



PROGETTO LNG
Falconara Marittima

Progetto Definitivo



Saipem Energy Services

Maggio 2008

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: <i>PROGETTO LNG – Falconara M.ma</i>		Rev. A03	Sheet 1 of 103	
	 Saipem Energy Services				

Progetto LNG di Falconara Marittima Capacità di rigassificazione di 4 BCM

PROGETTO DEFINITIVO

A03	08/05/08	Issue	GM			
A02	28/02/08	Issue for approval	GG	GM	MC	
A01	21/12/07	Issue for comments	GG	MR	MC	
Rev.	Date	Issue Description	Prepared	Verified	Approved	Client Approval

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: <i>PROGETTO LNG – Falconara M.ma</i>		Rev. A03	Sheet 2 of 103	
	 Saipem Energy Services				

REVISION HISTORY

REVISION	REVISED CHAPTERS	REVISION DESCRIPTION	REASON FOR REVISION

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 3 of 103	
	 Saipem Energy Services				

INDICE DEI CONTENUTI

1. INTRODUZIONE	6
1.1 MODIFICA SPM	10
1.2 GASDOTTO SOTTOMARINO	12
1.3 ATTRAVERSAMENTO DELLA RAFFINERIA ED IMMISSIONE NELLA RETE DI TRASPORTO NAZIONALE.....	13
1.4 NAVI METANIERE RIGASSIFICATRICI.....	14
1.5 CONCLUSIONI	17
2. DEFINIZIONI	18
3. DATI DI BASE	19
3.1 LOGISTICA	19
3.2 DATI DI PROGETTO.....	20
3.2.1 <i>Composizione GNL</i>	20
3.2.2 <i>Dati per il dimensionamento della condotta</i>	20
3.2.3 <i>Indice Wobbe</i>	22
3.3 DATI AMBIENTALI.....	24
3.3.1 <i>Dati Generali</i>	24
3.3.2 <i>Batimetria</i>	24
3.3.3 <i>Dati Geotecnici</i>	25
3.3.4 <i>Dati Meteomarini</i>	25
4. MODIFICHE ALL'SPM ESISTENTE	27
4.1 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE ED OPERATIVE	27
4.2 MODIFICHE STRUTTURALI	28
4.3 MODIFICHE IDRAULICHE.....	28
4.3.1 <i>Giunto coassiale</i>	28
4.3.2 <i>Collegamento idraulico (flessibile) metaniera-SPM</i>	29
4.3.3 <i>Nuovo riser per la linea sottomarina del gas</i>	30
4.4 MANICHETTE	31
4.5 VALVOLA DI INTERCETTAZIONE SOTTOMARINA (SSIV) PRESSO LA TORRE SPM.....	31
4.6 INSTALLAZIONE	37
4.6.1 <i>Sopralluogo</i>	37
4.6.2 <i>Rimozione dei sistemi esistenti non più utilizzati.</i>	37
4.6.3 <i>Lavori di installazione nuovi sistemi SPM</i>	38
4.7 GESTIONE OPERATIVA DELL'SPM PER LA DISCARICA DI GAS METANO	39
5. CONDOTTA SOTTOMARINA.....	40
5.1 DIMENSIONAMENTO TERMOIDRAULICO	40
5.2 ANALISI ALLE DIFFERENTI CONDIZIONI OPERATIVE	41
5.2.1 <i>Descrizione degli scenari operativi</i>	42
5.2.2 <i>Risultati</i>	44
5.2.3 <i>Conclusioni</i>	44
5.3 DIMENSIONAMENTO MECCANICO	45
5.3.1 <i>Definizione dello spessore della condotta</i>	45
5.3.2 <i>Requisiti di zavorramento</i>	47
5.4 ANALISI DELLA POSA DELLA CONDOTTA	49
5.4.1 <i>Attività di Post-Trenching</i>	52
5.4.2 <i>Tiro della condotta dal pontile di approdo</i>	52
5.5 PONTILE DI APPRODO	52
5.5.1 <i>Descrizione</i>	52
5.5.2 <i>Procedura di costruzione</i>	53

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 4 of 103
	 Saipem Energy Services		

