

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale ex D. Lgs 152/2006

PROGETTO DEFINITIVO E STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

HUB ENERGETICO **AGNES ROMAGNA 1&2** UBICATO NEL TRATTO DI MARE ANTISTANTE LA COSTA EMILIANO-ROMAGNOLA E NEL COMUNE DI RAVENNA

Titolo:

RELAZIONE TECNICA SULLA VALUTAZIONE DEI RISCHI DELLA NAVIGAZIONE MARITTIMA

Codice identificativo:

AGNROM_SIA-R_NRA

Proponente:



Agnes S.r.l.
P. IVA: 02637320397



Autore del documento:

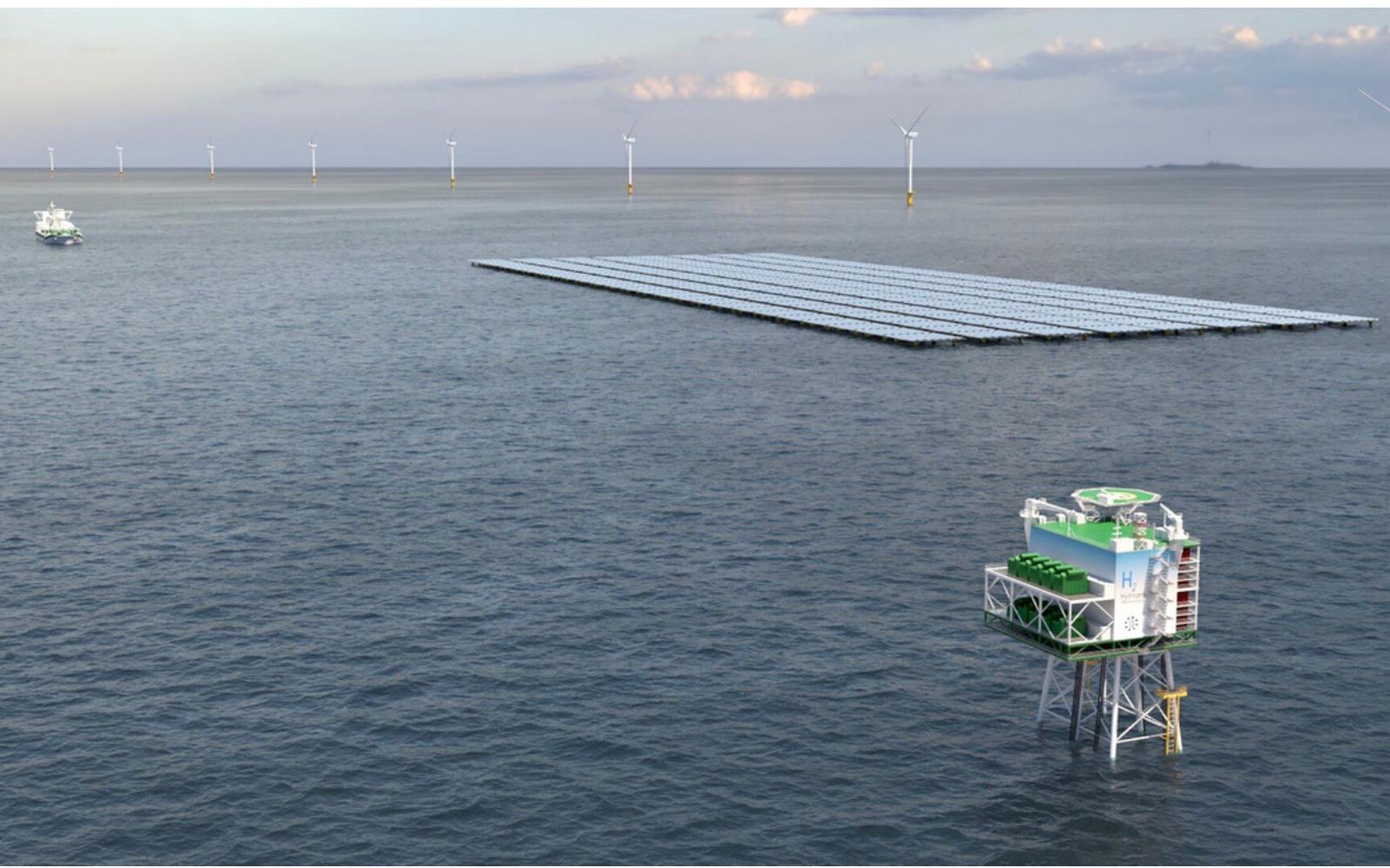


GOLDER

WSP Italia S.r.l.
P. IVA: 3674811011



Aqua Engineering S.r.l.
P. IVA: 03592220275



DETTAGLI DEL DOCUMENTO

Titolo documento	Relazione tecnica sulla valutazione dei rischi della navigazione marittima
Codice documento	AGNROM_SIA-R_NRA
Titolo progetto	Hub energetico Agnes Romagna 1&2
Codice progetto	AGNROM
Data	21/01/2023
Versione	1.0
Autore/i	P. Forti
Tipologia elaborato	Relazione
Cartella	VIA_3
Sezione	Studio d'Impatto Ambientale
Formato	A4

VERSIONI

1.0	00	P. Forti	G. Torchia	AGNES	Emissione finale
Ver.	Rev.	Redazione	Controllo	Emissione	Commenti

FIRME DIGITALI



Agnes S.r.l.

Via Del Fringuello 28, 48124 Ravenna (IT)

Questo documento è di proprietà di Agnes S.r.l.
Qualunque riproduzione, anche parziale, è vietata senza la sua preventiva autorizzazione.
Ogni violazione sarà perseguita a termini di legge.



SOMMARIO

INDICE DELLE FIGURE	3
INDICE DELLE TABELLE	4
LISTA DEGLI ACRONIMI	5
1. INTRODUZIONE	6
1.1 SCOPO DEL DOCUMENTO.....	7
2. DATI DI RIFERIMENTO.....	8
2.1 AREA DI INTERESSE.....	8
2.2 CAMPO EOLICO	9
2.3 TRAFFICI NAVALI	10
2.4 DATI METEOMARINI	10
3. METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO	12
3.1 CRITERI GENERALI	12
3.2 CRITERI DI RISCHIO SPECIFICI	13
3.2.1 COLLISIONE DI NATANTI CON LE INFRASTRUTTURE OFFSHORE	13
3.2.2 INTERAZIONE DEI TRAFFICI MARITTIMI CON I CAVI SOTTOMARINI	14
3.3 PROCEDURA DI ANALISI	14
3.4 CRITERI DI TOLLERABILITÀ AL RISCHIO	15
4. ANALISI DEI DATI DI TRAFFICO	16
4.1 CARATTERIZZAZIONE DEI NATANTI.....	16
4.2 FREQUENZA E DIREZIONE DEI TRAFFICI.....	18
4.3 ENERGIA DI IMPATTO.....	21
5. VALUTAZIONE DEGLI EVENTI ACCIDENTALI	24
5.1 GENERALITÀ	24
5.2 RISCHIO DI COLLISIONE CON LE INFRASTRUTTURE	24
5.2.1 VALUTAZIONE DELLE FREQUENZE DI COLLISIONE PER NAVI COMMERCIALI	24
5.2.2 VALUTAZIONE DELLE FREQUENZE DI COLLISIONE PER LE NAVI LEGATE AL CAMPO	27
5.3 VALUTAZIONE DEI DANNI DA IMPATTO SULLE INFRASTRUTTURE.....	28
5.3.1 NAVI COMMERCIALI DI PASSAGGIO.....	28
5.3.2 NAVI DI SERVIZIO	29
5.4 IMPATTI SU ELETTRODOTTI.....	29
5.4.1 OPERAZIONI DI PESCA	30
5.4.2 CADUTA OGGETTI FUORI BORDO.....	30
5.4.3 POSA DI ANCORE.....	31
6. RISULTATI	32
6.1 COLLISIONE DELLE NAVI DI PASSAGGIO	32



6.2	COLLISIONE DELLE NAVI DI SERVIZIO AL CAMPO	32
6.2.1	COLLISIONI "AD ALTA ENERGIA"	32
6.2.2	COLLISIONI "A BASSA ENERGIA"	33
6.3	IMPATTO SU ELETTRODOTTI	34
7.	CONCLUSIONI	36
8.	CONSIDERAZIONI AGGIUNTIVE.....	38
	BIBLIOGRAFIA	40



Indice delle figure

FIGURA 1: AREE IN ESAME.....	8
FIGURA 2: INGRESSO AL PORTO DI RAVENNA.....	9
FIGURA 3: MATRICE DI RISCHIO - TIPICA	13
FIGURA 4: AREA DI PASSAGGIO NAVI COMMERCIALI.	26
FIGURA 5: AREA DI PASSAGGIO NAVI COMMERCIALI – FUTURA CANALIZZAZIONE.....	38



Indice delle tabelle

TABELLA 1: DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DELLE ONDE IN ALTO ADRIATICO	10
TABELLA 2: CODICI NATANTI AIS.....	17
TABELLA 3: CODICI AIS NATANTI – GRUPPI PRINCIPALI.....	18
TABELLA 4: DIMENSIONI TIPICHE NATANTI.....	18
TABELLA 5: VELOCITÀ TIPICHE NATANTI	18
TABELLA 6: NUMERO NAVI PRESENTI NELL’AREA DI RILEVAZIONE – COME DA FIGURA 4	20
TABELLA 7: NUMERO NAVI PRESENTI NELL’AREA – PER GRUPPI	21
TABELLA 8: ENERGIA DI IMPATTO GLOBALE – PER TIPOLOGIA DI NAVE.....	23
TABELLA 9: ENERGIA DI IMPATTO - GLOBALE.....	23
TABELLA 10: PASSAGGI PER ANNO – NAVI COMMERCIALI.....	25
TABELLA 11: DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DEI LIVELLI DI DANNO PER NAVI COMMERCIALI DI PASSAGGIO	29
TABELLA 12: FREQUENZA DI COLLISIONE CON NAVI DI PASSAGGIO	32
TABELLA 13: FREQUENZA DANNI DA COLLISIONE CON NAVI DI PASSAGGIO.....	32
TABELLA 14: FREQUENZA DI COLLISIONE AD “ALTA ENERGIA”	33
TABELLA 15: FREQUENZA DANNI DA IMPATTO AD “ALTA ENERGIA”	33
TABELLA 16: FREQUENZA DI COLLISIONE A “BASSA ENERGIA”	34
TABELLA 17: FREQUENZA DANNI DA COLLISIONE A “BASSA ENERGIA” – LANCE TRAPORTO PERSONALE	34
TABELLA 18: FREQUENZA DANNI DA COLLISIONE A “BASSA ENERGIA” – MEZZI DI SUPPORTO.....	34
TABELLA 19: FREQUENZA DANNI SU ELETTRODOTTI – CADUTA OGGETTI.....	35
TABELLA 20: FREQUENZA DANNI SU ELETTRODOTTI – ANCORE.....	35
TABELLA 21: FREQUENZA DANNI SU INFRASTRUTTURE - GLOBALE	36
TABELLA 22: FREQUENZA DANNI SU ELETTRODOTTI – GLOBALE.....	36



LISTA DEGLI ACRONIMI

AIS	Automatic Identification System
Dir	Direzione
DP	sistema di posizionamento dinamico (Dynamic Positioning System)
DSV	Diving Support Vessel
Hs	Altezza significativa dell'onda
L	lunghezza
B	larghezza
D	pescaggio
Disl	dislocamento
E	energia di impatto
V	velocità



1. INTRODUZIONE

Il Progetto Romagna 1&2 è relativo alla installazione e messa in esercizio di un hub energetico localizzato in parte nel tratto di mare antistante la costa emiliano-romagnola e in parte nell'area del Comune di Ravenna. Agnes S.r.l. è la società ideatrice e proponente del progetto, con sede a Ravenna (RA).

