






RAPPORTO ANNUALE DEL MONITORAGGIO DELLE SCHIUME

Periodo febbraio - dicembre 2023

Terminale GNL Adriatico srl

Rev. No.	Data	Descrizione	Terminale GNL Adriatico srl	
0	28/04/2024	Emesso per l'uso	Preparato Elena Volpato	Approvato Marco Scabbia
SHELTER s.r.l. Sede legale: Viale Gran Sasso n° 13 - 20131 Milano (IT) Tel. +39-02-49476764 Sede locale: Via De' Terribile n° 4 - 72100 Brindisi (IT) Tel. +39-0831-1793226 Website: www.shelter-srl.com/ Email: info@shelter-srl.com Pec: pec@pec.shelter-srl.com R.E.A. MI-1936281 C.F./P.IVA 07110670960 Capitale Sociale: Euro 40.000,00 int. vers.			 UNI EN ISO 9001:2015	 UNI EN ISO 14001:2015
			 UNI EN ISO 45001:2018	

Cronologia revisioni

Rev. No.	Data	Descrizione		
0	28/04/2024			
Descrizione		Terminale GNL Adriatico srl		
Emesso per l'uso		Preparato	Revisionato	Approvato
		Elena Volpato	Federico Zambra	Marco Scabbia

INDICE

1	INTRODUZIONE	7
1.1	SCOPO DEL LAVORO	9
1.2	CONTENUTI DEL DOCUMENTO	9
2	METODOLOGIA	11
2.1	PIANO DI MONITORAGGIO.....	11
2.2	ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO	11
2.2.1	REPORTAGE FOTOGRAFICO E RACCOLTA DATI LIVELLO MARE	13
2.2.2	IDENTIFICAZIONE DEL PUNTO DI OSSERVAZIONE SULLA BASE DELLA DISTRIBUZIONE DELLA SCHIUMA	13
2.2.3	POSIZIONAMENTO DEL TELEMETRO NEL PUNTO DI OSSERVAZIONE IDENTIFICATO	15
2.2.4	ESECUZIONE DEL RILEVAMENTO	15
2.2.5	COORDINAMENTO CON IL NATANTE PER LA RACCOLTA IMMAGINI SUL SITO PIÙ LONTANO RILEVATO DAL TELEMETRO	16
3	CARATTERISTICHE DEL TELEMETRO LASER	18
3.1	RIPETIBILITÀ DELLA MISURA	19
3.2	LIMITI DI RILEVABILITÀ	21
4	MAPPE TEMATICHE.....	23
5	RISULTATI DEI MONITORAGGI	25
5.1	1° CAMPAGNA.....	25
5.2	2° CAMPAGNA.....	27
5.3	3° CAMPAGNA.....	28
5.4	4° CAMPAGNA.....	30
5.5	5° CAMPAGNA.....	31
5.6	6° CAMPAGNA	33
6	ANALISI DEI DATI: PERIODO GIUGNO 2013 – DICEMBRE 2023	35
6.1	CORRELAZIONE TRA MASSIMA DISTANZA RILEVATA DELLE SCHIUME E LA STAGIONALITÀ.....	37
6.2	CORRELAZIONE TRA MASSIMA DISTANZA RILEVATA DELLE SCHIUME E VELOCITÀ DEL VENTO	39
6.3	CORRELAZIONE TRA LA MASSIMA DISTANZA RILEVATA DELLE SCHIUME E I DATI MARINI	41
6.4	CORRELAZIONE TRA MASSIMA DISTANZA RILEVATA DELLE SCHIUME E VELOCITÀ DELLA CORRENTE MARINA	43
6.5	CORRELAZIONE TRA MASSIMA DISTANZA RILEVATA DELLE SCHIUME E I FATTORI ANTROPICI	47
6.6	CORRELAZIONE TRA DIREZIONE DELLA DISPERSIONE DELLA SCHIUMA E LE DIREZIONI DELLA CORRENTE, ONDA E VENTO.....	51
6.7	CONFRONTO TRA ROSA DEI VENTI E MASSIMA DISTANZA RILEVATA DELLA SCHIUMA	54
6.8	CONFRONTO TRA ROSA DELLE CORRENTI E MASSIMA DISTANZA RILEVATA DELLA SCHIUMA	57
7	CONCLUSIONI	61

INDICE ALLEGATI

Allegato A: Scheda del telemetro

Allegato B: Risultati 1° campagna – Periodo febbraio 2023 – dicembre 2023

Allegato C: Risultati 2° campagna – Periodo febbraio 2023 – dicembre 2023

Allegato D: Risultati 3° campagna – Periodo febbraio 2023 – dicembre 2023

Allegato E: Risultati 4° campagna – Periodo febbraio 2023 – dicembre 2023

Allegato F: Risultati 5° campagna – Periodo febbraio 2023 – dicembre 2023

Allegato G: Risultati 6° campagna – Periodo febbraio 2023 – dicembre 2023

Allegato H: Monitoraggio del battello di supporto (Dragon-Melanie B)

Allegato I: Layout e risultati ottenuti da rilevamenti della boa oceanografica

Allegato J: Dati meteo-marini

INDICE DELLE FIGURE

Figura 2.1: Punti prescelti per l'individuazione del perimetro dell'area con presenza di schiuma (a titolo esemplificativo).....	12
Figura 2.2: Direzioni di scatto con fotocamera.....	13
Figura 2.3: 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 2.4: 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 2.5: Avvicinamento dell'imbarcazione di supporto al monitoraggio delle schiume al punto più lontano misurato dal telemetro.....	16
Figura 3.1: Scheda tecnica del telemetro laser LRM 3500CI (http://www.newcon-optik.com/Specs/lrm3500ci.pdf).....	18
Figura 3.2: Misurazione della distanza con telemetro.....	19
Figura 3.3: 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.....	20
Figura 3.4: Rappresentazione della riflessione di un raggio incidente sulla superficie lambertiana.....	22
Figura 6.1: Diagramma di dispersione di "Stagionalità vs Massima distanza rilevata della schiuma" (i colori individuano gli anni di monitoraggio).....	38
Figura 6.2 Diagramma di dispersione di "Velocità vento vs Massima distanza rilevata della schiuma" (periodo complessivo giugno 2013 – dicembre 2023).....	40
Figura 6.3: Diagramma di dispersione "Condizioni meteorologiche vs Distanza rilevata delle schiume" (periodo complessivo giugno 2013 – dicembre 2023).....	42
Figura 6.4: Diagramma di dispersione di "Velocità corrente mare vs Massima distanza rilevata della schiuma" (periodo complessivo giugno 2013 – dicembre 2023).....	44
Figura 6.5. Diagramma di dispersione "Incrispatura mare vs Max distanza rilevata schiuma". Dove 0 = increspatura assente; 1 = increspatura sporadica; 2 = significativa presenza di increspatura.....	45
Figura 6.6: Scatter plot di "Temperatura acqua mare vs Massima distanza rilevata della schiuma" (periodo complessivo giugno 2013 – dicembre 2023).....	46
Figura 6.7: Scatter plot di "Portata acqua mare scaricata" vs "Massima distanza rilevata della schiuma". (periodo complessivo giugno 2013 – dicembre 2023).....	48
Figura 6.8: Scatter plot di 'ΔT' vs 'Massima distanza rilevata della schiuma' (periodo complessivo giugno 2013 – dicembre 2023).....	50
Figura 6.9: 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 di vento con intensità compresa negli intervalli indicati nella legenda.	55
Figura 6.10: massime distanze misurate delle schiume per ciascun rilevamento effettuato dal 2013. I colori dei punti corrispondono alle classi di velocità del vento indicate in Figura 19.....	56
Figura 6.11: 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.....	57
Figura 6.12: Rosa delle correnti (verso)– i settori circolari indicano la direzione della corrente. il raggio dei settori circolari indica la frequenza delle correnti 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.	58

Figura 6.13: massime distanze misurate delle schiume per ciascun rilevamento effettuato dal 2013. I colori dei punti corrispondono alle classi di velocità della corrente indicate in Figura 2159

Figura 6.14: 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 60

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 2-1: Determinazione del numero minimo di letture da effettuare durante ciascun rilevamento (tale tabella è un estratto del piano di monitoraggio).....12

Tabella 3-1: Dati raccolti durante la campagna di monitoraggio eseguita nel mese di ottobre 2023 per la determinazione del disturbo indotto dai campi magnetici alla bussola del telemetro e per la verifica della ripetibilità della misura della distanza21

Tabella 5-1: Schema riassuntivo delle campagne di rilevamento effettuate con telemetro dal 21 febbraio 2023 al 17 dicembre 2023 25

Tabella 6-1 Schema riassuntivo delle massime e minime distanze rilevate della schiuma dal Terminale (periodo complessivo giugno 2013 – dicembre 2023)39

Tabella 6-2. Dati di distanza massima rilevata 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 metri53

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 prevede 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.

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.

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, compresa l'ultima Determinazione direttoriale MASE 2023-0000168 del 31/03/2023 relativa agli anni 2020-2021.

Di seguito l'elenco delle trasmissioni degli ultimi documenti dal 2017 al 2023:

- "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 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;
- "Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume: Periodo febbraio 2020 – dicembre 2020 – Terminale GNL Adriatico" inviato con lettera prot. ALNG-0008/22 del 24 gennaio 2022.
- "Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume: Periodo febbraio 2021 – dicembre 2021 – Terminale GNL Adriatico" inviato con lettera prot. ALNG-0074/22 del 12 maggio 2022.
- Rapporto annuale del Monitoraggio delle schiume: Periodo febbraio 2022 – dicembre 2022 – Terminale GNL Adriatico" inviato con lettera prot. ALNG-0116/23 del 28 aprile 2023.

In accordo con la prescrizione 38.2 del PIC allegato al Decreto Ministeriale 96 del 22/02/2022 di riesame complessivo dell'AIA con valenza di rinnovo, lo stato monitorato nell'anno 2023 verrà sottoposto a confronto con il periodo pregresso e in particolare con il *"Rapporto Annuale del Monitoraggio delle Schiume: Periodo Febbraio – Dicembre 2019"*. Ciò per descrivere eventuali impatti addizionali significativi e negativi connessi alla formazione e propagazione delle schiume, collegabili all'aumento della capacità produttiva del Terminale GNL Adriatico attualmente autorizzata per un totale massimo di 9,6 miliardi di Sm³/anno a seguito del Decreto interministeriale di autorizzazione n 280 del 3 ottobre 2023.

1.1 Scopo del lavoro

Il presente documento costituisce il rapporto annuale dei risultati provenienti dal monitoraggio delle schiume eseguito nell'anno 2023, precisamente nel periodo intercorso tra l'8 febbraio 2023 ed il 22 dicembre 2023 presso il Terminale di rigassificazione *offshore* ubicato al largo di Porto Viro (RO) nel Mare Adriatico Settentrionale (di seguito, il **"Terminale"**), gestito dalla società Terminale GNL Adriatico S.r.l., o "Adriatic LNG" **ALNG**.

All'interno del presente documento si richiamano, a titolo di confronto, i contenuti dei risultati dei monitoraggi effettuati a partire dal 2013.

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 nono anno di monitoraggio delle schiume articolandosi, oltre alla presente introduzione, nelle seguenti sezioni:

- **Materiali e metodi:** illustra le modalità di esecuzione del Piano di Monitoraggio, nonché le attività di campo ed elaborazione dati e descrive le principali caratteristiche tecniche del telemetro;

- **Risultati dei monitoraggi:** illustra i caratteri principali delle diverse matrici monitorate tramite i dati ottenuti, fornendo una rappresentazione grafica e tabellare di questi ultimi;
- **Analisi dei dati:** fornisce un'analisi integrata tra le matrici ambientali e le schiume monitorate, al fine di individuarne un'eventuale correlazione anche mediante confronto con i risultati ottenuti dai precedenti monitoraggi ambientali mediante supporto di rappresentazioni grafiche;
- **Conclusioni.**

2 METODOLOGIA

2.1 Piano di Monitoraggio

In accordo a quanto definito dal Piano di Monitoraggio, sono state seguite 6 campagne di monitoraggio. 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/m²);
- 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 acqua scaricata (°C);
- ΔT tra acqua scaricata e prelevata (°C);
- pH dell'acqua scaricata;
- Concentrazione di O₂ nell'acqua scaricata (mg/l).

2.2 Attività di rilevamento

Durante ciascuna 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 3500 CI 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 2.1**.

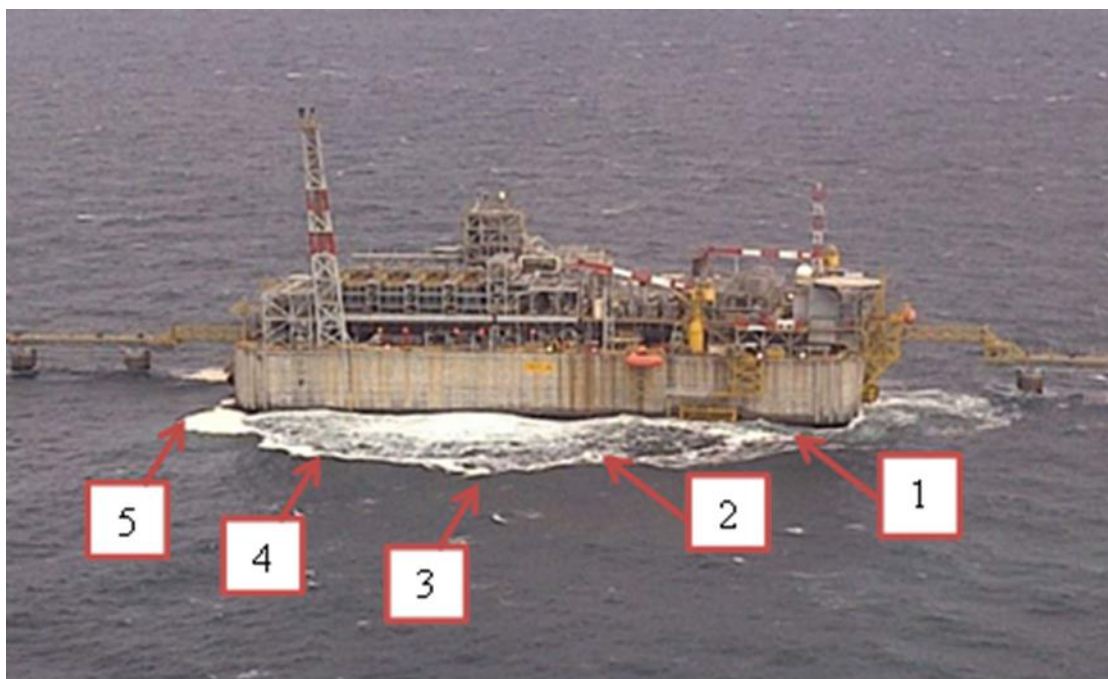


Figura 2.1: Punti prescelti per l'individuazione del perimetro dell'area con presenza di schiuma (a titolo esemplificativo)

Sulla base del punto di massima distanza rilevato dal Terminale, come riportato nella Tabella 2-1, 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 determinare l'estensione e la forma.

