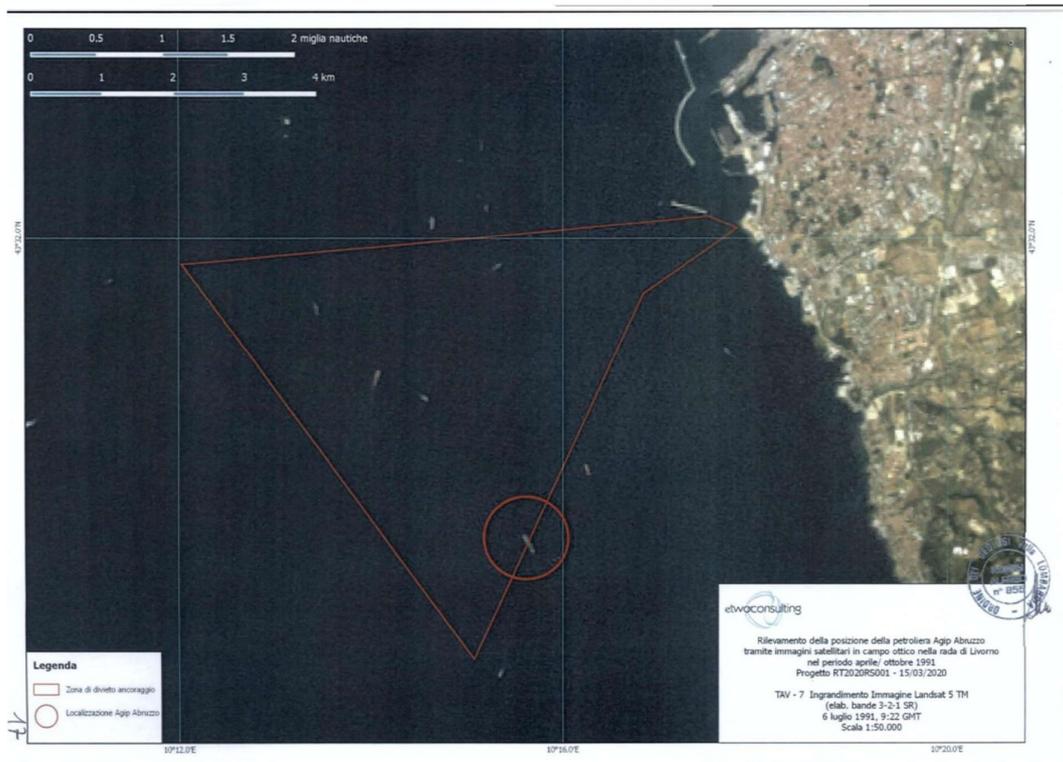
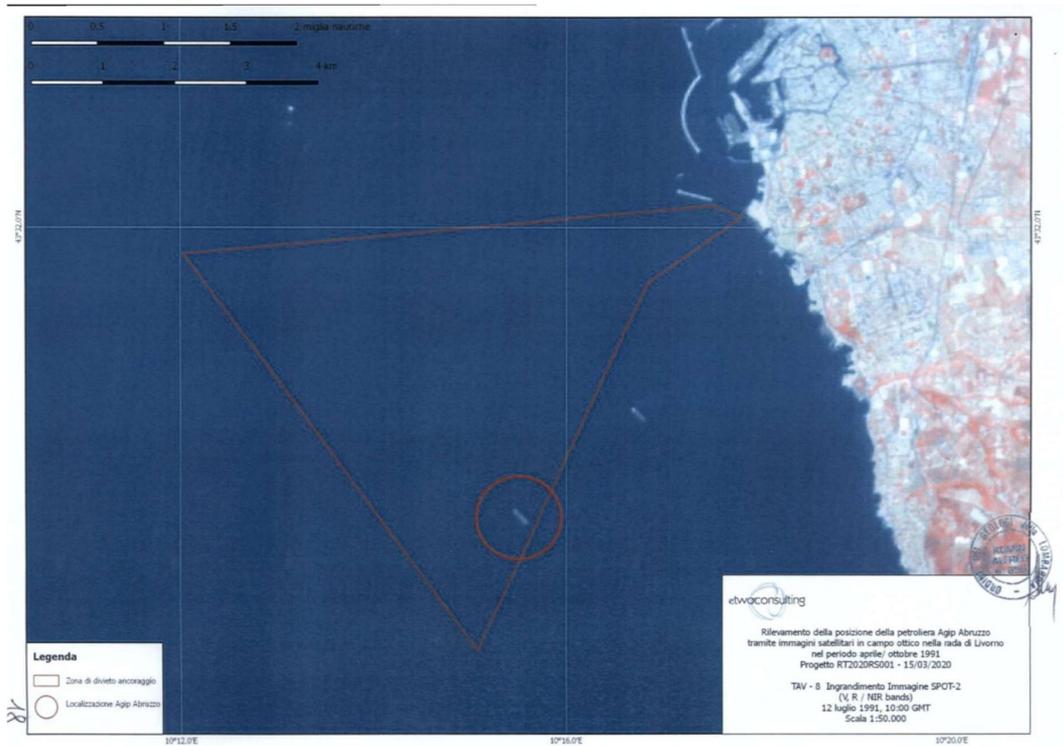