L'hub presenta caratteristiche altamente innovative, in primis l'integrazione di impianti a mare di produzione di energia da fonte solare ed eolica, la cui elettricità viene trasmessa a terra per tre diverse finalità tra loro non mutualmente esclusive:

1. immissione nella Rete di Trasmissione Nazionale;
2. stoccaggio in sistemi di immagazzinamento con batterie agli ioni di litio;
3. produzione di idrogeno verde per mezzo del processo di elettrolisi.

Agnes S.r.l., nell'espletamento dei servizi sopra indicati, intende perseguire i seguenti obiettivi generali:

- assicurare che il servizio sia erogato con carattere di sicurezza, affidabilità e continuità nel breve, medio e lungo periodo, nel rispetto degli atti di indirizzo emanati dal Ministero e delle direttive impartite dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas;
- concorrere a promuovere, nell'ambito delle sue competenze e responsabilità, la tutela dell'ambiente e la sicurezza degli impianti.

Le opere del Progetto sono nello specifico:

- un impianto eolico off-shore composto da 25 aerogeneratori da 8 MWp cadauno, per una capacità complessiva di 200 MWp ("Romagna 1");
- un impianto eolico off-shore composto da 50 aerogeneratori da 8 MWp cadauno, per una capacità complessiva di 400 MWp ("Romagna 2");
- un impianto fotovoltaico da 100 MWe di tipologia galleggiante;

ed opere di connessione costituite da:

- due stazioni elettriche di trasformazione 66/220 kV off-shore;
- una stazione elettrica di trasformazione 380/220/30/0,4 kV on-shore (SSE Agnes Ravenna Porto) con opere connesse tra cui un impianto di accumulo di energia di capacità fino a 50 MWe ed un impianto di produzione idrogeno per mezzo di elettrolizzatori;
- elettrodotti marini di inter-array da 66 kV ed export da 220kV, una buca giunti terra-mare per cavi export da 220 kV, cavi export terrestri a 220 kV per la trasmissione dell'energia generata dagli impianti eolici e fotovoltaico alla SSE Agnes Ravenna Porto e da questa, mediante cavi export terrestri a 380 kV alla Stazione Elettrica Terna "La Canala", individuata come punto di connessione alla RTN.

La società proponente ha iniziato a svolgere analisi di fattibilità tecnico-economiche dal 2017 e da allora sono stati compiuti notevoli sforzi di progettazione per gestire le complessità dettate dalle innovazioni



tecnologiche proprie degli impianti e maturare le scelte tecniche in base alle esigenze e gli input degli stakeholder.

Nel gennaio del 2021 Agnes ha avviato ufficialmente l'iter di autorizzazione del Progetto, ai sensi dell'art. 12 del D.lgs 387/2003 e secondo quanto disposto dalla circolare n. 40/2012 del MIT (ora MIMS). È stato superato con esito positivo la prima fase del complesso iter, ovvero l'istruttoria di Concessione Demaniale Marittima ai sensi dell'art. 36 del Codice Della Navigazione, in cui hanno espresso parere circa 30 enti, nessuno dei quali è risultato negativo o ostantivo.

La società ha quindi proceduto con l'avanzamento dell'istanza di Valutazione di Impatto Ambientale (D. Lgs 152/2006), basata sullo Studio d'Impatto Ambientale e del Progetto con livello di approfondimento Definitivo, dei quali questo documento risulta parte.

1.1 Scopo del documento

Il presente documento esamina in particolare l'interazione del Progetto con i traffici marittimi nell'area, allo scopo di:

- valutare il rischio di eventi accidentali che possano avere ripercussioni sull'ambiente, sia esso quello economico, sociale (sicurezza delle persone) o naturale (impatto ecologico);
- confermare sia la sicurezza della navigazione che la salvaguardia dell'integrità delle nuove installazioni;
- individuare eventuali misure di mitigazione dei rischi.

Il documento copre i seguenti aspetti:

- acquisizione e organizzazione dei dati di traffico navale nell'area;
- individuazione della frequenza dei traffici, della tipologia dei natanti e delle possibili modalità di interazione (collisione) con le infrastrutture e gli elettrodotti;
- identificazione delle possibili conseguenze di un eventuale impatto (energie e potenziali danni)
- valutazione del rischio per le diverse fonti;
- considerazioni conclusive e raccomandazione di eventuali misure di mitigazione dei rischi.



2. DATI DI RIFERIMENTO

2.1 Area di interesse

Il progetto prevede l'installazione di un campo eolico offshore, nel tratto di mare prospiciente il porto di Ravenna (Figura 2) ad una distanza minima indicativa da costa di 26 km.

Il Progetto, per quanto riguarda il comparto marittimo, è suddiviso in due aree (Figura 1).

- L'area Romagna 1, comprensiva di 25 aerogeneratori, collocata in direzione E/SE rispetto all'ingresso del porto di Ravenna.
- L'area Romagna 2, comprensiva di 50 aerogeneratori, collocata in direzione E/NE rispetto all'ingresso del porto di Ravenna.

Il campo riporta, a livello schematico:

- L'involuppo della posizione dei generatori (linee nere curve) con le relative distanze principali.
- Le aree di rispetto attorno ai due campi eolici (linee rosse).
- L'area di rilevazione dei traffici navali (linee nere di contorno).
- L'area interessata prevalentemente da natanti in transito (area tratteggiata) – ad est della latitudine 13° E.
- La linea di costa (linea inclinata con inclinazione N-S, a sinistra nella figura seguente).
- Il tracciato degli elettrodotti principali (in verde).

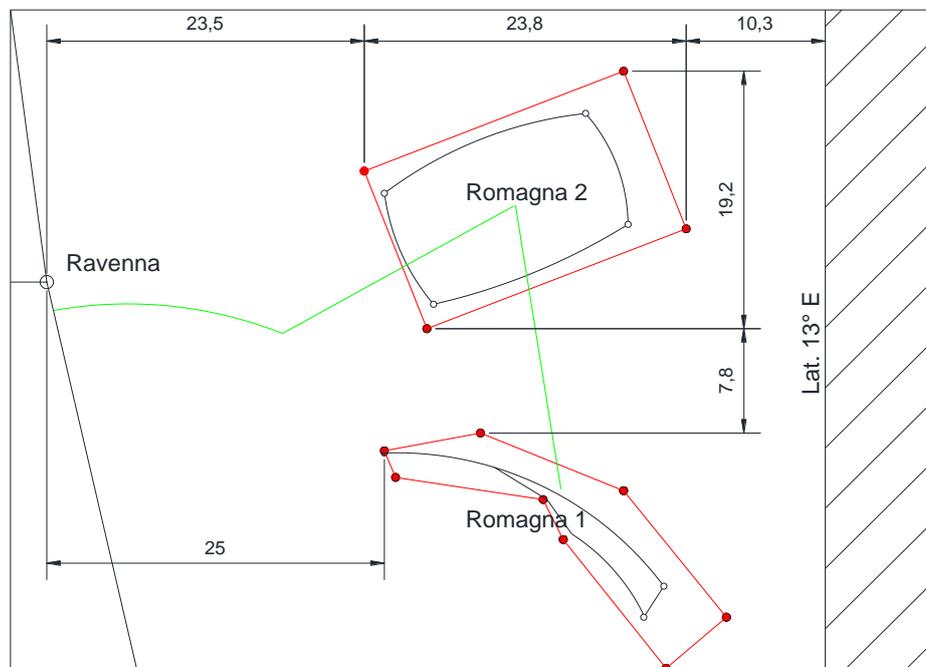


Figura 1: Aree in esame

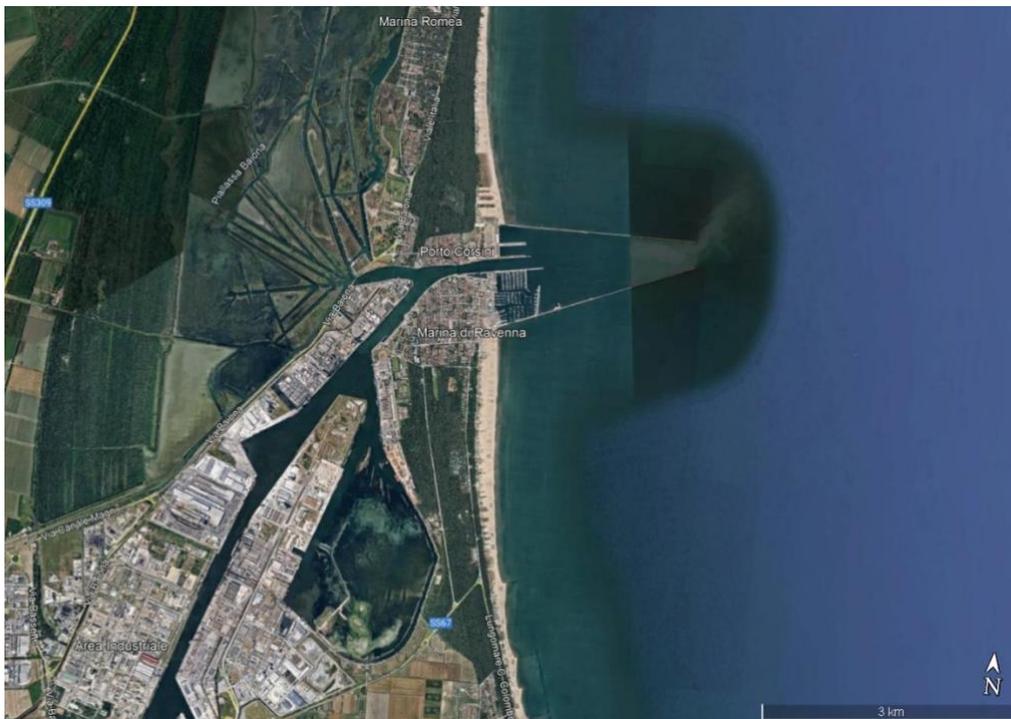


Figura 2: Ingresso al porto di Ravenna

2.2 Campo eolico

I generatori eolici sono distanziati di circa 2 km uno dall'altro.

L'area occupata dai generatori, tenuto conto di opportune distanze di rispetto, si estende approssimativamente tra le seguenti coordinate (max-min location):

Romagna 2 44°38'4" N – 44°27'42" N - distanza massima tra i punti estremi = 19.2 km
 12°52'20" E – 12°34'36" E - distanza massima tra i punti estremi = 23.8 km
Area complessiva = 260 km²

Romagna 1 44°23'30" N – 44°14'2" - distanza massima tra i punti estremi = 25.3 km
 12°54'33" E – 12°35'42" E - distanza massima tra i punti estremi = 17.5 km
Area complessiva = 127 km²

La distanza minima tra le due aree è di circa 8.5 km.