Tabella 2-1: Determinazione del numero minimo di letture da effettuare durante ciascun rilevamento (tale tabella è un estratto del piano di monitoraggio)

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

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 2.2¹):

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

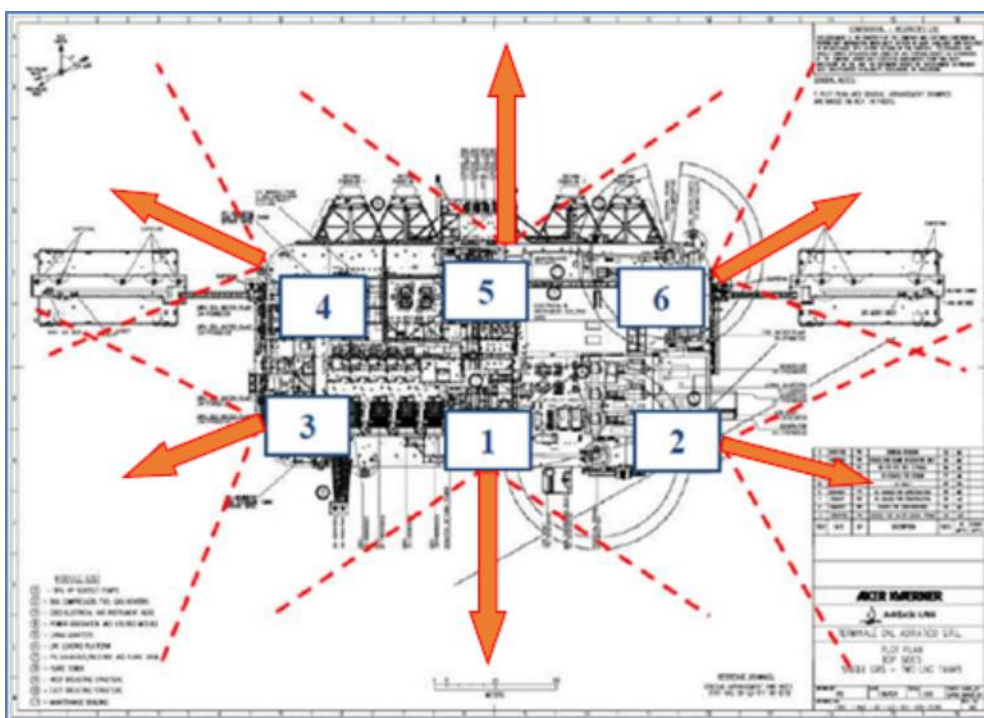


Figura 2.2: Direzioni di scatto con fotocamera

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

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

più efficiente la sezione di mare interessata dalla presenza delle schiume. Il punto di osservazione è stato scelto tra i 17 punti definiti durante la campagna di rilevamento topografico tramite GPS eseguita a luglio 2013 (cfr. nota ALNG 048/14 inviata alle Autorità). La localizzazione dei 17 punti viene riportata nella Figura 2.3².

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 in Figura 2.3.

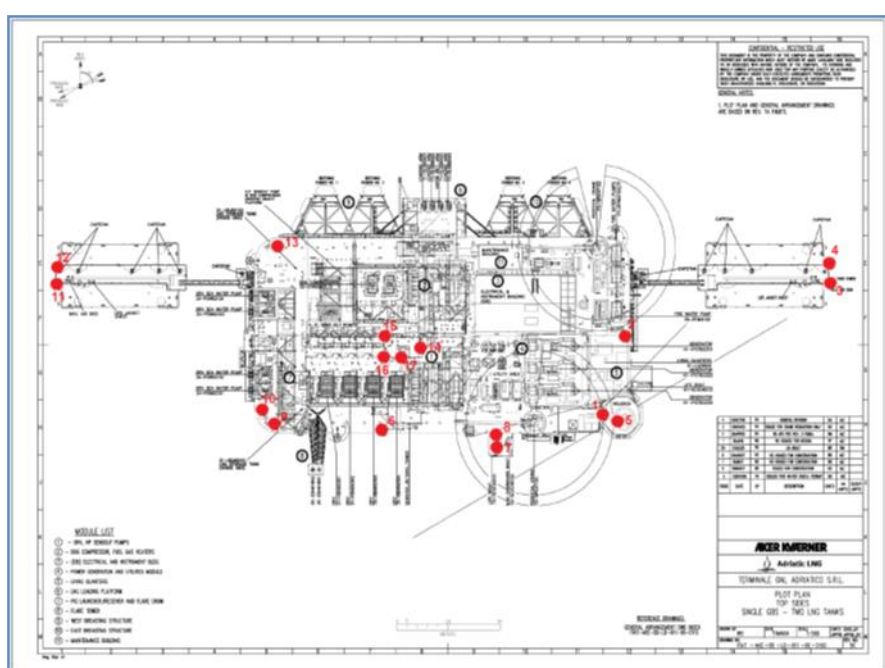


Figura 2.3: Punti di posizionamento del telemetro. I punti evidenziati in rosso hanno coordinate geografiche note (cd. punti fiduciali), tali coordinate sono state determinate durante una campagna topografica con l'utilizzo di un GPS

Come mostrato nella Figura 2.3, 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 Tob 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

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

vicinanze della struttura del Terminale, ed è identificato nella Figura 2.4 con la freccia di colore rosso;

- **"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 in direzione Nord-Est.



Figura 2.4: 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 del telemetro, come riportato nella Tabella 2-1.

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 2.3** e **Figura 2.4**);
- Classe di increspatura (assente/sporadica/significativa);
- Condizioni meteorologiche (soleggiato/nuvoloso/pioggia);
- Punto per la definizione calcolo errore.

2.2.5 COORDINAMENTO CON IL NATANTE PER 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 2.5).



Figura 2.5: 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 perlustrata 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: ± 1 metro;
- Accuratezza della misura dell'azimut: $\pm 2^\circ$;
- Accuratezza della misura di elevazione: $\pm 1^\circ$.

Nella Figura 3.1 si riporta un estratto della scheda fornita dal costruttore (nell'**Allegato A** viene riportata la scheda nella sua completezza), dove vengono elencate le principali caratteristiche tecniche dello strumento.

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

Figura 3.1: 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 3.2).

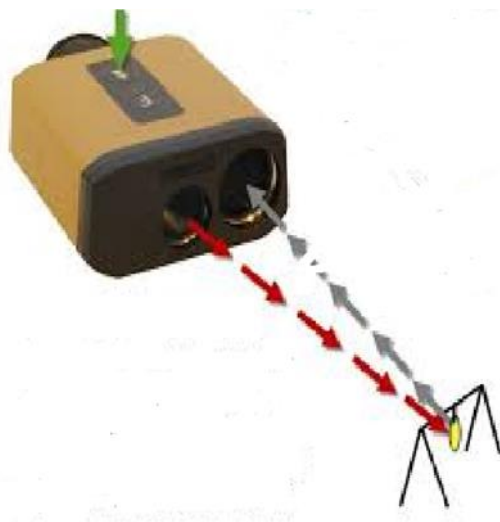


Figura 3.2: Misurazione della distanza con telemetro

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 2.3.

Con tale misura si verifica se il telemetro rileva 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 3.3), si verifica che la distanza misurata con il punto n. 7 sia sempre costante, come risulta nella Tabella 3-1 in cui si riportano le distanze misurate in concomitanza con la campagna di rilevamento eseguita nel mese di ottobre 2023 (precisamente nei giorni 4,5 e 6 ottobre).

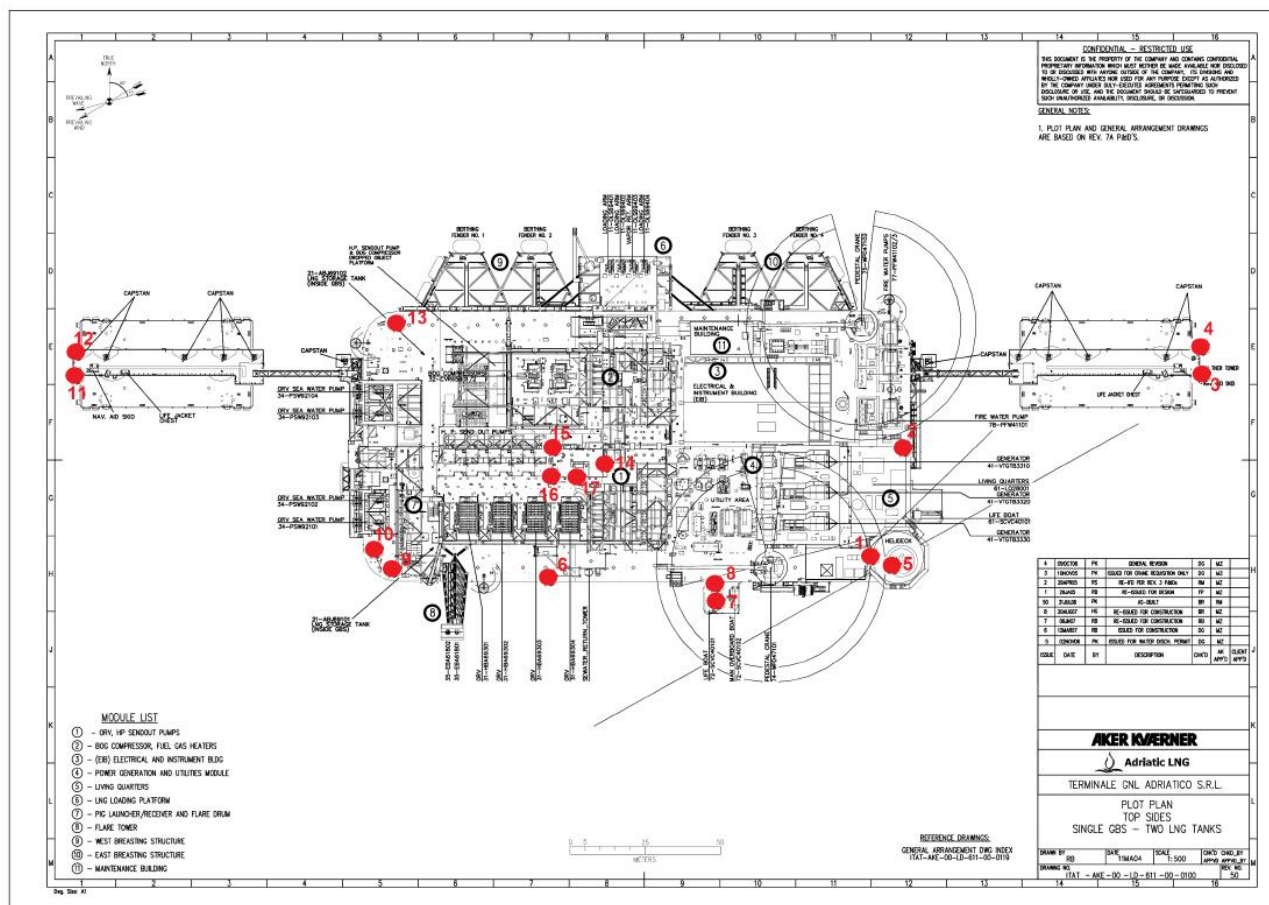


Figura 3.3: Punti noti di posizionamento del telemetro o punti noti utilizzati per la verifica della ripetibilità della misura e per il calcolo dell'interferenza generata dai campi magnetici sulla bussola del telemetro. I punti hanno coordinate geografiche note; tali coordinate sono state determinate durante una campagna topografica con l'utilizzo di un GPS.

Tabella 3-1: Dati raccolti durante la campagna di monitoraggio eseguita nel mese di ottobre 2023 per la determinazione del disturbo indotto dai campi magnetici alla bussola del telemetro e per la verifica della ripetibilità della misura della distanza

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	5	310015	4995887	3	310116	4995949	118	70	-3
2	6	309897	4995889	7	309953	4995879	56	101	0
3	6	310015	4995889	7	309953	4995879	56	101	0
4a	5	310015	4995887	3	310116	4995949	118	72	-3
4b	6	309897	4995889	7	309953	4995879	56	100	0
5	6	309897	4995889	7	309953	4995879	56	102	0
6	6	309897	4995889	7	309953	4995879	56	101	0
7	6	309897	4995889	7	309953	4995879	56	102	0
8	5	310015	4995887	3	310116	4995949	118	75	-4
9	6	309897	4995889	7	309953	4995879	56	102	-1

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 3.4**. 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.