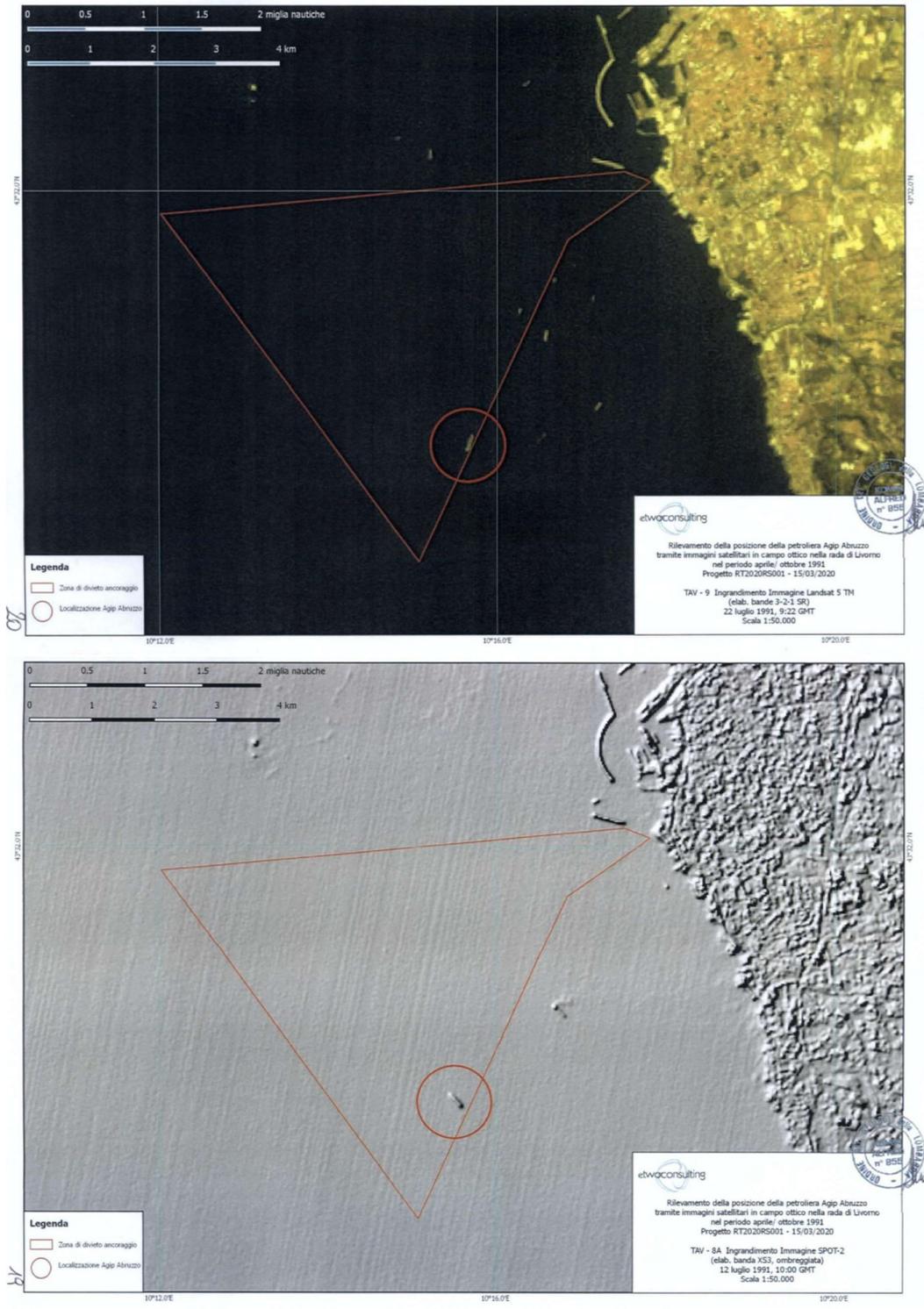