L'ingresso al porto di Ravenna si trova in un punto di coordinate indicative seguenti:

44°29'35" N – 12°17'6" E

Le due aree di produzione sono collegate tra loro con un elettrodotto che si sviluppa in direzione N-S e copre una distanza libera di circa 15 km. L'area 2 è collegata a terra mediante un altro elettrodotto che si sviluppa



inizialmente in direzione SW e successivamente in direzione W-NW per una lunghezza complessiva in acque libere (al di fuori dell'area di rispetto) di circa 30 km.

2.3 Traffici navali

I traffici navali sono stati elaborati a partire da un database AIS, che contiene la registrazione delle posizioni, direzioni e velocità delle navi ad intervalli regolari. I dati sono stati forniti dal Comando Generale del Corpo delle Capitanerie di Porto.

È stato usato come riferimento il database riferito al 2019, ultimo anno prima dell'avvento della pandemia di covid-19, ritenuto il più rappresentativo dei traffici attuali e nel futuro prossimo.

L'area coperta dai dati utilizzati, raffigurata dal contorno più esterno della Figura 1, si estende approssimativamente tra le seguenti coordinate 44°40'00" N – 44°14'0" N e 13°6'00" E – 12°15'00" E, coprendo un'area (lorda) di circa 3400 km², di cui 420 km² a est della latitudine 13° (evidenziata con tratteggio nella Figura 1, prevalentemente interessata da natanti in transito verso/da il Nord Adriatico).

Tale area, rappresentata dal contorno più esterno della Figura 1, è significativamente più estesa dell'area di interesse del nuovo impianto.

Tuttavia, in considerazione della variabilità delle rotte dei natanti nell'area e di possibili future modifiche anche a seguito della presenza delle nuove infrastrutture, si è ipotizzato conservativamente che tutti i natanti presenti nell'area (ad eccezione di quelli definiti "in transito") attraversino il braccio di mare che separa i due campi o si trovino nelle immediate vicinanze. Si è invece esclusa la possibilità che i natanti di passaggio attraversino i due campi, ad eccezione di quelli di servizio alle infrastrutture. L'assunzione risulta sicuramente molto cautelativa, assicurando adeguati margini anche nei confronti di possibili future variazioni nella gestione del traffico marittimo.

2.4 Dati meteomarini

Per gli scopi del presente studio si riporta la distribuzione statistica degli stati di mare, ricavati da un rapporto Snamprogetti dell'Adriatico (rif. 6 in Bibliografia). Dati simili sono ricavabili dal report Arpae (rif. 7 in Bibliografia) e dai dati registrati dalla boa ondometrica Nausicaa.

La distribuzione direzionale delle altezze d'onda significative per direzione di provenienza è riportata in Tabella 1, sotto forma di probabilità di occorrenza (i valori di Hs riportati in ascissa indicano il limite superiore di ciascuna classe).

Tutte le fonti indicano una prevalenza degli stati di mare dalle direzioni ENE – ESE con altezze significative massime dell'ordine di 4 m.

Tabella 1: distribuzione direzionale delle onde in Alto Adriatico



Relazione tecnica sulla valutazione dei rischi della navigazione marittima
 AGNROM_SIA-R_NRA

Dir (°N)	Hs (m)												totale	
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	> 5,5		
0	3,82	1,05	0,32	0,06	0,04	0	0,02	0	0	0	0	0	0	5,31
30	4,17	1,42	0,48	0,34	0,06	0,11	0,02	0,02	0	0	0	0	0	6,62
60	9,09	3,35	1,58	0,76	0,22	0,06	0	0,04	0	0	0	0	0	15,1
90	5,08	1,14	0,59	0,15	0,06	0,04	0	0	0	0	0	0	0	7,06
120	3,31	0,74	0,3	0,08	0,06	0	0,02	0,04	0	0	0	0	0	4,55
150	7,29	2,38	0,78	0,15	0,11	0,05	0,02	0,02	0	0	0,02	0	0	10,82
180	4,03	0,93	0,25	0,17	0,13	0,04	0	0	0	0	0	0	0	5,55
210	1,48	0,42	0,02	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,94
240	3,25	0,82	0,38	0,13	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0	4,62
270	2,74	0,46	0,11	0,06	0,02	0,02	0	0	0	0	0	0	0	3,41
300	2,13	0,34	0,08	0,04	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	2,61
330	5,52	0,89	0,34	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,79
calme	25,62													25,62
totale	77,53	13,94	5,23	2	0,72	0,36	0,08	0,12	0	0	0,02	0	0	100



3. METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO

3.1 Criteri generali

In generale le analisi di rischio sono finalizzate a valutare frequenza e conseguenze di eventi accidentali e a definire un livello complessivo di rischio (o “matrice di rischio”) che permetta di associare ad ogni combinazione frequenza/gravità il relativo grado di accettabilità.

L’analisi di rischio prevede perciò i seguenti passi:

- Individuazione della frequenza di occorrenza degli eventi accidentali. Tale valutazione può essere basata su dati statistici, disponibili per tipologie standard di incidenti, su risultati di modelli dedicati e più o meno semplificati degli scenari incidentali, su rilevazioni pregresse dello stesso scenario incidentale.
- Valutazione delle conseguenze di ogni evento accidentale: l’analisi può essere basata su valutazione qualitative o semi empiriche, ancora basate su dati statistici, o sul calcolo diretto delle conseguenze derivanti da tipici scenari incidentali.
- Suddivisione delle frequenze e delle conseguenze in un certo numero di classi rappresentative (rispettivamente per intervalli di probabilità e grado di gravità) ed assegnazione ad ogni classe di un punteggio (di norma crescente al crescere della probabilità o della gravità).
- Determinazione di classi di rischio, definite come prodotto dei punteggi assegnati a frequenza e gravità.
- Associazione dei punteggi così ottenuti al livello di accettabilità.

La valutazione numerica può essere sostituita da corrispondenti definizione qualitative, con il medesimo significato.

La tabella così ottenuta, di cui si riporta un esempio tipico in Figura 3, consente di definire l’accettabilità di un certo livello di rischio, in relazione a specifici parametri di valutazione (economica, sociale, ambientale, ecc.) e quindi di valutare la necessità di implementazione di modifiche o migliorie progettuali atte a ridurre il rischio stesso.

In particolare, si definiscono tre soglie di accettabilità del rischio:

- Rischio basso o accettabile (parte inferiore della matrice), ovvero combinazione di frequenze e conseguenze tollerabili per l’ambiente nel suo complesso (sia esso quello fisico, economico o sociale). Si tratta di norma di eventi poco probabili associati a conseguenze di limitata gravità (perdite economiche contenute, danni reversibili all’ambiente, nessuna o minori conseguenze per la vita delle persone, limitate ripercussioni di immagine). Gli eventi che ricadono in questa zona possono essere accettati senza ulteriori misure progettuali od operative.
- Rischio medio, ovvero combinazioni di frequenza e conseguenze relativamente importanti per l’ambiente (perdite economiche consistenti, danni significativi all’ecosistema, danni alle persone, gravi danneggiamenti con perdita di funzionalità). Tali eventi richiedono di norma l’adozione di misure di mitigazione finalizzate a minimizzare il rischio complessivo, nei limiti di quanto



ragionevolmente possibile (definita con termine anglosassone come “*alarp*” ovvero “*as low as reasonable possible*”).

- Rischio alto, ovvero combinazione di frequenze e severità che determina conseguenze inaccettabili per l’ambiente (distruzione dell’opera, perdita di vite umane, danni irreversibili all’ecosistema, gravi perdite economiche e di immagine, etc).

Frequenza	Severità				
	Trascurabile	Bassa	Media	Grave	Molto grave
Molto alta					
Alta					
Media					
Bassa					
Trascurabile					

Figura 3: Matrice di rischio - tipica

3.2 Criteri di rischio specifici

I criteri generali possono essere applicati anche al progetto in esame, identificando i rischi specifici di questa attività.

Gli eventi accidentali legati al traffico marittimo nell’area e alla sua interazione con le infrastrutture, comprendono due diverse categorie di interazione:

- a) collisione di un natante con le infrastrutture.
- b) danneggiamento dei cavi elettrici (cavidotti).

3.2.1 Collisione di natanti con le infrastrutture offshore

La probabilità di collisione di un natante con una infrastruttura dipende da diversi fattori, che includono

- densità dei natanti nell’area (numero di natanti per unità di superficie);
- vicinanza delle rotte commerciali alle infrastrutture;
- velocità dei natanti;
- presenza di sistemi di allerta e di intervento;
- difficoltà di manovra nell’area;
- errori umani.

Le conseguenze di una eventuale collisione includono, in ordine crescente di gravità:

- contatto a bassa energia, assorbibile da sistemi elastici posti sulle infrastrutture (nessun danno alle strutture, lievi danni ai natanti) – danno insignificante;



- contatto con danni localizzati alle infrastrutture e ai natanti, senza conseguenze apprezzabili per la sicurezza dei natanti stessi e l'operatività del sistema di generazione elettrica - limitati impatti economici – danno minore;
- contatto con danni significativi alle infrastrutture e ai natanti, con potenziale sversamento di sostanze inquinanti e lesioni alle persone - importanti impatti economici – danno medio;
- contatto con danni rilevanti alle infrastrutture e ai natanti, con necessità di interventi urgenti di soccorso, riparazione e ripristino; danni alle persone, possibili inquinamenti estesi – gravi impatti economici – danno grave;
- contatto con perdita totale dell'infrastruttura (collasso) e gravissimi danni ai natanti, incluso il possibile affondamento e danni irreversibili per l'ambiente e le persone (perdite di vite umane, grave inquinamento) - danni economici ingentissimi – danno catastrofico.

3.2.2 Interazione dei traffici marittimi con i cavi sottomarini

La probabilità di eventi accidentali relativi ai cavi elettrici sottomarini è dipendente da:

- densità dei natanti nell'area (numero di natanti per unità di superficie) e passaggio sulla verticale dei cavi;
- possibilità di avaria dei natanti (posa di ancore);
- operazioni a bordo dei natanti (caduta accidentale di oggetti);
- ormeggio dei natanti nell'area;
- pesca a strascico.

Le conseguenze di un eventuale evento accidentale possono comportare:

- aggancio e spostamento del cavo, senza particolari conseguenze – danno insignificante o minore
- schiacciamento del cavo con possibili danni superficiali o parziale perdita di integrità funzionale – danno medio
- rottura del cavo, con perdita totale della sua capacità funzionale – danno grave o catastrofico.

Le potenziali conseguenze sul cavo sono strettamente correlate alla esposizione del cavo, risultando molto meno gravose in caso di interro dello stesso e proporzionalmente ridotte all'aumentare della profondità di interro.

3.3 Procedura di analisi

La metodologia di analisi comprende:

- Individuazione dei natanti che attraversano l'area prospiciente il campo eolico, con particolare riferimento a tipologia, dimensioni, velocità e rotta.
- Valutazione della probabilità di collisione con le infrastrutture sulla base di dati di letteratura relativi alla frequenza di collisione dei natanti.



- Stima dell'energia di impatto in funzione delle dimensioni e velocità dei natanti e valutazione delle conseguenze strutturali (limitatamente ai danni alle infrastrutture di fondazione – jacket o monotubolari).
- Calcolo del livello di rischio complessivo e valutazione della sicurezza del Progetto dal punto di vista dell'interazione con il traffico marittimo.
- Definizione di eventuali misure di mitigazione.