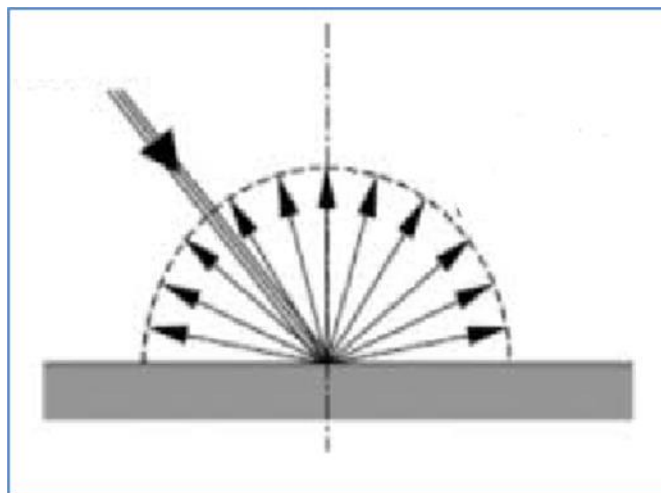


Figura 3.4: Rappresentazione della riflessione di un raggio incidente sulla superficie lambertiana

- 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 2023 – dicembre 2023:** mappe tematiche 1° campagna;
- **Allegato C Risultati 2° campagna – Periodo febbraio 2023 – dicembre 2023:** mappe tematiche 2° campagna;
- **Allegato D Risultati 3° campagna – Periodo febbraio 2023 – dicembre 2023:** mappe tematiche 3° campagna;
- **Allegato E Risultati 4° campagna – Periodo febbraio 2023 – dicembre 2023:** mappe tematiche 4° campagna;
- **Allegato F Risultati 5° campagna – Periodo febbraio 2023 – dicembre 2023:** mappe tematiche 5° campagna;
- **Allegato G Risultati 6° campagna – Periodo febbraio 2023 – dicembre 2023:** mappe tematiche 6° campagna;

Inoltre, nell'allegato I 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/m²);
- **Mare:** tali dati sono stati forniti dalle strumentazioni installate da ALNG sulle briccole di ormeggio ("**moornig dolphins**") e più precisamente:
 - Onda (direzione, altezza, periodo);
 - Corrente (velocità, direzione);
- **Condizioni di esercizio del Terminale:** tali dati sono stati forniti dal Distributed Control System ("**DCS**") di ALNG, ovvero dal sistema di controllo automatico costituito da diversi sottosistemi, tra

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

- Onda (direzione, altezza, periodo);
- 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 O₂ dell'acqua scaricata.

Inoltre, sempre all'interno dell'**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

Nel corso del 2023 sono state effettuate 6 campagne di monitoraggio delle schiume, a partire dal mese di febbraio, per un totale di 55 rilevamenti (Tabella 5-1).

Campagna n°	Giorni	Rilevamenti Effettuati	Massima distanza delle schiume dal Terminale
1	21-22-23 febbraio 2023	9	415
2	15-16-17 aprile 2023	9	336
3	14-15-16 giugno 2023	9	538
4	28 luglio, 23-24 agosto 2023	9	664
5	11-12-13 ottobre 2023	9	539
6	15-16-17 dicembre 2023	10	310

Tabella 5-1: Schema riassuntivo delle campagne di rilevamento effettuate con telemetro dal 21 febbraio 2023 al 17 dicembre 2023

Nei successivi paragrafi si riportano i risultati emersi dalle campagne di monitoraggio effettuate dal mese di febbraio 2023 al mese di dicembre 2023.

5.1 1° Campagna

La prima campagna di monitoraggio (di seguito, la **"Prima Campagna"**) si è svolta nelle giornate del 21-22-23 febbraio 2023, nel corso delle quali sono stati eseguiti in totale 9 rilevamenti dal I livello del GBS.

La campagna è stata caratterizzata da condizioni meteorologiche nuvolose durante tutte e tre le giornate di monitoraggio. È stata inoltre registrata assenza di increspatura della superficie del mare durante tutto il corso della campagna di monitoraggio.

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 sono stati ricavati dalla sonda di monitoraggio installata sul *mooring dolphin ovest*, fatta eccezione per i dati di altezza e periodo d'onda che sono stati ricavati dal *mooring dolphin est*;
- 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 ovest e 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 del Terminale.

Di seguito, si riporta il dettaglio di tutti e 9 i rilevamenti effettuati nelle tre giornate di monitoraggio:

Rilevamento del 21 febbraio 2023

I rilevamenti n. 1-2-3 sono stati eseguiti rispettivamente dalle 11:01 alle 11:13, dalle 12:05 alle 12:41, e dalle 13:48 alle 13:58.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza dei punti 10, 13, 9 e 5 dato che la schiuma si estendeva tutto attorno al Terminale, senza evidenziare una direzione prevalente di dispersione. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 167 m nel rilievo n. 2, dal punto di monitoraggio 5.

Rilevamento del 22 febbraio 2023

I rilevamenti n. 4-5-6 sono stati eseguiti rispettivamente dalle 10:38 alle 10:46, dalle 11:50 alle 11:10, e dalle 13:09 alle 13:23.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza dei punti 6 e 9 in quanto la schiuma si estendeva marcatamente in direzione sud – sud ovest. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 256 m nel rilievo n. 5, dal punto 9.

Rilevamenti del 23 febbraio 2023

I rilevamenti n. 7-8-9 sono stati eseguiti rispettivamente dalle 10:27 alle 10:43, dalle 11:51 alle 12:14, e dalle 13:17 alle 13:24.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza dei punti 6 e 9, in quanto la presenza della metaniera impediva l'analisi dal lato Nord, inoltre la schiuma si estendeva principalmente in direzione sud – sud ovest. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 415 m nel rilievo n. 7, al punto 9. Tale distanza rappresenta inoltre la maggiore tra quelle registrate nel corso dell'intera campagna di febbraio.

Per maggiori dettagli sui dati registrati durante il monitoraggio, le mappe dei punti elaborati tramite 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 21-22-23 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

La seconda campagna di monitoraggio (di seguito, la "**Seconda Campagna**") si è svolta nelle giornate del 15,16 e 17 aprile 2023 nel corso delle quali sono stati eseguiti in totale 9 rilevamenti dal I livello del GBS.

La seconda campagna è stata caratterizzata da condizioni metereologiche soleggiate durante i primi due giorni di monitoraggio. Durante la terza giornata è stato invece riscontrato meteo piovoso e nuvoloso. È stata inoltre registrata una classe di increspatura della superficie del mare significativa per quanto riguarda la seconda giornata di monitoraggio, a differenza della prima e della terza giornata, durante le quali è stata invece registrata assenza di increspatura.

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 marini relativi sono stati ricavati dalla sonda di monitoraggio installata sul *mooring dolphin ovest*, fatta eccezione per i dati di altezza e periodo d'onda che sono stati ricavati dal *mooring dolphin est*;
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalla stazione meteorologica del *mooring dolphin est*.

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

Si precisa che per tutti i 9 rilevamenti effettuati durante la 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 15 aprile 2023

I rilevamenti n. 1-2-3 sono stati effettuati rispettivamente dalle 12:10 alle 12:10, dalle 12:58 alle 13:08, e dalle 13:35 alle 13:45.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza dei punti 5, 9, e 10, in quanto la schiuma si estendeva in direzione sud-ovest/sud/sud-est del Terminale. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 336 m in direzione ovest nel rilievo n. 3, con telemetro posizionato al punto 10. Tale distanza rappresenta inoltre la maggiore tra quelle registrate nel corso dell'intera campagna di aprile.

Rilevamenti del 16 aprile 2023

I rilevamenti n. 4-5-6 sono stati effettuati rispettivamente dalle 9:50 alle 10:11, dalle 10:35 alle 10:49, e dalle 11:15 alle 11:25.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza del punto 9, in quanto la schiuma si estendeva in marcatamente in direzione sud-ovest durante tutti e tre i rilievi svolti durante la seconda giornata della seconda campagna di monitoraggio. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 290 m nel rilievo n. 5, ed è stata misurata dal punto 9.

Rilevamenti del 17 aprile 2023

I rilevamenti n. 7-8-9 sono stati effettuati rispettivamente dalle 12:04 alle 12:26, dalle 13:01 alle 13:22, e dalle 13:41 alle 13:58.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza dei punti 5, 9 e 10, in quanto la schiuma si estendeva in direzione sud-ovest, sud, sud-est. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 197 m nel rilievo n. 9, al punto 10.

Per maggiori dettagli sui dati registrati durante il monitoraggio, le mappe dei punti elaborati tramite 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 12-13-14 aprile. 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 9 rilevamenti dal I livello del GBS nelle giornate del 14, 15 e 16 giugno 2023. La Terza Campagna è stata caratterizzata da condizioni meteorologiche soleggiate. Durante il monitoraggio sono state registrate condizioni di assenza di increspatura, tranne nella terza giornata, dove è stata segnalata una sporadica presenza di increspatura.

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 marini relativi sono stati ricavati dalla sonda di monitoraggio installata sul *mooring dolphin ovest*, fatta eccezione per i dati di altezza e periodo d'onda che sono stati ricavati dal *mooring dolphin est*;

- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalla stazione meteorologica del *mooring dolphin est*.

Di seguito si riporta il dettaglio dei 9 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 14 giugno 2023

I rilevamenti n. 1-2-3 sono stati effettuati rispettivamente dalle 11:30 alle 11:52, dalle 12:46 alle 13:09, e dalle 13:32 alle 13:48.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza del punto 9, in quanto la schiuma si estendeva in direzione sud/sud-ovest del Terminale. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 538 m nel rilievo n. 9, al punto 6.

Rilevamenti dell'14 giugno 2023

I rilevamenti n. 4-5-6 sono stati effettuati rispettivamente dalle 14:42 alle 15:06, dalle 15:30 alle 15:53 e dalle 16:10 alle 16:30.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza del punto, in quanto la schiuma si estendeva in direzione sud, sud-est e sud-ovest durante tutti e tre i rilevamenti. Inoltre, in direzione nord la presenza della metaniera impediva il rilevamento. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 413 m in direzione sud nel rilievo n. 4, con il telemetro posizionato al punto 9.

Rilevamenti del 16 giugno 2023

I rilevamenti n. 7-8-9 sono stati effettuati rispettivamente dalle 17:20 alle 17:42, dalle 18:08 alle 18:22, e dalle 18:36 alle 19:00.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza dei punti 6 e 9, in quanto la schiuma si estendeva in direzione sud e sud-ovest del Terminale. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 538 m nel rilievo n. 9 con il telemetro posizionato al punto n. 6. Tale distanza rappresenta inoltre la più alta tra tutte quelle registrate nel corso della Terza 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 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 9 rilevamenti dal primo livello del GBS nelle giornate del 28 luglio e 23-24 agosto. La Quarta Campagna è stata caratterizzata da condizioni soleggiate durante tutte e tre le giornate di monitoraggio. Per quanto riguarda le condizioni del mare, anche in questo caso è stata indicata assenza di increspature per tutta la durata del monitoraggio.

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

- i dati marini relativi sono stati ricavati dalla sonda di monitoraggio installata sul *mooring dolphin ovest*, fatta eccezione per i dati di altezza e periodo d'onda che sono stati ricavati dal *mooring dolphin est*;
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalla stazione meteorologica del *mooring dolphin est*.

Durante la Quarta Campagna, la distribuzione delle schiume è stata variabile attorno al Terminale con una direzione più marcata della schiuma lungo il lato sud. Il telemetro è stato posizionato nei punti che garantivano 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 9 rilevamenti effettuati nelle tre giornate:

Rilevamenti del 28 luglio 2023

I rilevamenti n. 1-2-3 sono stati eseguiti rispettivamente dalle 11:22 alle 11:42, dalle 12:31 alle 12:49, e dalle 13:31 alle 13:50.

Il telemetro è stato posizionato nei punti 5 e 10, in quanto la schiuma si estendeva a sud-ovest/sud/sud-est del Terminale. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 657 m in direzione sud nel rilievo n. 1.

Rilevamenti del 23 agosto 2023

I rilevamenti n. 4-5-6 sono stati eseguiti rispettivamente dalle 11:35 alle 11:47, dalle 12:02 alle 12:21, e dalle 12:59 alle 13:14.

Il telemetro è stato posizionato nel punto 9 garantendo così una completa copertura della zona interessata, in quanto la schiuma si estendeva in direzione sud – sud ovest del Terminale. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 664 m nel rilievo n. 6, con telemetro posizionato al punto 9. Tale distanza rappresenta inoltre la più alta tra quelle registrate nel corso della Quarta Campagna.

Rilevamenti del 24 agosto 2023

I rilevamenti n. 7-8-9 sono stati effettuati rispettivamente dalle 12:54 alle 13:02, dalle 13:13 alle 13:38, e dalle 13:52 alle 14:52.

Dato che la schiuma si estendeva in direzione sud-sud est e sud ovest, i rilievi sono stati effettuati dai punti 6 e 9 della piattaforma garantendo così una completa copertura delle direzione interessata. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 593 m nel rilievo n. 8, con telemetro posizionato al punto 6..

Per maggiori dettagli sui dati registrati durante il monitoraggio, le mappe dei punti elaborati tramite 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 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.

5.5 5° Campagna

La quinta campagna di monitoraggio (di seguito, la "**Quinta Campagna**") si è svolta nelle giornate del 11,12 e 13 ottobre 2023, nel corso delle quali sono stati eseguiti in totale 9 rilevamenti dal I livello del GBS.

La Quinta Campagna è stata caratterizzata da condizioni meteorologiche soleggiate durante tutto il primo ed il terzo giorno di monitoraggio a differenza del secondo giorno, registrato come nuvoloso. È stata inoltre registrata assenza di increspatura della superficie del mare durante tutto il corso della campagna di monitoraggio.

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

- i dati marini relativi sono stati ricavati dalla sonda di monitoraggio installata sul *mooring dolphin ovest*, fatta eccezione per i dati di altezza e periodo d'onda che sono stati ricavati dal *mooring dolphin est*;

- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalla stazione metereologica presente sul *mooring dolphin est*.

Durante la Quinta Campagna, la distribuzione delle schiume è stata attorno al Terminale con una direzionalità più marcata intorno al lato sud. Il telemetro è stato posizionato nei punti che garantivano 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 9 rilevamenti effettuati nelle tre giornate:

Rilevamenti dell' 11 ottobre 2023

I rilevamenti n. 1-2-3 sono stati eseguiti rispettivamente dalle 11:57 alle 12:18, dalle 12:56 alle 13:27, e dalle 13:39 alle 14:03.

Il telemetro è stato posizionato nei punti 5, e 6, in quanto la schiuma si estendeva in direzione sud, sud est e sud ovest del Terminale durante tutti e 3 i rilievi. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 539 m nel rilievo n. 2, con il telemetro posizionato nel punto 6. Tale distanza rappresenta la più alta tra quelle registrate nel corso della Quinta Campagna.

Rilevamenti del 12 ottobre 2023

I rilevamenti n. 4-5-6 sono stati eseguiti rispettivamente dalle 13:55 alle 14:22, dalle 14:38 alle 15:03, e dalle 15:24 alle 15:38.

Il telemetro è stato posizionato nei punti 5 e 6, in quanto la schiuma si estendeva in direzione sud, sud est e sud-ovest del Terminale, inoltre il posizionamento al lato nord del Terminale risultava occupato della nave cargo metaniera. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 405 m nel rilievo n. 4, con il telemetro posizionato al punto 5.