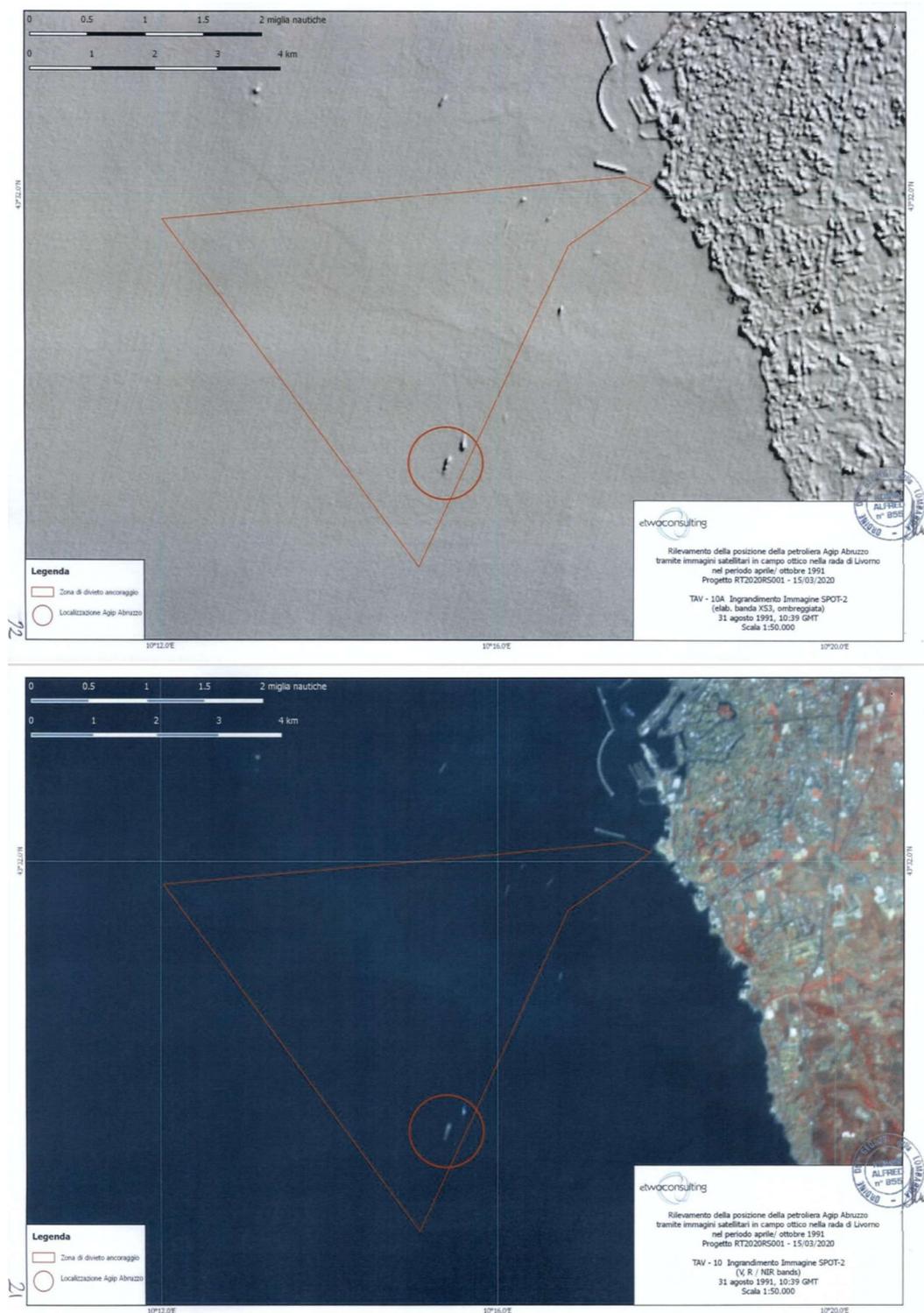
MRInternationalLawyers



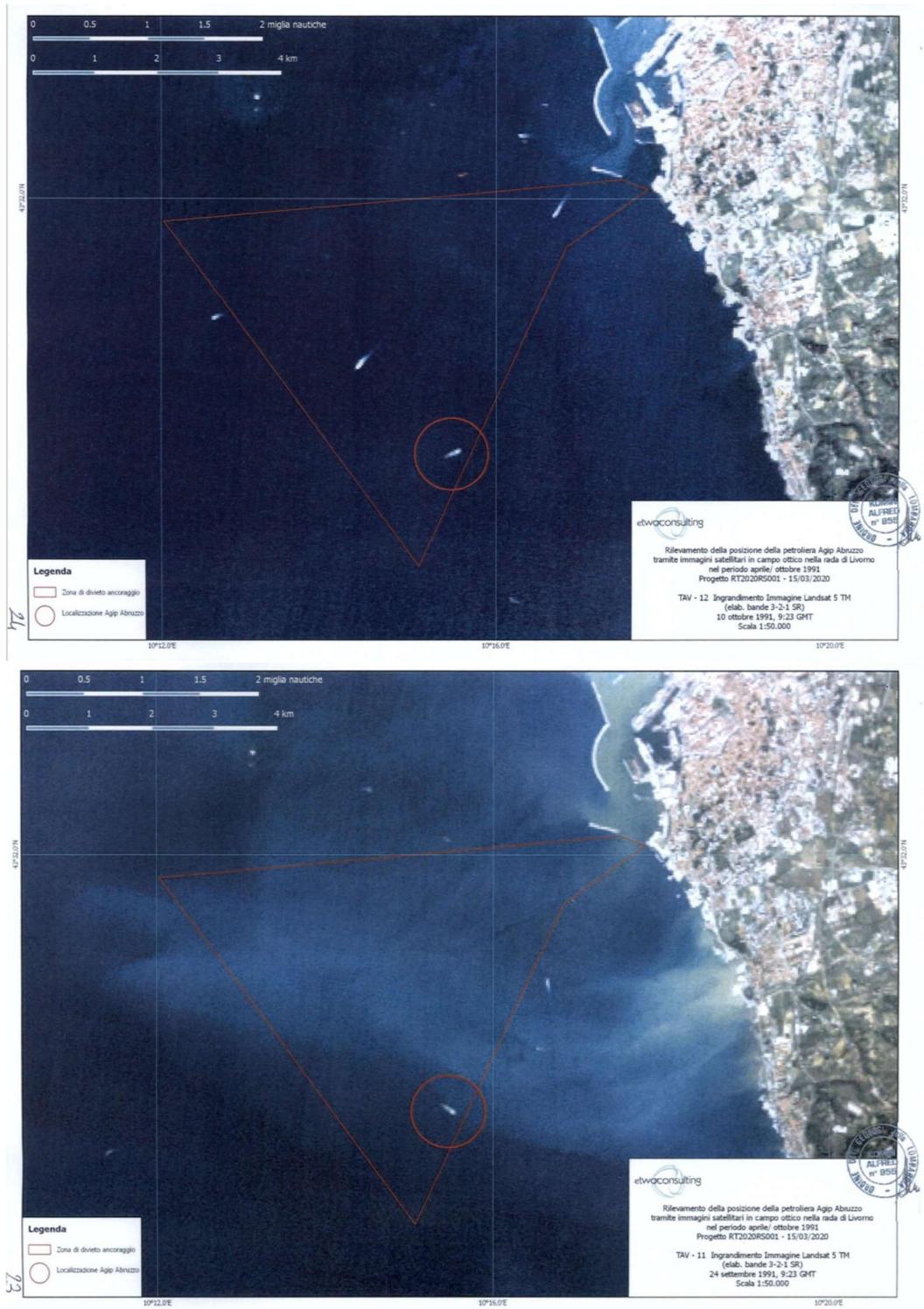
