalato presenza di schiume né oltre le 1,5 né oltre le 3 miglia nautiche dal terminale.

## 6 ANALISI DEI DATI: PERIODO GIUGNO 2013 – DICEMBRE 2020

Per l'anno 2020 di monitoraggio della schiuma sono stati eseguiti complessivamente 71 rilevamenti. Per ciascuno di essi sono state acquisite le seguenti informazioni:

- Data di esecuzione del rilievo (stagionalità);
- Distanza massima rilevata dal telemetro;
- Aria:
  - Temperatura °C;
  - Vento (direzione e velocità);
  - Condizione meteorologiche (soleggiato – nuvoloso – pioggia);
  - Radiazione solare (W/m<sup>2</sup>);
- Mare:
  - Onda (direzione, altezza, periodo);
  - Corrente (velocità e 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;
  - ΔT tra acqua scaricata e prelevata;
  - pH acqua scaricata;
  - Concentrazione O<sub>2</sub> dell'acqua scaricata.

I dati ottenuti sono stati accorpati a quelli relativi al periodo di monitoraggio giugno 2013 – dicembre 2019, al fine di valutare un campione di misure su una più lunga scala temporale. Anche per il periodo febbraio 2020 – dicembre 2020, non si riportano di seguito dettagli circa i dati di temperatura dell'aria, condizioni meteorologiche, radiazione solare, pH dell'acqua scaricata e concentrazione di O<sub>2</sub> dell'acqua scaricata, in quanto, dai dati in possesso, non risulta che vi siano correlazioni significative con la distanza della schiuma registrata in ciascuna Campagna di Monitoraggio. Ci si riserva la possibilità di inserire future eventuali trattazioni in merito a tali parametri, qualora dovessero emergere possibili elementi di correlazione durante i futuri monitoraggi.

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

- Data di esecuzione del rilievo (stagionalità – fattore naturale);
- Aria (fattore naturale):
  - Vento (direzione e velocità);

- Condizione metereologiche (soleggiato – nuvoloso – pioggia);
- 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;

RAPPORTO ANNUALE DEL MONITORAGGIO DELLE SCHIUME	Terminale GNL Adriatico srl
Periodo febbraio - dicembre 2020	Doc. HSE-REP-375-001 Rev. 0 del 14/01/2021

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

Nell'ambito delle attività di monitoraggio di cui al presente rapporto (monitoraggio febbraio 2020 – dicembre 2020), le distanze massime osservate si collocano in un intervallo compreso tra i 245 m di dicembre e i 653 di ottobre.

La Figura 10 mostra il diagramma di dispersione di "Stagionalità vs Massima distanza della schiuma" rilevata mediante il telemetro per il set di dati complessivo (periodo giugno 2013 – dicembre 2020).

I dati descrivono un andamento del parametro "Massima distanza della schiuma" correlabile alla stagionalità per i primi tre anni di monitoraggio (ad eccezione di ottobre 2013 e ottobre 2015), dove le massime distanze rilevate all'interno dell'anno di monitoraggio si ripetevano nel mese di giugno. Negli anni di monitoraggio successivi, incluso il 2020 che presenta una tendenza molto simile a quella del 2019, l'andamento del parametro "Massima distanza della schiuma" appare non più correlabile univocamente con la stagionalità. Questo potrebbe essere dovuto al fatto che le condizioni meteomarine (temperatura dell'acqua di mare e la velocità del vento) riscontrate durante alcuni monitoraggi non hanno rappresentato le condizioni tipiche della singola stagione.

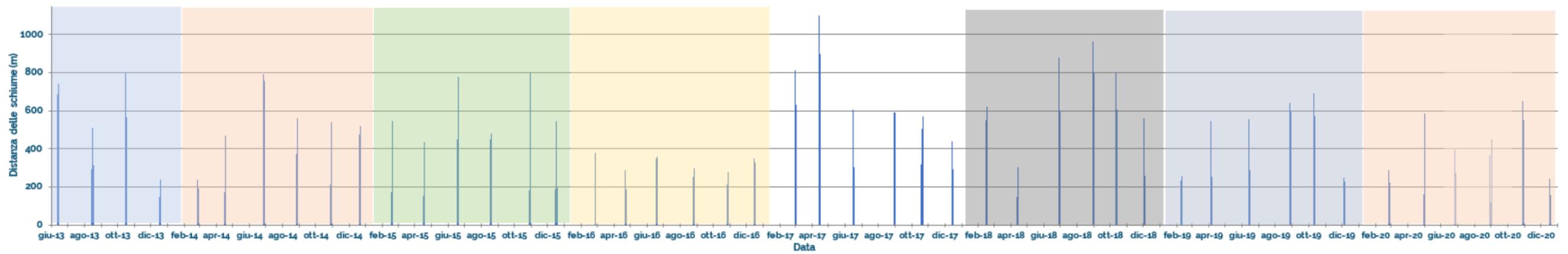


Figura 10: Diagramma di dispersione di "Stagionalità vs Massima distanza della schiuma"

RAPPORTO ANNUALE DEL MONITORAGGIO DELLE SCHIUME	Terminale GNL Adriatico srl
Periodo febbraio - dicembre 2020	Doc. HSE-REP-375-001 Rev. 0 del 10/01/2022 <b>14/01/2021</b>

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

La Figura 11 mostra il diagramma di dispersione 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 è stata osservata la schiuma.

Inoltre, si precisa che, nel grafico Figura 11, i dati relativi all'anno 2020 sono stati evidenziati con colore diverso (rosso scuro); lo stesso vale anche per i grafici successivi.

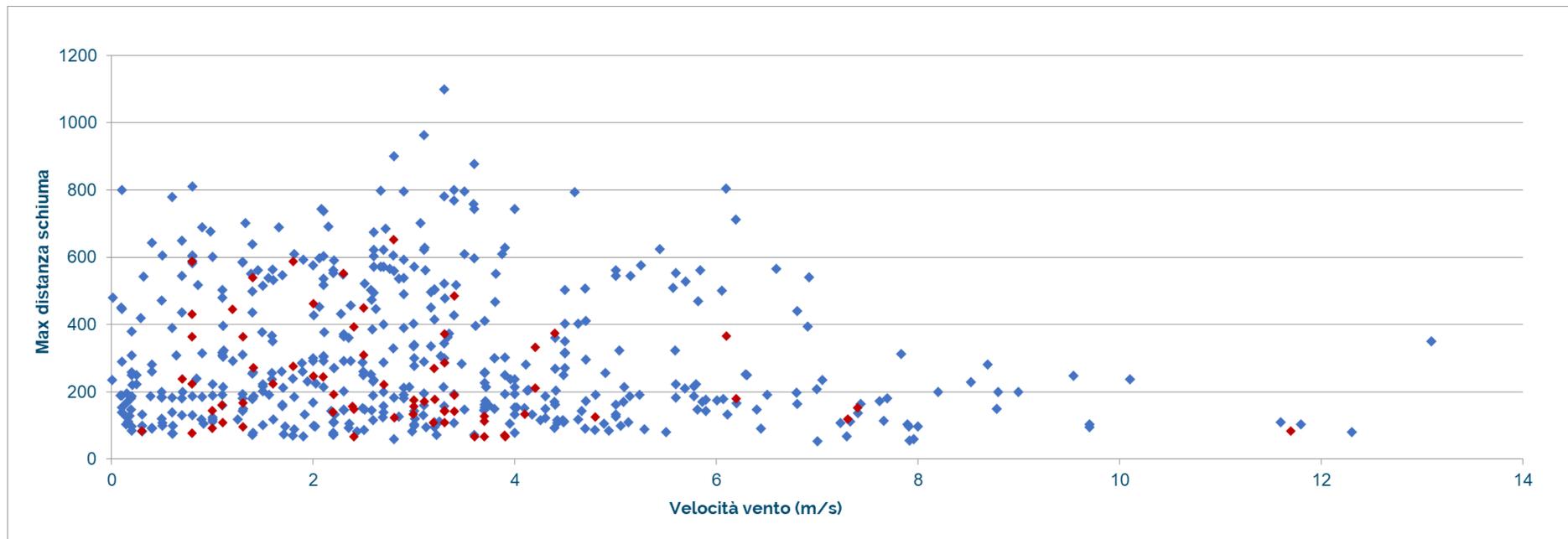


Figura 11 Diagramma di dispersione di "Velocità vento vs Massima distanza della schiuma" (periodo complessivo giugno 2013 - dicembre 2020)