Rilevamenti del 13 ottobre 2023

I rilevamenti n. 7-8-9 sono stati eseguiti rispettivamente dalle 12:02 alle 12:27, dalle 13:12 alle 13:17 e dalle 13:30 alle 13:51.

Il telemetro è stato posizionato nei punti 5 e 6, in quanto la schiuma si estendeva in direzione sud.. La massima distanza registrata della schiuma ha raggiunto i 458 m nel rilievo n. 8, nel punto 5.

Per maggiori dettagli sui dati registrati durante il monitoraggio, le mappe dei punti elaborati tramite 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 tutte e 3 le giornate di monitoraggio.

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.

5.6 6° Campagna

Durante la sesta campagna di monitoraggio (di seguito "**Sesta Campagna**") sono stati eseguiti un totale di 10 rilevamenti dal I Livello del GBS nelle giornate del 15, 16 e 17 dicembre 2023. La Sesta Campagna è stata caratterizzata da condizioni meteorologiche soleggiate durante tutti e tre i giorni di monitoraggio. Per quanto riguarda invece le condizioni del mare, durante la prima e la terza giornata è stata registrata assenza o presenza sporadica dell'increspatura della superficie del mare, a differenza della seconda giornata dove la condizione di increspatura del mare è stata registrata come significativa.

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

- i dati marini relativi sono stati ricavati dalla sonda di monitoraggio installata sul *mooring dolphin ovest*, fatta eccezione per i dati di altezza e periodo d'onda del 2°, 3°, 4° e 5° rilevamento che sono stati ricavati dalla sonda di monitoraggio *mooring dolphin est*;
- i dati relativi al comparto aria sono stati ricavati dalla stazione meteorologica presente sul *mooring dolphin est*.

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 10 rilevamenti effettuati nelle tre giornate:

Rilevamento del 15 dicembre 2023

I rilevamenti n. 1-2-3 sono stati eseguiti rispettivamente dalle 10:49 alle 11:27, dalle 11:50 alle 12:18, e dalle 13:25 alle 13:48.

Il telemetro è stato posizionato nei punti 5, 6 e 10, in quanto la schiuma si estendeva prevalentemente intorno alla porzione sud del Terminale. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 251 m nel rilievo n. 2, con telemetro posizionato nel punto 10.

Rilevamento del 16 dicembre 2023

I rilevamenti n. 4-5-6-7 sono stati eseguiti rispettivamente dalle 9:57 alle 10:23, dalle 11:07 alle 11:29, dalle 11:55 alle 12:15, e dalle 14:11 alle 14:38.

Il telemetro è stato posizionato nei punti 6 e 10, in quanto la schiuma si estendeva in direzione sud-ovest del Terminale. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto 310 m nel rilievo n. 4, con telemetro posizionato al punto 10. Tale distanza rappresenta inoltre la più alta tra tutte quelle registrate nel corso della Sesta Campagna.

Rilevamento del 17 dicembre 2023

I rilevamenti n. 8-9-10 sono stati eseguiti rispettivamente dalle 09:23 alle 09:40, dalle 10:12 alle 10:31, e dalle 11:00 alle 11:17.

Il telemetro è stato posizionato in corrispondenza dei punti 5, 6 e 10, in quanto la schiuma si estendeva intorno al terminale, prevalentemente a sud di esso. La massima distanza della schiuma registrata ha raggiunto i 292 m nel rilievo n. 10, con telemetro posizionato nel punto 6.

Per maggiori dettagli sui dati registrati durante il monitoraggio, le mappe dei punti elaborati tramite 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 15 e 17 dicembre; nella giornata del 16 dicembre le condizioni meteomarine hanno impedito l'attività dell'imbarcazione di supporto. 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 2023

Per l'anno 2023 di monitoraggio della schiuma sono stati eseguiti complessivamente 55 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 metereologiche (soleggiato – nuvoloso – pioggia);
 - Radiazione solare (W/m²);
- 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 O₂ dell'acqua scaricata.

I dati ottenuti nel 2023, evidenziati in rosso nei grafici seguenti, sono stati accorpati a quelli relativi al periodo di monitoraggio giugno 2013 – dicembre 2022 al fine di valutare un campione di misure su una più lunga scala temporale. Anche per il periodo febbraio 2023 – dicembre 2023 non si riportano di seguito dettagli circa i dati di temperatura dell'aria, radiazione solare, pH dell'acqua scaricata e concentrazione di O₂ 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;
 - ΔT tra acqua scaricata e prelevata;

6.1 Correlazione tra massima distanza rilevata delle schiume e la stagionalità

Nell'ambito delle attività di monitoraggio di cui al presente rapporto (monitoraggio febbraio 2023 – dicembre 2023), le distanze massime osservate si collocano in un intervallo compreso tra i 310 m di dicembre e i 664 m di agosto.

La Figura 6.1 mostra il diagramma di dispersione di "Stagionalità vs Massima distanza rilevata della schiuma mediante il telemetro" per il set di dati complessivo (periodo giugno 2013 – dicembre 2023).

Come evidente dalla **Figura 6.1**, che considera i valori assoluti misurati nell'anno, ottobre è il mese in cui sono state registrate con maggiore frequenza le distanze massime di dispersione delle schiume nei rispettivi anni di monitoraggio; aprile e giugno sono i mesi in cui si presentano le massime distanze misurate più prossime all'impianto (indicata come "minima distanza della schiuma").

In alcuni anni di monitoraggio i dati descrivono un andamento del parametro "Massima distanza rilevata della schiuma" che pare legato all'andamento stagionale, con massimi osservabili in estate/autunno, come indicherebbe proprio la sequenza di misure osservate nel 2023 in linea con l'andamento riscontrato nel 2014, 2018, 2019, 2021, 2022. A mano a mano che le serie temporali di dati si allungano, l'evidenza è che tuttavia in alcuni anni di monitoraggio, l'andamento del parametro "Massima distanza rilevata della schiuma" appare non correlabile univocamente con la stagionalità. Questo potrebbe essere dovuto al fatto che le condizioni meteomarine (su tutte temperatura dell'acqua di mare e la velocità del vento) riscontrate durante alcuni monitoraggi non hanno rappresentato le condizioni tipiche della singola stagione.

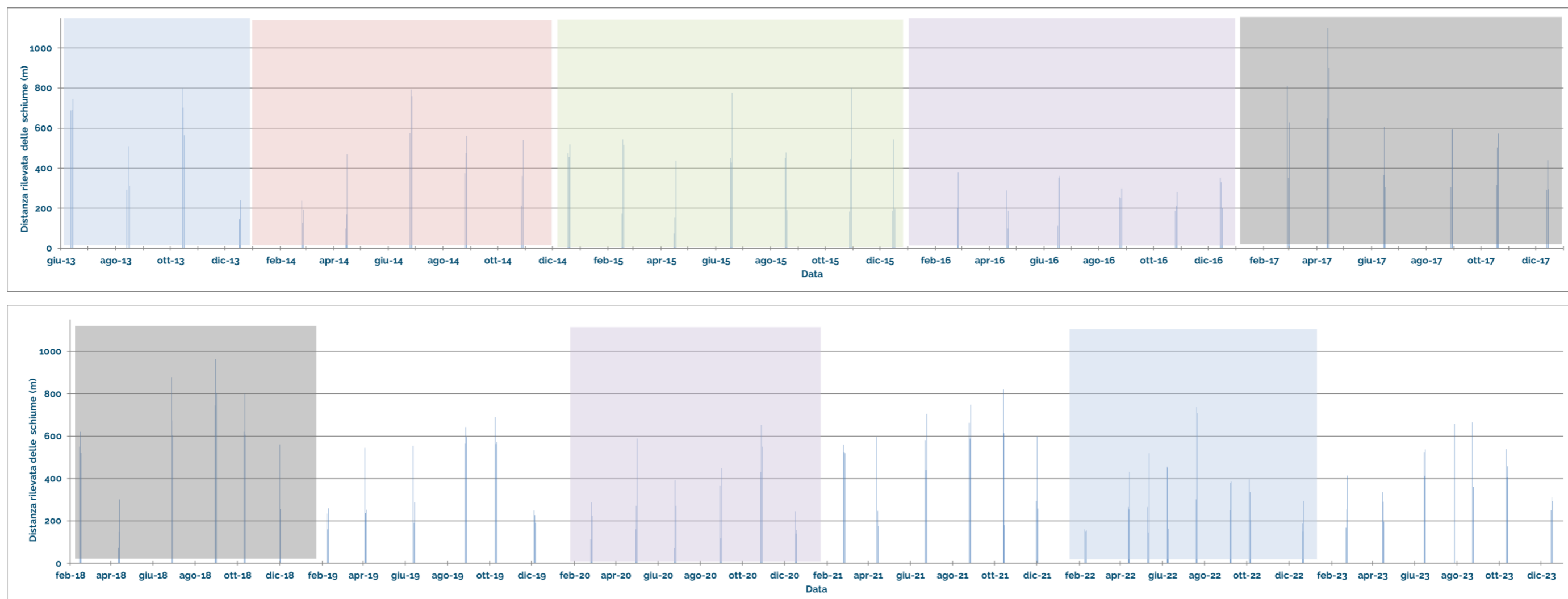


Figura 6.1: Diagramma di dispersione di "Stagionalità vs Massima distanza rilevata della schiuma" (i colori individuano gli anni di monitoraggio)

Tabella 6-1 Schema riassuntivo delle massime e minime distanze rilevate della schiuma dal Terminale (periodo complessivo giugno 2013 – dicembre 2023)

Anno di monitoraggio	Mese	Massima distanza rilevata delle schiume dal Terminale	Mese	Mese - Minima distanza delle schiume dal Terminale
I	Ottobre	798	Aprile	53
II	Giugno	793	Aprile	60
III	Ottobre	800	Ottobre	75
IV	Aprile	1100	Giugno	78
V	Agosto	964	Aprile	67
VI	Ottobre	690	Giugno	94
VII	Ottobre	653	Giugno	66
VIII	Ottobre	820	Febbraio/ Ottobre	105
IX	Luglio	737	Dicembre	85
X	Agosto	664	Dicembre	98

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

La **Figura 6.2** mostra il diagramma di dispersione di "Velocità vento vs Massima distanza rilevata 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 6.1 i dati relativi all'anno 2023 sono stati evidenziati con colore diverso (rosso scuro); lo stesso vale anche per i grafici successivi.

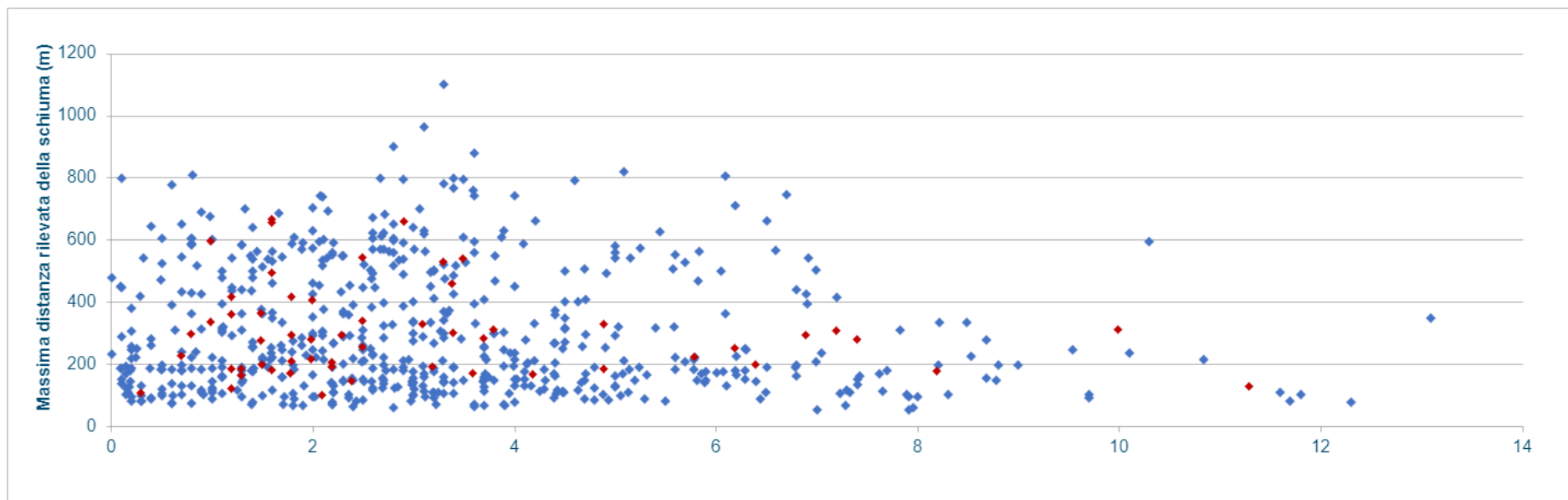


Figura 6.2 Diagramma di dispersione di "Velocità vento vs Massima distanza rilevata della schiuma" (periodo complessivo giugno 2013 – dicembre 2023)

6.3 Correlazione tra la massima distanza rilevata 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 6.3** si evince che nella maggior parte dei casi la presenza di pioggia limita la dispersione delle schiume. Durante il verificarsi di episodi piovosi, si sono registrate schiume al di sotto dei 300 metri di distanza dal Terminale ad esclusione di un episodio. Non è univocamente distinguibile una differenza nella dispersione delle schiume monitorate con tempo nuvoloso o soleggiato.