MRInternationalLawyers



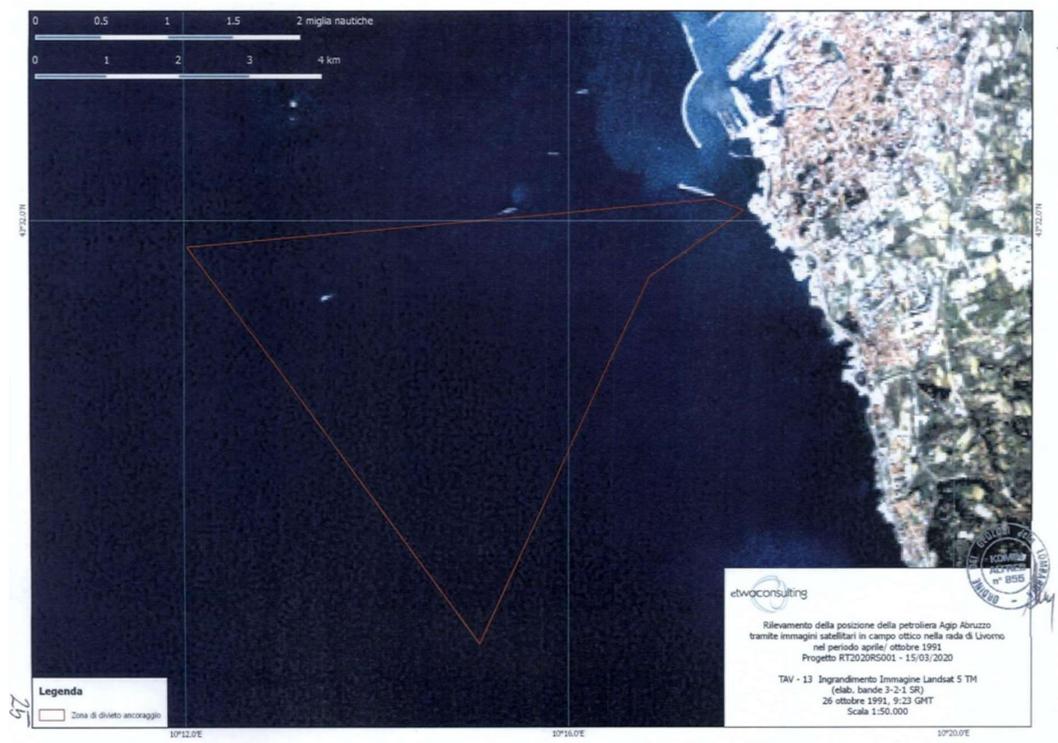
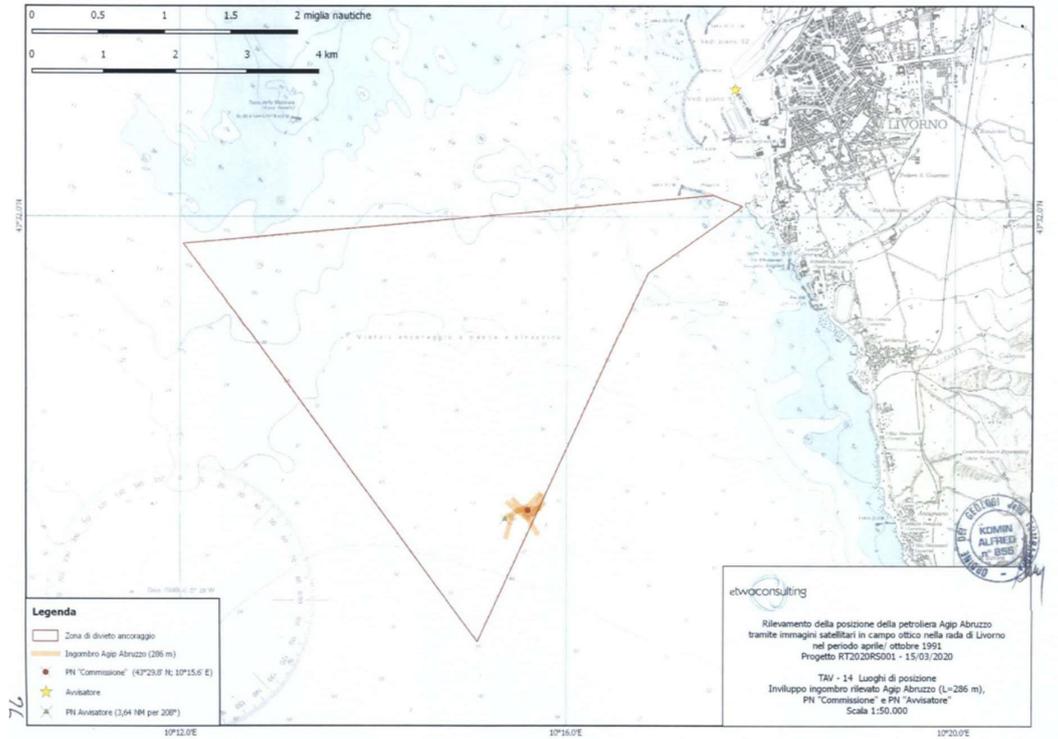
MRInternationalLawyers