RAPPORTO ANNUALE DEL MONITORAGGIO DELLE SCHIUME	Terminale GNL Adriatico srl
Periodo febbraio - dicembre 2020	Doc. HSE-REP-375-001 Rev. 0 del 10/01/2022

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

Di seguito si riportano i risultati relativi alla correlazione tra la distanza della schiuma rilevata e le condizioni meteorologiche intese come presenza di pioggia, nuvolosità o tempo soleggiato.

Dalla Figura 12 si evince chiaramente che la presenza di pioggia limita la dispersione delle schiume. Infatti, durante il verificarsi di episodi piovosi, le schiume non oltrepassano i 200 metri di distanza dal terminale ad esclusione di quattro episodi che comunque non superano i 300 metri di distanza.

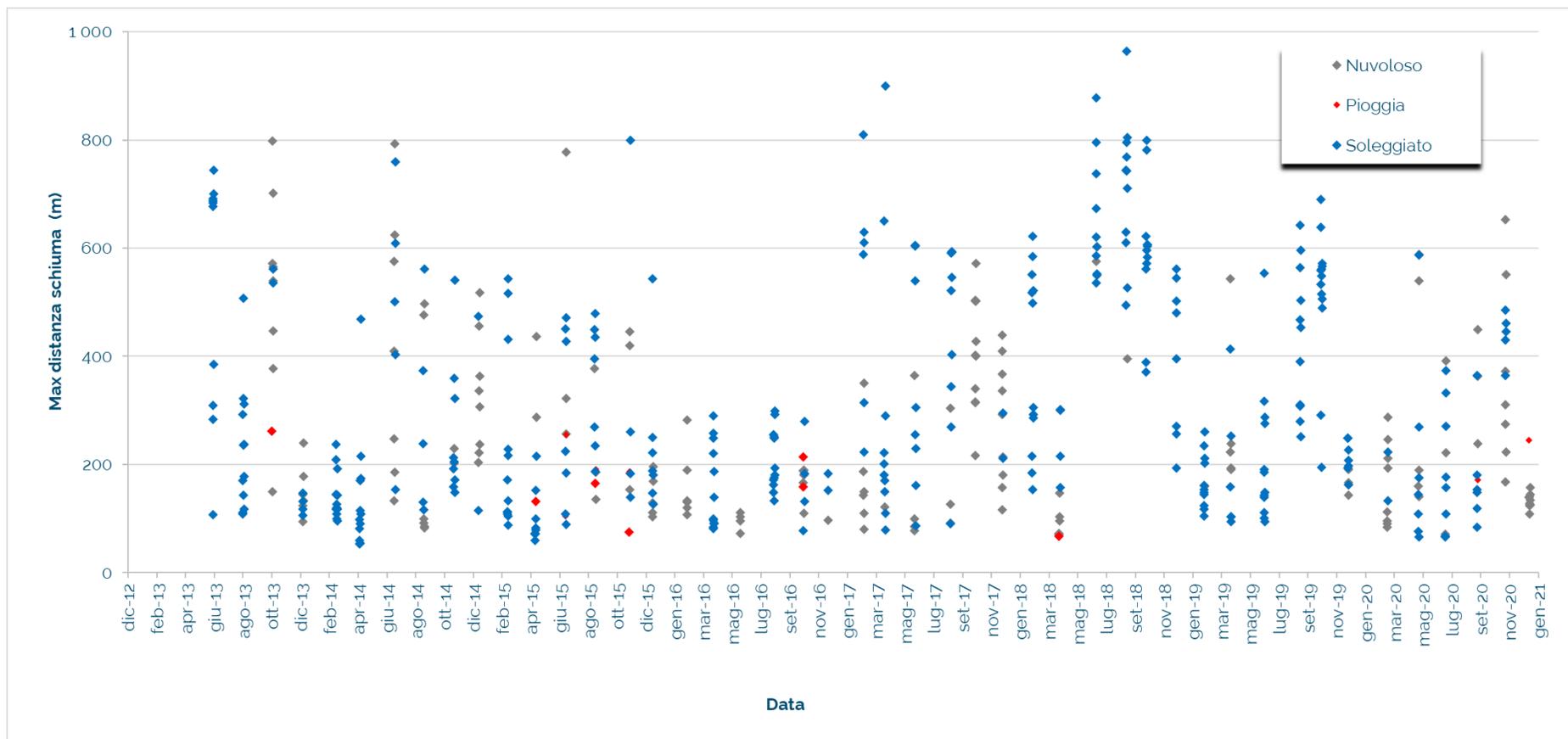


Figura 12: Diagramma di dispersione "Condizioni meteorologiche vs Distanza delle schiume" (periodo complessivo giugno 2013 - dicembre 2020)

## 6.4 Correlazione tra massima distanza delle schiume e velocità della corrente marina

Di seguito si riportano i risultati delle valutazioni sulla correlazione tra la distanza della schiuma e i dati velocità della corrente, increspatura della superficie e temperatura dell'acqua prelevata dal Terminale.

La Figura 13 mostra il diagramma di dispersione di "Velocità corrente mare vs Massima distanza della schiuma". Dalla figura si evince, come già osservato anche nei rapporti 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 dei dati registrati, comprese tutte le massime distanze superiori ai 600 m, risultano raggruppati per velocità della corrente inferiore o vicina a 0,20 m/s.

