





	LNG Tanks Paratie di diaframmi - specifiche tecniche		Identification Code Codice di Identificazione			
			3269-AA-SE-32000005I			
	Plant - Impianto	Group - Gruppo	Sheet Foglio	1 / 23	Issue Emiss.	D03
	BRINDISI LNG TERMINAL	TANKS	Execution Center ID Code and Issue. PIS-DI-22			

SERBATOI GNL PARATIE DI DIAFRAMMI PER IL CONTENIMENTO SCAVI SPECIFICHE TECNICHE





CONSORZIO COOPERATIVE COSTRUZIONI

D03	Revisione generale	G. Canetta	G. Canetta	 G. Canetta	18/10/2010
D02	Revisione generale	G. Canetta	G. Canetta	 G. Canetta	14/09/2010
D01	First Issue – Prima emissione	G. Canetta	G. Canetta	 G. Canetta	07/09/2010
Is.– Em.	Description - Descrizione	Prepared- Preparato	Checked- Verificato	Approved- Approvato	Date-Data



	LNG Tanks Paratie di diaframmi - specifiche tecniche		Identification Code Codice di Identificazione			
			3269-AA-SE-32000005I			
	Plant - Impianto	Group - Gruppo	Sheet Foglio	2 / 23	Issue Emiss.	D03
	BRINDISI LNG TERMINAL	TANKS	Execution Center ID Code and Issue. PIS-DI-22			

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
2	SCOPO	4
3	RIFERIMENTI	5
4	SPECIFICA TECNICA PER L'ESECUZIONE DEI DIAFRAMMI	6
4.1	GENERALITÀ	6
4.2	CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO	7
4.3	ACCIAI IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA.....	7
4.4	ATTREZZATURA.....	7
4.4.1	Scavo con idrofresa	7
4.4.2	Controllo della verticalità.....	8
4.5	FLUIDO DI SUPPORTO BENTONITICO	8
4.5.1	Requisiti generali	8
4.5.2	Composizione del fluido.....	8
4.5.3	Informazioni sulla composizione del fluido	9
4.5.4	Mescolamento del fluido	10
4.5.5	Controlli di accettazione sul fluido.....	10
4.5.6	Depurazione del fango.....	11
4.5.7	Smaltimento del fango.....	11
4.5.8	Altri fluidi di supporto	11
4.6	TOLLERANZE.....	12
4.6.1	Tolleranze nell'ubicazione dei muretti guida per lo scavo dei pannelli.....	12
4.6.2	Tolleranza nello scavo dei diaframmi.....	12
4.6.3	Tolleranze nel posizionamento della gabbia di armatura all'interno dello scavo dei pannelli	12
4.6.4	Tolleranze sul livello del calcestruzzo gettato nei diaframmi	12
4.6.5	Tolleranze nella geometria finita dei pannelli	12
4.6.6	Tolleranze nel posizionamento di inserti o casseforme per fori e rientranze nei pannelli	13
4.7	SITUAZIONI IMPREVISTE	13
4.8	GEOMETRIA E UBICAZIONE DEI PANNELLI	13
4.9	OPERE PRELIMINARI	14
4.9.1	Piattaforma di lavoro.....	14
4.9.2	Muretti guida.....	14
4.10	ESECUZIONE DEL PRE-SCAVO E POSIZIONAMENTO	15
4.11	SEQUENZA DI SCAVO E COSTRUZIONE DEI PANNELLI	15
4.12	IMPIEGO DEL FLUIDO DI SUPPORTO PER LA STABILITÀ DELLO SCAVO DEI PANNELLI	16
4.13	PULITURA DELLO SCAVO	17
4.14	FORMAZIONE DEI GIUNTI TRA PANNELLI	17
4.15	ASSEMBLAGGIO E POSIZIONAMENTO DELLA GABBIA DI ARMATURA	18
4.15.1	Pannelli d'angolo e pannelli di chiusura	19
4.15.2	Protezione contro la corrosione di armatura esposta	19
4.15.3	Copriferro e distanziatori.....	19
4.16	GETTO DEL CALCESTRUZZO	19
4.16.1	Fornitura e trasporto del calcestruzzo	19

	LNG Tanks Paratie di diaframmi - specifiche tecniche		Identification Code Codice di Identificazione			
			3269-AA-SE-32000005I			
	Plant - Impianto BRINDISI LNG TERMINAL	Group - Gruppo TANKS	Sheet Foglio	3 / 23	Issue Emiss.	D03
			Execution Center ID Code and Issue. PIS-DI-22			

4.16.2	Lavorabilità	20
4.16.3	Esecuzione del getto	20
4.16.4	Registrazione del getto	20
4.16.5	Livello della sommità del getto	21
4.17	SCAPITIZZAZIONE DELLA SOMMITÀ DEI PANNELLI	21
4.18	TRAVE DI CAPPATURA	21
4.19	RIEMPIMENTO DEGLI SCAVI	22
4.20	IMPERMEABILITÀ RICHIESTA PER IL DIAFRAMMA.....	22
4.21	SPECIFICA DI CONTROLLO QUALITÀ PER DIAFRAMMI	22

	LNG Tanks Paratie di diaframmi - specifiche tecniche		Identification Code Codice di Identificazione			
			3269-AA-SE-32000005I			
	Plant - Impianto	Group - Gruppo	Sheet Foglio	4 / 23	Issue Emiss.	D03
	BRINDISI LNG TERMINAL	TANKS	Execution Center ID Code and Issue. PIS-DI-22			

1 INTRODUZIONE

Il progetto Brindisi LNG è un terminale ricevente da realizzare su un'area di colmata a mare nel porto di Brindisi, Puglia, Italia meridionale.



Sono previsti due serbatoi, aventi diametro interno 39.00 m ed un'altezza di 41.90 m, composti da una fondazione a platea in c.a. di 1.20m di spessore, una parete cilindrica in c.a.p. (post-compressa sia verticalmente che orizzontalmente) di spessore 0,65m, che si incrementa nei 7.00m di base fino ad 1,00m, ed un tetto a cupola in c.a. di spessore 0.40 m, che si incrementa a 1.40m alla periferia in corrispondenza dell'appoggio sulla parete.

Il liquido stoccato è Gas Naturale Liquefatto (LNG) in base al principio del "full containment type". Le condizioni criogeniche (-165°C) sul serbatoio in c.a. vengono raggiunte solo in caso di incidente, in seguito a un evento sismico (UNI EN 1473), in conseguenza della fuoriuscita di LNG dal serbatoio interno in acciaio, eccezion fatta per una trave anulare in calcestruzzo alleggerito, disposta sotto il serbatoio, che sarà esposta permanentemente a temperatura criogenica.

La vita di progetto dei serbatoi è di 50 anni.



2 SCOPO

Il presente documento raccoglie le specifiche per le paratie di diaframmi in c.a. necessarie per il contenimento delle pareti degli scavi per il semi – interrimento dei serbatoi; vengono prescritte le proprietà meccaniche, i requisiti di normativa, gli accorgimenti nell'approvvigionamento dei materiali, delle attrezzature, delle modalità esecutive..

	LNG Tanks Paratie di diaframmi - specifiche tecniche		Identification Code Codice di Identificazione			
			3269-AA-SE-32000005I			
	Plant - Impianto	Group - Gruppo	Sheet Foglio	5 / 23	Issue Emiss.	D03
	BRINDISI LNG TERMINAL	TANKS	Execution Center ID Code and Issue. PIS-DI-22			

3 RIFERIMENTI

- 1.] Legge 5 Novembre 1971 n. 1086: “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica”;
- 2.] D.P.R. 6 Giugno 2001, n. 380: “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia (testo A)”;
- 3.] Decreto Ministeriale del 14 Gennaio 2008 del Ministero dei LL.PP. “Norme tecniche per le costruzioni”;
- 4.] CIRCOLARE 2 Febbraio 2009, n. 617: “Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni”
- 5.] UNI EN 14620-1:2006. Progettazione e fabbricazione di serbatoi di acciaio verticali, cilindrici, a fondo piatto, costruiti in sito, per lo stoccaggio di gas liquefatti refrigerati operanti a temperature tra 0°C e -165 °C - Parte 1: Generalità
- 6.] UNI EN 14620-3:2006. Progettazione e fabbricazione di serbatoi di acciaio verticali, cilindrici, a fondo piatto, costruiti in sito, per lo stoccaggio di gas liquefatti refrigerati operanti a temperature tra 0°C e -165 °C - Parte 3: Componenti di calcestruzzo
- 7.] UNI EN 1538:2002 Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Diaframmi
- 8.] Brindisi LNG Diaphragm wall – plan view. Dwg n°3269-AX-DG-310000010I-ISD01
- 9.] Brindisi LNG Diaphragm wall – section view. Dwg n°3269-AX-DG-310000016I-ISD01
- 10.] Brindisi LNG – LNG Tanks – SERBATOI GNL - CALCESTRUZZO PER OPERE IN C.A. E CAP - SPECIFICHE TECNICHE. Doc. n°3269-AA-SE-320 00001I -ISD03
- 11.] BRINDISI LNG –LNG Tanks – ACCIAIO D'ARMATURA PER OPERE IN C.A. - SPECIFICHE TECNICHE. Doc. n°3269-AA-SE-32000003I-I SD01

	LNG Tanks Paratie di diaframmi - specifiche tecniche		Identification Code Codice di Identificazione			
			3269-AA-SE-32000005I			
	Plant - Impianto	Group - Gruppo	Sheet Foglio	6 / 23	Issue Emiss.	D03
	BRINDISI LNG TERMINAL	TANKS	Execution Center ID Code and Issue. PIS-DI-22			

4 SPECIFICA TECNICA PER L'ESECUZIONE DEI DIAFRAMMI

4.1 Generalità

Nell'ambito dell'esecuzione dei serbatoi di gas liquido si prevede l'esecuzione degli stessi parzialmente interrati. A tale scopo sono quindi necessari profondi e voluminosi scavi di sbancamento al di sotto della quota della falda acquifera. Pertanto il progetto prevede l'esecuzione di diaframmi di sostegno ed impermeabilizzazione del terreno.