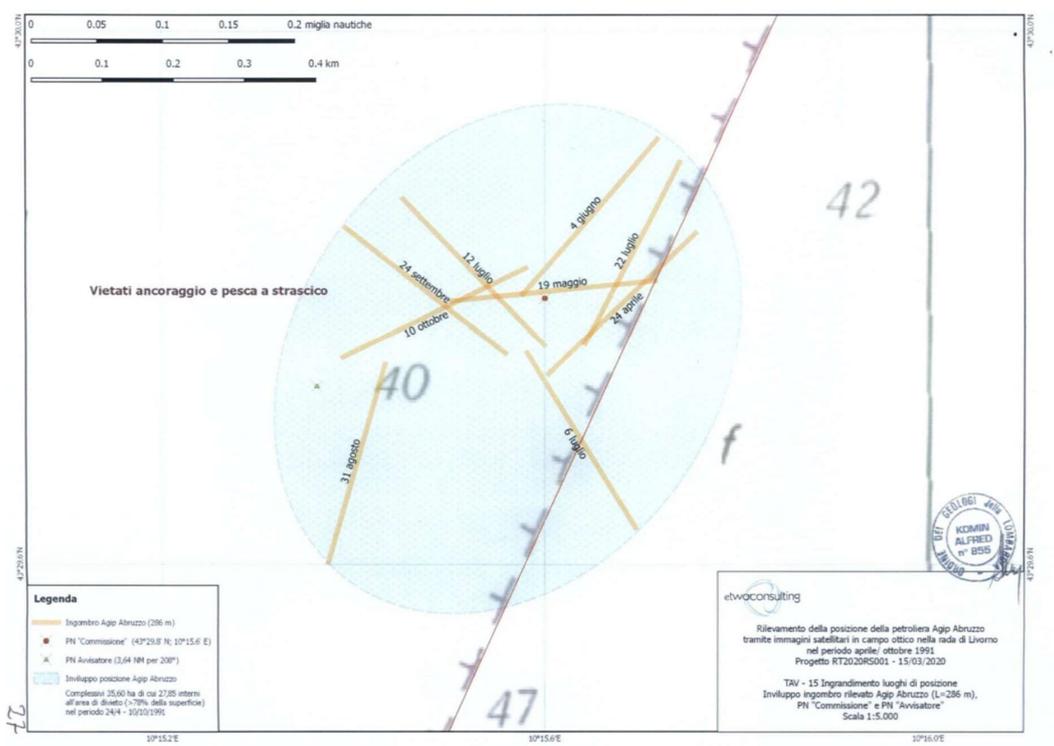
MRInternationalLawyers



MRInternationalLawyers



MRInternationalLawyers



In punto di posizione dell'Agip Abruzzo vi sono, quindi, delle valutazioni meritevoli di attenzione e che lasciano margini di riflessioni probabilistiche che, a distanza di anni, non sono comunque trascurabili.

Sui presupposti di analisi ed approfondimenti di cui si è investita l'attuale Commissione di Inchiesta della Camera, la stessa Commissione ha incaricato il Cetena Spa<sup>21</sup> per svolgere una simulazione rispetto alla posizione ed orientamento dell'AGIP ABRUZZO nonché alla rotta del MOBY PRINCE e, conseguentemente, alla collisione.

La relazione del Cetena Spa sarà parte integrante dell'attività di Inchiesta della Commissione della Camera e nella presente relazione; per quanto ci riguarda, riporteremo solo alcune considerazioni in quanto, oltretutto, al momento della

<sup>21</sup> Il Cetena Spa, fondato nel 1962, è un centro di ricerca in campo marittimo (società del gruppo Fincantieri) che si occupa principalmente di attività a bordo, consulenze, test di laboratorio e programmi di training in campo marittimo sia civile che militare. La società svolge attività di ricerca a livello nazionale e internazionale e offre consulenza e servizi tecnici a cantieri, società armatrici, marine militari, operatori marittimi.

Il Cetena Spa ha sede a Genova, con uffici a Trieste, Muggiano, Castellammare, Palermo ed un laboratorio a Riva Trigoso, vicino Genova. Presso il Cetena vengono svolte numerose attività tecniche: studi numerici, simulazioni e ricerche sperimentali a bordo delle navi e nel laboratorio di prova di Riva Trigoso.