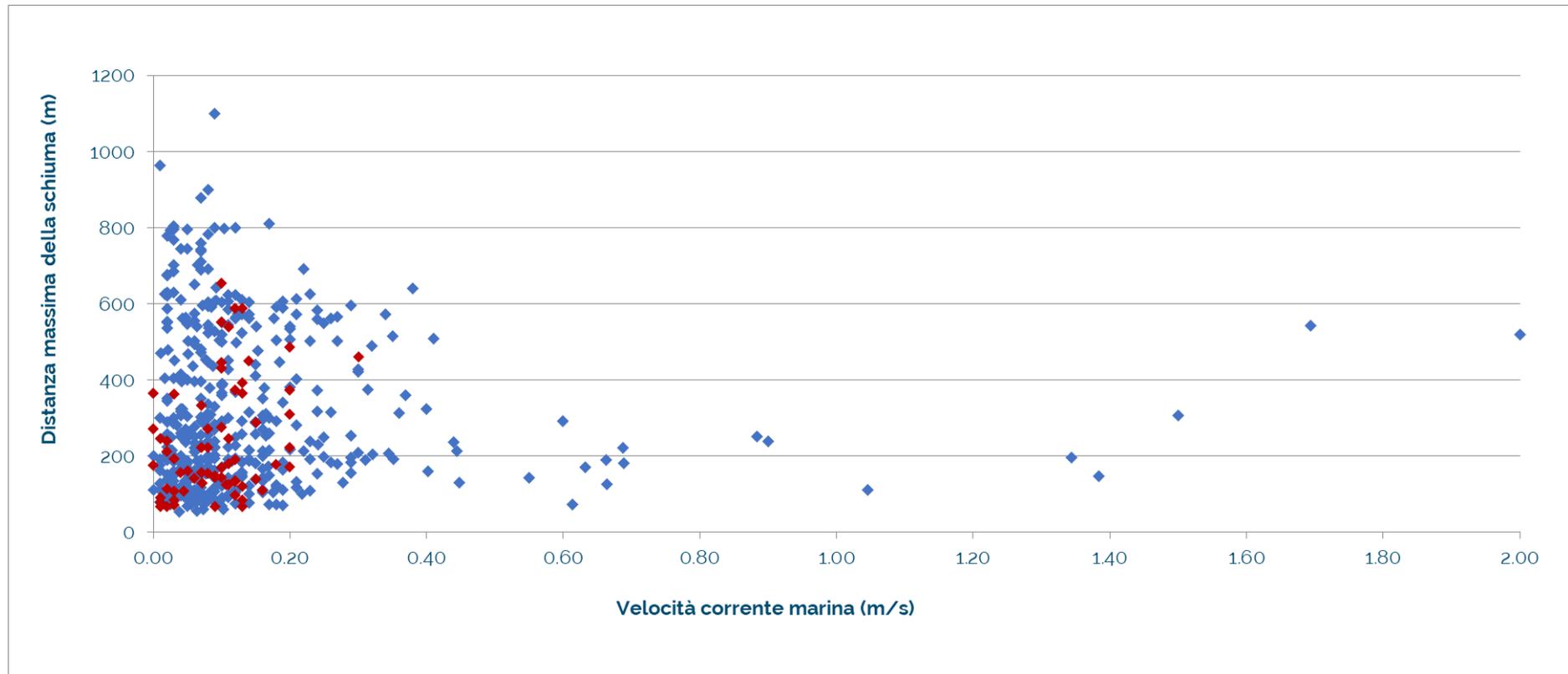
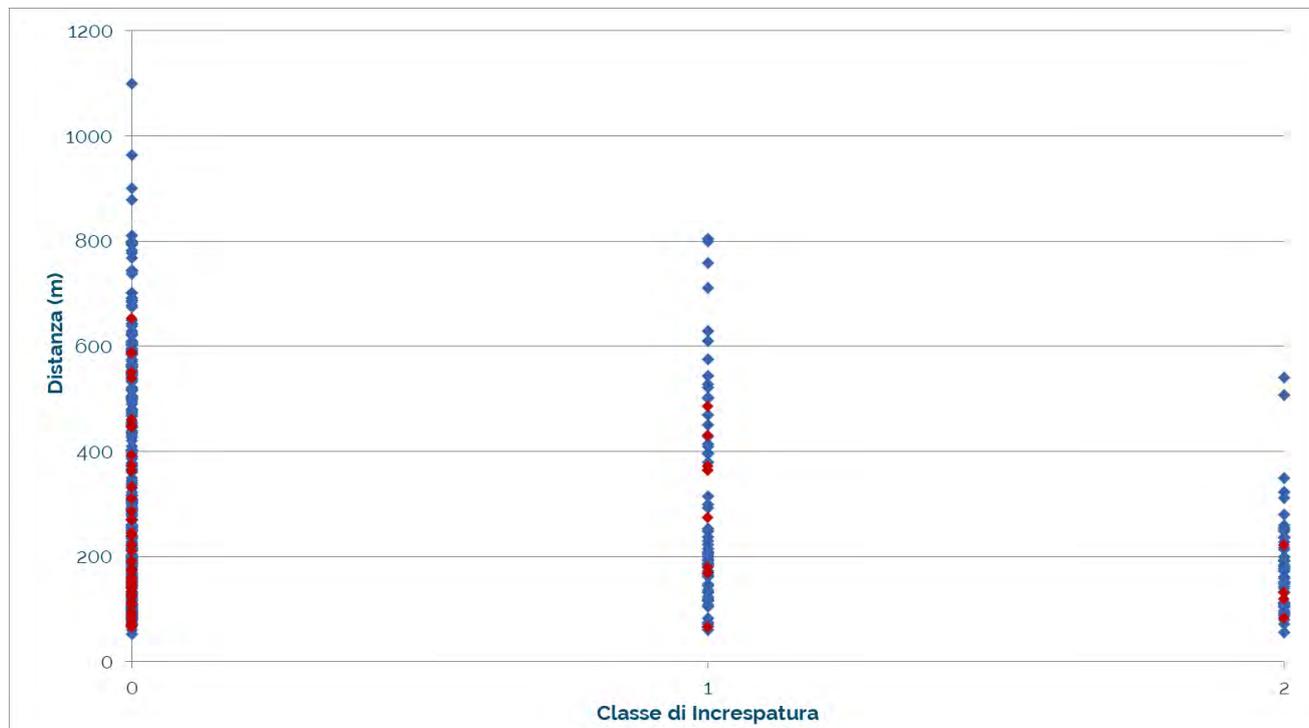


Figura 13: Diagramma di dispersione di "Velocità corrente mare vs Massima distanza della schiuma" (periodo complessivo giugno 2013 - dicembre 2020)

La Figura 14 mostra il diagramma di dispersione "Incrispatura mare vs Massima distanza della schiuma". Dal grafico si osserva che la maggior parte delle distanze massime raggiunte dalla schiuma sono state rilevate in condizioni di assenza di increspatura naturale del mare



**Figura 14. Diagramma di dispersione "Incrispatura mare vs Max distanza schiuma". Dove 0 = increspatura assente; 1 = increspatura sporadica; 2 = significativa presenza di increspatura della superficie del mare**

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

La Figura 15 mostra il diagramma di dispersione di "Temperatura acqua di mare vs Massima distanza della schiuma". In corrispondenza del range di temperatura compresa tra i 17° C e i 23° C circa si sono rilevate le maggiori massime distanze della schiuma misurate col telemetro. Sotto i 15° C di temperatura le distanze a cui viene rilevata la schiuma sono estremamente contenute, fatta eccezione per la massima distanza pari a 1100 m rilevata dall'imbarcazione durante la Seconda Campagna di monitoraggio dell'anno 2017.