5.6	VALVOLA DI INTERCETTAZIONE SOTTOMARINA (SSIV) PRESSO IL PONTILE DI APPRODO	53
6.	IMPIANTI A TERRA	55
6.1	IMPIANTO DI CORREZIONE DELL'INDICE WOBBE	58
6.1.1	<i>Compressori</i>	60
6.2	RISCALDATORE.....	62
6.3	IMPIANTO DI REGOLAZIONE E MISURA (REMI).....	62
6.4	INSTALLAZIONE DEI SISTEMI A TERRA	64
7.	CONDOTTA A TERRA	66
7.1	CRITERI PROGETTUALI DI BASE.....	66
7.2	DEFINIZIONE DEL TRACCIATO	67
7.3	DESCRIZIONE DELL'OPERA	68
7.3.1	<i>Caratteristiche tecniche della condotta</i>	68
7.3.2	<i>Descrizione del tracciato a terra</i>	72
7.4	DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ REALIZZATIVE.....	74
7.4.1	<i>Realizzazione di infrastrutture provvisorie</i>	75
7.4.2	<i>Apertura della fascia di lavoro</i>	76
7.4.3	<i>Sfilamento dei tubi lungo la fascia di lavoro</i>	78
7.4.4	<i>Saldatura di linea</i>	78
7.4.5	<i>Controlli non distruttivi delle saldature</i>	78
7.4.6	<i>Scavo della trincea</i>	79
7.4.7	<i>Rivestimento dei giunti</i>	79
7.4.8	<i>Posa della condotta</i>	79
7.4.9	<i>Rinterro della condotta e posa del cavo di telecontrollo</i>	79
7.4.10	<i>Realizzazione degli attraversamenti</i>	80
7.4.11	<i>Realizzazione degli impianti</i>	83
7.4.12	<i>Collaudo idraulico, collegamento e controllo della condotta</i>	83
7.4.13	<i>Esecuzione dei ripristini</i>	84
8.	TEMPISTICA.....	86
8.1	PROGETTAZIONE PRELIMINARE (BASIC DESIGN)	86
8.2	INGEGNERIA DI DETTAGLIO.....	86
8.3	ACQUISTI (PROCUREMENT)	86
8.4	CONSTRUZIONE/FABBRICAZIONE.....	86
8.5	INSTALLAZIONE	87
8.6	COLLAUDI.....	87
8.7	CONDOTTA A TERRA	87
9.	DOCUMENTI ALLEGATI.....	88
9.1	DISEGNI SPM	88
9.2	PFD	88
9.3	PLANIMETRIA	88
9.4	P&ID.....	88
9.5	PONTILE DI APPRODO	89
9.6	DETTAGLIO INSTALLAZIONE CONDOTTA A MARE.....	89
9.7	RICHIESTA A SRG.....	89
Appendix A	<u>Lista preliminare delle apparecchiature</u>.....	90
Appendix B	<u>Normativa e standard di riferimento per metanodotti</u>.....	91
Appendix C	<u>Analisi termo-idrauliche nei differenti scenari operativi</u>	97
Appendix D	<u>Percorso della condotta sottomarina</u>.....	98
Appendix E	<u>Risultati della verifica della posa</u>.....	99
Appendix F	<u>Tipico schema di una stazione di misura</u>	102

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: <i>PROGETTO LNG – Falconara M.ma</i>	Rev. A03	Sheet 5 of 103
	 Saipem Energy Services		

Appendix G	<u>Cronoprogramma di progetto</u>	103
------------	---	-----

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 6 of 103
	 Saipem Energy Services		

1. INTRODUZIONE

Il progetto proposto da api nòva energia per il sito di Falconara Marittima consiste nel riadattare una esistente struttura offshore di raffineria, attualmente operativa per lo scarico del grezzo, anche per l’attracco di navi metaniere rigassificatrici “FSRU” e per lo scarico di gas naturale. Queste navi sono del tutto identiche alle normali navi metaniere tranne per il fatto di avere installate a bordo le apparecchiature necessarie alla rigassificazione ed allo scarico in fase gassosa.

In questo modo, rispetto alla tipica catena del GNL - che prevede 5 fasi distinte - il trasporto e la rigassificazione sono semplificate e raggruppate in un’unica fase, mediante l’utilizzo della nave metaniera rigassificatrice “FSRU”. Non è quindi prevista la costruzione a terra di impianti di rigassificazione, né di stoccaggio, del GNL.

Le installazioni permanenti necessarie sono, di fatto, soltanto le seguenti (vedasi Figura 1-1):

- Punto di ormeggio e scarico della metaniera
Struttura già esistente, che dovrà essere modificata mediante l’installazione di un sistema idoneo per garantire l’operazione di scarico del gas proveniente dalla vaporizzazione del GNL a bordo nave
- Valvola di intercettazione (stazione SSIV)
Struttura da posizionare sul fondale, al fine di isolare la condotta sottomarina dal resto delle tubazioni presenti sul punto di ormeggio e scarico
- Condotta sottomarina
Condotta da 28” per l’invio a terra del gas, con approdo in corrispondenza della raffineria
- Valvola di intercettazione (stazione SSIV)
Struttura da posizionare sul fondale, al fine di isolare la condotta sottomarina dal resto delle tubazioni presenti sul pontile di approdo

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 7 of 103
	 Saipem Energy Services		

- Pontile di approdo

Nuova struttura che permetterà l'approdo della linea a gas e di altre future linee senza effettuare gravosi interventi di sbancamento della scogliera esistente.

- Condotta terrestre

Condotta che attraverserà la raffineria sino ad arrivare al punto di consegna SRG, distante circa 1,5 km. Le apparecchiature per la correzione dell'indice Wobbe saranno installate all'interno della raffineria, mentre la stazione di misura fiscale sarà installata nei pressi del punto di consegna stesso.



CUSTOMER : API NOVA ENERGIA	Document No.:	
LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A02	Sheet 8 of 103
 Saipem Energy Services		