## MRInternationalLawyers

redazione dell'attuale relazione, l'elaborato del Cetena Spa è ancora in fase di finalizzazione.

I sistemi di simulazione, nonché i filtri utilizzati dal Cetena Spa, che verranno meglio esposti dal Cetena stesso, hanno avuto lo scopo di, appunto, simulare la collisione sulla base della rotta e velocità della MOBY PRINCE, dello stato di fonda all'ancora dell'AGIP ABRUZZO, dell'angolo di collisione e della posizione dell'AGIP ABRUZZO (quella indicata nel documento "Rilevamento della posizione della petroliera AGIP ABRUZZO tramite immagini satellitari in campo ottico nella rada di Livorno del periodo aprile/ottobre 1991" del Dott. Komin del 15.03.2020 e confermato nella presentazione del 25 maggio 2022 sempre del Dott. Komin nonché presente nella relazione finale della Commissione Parlamentare approvata dalla Commissione nella seduta del 22 dicembre 2017, in cui si riporta la posizione di Agip Abruzzo stabilita dalla sentenza di I grado e confermata da quella di II grado, nonché dell'orientamento dell'AGIP ABRUZZO).

In conclusione, il Cetena Spa ha fornito le seguenti considerazioni sulla base delle simulazioni svolte e, in particolare, le considerazioni finali possono essere riportate come segue:

### Conclusioni

**Dall'analisi statistica eseguita sulla distribuzione delle collisioni rilevate mediante le simulazioni, la collisione si rileva se sono verificate le seguenti condizioni**

- Se la rotta di Moby Prince è compresa tra 190° e 195°
- Se la rotta di Moby Prince risulta a dritta del punto di fonda per Agip Abruzzo
- Se la modifica dell'angolo di timone per Moby Prince avviene prima della posizione di fonda per Agip Abruzzo
- Se la modifica dell'angolo di timone per Moby Prince induce una accostata a sinistra
- Sotto le indicate condizioni, proseguendo l'analisi dei risultati, si identificano due scenari ugualmente plausibili, di seguito indicati come SCENARIO A e SCENARIO B

MRInternationalLawyers

## Conclusioni

- SCENARIO A: Qualora la modifica dell'angolo del timone per Moby Prince risulti inferiore o uguale a 10°, tale modifica dell'angolo deve avvenire tra i 600 e 900 metri prima della posizione di Agip Abruzzo (ovvero 70-100 secondi di navigazione per Moby Prince)
- SCENARIO B: Qualora la modifica dell'angolo del timone per Moby Prince risulti superiore o uguale a 15°, tale modifica dell'angolo deve avvenire tra i 200 e 400 metri prima della posizione di Agip Abruzzo (ovvero 20-40 secondi di navigazione per Moby Prince)
- Entrambi gli scenari risultano egualmente plausibili, lo SCENARIO A è più coerente con un accidentale ed inavvertita modifica del timone, lo scenario B è invece assimilabile ad un cambio di rotta intenzionale.
- Nello SCENARIO A, la rotta più probabile di Agip Abruzzo risulta essere tra 225° e 255°, mentre per lo SCENARIO B la distribuzione delle collisioni non è tale da consentire l'identificazione di una rotta preferenziale.



## Conclusioni

- L'indeterminazione sul possibile angolo di rotta per Agip Abruzzo, emersa nel contesto dello SCENARIO B, è dovuta alla veloce accostata di Moby Prince. Tale rapidità nel cambio di rotta (gradi al secondo), genera compatibilità con un gran numero di scenari e di orientamenti per Agip Abruzzo.
- Riportando su Google Earth i luoghi nello spazio il cui il cambio dell'angolo di timone per Moby Prince conduce ad un contatto con Agip Abruzzo, è rilevabile la coerenza con lo scenario circostante e la plausibile rotta tenuta nelle miglia appena fuori l'imboccatura del porto di Livorno.
- Il luogo dei punti di maggior densità si trova su una direttrice che scorre affianco ad Agip Abruzzo, tale direttrice passa circa a 250m-500m dalla posizione di fonda di Agip Abruzzo.



Sulla base delle simulazioni elaborate del Cetena Spa, parrebbe che la collisione tra AGIP ABRUZZO e MOBY PRINCE avrebbe forse potuto essere evitata, tenuto anche conto che senza il cambio di rotta del MOBY PRINCE, lo stesso MOBY PRINCE sarebbe passato a prua della AGIP ABRUZZO ad una distanza, come indicato dal Cetena Spa, di circa 250/500 metri.

Riteniamo che le indicazioni date dal Cetena Spa siano ben giustificate da parte di quest'ultimo anche in ragione dei calcoli e delle simulazioni eseguite; è indubbio che nella misura in cui tali simulazioni rappresentino ragionevolmente la dinamica della collisione, vi sarebbero degli ulteriori approfondimenti rispetto a quanto accaduto nell'urto del 10 aprile 1991 e ciò anche a seguito di una lettura congiunta di tutti i dati rappresentati nell'odierna relazione.