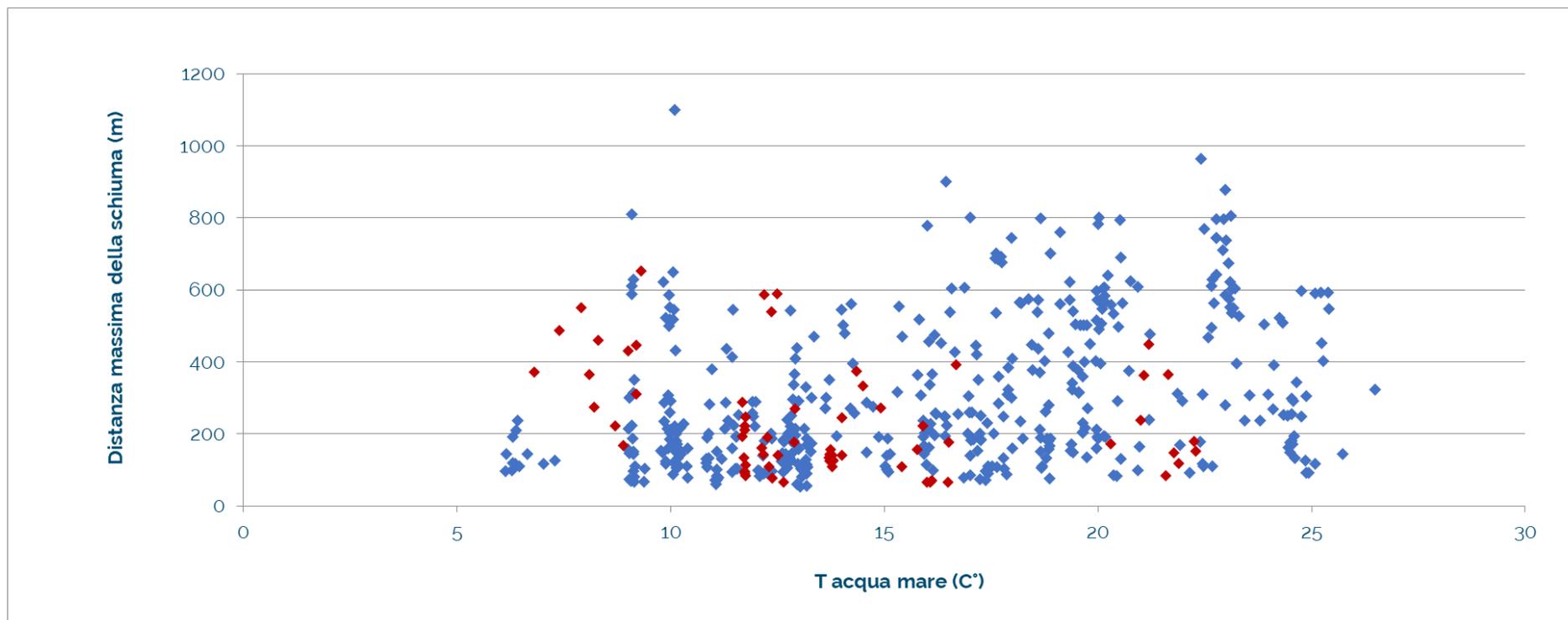


Figura 15: Scatter plot di "Temperatura acqua mare vs Massima distanza della schiuma" (periodo complessivo giugno 2013 - dicembre 2020)

## 6.5 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 delle schiume e i parametri operativi del Terminale (fattori antropici) ritenuti di interesse:

- 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 16 mostra il diagramma di dispersione 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 di acqua mare scaricata, in particolare nel range dai 20.000 a 25.000 m<sup>3</sup>/h circa-. In ogni caso, la maggioranza delle distanze rilevate come è evidente non supera i 600 m dal terminale. Le distanze oltre i 600 m, registrate con portate associabili a 3 ORV in marcia, rappresentano circa il 9% delle osservazioni raccolte nel medesimo regime di portata.

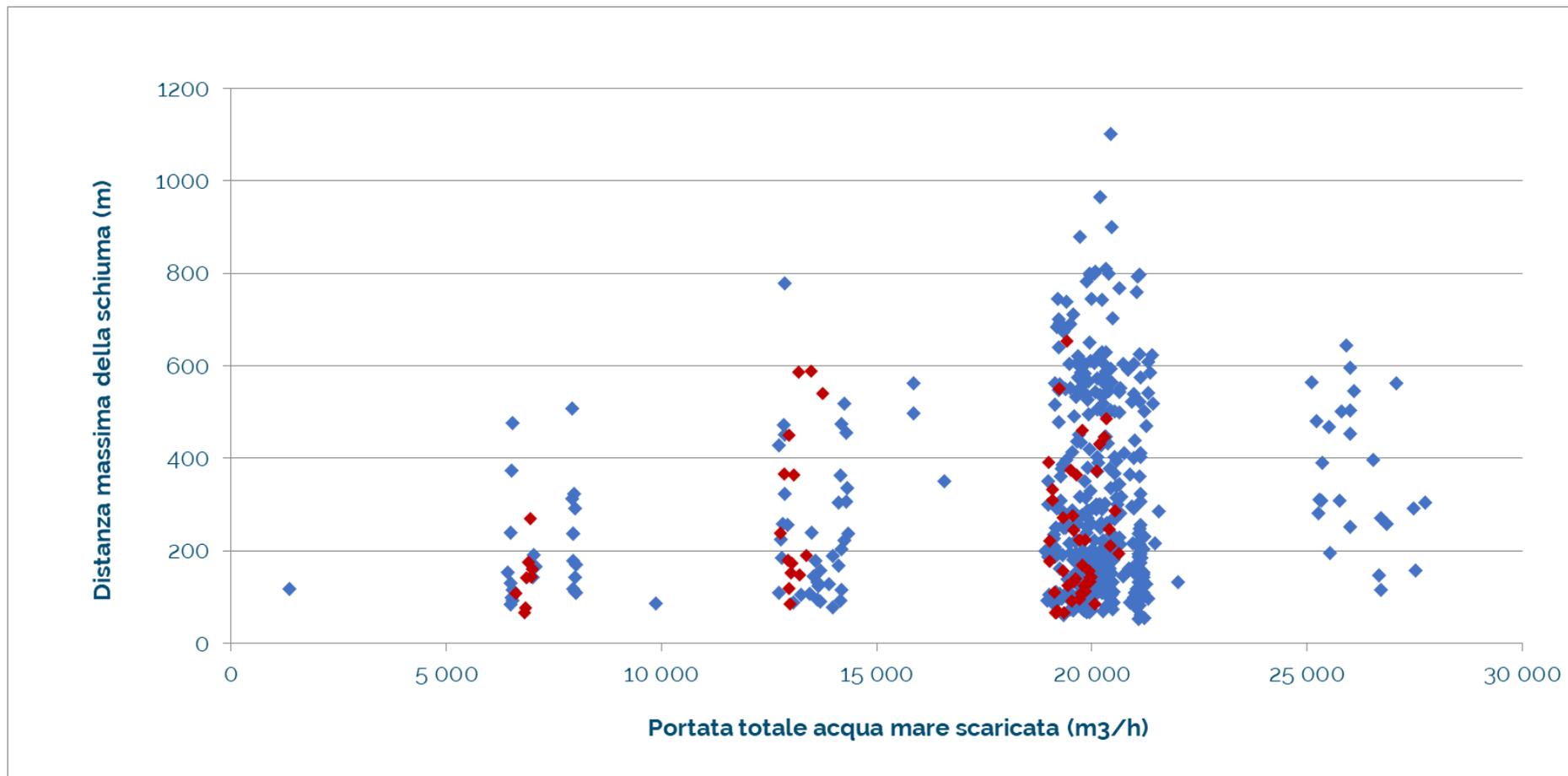


Figura 16: Scatter plot di "Portata acqua mare scaricata" vs "Massima distanza della schiuma". (periodo complessivo giugno 2013 - dicembre 2020)

RAPPORTO ANNUALE DEL MONITORAGGIO DELLE SCHIUME	Terminale GNL Adriatico srl
Periodo febbraio - dicembre 2020	Doc. HSE-REP-375-001 Rev. 0 del 14/01/2021

La Figura 17 mostra il diagramma di dispersione di "ΔT vs Massima distanza della schiuma". Si osserva un raggruppamento di massime distanze della schiuma misurate col telemetro, localizzato in corrispondenza di  $\Delta T > 3$  °C, al di sotto dei quali nessuna distanza supera i 600 m.

Tuttavia, già a poche decine di metri dal Terminale, come riportato nelle relazioni di monitoraggio eseguite da ISPRA e da OGS 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 della schiuma) non sembrerebbe, quindi, collegata direttamente al  $\Delta T$  in sé, quanto piuttosto alla temperatura dell'acqua mare prelevata (Figura 17). Con  $\Delta T$  superiore a 3°C sono state rilevate più frequentemente distanze della schiuma inferiori a 600 m (circa il 68% sul totale dei rilievi dal 2013) rispetto a quelle superiori ai 600 m (circa il 9% sul totale dei rilievi dal 2013).

<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. Relazioni OGS: "Campagna di monitoraggio ambientale del Terminale di Rigassificazione Adriatic LNG e della condotta di collegamento alla Terraferma, Fase di esercizio - secondo quinquennio Area del Terminale - I anno: Indagini su colonna d'acqua, sedimenti, comunità planctonica e macrozoobenthos- Prot. ALNG-0256/18 del 21 dicembre 2018; "Campagna di monitoraggio ambientale del Terminale di Rigassificazione Adriatic LNG e della condotta di collegamento alla Terraferma, Fase di esercizio - secondo quinquennio Area del Terminale - II anno: Indagini su colonna d'acqua, sedimenti, comunità planctonica e macrozoobenthos- Prot. ALNG-0151/19 del 12 agosto 2019.