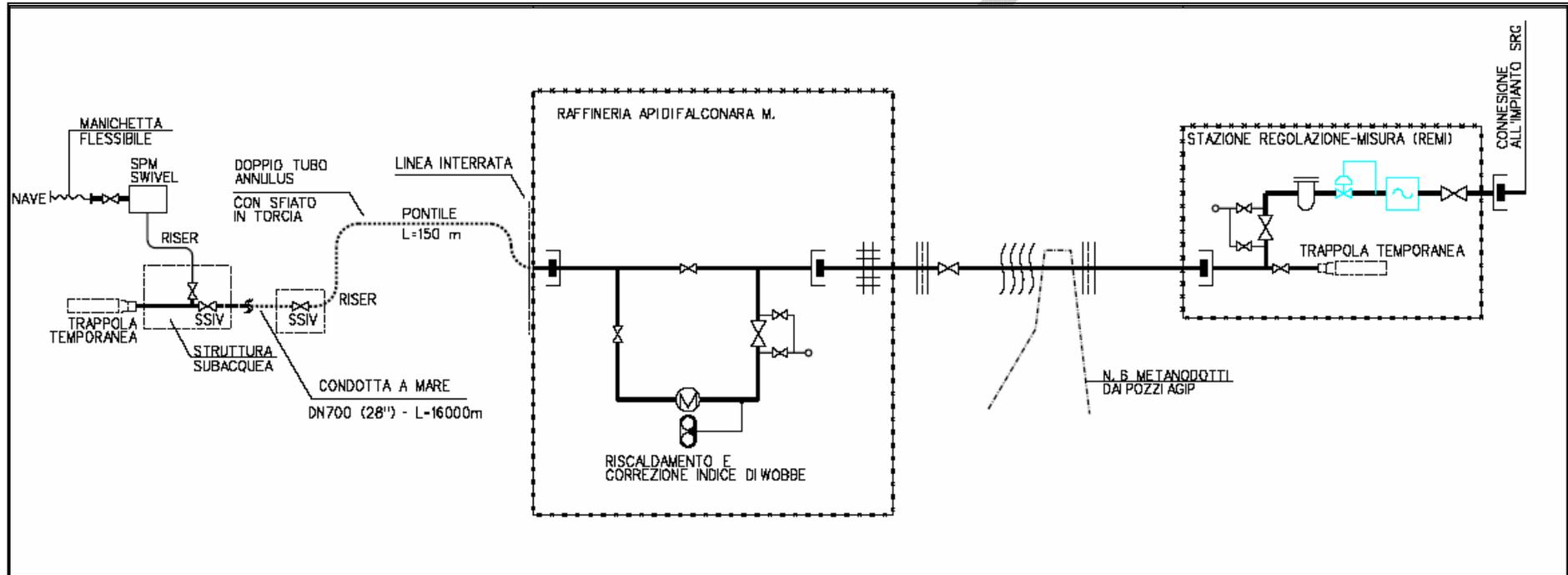


Figura 1-1 : Diagramma di flusso semplificato del progetto

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 9 of 103
	 Saipem Energy Services		

In Figura 1-2 è riportata un'indicazione di massima delle strutture off-shore di proprietà di “api raffineria di ancona” SpA, attualmente disponibili di fronte al sito di Falconara Marittima. Tali strutture prevedono due punti di ormeggio distinti: l'isola artificiale e l'SPM (Figura 1-3), con le relative tubazioni sottomarine di collegamento con la terraferma.

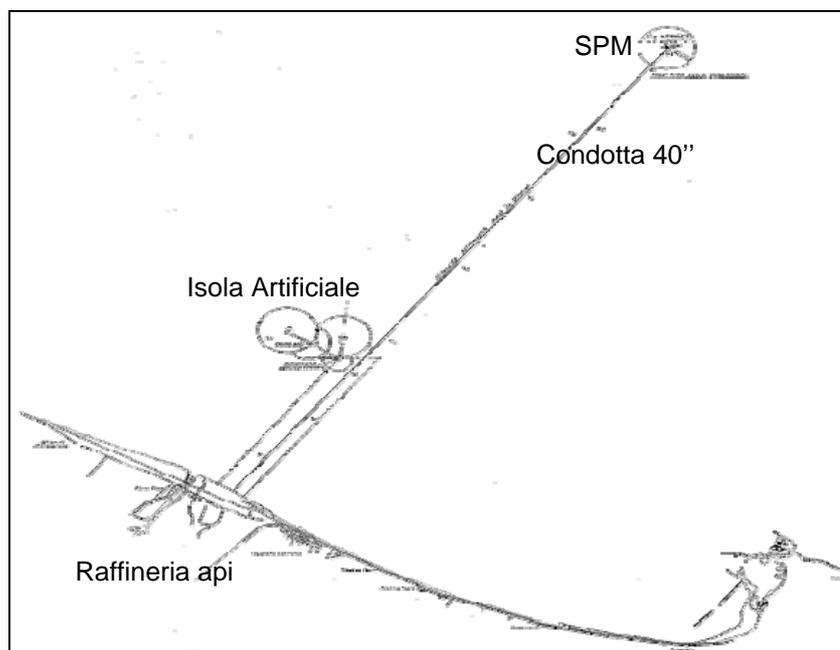


Figura 1-2 : configurazione attuale delle strutture off-shore del sito api di Falconara Marittima



Figura 1-3: attuale piattaforma SPM (Single Point Mooring) operativa al largo di Falconara Marittima

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 10 of 103
	 Saipem Energy Services		

Il progetto di api nòva energia sarà realizzato utilizzando le migliori tecnologie disponibili sul mercato (BAT) nel campo del trasporto del GNL e della rigassificazione e scarico del gas naturale. L'obiettivo di base del progetto è quello di ottenere la massima sinergia ed integrazione possibile con le strutture già esistenti nel sito di Falconara M.ma ed al tempo stesso non comportare nessun aggravio delle strutture di terra.

Nell'ottica di ridurre al minimo l'impatto ambientale del progetto, questo non prevede l'installazione a terra di nessun serbatoio di stoccaggio per il gas naturale (né allo stato liquido né gassoso) e di conseguenza tutto il gas scaricato dalla nave dovrà essere immediatamente immesso nella rete di trasporto nazionale.

1.1 Modifica SPM

La piattaforma SPM è attualmente operativa per lo scarico di petroliere fino a 300.000 tonnellate di stazza. Il progetto ne prevede la modifica, per permettere l'attracco e lo scarico di navi metaniere rigassificatrici. Si sottolinea fin da subito che non ci sarà la possibilità di ancorare e scaricare contemporaneamente una petroliera e una metaniera; le due operazioni dovranno infatti essere sempre effettuate in tempi diversi, senza alcuna interazione.

