	PROGETTISTA	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-VDO-E-00100	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 1 di 17	Rev. 0

**EMERGENZA GAS – INCREMENTO DELLA CAPACITA' DI
RIGASSIFICAZIONE: PROGETTO “FSRU RAVENNA E COLLEGAMENTO
ALLA RETE NAZIONALE GASDOTTI” – OTTIMIZZAZIONI DI PROGETTO**


RICHIESTA DI INTEGRAZIONI

**Procedimento di Variante all'Autorizzazione Unica - Decreto n. 3 del 7
novembre 2022 del Commissario straordinario di Governo della Regione
Emilia-Romagna**

**REGIONE EMILIA-ROMAGNA
COMMISSARIO STRAORDINARIO AI SENSI DEL DECRETO DEL PRESIDENTE DEL
CONSIGLIO DEI MINISTRI 8 GIUGNO 2022**

Rif. Prot. CG 17/11/2023.0000119.U. del 17.11.2023

0	Emissione per permessi	TECHFEM MODIMAR			Dicembre 2023
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-VDO-E-00100	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 2 di 17	Rev. 0

1. PREMESSA

Il presente documento illustra le risposte alle osservazioni dell'Enti relative al Progetto "FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti", nell'ambito del Procedimento di Variante all'Autorizzazione Unica - Decreto n. 3 del 7 novembre 2022 del Commissario straordinario di Governo della Regione Emilia-Romagna a seguito delle ottimizzazioni progettuali presentate dal Proponente (Rif. Prot. 656 del 25.09.2023).

Le risposte sotto riportate sono relative alle richieste di integrazione ed alle osservazioni trasmesse al Proponente dal **Commissario straordinario di Governo con nota Rep. CG 17/11/2023.0000119.U. del 17.11.2023.**


Nella SEZIONE 2 sono illustrate sinteticamente le richieste dell'Ente mentre nella SEZIONE 3 sono riportate le risposte fornite dal Proponente. Nella SEZIONE 4 sono riportati gli allegati progettuali richiamati nel documento.

2. RICHIESTA di INTEGRAZIONE pervenuta al Proponente

Il Proponente ha ricevuto con nota Prot. CG.17/11/2023.0000119.U del 17 novembre 2023 da parte della Regione Emilia-Romagna, le seguenti richieste/chiarimenti, riportate integralmente in **Allegato_0** al presente documento:

Regione Emilia-Romagna – Commissario Straordinario ai sensi del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 giugno 2022

- 2.1** ***Richiesta 1.** In merito all'area di deponia temporanea si chiede di definire con maggior accuratezza i volumi di stoccaggio e le modalità gestionali del materiale derivante dallo scavo del microtunneling;*
- 2.2** ***Richiesta 2.** Con riferimento all'intervento di microtunneling, chiarire la destinazione delle terre derivanti dall'escavazione nel tratto di transizione ricompreso tra la cameretta di spinta sulla terra ferma e l'area marina, con particolare riferimento alla caratterizzazione, quantificazione e gestione;*
- 2.3** ***Richiesta 3.** Definire le caratteristiche e i volumi di materiale inerte necessario per le operazioni di zavorramento dei cassoni e di vibro sostituzione e drainage blanket;*
- 2.4** ***Richiesta 4.** Definire con maggior dettaglio le opere gettate in opera offshore e quelle prefabbricate a terra e assemblate offshore, indicando le precauzioni adottate e le tecniche utilizzate per contenere la possibile dispersione in mare del materiale;*
- 2.5** ***Richiesta 5.** Chiarire la modalità di prefabbricazione dei cassoni, rispetto a quanto indicato a pg. 14 della REL-PROG-E-00009, in particolare rispetto ai due periodi di seguito riportati "La prefabbricazione dei cassoni avverrà in aree cantiere dedicate a terra con idoneo sbocco a mare che saranno individuate a cura del futuro Appaltatore dei lavori." [...] "I cassoni verranno prefabbricati in appositi bacini galleggianti ormeggiati a terra nelle aree di cantiere. Il singolo*

	PROGETTISTA	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-VDO-E-00100	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 3 di 17	Rev. 0

cassone, una volta completato, verrà varato dal bacino galleggiante e ormeggiato per essere allestito per il suo trasporto in opera.”

- 2.6** **Richiesta 6.** *Con riferimento allo studio specialistico di idraulica marittima (000-ZA-E-17093_0F_Studio di morfodinamica e impatto sulla costa) si chiede di chiarire per quale motivo sia stato scelto come ‘scenario di condizioni di moto ondoso estremo’, quello caratterizzato da un’onda non significativa (Hs) di 3.5 m, per il settore di Grecale. Questo valore è, infatti, inferiore a quello che caratterizza gli eventi registrati negli ultimi decenni e di quelli risultanti dall’analisi statistica sui dati ERA5, riportati nella tabella 9.1 della relazione allegata alla documentazione progettuale relativa allo studio meteomarino (000-ZA-E-17075_Studio meteomarino signed). Si chiede pertanto di indicare se e come gli scenari estremi di mareggiata (di cui alla tabella 9.1) siano stati considerati nello studio sulla dinamica e l’evoluzione dei fondali circostanti la diga, anche ai fini della valutazione della stabilità nel tempo della struttura stessa;*
- 2.7** **Richiesta 7.** *Relativamente agli aspetti correlati alla pericolosità e al rischio sismico, si ricorda che il progetto autorizzato con Decreto del Commissario n.3 del 7/11/2022 prevede con le condizioni ambientali n.2 e n.3 specifiche verifiche e analisi sismiche per la sicurezza delle opere da ottemperare nella fase di progettazione esecutiva. Si chiede conferma se anche le ottimizzazioni progettuali proposte, e in particolare quelle relative alla diga frangiflutti, rispetteranno le medesime condizioni e prestazioni in tema di verifiche, analisi e validazioni finalizzate alla riduzione del rischio e della pericolosità sismica.*