Dato il particolare assetto geologico il diaframma deve essere scavato attraversando strati sciolti (riporti superficiali), strati cementati ("panchina") e strati limoso-argillosi e argillosi sovraconsolidati (limi e argille Calabrianne), tipici della zona costiera di Brindisi. A causa dell'elevata profondità di infissione, e delle caratteristiche dello scavo a pozzo, nel quale il ruolo stabilizzante fondamentale spetta alle azioni di compressione circonferenziale (che impegnano il contatto pannello – pannello), devono essere prescritte ristrette tolleranze geometriche ed esecutive; ne risulta che lo scavo deve essere eseguito per mezzo di adeguata idrofresa.



In relazione ai disegni di progetto le quote relative alla sommità ed al piede dei diaframmi sono rispettivamente pari a 3,50 m slm e – 34,65 m slm; ipotizzando, in prima approssimazione, la quota del piano di lavoro a + 1,35 m slm, la profondità totale dei diaframmi risulta di 35,65 m, vedi rif. 8.] e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Si richiamano brevemente i requisiti che richiedono particolare attenzione per la loro importanza in relazione alla buona riuscita dell'opera:

- Verticalità del diaframma: necessaria soprattutto per garantire una continuità longitudinale delle paratie e la conseguente regolare trasmissione della forza di compressione circonferenziale, ma anche per evitare la filtrazione dell'acqua di falda attraverso i giunti tra i pannelli.
- Profondità dei pannelli: per creare lo sbarramento necessario al moto di filtrazione dell'acqua di falda risulta di fondamentale importanza rispettare la profondità dei pannelli riportata sugli elaborati facenti parte del Progetto Definitivo. Tale valore si intende come profondità minima necessaria. A tal proposito risulta inoltre di fondamentale importanza eseguire la pulizia del fondo foro prima di eseguire il getto di calcestruzzo come riportato in seguito all'interno di queste Specifiche.
- Impermeabilità dei diaframmi e dei giunti di collegamento tra pannelli: per evitare il moto di filtrazione dell'acqua di falda attraverso i giunti di collegamento dei pannelli sarà necessario adottare tutti gli accorgimenti costruttivi necessari a garantire l'impermeabilità delle opere.

Prima dell'inizio dei lavori L'Impresa fornirà gli elaborati di dettaglio del progetto costruttivo, contenenti la planimetria con i pannelli numerati, indicando i primari e i secondari, e la sequenza di costruzione degli stessi.

Tali informazioni saranno contenute nel "Method of Statement" che l'Impresa dovrà predisporre, così come tutte le altre informazioni necessarie alla esecuzione ed al monitoraggio dell'opera in tutte le sue fasi.

	LNG Tanks Paratie di diaframmi - specifiche tecniche		Identification Code Codice di Identificazione			
			3269-AA-SE-32000005I			
	Plant - Impianto	Group - Gruppo	Sheet Foglio	7 / 23	Issue Emiss.	D03
	BRINDISI LNG TERMINAL	TANKS	Execution Center ID Code and Issue. PIS-DI-22			

4.2 Caratteristiche del calcestruzzo

Per le caratteristiche del calcestruzzo Si rimanda alle apposite specifiche tecniche, rif. 8.]

4.3 Acciai in barre ad aderenza migliorata

Per l'acciaio per cemento armato si rimanda alle apposite specifiche tecniche, rif. 11.]

4.4 Attrezzatura

Le frese idrauliche per lo scavo dei pannelli dovranno essere costituite da due ruote fresanti, dotate di opportuna dentatura, in movimento rotativo sincrono opposto.

I tamburi fresanti, aventi telaio esterno rotante attorno ad un asse fisso, saranno azionati da apposite catenarie ad ingranaggio, dotate di appositi taglienti e mosse da motori idraulici.

Il telaio della fresa idraulica dovrà contenere anche una pompa per l'aspirazione e la circolazione del fango di perforazione, avente portata non inferiore a 450 metri cubi /ora e prevalenza > 50 m, adeguata a superare tutti i dislivelli e le perdite di carico esistenti tra il piano delle coree e l'impianto di recupero e trattamento dei fanghi di circolazione e stabilizzazione dello scavo.

Le dimensioni dell'impronta di taglio dei tamburi dell'idrofresa in pianta dovranno corrispondere a quelle minime dei pannelli da scavare.



L'attrezzatura idrofresa sarà equipaggiata con un sistema computerizzato di acquisizione – restituzione dati di verticalità (profondimetro ed inclinometri per il rilevamento e trasmissione in tempo reale della profondità, dell'inclinazione dell'utensile stesso e della eventuale rotazione); il sistema dovrà anche provvedere alla registrazione elettronica dei dati rilevati, per documentare i risultati ottenuti. Inoltre la caratteristica peculiare della idrofresa è di essere dotata di appositi scudi mobili di guida inseriti nel telaio che permettono, unitamente alla variazione delle velocità dei tamburi di taglio, il mantenimento della verticale di scavo e/o la eventuale correzione della deviazione locale misurata in tempo reale rispetto alla verticale di scavo.

4.4.1 Scavo con idrofresa

Nelle prime fasi di scavo è previsto l'utilizzo della benna mordente preferibilmente montata su asta guidata tipo Kelly, almeno fino al raggiungimento della profondità necessaria per l'innesco ed il funzionamento della pompa di circolazione del fango incorporata nell'idrofresa. La seconda attrezzatura (idrofresa) sarà impiegata in successione, per profondità di scavo superiori, fino al raggiungimento della quota di progetto.

Le due attrezzature dunque, costituiranno un unico gruppo di scavo. In relazione alla natura dei litotipi presenti, si potrà effettuare un pre-scavo oltre la profondità minima richiesta per l'innesco della circolazione inversa del fango bentonitico, ottimizzando i tempi di impiego delle due attrezzature ai fini di un corretto e rapido completamento dello scavo.

La profondità di scavo alla quale verrà impiegata l'idrofresa dovrà essere definita dalla Impresa di concerto con la D.L. prima della esecuzione delle opere. Dovrà comunque essere fornito un Method of Statement nel quale vengano chiaramente indicate tutte le fasi di lavoro e le tecnologie adottate, nonché le azioni che porteranno alla definizione delle profondità di inizio dell'utilizzo della idrofresa.

	LNG Tanks Paratie di diaframmi - specifiche tecniche		Identification Code Codice di Identificazione			
			3269-AA-SE-32000005I			
	Plant - Impianto	Group - Gruppo	Sheet Foglio	8 / 23	Issue Emiss.	D03
	BRINDISI LNG TERMINAL	TANKS	Execution Center ID Code and Issue. PIS-DI-22			

L'utilizzo della benna mordente propedeutica all'utilizzo della idrofresa dovrà garantire comunque ed in ogni situazione il raggiungimento delle caratteristiche prestazionali dell'intervento in termini di impermeabilità del sistema di coronamento dello scavo realizzato con diaframmi.

Il Method Statement dovrà quindi evidenziare le modalità operative e le tecnologie utilizzate al fine del raggiungimento della massima impermeabilità del sistema di barriera costituito dai diaframmi.

4.4.2 Controllo della verticalità

Per il controllo della verticalità dello scavo, e quindi dei pannelli, saranno utilizzati sistemi la cui precisione è commisurata alla profondità dei pannelli ed all'importanza dell'opera. Di norma potranno essere utilizzati inclinometri da fissare sull'utensile di scavo, in modo da avere il controllo della perforazione a varie profondità attraverso la misura della deviazione nei piani assi xz, yz e della torsione eventuale.

Ove richiesto dalla DL, si provvederà a misure più precise o integrative quali il rilievo della completa geometria del pannello mediante sonda ad ultrasuoni (tipo sistema Kodon).