In fede

Adv. Enrico Molisani





Via Ippolito D'Aste,5  
16121 Genova, Italy  
Tel. +39 010 5965460  
FAX +39 010 5965790  
e-mail: mail@cetena.it

Pagine /  
Sheets

1 / 73

**Report n. 14698**

**Rev. 00**

## Consulenza ingegneristica eventi MOBY PRINCE

*Autori / Authors:* Massimo Peverero, Guglielmo Sommariva

*Data emissione / Issue date:* 05/09/2022



Pagine /  
Sheets

2 / 73

---

Pagina intenzionalmente bianca / *This page intentionally left blank*


**RAPPORTO TECNICO**  
**TECHNICAL REPORT**

 Pagine /  
 Sheets  
 3 / 73

Report n. <b>14698</b>	Rev. <b>00</b>	Data emissione / Issue date <b>05/09/2022</b>
Titolo / Title <b>Consulenza ingegneristica eventi MOBY PRINCE</b>		
Autori / Authors Massimo Peverero, Guglielmo Sommariva		
Sommario / Abstract <p>Il presente report documenta l'investigazione attraverso simulazioni di manovra, dei tracciati nave per MOBY PRINCE che possono aver condotto alla collisione con la nave AGIP ABRUZZO ormeggiata al largo del Porto di Livorno.</p>		
Autori / Authors 	Verificato / Verified 	Approvato / Approved 
Circolazione / Circulation Interna / Internal Only  Libera / Free  <input checked="" type="checkbox"/> Riservata Industriale / Commercial in confidence  Classificata / Classified	Codici di distribuzione / Distribution codes  Commissione Inchiesta Parlamentare eventy Moby Prince	
Pagine / Sheets 73	Commessa / Job 69160722042	Note / Notes

Questo Documento è di proprietà di CETENA S.p.A. Non può essere riprodotto, trasmesso con qualsiasi mezzo, inserito in altri documenti, svelato ad altri o comunque usato per qualsiasi scopo diverso da quello per il quale è stato prodotto, senza esplicita autorizzazione scritta di CETENA S.p.A. L'utente del documento ha l'onere di verificare di essere in possesso dell'edizione corrente.

This document is the property of CETENA S.p.A. It may not be reproduced, transmitted by any means, inserted into other documents, disclosed to others or otherwise used for any purpose other than for which it was produced without the express written permission of CETENA S.p.A. The user of the document has the responsibility of verifying of being in possession of the current edition.



<i>Pagine / Sheets</i>	<i>Report n.</i>	<i>Rev.</i>	<i>Titolo / Title</i>
4 / 73	14698	00	Consulenza ingegneristica eventi MOBY PRINCE

**Revisioni Precedenti / Previous Revisions**

<i>Rev.</i>	<i>Data / Date</i>	<i>Contenuto della Revisione / Revision Content</i>	<i>Autori / Authors</i>

**Contenuto della revisione corrente / Current revision content**

Titolo / Title	Report n.	Rev.	Pagine / Sheets
Consulenza ingegneristica eventi MOBY PRINCE	14698	00	5 / 73



## INDICE

<b>1</b>	<b>II CETENA</b>	<b>6</b>
1.1	La consulenza nell'ambito della Simulazioni di Manovra.....	6
<b>2</b>	<b>Committente</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Contesto della consulenza</b>	<b>10</b>
3.1	XVII Legislatura .....	10
3.2	XVIII Legislatura .....	13
<b>4</b>	<b>Scopo del lavoro</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>Configurazione e condizioni generali delle simulazioni di manovra</b>	<b>18</b>
5.1	Caratteristiche principali della nave MOBY PRINCE.....	18
5.2	Caratteristiche principali della nave AGIP ABRUZZO.....	19
5.3	Definizione dell'area di manovra .....	20
5.4	Condizioni meteomarine .....	20
<b>6</b>	<b>Realizzazione del modello di manovrabilità per MOBY PRINCE</b>	<b>20</b>
6.1	Reverse engineering .....	20
6.2	Geometrie di carena e curve di resistenza .....	22
6.2.1	Tacca-Telegrafo .....	22
6.2.2	Metodo statistico di Holtrop .....	24
6.2.3	Ricostruzione 3D della carena .....	27
6.2.4	Catena dei rendimenti .....	31
6.2.5	Calcolo della resistenza mediante Computational Fluid Dynamics .....	32
6.2.6	Benchmarking e sintesi della curva di resistenza .....	34
6.3	Curve caratteristiche dell'elica .....	36
6.4	Curve caratteristiche dei timoni .....	38
6.5	Sintesi del modello di manovrabilità nave.....	40
6.5.1	Validazione al moto rettilineo.....	41
6.5.2	Validazione al moto in accostata .....	43
<b>7</b>	<b>Simulazioni con Indice di Performance</b>	<b>48</b>
7.1	Manovre Real Time.....	49
7.2	Attivazione degli interventi al timone.....	51
7.3	Vantaggi del metodo d'indagine impiegato .....	52
<b>8</b>	<b>Risultati ottenuti e conclusioni raggiunte</b>	<b>53</b>
8.1	Riassunto dell'attività svolta .....	53
8.2	Distribuzione statistica .....	56
8.3	Conclusioni.....	73



Pagine / Sheets	Report n.	Rev.	Titolo / Title
6 / 73	14698	00	Consulenza ingegneristica eventi MOBY PRINCE

## 1 II CETENA

Il CETENA S.p.A. ([www.cetena.it](http://www.cetena.it)) – centro di ricerca in campo marittimo – nasce nel 1962 ed è una società del gruppo Fincantieri con sede principale a Genova. CETENA supporta i propri clienti con un'ampia gamma di consulenze, attività a bordo, prodotti specifici, test di laboratorio e programmi di training in campo marittimo sia civile che militare. CETENA è in grado di gestire ognuna di queste attività grazie ad un team di esperti con competenze specifiche, conoscenze ed esperienza.