	PROGETTISTA	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-VDO-E-00100	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 4 di 17	Rev. 0

3. RISPOSTA del Proponente

In riferimento alla nota del Commissario straordinario di Governo della Regione Emilia-Romagna (Rif. prot. CG 17/11/2023.0000119.U. del 17.11.2023) Idi seguito si riportano le risposte del Proponente.

3.1 Risposta del Proponente con riferimento al Punto 2.1 della Sezione 2

Alla luce delle osservazioni ricevute da Arpae (Rif. Prot. N. CG 16/11/2023.0000117.E del 16.11.2023), il Proponente, attraverso l'Appaltatore dei lavori, ha rivalutato le ipotesi progettuali relative alle fasi realizzative a mare riguardanti l'installazione della condotta sottomarina. In particolare, la cosiddetta "deponia temporanea" del materiale di scavo della buca di uscita del microtunnel è stata eliminata. E' stata invece selezionata un'area di dimensioni notevolmente più contenute, circa 5,5 ettari contro i 16,5 ettari di quella proposta, che sarà utilizzata esclusivamente come area funzionale alle attività di posa della condotta sottomarina e alla movimentazione dei sedimenti e non più come deposito. La nuova area di cantiere è posizionata in corrispondenza della progressiva chilometrica PK 4+100, ad una distanza di circa 650 m dal tracciato della sealine, ed è rappresentata nell'**Allegato 1** (rif. doc. DIS-AMB-B-35500) in Sezione 4.

3.2 Risposta del Proponente con riferimento al Punto 2.2 della Sezione 2

Riguardo il materiale derivante dallo scavo del microtunnel nel tratto compreso tra la buca di spinta posta nell'area ex-Sarom e l'area marina, lo stesso verrà gestito dall'Appaltatore come rifiuto secondo gli adempimenti previsti dalla normativa vigente (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.) e come indicato nella "Nota Tecnica relativa alla gestione delle Terre e Rocce da Scavo" inerente le modalità di gestione dello smarino generato dalle operazioni di realizzazione del Microtunnel di approdo del gasdotto, trasmesso ad ARPAE con Nota prot. 697_19.10.2023 e qui riportato nell'**Allegato 2** in Sezione 4.

Ad oggi, l'Appaltatore ha completato la realizzazione della buca di spinta in area ex-Sarom. I materiali di scavo, circa 1390 m³, sono stati trasferiti in un'area di deposito temporaneo. Il materiale è stato stoccato in cumuli e da ciascun è stato prelevato un campione rappresentativo, che è stato analizzato in laboratorio per verificare la conformità con le CSC (Tab.1, All.5, Tit. V, P. Quarta, D. Lgs. 152/06). Tutta la documentazione relativa alle attività di monitoraggio e gestione dei terreni (schede analitiche, giornale lavori, certificati, FIR relativi ai rifiuti conferiti ad impianti esterni di smaltimento, ecc.) è conservata dall'Appaltatore in cantiere e nella disponibilità per le verifiche del caso.

3.3 Risposta del Proponente con riferimento al Punto 2.3 della Sezione 2

Riguardo il materiale di zavorramento dei cassoni, alla stessa stregua del materiale lapideo che verrà utilizzato per la costituzione dello scanno di imbasamento dell'opera e per il consolidamento delle fondazioni con colonne in ghiaia (si veda la seguente tabella), proverrà da idonee cave di prestito e sarà certificato in cava ai sensi delle norme ambientali vigenti (d.lgs. n. 152/2006 -T.U. ambiente – Art. 109 "Immersione in mare di materiale derivante da attività di escavo e attività di posa in mare di cavi e condotte"). Questa prescrizione verrà riportata nel Capitolato Speciale di Appalto del Progetto Esecutivo in corso di redazione.

	PROGETTISTA	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-VDO-E-00100	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 5 di 17	Rev. 0

Nella seguente **Tabella 3.3.T1** si riportano i quantitativi previsti per l'approvvigionamento dei materiali e in particolare:

- Il materiale lapideo per la formazione dello scanno di imbasamento dei cassoni e per il riempimento dei cassoni.
- Il materiale lapideo per il trattamento del fondale mediante la formazione di colonne in ghiaia.
- I calcestruzzi per la costruzione dei massi guardiani, per il riempimento dei cassoni, per la realizzazione della sovrastruttura e del muro paraonde.
- I materiali geosintetici per il consolidamento del fondale.

Complessivamente il materiale stimato occorrente per la realizzazione del progetto della diga frangiflutti ammonta a circa 675.000 m³ di materiali lapidei.