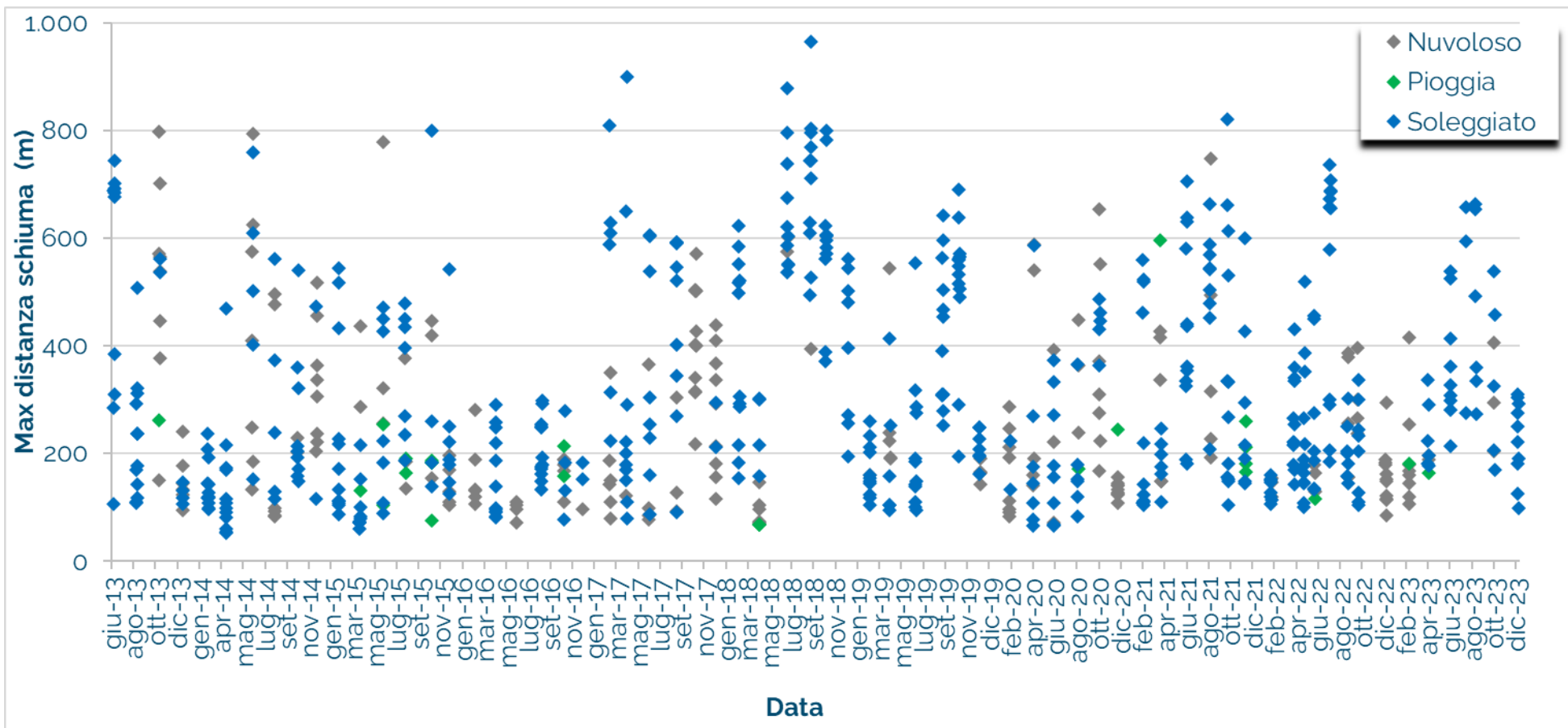


Figura 6.3: Diagramma di dispersione "Condizioni meteorologiche vs Distanza rilevata delle schiume" (periodo complessivo giugno 2013 – dicembre 2023)

6.4 Correlazione tra massima distanza rilevata 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 6.4** mostra il diagramma di dispersione di "Velocità corrente mare vs Massima distanza rilevata 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 rilevata alla quale sono state osservate le schiume. In particolare, la maggior parte dei dati registrati, comprese tutte le massime distanze rilevate superiori ai 600 m, risultano raggruppati per velocità della corrente inferiore o vicina a 0,20 m/s.

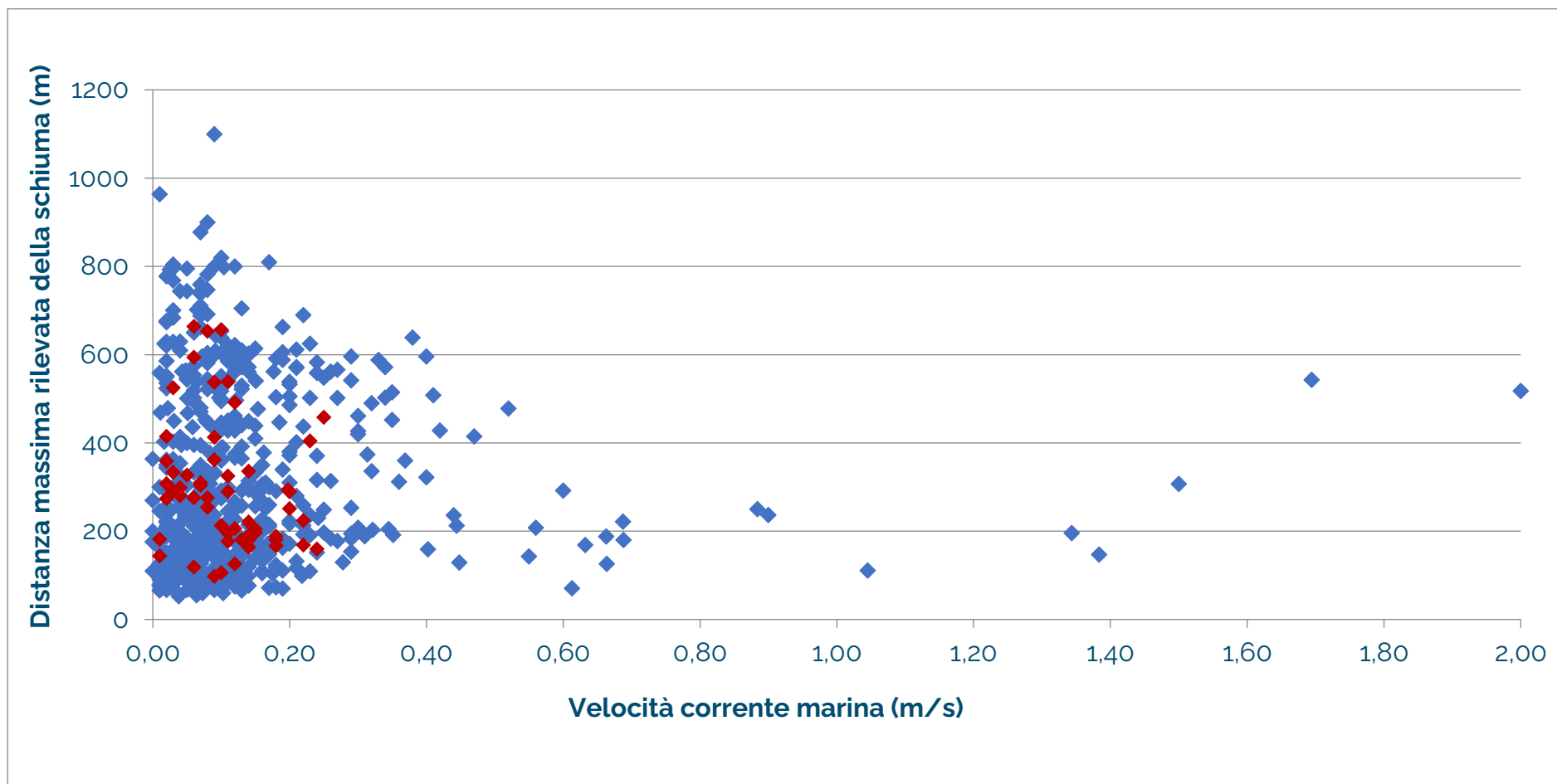


Figura 6.4: Diagramma di dispersione di "Velocità corrente marina vs Massima distanza rilevata della schiuma" (periodo complessivo giugno 2013 – dicembre 2023)

La **Figura 6.5** mostra il diagramma di dispersione "Incrispatura mare vs Massima distanza rilevata 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 del mare. Con increspatura significativa (classe 2), la maggiore densità dei punti delle massime misure delle schiume registrate negli anni è distribuita al di sotto dei 400 m.

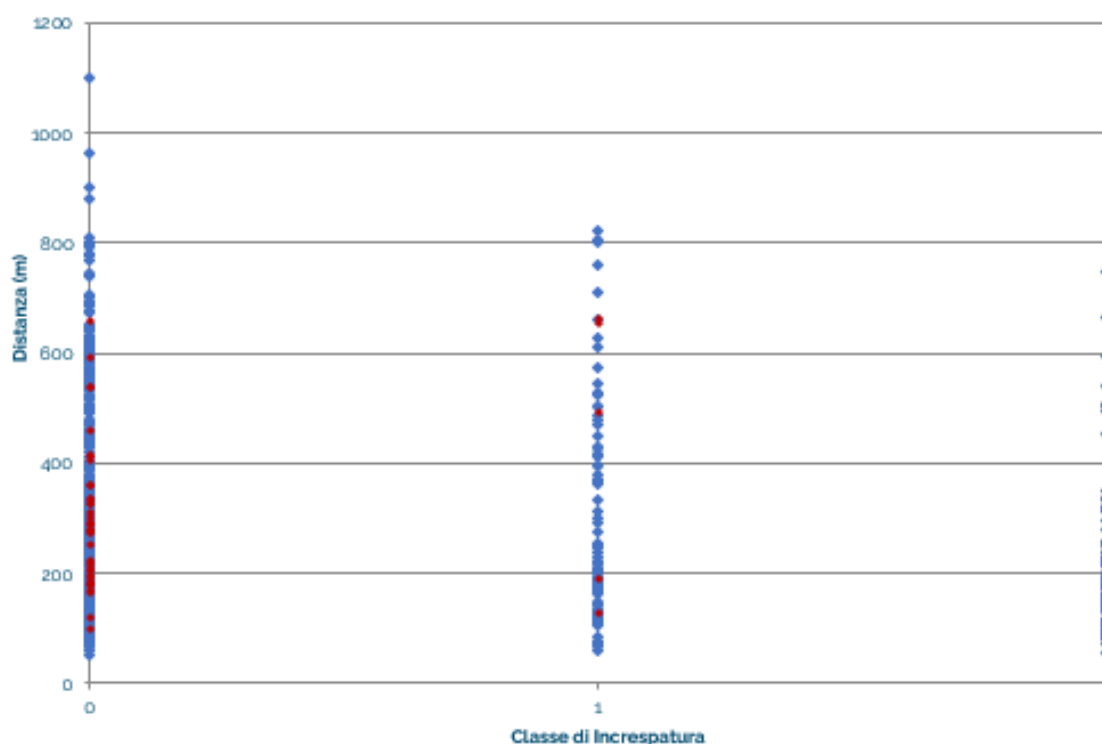


Figura 6.5. Diagramma di dispersione "Incrispatura mare vs Max distanza rilevata schiuma". Dove 0 = increspatura assente; 1 = increspatura sporadica; 2 = significativa presenza di increspatura

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

La **Figura 6.6** mostra il diagramma di dispersione di "Temperatura acqua di mare vs Massima distanza rilevata della schiuma". Oltre i 15°C, e in particolare 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 contenute, fatta eccezione per la massima distanza rilevata pari a 1100 m rilevata dall'imbarcazione durante la Seconda Campagna di monitoraggio dell'anno 2017.

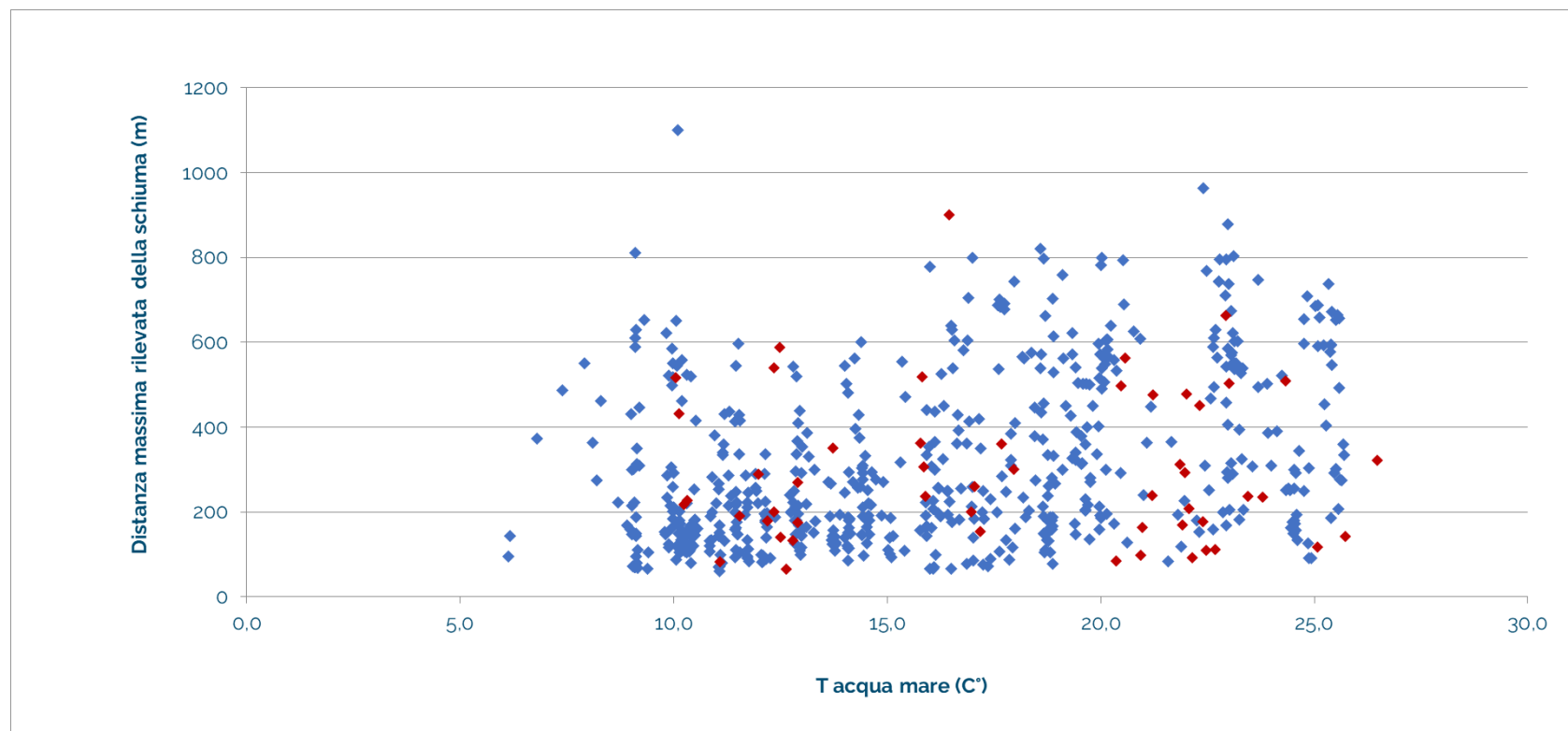


Figura 6.6: Scatter plot di “Temperatura acqua mare vs Massima distanza rilevata della schiuma” (periodo complessivo giugno 2013 – dicembre 2023)

6.5 Correlazione tra massima distanza rilevata delle schiume e i fattori antropici

Sulla base di quanto riportato nell'introduzione, al presente paragrafo 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;
- ΔT tra acqua scaricata e prelevata.