3.4 Criteri di tollerabilità al rischio

Lo scopo di questo studio è quello di individuare scenari credibili di impatto delle imbarcazioni e valutare i rischi per le infrastrutture ovvero fornire indicazioni per le strutture di fondazione (Jackets – monotubolari).

Con riferimento alle navi in transito, si può ritenere che, a causa delle loro grandi dimensioni e stazza, non è possibile prevedere adeguate misure di progettazione della struttura di fondazione per mitigare le conseguenze legate all'impatto di una nave in navigazione. Per questi scenari, è necessario assumere che il rischio associato a un potenziale impatto sia indipendente dalla configurazione strutturale e pertanto un parametro univoco per ciascuna unità. Per le navi di passaggio, le misure di riduzione del rischio possono quindi essere basate unicamente su interventi organizzativi e logistici, quali un rilevamento efficace della presenza dei natanti e delle infrastrutture, l'intervento di eventuali mezzi di sorveglianza e soccorso e buone comunicazioni con l'equipaggio.

Per contro le strutture di fondazione possono essere dimensionate per resistere agli urti a bassa energia, anche mediante predisposizione di idonei sistemi di assorbimento di energia (*fenders, bumpers*) in grado di limitare i danni alle strutture.

Al fine di valutare il rischio di eventuali impatti è necessario assegnare dei target di accettabilità, ovvero una combinazione di probabilità di occorrenza e gravità delle conseguenze che non rappresenti una criticità per il progetto o per l'ambiente circostante.

Come prassi negli impianti offshore il limite di accettabilità per la frequenza cumulativa deve essere fissato pari a 1.00E-04 eventi/anno (**TARGET**), a prescindere dalla gravità delle conseguenze. Solamente eventi con conseguenze insignificanti o minori possono registrare una frequenza superiore: nel caso specifico si ritiene che eventi con conseguenze di media gravità possano essere accettate con frequenze fino a 1.00E-03, mentre solo eventi insignificanti o minori potranno raggiungere frequenze ancora più elevate.



4. ANALISI DEI DATI DI TRAFFICO

4.1 Caratterizzazione dei natanti

Il data base dell'AIS contiene le indicazioni di posizione e velocità trasmesse con cadenza di pochi minuti da ciascun natante presente nell'area in esame.

Si è fatto riferimento ai dati del 2019, considerati al momento i più affidabili per il progetto, non essendo influenzati dalle conseguenze transitorie della pandemia sui traffici marittimi stessi. Si assume che gli stessi dati siano validi anche per il prossimo futuro, ad eccezione di quanto discusso in questo documento per l'istituzione di un nuovo schema di separazione del traffico in vigore da settembre 2022.

Dal database è stato possibile estrarre tutti i natanti che hanno attraversato almeno una volta l'area di rilevamento, individuando per ciascuno di essi la classe di appartenenza, la posizione nel tempo, la direzione e la velocità.

La classe dei natanti fa riferimento alla classificazione AIS, che suddivide tutto il naviglio in 100 classi, come da Tabella 2. Ai fini del presente studio le classi sono state poi raggruppate in 5 sottogruppi principali, definiti in Tabella 3.

A partire dai dati di navi tipiche presenti nell'area nell'anno di riferimento, si sono identificate le dimensioni tipiche di ciascun gruppo, in termini di valori massimi, minimi e medi delle dimensioni principali e del relativo dislocamento, stimato in base alle tipologie di nave (Tabella 4).

A ciascun gruppo è stato infine associato anche un campo di velocità tipico, parzialmente desunto dagli stessi dati AIS (

Tabella 5).



Tabella 2: codici natanti AIS

Classe	denominazione AIS	Classe	denominazione AIS
99	Other Type, no additional information	59	Noncombatant ship according to RR Resolution No. 18
98	Other Type, Reserved for future use	58	Medical Transport
97	Other Type, Reserved for future use	57	Spare - Local Vessel
96	Other Type, Reserved for future use	56	Spare - Local Vessel
95	Other Type, Reserved for future use	55	Law Enforcement
94	Other Type, Hazardous category D	54	Anti-pollution equipment
93	Other Type, Hazardous category C	53	Port Tender
92	Other Type, Hazardous category B	52	Tug
91	Other Type, Hazardous category A	51	Search and Rescue vessel
90	Other Type, all ships of this type	50	Pilot Vessel
89	Tanker, No additional information	49	High speed craft (HSC), No additional information
88	Tanker, Reserved for future use	48	High speed craft (HSC), Reserved for future use
87	Tanker, Reserved for future use	47	High speed craft (HSC), Reserved for future use
86	Tanker, Reserved for future use	46	High speed craft (HSC), Reserved for future use
85	Tanker, Reserved for future use	45	High speed craft (HSC), Reserved for future use
84	Tanker, Hazardous category D	44	High speed craft (HSC), Hazardous category D
83	Tanker, Hazardous category C	43	High speed craft (HSC), Hazardous category C
82	Tanker, Hazardous category B	42	High speed craft (HSC), Hazardous category B
81	Tanker, Hazardous category A	41	High speed craft (HSC), Hazardous category A
80	Tanker, all ships of this type	40	High speed craft (HSC), all ships of this type
79	Cargo, No additional information	39	Reserved
78	Cargo, Reserved for future use	38	Reserved
77	Cargo, Reserved for future use	37	Pleasure Craft
76	Cargo, Reserved for future use	36	Sailing
75	Cargo, Reserved for future use	35	Military ops
74	Cargo, Hazardous category D	34	Diving ops
73	Cargo, Hazardous category C	33	Dredging or underwater ops
72	Cargo, Hazardous category B	32	Towing: length exceeds 200m or breadth exceeds 25m
71	Cargo, Hazardous category A	31	Towing
70	Cargo, all ships of this type	30	Fishing
69	Passenger, No additional information	29	Wing in ground (WIG), Reserved for future use
68	Passenger, Reserved for future use	28	Wing in ground (WIG), Reserved for future use
67	Passenger, Reserved for future use	27	Wing in ground (WIG), Reserved for future use
66	Passenger, Reserved for future use	26	Wing in ground (WIG), Reserved for future use
65	Passenger, Reserved for future use	25	Wing in ground (WIG), Reserved for future use
64	Passenger, Hazardous category D	24	Wing in ground (WIG), Hazardous category D
63	Passenger, Hazardous category C	23	Wing in ground (WIG), Hazardous category C
62	Passenger, Hazardous category B	22	Wing in ground (WIG), Hazardous category B
61	Passenger, Hazardous category A	21	Wing in ground (WIG), Hazardous category A
60	Passenger, all ships of this type	20	Wing in ground (WIG), all ships of this type
		0 - 19	Reserved for future use



Tabella 3: codici AIS natanti – gruppi principali

classe	denominazione
90 - 99	altri tipi
80 - 89	tankers
70 - 79	cargo
60 - 69	passengeri
50 - 59	tugs e mezzi di servizio
30	pescherecci
0-29	altri tipi

Tabella 4: dimensioni tipiche natanti

classe		Lunghezza			Larghezza			Pescaggio			dislocamento		
		min (m)	max (m)	media (m)	min (m)	max (m)	media (m)	min (m)	max (m)	media (m)	min (t)	max (t)	medio (t)
90 - 99	altri tipi												
80 - 89	tankers	100	285	150	17	44	23	7	14	10	10000	150000	20700
70 - 79	cargo	110	230	150	12	40	20	5	12	7	5000	100000	12000
60 - 69	passengeri	185	320		26	44		6	8,5		20000	100000	
50 - 59	tugs e servizio	29	65	32	9	16	11	3	6	5,5	500	4000	1500
30	pescherecci	16	30	25	5	7	6	2,5	4	3	150	600	300

Tabella 5: velocità tipiche natanti

classe		max (nodi)	media (nodi)
90 - 99	altri tipi		
80 - 89	tankers	15	10
70 - 79	cargo	16	12
60 - 69	passengeri	22	20
50 - 59	tugs e servizio	10	7
30	pescherecci	10	5

4.2 Frequenza e direzione dei traffici

Le seguenti Tabella 6 e Tabella 7 riportano il numero di navi registrate nel 2019 nell'intera area (come definita al capitolo 4.1), suddivise per mese e per classe AIS (o per gruppi principali).

Alcune navi dei gruppi "cargo" e tankers" sono transitate nello stesso periodo più volte nell'area, rispettivamente in entrata ed uscita dal porto di Ravenna: si può ipotizzare che il numero effettivo di passaggi (in una singola direzione) aumenti quindi del 35% rispetto ai dati riportati nelle tabelle citate che non tengono conto del passaggio in entrata ed uscita in un breve arco temporale.



La maggior parte del traffico nell'area è relativo a navi commerciali che afferiscono al vicino porto di Ravenna (navi "cargo", "tankers" e "pescherecci").

In fase di ingresso al porto di Ravenna, esse attraversano l'area per avvicinarsi all'imboccatura del canale di accesso con una rotta inizialmente in direzione 240-270 °N, per poi ruotare in prossimità della costa in direzione W-SW per imboccare il canale (quest'ultimo tratto fuori dell'area di interesse delle infrastrutture eoliche).

In fase di uscita dal porto le navi dirigono inizialmente verso E-NE per poi ruotare in direzione E-SE nell'area di interesse.

Dai dati AIS si sono rilevate un certo numero di navi apparentemente alla fonda nell'area (circa il 10%), prevalentemente in vicinanza al porto di Ravenna.

I pescherecci seguono traiettorie più varie, incrociando più a lungo nell'area in esame, spesso a bassa velocità (inferiore a 5 nodi).

Un certo numero delle navi riportate in tabella, sono invece in transito nell'area in esame, essendo dirette o provenienti da porti dell'Alto Adriatico. In questo caso le rotte passano sempre ad Est del campo eolico ad una distanza minima non inferiore a 12 km dall'aerogeneratore più vicino, non rappresentano quindi un reale pericolo per le nuove installazioni e possono di conseguenza essere trascurate ai fini della presente analisi di rischio.

La percentuale di navi in transito nell'area (cioè non aventi come punto di partenza o di destinazione il porto di Ravenna) è pari a circa il 25% delle presenze rilevate nell'area di navi mercantili (cargo + tankers + passeggeri).

A partire da queste considerazioni si sono determinati quindi il numero di passaggi annui.

Nei passaggi navali riportati nelle tabelle citate non sono inclusi quelli dei natanti al servizio dei campi eolici, ad oggi non presenti. A questo riguardo si è assunto quanto segue:

- Nell'area opereranno regolarmente mezzi di piccole dimensioni (lance) per il trasferimento persone e ispezioni visive, con una frequenza massima stimata di 2 approdi al giorno (dislocamento tipico da 100 a 200 t).
- Un mezzo di supporto (di tipo DSV) si dirigerà e opererà nel campo almeno una volta alla settimana (dislocamento tipico da 500 a 3000 t) per interventi di manutenzione.

Tali mezzi, verosimilmente dedicati al servizio del campo eolico, opereranno di norma con condizioni di mare moderato (fino ad un massimo di $H_s = 3$ m).