TIPOLOGIA		QUANTITA'	UNITA' DI MISURA
Materiali lapidei per formazione dello scanno di imbasamento	massi 2-5 t	15.875,00	metri cubi
	massi 1-3 t	37.245,00	metri cubi
	massi 0,5-1 t	17.900,00	metri cubi
	Tout Venant 1-500 kg	306.585,00	metri cubi
	Pietrame 10-80 mm	67.575,00	metri cubi
Materiale lapideo per trattamento del fondale	Pietrame 10-80 mm	229.700,00	metri cubi
Totale materiale lapideo (stima)		674.880,00	metri cubi
Calcestruzzi	legante massi guardiani	9.100,00	metri cubi
	riempimento cassoni	26.170,00	metri cubi
	sovrastruttura	45.690,00	metri cubi
	muro paraonde	13.140,00	metri cubi
Totale calcestruzzi (stima)		94.100,00	metri cubi
Geosintetici	geosintetici	61.610,00	metri quadri
Totale geosintetici (stima)		61.610,00	metri quadri

Tabella 3.3.T1: Tipologia e quantità stimata di materiali necessari alla costruzione della diga.

3.4 Risposta del Proponente con riferimento al Punto 2.4 della Sezione 2

Gli elementi che compongono la nuova diga foranea possono essere distinti in:

- Cassoni cellulari prefabbricati in c.a. a terra, trasportati in galleggiamento e zavorrati in opera con materiale arido e calcestruzzo magro.
- Coronamento dei cassoni in c.a. gettato in opera comprensivo di muro paraonde;
- Scanno di imbasamento dei cassoni in pietrame inclusi massi guardiani in cls prefabbricati a terra.
- Trattamento di vibro-sostituzione con materiale inerte del fondale.

Preventivamente alla realizzazione della nuova diga verrà asportato tramite dragaggio per uno spessore di circa 3,0 m fino alla quota di circa -17.00 m s.l.m.

	PROGETTISTA	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-VDO-E-00100	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 6 di 17	Rev. 0

Gli elementi prefabbricati a terra sono costituiti dai cassoni e dai massi guardiani.

Si descrivono di seguito le opere realizzate direttamente a mare e quelle prefabbricate a terra.

Le opere realizzate a mare sono costituite da:

- **dragaggio fondali al di sotto della nuova diga.** Il dragaggio è finalizzato a portare i fondali naturali posti al di sotto della nuova diga alla quota di -17,00 m s.l.m. dagli attuali -14,00 ÷ -14.25 m s.l.m. Il materiale dragato sarà opportunamente trasportato dalle aree di lavoro al sito di conferimento finale. Il volume di dragaggio geometrico da rimuovere è pari a circa 300.000 m³.
- **consolidamento dei fondali di fondazione della nuova diga.** Eseguito il dragaggio, verrà realizzato l'intervento di consolidamento dei fondali mediante colonne di ghiaia attraverso la tecnica della "vibrosostituzione" profonda". Il trattamento è basato sull'avanzamento, per peso proprio attraverso l'adozione di acqua o aria in pressione, di un utensile vibrante ("vibroflot") fino alla profondità richiesta. L'immissione della ghiaia avviene in prossimità della punta vibrante tramite una camera di alimentazione ed un sistema di aste forate collegate ad una tramoggia posizionata in sommità all'utensile. Saranno impiegati per il trattamento particolari mezzi navali e attrezzature specifiche (come barge e/o piattaforme marine). Il trattamento riguarderà la sostituzione di circa il 39% del materiale originario su una superficie totale di circa 45.000 m² e per una profondità stimata in circa 13 m dal piano dragato.
- **realizzazione di uno strato drenante.** Dopo aver completato il trattamento si prevede la successiva predisposizione, sul fondale, di uno strato drenante e di ripartizione di spessore 1 m in pietrame di pezzatura 10÷80 mm ("**drainage blanket**") su cui verrà posto in sommità un "geocomposito" ad elevate prestazioni avente funzione di rinforzo, separazione e drenaggio.
- **realizzazione dello scanno di imbasamento dei cassoni.** Al di sopra dello strato drenante, seguirà la stesura dello scanno d'imbasamento in pietrame di varia pezzatura di spessore pari a circa 5 metri fino alla quota di imbasamento del cassone a quota -11 m s.l.m. Lo scanno d'imbasamento avrà una monta tale da garantire la configurazione finale di progetto a seguito dei cedimenti. La successiva posa in opera dei cassoni dovrà essere condizionata all'effettivo raggiungimento di un predefinito grado di consolidazione medio del banco trattato nei tempi preliminarmente stimati in progetto pari a 3 mesi.
- **realizzazione delle scogliere di rivestimento e posa in opera massi guardiani.** A seguito della posa dei cassoni si procederà con la realizzazione delle scogliere di rivestimento che prevedono per la sezione tipo: **lato piattaforma di ormeggio** una scogliera in doppio strato di massi 0.5 ÷ 1 t mentre **lato mare** una scogliera in doppio strato di massi 1 ÷ 3 t. La sezione di testata prevede un potenziamento della mantellata con doppio strato di massi 2 ÷ 5 t a protezione di tutto il perimetro esposto. Le dimensioni geometriche complessive della sezione trasversale tipo al piede sono pari a circa 82 m, con pendenza delle scarpate pari a 3/1. Al piede dei cassoni, per tutto il perimetro, è prevista lato mare una protezione anti-scalzamento con una doppia fila di **massi guardiani in calcestruzzo** di forma parallelepipedica 2,50 m x 3,70 m x 1,40 m per la sezione Corrente e 2,50 m x 5,00 m x 1,50 m per la sezione di Testata; lato terra una singola fila con massi 2,50 m x 3,70 m x 1,40 m;
- **realizzazione della sovrastruttura e del muro paraonde dei cassoni.** La sovrastruttura dei cassoni incluso il muro paraonde in cemento armato verranno realizzati in mare (gettati in opera) dopo aver posato i cassoni sullo scanno di

	PROGETTISTA	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-VDO-E-00100	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 7 di 17	Rev. 0

imbasamento. I getti saranno suddivisi in batch di volume contenuto. Durante l'esecuzione delle porzioni in affaccio al contorno bagnato è previsto un idoneo sistema di conterminazione locale della zona oggetto d'intervento costituito da panne galleggianti in grado di contenere l'eventuale plume di materiale in sospensione generato da perdite impreviste.