Per quanto riguarda il primo aspetto, la **Figura 6.7** mostra il diagramma di dispersione di "Portata acqua mare scaricata vs Massima distanza rilevata della schiuma". I dati individuano chiaramente quattro regimi di portate scaricate, legati a differenti condizioni operative dell'impianto. Si nota immediatamente come i primi due raggruppamenti, associabili ad una rigassificazione condotta con 1 o 2 ORV, rappresentano una operatività incrociata casualmente e non rappresentativa nella normale funzionalità del processo di rigassificazione. L'esiguo numero di misure raccolte in queste condizioni peraltro sono statisticamente poco indicative,

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 19.000-20.000 (n. 3 ORV in marcia) ai 25.000-26.000 m³/h circa (n. 4 ORV in marcia). 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 o 4 ORV in marcia, rappresentano circa il 9 % delle osservazioni raccolte nel medesimo regime di portata.

In ragione dell'aumento della capacità produttiva da 9 mld Sm³/anno autorizzato nel corso del 2022 (poi ulteriormente incrementata fino ad un massimo autorizzato di 9,6 miliardi annui nel corso del 2023), la maggior parte delle misurazioni del 2023 sono state raccolte in condizioni di portate orarie associabile a tutti e quattro gli ORV in marcia. Questo fatto rappresentava sostanzialmente un'eccezione sino all'anno 2021 compreso, mentre l'attuale operatività d'impianto sta consentendo di raccogliere sempre più informazioni sulle distanze delle schiume relative a portate associabili all'uso contemporaneo di tutti e quattro i vaporizzatori ad acqua di mare. Per questo motivo la maggior parte degli elementi nuovi del grafico (evidenziati in rosso) si collocano nel regime di portate attorno ai 26.000 m³/ora.

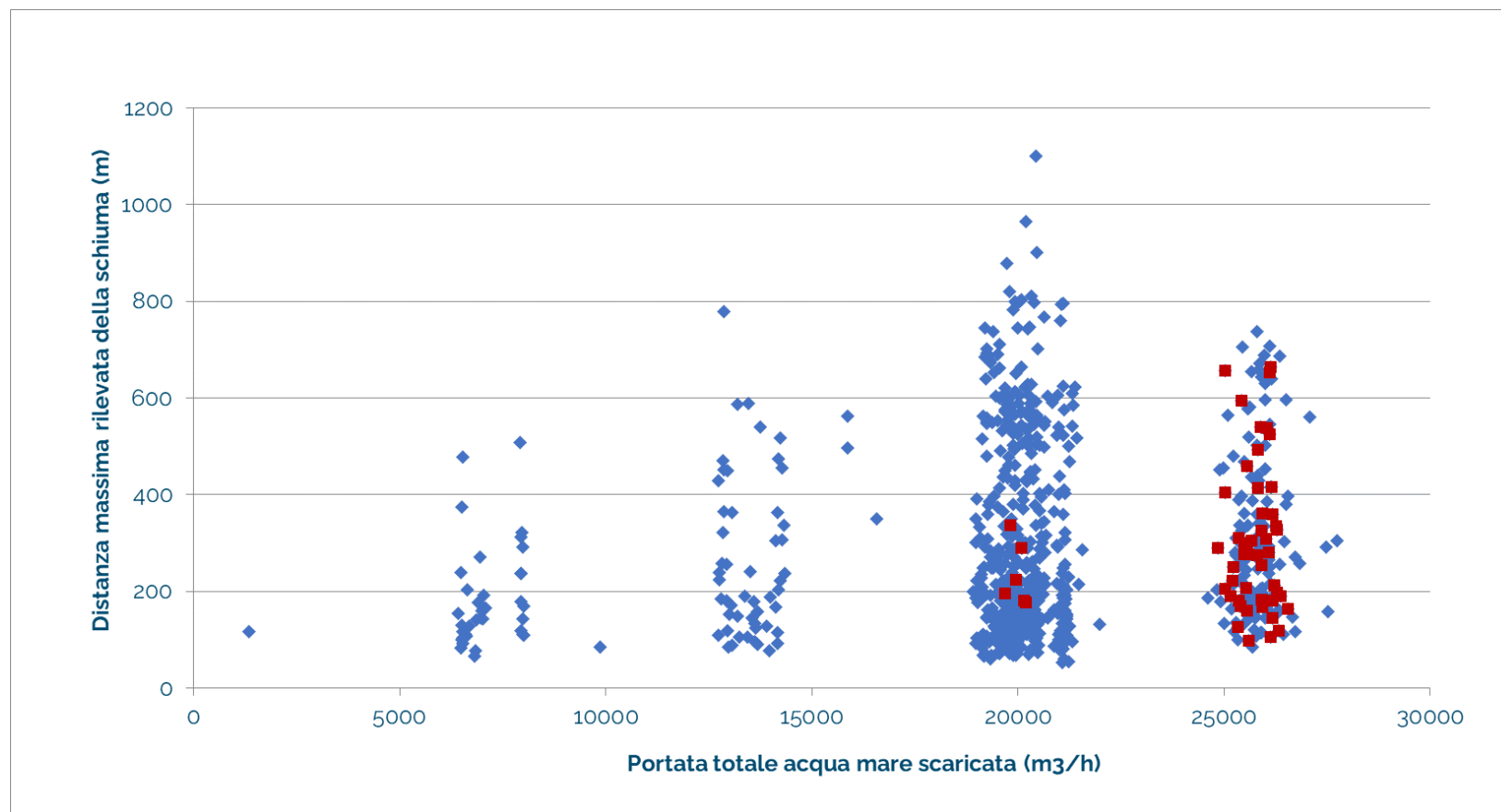


Figura 6.7: Scatter plot di "Portata acqua mare scaricata" vs "Massima distanza rilevata della schiuma". (periodo complessivo giugno 2013 – dicembre 2023)

La Figura 6.8 mostra il diagramma di dispersione di "ΔT vs Massima distanza rilevata della schiuma". Si osserva un raggruppamento di massime distanze della schiuma misurate col telemetro, localizzato in corrispondenza di $\Delta T > 3^{\circ}\text{C}$, al di sotto dei quali solo due distanze superano i 600 m.

Tuttavia, già a poche decine di metri dal Terminale, come riportato nelle relazioni di monitoraggio ambientale condotto da ISPRA e da OGS durante il primo e secondo quinquennio di esercizio del Terminale³, non si registrano variazioni di temperatura anomale rispetto ai punti certamente non interessati dallo scarico del circuito termico (punti di bianco). In particolare, dalle richiamate relazioni 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. L'evidenza è che i volumi d'acqua di mare con una differenza di temperatura superiore a 0.1°C possono essere molto estesi, ma già differenze di 1°C tra acqua prelevata e acqua scaricata interessano aree molto più limitate e localizzate nelle immediate vicinanze del Terminale (poche decine di metri)

La tendenza osservata (dispersione della schiuma) non sembrerebbe, quindi, collegata direttamente al ΔT in sé, quanto piuttosto alla temperatura dell'acqua mare prelevata (Figura 6.8). Con ΔT superiore a 3°C sono state infatti rilevate più frequentemente massime distanze della schiuma inferiori a 600 m (circa il 73% sul totale dei rilievi dal 2013) rispetto a quelle superiori ai 600 m (circa il 9% sul totale dei rilievi dal 2013).

³ 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; Area del Terminale - II anno: Indagini su colonna d'acqua, sedimenti, comunità planctonica e macrozoobenthos- Prot. ALNG-0151/19 del 12 agosto 2019; Area del Terminale - III anno: Indagini su colonna d'acqua, sedimenti, comunità planctonica e macrozoobenthos- Prot. ALNG-0133/20 del 25 settembre 2020; Area del Terminale - IV anno: Indagini su colonna d'acqua, sedimenti, comunità planctonica e macrozoobenthos- Prot. ALNG-0023/22 del 17 febbraio 2022; Area del Terminale - V anno: Indagini su colonna d'acqua, sedimenti, comunità planctonica e macrozoobenthos - Prot. ALNG-0026/23 del 6 febbraio 2023; Area del Terminale - I anno (2017): Analisi modellistica degli effetti del Terminale sull'idrodinamica e le proprietà termoline della colonna d'acqua - Prot. ALNG-0026/20 del 21 febbraio 2020; Area del Terminale - II anno (2018): Analisi modellistica degli effetti del Terminale sull'idrodinamica e le proprietà termoline della colonna d'acqua - Prot. ALNG-0133/20 del 25 settembre 2020; Area del Terminale - III anno (2019): Analisi modellistica degli effetti del Terminale sull'idrodinamica e le proprietà termoline della colonna d'acqua - Prot. ALNG-0137/21 del 29 settembre 2021; Area del Terminale - IV anno (2020): Analisi modellistica degli effetti del Terminale sull'idrodinamica e le proprietà termoline della colonna d'acqua - Prot. ALNG-0277/23 del 24 novembre 2023.

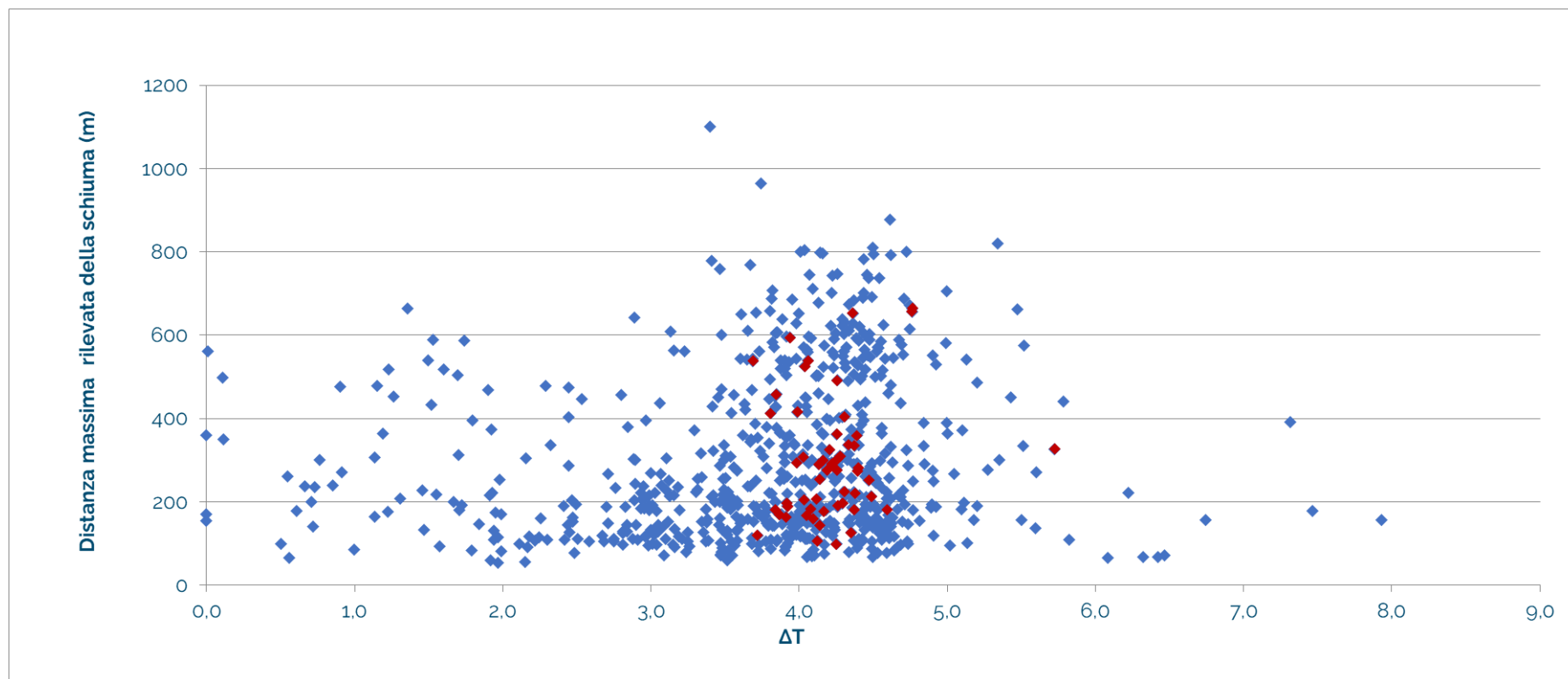


Figura 6.8: Scatter plot di ' ΔT ' vs 'Massima distanza rilevata della schiuma' (periodo complessivo giugno 2013 – dicembre 2023).

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

In ultimo la 6-2 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). Come si può evincere dalla Tabella 6-22, non c'è un'evidente correlazione tra la direzione di vento/corrente/onde e distanza misurata. In **Allegato J** si riporta invece la stessa tabella completa anche delle misure inferiori a 500 metri.