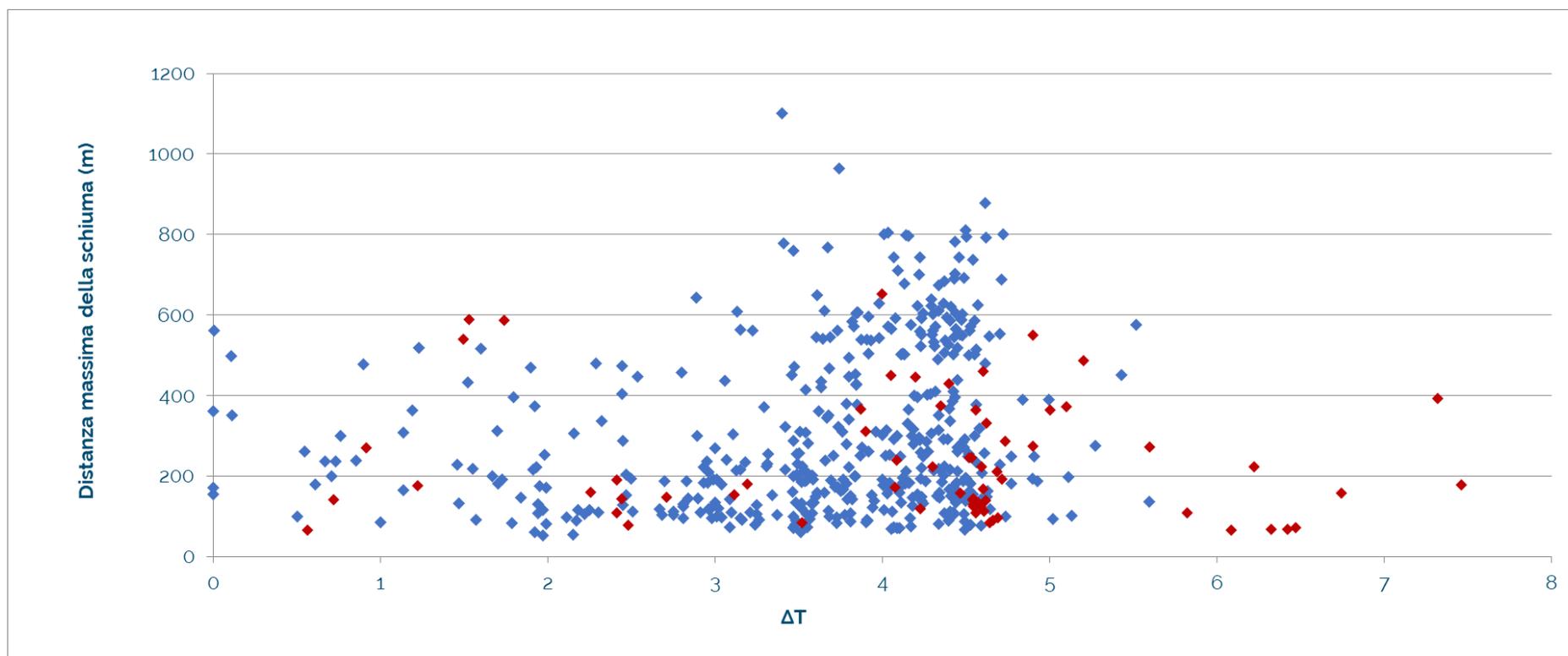


Figura 17: Scatter plot di ' $\Delta T$ ' vs 'Massima distanza della schiuma' (periodo complessivo giugno 2013 - dicembre 2020):

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

La Tabella 4 sottostante riporta, a partire dal primo anno di monitoraggio, i dati delle sole misure che hanno riscontrato una distanza della schiuma oltre i 500 metri dal terminale, in corrispondenza della direzione del vento, della corrente superficiale e delle onde registrate. Si specifica inoltre il giorno, il numero della campagna e del rilievo (da 1 a 12). In **Allegato K** si riporta invece la stessa tabella completa anche delle misure inferiori a 500 metri.

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
13/06/2013		4	684	NNW	WSW	SSW
13/06/2013		5	692	NNE	WSW	SE
13/06/2013		6	677	W	E	ESE
14/06/2013		8	744	NW	ESE	ESE
14/06/2013		9	701	NW	E	SSW
14/10/2013	2	1	798	NW	ENE	ENE
15/10/2013		2	702	WNW	ENE	E
26/06/2014	2A	7	793	SE	E	NE
26/06/2014		8	625	SSE	S	NE
27/06/2014		9	609	NNE	WSW	E
27/06/2014		12	759	NNE	SE	E
19/06/2015	2B	9	778	E	NNE	SE
30/10/2015	5B	10	800	N	S	N
27/02/2017	1C	2	810	NNW	S	WSW
01/03/2017		10	629	ENE	WNW	ENE
01/03/2017		11	610	SSE	N	NNW
12/04/2017	2C	1	650	N	WNW	NE
13/04/2017		7	1100	SE	ENE	SE
14/04/2017		9	900	SE	SW	SE
15/06/2017	3C	5	604	NNW	WSW	SE
15/06/2017		7	605	NNW	SW	NE
15/02/2018	1D	6	622	ENE	E	ENE
27/06/2018	3D	1	795	ESE	ENE	SE
27/06/2018		2	878	E	ENE	ENE

Data	Campagna N°	Rilievo N°	Max distanza schiuma (m)	Direzione vento	Direzione corrente superficiale	Direzione onde
27/06/2018		3	738	SE	NE	SE
28/06/2018		5	674	WNW	SSW	SE
28/06/2018		6	621	NW	N	SW
29/06/2018		11	602	NE	S	SE
29/06/2018		12	603	NE	SSW	SW
29/08/2018	4D	1	744	N	N	ENE
29/08/2018		2	629	N	N	SE
29/08/2018		4	610	N	N	SW
30/08/2018		5	743	E	N	SE
30/08/2018		6	796	ESE	N	SE
30/08/2018		7	964	ESE	N	SE
30/08/2018		8	768	SE	N	SE
31/08/2018		9	711	SE	N	WSW
31/08/2018		10	804	SE	N	SW
10/10/2018		5D	2	622	ENE	SE
11/10/2018	6		782	ENE	ESE	W
11/10/2018	7		800	E	WSW	NW
12/10/2018	9		604	NW	ENE	SSW
12/10/2018	10		606	NW	ENE	SE
12/10/2018	11	606	NNW	E	SE	
03/04/2019	2E	4	544	SSE	E	ENE
12/06/2019	3E	4	554	SE	O	O
26/08/2019	4E	1	564	ENE	OSO	NO
27/08/2019		8	643	N	N	OSO
28/08/2019		9	503	NNE	E	NNE
28/08/2019		11	596	NNE	E	SE
09/10/2019	5E	1	639	SSO	SSO	ENE
09/10/2019		2	559	SSO	ESE	ENE
09/10/2019		3	533	OSO	121	OSO
09/10/2019		4	690	SE	E	ESE
10/10/2019		7	548	NO	S	NE
10/10/2019		8	562	NO	S	NE
10/10/2019		9	515	NNO	SSO	NE
11/10/2019	10	566	N	SSO	ENE	