Le opere prefabbricate a terra e assemblate a mare sono costituite da:

- **cassoni cellulari in c.a..** In totale verranno prefabbricati 35 cassoni, di cui:
 - n. 30 cassoni cellulari Correnti con le seguenti dimensioni complessive - pianta del fusto circa 22,20m x 26,50m; celle tipo 4m x 4m; spessore pareti esterne 0,50m; spessore pareti interne circa 0,30m e 0,40m; altezza del fusto circa 12,75 m; finestre sulle celle esterne circa 0,80mx0,80m (i cassoni sono stati dotati su entrambe i lati bagnati di celle antiriflettenti concepiti per ridurre il coefficiente di riflessione dell'opera e mitigare effetti anti-risacca interferenti sia con le navi all'ormeggio che con quelle in transito a ridosso della diga); soletta di fondazione circa 25,20m x 26,50m con spessore di circa 1m.
 - n. 4 cassoni cellulari di Testata con le seguenti dimensioni complessive - pianta del fusto circa 17,90m x 26,50m; celle tipo circa 4m x 4m; spessore pareti esterne circa 0,50m; spessore pareti interne circa 0,30m; altezza del fusto circa 12,75m; soletta di fondazione 19,70m x 26,50m con spessore di circa 1m;
 - n. 1 cassone cellulare speciale cosiddetto di "serraglia" con le seguenti dimensioni complessive – pianta del fusto a sei lati, celle di dimensioni media circa 4m x 4m, spessore pareti esterne circa 0,50m, spessore pareti interne circa 0,30m e 0,40m; altezza del fusto circa 12,75m e soletta di fondazione poligonale a sei lati con spessore di circa 1m.

L'altezza dei manufatti, comprensiva della platea di fondazione e piastre prefabbricate di copertura delle celle, esclusa la sovrastruttura da realizzare in opera, sarà pari a circa 14,00 m (13,75 m + 0,25 m).

I cassoni, previa realizzazione dello scanno d'imbasamento, saranno affondati e zavorrati provvisoriamente con acqua. Successivamente si provvederà alla loro stabilizzazione definitivamente in opera con un riempimento che potrà essere realizzato in parte dal materiale arido proveniente da cava e in parte con calcestruzzo magro. Durante le operazioni di getto della zavorra subacquea interna alle celle del cassone, eseguita con sistema Tremie (tubo getto costantemente annegato nel calcestruzzo), è previsto un idoneo sistema di conterminazione locale della zona oggetto d'intervento costituito da panne galleggianti in grado di contenere l'eventuale plume di materiale in sospensione. Eventuali variazioni della natura o distribuzione del materiale di zavorramento dovranno garantire le medesime prestazioni di sicurezza alla stabilità della struttura definite in progetto.

Superiormente l'opera di difesa è completata da una sovrastruttura in cemento armato che dalla quota dell'estradosso del fusto del cassone posto alla quota di circa +2,75 m s.l.m. perviene fino a quota di circa +5,00 m s.l.m. sul lato interno (lato ormeggio) ed è dotato di muro paraonde ricurvo posto sul lato esterno (lato mare) con quota di sommità circa +10,50 m s.l.m.

Lo scanno d'imbasamento dei cassoni relativi alla sezione corrente sarà realizzato con tout venant 1÷500 kg. Per gli strati più esterni del nucleo dello scanno è prevista la posa in opera di un tout venant selezionato di peso 100-500 kg. È prevista la regolarizzazione del piano di posa immediatamente al di sotto dei cassoni. Lato mare, lo scanno è protetto da una scogliera in doppio

	PROGETTISTA	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-VDO-E-00100	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 8 di 17	Rev. 0

strato di massi 1 ÷ 3 t, lato terminal da una scogliera in doppio strato di massi 0.5 ÷ 1 t. Le dimensioni geometriche complessive della sezione trasversale tipo al piede sono pari a circa 82m, con pendenza delle scarpate pari a circa 3/1.

La sezione di testata prevede un potenziamento della mantellata con doppio strato di massi 2 ÷ 5 t a protezione di tutto il perimetro esposto.

- **Massi guardiani.** Al piede dei cassoni, lungo tutto il perimetro della diga, è prevista una protezione anti-scalzamento con una doppia fila di massi guardiani in calcestruzzo di forma parallelepipedica circa 2,50 m x 3,70 m x 1,40 m per la sezione Corrente e 2,50m x 5,00 m x 1,50 m per la sezione di testata.

Si precisa che durante le attività di costruzione della diga sarà effettuato il monitoraggio della torbidità e della colonna d'acqua nell'intorno dell'area di intervento al fine di verificare lo stato dell'ambiente idrico.


3.5 Risposta del Proponente con riferimento al Punto 2.5 della Sezione 2

Come area di prefabbricazione è stata individuata la banchina N del Porto di Ravenna in Penisola Trattaroli (Rif. **Allegato 3** - Planimetria aree di cantiere Porto di Ravenna_000-ZB-B-17261 in Sezione 4).