Relazione tecnica sulla valutazione dei rischi della navigazione marittima
 AGNROM_SIA-R_NRA

Tabella 6: numero navi presenti nell'area di rilevazione – come da figura 4

classe	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	totale
99	3	4	2	2	7	7	7	3	2	7	4	2	50
98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
95	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	0	5
94	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
91	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
90	16	17	17	20	24	21	19	22	19	23	21	22	241
89	21	25	28	35	29	34	27	46	39	48	37	35	404
88	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	3
87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	5	2	11
84	9	9	22	16	10	11	10	11	14	14	13	8	147
83	6	4	10	4	5	10	5	4	4	6	3	6	67
82	16	17	41	16	18	20	15	23	15	18	17	16	232
81	19	21	26	12	21	25	22	19	14	18	26	19	242
80	49	56	69	62	42	54	49	58	51	73	48	56	667
79	29	31	39	32	35	27	27	20	25	33	60	32	390
78	1	0	2	2	1	1	1	1	0	0	2	1	12
77	2	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	8
76	0	1	0	2	1	3	2	0	0	0	1	2	12
75	0	0	3	0	1	0	1	0	0	0	0	2	7
74	9	9	8	9	3	9	5	3	4	8	3	4	74
73	1	5	4	0	0	2	0	0	1	1	1	1	16
72	6	4	5	2	2	2	1	2	3	0	0	2	29
71	48	52	53	56	47	55	49	48	56	62	54	56	636
70	241	258	361	263	230	241	225	217	223	289	296	240	3084
69	1	3	2	6	8	11	10	5	11	10	6	4	77
68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
64	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
61	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
60	23	24	22	34	36	49	41	43	34	41	25	18	390

classe	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	totale
59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
55	0	1	0	1	2	2	2	1	1	1	4	1	16
54	3	3	3	4	2	3	3	2	2	3	3	3	34
53	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
52	33	30	34	36	25	22	19	24	20	30	36	32	341
51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	5
39	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	3
38	3	3	3	3	2	3	2	2	2	3	3	3	32
37	0	0	0	2	7	9	10	4	6	1	0	0	39
36	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	4
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
34	0	0	2	3	3	2	0	0	2	2	3	0	17
33	2	1	1	0	2	2	0	0	2	1	0	0	11
32	3	4	2	0	1	1	0	0	0	0	0	1	12
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	284	293	187	158	162	145	116	23	117	214	176	181	2056
29	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
altre	6	4	10	4	6	6	9	7	4	6	5	7	74
totale	836	883	962	786	736	779	682	591	677	917	855	764	9468
%	8,830	9,326	10,161	8,302	7,774	8,228	7,203	6,242	7,150	9,685	9,030	8,069	100,000



Tabella 7: numero navi presenti nell'area – per gruppi

classe	denominazione	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno
90 - 99	altri tipi	19	21	19	22	32	29
80 - 89	tankers	120	132	197	145	126	154
70 - 79	cargo	337	362	476	366	320	340
60 - 69	passaggeri	24	27	24	42	44	60
50 - 59	tugs e mezzi di servizio	37	35	37	41	30	27
30	pescherecci	284	293	187	158	162	145
0-29	altri tipi	15	13	22	12	22	24
Totale		836	883	962	786	736	779

classe	denominazione	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	totale	%
90 - 99	altri tipi	26	26	23	31	26	26	300	3,17
80 - 89	tankers	129	161	137	179	149	144	1773	18,73
70 - 79	cargo	312	291	312	393	417	342	4268	45,08
60 - 69	passaggeri	51	48	46	51	31	22	470	4,96
50 - 59	tugs e mezzi di servizio	25	27	23	34	43	36	395	4,17
30	pescherecci	116	23	117	214	176	181	2056	21,72
0-29	altri tipi	23	15	19	15	13	13	206	2,18
Totale		682	591	677	917	855	764	9468	100

4.3 Energia di impatto

Le conseguenze dell'impatto di un natante su una struttura fissa sono proporzionali all'energia di impatto (a sua volta dipendente dal dislocamento della nave e dalla sua velocità) e alla capacità degli oggetti in collisione di assorbire l'energia di impatto.

Il calcolo dell'energia è stato eseguito mediante la formula:

$$E = \frac{1}{2} * M * Cm * V^2$$

Dove:

- M = dislocamento in t
- Cm = coefficiente di massa aggiunta, variabile tra 1.1 (impatto di prua) e 1.4 (impatto di lato), assunto conservativamente pari a 1.4 nei successivi calcoli
- V = velocità di impatto (in m/s)

L'energia di impatto viene assorbita in vario modo dalle strutture coinvolte (con crescente livello di energia):

- Mediante deformazione dello scafo della nave (non di specifico interesse di questo studio).
- Mediante deformazione locale di elementi elastici (ad esempio parabordi in materiale elastomerico e/o celle ad assorbimento di energia del tipo "shock cell") normalmente installati in corrispondenza



della zona di bagnasciuga di tutte le strutture offshore, con funzione appunto protettiva contro possibili urti.

- Mediante deformazione elastico ed elasto-plastica di elementi locali (ad esempio bugne degli elementi colpiti dall'urto) e cedimenti di travi e tubi secondari ad essi collegati, fino ad eventuale rottura.
- Mediante deformazione elastica della struttura globale.
- Mediante deformazione elasto-plastica fino a potenziale collasso della struttura globale.

La capacità di assorbimento dei vari elementi dipende ovviamente dalla configurazione del manufatto e dalle soluzioni costruttive adottate. Tuttavia, sulla scorta delle esperienze nel settore Oil&Gas offshore e di infrastrutture tipologicamente simili è possibile definire a livello semi-quantitativo delle soglie tipiche di energia, associando a ciascuna di essi i possibili danni.

Si può assumere che i livelli inferiori di energia (indicativamente fino a 1-2 MJ) possano essere interamente assorbiti in modo elastico dalle strutture e dai relativi sistemi di protezione, mentre energie superiori determineranno deformazioni più o meno estese delle zone interessate fino a coinvolgere progressivamente tutta la struttura.

Assumendo che, almeno per quanto riguarda i livelli più alti, l'energia associata all'impatto venga assorbita in parti uguali dal natante stesso e dalla struttura (che quindi sarà soggetta al 50% dell'energia di impatto iniziale) si possono preliminarmente identificare le seguenti classi di danno per la struttura

- Insignificante - Energia fino a 0.5 MJ: danno insignificante o nessun danno.
- Minore – energia fino a 2 MJ: danneggiamento di strutture non portanti.
- Significativo – energia fino a 10-15 MJ: lievi danni alle strutture portanti; danni significativi alle singole apparecchiature essenziali; danneggiamento grave di strutture non portanti.
- Grave - energia fino a 50 MJ: danni importanti alle strutture portanti; gravi danni alle apparecchiature essenziali.
- Catastrofico - Energia > 50 MJ: gravi deformazioni della struttura, collasso di parti strutturali principali, collasso generalizzato e perdita dell'unità.

La Tabella 8 riporta gli intervalli di energia attesa in funzione delle varie tipologie di nave esaminate (i valori minimi e massimi si riferiscono agli involucri di dislocamento e velocità).

Tabella 9 riporta i livelli globali di energia associati a varie soglie di dislocamento e velocità: le celle evidenziate in verde rappresentano soglie sostanzialmente accettabili, quelle in giallo soglie di potenziale criticità (danni importanti), mentre le celle non evidenziate rappresentano combinazioni dislocamento / velocità sicuramente non compatibili con la resistenza delle strutture (si è assunto che solamente il 50% dell'energia indicata in tabella sia assorbita dalle strutture).

A livello qualitativo, ne deriva che la collisione di natanti in transito a velocità di crociera (valori tipici 10-20 nodi) non è mai compatibile con la resistenza delle strutture, tranne che nel caso di piccole imbarcazioni (fino a 1000 t di dislocamento). Parimenti possono assorbire senza eccessivi danni solo l'impatto con natanti di



piccole o medie dimensioni (tipicamente fino a 10.000 t di dislocamento – celle evidenziate in giallo), purché l’impatto avvenga a bassa velocità (max 4 nodi per i natanti più piccoli) (celle evidenziate in verde).

Tabella 8: energia di impatto globale – per tipologia di nave

	classe	energia di impatto		
		min	max	media
		(MJ)	(MJ)	(MJ)
navi commerciali	90 - 99 altri tipi			
	80 - 89 tankers	125	4200	259
	70 - 79 cargo	90	3200	216
	60 - 69 passeggeri	1000	6000	
	50 - 59 tugs	3,1	50,0	9
	30 pescherecci	0,5	7,5	1
natanti di servizio	lance trasporto passeggeri	0,1	2,2	0,3
	-- navi di supporto	0,4	33,6	5,6

Tabella 9: energia di impatto - globale

Disl	(t)	100000	50000	10000	5000	1000	200
V	(m/s)	10	10	10	10	10	10
E	(MJ)	7000	3500	700	350	70	14
Disl	(t)	100000	50000	10000	5000	1000	200
V	(m/s)	5	5	5	5	5	5
E	(MJ)	1750	875	175	87,5	17,5	3,5
Disl	(t)	100000	50000	10000	5000	1000	200
V	(m/s)	2	2	2	2	2	2
E	(MJ)	280	140	28	14	2,8	0,56
Disl	(t)	100000	50000	10000	5000	1000	200
V	(m/s)	1	1	1	1	1	1
E	(MJ)	70	35	7	3,5	0,7	0,14



5. VALUTAZIONE DEGLI EVENTI ACCIDENTALI

5.1 Generalità

Gli impatti del traffico marittimo sulle installazioni offshore possono essere suddivisi in due categorie principali:

- la prima categoria si riferisce alla collisione tra l'installazione offshore e le navi, quindi gli scenari di impatto sono normalmente previsti sugli impianti in prossimità del livello medio del mare o sulle parti emergenti.
- la seconda categoria si riferisce alla collisione tra oggetti caduti in mare da navi in prossimità dell'installazione o all'interazione con attrezzature da pesca o con ancore che possono colpire le installazioni sottomarine (elettrodotti nel caso in esame).

5.2 Rischio di collisione con le infrastrutture

Gli impatti diretti possono essere ulteriormente distinti in:

- Collisioni in navigazione, dovute a nave che si muove nell'area in cui è presente l'impianto, seppure lungo rotte normalmente definite dall'autorità marittima e del personale di bordo a distanza di sicurezza dalle infrastrutture fisse. Questa categoria include la collisione dovuta errori di navigazione/manovra (guasti umani/tecnici), errori di mantenimento della guardia e scarsa visibilità/uso inefficace del radar (senza consapevolezza di essere in rotta di collisione da parte del comando nave).
- Collisioni alla deriva, dovute allo spostamento incontrollato della nave verso l'impianto. I fenomeni di deriva possono derivare dalla perdita di propulsione o di governo, in caso di cedimento di linee di ancoraggio o sotto l'influenza di forze ambientali estreme non controllabili dal sistema di governo.
- Piccole collisioni e "urti" accidentali durante le normali operazioni di accosto e manovra di natanti di servizio in prossimità delle infrastrutture (ad esempio per attività ispettive e manutentive).

Per questo studio si considerano le seguenti tipologie di navi:

- Navi commerciali (tutte le categorie AIS)
- Navi di servizio del campo (non presenti nella situazione attuale dell'area)

5.2.1 Valutazione delle frequenze di collisione per navi commerciali

Per il calcolo della frequenza di collisione può essere utilizzata la seguente equazione generale (rif. 3 della Bibliografia)

$$F = N \times P1 \times P2 \times P3$$

dove:



- N è il numero di navi che attraversano l'area in un anno (passaggi/anno);
- P1 è la probabilità che la nave sia in rotta di collisione nel singolo passaggio
- P2 è la probabilità di perdita del controllo a bordo della nave
- P3 è la probabilità di non avvertire o deviare una nave in rotta di collisione.