Data	Campagna N°	Rilievo N°	Max distanza rilevata 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
27/06/2018		3	738	SE	NE	SE
28/06/2018		5	674	WNW	SSW	SE
28/06/2018		6	621	NW	N	SW

Data	Campagna N°	Rilievo N°	Max distanza rilevata schiuma (m)	Direzione vento	Direzione corrente superficiale	Direzione onde
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	W
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	W	W
26/08/2019	4E	1	564	ENE	WSW	NW
27/08/2019		8	643	N	N	WSW
28/08/2019		9	503	NNE	E	NNE
28/08/2019		11	596	NNE	E	SE
09/10/2019	5E	1	639	SSW	SSW	ENE
09/10/2019		2	559	SSW	ESE	ENE
09/10/2019		3	533	WSW	121	WSW
09/10/2019		4	690	SE	E	ESE
10/10/2019		7	548	NW	S	NE
10/10/2019		8	562	NW	S	NE
10/10/2019		9	515	NNW	SSW	NE
11/10/2019		10	566	N	SSW	ENE
11/10/2019		11	506	NNE	S	SW
11/10/2019		12	572	N	SSW	SW
1/05/2020	2F	9	588	ESE	NE	NNE
1/05/2020		10	540	SSW	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
24/02/2021	1G	1	559	SE	S	NW
25/02/2021		6	524	SE	ESE	N
26/02/2021		9	519	SE	SE	NW

Data	Campagna N°	Rilievo N°	Max distanza rilevata schiuma (m)	Direzione vento	Direzione corrente superficiale	Direzione onde
13/04/2021	2G	2	596	NE	S	ENE
22/06/2021	3G	4	581	S	SW	ENE
24/06/2021		9	705	NW	W	ENE
24/06/2021		10	630	NNW	NNW	SW
24/06/2021		12	639	ESE	NNE	SE
25/08/2021	4G	1	503	NE	SSW	NNW
25/08/2021		2	663	ENE	S	NE
26/08/2021		6	544	NW	SSW	SW
26/08/2021		7	570	WNW	SSW	NE
26/08/2021		8	542	NE	SSW	NE
26/08/2021		9	588	SE	S	SW
27/08/2021		10	747	ESE	NW	NE
13/10/2021	5G	1	820	NE	NNE	SE
13/10/2021		2	662	ENE	NNE	SE
14/10/2021		6	530	ENE	E	NE
14/10/2021		8	614	NE	NE	ENE
01/12/2021	6G	5	600	WNW	ENE	WSW
12/05/2022	3H	9	520	SE	SO	NO
20/07/2022	5H	5	658	SE	E	NNE
20/07/2022		6	737	O	SO	NE
20/07/2022		7	578	SO	SSO	NE
20/07/2022		8	672	NE	O	ENE
21/07/2022		9	688	SE	O	NNE
21/07/2022		10	686	SE	O	ENE
21/07/2022		11	708	SE	ONO	NNE
21/07/2022		12	655	SO	SE	ENE
14/06/2023	3L	1	525	NE	NNE	NE
16/06/2023		9	538	SSE	NNE	NE
28/07/2023	4L	1	657	E	S	ENE
28/07/2023		2	594	NNE	NE	ENE
23/08/2023		5	653	NNW	SSW	SE
23/08/2023		6	664	NNW	NNW	SE
11/10/2023	5L	2	539	ESE	SW	SE

Tabella 6-22. Dati di distanza massima rilevata 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 rilevata della schiuma

Al fine di valutare in maniera più approfondita il fenomeno e ricavare una possibile relazione tra i dati presentati nella tabella precedente (e in allegato J) 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 i parametri *di velocità e direzione del vento* estratti in corrispondenza di ogni rilevamenti effettuati dal 2013. 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 associato ad un intervallo di velocità del vento (contraddistinto da un colore a seconda della classe di velocità di appartenenza).

Di seguito, nella **Figura 6.9** e nella **Figura 6.10** vengono rappresentati rispettivamente i due elaborati.

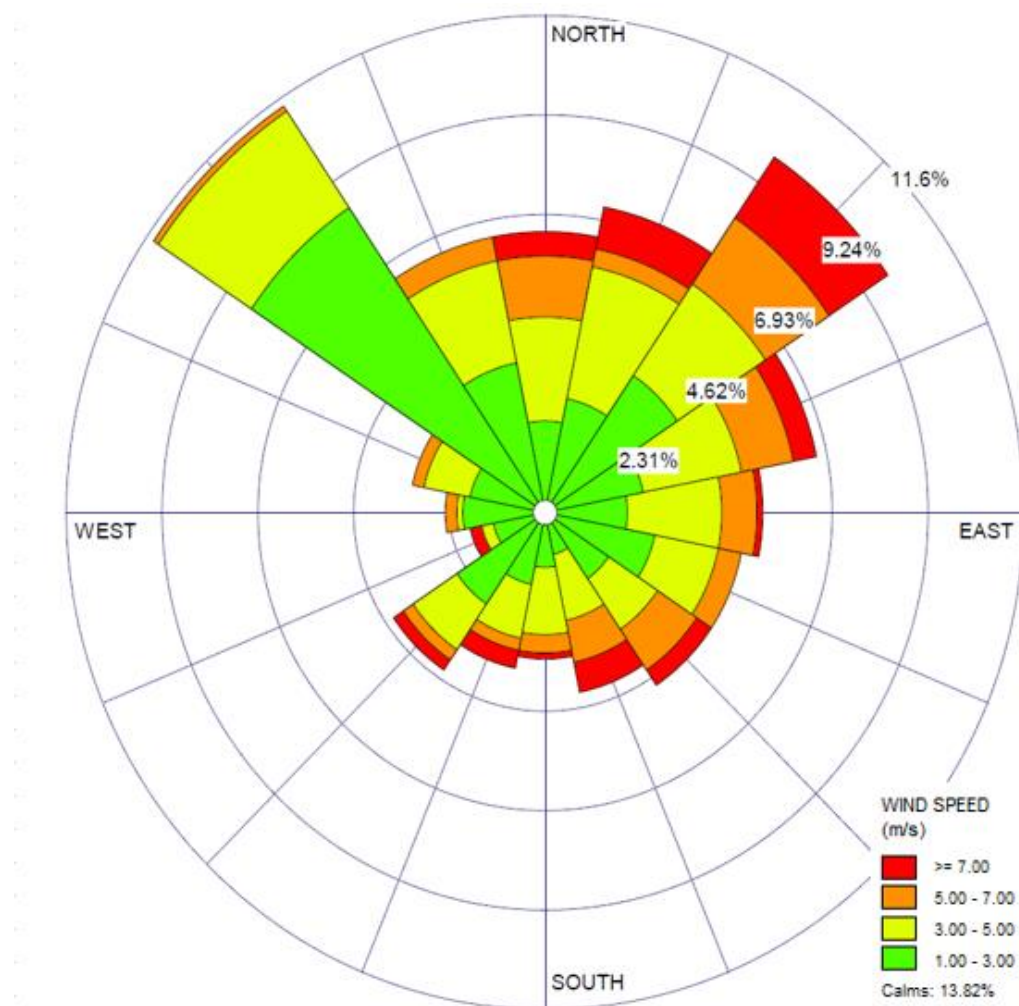


Figura 6.9: Rosa dei venti (proveniente da) – i settori circolari indicano la direzione di provenienza del vento. il raggio dei settori circolari indica la frequenza dei venti misurati in una determinata direzione. I colori, all'interno di ciascun settore indicano invece la frequenza degli eventi di vento con intensità compresa negli intervalli indicati nella legenda.

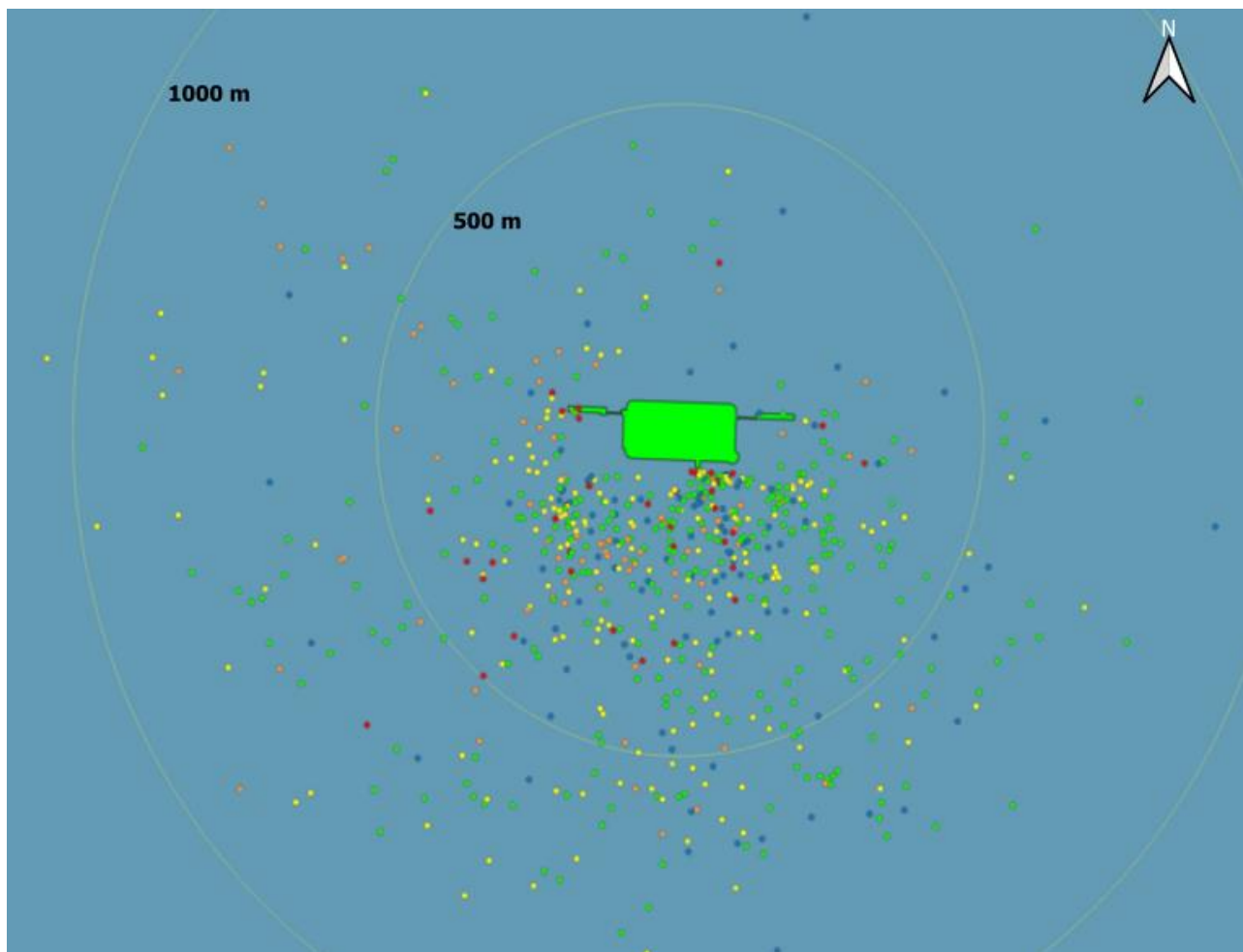


Figura 6.10: massime distanze misurate delle schiume per ciascun rilevamento effettuato dal 2013. I colori dei punti corrispondono alle classi di velocità del vento indicate in Figura 19

In aggiunta alle Figure appena mostrate viene di seguito rappresentato l'istogramma riferito al numero di osservazioni e alle rispettive classi di velocità del vento considerate (corrispondenti a quelle mostrate in legenda della **Figura 6.9**)

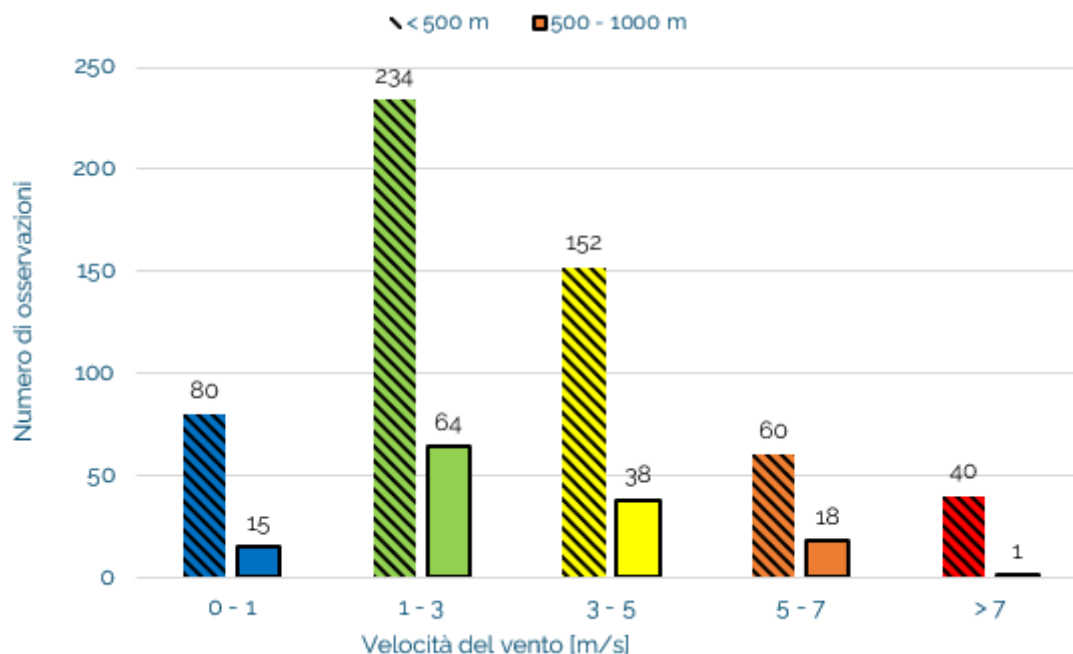


Figura 6.11: Istogramma del numero di osservazioni e le rispettive classi di velocità del vento. Le colonne a righe rappresentano le osservazioni in corrispondenza delle quali sono state misurate schiume al di sotto dei 500 metri. le colonne piene rappresentano invece le misurazioni tra i 500 e 1000 metri

Dal confronto delle **Figura 6.9**, **Figura 6.10** e **Figura 6.11**, si possono derivare 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 è stato osservato un solo rilevamento di schiuma caratterizzato da vento superiore ai 7 m/s (punti rossi); La maggior parte delle massime distanze raccolte con questa classe di vento sono distribuite nella zona S e SW del Terminale
- 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, mediamente sempre nella porzione meridionale di mare rispetto all'impianto

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

Un'analisi analoga a quella mostrata nel precedente paragrafo è stata effettuata per confrontare la direzione e l'intensità delle correnti superficiali registrate durante le misurazioni e le rispettive massime distanze di schiuma rilevate.

Vengono di seguito mostrate nella **Figura 6.12** e nella **Figura 6.13** rispettivamente la rosa delle correnti e la rappresentazione cartografica delle massime distanze misurate in corrispondenza di ciascun rilevamento (circa 12 punti per campagna).