I cassoni verranno prefabbricati in appositi bacini galleggianti.

Si riporta a titolo di esempio nella seguente figura (rif. Figura 3.5.F1) un bacino galleggiante durante le principali fasi realizzative di un cassone, ovvero:

- bacino galleggiante ormeggiato ad una banchina prima della realizzazione del cassone (Figura 3.5.F1, immagine A);
- bacino galleggiante durante la realizzazione del cassone (Figura 3.5.F1, immagine B);
- bacino galleggiante durante la fase di varo e rimorchio del cassone (Figura 3.5.F1, immagine C).

	PROGETTISTA	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-VDO-E-00100	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 9 di 17	Rev. 0

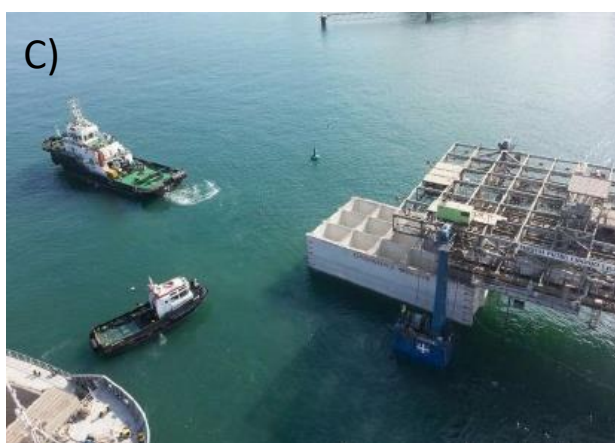
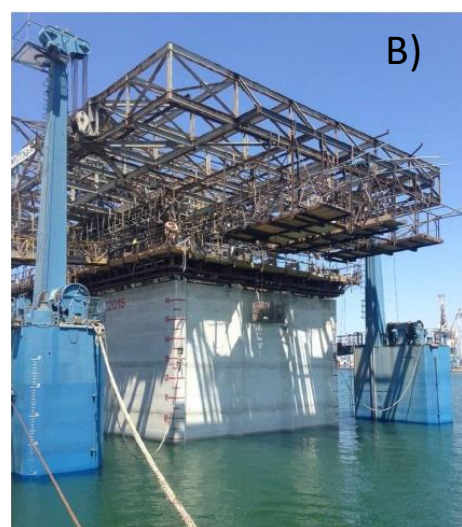
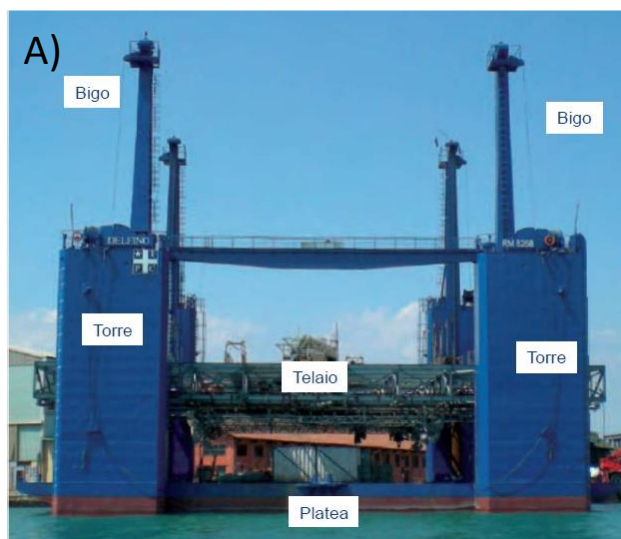


Figura 3.5.F1 – Esempio di bacino galleggiante


3.6 Risposta del Proponente con riferimento al Punto 2.6 della Sezione 2

Lo scenario relativo alle condizioni di moto ondoso estreme caratterizzato dal valore di altezza d'onda significativa $H_s=3,5$ m è stato scelto come rappresentativo di condizioni estreme medie annuali, ovvero di condizioni di moto ondoso abbastanza sostenute da poter mobilitare il sedimento di fondo, ma allo stesso tempo anche frequenti.

Infatti, la finalità delle simulazioni numeriche eseguite è stata quella di analizzare la possibilità che si potessero verificare movimentazioni di materiale di fondo tali da determinare sedimentazione nella zona protetta dalla diga.

Poiché nell'intorno della diga i fondali sono pari a circa 15 m, risulta che con condizioni di moto ondoso limitate in altezza il materiale non viene movimentato dalle onde (per onde con H_s nell'ordine di 1,5 m non vi è mobilitazione di materiale).

Ovviamente all'aumentare dell'altezza d'onda aumenta anche la capacità delle onde di movimentare il materiale; tuttavia, le onde più alte sono anche meno frequenti e quindi il loro

	PROGETTISTA	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-VDO-E-00100	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Eg. 10 di 17	Rev. 0

effetto cumulato nel tempo tende a diminuire. Pertanto, lo stato di mare $H_s=3,5$ m è stato considerato rappresentativo per le finalità delle simulazioni.

3.7 Risposta del Proponente con riferimento al Punto 2.7 della Sezione 2

Il proponente conferma che tutte le ottimizzazioni progettuali proposte in particolare quelle riguardanti la diga frangiflutti rispetteranno le condizioni e prestazioni riguardo le analisi e validazioni finalizzate alla riduzione del rischio e della pericolosità sismica.