Il numero N di navi che passano nella zona è derivato dalle tabelle del capitolo 6.2 e risulta pari a circa 9.500 passaggi /anno.

Tabella 10: passaggi per anno – navi commerciali

classe	denominazione	totale	in transito	doppio passaggio	totale passaggi	%
90 - 99	altri tipi	300			300	3,1%
80 - 89	tankers	1773	443	465	1795	18,8%
70 - 79	cargo	4268	1067	1120	4321	45,3%
60 - 69	passaggeri	470	118	123	476	5,0%
50 - 59	tugs e mezzi di servizio	395			395	4,1%
30	pescherecci	2056			2056	21,5%
0-29	altri tipi	206			206	2,2%
Totale		9468	1628	1709	9549	100,0%

Assumendo conservativamente che tutte le rotte attraversino il tratto di mare compreso tra i due campi Romagna 1 e Romagna 2, l'area occupata da natanti in potenziale rotta di collisione con le infrastrutture (delimitata conservativamente dal rettangolo tratteggiato in Figura 5) ha una dimensione di 33.6 km x 8 km (nel punto più stretto), per un'area complessiva di 268.8 km².

Limitando la zona di maggiore rischio alla zona di mare più stretta tra i due campi offshore, per una larghezza di 8 km e una lunghezza di 5 km attorno alle infrastrutture più prossime, ne deriva una densità di passaggio di 257 navi/km² per anno.

Si esclude invece che sia consentita la navigazione commerciale all'interno dei campi stessi.

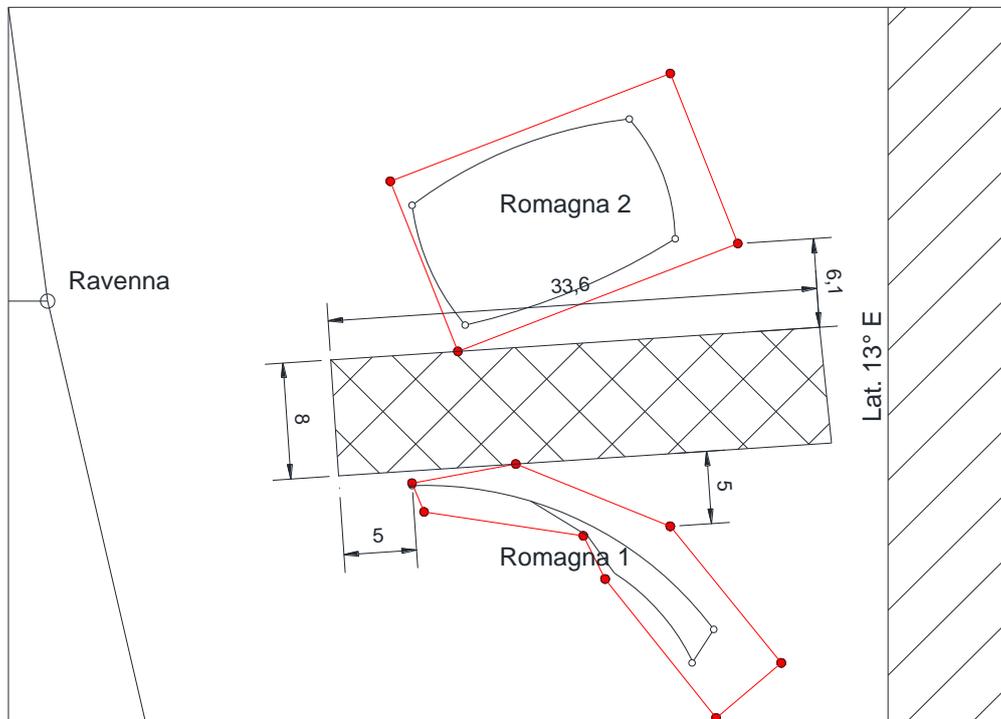


Figura 4: Area di passaggio navi commerciali.

I moderni sistemi e procedure di navigazione assicureranno che le installazioni non vengano utilizzate come obiettivo di navigazione finale e che la probabilità di una rotta di collisione sia limitata. Sulla base dell'esperienza di studi simili su installazioni fisse, si stima in via molto cautelativa che il 10 % delle navi in avvicinamento all'installazione più prossima sia in rotta di collisione, il che dà $P1 = 0,1$.

La probabilità di perdita del controllo a bordo della nave, data la rotta di collisione risulta essere $P2 = 2.E-04$ per passaggio, sulla base dei dati della Sezione 5.4.2.1 (rif 3 della Bibliografia).

Per gli eventi di impatto con nave in avvicinamento, $P3$ è stato derivato dal rif. 5 in bibliografia, considerando che non sia presente stabilmente un mezzo di allerta in prossimità dei campi. Pertanto, il valore considerato è $P3 = 1$.

Poiché i parametri considerati sono riferiti a situazioni generalizzate, sono da intendersi come ampiamente sovrastimati nel caso reale, dal momento che le navi nell'area seguono rotte sostanzialmente parallele al tratto di mare che separa i due campi, con ciò risultando molto improbabile che la rotta seguita porti ad una collisione ($P1$ è atteso nella realtà significativamente inferiore ai valori standard di letteratura). Parimenti essendo molte delle navi dirette al vicino porto di Ravenna e preparandosi per l'avvicinamento al medesimo, è altrettanto improbabile la disattenzione o mancanza di sorveglianza da parte dell'equipaggio, con una attesa riduzione del valore di $P2$. Infine, la distanza media delle navi dalle infrastrutture più vicine è di parecchie miglia, con ciò aumentando i possibili tempi di allerta dell'equipaggio ($P3 < 1$, anche in assenza di mezzi specifici).



5.2.2 Valutazione delle frequenze di collisione per le navi legate al campo

A differenza delle collisioni di navi commerciali, la dipendenza delle collisioni di navi legate all'operatività del campo è ampiamente influenzata dalle condizioni meteorologiche e dalle stesse attività sul campo.

Per la frequenza di collisione è stata utilizzata la medesima seguente equazione generale (rif. 3 della bibliografia)

$$F = N \times P1 \times P2 \times P3$$

dove:

- N è il numero di navi dirette al campo all'anno
- P1 è la probabilità che la nave sia in rotta di collisione
- P2 è la probabilità di perdita del controllo a bordo della nave
- P3 è la probabilità di non avvertire o deviare una nave in rotta di collisione

Il numero N di navi dirette al campo è così stimato:

- Lance passeggeri - 720 (due mezzi/giorno)
- Navi di supporto - 52 (1 mezzo/settimana)

Per questo studio, le collisioni tra navi interne e installazione vengono distinte nei seguenti scenari:

1. Collisione con nave che si avvicina all'installazione (Collisione in navigazione)
2. Collisione con nave che colpisce l'impianto durante le operazioni accanto all'infrastruttura.

Lo scenario di tipo 1 è considerato una collisione "ad alta energia" a causa della maggiore velocità di cui è dotata la nave (assunta pari a 8 nodi), mentre lo scenario di tipo 2 è considerato una collisione a "bassa energia" a causa della velocità prevista inferiore (massimo 2 nodi).

5.2.2.1 Collisioni "ad alta energia".

Si presume che per le navi di supporto verranno adottati moderni sistemi e procedure di navigazione al fine di garantire che l'installazione non sia utilizzata come obiettivo di navigazione finale.

In via conservativa si è assunto che la probabilità P1 della nave in collisione sia pari a 0,1 (si veda la Sezione 5.4.2).

La probabilità di perdita del controllo a bordo della nave di supporto data la rotta di collisione risulta essere $P2 = 2,70E-06$ per ciascun avvicinamento, sulla base dei dati della Sezione 4.2. Questa probabilità è significativamente inferiore rispetto alle navi di passaggio, poiché l'equipaggio di una nave di supporto dedicata che si avvicina a un'installazione è consapevole dell'esistenza dell'installazione (quindi più attento e preparato dell'equipaggio di una nave di passaggio) e molte delle navi di supporto offshore sono dotate oggi di sistemi di posizionamento dinamico e autopilota ridondati, cosa che rende estremamente improbabile la possibilità di perdita di controllo del mezzo.



Inoltre, le operazioni di avvicinamento avverranno quasi esclusivamente in condizioni diurne, con buona visibilità e condizioni meteorologiche favorevoli.

Il valore di P3 è stato assunto ancora conservativamente pari a 1 (assenza in loco di mezzi di allerta).

5.2.2.2 Collisioni "a bassa energia"

La collisione può verificarsi durante le operazioni di stazionamento a fianco di una infrastruttura.

Sebbene le navi di supporto siano in generale dotate di potenza sovrabbondante e ridondata rispetto alle esigenze di stazionamento e con sistemi di controllo sofisticati, a causa di errate manovre o in condizioni meteorologiche avverse, la nave può urtare l'impianto.

Tali scenari di impatto avvengono a bassissima velocità (inferiore ad 1 m/s).

P1 rappresenta in questo caso la probabilità di colpire la piattaforma in un qualsiasi suo punto. Poiché il mezzo normalmente staziona in corrispondenza dell'imbarcadere, posto sottovento rispetto alle direzioni prevalenti del vento, per la maggior parte del tempo una eventuale avaria tenderà ad allontanare l'imbarcazione dalla struttura. Si assume pertanto conservativamente $P1 = 0,5$.

P2 rappresenta un guasto tecnico o una manovra errata. Il normale tasso di guasto al motore di una nave è assunto pari a $2 \cdot 10^{-5}$ per ora di funzionamento (Technica, 1987). Il valore di probabilità assegnato a P2 deve considerare il tempo totale effettivamente trascorso dalla nave in prossimità della piattaforma secondo la sua specifica funzione: assumendo una permanenza media di 6 ore (per imbarco/ sbarco personale e manutenzione), il valore di P2 può essere posto pari a $1,2 \cdot 10^{-4}$ per nave/giorno.

Durante la permanenza alla piattaforma, la posizione ravvicinata e il breve tempo dall'incidente al possibile impatto significa che non è possibile prevenire una situazione di guasto ($P3=1$) (rif 3 della Bibliografia).

5.3 Valutazione dei danni da impatto sulle infrastrutture

5.3.1 Navi commerciali di passaggio

Nella seguente Tabella 11 viene fornita la distribuzione percentuale dei livelli di danno utilizzati in questa analisi per le navi commerciali di passaggio (in navigazione), a partire dalle valutazioni del capitolo 5.3.

Per le navi delle classi 0-29 e 90-99, in genere costituite da naviglio minore, si è assunto che i livelli di energia associati siano distribuiti nelle prime classi di danno.



Tabella 11: Distribuzione percentuale dei livelli di danno per navi commerciali di passaggio

		Energia (MJ)					totale
		<0.5	2	15	50	> 50	
classe	denominazione	insignif.	minore	medio	grave	catastr.	
90 - 99	altri tipi	1,1	1,1	1,1			3,2
80 - 89	tankers	0,0	0,0	0,0	0,0	18,8	18,8
70 - 79	cargo	0,0	0,0	0,0	5,4	39,8	45,2
60 - 69	passaggeri	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	4,9
50 - 59	tugs e mezzi di servizio	0,0	0,0	3,1	1,1	0,0	4,2
30	pescherecci	0,0	16,1	5,4	0,0	0,0	21,5
0-29	altri tipi	1,1	1,1	0,0	0,0	0,0	2,2
Totale		2,2	18,3	9,6	6,5	63,5	100,0

La tabella indica che oltre il 60% di tali collisioni può provocare danni gravi o catastrofici, tali da compromettere la funzionalità dell'impianto. Il livello di energia associato a questo eventi non è contrastabile con misure progettuali.