L'attuale piattaforma (Figura 1-3 e Figura 1-4) è costituita da una struttura metallica di base poggiata su pali metallici e posizionata al largo del sito ad una distanza di 16 Km dalla costa (LAT. 43°44'39" Nord, LONG. 13°31'20" Est). Il sistema di scarico è realizzato tramite manichette galleggianti collegate ad un cardano subacqueo, è la piattaforma è in grado di ruotare in modo solidale con la nave attraccata tramite un sistema ralla-giunto coassiale. Un riser marino verticale permette il collegamento tra la piattaforma e l'oleodotto sottomarino, posizionato sul fondo ad una profondità di circa 32 m.

CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 11 of 103
 Saipem Energy Services		

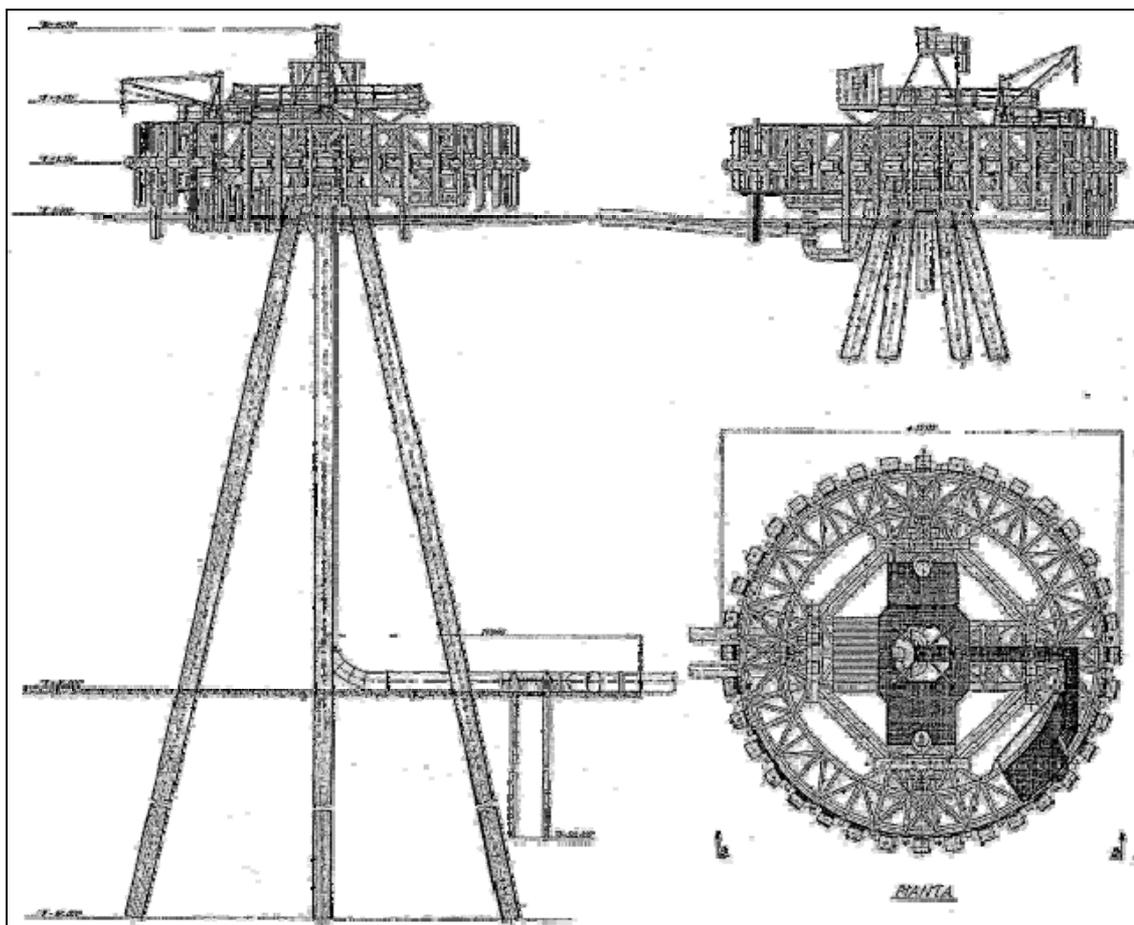


Figura 1-4 : struttura dell'attuale SPM

Dall'analisi del sistema attuale emerge che sarà necessario modificare i tre organi di rotazione e compensazione attualmente installati, ovvero: ralla, giunto coassiale e cardano.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 12 of 103
	 Saipem Energy Services		

1.2 Gasdotto Sottomarino

Per poter trasferire il gas naturale dalla nave fino a terra è necessario prevedere l'installazione di una linea sottomarina dedicata, idonea al trasporto di gas ad alta pressione, che andrà ad affiancare ad una distanza di circa 30 m (Appendix D) l'attuale oleodotto sottomarino da 40" che collega la SPM al sito di raffineria.

L'attuale oleodotto sottomarino, appoggiato sul fondo marino e coperto da sabbia e ghiaia, ha una lunghezza complessiva di circa 16.000 m, per una capacità di 12.446 m³, ed è progettato per una pressione di esercizio di 10 Kg/cm². Non è presente nessuna apparecchiatura per il riscaldamento della tubazione di scarico e la massima portata è pari a 8.000 m³/h.

Il nuovo gasdotto – che dovrà trasportare 21,3*10⁶ Sm³/gg di GNL rigassificato (circa 600 t/h, in funzione della composizione) – avrà un diametro di 28" (i.e. ID=676 mm); la definizione del minimo diametro richiesto è stata eseguita considerando la condizione operativa più conservativa corrispondente alla configurazione con la più alta perdita di carico. Successive analisi termo-idrauliche sono state eseguite in condizioni stazionarie ai differenti scenari operativi.