Data	Campagna N°	Rilievo N°	Max distanza schiuma (m)	Direzione vento	Direzione corrente superficiale	Direzione onde
11/10/2019		11	506	NNE	S	SO
11/10/2019		12	572	N	SSO	SO
1/05/2020	2F	9	588	ESE	NE	NNE
1/05/2020		10	540	SSO	NNE	NNE
1/05/2020		11	587	ESE	E	NE
28/10/2020	5F	8	653	NW	SSW	W
29/10/2020		9	551	NW	SSW	SSW

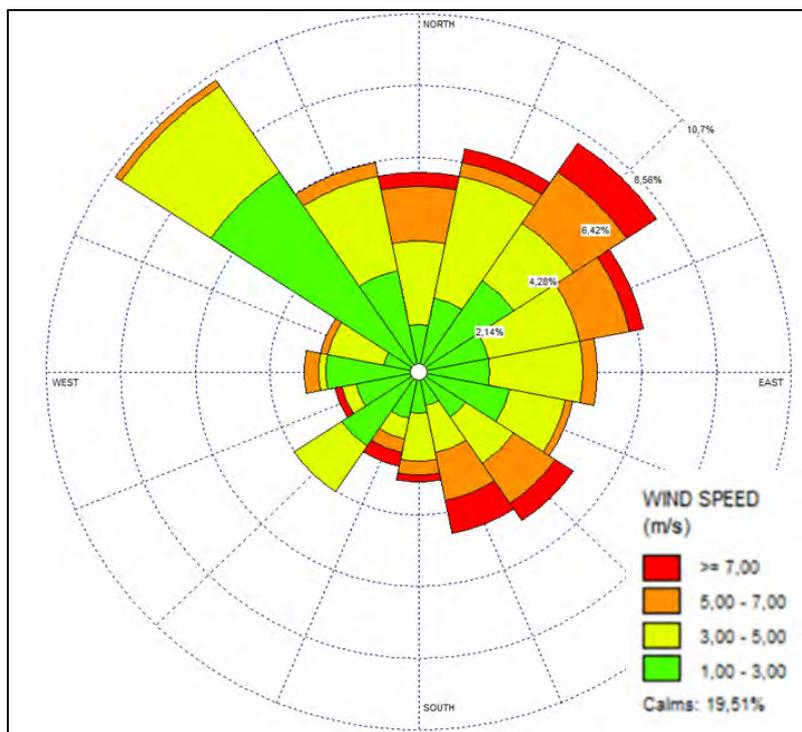
**Tabella 4: Dati di distanza massima delle schiume, della direzione della corrente marina, dell'onda e del vento registrati durante ciascun rilevamento nel caso in cui la distanza della schiuma sia maggiore di 500 metri**

## 6.7 Confronto tra rosa dei venti e massima distanza della schiuma

Al fine di valutare in maniera più approfondita e ricavare una possibile relazione tra i dati presentati nella tabella precedente (e in allegato K) e la distanza della schiuma dal terminale è stato svolto un confronto tra:

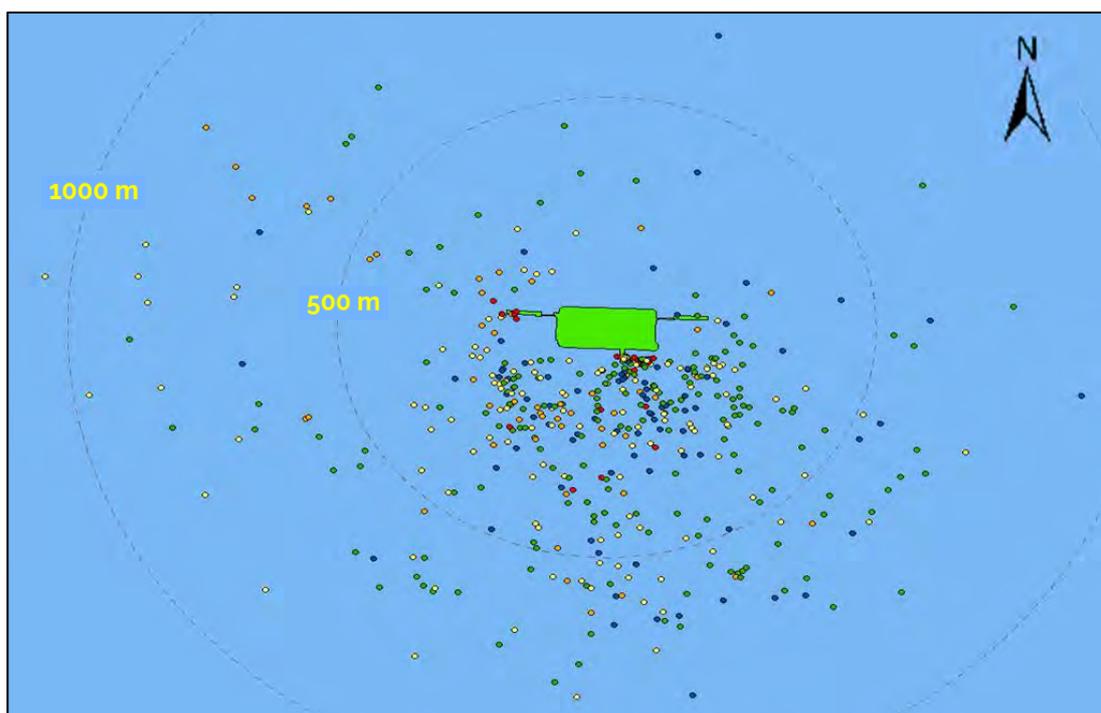
- la rosa dei venti, calcolata a partire dai dati del terminale, con le **misurazioni di velocità e direzione del vento** estratti in corrispondenza dei rilevamenti effettuati dal 2013 (ovvero n.12 misurazioni in corrispondenza delle massime distanze della schiuma individuate dal telemetro per ogni rilevamento (circa 12 punti per campagna)). Tale rappresentazione è stata ricavata utilizzando il software WRPLOT View – Freeware;
- la rappresentazione cartografica dei punti che rappresentano le distanze massime della schiuma individuate dal telemetro per ogni rilevamento (circa 12 punti per campagna); ogni punto della mappa, inoltre, è caratterizzato da un intervallo di velocità del vento (contraddistinto da un colore a seconda della classe di velocità di appartenenza).

Di seguito, nelle Figura **18** e Figura 19 vengono rappresentati rispettivamente i due elaborati.



**Figura 18: Rosa dei venti (proveniente da)**

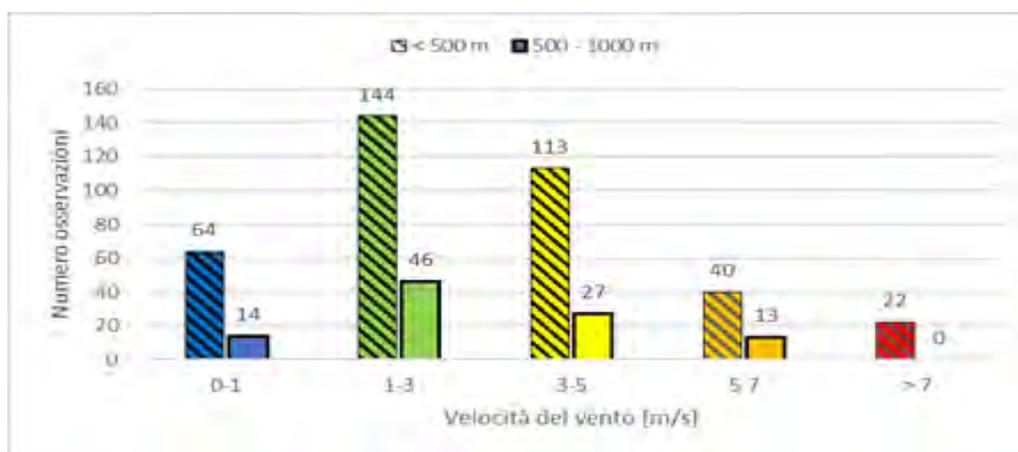
I settori circolari indicano la direzione di provenienza del vento. Il raggio dei settori circolari indica la frequenza dei venti misurati in una determinata direzione. I colori, all'interno di ciascun settore indicano invece la frequenza degli eventi con intensità compresa negli intervalli indicati nella legenda.