Le modalità di misura e di utilizzo saranno contenute nel Method of Statement così come le azioni di controllo ed azioni correttive da intraprendere al fine del mantenimento e raggiungimento delle prestazioni richieste ai diaframmi.

4.5 Fluido di supporto bentonitico

4.5.1 Requisiti generali

Il fluido bentonitico deve rispettare i seguenti requisiti relativi alle sue proprietà e all'utilizzo:

- costituire un supporto continuo delle pareti degli scavi;
- le particelle solide devono restare in sospensione per il tempo necessario;
- il fluido deve poter essere facilmente percolato durante il getto;
- il fluido non deve ricoprire l'armatura in modo da compromettere l'aderenza tra cemento e le barre d'armatura;
- il fluido non deve provocare inquinamento del terreno e delle falde acquifere prima, durante o dopo l'utilizzo;
- il fluido non deve compromettere o ridurre in modo significativo l'attrito superficiale tra il suolo e la parte strutturale incastrata nel terreno;
- il fluido non deve compromettere o ridurre in modo significativo l'impermeabilità e la monoliticità del getto dei diaframmi che dovranno costituire il più possibile un corpo unico ed impermeabile.

4.5.2 Composizione del fluido

Una sospensione di bentonite da impiegare per lo scavo dei pannelli deve essere preparata con bentonite di sodio naturale e/o attivata; la bentonite utilizzata non deve contenere costituenti nocivi in quantità tale da poter danneggiare l'armatura o il calcestruzzo.

Deve essere fornita la composizione chimica e mineralogica della bentonite ed in genere dovranno essere rispettati i parametri riportati nella tabella seguente.



	LNG Tanks Paratie di diaframmi - specifiche tecniche		Identification Code Codice di Identificazione			
			3269-AA-SE-32000005I			
	Plant - Impianto	Group - Gruppo	Sheet Foglio	9 / 23	Issue Emiss.	D03
	BRINDISI LNG TERMINAL	TANKS	Execution Center ID Code and Issue. PIS-DI-22			

Tabella 3 - Valori di verifica e conformità per il fluido bentonitico

Valori di conformità misurati a 20°C				
Proprietà da misurare	Metodo di verifica e attrezzature	Specifiche per la verifica	Fluido appena preparato	Campionatura estratta dallo scavo prima della posa dell'armatura e del cemento
Densità	Bilancia fango tipo Baroid	API RP13 sezione 1	< 11 kN/m ³	< 11,5 kN/m ³
Viscosità del cono di Marsh	Cono di Marsh	API R13 sezione 2	32" - 50"	< 60"
Contenuto di sabbia	Sabbiometro	API RP13 sezione 4	< 3%	
Perdita di fluido - per la gamma appropriata di tempi per temperature e pressioni	Test di perdita del fluido (30 minuti)	API RP13 sezione 3	< 30 ml	< 50 ml
Spessore pannello di presso filtrazione (filtercake)	Test di perdita del fluido		< 2,5 mm	< 6 mm
PH	Gamma di misurazione pH 7 – 14 del pH elettrico		8,5 – 9,5	9,5 – 11,7



La scelta definitiva del tipo di bentonite da parte dell'Impresa, che andrà certificata dal fornitore, potrà avvenire in funzione delle effettive caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e delle modalità operative che l'esecutore intende impiegare.

4.5.3 Informazioni sulla composizione del fluido

Informazioni dettagliate sul tipo di fluido bentonitico e le certificazioni del produttore relative ai componenti e alle loro percentuali all'interno del fluido devono essere sottoposte all'approvazione del DL al momento della presentazione del Progetto Costruttivo.

Le informazioni dovranno includere:

- La dimostrazione di lavori precedentemente effettuati con il fluido bentonitico considerato e giustificazione della sua idoneità per le condizioni del terreno e per il metodo di costruzione prescelto. In particolare sarà necessario verificare i tipi e le fonti dei costituenti del fluido bentonitico, la temperatura ambiente, la chimica del suolo e delle acque sotterranee;
- I risultati di prove effettuate in laboratorio o in sito con il fluido bentonitico per dimostrare che esso risponde ai requisiti indicati in specifica;

	LNG Tanks Paratie di diaframmi - specifiche tecniche		Identification Code Codice di Identificazione			
			3269-AA-SE-32000005I			
	Plant - Impianto	Group - Gruppo	Sheet Foglio	10 / 23	Issue Emiss.	D03
	BRINDISI LNG TERMINAL	TANKS	Execution Center ID Code and Issue. PIS-DI-22			

- Il programma dei test da attuare per il monitoraggio del fluido bentonitico durante i lavori e i valori da rispettare;
- I valori da rispettare sono rappresentati indicativamente nella tabella relativa alle caratteristiche del materiale.

4.5.4 Mescolamento del fluido

I costituenti del fluido devono essere mescolati bene in modo da produrre un composto omogeneo e colloidale. La temperatura dell'acqua utilizzata nel composto e del fluido bentonitico al momento di iniziare il getto del calcestruzzo non deve essere inferiore ai 5 °C.

Le attrezzature impiegate per la preparazione della sospensione dovranno essere tali da assicurare la suddivisione minuta delle particelle di bentonite sospese quali miscelatori dotati di pompe di ricircolo laminatrici o centrifughe ad alto numero di giri o turbomescolatori. In ogni caso, dovranno essere installate vasche di "maturazione" del fango, nelle quali esso dovrà rimanere per un tempo adeguato, prima di essere impiegato nella perforazione.

Il fango verrà ottenuto miscelando, fino ad ottenere una sospensione finemente dispersa, i seguenti componenti:

- acqua;
- bentonite;
- additivi eventuali (disperdenti, sali tampone);

In genere il dosaggio in bentonite, espresso come percentuale in peso rispetto all'acqua, dovrà risultare non inferiore al 4% e non superiore al 10% e, comunque, essere tale da mantenere la stabilità dello scavo.

Tutti gli additivi solidi dovranno essere conservati in depositi separati e impermeabilizzati con pavimento sopraelevato o in silos impermeabilizzati che non permettano la contaminazione dei materiali.

Se non altrimenti indicato, gli additivi dovranno essere utilizzati nel rispetto delle indicazioni fornite dal produttore.

4.5.5 Controlli di accettazione sul fluido

L'Impresa è tenuta ad eseguire tutte le verifiche sul fluido in relazione alle sue caratteristiche ed ai criteri indicati dalla presente Specifica per dimostrare il rispetto dei valori limite per ciascun test.

Un laboratorio sarà adeguatamente attrezzato e mantenuto in sito con l'unico scopo di fornire ai tecnici e ai responsabili la possibilità di effettuare tutte le necessarie campionature e verifiche.



Fango bentonitico fresco (appena preparato)

Ogni volta che la sospensione bentonitica viene preparata o diluita, dovrà essere testata a campione per verificare il rispetto dei valori di densità ed in genere di reologia richiesti al fango appena confezionato e via via che procede la maturazione.

Fango bentonitico pronto per l'impiego (prima dell'inizio dello scavo)

Dovrà essere testata a campione per verificare il rispetto dei valori di densità ed in genere di reologia richiesti nelle operazioni di scavo.

A fine scavo l'idrofresa sarà mantenuta al fondo scavo con la pompa di aspirazione in funzione per il lasso di tempo necessario alla pulizia completa del fango stesso dalle particelle di terreno.

	LNG Tanks Paratie di diaframmi - specifiche tecniche		Identification Code Codice di Identificazione			
			3269-AA-SE-32000005I			
	Plant - Impianto	Group - Gruppo	Sheet Foglio	11 / 23	Issue Emiss.	D03
	BRINDISI LNG TERMINAL	TANKS	Execution Center ID Code and Issue. PIS-DI-22			

Fango bentonitico in corso d'impiego (prima della posa della gabbia d'armatura nello scavo)

Per ulteriore controllo, immediatamente prima della posa dell'armatura e del calcestruzzo sarà necessario verificare almeno un campione dal fondo dello scavo e uno dalla sommità, mediante recupero del fango con apposito campionatore.

La densità del fango bentonitico fresco verrà misurata giornalmente, come controllo di qualità della sospensione.

L'apparecchio di misurazione dovrà essere tarato con una precisione di più o meno 5 g/l;

Se le verifiche indicano che il fluido bentonitico non rispetta i requisiti di questa Specifica Tecnica, esso dovrà essere additivato e/o sostituito nei casi maggiormente gravi in cui non si riesca a ripristinare le caratteristiche richieste.

4.5.6 Depurazione del fango

Si predisporranno idonee apparecchiature di separazione del fango, che consentano di contenere entro i limiti sotto indicati la quantità di materiale trattenuto in sospensione.