L'installazione più adatta al nuovo gasdotto emersa dalle valutazioni fatte per questo progetto è del tipo interrato, internamente ispezionabile tramite "PIG intelligente" cioè tramite uno speciale dispositivo che esegue verifiche di integrità della condotta.

La fattibilità della posa è stata verificata con due differenti navi posatubi per il dimensionamento meccanico e la verifica dello spessore che, data la pressione del gas scaricato prossima ai 90 bar, è stato preliminarmente fissato pari a 17,5 mm. La condotta sarà post-trenched.

Il collegamento tra il gasdotto e la torretta di scarico posizionata in superficie sarà effettuato tramite un "riser" sottomarino.

Per motivi di sicurezza è prevista una valvola di intercettazione per isolare la linea sottomarina dal riser: in tal modo si potrà evitare che, nel remoto caso di perdita dal riser, tutto il gas in pressione contenuto nella linea possa fuoriuscire.

L'approdo è realizzato mediante un nuovo pontile lungo circa 120 m. La sealine si collegherà ad una valvola di intercettazione situata in prossimità del pontile, prima del

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 13 of 103
	 Saipem Energy Services		

collegamento con il relativo riser. In tal modo si potrà evitare, nel remoto caso di perdita dal riser, che tutto il gas in pressione contenuto nella linea possa fuoriuscire verso il pontile medesimo.

1.3 Attraversamento della raffineria ed immissione nella rete di trasporto nazionale.

Una volta trasferito a terra, il gas naturale attraverserà l'area della raffineria e sarà trasferito per mezzo di idonee tubazioni fino alla limitrofa stazione di ricompressione SRG, dove potrà essere immesso nella rete di trasporto nazionale.

L'opera a terra avrà origine in corrispondenza della linea di approdo all'interno della raffineria api e terminerà nell'esistente impianto di ricompressione di Snam Rete Gas in località Case Latini, nel Comune di Falconara (Ancona). Una valutazione del possibile layout complessivo delle linee di collegamento tra la SPM e la stazione di ricompressione SNAM è rappresentata in Figura 1-5.

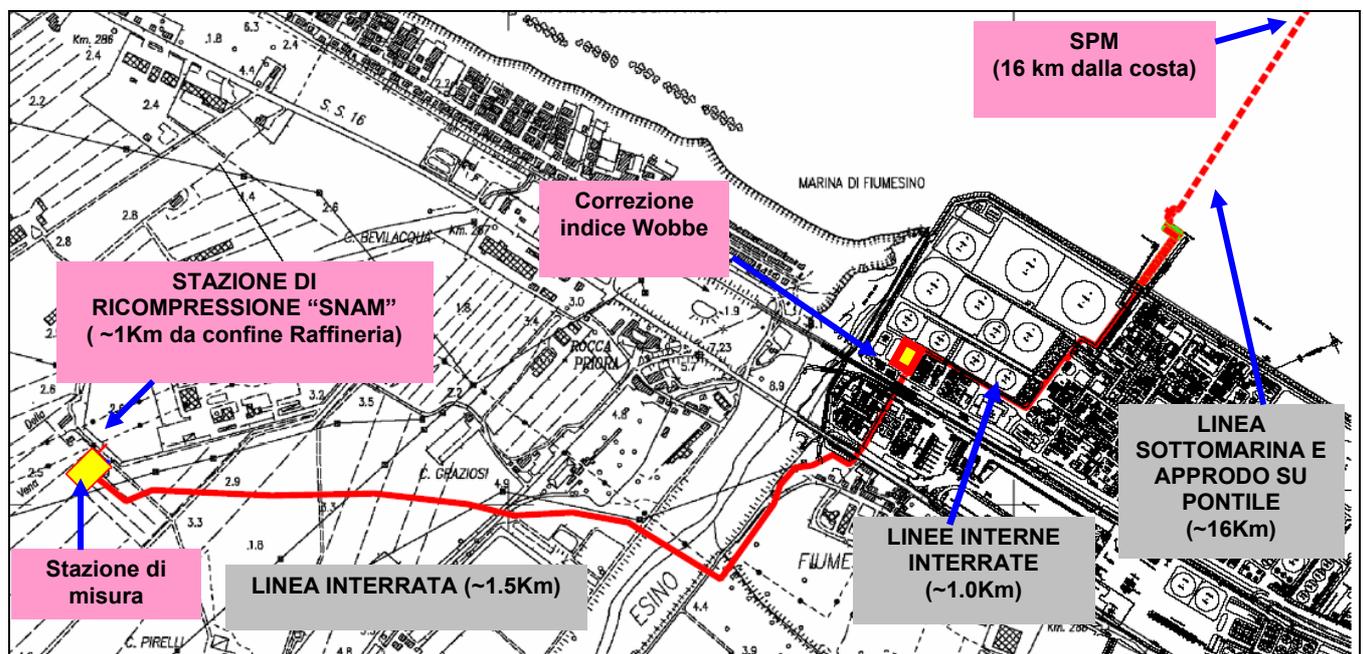


Figura 1-5 : layout preliminare nuovo gasdotto di collegamento SPM-Stazione SNAM

Dove possibile il nuovo tracciato è stato posizionato in parallelo ad altri metanodotti esistenti o ad altre infrastrutture quali, ad esempio, elettrodotti, in modo da sfruttare i corridoi tecnologici in essere e limitare il peso di nuove servitù.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 14 of 103
	 Saipem Energy Services		

Le caratteristiche chimico-fisiche che dovrà avere il gas per poter essere immesso nella rete nazionale saranno in accordo con i requisiti “SNAM Rete Gas”: per questo motivo all’interno della raffineria sono state previste aree per la correzione della temperatura, dell’indice di Wobbe. Il controllo della pressione viene effettuato nell’area prossima all’innesto nella SRG.