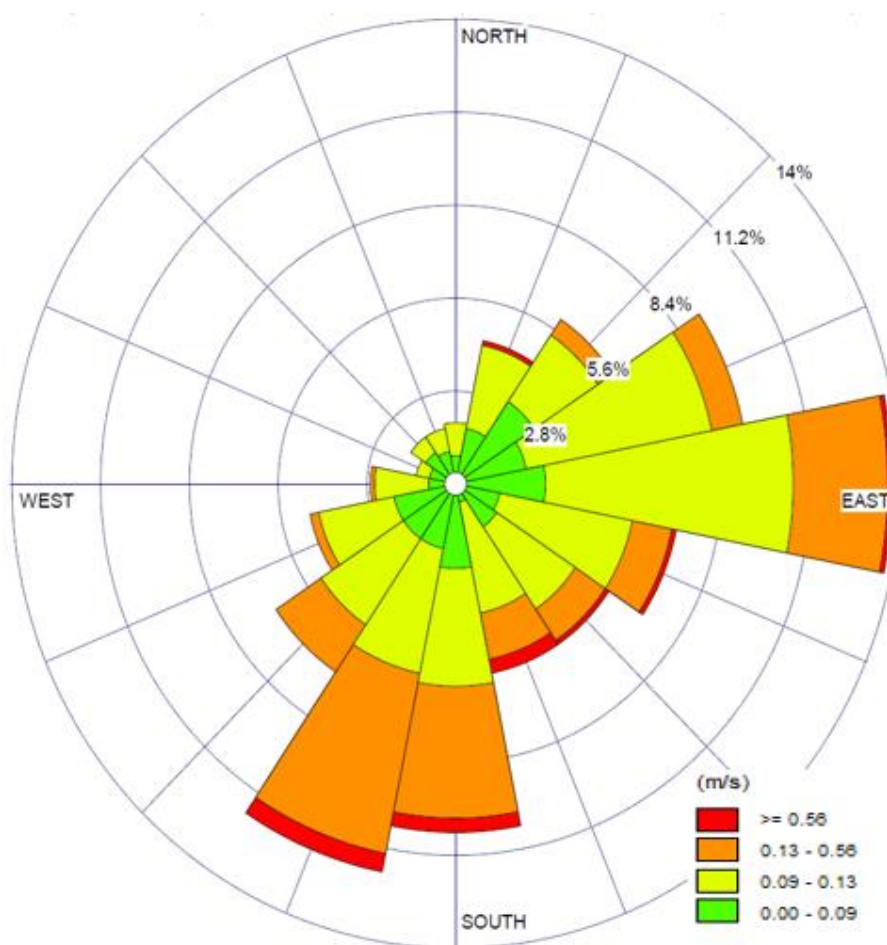


Figura 6.12: Rosa delle correnti (verso)– i settori circolari indicano la direzione della corrente. il raggio dei settori circolari indica la frequenza delle correnti misurate in una determinata direzione. I colori, all'interno di ciascun settore indicano invece la frequenza degli eventi con intensità compresa negli intervalli indicati nella legenda.

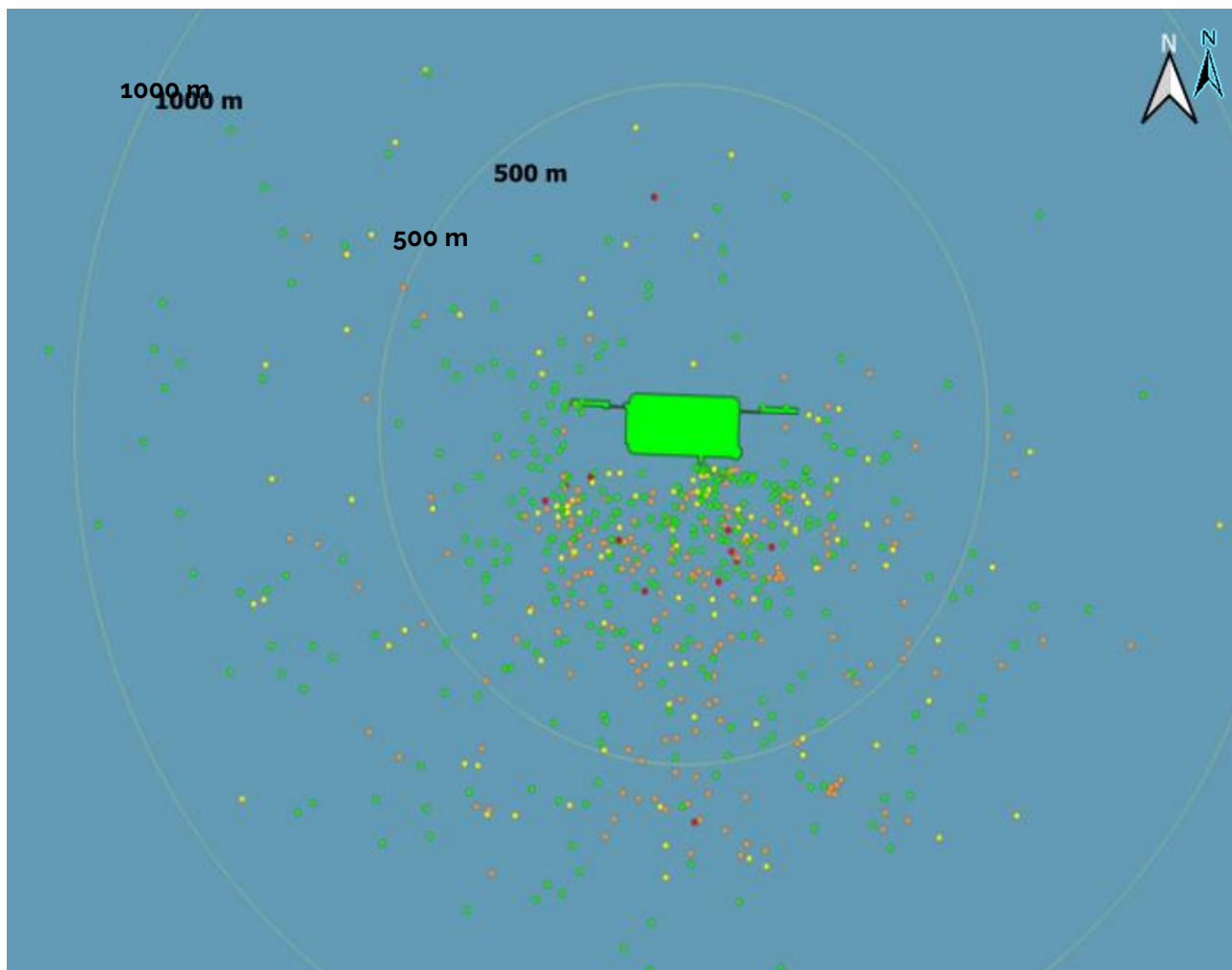


Figura 6.13: massime distanze misurate delle schiume per ciascun rilevamento effettuato dal 2013. I colori dei punti corrispondono alle classi di velocità della corrente indicate in Figura 21

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 6.12).

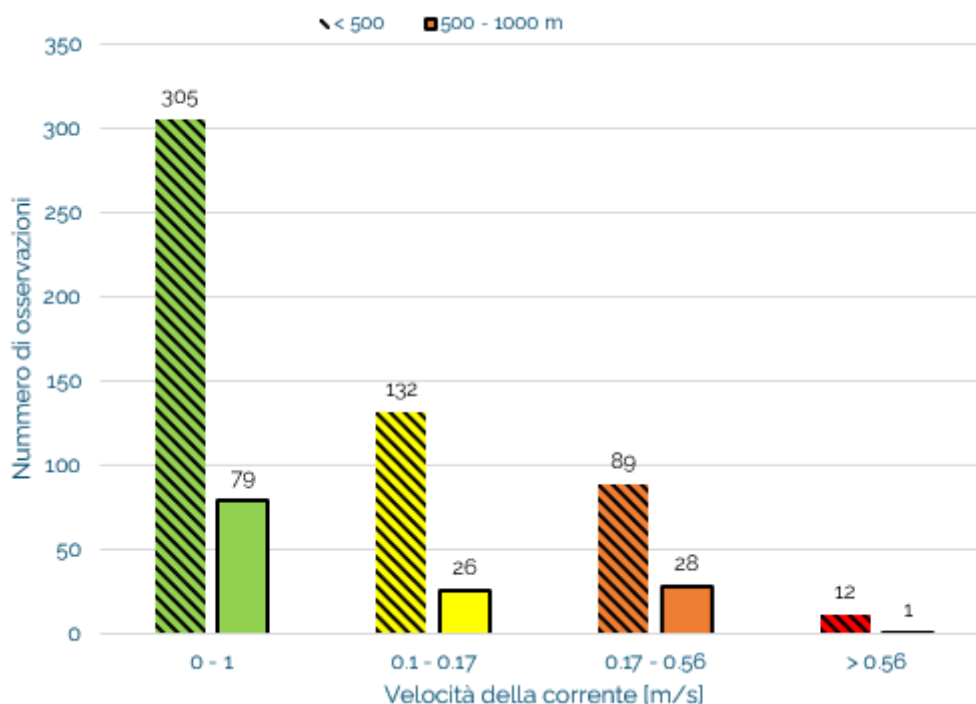


Figura 6.14: Istogramma del numero di osservazioni e le rispettive classi di velocità della corrente. Le colonne a righe rappresentano le osservazioni in corrispondenza delle quali sono state misurate schiume al di sotto dei 500 metri. Le colonne piene rappresentano invece le misurazioni tra i 500 e 1000 metri

Dal confronto dalle **Figura 6.12**, **Figura 6.13** e **Figura 6.14** 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
- Oltre i 500 metri la maggioranza dei punti è caratterizzata da bassa velocità delle correnti (punti verdi). Velocità intermedie (classi gialle e arancioni)

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

7 CONCLUSIONI

In adempimento 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.

L'attività di monitoraggio delle schiume nel 2023 è stata condotta con la frequenza bimestrale indicata dalle prescrizioni VIA e contenuta nel Piano di Monitoraggio condiviso con le Autorità, a partire dal mese di febbraio fino a quello di dicembre. Ciò dopo che nel corso del 2022, per ottemperare a quanto disposto dalla Condizione Ambientale n. 2 confermata nel Decreto n. 543 del 22/12/2021 per l'autorizzazione all'aumento capacità produttiva, si svolsero un totale di 8 campagne di monitoraggio nell'anno 2022. Sono stati svolti n. 9 rilevamenti per le prime cinque campagne, 10 per la sesta di dicembre, suddivisi in tre giornate (con un minimo di 3 rilevamenti per ciascun giorno di monitoraggio).

Il monitoraggio del 2023 conferma quanto osservato fino ad ora, ovvero che il fenomeno di dispersione delle schiume rilevabili con telemetro si concentra in un'area di estensione limitata dal 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 oltre la zona di interdizione a 1,5 miglia nautiche (non rilevabili dal telemetro) sull'intero anno.

Qui di seguito, le conclusioni ricavate dall'esito delle attività di monitoraggio delle schiume di tutto il periodo di osservazione (giugno 2013 – dicembre 2023).

Dall'analisi del data set del periodo giugno 2013 – dicembre 2023, 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 di brezze fino a tese (5,4 m/s per la scala di Beaufort) e direzione costante; in presenza di venti da moderati (oltre 5,5 m/s) si verificano maggiormente condizioni in cui 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). Rappresenta invece una leggera eccezione l'unico rilevamento riscontrato a 596 m dal Terminale il 13/04/2021, in corrispondenza di una velocità del vento di 10,3 m/s. Nel 2022, il 9 giugno, a fronte di una velocità del vento pari a 12,4 m/s, la distanza rilevata è stata pari a 116 m. L'andamento continuerà ad essere monitorato negli anni. Per il 2023 si possono citare i casi del mese di aprile (il 16/04 misurati 177 m con 8,2 m/s di vento) e dicembre (il 16/12 misurati 126 m con 11,3 m/s di vento, sebbene lo stesso giorno si fosse rilevata schiuma in un rilievo precedente a 310 m con 10,0 m/s – distanza comunque contenuta).

Ulteriore conferma delle conclusioni tratte per la relazione tra distanza schiume e velocità/direzione del vento è data dal confronto descritto al paragrafo 6.2. Infatti, si nota come le schiume tendano a distribuirsi sulle direttrici principali di direzione del vento (generalmente a sud e sud ovest del Terminale) e che a velocità maggiori corrispondano bassi valori di distanza di schiuma dal Terminale. Alle distanze superiori a 500 metri dal Terminale invece corrispondono basse velocità del vento.

Dall'analogo confronto, stavolta tra distanza massima della schiuma dal Terminale e velocità/direzione corrente (paragrafo 6.4) 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 classi di velocità di corrente inferiore.

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

Si può affermare che per il periodo di monitoraggio relativo all'anno 2023, 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 2022), considerando in particolare l'attuale volume massimo di rigassificazione autorizzato a 9,6 mld di Sm³/anno.

In totale nel 2023 si sono verificate solo 3 misurazioni nella classe di estensione delle schiume tra 600 e 700 m, ben visibili nella **Figura 6.7**, appartenenti tutte alla campagna di luglio/agosto 2023. Questo corrisponde a circa il 5% dei rilevamenti complessivi del 2023, percentuale che arriva a circa il 6% considerando solo le massime distanze raccolte con 4 ORV in marcia.

Ragionando sul dataset complessivo, nel corso degli anni si è verificata una sovrapposizione con portate scaricate associabili al funzionamento di tutti e quattro i vaporizzatori. Il numero di osservazioni registrate con portate associabili a 4 ORV in marcia, in confronto con la storica produttività normale del Terminale con una rigassificazione che coinvolgeva 3 ORV (una media di circa 20.000 m³/h scaricati), è aumentato

ma non risulta ancora sufficientemente rappresentativo per statistiche di confronto. Si può però affermare che la distribuzione delle schiume registrate nel corso del 2023 non sembra divergere dall'estensione del fenomeno riscontrata in tutti i precedenti anni di monitoraggio.

Si precisa che l'andamento del parametro "Massima distanza rilevata della schiuma" appare non correlabile univocamente con la stagionalità mano a mano che il dataset a disposizione si amplia. 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.

In conclusione, analizzando i dati di tutti gli anni di monitoraggio come appena descritto, nonostante l'aumento della capacità di rigassificazione intervenuta nel corso del 2022, che ha aumentato le portate medie orarie scaricate in mare (n. 4 ORV in marcia), ad oggi si evidenzia che i risultati della campagna del 2023 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.