L'efficacia di tali apparecchiature dovrà essere tale da mantenere il peso di volume del fango presente nello scavo entro i seguenti limiti:

- non superiore a 1,25 t/m³ (g/ml) nel corso della perforazione;
- non superiore a 1,12 t/m³ (g/ml) prima dell'inizio delle operazioni di getto.

La determinazione, prima dell'inizio del getto, dovrà essere eseguita su campioni prelevati con campionature ad una quota di circa un metro superiore a quella di fondo del pannello.



L'efficienza dell'impianto e delle procedure adottate per la dissabbiatura e la rigenerazione del fango, verrà controllata come indicato nel paragrafo relativo ai controlli.

4.5.7 Smaltimento del fango

Dovranno essere adottate tutte le misure necessarie per prevenire lo spargimento del fluido bentonitico nel sito nelle aree immediatamente al di fuori dello scavo. Il fluido non utilizzato dovrà essere immediatamente rimosso dal sito. Lo smaltimento del fluido, quando esausto, deve essere eseguito in ottemperanza ai requisiti delle norme vigenti e delle disposizioni delle autorità competenti in materia.

4.5.8 Altri fluidi di supporto

Qualora risultasse impossibile l'impiego di fluido bentonitico nel rispetto del paragrafo 5.3.3 di queste Specifiche Tecniche, come fluido di supporto, l'Impresa dovrà proporre un fluido di supporto alternativo, corredato da Specifiche Tecniche dettagliate. Tale scelta dell'Impresa, nonché la relativa documentazione, dovrà in ogni caso essere approvata dal DL.

	LNG Tanks Paratie di diaframmi - specifiche tecniche		Identification Code Codice di Identificazione			
			3269-AA-SE-32000005I			
	Plant - Impianto	Group - Gruppo	Sheet Foglio	12 / 23	Issue Emiss.	D03
	BRINDISI LNG TERMINAL	TANKS	Execution Center ID Code and Issue. PIS-DI-22			

4.6 Tolleranze

4.6.1 Tolleranze nell'ubicazione dei muretti guida per lo scavo dei pannelli

Il tracciato di progetto dei muretti guida sarà tale da rispettare i requisiti sulle caratteristiche geometriche finali del diaframma in corrispondenza dell'intradosso di progetto della trave di coronamento (ossia la sommità dei pannelli dopo la scapitozzatura) – vedi disegni strutturali.

Su tale tracciato, andranno rispettate le seguenti tolleranze:

- Tolleranza sulla verticalità delle facce dei muretti guida rivolte verso la trincea = 1:200;
- Tolleranza del tracciato in pianta delle facce dei muretti guida rivolte verso la trincea, in corrispondenza della loro sommità = 1:200;
- Le facce dei muretti guida rivolte verso la trincea devono essere prive di creste o modifiche brusche;
- Distanza minima di separazione tra i muretti guida = spessore di progetto del diaframma +35mm;
- Distanza massima di separazione tra i muretti guida = spessore di progetto del diaframma +50mm.

4.6.2 Tolleranza nello scavo dei diaframmi

La tolleranza sullo scavo per i pannelli rispetto alla geometria di progetto dei diaframmi sarà tale da rispettare le tolleranze sulla geometria finale del diaframma – vedi paragrafi successivi.

Inoltre, la profondità di scavo o meglio il sovra scavo reale oltre il fondo teorico rispetto deve essere compreso tra - 0,1 m e + 0,25 m.

La tolleranza sulla verticalità del pannello è pari a $\pm 0.5\%$.

4.6.3 Tolleranze nel posizionamento della gabbia di armatura all'interno dello scavo dei pannelli

Valgono le seguenti tolleranze per il posizionamento centrato in pianta della gabbia di armatura all'interno dello scavo per ciascun pannello, e per il posizionamento di progetto in direzione verticale della gabbia di armatura:



- Tolleranza (orizzontale) in direzione normale al piano dei diaframmi = $\pm 25\text{mm}$;
- Tolleranza in direzione orizzontale nel piano dei diaframmi = $\pm 70\text{mm}$;
- Tolleranza in direzione verticale = $\pm 70\text{mm}$.

4.6.4 Tolleranze sul livello del calcestruzzo gettato nei diaframmi

Le tolleranze nel livello del calcestruzzo sono indicate ai paragrafi successivi.

4.6.5 Tolleranze nella geometria finita dei pannelli

La larghezza e la profondità (del piede) di ciascun pannello non devono essere minori dei valori di progetto.

	LNG Tanks Paratie di diaframmi - specifiche tecniche		Identification Code Codice di Identificazione			
			3269-AA-SE-32000005I			
	Plant - Impianto	Group - Gruppo	Sheet Foglio	13 / 23	Issue Emiss.	D03
	BRINDISI LNG TERMINAL	TANKS	Execution Center ID Code and Issue. PIS-DI-22			

In corrispondenza della sommità (dopo la scapitozzatura) di ciascun pannello, la deviazione massima del piano mediano sarà di 50 mm rispetto alla posizione di progetto.

I piani (senza considerare protuberanze localizzate) della superficie a vista di ciascun pannello, ed il piano delle estremità di ciascun pannello, dovranno essere verticali con una tolleranza di 1:150. Generalmente, verrà consentita una sporgenza supplementare, rispetto a tale piano a vista, di 100 mm per effetto di eventuali cavità formate da un sovrascavo localizzato nel terreno, a meno che il diaframma non si trovi già al di fuori dei 50 mm dalla perfetta verticalità di progetto, a partire dalla posizione in sommità consentita dalle tolleranze di cui sopra. In tal caso, queste sporgenze consentite si ridurranno a 50 mm. In ogni caso, l'Impresa dovrà rimuovere tali sporgenze dove richiesto dalla DL.

Se si prevede che possano essere presenti strati di argilla soffice o di torba, oppure se devono essere rimosse delle ostruzioni durante lo scavo della trincea, l'Impresa dovrà tenerne conto per restare entro i limiti specificati per il sovrascavo.

Il disassamento tra due pannelli adiacenti nel punto di congiunzione non deve eccedere i limiti che porterebbero ad avere effetti indesiderati sulle prestazioni del muro.

La tolleranza sulla complanarità dei giunti è pari a $\pm 0.5\%$.

4.6.6 Tolleranze nel posizionamento di inserti o casseforme per fori e rientranze nei pannelli

La posizione di inserti, ferri di ripresa, formatori di cavità, ecc nei pannelli del diaframma gettati contro terra dovrà discostarsi di massimo 70mm in qualsiasi direzione nel piano della superficie a vista del diaframma rispetto alla posizione di progetto indicata sui disegni.

4.7 Situazioni impreviste

Qualora si verificano situazioni impreviste quali condizioni del terreno non rilevate durante le indagini geotecniche, presenza di ostacoli allo scavo dei pannelli, o situazioni durante lo scavo dei pannelli (quale il prolungamento imprevisto dei tempi prima del getto del calcestruzzo) che potrebbero portare alla perdita di fluido di supporto oppure all'instabilità dello scavo per i pannelli, l'IA dovrà informare immediatamente DL e concordare con il DL una misura di risoluzione della situazione di emergenza, il più possibile nel rispetto di queste Specifiche Tecniche.

Si nota tuttavia che l'IA dovrà attendersi la presenza di possibili sbulbature generatesi durante la realizzazione dei diaframmi esistenti e dovrà fare in modo che tali sbulbature non causino perdita di verticalità oltre le tolleranze specificate., che non causino in alcun modo la diminuzione della qualità del calcestruzzo del diaframma.



Nel caso di instabilità dello scavo, fare riferimento anche al paragrafo 4.12.

Tali eventi verranno registrati nei minimi dettagli nel giornale dei lavori e nel successivo verbale dello stato di avanzamento dei lavori.

4.8 Geometria e ubicazione dei pannelli

La lunghezza e lo spessore di progetto di ciascun pannello del diaframma, e l'ubicazione di progetto del diaframma vengono definiti nei disegni strutturali del Progetto Definitivo.

La lunghezza dei pannelli non potrà essere minore rispetto alla lunghezza definita nel Progetto Definitivo, al fine di garantire la stabilità dei pannelli e al fine di garantire lo sbarramento al flusso

	LNG Tanks Paratie di diaframmi - specifiche tecniche		Identification Code Codice di Identificazione			
			3269-AA-SE-32000005I			
	Plant - Impianto	Group - Gruppo	Sheet Foglio	14 / 23	Issue Emiss.	D03
	BRINDISI LNG TERMINAL	TANKS	Execution Center ID Code and Issue. PIS-DI-22			

d'acqua immorsandosi nello strato di limo inferiore, per limitare il livello di danno, causato dalla costruzione del diaframma e dallo scavo, agli edifici e alle strutture esistenti adiacenti al sito, entro quello definito in queste Specifiche Tecniche. Nel rispetto di tali criteri, l'IA sarà responsabile della scelta delle dimensioni dei pannelli, e dovrà aggiornare, nel proprio Progetto Costruttivo, i dettagli delle gabbie di armatura e quant'altro viene influenzato dalla scelta della geometria del pannello. Il tracciamento delle opere sarà onere e cura della I.A. sulla base dei disegni di progetto costruttivo che la stessa I.A. dovrà produrre. Il rilievo sarà trasmesso alla D.L. prima della esecuzione dei lavori.