1.4 Navi Metaniere Rigassificatrici

La caratterizzazione delle navi metaniere rigassificatrici non è descritta in questa relazione tecnica; queste dovranno comunque essere concepite per il trasporto e progettate/modificate al fine di poter garantire l’ormeggio all’SPM, la connessione con le manichette e la rigassificazione alle pressioni e temperature compatibili con i dati di progetto.

Per quanto riguarda quest’ultimo aspetto, rispetto alle normali metaniere queste navi dovranno essere munite di un impianto di rigassificazione dotato di un sistema di pompaggio ad alta pressione del GNL proveniente dai serbatoi e un sistema di vaporizzazione.



Figura 1-6 : vista pittorica di una nave rigassificatrice

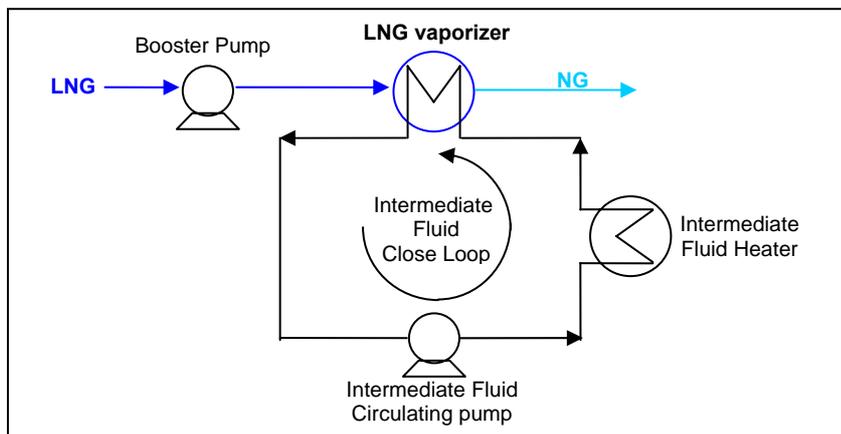
Il processo è molto semplice ma richiede particolari accorgimenti tecnologici per via delle temperature criogeniche che, tra l’altro, impongono la selezione dei migliori materiali presenti sul mercato.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 15 of 103
	 Saipem Energy Services		

Le soluzioni utilizzabili per questo tipo di impianto sono:

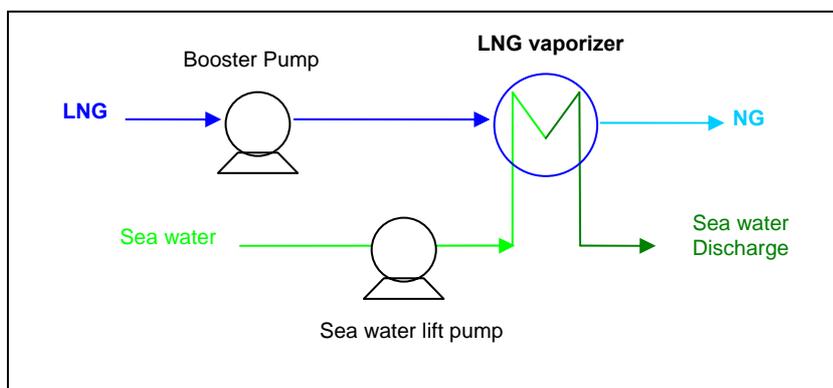
1. Processo a “ciclo chiuso”

Consiste nell'utilizzare un fluido intermedio circolante in un ciclo chiuso composto da due scambiatori ed una pompa di ricircolo: attraverso il primo scambiatore il fluido riceve calore, che a sua volta cede al GNL nel secondo scambiatore e grazie al quale il GNL può vaporizzare ed essere inviato come gas naturale.



In questo tipo di processo la sorgente di calore è rappresentata dai gas di scarico provenienti da una combustione che, nel caso di una nave, può essere rappresentato dal vapore delle caldaie primarie, ovvero da una apposita caldaia in cui viene bruciata una piccola frazione del gas naturale prodotto dalla rigassificazione stessa.

2. Processo a “ciclo aperto”

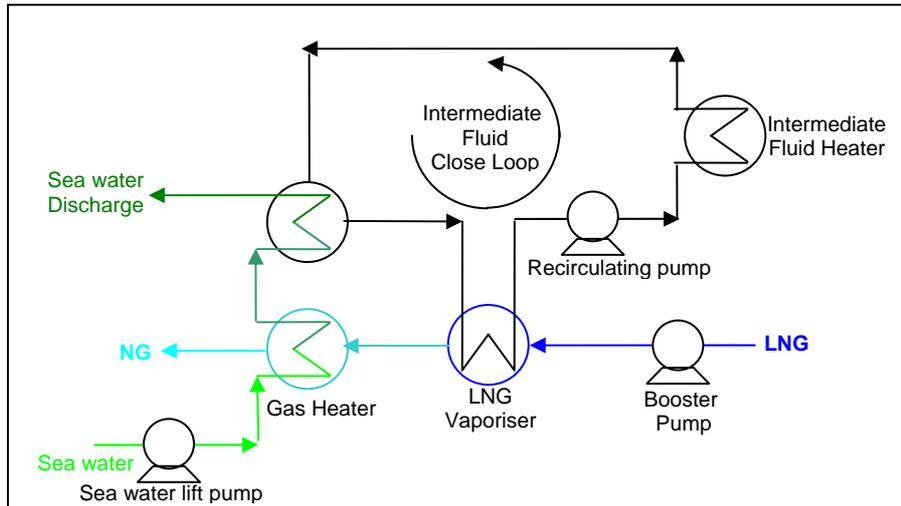


	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 16 of 103
	 Saipem Energy Services		

Consiste nell'utilizzare il mare come sorgente di calore infinita direttamente per vaporizzare il GNL in un opportuno scambiatore.