Di seguito vengono forniti i principali criteri progettuali che saranno sviluppati all'interno degli elaborati progettuali di dettaglio della diga.


Aspetti Geologici

Il progetto esecutivo della diga in corso di sviluppo sarà corredato di una adeguata analisi della sismicità storica che ha interessato le aree di progetto. La precedente fase di progettazione ha tenuto conto nello specifico, delle informazioni che derivano dalla consultazione del DBMI15 versione 3.0, il database macrosismico utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 (consultabile on-line al sito CPTI15-DBMI15 v3.0 (ingv.it)) con cui è stata ricostruita la storia sismica del Comune di Ravenna a partire dal 1279 (Evento sismico dell'Appennino Forlivese).

Il progetto esecutivo sarà completo dell'analisi dei cataloghi DISS di INGV e ITHACA di ISPRA, utile all'individuazione, rispettivamente, delle sorgenti sismiche che interessano l'area di progetto con la magnitudo ad esse associata e all'eventuale presenza di faglie che potrebbero deformare la superficie ed interessare le opere in progetto. La precedente fase di progettazione ha tenuto conto nello specifico, delle informazioni contenute nel database "A compilation of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas" (vers. 3.3.0) (rif. Figura 3.7.A), riguardo le sorgenti sismogenetiche individuali e composite, che insistono sul territorio italiano e su alcune regioni confinanti, ritenute in grado di generare grandi terremoti.

L'assetto di queste sorgenti fornisce informazioni sull'andamento dei maggiori sistemi di faglie attive, consentendo in alcuni casi di individuare aree di potenziale gap sismico.

Dall'esame del Database, il territorio di Ravenna è sotteso dalla sorgente sismogenetica composita "Malalbergo-Ravenna" (ITCS012).

	PROGETTISTA	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-VDO-E-00100	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 11 di 17	Rev. 0

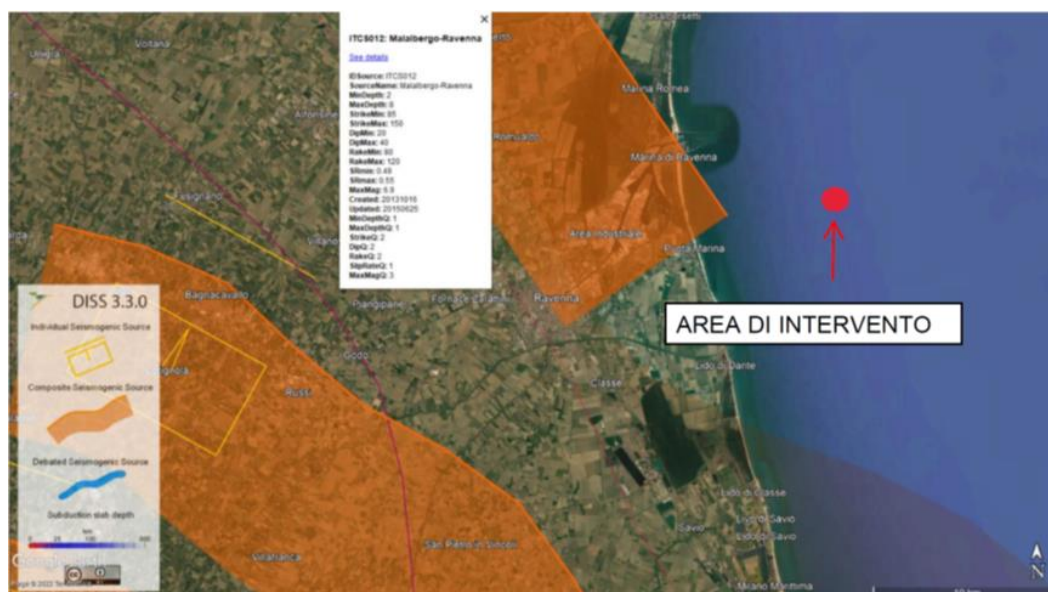


Figura 3.7.F1- Sorgenti sismogenetiche contenute nella nuova versione del “Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy” per l’area in oggetto (scala grafica).

Inoltre, il database del progetto ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults) mostra, poco più a sud dell’area progettuale, l’esistenza di una faglia capace, definita come lineamento tettonico attivo che potenzialmente può creare deformazioni in superficie.

Nella zona di studio è presente una faglia capace riferibile al sistema Ravenna-Comacchio, la faglia di Marina di Ravenna, composto da un segmento di faglia, di lunghezza di circa 18 km e cinematica inversa, con l’ultima attività nota riferibile al Pleistocene inferiore (rif. Figura 3.7.F2).



	PROGETTISTA	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-VDO-E-00100	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Eg. 12 di 17	Rev. 0

Figura 3.7.F2- Stralcio cartografico dell'area di interesse con indicazione dell'area di studio (in bianco) e della faglia capace (in rosso), scala grafica.

Aspetti Idraulici

Per quanto riguarda le onde di maremoto è stato eseguito uno studio idrodinamico specifico riportato nel documento in allegato (rif. **Allegato 4** - Studio onde di maremoto - 000-ZX-E-17213_0 in Sezione 4).

Aspetti Geotecnici

Il progetto esecutivo conterrà la valutazione della sicurezza in condizioni sismiche delle opere oltre che la valutazione della stabilità sismica del sito di costruzione (verifica del rischio di liquefazione) così come previsto dalle NTC18 eseguite con la parametrizzazione geotecnica aggiornata con i risultati della campagna di indagine integrativa prevista.