4.9 Opere preliminari

4.9.1 Piattaforma di lavoro

La piattaforma di lavoro, dalla quale dovranno operare le attrezzature utilizzate per lo scavo e la costruzione dei diaframmi, sarà predisposto su una superficie piana ed orizzontale a tratti (nel caso di piano di campagna inclinato) ed adeguatamente compattata, in modo da evitare variazioni di assetto delle attrezzature durante il loro funzionamento. Deve essere libera da ostruzioni superficiali o profonde (trovanti, fondazioni esistenti, opere interrato etc...). Tutte le acque superficiali e le tubazioni di scolo dovranno essere opportunamente deviate.

Le dimensioni del piano di lavoro, in senso longitudinale e trasversale, dovranno essere tali da consentire una corretta esecuzione delle operazioni, prestando attenzione particolare al mantenimento dell'integrità dei manufatti esistenti.



Poiché il riempimento dell'area di cantiere è parte integrante di questo appalto, l'IA sarà responsabile per la realizzazione di una piattaforma di lavoro idonea alle attrezzature di cantiere che l'IA intende adoperare. Il rinterro dell'area di cantiere verrà eseguito mediante materiale granulare compattato. Per la parte di riempimento in asse ai diaframmi si utilizzerà un impasto compattato costituito da sabbia dosata a 60-80 kg/mc di cemento tipo 32,5 in modo da assicurare la tenuta delle pareti dei diaframmi in sommità attraverso una coesione e resistenza al taglio. Trattandosi di sostanza di pozzi circolari il piano di lavoro nella parte centrale degli stessi pozzi verrà eseguita una soletta in cls armato avente spessore di almeno 40 cm.

In generale la piattaforma di lavoro esterna ai pozzi deve essere dotata di capacità portante indicativamente pari a 4.0 kg/cm² e comunque idonea alla circolazione delle macchine operatrici che l'IA. intenderà adottare. Sarà cura della I.A. predisporre il piano di lavoro idoneo e definire quindi eventuali limiti di portanza differenti in funzione delle lavorazioni e delle tecnologie che predisporrà sul cantiere.

4.9.2 Muretti guida

La costruzione del diaframma deve essere preceduta dalla realizzazione di due muretti guida paralleli in calcestruzzo armato (Rck 25 MPa), con spessore indicativo 0.30m e profondità 1-1,5 m in relazione alle necessità locali, gettati contro terra, meglio se a forma di L come riportato in figura. Il dimensionamento dei muretti guida deve comunque essere eseguito tenendo conto dei possibili carichi che questi potrebbero essere chiamati a sopportare nel corso dei lavori (per attrezzature di scavo, di servizio, ecc.) senza dar luogo a deformazioni o spostamenti e conseguire le tolleranze posizionali stabilite per il pannello.

Lo scopo dei muretti guida è di garantire l'allineamento del diaframma, fare da guida e da supporto agli utensili di scavo, impedire ai lati dello scavo di franare in prossimità del livello di fluttuazione dei fanghi bentonitici, prevenire franamenti superficiali, e fare da supporto per le gabbie di armatura.

	LNG Tanks Paratie di diaframmi - specifiche tecniche		Identification Code Codice di Identificazione			
			3269-AA-SE-32000005I			
	Plant - Impianto	Group - Gruppo	Sheet Foglio	15 / 23	Issue Emiss.	D03
	BRINDISI LNG TERMINAL	TANKS	Execution Center ID Code and Issue. PIS-DI-22			

La progettazione e la costruzione dei muretti guida sarà responsabilità dell'IA e terrà conto delle condizioni del sito e del terreno, oltre che dell'attrezzatura da utilizzare, in modo da garantire la stabilità del terreno ed evitare sotto-escavazioni di strutture esistenti.

La distanza minima tra i due cordoli deve essere di almeno 40 mm superiore allo spessore del diaframma definito dal progetto; i muretti dovranno essere puntellati per garantirne la stabilità.

La quota della testa dei muretti guida dovrà essere di almeno 0,5-1.0 m superiore a quella prevista dal progetto come "quota testa pannello", e risultare ubicata almeno 1 m sopra la quota della falda esistente.

Particolare cura dovrà essere posta nella loro esecuzione, sia nei riguardi del tracciamento (quota superiore e direzione), sia per la loro verticalità, in quanto essi costituiscono l'elemento fondamentale per ogni riferimento del diaframma (quote ed allineamento).

I muretti guida devono essere costruiti in c.a. con armatura appropriata. La superficie interna dei muretti dovrà essere formata con cassero in modo da rispettare le tolleranze richieste.

I muretti guida andranno demoliti e smaltiti per permettere la scapitozzatura e la costruzione della trave di coronamento o altrimenti detta di cappatura (vedi paragrafi relativi).

Le realizzazioni dei muretti guida dovranno rispondere ai requisiti contenuti nel paragrafo 8.3.2 delle Norme UNI EN 1538 (2002) alla quale si rimanda e che costituisce parte integrante della presente specifica tecnica.

4.10 Esecuzione del pre-scavo e posizionamento

Per consentire l'innescò della pompa di suzione dell'idrofresa, prima dello scavo con idrofresa deve essere realizzato un pre-scavo fino alla profondità di 4 m (o differente in relazione al tipo di idrofresa). Il pre-scavo può essere eseguito con benna su braccio rovescio o bivalve su asta guidata.

Immediatamente prima di posizionare l'idrofresa, sui muretti guida, in corrispondenza dello scavo da eseguire, si deve installare/ bloccare l'apposito telaio metallico. L'installazione deve essere eseguita con cura, per far corrispondere con esattezza l'asse del telaio con quello del pannello da eseguire: in tal modo il telaio guiderà il corpo fresa entro lo scavo, consentendo una corretta impostazione di posizione e verticalità.



L'I.A. dovrà comunicare mediante "Method Statement" le modalità e le caratteristiche geometriche delle operazioni di pre-scavo.

4.11 Sequenza di scavo e costruzione dei pannelli

La sequenza di scavo e costruzione dei pannelli verrà definita dall'IA. Generalmente, si richiede di iniziare ciascun tratto rettilineo con i pannelli d'angolo, e proseguire a pannelli alternati fino ad arrivare all'ultimo pannello del tratto (detto "pannello di chiusura"), che potrà avere dimensioni maggiori rispetto alla dimensione degli altri pannelli.

La distanza tra due pannelli primari deve risultare inferiore alle dimensioni della idrofresa per consentire ai pannelli secondari di sovrapporsi e di compenetrarsi parzialmente ai primari, in modo da permettere di raggiungere l'obiettivo della continuità del diaframma.

La sovrapposizione dei pannelli secondari ai primari dovrà essere valutata in funzione della profondità del diaframma, del tipo di terreno e della possibile deviazione attesa; in genere si considera una sovrapposizione non inferiore allo 0.4% della profondità del pannello, e comunque non inferiore a 10 cm.

	LNG Tanks Paratie di diaframmi - specifiche tecniche		Identification Code Codice di Identificazione			
			3269-AA-SE-32000005I			
	Plant - Impianto	Group - Gruppo	Sheet Foglio	16 / 23	Issue Emiss.	D03
	BRINDISI LNG TERMINAL	TANKS	Execution Center ID Code and Issue. PIS-DI-22			

Per assicurare la continuità strutturale ed idraulica del diaframma, i singoli pannelli devono essere scavati in modo da risultare verticali, con una tolleranza non superiore allo 0.3% in entrambe le direzioni (parallela e perpendicolare all'asse del diaframma). Per rispettare questi valori, il pannello dovrà essere scavato monitorando in maniera accurata e continua, in funzione della profondità, ogni deviazione dalla verticale in entrambe le direzioni, per consentire all'operatore di intervenire immediatamente e correggere ogni tendenza ad ulteriori deviazioni dalla verticalità.

In ogni caso, lo scavo di un pannello non deve iniziare prima che i pannelli adiacenti abbiano raggiunto la resistenza adeguata alle sollecitazioni dello scavo.

In particolare, i nuovi pannelli non devono essere scavati a distanza troppo ravvicinata rispetto ad altri pannelli gettati di recente e che contengono ancora calcestruzzo fresco o non completamente indurito. Tali scavi potrebbero infatti determinare un deflusso di calcestruzzo dal pannello già eseguito, compromettendo l'integrità di quest'ultimo e dando luogo ad una situazione di instabilità generale nell'area circostante.

La sequenza di scavo dei pannelli deve essere tale da garantire la stabilità e la rigidità a livello globale del fronte di scavo per il diaframma.