5.3.2 Navi di servizio

L'energia di impatto di navi di servizio durante la fase di avvicinamento a velocità di crociera (max 8 nodi) può portare ad energie comprese tra 1.1 MPa e 2.2 MPa per le navi trasporto persone (danno "insignificante" o "minore") e tra 5.6 MPa e 34 MPa per le navi di supporto (danno tra "significativo" e "grave").

Durante la fase di manovra all'installazione la velocità d'impatto delle navi per errori di manovra può essere stimata dell'ordine massimo di 1 m/s.

Le velocità di deriva e i conseguenti livelli di energia di impatto dipendono invece dalle condizioni meteomarine, secondo la formula:

$$V = 0.5 \times H_s$$

Assumendo che le navi operino in prossimità delle infrastrutture con condizioni meteomarine favorevoli, (max $H_s = 3$ m), la corrispondente velocità massima di deriva può essere assunta pari a 1.5 m/s.

Di conseguenza le energie di impatto (assumendo una collisione laterale con $C_m = 1.4$) possono variare tra un minimo di 0,25 MJ (nave da 100 t di dislocamento – errore di manovra) ad un massimo di 3.3 MJ (nave da 3.000 t di dislocamento – deriva), ricadendo quindi in prevalenza nelle categorie "insignificante" e "minore".

5.4 Impatti su elettrodotti

L'impatto su elettrodotti deriva principalmente da tre scenari:

- Operazioni di pesca con reti a strascico
- Caduta fuori bordo di oggetti



- Posa di ancore

5.4.1 Operazioni di pesca

Poiché tali operazioni producono effetti comunque inaccettabili per qualsiasi cavo sottomarino intercettato dalle reti, è indispensabile che la pesca a strascico sia interdetta nell'area di passaggio degli elettrodotti, fatto salvo che gli stessi siano interrati a sufficiente profondità (almeno 2 metri). Dovrà essere attivato un servizio di monitoraggio e allerta, ma l'eventuale volontaria violazione del divieto esula dagli scopi della presente analisi.

5.4.2 Caduta oggetti fuori bordo

Nell'ipotesi più cautelativa che i cavi non siano interrati (si precisa tuttavia che il progetto prevede l'interramento dei cavi), si considera solamente la caduta di oggetti di peso superiore a qualche decina di chili (gli unici in grado di provocare danni a cavi sottomarini di grosso diametro).

Pur considerando che lo scarico di oggetti a mare è vietato dalle correnti normative, si assume tuttavia conservativamente che nel 10% dei passaggi 1 oggetto possa cadere dalla nave durante il transito nell'area considerata.

Si adotta per il calcolo della probabilità di incidente lo stesso tipo di formula adottato per le navi,

$$F = N \times P1 \times P2$$

dove:

- N è il numero di navi che transitano nella rotta all'anno.
- P1 è la probabilità che cada un oggetto durante un passaggio nell'area.
- P2 è la probabilità che l'oggetto caduto impatti sul cavo.

Si considera che:

- tutte le navi di passaggio intersechino alternativamente l'uno o l'altro dei due elettrodotti (quello tra i campi e quello verso terra);
- tutte le navi intersechino l'elettrodotto interno ai campi (con ciò includendo anche la probabilità di impatto sul secondo cavo);
- l'area interessata dalla caduta sia estesa per una larghezza di 1 m lungo tutta la zona attraversata dalle navi;
- la probabilità di caduta oggetti nel tratto di mare considerato è pari a:
 - P1 = 0.1 per oggetti di piccole dimensioni (< 10 kg – cadute involontarie – no danni);
 - P1 = 0.01 per oggetti di medie dimensioni (tra 10 e 20 kg – cadute provocate dall'uomo – danni minori);
 - P1 = 0.001 per oggetti di grandi dimensioni (caduta di oggetti movimentati con ausilio di attrezzature di bordo, a seguito di rottura delle stesse – danni gravi o catastrofici);



- la probabilità che l'oggetto cada nella fascia di cui sopra, colpendo il cavo, è pari al rapporto tra la larghezza della fascia stessa (1 m) e la lunghezza complessiva del braccio di mare considerato (33.6 km) risultando quindi pari a $3 \cdot 10^{-5}$ per passaggio (P2).

5.4.3 Posa di ancore

La posa di ancore può avvenire in aree ben definite, destinate alla sosta temporanea dei natanti (zone di ormeggio) o in caso di eventi accidentali quali:

- avaria del sistema di propulsione e manovra, con deriva della nave (per arrestare il movimento incontrollato);
- rischio di collisione con altro natante;
- emergenza a bordo.

Le conseguenze della posa di ancore sono in generale pericolose per i cavi, anche nel caso essi siano interrati, in quanto le ancore stesse (specie quelle di grandi navi, che possono raggiungere il peso di alcune tonnellate) possono penetrare in profondità nel terreno prima di andare in presa, agganciando e tirando il cavo. Inoltre, le ancore possono "dragare" sotto l'azione di forze ambientali particolarmente severe, agganciando i cavi che si trovino nella loro rotta di scorrimento.

Si assume ai fini del presente studio che le aree di ormeggio temporaneo siano collocate a distanza di sicurezza dagli elettrodotti e che di conseguenza il rischio di danni a seguito della posa o dragaggio delle ancore di navi alla fonda siano insignificanti.

Per quanto riguarda la posa di ancore in condizioni di emergenza, senza entrare nel merito dei meccanismi di impatto, trascinamento e possibile rottura dei cavi, si può ipotizzare per la frequenza di impatto la stessa formula adottata per la caduta oggetti:

$$F = N \times P1 \times P2 \times P3$$

dove:

- N è il numero di navi che transitano nella rotta all'anno;
- P1 è la probabilità che una nave vada in avaria pari a $2E-4$;
- P2 è la probabilità che l'ancora interessi l'area occupata dal cavo, valutata in analogia al caso precedente in $6E-4$, considerando una larghezza dell'impronta dell'ancora di 20 m (comprensiva dello spazio medio necessario per la presa dell'ancora);
- P3 è la probabilità che l'impatto provochi danni al cavo, assunto pari a 0,1 (il solo trascinamento parziale non determina in genere danni al cavo stesso).

Si trascura conservativamente l'effetto dell'interro del cavo, che contribuisce ridurre o annulla i rischi, in caso di ancore di piccole o medie dimensioni.



6. RISULTATI

6.1 Collisione delle navi di passaggio

La frequenza dei danni da collisione di navi in transito con gli aerogeneratori è stata ottenuta combinando i dati della Tabella 12, tenendo conto di un'area occupata dal singolo generatore di 150 x 150 m.

I dettagli sui calcoli e le frequenze dei danni finali sono riportati nella Tabella 13, che evidenzia come le categorie di danno più significative abbiano probabilità di occorrenza ampiamente inferiori al target che corrisponde a $1 \cdot 10^{-4}$.

Tabella 12: frequenza di collisione con navi di passaggio

categoria navi	densità	probabilità di collisione	probabilità perdita controllo	probabilità mancata allerta	probabilità impatto ad alta energia
	navi/anno	P1	P2	P3	
navi di passaggio	5,1	0,1	2,00E-04	1	1,02E-04

Tabella 13: frequenza danni da collisione con navi di passaggio

frequenza collisione (per anno)	danno	distribuzione	frequenza danno
1,02E-04	catastrofico	63,5%	6,48E-05
	grave	6,5%	6,63E-06
	medio	9,6%	9,79E-06
	minore	18,3%	1,87E-05
	insignificant	2,1%	2,14E-06

6.2 Collisione delle navi di servizio al campo

6.2.1 Collisioni "ad alta energia".

Le frequenze finali delle collisioni contro le strutture e le relative probabilità di danno per impatti "ad alta energia" (navi in avvicinamento) sono valutate e riportate nelle seguenti Tabella 14 e Tabella 15.

I risultati dimostrano che il target (pari a $1 \cdot 10^{-4}$) è sempre soddisfatto.



Tabella 14: frequenza di collisione ad “alta energia”

categoria navi	densità	probabilità di collisione	probabilità perdita controllo	probabilità mancata allerta	probabilità impatto ad alta energia
	navi/anno	P1	P2	P3	
lance equipaggio	720	0,1	2,70E-06	1	1,94E-04
navi di servizio	52	0,1	2,70E-06	1	1,40E-05
totale					2,08E-04

Tabella 15: frequenza danni da impatto ad “alta energia”

frequenza collisione (per anno)	danno	distribuzione	frequenza danno
2,08E-04	catastrofico	0,0%	0,00E+00
	grave	3,3%	3,37E-06
	medio	3,3%	3,37E-06
	minore	93,4%	9,53E-05
	insignificante	0,0%	0,00E+00

6.2.2 Collisioni “a bassa energia”.

Le frequenze finali delle collisioni contro la piattaforma e le relative probabilità di danno sono valutate e riportate nelle seguenti Tabella 16, Tabella 17 e Tabella 18.

Come indicato al capitolo 7.3.2, si sono anzitutto valutate le frequenze complessive di collisione per le due tipologie di natanti (lance equipaggio - di piccole dimensioni – e navi di servizio) (Tabella 16).

Nelle due tabelle successive si sono determinati per le due tipologie di natanti le frequenze di collisione in funzione degli stati di mare, tenendo conto della loro distribuzione statistica riportata in Tabella 1 (si è assunto che le imbarcazioni di servizio operino con $H_s < 3$ m). Per ciascuno stato di mare si sono quindi valutate le velocità di impatto e le energie associate.

Tutte le situazioni rientrano nei limiti del target ($1 \cdot 10^{-4}$).



Tabella 16: frequenza di collisione a “bassa energia”

categoria navi	densità	probabilità di collisione	probabilità perdita controllo	probabilità mancata allerta	probabilità impatto a bassa energia
	navi/anno	P1	P2	P3	
lance equipaggio	720	0,5	1,20E-04	1	4,32E-02
navi di servizio	52	0,5	1,20E-04	1	3,12E-03
totale					4,63E-02

Tabella 17: frequenza danni da collisione a “bassa energia” – lance trasporto personale

categoria navi	probabilità di collisione	Hs (m)	probabilità Hs	probabilità di collisione (eventi/anno)	velocità impatto (m/s)	energia (MJ)	danno
lance equipaggio	4,32E-02	0,5	76,00%	3,28E-02	0,25	0,02	insign.
		1	14,00%	6,05E-03	0,5	0,09	insign.
		1,5	5,00%	2,16E-03	0,75	0,20	insign.
		2	2,00%	8,64E-04	1	0,35	insign.
		3	1,00%	4,32E-04	1,5	0,79	minore

Tabella 18: frequenza danni da collisione a “bassa energia” – mezzi di supporto

categoria navi	probabilità di collisione	Hs (m)	probabilità Hs	probabilità di collisione (eventi/anno)	velocità impatto (m/s)	energia (MJ)	danno
mezzi di supporto	3,12E-03	0,5	76,00%	2,37E-03	0,25	0,13	insign.
		1	14,00%	4,37E-04	0,5	0,53	insign.
		1,5	5,00%	1,56E-04	0,75	1,18	minore
		2	2,00%	6,24E-05	1	2,10	minore
		3	1,00%	3,12E-05	1,5	4,73	medio

6.3 Impatto su elettrodotti

La frequenza dei danni sugli elettrodotti da caduta oggetti o da impiglio di ancore è riportata nelle successive Tabella 19 e Tabella 20.