Ad ogni modo, già in fase di progettazione definitiva le tematiche su riportate sono state compiutamente affrontate.

In particolare, le verifiche di stabilità in condizioni sismiche risultano in tutti i casi soddisfatte con idonei margini di sicurezza. I valori minimi dei coefficienti di sicurezza R_d/E_d sono stati ottenuti, per la capacità portante dalle combinazioni di carico con sisma verso il basso mentre, per la stabilità globale dalle combinazioni di carico con sisma verso l'alto.

Per quanto riguarda invece la stabilità sismica del sito, la stessa sarà valutata in funzione dei caratteri stratigrafici dei terreni interessati dall'opera con particolare riferimento agli aspetti di liquefazione.

Per completezza di seguito vengono riportati i valori dei coefficienti di sicurezza ottenuti dalle verifiche in condizioni sismiche e la valutazione della stabilità sismica del sito di costruzione.


Verifiche di stabilità in condizioni sismiche

Capacità portante

Le analisi sono state riferite ad una sezione tipologica corrente. In tutti i casi è stato considerato il sisma agente verso l'alto e verso il basso, sia lato terminale che lato mare, prevedenti la seguente combinazione di azioni elementari:

- SLV-GEO-3A: Azioni permanenti (pesi propri) + forze sismiche inerziali (sisma↑) + spinte idrodinamiche (Livello MHHW);
- SLV-GEO-3B: Azioni permanenti (pesi propri) + forze sismiche inerziali (sisma↑) + spinte idrodinamiche (Livello MLLW);
- SLV-GEO-4A: Azioni permanenti (pesi propri) + forze sismiche inerziali (sisma↓) + spinte idrodinamiche (Livello MHHW);
- SLV-GEO-4B: Azioni permanenti (pesi propri) + forze sismiche inerziali (sisma↓) + spinte idrodinamiche (Livello MLLW);

dove: MHHW rappresenta la media delle più alte alte maree giornaliere e MLLW la media delle più basse basse maree giornaliere.

	PROGETTISTA	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-VDO-E-00100	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Eg. 13 di 17	Rev. 0

I valori dei coefficienti di sicurezza ottenuti sono rappresentati nella sottostante tabella (rif. Tabella 3.7.T1).

VERIFICA STABILITÀ FONDAZIONE CASSONI				
Combinazione	SLV-GEO3A	SLV-GEO4A	SLV-GEO3B	SLV-GEO4B
Azione di progetto E_d (kN/m)	4571.3	5062.1	4666.5	5167.5
Resistenza di progetto R_d (kN/m)	5108.6	5503.5	5230.1	5620.3
R_d/E_d (≥ 1.00)	1.12	1.09	1.12	1.09

Tabella 3.7.T1 – Verifica stabilità fondazione cassoni

	PROGETTISTA	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-VDO-E-00100	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 14 di 17	Rev. 0

Stabilità globale

Le verifiche di stabilità globale sono state condotte con il consolidato metodo dell'equilibrio limite (LEM) di "Bishop semplificato" con l'ausilio del codice di calcolo automatico SLOPE/W della GEOSTUDIO. Le verifiche in condizioni sismiche (SLV-GEO) sono state eseguite secondo quanto previsto dal DM 17/01/2018 ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1 del DM 17/01/2018) e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.2$. Le relative verifiche sono state eseguite imponendo superfici di rottura con sisma verso l'alto (EQK \uparrow) e verso il basso (EQK \downarrow) prendendo in considerazione i due scenari: i) alto livello marino MHHW; ii) basso livello marino MLLW, oltre che in direzione mare e Terminale in modo da ottenere le condizioni maggiormente gravose per la stabilità di insieme.

Dalle verifiche di stabilità eseguite ai sensi delle NTC18, risultano idonei margini di sicurezza nei confronti di possibili rotture di insieme. In tutti i casi i valori dei coefficienti di sicurezza risultano infatti superiori ai limiti di normativa (Rif. Tabella 3.7.T2).


Verifiche di stabilità globale - SISMA - MHHW= 0.30 m							
Direzione	Descrizione Modello	Condizioni	Combinazione di carico	FS	γ_R	R_d/E_d	Esito
Lato mare	Sisma \uparrow	CND	SLV-GEO3A	1.294	1.20	1.08	Verifica soddisfatta
Lato Terminale	Sisma \uparrow	CND	SLV-GEO3A	1.309	1.20	1.09	Verifica soddisfatta
Lato mare	Sisma \downarrow	CND	SLV-GEO4A	1.364	1.20	1.14	Verifica soddisfatta
Lato Terminale	Sisma \downarrow	CND	SLV-GEO4A	1.377	1.20	1.15	Verifica soddisfatta
Verifiche di stabilità globale - SISMA - MLLW= -0.33 m							
Direzione	Descrizione Modello	Condizioni	Combinazione di carico	FS	γ_R	R_d/E_d	Esito
Lato mare	Sisma \uparrow	CND	SLV-GEO3B	1.300	1.20	1.08	Verifica soddisfatta
Lato Terminale	Sisma \uparrow	CND	SLV-GEO3B	1.314	1.20	1.10	Verifica soddisfatta
Lato mare	Sisma \downarrow	CND	SLV-GEO4B	1.369	1.20	1.14	Verifica soddisfatta
Lato Terminale	Sisma \downarrow	CND	SLV-GEO4B	1.382	1.20	1.15	Verifica soddisfatta

Tabella 3.7.T2 - Verifiche stabilità globale

Stabilità sismica del sito di costruzione

Come è noto, indicazioni preliminari sulla necessità o meno di eseguire verifiche di suscettibilità alla liquefazione possono essere ottenute da un'analisi della sismicità di riferimento e delle caratteristiche geotecniche dei sedimenti di fondale.