Lo scavo di ciascun pannello potrà, una volta ultimato, rimanere aperto (riempito con il fluido bentonitico), per un massimo di 12 ore prima dell'inizio della posa in opera del calcestruzzo.

La posa in opera del calcestruzzo dovrà, inoltre, avvenire entro 35 ore dall'inizio dello scavo per ciascun pannello. Questo preclude la possibilità di scavo per un pannello il giorno prima di un giorno di sosta dal lavoro (ad esempio un fine settimana).

4.12 Impiego del fluido di supporto per la stabilità dello scavo dei pannelli

Lo scavo di ciascun pannello rimane stabile per effetto della spinta sulle pareti dello scavo offerta dal fluido di supporto, immesso nello scavo sin dal suo inizio.

Per questo progetto il fluido di supporto richiesto a priori è costituito da fluido bentonitico. Le caratteristiche richieste per il fluido di supporto sono definiti al paragrafo 5.3.3.

Durante lo scavo ed il getto del calcestruzzo per ciascun pannello, il livello del fluido di supporto non deve mai scendere sotto il livello del piede dei muretti guida.

I principali fattori che influenzano la stabilità dello scavo del pannello, sia locale che generale, e che possono essere controllati durante l'esecuzione sono:



- le proprietà del fluido di supporto;
- il livello del fluido di supporto;
- la lunghezza dei pannelli;
- il tempo che trascorre dall'inizio dello scavo all'inizio del getto del calcestruzzo.

Il Piano di Esecuzione dell'IA dovrà quindi fare riferimento a tali parametri nella definizione del metodo di impiego del fluido di supporto, che dovrà comunque essere in accordo con queste Specifiche Tecniche. Inoltre, l'IA dovrà dimostrare di poter garantire la stabilità dello scavo sulla base di esperienza analoga, calcoli, o prove sul posto, in accordo con il paragrafo 7.2 della UNI EN 1538.

Nel caso di perdita improvvisa e significativa del fluido di supporto durante lo scavo, deve essere immediatamente disponibile un volume addizionale di fluido e, possibilmente, di materiale sigillante.

Qualora non fosse possibile ripristinare il livello con tale aggiunta di fluido di supporto, potranno essere adottate una o più delle seguenti contromisure:

- aumento della resistenza al taglio del fluido mediante l'aumento del contenuto di bentonite nella sospensione;
- aggiunta di un materiale di riempimento alla sospensione di bentonite, nell'impianto di miscelazione o direttamente nello scavo;

	LNG Tanks Paratie di diaframmi - specifiche tecniche		Identification Code Codice di Identificazione			
			3269-AA-SE-32000005I			
	Plant - Impianto	Group - Gruppo	Sheet Foglio	17 / 23	Issue Emiss.	D03
	BRINDISI LNG TERMINAL	TANKS	Execution Center ID Code and Issue. PIS-DI-22			

- in caso di vuoti, riempimento dello scavo con un impasto magro di calcestruzzo o con altro materiale adatto, e riscavo;
 - iniezioni per riempire eventuali strati interessati dalla presenza di vuoti, prima di scavare.
- Al termine dello scavo, dopo la pulitura del fondo scavo (vedi paragrafo 5.3.12) e prima della posa del calcestruzzo (vedi paragrafo 5.3.16), l'IA dovrà rimuovere o sostituire parzialmente o interamente il fluido di supporto, mantenendo costante il livello superiore, nel caso in cui le sue caratteristiche non siano conformi ai limiti specificati al paragrafo 5.3.3, per la fase di getto del calcestruzzo.

4.13 Pulitura dello scavo

L'IA dovrà pulire il fondo dello scavo e la superficie dei giunti con pannelli adiacenti per rimuovere quanto più materiale franoso, pericolante o superfluo possibile, in conformità al metodo di costruzione.

La pulizia deve essere effettuata prima dell'inserimento nello scavo degli eventuali piani d'arresto del pannello, e della gabbia di armatura.

4.14 Formazione dei giunti tra pannelli

Il giunto tra pannelli dovrà essere in grado di trasferire la forza di taglio dovuta alla spinta del terreno agente su un pannello al pannello adiacente nel caso in cui tutti gli ancoraggi temporanei del primo pannello perdessero completamente, e bruscamente, la loro efficacia. Pertanto l'idrofresa, nella esecuzione dei pannelli secondari di chiusura, dovrà mordere il cls dei pannelli primari ed avere la possibilità di ricavare, mediante rasatura adeguata con apposita catenaria, una scanalatura verticale continua nel centro della parte laterale del pannello primario (detta chiavetta) in modo da creare un incastro maschio-femmina avente una larghezza di circa cm 30 ed una profondità di 10 -15 cm.



In alternativa, nel caso di idrofresate con tamburi piani non predisposti per l'esecuzione delle scanalature (chiavette), dovrà essere usata una sagoma particolare a costituire l'incastro centrale (chiavetta) tra pannelli contigui. Dette sagome o palancole in acciaio sono recuperate dopo lo scavo del pannello secondario. Inoltre nel caso di uso di quest'ultima tecnologia si deve prevedere lo scavo con pannelli in sequenza.

Inoltre, il giunto tra pannelli dovrà essere impermeabile. Il Progetto Definitivo richiede che il giunto tra pannelli sia reso scabroso, incidendo nel calcestruzzo indurito del pannello adiacente con i tamburi della idrofresa stessa. Inoltre, il piano del giunto dovrà essere perpendicolare al fronte di scavo del diaframma.

L'IA potrà, tuttavia, proporre alternative a tale formazione del giunto. In tale caso, l'IA dovrà, nello sviluppo del proprio Progetto Costruttivo, aggiornare il progetto delle gabbie di armatura in modo da mantenere la stessa densità di armatura per unità di lunghezza in direzione orizzontale del diaframma. Questo vale sia per l'armatura verticale sia per le gambe perpendicolari al fronte di scavo delle staffe.

Gli eventuali piani d'arresto temporanei devono essere di lunghezza, spessore e qualità di materiale adeguati per impedire che l'acqua e la terra penetrino negli scavi per i pannelli.

Ogni piano d'arresto temporaneo deve essere diritto e allineato. La superficie esterna deve essere pulita e liscia, ovvero priva di distorsioni che potrebbero mettere in pericolo l'integrità del pannello durante la sua rimozione. Devono inoltre essere rigidi e adeguatamente agganciati per impedire movimenti orizzontali durante il getto.

	LNG Tanks Paratie di diaframmi - specifiche tecniche		Identification Code Codice di Identificazione			
			3269-AA-SE-32000005I			
	Plant - Impianto	Group - Gruppo	Sheet Foglio	18 / 23	Issue Emiss.	D03
	BRINDISI LNG TERMINAL	TANKS	Execution Center ID Code and Issue. PIS-DI-22			

4.15 Assemblaggio e posizionamento della gabbia di armatura

Le caratteristiche richieste per l'acciaio utilizzato per l'armatura dei pannelli sono riportate sulle relative Specifiche Tecniche. Alcune informazioni sono riportate sui disegni strutturali del Progetto Definitivo.

I dettagli della gabbia di armatura sono indicati sui disegni strutturali del Progetto Definitivo, e dovranno essere integrate dalla I.A. al fine di adattare eventualmente le armature in funzione delle modalità operative e delle tecnologie previste.

Le giunzioni tra le barre sono previste per sovrapposizione. Non sono ammesse altre tipologie di giunzione senza previa approvazione scritta del DL, ed in ogni caso non sono ammesse giunzioni con saldature tranne che in circostanze eccezionali. Le lunghezze di sovrapposizione sono indicati sui disegni strutturali. Inoltre, in corrispondenza delle sovrapposizioni, sarà necessario effettuare una deviazione in una delle barre sovrapposte pari al diametro della barra sovrapposta di diametro maggiore più 10mm. La deviazione dovrà avere inclinazione di 1:6 (cioè dovrà avvenire lungo un tratto della barra di lunghezza pari a 6 volte l'entità della deviazione stessa).



Le gabbie di armatura andranno preassemblate in cantiere o in officina. In ogni caso, al momento della posa della gabbia all'interno dello scavo per il pannello, questa dovrà essere stata completamente assemblata (cioè non sarà permesso effettuare giunzioni tra conci di gabbia con parte della gabbia già inserita nello scavo).

Oltre a quanto indicato sui disegni strutturali, L'IA dovrà provvedere all'inclusione, nella gabbia di armatura dei seguenti componenti:

- barre di sospensione e di sollevamento;
- barre a crociera per aumentare la rigidità della gabbia e per la movimentazione della gabbia;
- cassaforme per rientranze o fori, e inserti;
- inserti per il monitoraggio del diaframma (vedi Capitolo 5.4.3);
- accorgimenti di dettaglio costruttivo per il posizionamento dei tiranti e relativi strumenti di controllo della falda in pressione.