3. Processo “misto”

Si ha un processo misto in tutti i casi di combinazione dei processi precedenti, e utilizzando diversi tipi di fluidi intermedi (la figura seguente rappresenta soltanto una delle possibilità).



Il vantaggio di questo tipo di approccio è quello di bilanciare gli impatti delle emissioni in atmosfera e di quelle in mare. In alcuni casi la scelta di queste soluzioni è resa necessaria dalle basse temperature che l'acqua mare può raggiungere in determinate stagioni, che nei processi a “ciclo aperto” la porterebbe vicina al punto di congelamento.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 17 of 103	
	 Saipem Energy Services				

1.5 Conclusioni

Sono molteplici gli aspetti che portano a ritenere che l'area di mare antistante al sito api di Falconara Marittima possa essere una delle posizioni più idonee all'installazione di un terminale di rigassificazione adatto all'approvvigionamento di gas naturale, sia dal Nord Africa che dal Medio Oriente.

Dal punto di vista geografico Falconara Marittima rappresenta certamente un polo di fondamentale importanza per tutta la dorsale adriatica; per quanto concerne invece gli aspetti di natura tecnica, vanno sicuramente presi in considerazione, tra gli altri, le sinergie con molte delle strutture esistenti (prima fra tutte, la struttura off-shore SPM già posizionata ed operativa ad una distanza di 16 Km al largo di fronte al sito), nonché la presenza a terra, e nelle immediate vicinanze, di una stazione di ricompressione della rete di trasporto nazionale SRG.

La costruzione ex-novo di un terminale di rigassificazione e delle relative connessioni sottomarine e terrestri richiederebbe un investimento ingente e soprattutto l'installazione di nuove strutture offshore ed onshore. Tutto questo comporterebbe un significativo aggravio dal punto di vista dell'impatto ambientale.

Il progetto di api nova energia, prevedendo una notevole integrazione con le installazioni esistenti, permetterà invece di mettere in esercizio un terminale di approvvigionamento di gas naturale senza modificare, se non in modo marginale, l'attuale impatto del sito.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: <i>PROGETTO LNG – Falconara M.ma</i>	Rev. A03	Sheet 18 of 103
	 Saipem Energy Services		

2. DEFINIZIONI

BAT:	Best Available Techniques
FSRU:	Floating Storage and Regassification Unit (Navi metaniere rigassificatrici non permanentemente ormeggiate, del tutto identiche alle normali navi metaniere ma con speciali apparecchiature, installate a bordo, necessarie alla rigassificazione del GNL ed allo scarico in fase gassosa)
GN:	Gas Naturale
GNL:	Gas Naturale Liquefatto
HHV:	Higher Heating Value (potere calorifico superiore)
HP:	High Pressure (alta pressione)
KP:	Kilometer Post (Punto kilometrico)
LNG:	Liquified Natural Gas (vedere GNL)
LP:	Low Pressure (bassa pressione)
LTE:	Land Termination End
MHW:	Mean High Water (altezza media dell'acqua)
MSL:	Mean Sea Level (Livello Medio del Mare)
MW:	Molecular Weight (peso molecolare)
ROV:	Remotely Operated Vehicle (sistemi robotizzati a controllo remoto)
SPM:	Single Point Mooring (Ormeggio in un singolo punto)
SRG:	Snam Rete Gas (Società che gestisce la rete nazionale di trasporto gas)
SSIV:	Sub Sea Isolation Valve (valvola di intercettazione sottomarina)
WI:	Wobbe Index (indice Wobbe; rapporto tra l'HHV e la radice quadrata del peso specifico del gas).

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 19 of 103	
	 Saipem Energy Services				

3. DATI DI BASE

3.1 Logistica

In assenza di operazioni di scarico la piattaforma rimarrà spresidiata e dunque dovrà essere autonoma. Durante le operazioni di scarico sarà operata da personale addestrato presente a bordo delle metaniere rigassificatrici, coordinato da un comandante nominato allo scopo o assegnato dalla capitaneria di porto.

Nell'ipotesi attualmente considerata, si suppone di avere a disposizione due navi FSRU con capacità di carico pari a 150.000 m³ di GNL, dotate di unità di rigassificazione con capacità di 600t/h, oppure l'uso di una FSRU di pari capacità, che si approvvigiona di GNL mediante accosto con una metaniera in un luogo non lontano dall'SPM.

In entrambi gli scenari la potenzialità raggiungibile dal terminale è pari a circa 4 miliardi di Sm³/anno, stimata sulla base dei seguenti dati di progetto:

- CAPACITA' NAVI: 150.000 m³ (64.500 ton di GNL, dislocamento 110.000 t)
- CAPACITÀ DI RIGASSIFICAZIONE: 600 t/h
- TEMPO DI ORMEGIO e DISORMEGGIO ALL'SPM: 1 giorno
- TEMPO DI SCARICO MAX: 5 giorni
- INDISPONIBILITÀ SPM PER CONDIZIONI METEO: 35 giorni all'anno (onda > 1,5m)

L'SPM sarà comunque in grado di continuare a garantire alla raffineria il suo fabbisogno di grezzo.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 20 of 103	
	 Saipem Energy Services				

3.2 Dati di progetto

3.2.1 Composizione GNL

Il sistema è progettato per garantire l'invio della massima portata tenendo conto delle seguenti composizioni del GNL:

Materiale	Composizione Molare [%]	
	Leggera	Pesante
Azoto	0,12	0,35
Metano	98,59	87,51
Etano	1,17	7,53
Propano	0,1	3,03
I-Butano	0,01	0,77
N-Butano	0,01	0,76
C5+	-	0,05
Peso molecolare	16,26	18,66

Tabella 3-1 Composizione GNL

La composizione del gas immesso nel sistema di trasporto a terra sarà pressoché analoga a quella del GNL contenuto nei serbatoi.