A tal proposito la letteratura scientifica mette a disposizione differenti metodologie di carattere speditivo che, sulla base di criteri di tipo empirico derivati dalle esperienze pregresse,

	PROGETTISTA	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-VDO-E-00100	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 15 di 17	Rev. 0

consentono, in certe particolari condizioni, di escludere a priori la possibile insorgenza di un fenomeno di liquefazione.

Il problema è affrontato sia nelle Linee Guida riguardanti gli “Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica” (A.G.I., 2005) sia nelle Norme Tecniche per le Costruzioni NTC18 che forniscono un criterio di esclusione della verifica alla liquefazione. In accordo con il contenuto del paragrafo “7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione” delle NTC, la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
- Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$;
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate figura seguente (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ e in b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$.

Se la curva granulometrica ricade al di fuori del range che individua la possibilità di liquefazione, il terreno è considerato non liquefacibile, viceversa nel caso contrario è necessario procedere alla valutazione del potenziale di liquefazione (Rif. Figura 3.7.F3)

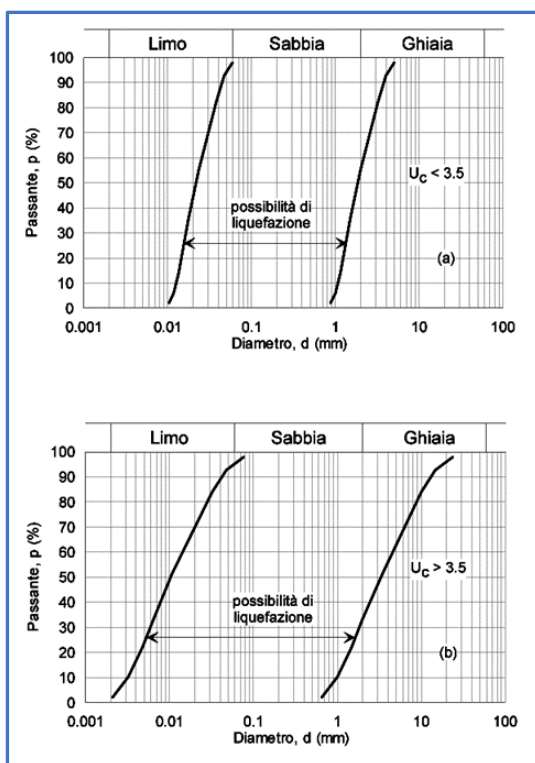



Figura 3.7.F3 - Valori di fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

	PROGETTISTA	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-VDO-E-00100	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Eg. 16 di 17	Rev. 0

Nel caso in esame, sulla base dei caratteri stratigrafici attesi, la pratica possibilità che i depositi di fondale superficiali su cui verrà impostata la diga, siano potenzialmente suscettibili di liquefazione è da ritenere comunque assai improbabile, e potrà essere ad ogni modo valutata in una seconda fase sulla base dei risultati delle nuove indagini integrative previste.

In linea di principio, risulta la possibilità di un parziale decadimento, ancorché modesto, della resistenza al taglio non drenata indotta da condizioni di carico ciclico (da sisma o eventi meteo-marini particolarmente gravosi, onda di tempesta) connessa all'accumulo di sovrappressioni interstiziali.

Ad ogni modo, anche in questo caso non sono da attendersi apprezzabili effetti. Considerata infatti la magnitudo del sisma di riferimento $M \approx 6$, il numero N dei cicli equivalenti del terremoto risulterebbe infatti relativamente modesto ($N=6$) e tale da non comportare una pratica riduzione per degradazione ciclica della resistenza iniziale. C'è inoltre da considerare che la degradazione dei parametri di resistenza al taglio, apprezzabile per effetto di cicli di sollecitazione a bassa frequenza, in condizioni cicliche è comunque largamente compensata dall'incremento di resistenza indotto dall'elevata velocità di sollecitazione. Tale asserto, come confermato dalla letteratura (Crespellani, 2007; Crespellani e Facciorusso, 2010), sta ad indicare che il comportamento a rottura in campo ciclico dei terreni coesivi è caratterizzato da due tendenze opposte, l'incremento della rigidezza e della resistenza con la velocità di applicazione dei carichi ed una degradazione delle stesse per fenomeni di fatica.

	PROGETTISTA	COMMESSA NQ/R22199	UNITA' -
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-VDO-E-00100	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Fg. 17 di 17	Rev. 0

4. ALLEGATI

I seguenti allegati sono parte integrante del presente documento:

Allegato_0 - Nota protocollo Prot. CG 17/11/2023.0000119.U. del 17.11.2023

Allegato 1 - Planimetria area cantiere funzionale alle attività di posa della sealine (DIS-AMB-B-35500)

Allegato 2 – “Nota Tecnica relativa alla gestione delle Terre e Rocce da Scavo”

Allegato 3 - Planimetria aree di cantiere Porto di Ravenna (doc. n. 000-ZB-B-17261)

Allegato 4 - Studio onde di maremoto - 000-ZX-E-17213_0