Le legature tra le armature della gabbia avverranno in modo tale che non si verifichi uno spostamento imprevisto delle barre durante il posizionamento della gabbia o il getto di calcestruzzo nel pannello. Se le gabbie devono essere saldate, le saldature dovranno essere effettuate con tecniche che non alterino le caratteristiche meccaniche dell'acciaio. La giunzione dei diversi tronconi componenti una gabbia di armatura deve essere eseguita per mezzo di appositi morsetti da calcolare, a carico della Impresa, in relazione al peso delle gabbie stesso.

La distribuzione di armatura all'interno delle sezioni dei diaframmi potrà essere ottimizzata dall'IA, rispetto a quella proposta sui disegni strutturali del Progetto Definitivo. In tale caso dovranno rispettare le spaziature e quantità minime, ed eventuali altri requisiti sui dettagli di armatura indicate nelle norme UN EN 1538 e l'Eurocodice 2 (per il caso di travi). Inoltre, tali modifiche dovranno essere documentate tramite disegni di armatura nel Progetto Costruttivo dell'IA, i quali dovranno essere approvati dal DL. L'IA sarà inoltre responsabile nel produrre e proporre modifiche necessarie per accomodare la perforazione dei tiranti o altre operazioni previste nelle successive fasi di lavorazione.

	LNG Tanks Paratie di diaframmi - specifiche tecniche		Identification Code Codice di Identificazione			
			3269-AA-SE-32000005I			
	Plant - Impianto	Group - Gruppo	Sheet Foglio	19 / 23	Issue Emiss.	D03
	BRINDISI LNG TERMINAL	TANKS	Execution Center ID Code and Issue. PIS-DI-22			

4.15.1 Pannelli d'angolo e pannelli di chiusura

Le gabbie di armatura per i pannelli d'angolo dovranno essere assemblate con l'aiuto di una struttura temporanea di supporto che consenta di mantenere la corretta geometria della gabbia, la quale dovrà essere unica e sufficientemente irrigidita per impedire distorsioni durante il suo posizionamento all'interno dello scavo.

4.15.2 Protezione contro la corrosione di armatura esposta

Qualsiasi armatura (ad esempio la parte superiore della gabbia) che rimarrà esposta senza il getto della trave di cappatura per un periodo maggiore di due mesi dovrà essere trattata con protezione alla corrosione ottenuta tramite spalmatura delle barre con un sottile strato di malta di cemento.

4.15.3 Copriferro e distanziatori

Il copriferro richiesto per i vari elementi (pannelli e trave di cappatura) dei diaframmi sono indicati sui disegni di armatura del Progetto Definitivo.

Il copriferro si riferisce alla faccia esterna dell'armatura più vicina alla superficie del getto.

Inoltre, è rigorosamente vietato posizionare qualsiasi pezzo di acciaio all'interno della zona del copriferro. Questo comprende barre sacrificali che sono utilizzate per mantenere in posizione le altre armature o irrigidire la gabbia, ed include segmenti di fil di ferro utilizzato per legare l'armatura, i quali dovranno pertanto essere ripiegate con cura verso l'interno della gabbia di armatura.

I dettagli relativi ai dispositivi con i quali si intendono garantire il copriferro e la posizione corretta delle armature, verranno forniti dall'IA e dovranno ricevere l'approvazione del DL.

L'IA dovrà dimostrare (anche sulla base dell'esperienza) che i distanziatori proposti siano in grado di resistere alle scosse ed agli urti che si verificano durante il posizionamento della gabbia all'interno dello scavo, e durante la posa del calcestruzzo.

Inoltre, gli elementi utilizzati per mantenere in posizione i casseri per la trave di cappatura non potranno essere costituiti da acciaio o altro metallo corrodibile all'interno della zona di copriferro.



4.16 Getto del calcestruzzo

Il getto del calcestruzzo deve consentire di formare ciascun pannello in modo continuo e monolitico per l'intera altezza del pannello, e garantire che il calcestruzzo una volta gettato nella posizione finale sia denso, ben compattato ed omogeneo.

4.16.1 Fornitura e trasporto del calcestruzzo

Prima di dare inizio al getto di un pannello, l'IA deve assicurarsi che il fornitore disponga di una quantità sufficiente di calcestruzzo per costruire il pannello con un'unica operazione ininterrotta. Per nessuna ragione il getto dovrà venire sospeso e, pertanto, dovranno essere preventivamente accertate sia la disponibilità di materiale che quella di prolungamento del turno di lavoro.

Il calcestruzzo deve essere trasportato dall'impianto di produzione alla posizione in cui è situata la struttura da eseguirsi in modo tale che non si verifichi la segregazione dell'impasto. Si dovranno impiegare mescolatori semoventi che mantengano in continuo movimento l'impasto al fine di evitare la separazione degli inerti.

	LNG Tanks Paratie di diaframmi - specifiche tecniche		Identification Code Codice di Identificazione			
			3269-AA-SE-32000005I			
	Plant - Impianto	Group - Gruppo	Sheet Foglio	20 / 23	Issue Emiss.	D03
	BRINDISI LNG TERMINAL	TANKS	Execution Center ID Code and Issue. PIS-DI-22			

E' vietata nel modo più assoluto l'aggiunta di acqua in qualsiasi momento successivo all'iniziale impasto del calcestruzzo. Questo comprende qualsiasi momento del trasposto o posa in opera. Inoltre, il calcestruzzo non deve essere contaminato da detriti, liquidi o altri corpi estranei.

4.16.2 Lavorabilità

La lavorabilità del calcestruzzo deve essere determinata utilizzando la prova del cono in conformità alla norma UNI 9418. La gamma di assestamento per il calcestruzzo gettato attraverso il fluido bentonitico utilizzando una tramoggia per getti subacquei di calcestruzzo deve essere compresa tra 180mm e 220mm.

4.16.3 Esecuzione del getto

Prima del getto si provvederà alla sostituzione del fango di perforazione fino al raggiungimento dei prescritti valori di contenuto in sabbia.

Il calcestruzzo deve essere gettato al di sotto del fluido bentonitico, attraverso un tubo di posa, in un'unica ed ininterrotta operazione. All'estremità superiore del tubo di posa, verrà connessa una tramoggia di carico, la quale dovrà essere mantenuta sospesa da un mezzo di sollevamento. La tramoggia e il tubo devono essere puliti e mantenuti a tenuta completamente ermetica. Il tubo di posa deve estendersi fino alla base del pannello ed essere munito di un tappo a scorrimento o di una barriera ermetica per impedire il contatto diretto tra la prima carica di calcestruzzo nella tramoggia e il fluido bentonitico.

Il diametro interno del tubo della tramoggia non deve essere inferiore a 250 mm, il diametro esterno del tubo dipende dalla distanza dei ferri delle gabbie. Il tubo deve essere costruito in maniera tale da ridurre al minimo le protuberanze esterne, consentendo alla tramoggia di passare all'interno delle gabbie di armatura senza causare danni. La superficie interna del tubo deve essere priva di restrizioni.



Se vengono utilizzati due o più tubi di posa contemporaneamente per lo stesso pannello, si deve prestare attenzione, alimentandoli in modo sincrono, affinché il livello del calcestruzzo in corrispondenza di ciascun tubo venga mantenuto all'incirca uguale. Per il getto del pannello va utilizzato un numero di tubi tali da limitare a 2,5m la massima distanza orizzontale di migrazione del calcestruzzo fresco. Per iniziare la posa in opera del calcestruzzo, il tubo di posa dovrà essere calato fino ad una distanza di circa 0.1m dal fondo dello scavo del pannello. Il tubo potrà venire accorciato nel corso dell'operazione ma deve penetrare sempre nel calcestruzzo gettato in precedenza mantenendo una profondità di immersione di 3m e non deve essere ritirato dal calcestruzzo fintantoché l'operazione di getto non sia stata completata. All'interno del tubo deve essere sempre presente una quantità sufficiente di calcestruzzo per garantire che la pressione nel tubo sia superiore a quella del fluido bentonitico e del calcestruzzo lavorabile al di sopra della base della tramoggia.

Il getto di un pannello dovrà essere completato in un tempo tale che il calcestruzzo rimanga sempre lavorabile nella zona di rifluimento. In ogni caso, il livello del calcestruzzo all'interno del pannello dovrà salire di almeno 6 m/ora.

Al fine di evitare miscelazione indesiderata del calcestruzzo con il fluido bentonitico, la compattazione del calcestruzzo all'interno dei pannelli gettati in opera, non potranno essere utilizzati vibratorii ad immersione.

4.16.4 Registrazione del getto

La profondità della superficie del calcestruzzo deve essere misurata, con apposito scandaglio, e la lunghezza in immersione del tubo della tramoggia deve essere registrata a intervalli regolari per

	LNG Tanks Paratie di diaframmi - specifiche tecniche		Identification Code Codice di Identificazione			
			3269-AA-SE-32000005I			
	Plant - Impianto	Group - Gruppo	Sheet Foglio	21 / 23	Issue Emiss.	D03
	BRINDISI LNG TERMINAL	TANKS	Execution Center ID Code and Issue. PIS-DI-22			

ciascuna dose di calcestruzzo. Le profondità misurate e i volumi gettati verranno tracciati immediatamente su un grafico e confrontati con il rapporto teorico profondità-volume. La responsabilità per questo monitoraggio resta con l'IA. Le misurazioni e i grafici saranno sempre messe a disposizione della DL.