Al fine di mantenere un collegamento con le attività di cantiere (ingegneria e produzione), CETENA ha diversi uffici e laboratori in posizioni strategiche sul territorio italiano (Trieste – Castellammare – Palermo). CETENA collabora anche con diversi centri di ricerca in Italia ed Europa ed è coinvolta in diversi progetti di ricerca con Università, Ministeri ed Industria.

Al fine di garantire i migliori servizi, la nostra società comprende diverse Unità Operative in cui ingegneri, con diverse competenze e skills, lavorano assieme per trovare soluzioni personalizzate e risolvere problemi tecnici dei clienti.

La dualità degli aspetti del CETENA rappresentati dalla ricerca e dal supporto all'industria, rende CETENA unico sul mercato, attraverso tangibili vantaggi: da un lato un supporto innovativo per il settore industriale, perché fornito dai tecnici che sono coinvolti nelle attività di ricerca e dall'altro un efficace contributo nella ricerca, grazie alla capacità di CETENA di indirizzare correttamente attività di ricerca in base agli input ricevuti dall'industria.

### 1.1 La consulenza nell'ambito della Simulazioni di Manovra

Il CETENA ha sviluppato negli anni strumenti software e modelli matematici rivolti alla rappresentazione del comportamento manovriero di unità navali in navigazione (mercantili, passeggeri, militari).

Avvalendosi di un ampio database di informazioni, provenienti da misurazioni al vero condotte dalle proprie Business Units, sono state realizzate diverse versioni di simulatori navali, rivolti principalmente allo studio della manovra navale in acque ristrette.

Oggi il simulatore di nave virtuale realizzato dal CETENA, risulta composto da diversi moduli matematici specificatamente dedicati alla rappresentazione dei diversi sotto-sistemi nave. Il simulatore risulta inoltre integrato con un bridge multifunzionale composto dalle principali consolle di manovra ed uno schermo semicilindrico sul quale viene rappresentato lo scenario virtuale 3D.

Il sistema di simulazione è tutt'oggi efficacemente impiegato nello studio e nella valutazione di strutture portuali. L'analisi del layout portuale, la tipologia di manovra da eseguire e l'utilizzo dei rimorchiatori, viene eseguita col supporto di personale esperto ma soprattutto attraverso l'operato

Titolo / Title	Report n.	Rev.	Pagine / Sheets
Consulenza ingegneristica eventi MOBY PRINCE	14698	00	7 / 73



di un Pilota/Comandante che, immerso nello scenario virtuale 3D, opera al simulatore come farebbe nella realtà.

Il modello di comportamento manovriero dell'unità navale impiegata durante gli studi risulta testato e validato dal CETENA attraverso un percorso basato sia sul confronto tra i valori misurati al vero ed i risultati ottenuti dal modello virtuale, sia attraverso l'esperienza ed i feedback forniti dal Pilota/Comandante durante la fase di taratura conclusiva.

Il comportamento della nave nello scenario simulato tiene inoltre conto degli agenti atmosferici, dei rimorchiatori e di altri fattori più sofisticati quali gli effetti dovuti al basso fondale, all'effetto squat, alla navigazione in canale, all'interazione tra navi ed alle forze del mare (di primo e secondo ordine). I moti nave vengono inoltre calcolati e rappresentati nello scenario virtuale nei 6 i gradi di libertà, unendo le equazioni della manovrabilità a quelle del seakeeping.

È inoltre possibile simulare in tempo reale condizioni di emergenza dovute ad improvvise avarie (es. avaria dell'apparato motore e dei mezzi di governo) e conseguentemente valutare gli effetti sulla traiettoria simulata della nave a seguito dell'utilizzo, ad esempio, di ancore e catene.



Fig. 1 Simulatore di manovra – Allestimento attuale del laboratorio di simulazione

Per quanto riguarda la parte grafica, il laboratorio VISLAB del CETENA, recentemente rinnovato e in via di sviluppo di ulteriori dotazioni, è attrezzato con un sistema di schermi che consentono la



Pagine / Sheets	Report n.	Rev.	Titolo / Title
8 / 73	14698	00	Consulenza ingegneristica eventi MOBY PRINCE

visualizzazione tridimensionale dello scenario portuale, della nave in simulazione e degli eventuali rimorchiatori in ausilio alla nave (Fig. 1).

Inoltre, una postazione laterale consente la visione (tramite visore HMD 3D stereoscopico tipo **Oculus Rift**) dello stesso scenario 3D dal punto di vista esterno, ad esempio posto su un'aletta della nave. Si veda la seguente Fig. 2.



Fig. 2 Simulatore di manovra – Postazione con visore HMD 3D dedicato alla visuale dalle alette