**Figura 19: massime distanze delle schiume per ciascun rilevamento effettuato dal 2013.**

I colori dei punti corrispondono alle classi di velocità del vento indicate in **Figura 18**; da verde con velocità del vento minori a rosso con velocità maggiori. I punti in blu rappresentano la calma di vento. È evidente come i punti rossi (classe del vento con velocità più alta) siano concentrati nell'area più vicina al terminale, mentre, nell'area più lontana, è possibile osservare punti caratterizzati da bassa velocità del vento.

In aggiunta alle figure appena mostrate, di seguito si riporta l'istogramma riferito al numero di osservazioni e alle rispettive classi di velocità del vento considerate (corrispondenti a quelle mostrate in legenda della **Figura 18**).



**Figura 20: Istogramma del numero di osservazioni e le rispettive classi di velocità del vento. Le colonne a righe rappresentano le osservazioni in corrispondenza delle quali sono state misurate schiume al di sotto dei 500 metri. Le colonne piene rappresentano invece le misurazioni tra i 500 e 1000 metri**

Dal confronto delle Figure 18, 19 e 20 si possono evincere quindi le seguenti conclusioni;

- la schiuma rilevata si distribuisce maggiormente in corrispondenza delle direttrici principali del vento, ovvero a sud del terminale;
- la maggioranza dei punti rilevati caratterizzati da **venti forti** (punti rossi e arancioni) si rilevano nelle vicinanze o comunque **entro i 500 metri dal terminale**;
- oltre i 500 metri non è stato osservato alcun rilevamento di schiuma caratterizzato da vento superiore ai 7 m/s (punti rossi);
- in condizioni di calma di vento (0-1 m/s) o **bassa velocità del vento** (punti blu, gialli e verdi) si riscontra una **maggiore distanza di rilevamento di schiuma dal terminale**.

## 6.8 Confronto tra rosa delle correnti e massima distanza della schiuma

Un'analisi analoga a quella mostrata nel precedente Paragrafo 6.8 è stata effettuata per confrontare la direzione e l'intensità delle **correnti** registrate durante le misurazioni e le rispettive massime distanze di schiuma rilevate (considerando sempre n. 12 misurazioni per ogni campagna dal 2013).

Vengono di seguito mostrate nelle Figura 21 e Figura 22 rispettivamente la rosa delle correnti e la rappresentazione cartografica delle massime distanze misurate in corrispondenza di ciascun rilevamento (circa 12 punti per campagna).

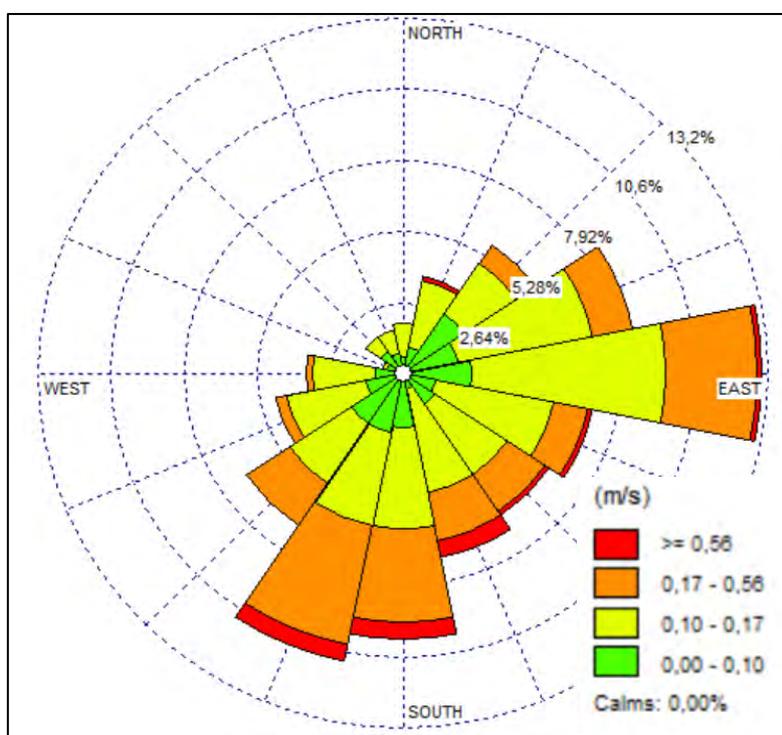


Figura 21: Rosa delle correnti (verso)

I settori circolari indicano la direzione della corrente. il raggio dei settori circolari indica la frequenza delle correnti misurate in una determinata direzione. I colori, all'interno di ciascun settore, indicano invece la frequenza degli eventi con intensità compresa negli intervalli indicati nella legenda.

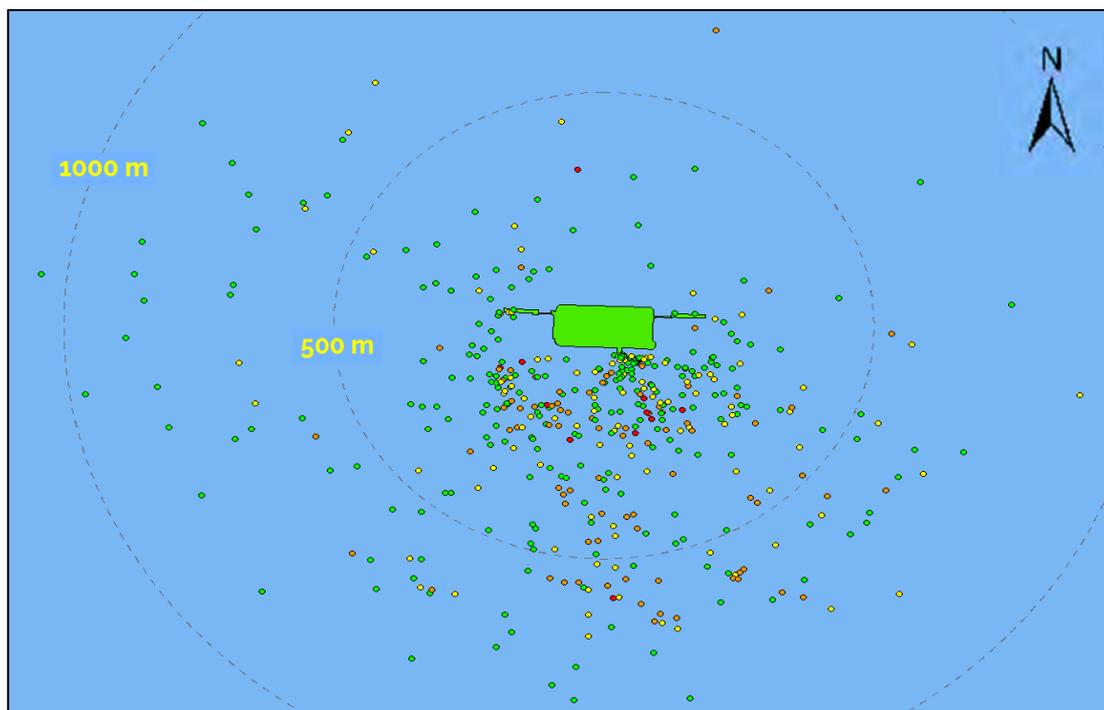


Figura 22: massime distanze delle schiume per ciascun rilevamento effettuato dal 2013. I colori dei punti corrispondono alle classi di velocità della corrente indicate in Figura 21

Di seguito viene rappresentato l'istogramma riferito al numero di osservazioni e alle rispettive classi di velocità della corrente considerate (corrispondenti a quelle mostrate in legenda della Figura 21, dal verde corrispondente a velocità minori al rosso, con velocità maggiori).