4.16.5 Livello della sommità del getto

Se il livello di interruzione del getto dopo la scapitozzatura alla sommità del pannello (cioè la quota d'imposta della trave di cappatura) è inferiore a 600mm al di sotto del livello superiore dei muretti guida, il calcestruzzo non contaminato deve essere fatto arrivare fino alla sommità dei muretti guida, consentendo al calcestruzzo di qualità inferiore di traboccare, e rimuovendolo immediatamente. Se tale livello è a più di 600mm sotto il livello superiore dei muretti guida, il calcestruzzo deve arrivare fino a 600mm sopra il livello di interruzione specificato, con una tolleranza di ± 250 mm.

Se vengono utilizzati più tubi di posa, il calcestruzzo deve arrivare fino a 1000 mm sopra il livello di interruzione del getto di cui sopra, con una tolleranza di ± 250 mm.

Una volta eseguita la gettata dei pannelli, qualsiasi scavo rimasto deve essere protetto e riempito al più presto possibile. Prima di effettuare il riempimento, i pannelli devono essere contrassegnati chiaramente e delimitati in maniera tale da non costituire alcun pericolo.

In ogni caso il getto di calcestruzzo deve essere fatto risalire fino ad almeno 30 cm all'interno dei muretti di guida al fine di garantire la stabilità degli stessi durante l'esecuzione di tutti i diaframmi.

Le modalità ed i dettagli di scapitozzatura e ripresa ferri dovranno essere inclusi nel Method Statement dell'impresa.

4.17 Scapitozzatura della sommità dei pannelli

Il calcestruzzo al di sopra del livello di interruzione del getto alla sommità del pannello (cioè la quota d'imposta della trave di cappatura) dovrà essere scapitozzato e rimosso dal sito.

Qualora, per esporre calcestruzzo della qualità richiesta dal progetto, ben compattato ed omogeneo, risulti necessario scapitozzare al di sotto di tale livello, il DL fornirà all'IA dettagli ad hoc per la ripresa del getto della trave di cappatura, che potranno comprendere armature addizionali a carico dell'IA.

La scapitozzatura dovrà essere eseguita solamente dopo che il calcestruzzo del pannello abbia raggiunto resistenza sufficiente ad evitare danni. Se possibile, e sempre nel rispetto di tale esigenza, può essere effettuata delicatamente una scapitozzatura preliminare al di sopra del livello di interruzione in questione, prima che il calcestruzzo abbia terminato la presa.

La scapitozzatura dovrà essere eseguita senza danneggiare qualunque armatura del pannello.



4.18 Trave di cappatura

I dettagli della trave di cappatura sono indicati sui disegni strutturali del Progetto Definitivo.

In particolare si noti che la trave di cappatura sarà formata per mezzo di casseri in legno.

L'esecuzione della trave di cappatura rientra nelle prescrizioni di cui al Capitolo relativo alle opere in c.a..

La trave di cappatura sarà armata in accordo con i dettagli riportati sulla tav.0000

	LNG Tanks Paratie di diaframmi - specifiche tecniche		Identification Code Codice di Identificazione			
			3269-AA-SE-32000005I			
	Plant - Impianto	Group - Gruppo	Sheet Foglio	22 / 23	Issue Emiss.	D03
	BRINDISI LNG TERMINAL	TANKS	Execution Center ID Code and Issue. PIS-DI-22			

4.19 Riempimento degli scavi

Una volta eseguita la gettata dei pannelli e della trave di cappatura, qualsiasi scavo rimasto aperto deve essere protetto e riempito al più presto possibile.

Prima di effettuare il riempimento, i pannelli devono essere contrassegnati chiaramente e recintati in maniera tale da non costituire alcun pericolo.

4.20 Impermeabilità richiesta per il diaframma

Le proprietà di ritenzione idrica dell'intero diaframma di sostegno verranno considerate soddisfacenti se non vi siano perdite visibili di acqua. Valori particolari potranno essere fissati in relazione alla tipologia di muro definitivo interno alla sua impermeabilizzazione etc...

L'I.A. di concerto con la D.L. dovrà verificare la tenuta idraulica dei pannelli prima della esecuzione delle successive fasi di lavoro; inoltre tali modalità di verifica dovranno essere esplicitate nel "Method Statement" relativo a queste lavorazioni.

4.21 Specifica di controllo qualità per diaframmi

Per ogni pannello l'IA dovrà redigere un "Rapporto di scavo" che riporti le registrazioni dei controlli effettuati in corso d'opera. Un esempio di scheda di registrazione è riportato nell'Appendice B2 della Norme UNI EN 1538 (2002) alla quale fare riferimento. Tale scheda di registrazione dovrà contenere almeno le seguenti informazioni:



- numero identificativo del pannello e tipo (primario / secondario, lineare / a T ecc.)
- dimensioni di progetto (spessore, lunghezza, profondità)
- utensile/i di scavo utilizzato/i
- fluido di perforazione utilizzato
- data ed ora di ogni fase significativa dello scavo
- sintetica descrizione del terreno attraversato
- note su ostruzioni, franamenti, problemi incontrati in corso di scavo.

Il rapporto di scavo potrà essere integrato con le restituzioni grafiche ottenute:

- dalla registrazione, effettuata dalla strumentazione di acquisizione dati, del controllo eseguito in corso di scavo dal sistema inclinometri/profondimetro
- dalla registrazione del controllo eseguito a fine scavo dalla sonda ecometrica (Koden o equivalente)

Per ogni pannello si compilerà inoltre un "Rapporto di getto" (posa gabbia e getto di calcestruzzo) che riporti le seguenti informazioni:

- numero identificativo del pannello e tipo (primario / secondario, lineare / a T ecc.)
- dimensioni di progetto del pannello (spessore, lunghezza, profondità)
- tipo di gabbia (con peso e volume)
- profondità di scavo rilevata prima della posa della gabbia
- ubicazione effettiva della gabbia (profondità testa gabbia, distanza degli estremi della gabbia dalla posizione teorica, in senso longitudinale e trasversale)
- tipo di fango di perforazione e sue caratteristiche prima del getto (densità, viscosità, contenuto in sabbia)
- tipo di calcestruzzo gettato
- data ed ora dell'inizio del getto
- composizione e lunghezza dei tubo-getto con la risalita del calcestruzzo

	LNG Tanks Paratie di diaframmi - specifiche tecniche		Identification Code Codice di Identificazione			
			3269-AA-SE-32000005I			
	Plant - Impianto	Group - Gruppo	Sheet Foglio	23 / 23	Issue Emiss.	D03
	BRINDISI LNG TERMINAL	TANKS	Execution Center ID Code and Issue. PIS-DI-22			

- volume di calcestruzzo scaricato da ogni betoniera e profondità della superficie del calcestruzzo, in funzione tempo
- risultati delle prove di slump eseguite per ogni betoniera
- localizzazione dei prelievi di calcestruzzo per prove di compressione (n. progr. betoniera, profondità relativa ecc.)
- volume teorico del pannello e volume e totale effettivamente gettato
- note su eventuali problemi incontrati in fase di getto
- il diagramma volume gettato - profondità
- il diagramma volume gettato - tempo

Il fango di perforazione verrà controllato sia all'impianto di confezionamento – stoccaggio (fango fresco), sia all'impianto di dissabbiamento (fango riciclato). Su un apposito modulo "fango di scavo" si riporteranno i risultati delle prove eseguite per la determinazione di densità, viscosità Marsh, acqua libera e pH. In particolare, i controlli verranno eseguiti come indicato nel seguito:

- sul fango fresco: almeno una volta per ogni turno di scavo (quando viene usato fango fresco)
- sul fango riciclato: una volta prima di iniziare lo scavo (quando viene usato fango rigenerato) ed almeno una volta nel corso dello scavo di ogni pannello.

In ogni caso l'operatore dell'impianto di dissabbiamento dovrà mantenere sotto osservazione la qualità del fango ed eseguire test di controllo non appena vi sia il sospetto che il fango abbia caratteristiche non conformi a quanto prescritto.

Al termine della realizzazione del pannello, dopo gli scavi necessari previsti in progetto, andrà verificata la superficie dei pannelli, garantendone la planarità ed eliminando quindi le sporgenze e le irregolarità eventuali, al fine di consentire l'ottimale realizzazione delle opere successive nonché la successiva ottimale posa dei teli di impermeabilizzazione. Tali attività di pulitura e regolarizzazione delle sporgenze sono a carico della I.A. e dovranno essere effettuate in accordo con la D.L..