Per quanto riguarda la caduta oggetti, si è assunto che oggetti di piccole dimensioni possano cadere da tutte le navi in avvicinamento (navi commerciali e di servizio) mentre quelli di maggiori dimensioni possano cadere solamente da navi commerciali.

Parimenti l'impiego di ancore è stato assunto solamente da navi commerciali, ritenendo che le navi di servizio non si ancorino in nessun caso in prossimità degli elettrodotti o siano dotate di ancore di piccole dimensioni dalle conseguenze trascurabili.



Si sono trascurati nell'analisi i rischi derivanti da caduta oggetti dai natanti di servizio nei pressi delle infrastrutture, assumendo che i cavi elettrici all'interno del campo siano sempre protetti o interrati

I livelli di rischio attesi superano, seppure di poco, il target, richiedendo misure di mitigazione dei rischi, come descritto nel capitolo successivo.

Tabella 19: frequenza danni su elettrodotti – caduta oggetti

tipo impatto		densità navi	probabilità di caduta oggetti	probabilità contatto con cavo	probabilità impatto	danno
		navi/anno	P1	P2		
caduta oggetti	piccoli	10240	0,1	3,00E-05	3,07E-02	insign.
	medi	10240	0,01	3,00E-05	3,07E-03	minore
	grandi	9468	0,001	3,00E-05	2,84E-04	grave

Tabella 20: frequenza danni su elettrodotti – ancore

tipo impatto	densità navi	probabilità avaria nave	probabilità contatto ancora	probabilità danno	probabilità impatto	danno
	navi/anno	P1	P2	P3		
ancore	9468	2,00E-04	6,00E-04	1,00E-01	1,14E-04	grave



7. CONCLUSIONI

L'analisi ha consentito di determinare il rischio di danni alle strutture del campo e agli elettrodotti principali di collegamento derivanti dall'interazione con il traffico marittimo.

Lo studio è stato basato sulla analisi dei dati di traffico nell'area, desunti da database dell'AIS e su elaborazioni che tengono conto di probabilità standard di incidenti, così come definiti in normative e letteratura.

Laddove opportuno sono state adottate ipotesi sempre conservative nella scelta dei parametri di interesse, assicurando la validità delle conclusioni anche a fronte di variazioni degli scenari operativi.

I risultati, che non tengono conto di specifici interventi di mitigazione e riduzione dei rischi, sono riportati nelle due seguenti tabelle, rispettivamente per i danni alle strutture e agli elettrodotti.

Tabella 21: frequenza danni su infrastrutture - globale

livello di danno	frequenza			
	navi passaggio	navi dedicate		totale
		avvicinamento	stazionamento	
catastrofico	6,48E-05			6,48E-05
grave	6,63E-06	3,37E-06		1,00E-05
medio	9,79E-06	3,37E-06	3,12E-05	4,44E-05
minore	1,87E-05	9,53E-05	6,50E-04	7,64E-04
insignificante	2,14E-06		4,47E-02	4,47E-02

Tabella 22: frequenza danni su elettrodotti – globale

livello di danno	frequenza		
	caduta oggetti	ancore	totale
		avvicinamento	
catastrofico			0,00E+00
grave	2,84E-04	1,14E-04	3,98E-04
medio			0,00E+00
minore	3,07E-03		3,07E-03
insignificante	3,07E-02		3,07E-02

Lo studio dimostra che:



- Il rischio di collisione di natanti con le infrastrutture rientra sempre nei limiti di accettabilità risultando comunque inferiore al target di $1 \cdot 10^{-4}$ eventi per anno (1 evento ogni 10.000 anni) per gli eventi con conseguenze gravi o catastrofiche e superiore al medesimo target solo per eventi dalle conseguenze trascurabili o lievi.
- Il rischio di danneggiamento agli elettrodotti con conseguenze gravi (rottura completa o parziale del cavo, interruzione della trasmissione elettrica, necessità di riparazione o sostituzione subacquea) è seppure di poco superiore al target. Tale risultato è comunque stato ottenuto assumendo che i cavi non siano interrati: poiché il progetto prevede il loro completo interrimento il conseguente rischio è drasticamente ridotto, rientrano ampiamente nei limiti di accettabilità.

La presenza delle nuove infrastrutture è pertanto compatibile con la sicurezza della navigazione e l'integrità del campo stesso, presentando livello di rischio (combinazione di frequenza e gravità delle conseguenze) nei limiti dell'accettabilità, fatta eccezione per gli elettrodotti qualora non fossero interrati, che necessiterebbero quindi di alcune misure di contenimento dei rischi.

Alla luce di quanto sopra si raccomandano i seguenti interventi migliorativi (sebbene quelli relativi alle collisioni con le navi non siano strettamente necessari):

- Adeguamento delle carte nautiche con delimitazione delle zone interdette alla navigazione e in particolare alla pesca (tutta la zona all'interno dei campi e, limitatamente alla pesca a strascico, anche le zone tra i due campi e lungo la linea dell'elettrodotto a terra.
- Dotazione del campo di strumenti di allerta alla navigazione (segnali luminosi, nautofoni, riflettori radar, ecc) in grado di migliorare il livello di attenzione e di informazione agli equipaggi.
- Dotazione delle infrastrutture di idonei sistemi di protezione e assorbimento dell'energia (bumpers, fenders, shock cells), come normale prassi nelle strutture offshore, in grado di assorbire energie medio/basse dell'ordine di 1 MPA.
- Dimensionamento delle strutture in modo da massimizzare la resistenza alle collisioni; ridondanza, per quanto possibile, degli elementi strutturali più soggetti agli urti e verifica progettuale con tecniche di collasso progressivo.
- Protezione degli elettrodotti mediante interrimento lungo tutta la rotta (come già previsto dal progetto)
- Protezione locale degli elettrodotti con materassi nelle zone attorno alle strutture.



8. CONSIDERAZIONI AGGIUNTIVE

È stata recentemente approvata l'Ordinanza n. 32/2022 della Capitaneria di Porto di Ravenna, la quale prevede un nuovo schema di regolamentazione del traffico da/verso il Porto di Ravenna a partire dalla seconda metà del 2022; in particolare l'Ordinanza prevede la definizione di corridoi di ingresso e di uscita dal porto per tutte le navi con stazza lorda superiore a 300 GT come definito nel seguente schema di separazione del traffico.

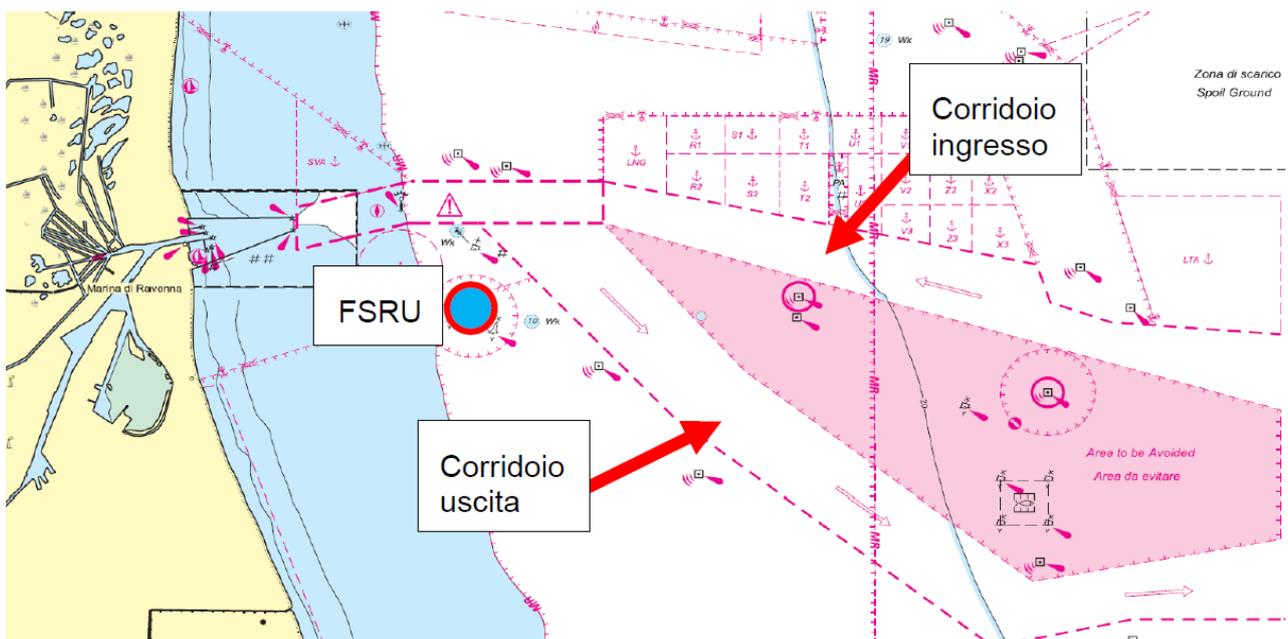


Figura 5: Area di passaggio navi commerciali – futura canalizzazione.

Con l'entrata in vigore dell'Ordinanza il traffico marittimo si disporrebbe in maniera leggermente diversa da quanto avviene attualmente (e che è alla base del presente studio). In particolare:

- Il traffico del naviglio minore rimarrà sostanzialmente invariato.
- Il traffico delle navi di stazza maggiore verrà suddiviso in entrata ed in uscita dal porto di Ravenna, con un corridoio di entrata che si svilupperà in direzione Est-Ovest ed uno in uscita in direzione NW-SE.

Rispetto alla condizione attuale tutto il traffico in uscita si allontanerà quindi dall'area Romagna 2 (spostandosi verso Sud), mentre il traffico in entrata interesserà sostanzialmente la stessa area attuale.

È probabile inoltre una diversione verso Sud di parte del traffico in uscita e diretto verso l'Adriatico centrale prima di incontrare le installazioni del campo Romagna 1, con ciò riducendosi i rischi di interazione con gli elettrodotti interni al campo.



Alla luce di quanto sopra si può affermare che le analisi del presente studio, seppure basate su una situazione di traffico pregressa, sono ancora valide e rappresentano una valutazione conservativa dei rischi di collisione, con ciò confermandosi le conclusioni dello studio in merito alla accettabilità dei rischi residui.



BIBLIOGRAFIA

Riferimento	Numero documento	Titolo documento
[1]	OGP, doc. 434-16, March 2010	Ship/Installation Collisions
[2]	DNV, WOAD v5.0.1	Worldwide Offshore Accident Databank
[3]	DNV, DNV-RP-F107,2019	Risk assessment of pipeline protection
[4]	ISO 19902	Petroleum and natural gas industries. Fixed steel offshore structures, 1st Edition, 2007
[5]	OTI 88535	Protection of offshore installation against impact
[6]	Snamprogetti – ZA-E-70004	Caratteristiche meteomarine dell'Adriatico e definizione dei valori estremi
[7]	Arpae (2020)	Rapporto idro-meteoclima Emilia-Romagna