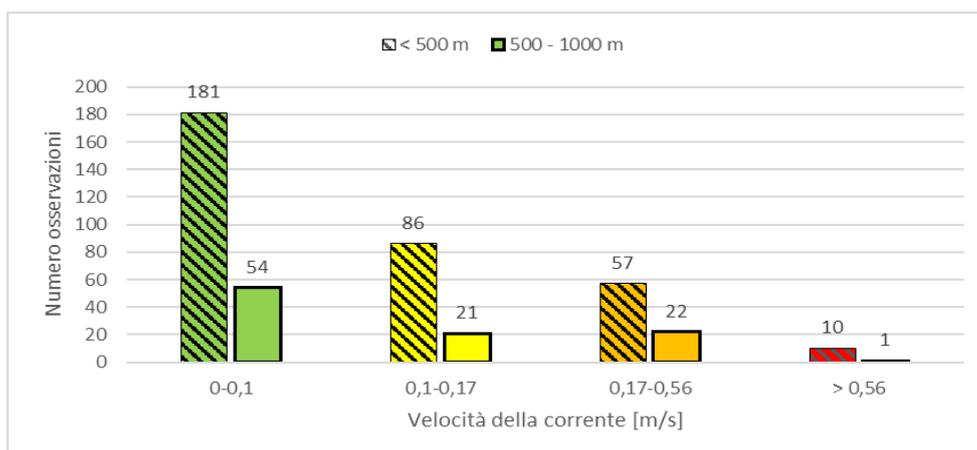


Figura 23: Istogramma del numero di osservazioni e le rispettive classi di velocità della corrente. Le colonne a righe rappresentano le osservazioni in corrispondenza delle quali sono state misurate schiume al di sotto dei 500 metri. Le colonne piene rappresentano invece le misurazioni tra i 500 e 1000 metri

Dal confronto dalle Figura 21, Figura 22, Figura 23 si possono trarre le seguenti considerazioni:

- la maggioranza dei punti caratterizzati da **corrente con velocità più elevate**, tra quelle rilevate (rossi, arancioni) si concentra **entro i 500 metri dal terminale**;

RAPPORTO ANNUALE DEL MONITORAGGIO DELLE SCHIUME	Terminale GNL Adriatico srl
Periodo febbraio - dicembre 2020	Doc. HSE-REP-375-001 Rev. 0 del 14/01/2021

- Oltre i 500 metri la maggioranza dei punti è caratterizzata da bassa velocità delle correnti (punti verdi).

In conclusione, tale analisi, condotta in funzione dei parametri caratteristici di vento e della corrente marina ha dato ulteriore supporto e conferma alle conclusioni tratte dai grafici presentati al paragrafo 6.2 e 6.4.

Si precisa che la stessa analisi, riferita però alla relazione tra direzione delle onde (ultimo dato fornito dalla tabella dell'allegato K) e la massima distanza rilevata per ogni rilevamento, non ha fornito ulteriore supporto all'interpretazione dei dati.

## 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 esegue un programma di monitoraggio delle schiume al fine di controllarne la formazione, lo sviluppo, l'estensione e la dispersione. In attuazione del Piano condiviso con le Autorità, durante l'anno 2020 l'attività di rilevamento delle schiume è stata condotta con frequenza bimestrale. Sono stati svolti n. 12 rilevamenti per le prime 5 campagne e 11 per la sesta campagna, suddivisi in tre giornate (n. 4 rilevamenti per giornata, ad eccezione della sesta durante la quale, in una giornata delle tre, sono stati effettuati n. 3 rilevamenti). Per tale periodo di monitoraggio, l'andamento dei trend di cui al Capitolo 6 è in linea con i risultati ottenuti dai monitoraggi con telemetro del periodo antecedente (giugno 2013 – dicembre 2019).

Si precisa che negli anni di monitoraggio 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020 l'andamento del parametro "Massima distanza della schiuma" appare non correlabile univocamente con la stagionalità. Questo può essere dovuto al fatto che le condizioni meteomarine (temperatura dell'acqua di mare e la velocità del vento) riscontrate durante alcuni monitoraggi non hanno presentato le condizioni tipiche della singola stagione.

La massima distanza osservata con il telemetro nel periodo di riferimento (2020) è risultata pari a 653 metri ed è stata registrata nel mese di ottobre. Pertanto, anche con il monitoraggio del 2020 si conferma quanto osservato fino ad ora, ovvero che il fenomeno di dispersione delle schiume si concentra in un'area di estensione limitata nelle vicinanze del terminale.

Le perlustrazioni attorno al GBS, tra un rilievo e l'altro, da parte dell'imbarcazione di supporto non hanno riscontrato la presenza di schiume né oltre le 1,5 né oltre le 3 miglia nautiche (non rilevabili dal telemetro).

Qui di seguito, le conclusioni ricavate dall'esito delle attività di monitoraggio delle schiume di tutto il periodo di osservazione (giugno 2013 – dicembre 2020).

Dall'analisi del data set del periodo giugno 2013 – dicembre 2020, emerge che gli elementi che maggiormente influenzano la dispersione delle schiume sono:

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

Risulta che la componente che maggiormente influenza la dispersione delle schiume sia il vento, soprattutto in presenza di eventi con intensità di vento significativa (oltre 5 m/s) e direzione costante; condizioni in cui peraltro la dispersione delle schiume si limita in prossimità del terminale (ad es. cfr. il

giorno 25/6/2014 in cui a fronte di una velocità del vento pari a 9,5 m/s, 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/s 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/s e una massima distanza misurata delle schiume pari a 251 metri). Nel 2018 invece, può essere considerato come esempio il giorno 12/04/2018 in cui la velocità del vento era pari a 8 m/s e la distanza della schiuma misurata dal telemetro pari a solo 96 metri. Nel 2019, il 4 aprile, a fronte di una velocità del vento pari a quasi 12 m/s), la massima distanza rilevata è stata pari a 94 metri. Nel 2020, il 30 agosto, con una velocità del vento di 11,7 m/s è stata registrata una distanza massima di 84 metri).

Ulteriore conferma delle conclusioni tratte per la relazione tra distanza schiume e velocità/direzione del vento è data dal confronto descritto al paragrafo 6.7. Infatti, si nota come le schiume tendano a distribuirsi sulle direttrici principali di direzione del vento (generalmente a sud del terminale) e che a velocità maggiori corrispondano bassi valori di distanza di schiuma dal terminale. A distanze superiori a 500 metri dal terminale invece corrispondono basse velocità del vento; non si rileva, dal 2013, nessuna osservazione oltre i 500 metri caratterizzata da vento superiore a 7 m/s.

Dall'analogo confronto, stavolta tra distanza massima della schiuma dal terminale e velocità/direzione corrente (paragrafo 6.8) si verifica una relazione simile: ad alte velocità di corrente corrispondono distanze generalmente inferiori ai 500 metri, mentre i punti registrati oltre tale distanza sono caratterizzati da basse velocità di corrente.

Più in generale, è evidente come nella maggioranza dei rilevamenti (90% circa), le schiume risultino circoscritte a distanze inferiori ai 600 metri in tutte le condizioni operative.

In conclusione, proprio analizzando i dati di tutti gli anni di monitoraggio come appena descritto, si evidenzia che i risultati della campagna del 2020 appaiono coerenti rispetto a quelli degli anni precedenti. Si conferma infatti quanto già rilevato nelle scorse campagne relativamente alla correlazione tra la dispersione delle schiume e le componenti di velocità del vento e della corrente.