3.2.2 Dati per il dimensionamento della condotta

Parametro	Valore
• Vita Operativa	20 anni
• Massima pressione di ricezione al limite di batteria	75 barg
• Minima pressione di ricezione al limite di batteria	50 barg
• Massima temperatura operativa	< 50 °C
• Minima temperatura operativa di ingresso al limite di batteria	+ 3 °C

Tabella 3-2 Dati di progetto per la condotta sottomarina

Dove per limite di batteria è inteso l'innesto nella rete nazionale SRG.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 21 of 103	
	 Saipem Energy Services				

Per il dimensionamento della condotta sono stati considerati i seguenti dati:

- Portata: 21,3 MMSm³/gg
- Massima pressione di invio dall'FSRU: 89 barg (ingresso manichetta)
- Perdite di carico concentrate: 3 bar (alla manichetta) e 4 bar (assunta allo Swivel)
- Massima pressione all'ingresso condotta mare: 82 barg
- Massima pressione in uscita: 74 barg (ingresso rete SRG)
- Temperatura in uscita: 5 – 10 °C (ingresso rete SRG)
- Lunghezza condotte: 19,5 km.

Per il dimensionamento meccanico della condotta sono stati assunti i seguenti dati:

Diametro esterno della condotta:	28" / 711 mm
Materiale:	Acciaio al carbonio
Steel Grade:	X60
Peso specifico:	7.850 kg/m ³
Modulo di elasticità:	2,07 · 10 ⁵ MPa
Coefficiente lineare di dilatazione termica:	1,17 · 10 ⁻⁵ °C ⁻¹
Coefficiente di Poisson:	0.3
Tolleranza di spessore del tubo (Welded pipe):	+1.0 mm / - 1.0 mm
Eccentricità:	1.5%D, but max 15.0 mm
Pressione di progetto:	89 barg @ MSL
Massima pressione ammissibile:	1.1 · Pressione di progetto = 98 barg
Pressione di Test:	1,05 · Massima pressione ammissibile
Minima temperatura ambientale:	5°C (riferimento per l'installazione)
Temperature di progetto:	-10°C min; 50°C max
Peso specifico del fluido contenuto:	45 kg/m ³
Peso specifico dell'acqua:	1.029 kg/m ³

Qualora risultasse necessario saranno da prevedere sistemi di protezione che potranno essere come di seguito indicato:

- sistemi di blocco delle pompe LNG sulla nave attivati qualora la pressione in mandata raggiunga una pressione compresa tra 89 e 98 barg

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 22 of 103
	 Saipem Energy Services		

- valvola di sezionamento a terra (subito dopo l'approdo) che isola la linea terra rispetto al tratto a mare quando la pressione a terra comincia ad alzarsi per impaccamento.

Sebbene il fluido trasportato non è corrosivo, uno sovrappessore di corrosione è stato comunque considerato. Il sovrappessore di corrosione è pari alla differenza tra lo spessore di acciaio selezionato e il minimo spessore richiesto per il contenimento della pressione (si veda il paragrafo 5.3.1).

Una tipica rugosità idraulica di 25 µm è stata usata per le stime di perdite di carico nel caso di tubi in acciaio al carbonio non rivestiti.

Le caratteristiche di conducibilità termica dei materiali sono state estrapolate da progetti simili come da seguente tabella:

Materiale	Conducibilità Termica (W/ m·K)
Acciaio	50
Polietilene	0,3
Poliuretano	0,25
Vernice	0,35
Calcestruzzo	2,33
Suolo a mare	2
Suolo a terra	2,56

Tabella 3-3 Conducibilità termica dei materiali

3.2.3 *Indice Wobbe*

Il gas da immettere nella rete nazionale SRG dovrà essere conforme alle seguenti specifiche¹:

- Indice Wobbe (min/max)² 47.31 ÷ 52.33 MJ/Sm³

¹ Dove le condizioni standard sono 101.3 kPa e 15°C

² L'indice Wobbe (WI) è definito come il rapporto tra il potere calorifico superiore (HHV "Higher Heating Value") e la radice quadrata del peso specifico del gas:

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 23 of 103
	 Saipem Energy Services		

- Punto di rugiada dell'acqua $\leq 5 \text{ }^\circ\text{C}$
- Massimo contenuto di O₂ $\leq 0.6 \text{ mol}\%$

Lo spettro delle composizioni del GNL che potrà provenire dalle navi metaniere rigassificatrici, e dunque quello del gas inviato a terra, è abbastanza ampio (Tabella 3-1).

Nel caso di composizioni di GNL “pesanti” l'indice di Wobbe supera il limite superiore ammesso da SRG; si rende quindi necessario prevedere un impianto di correzione di tale valore al fine di portarlo entro i limiti di accettabilità compatibili con la rete di trasporto.

Alcune valutazioni in merito sono riassunte nel paragrafo 6.1.

$$WI = \frac{HHV}{\sqrt{\frac{MW}{MW_{air}}}}$$

dove:

WI= indice Wobbe del gas [MJ/Sm³]

HHV= potere calorifico superiore del gas [MJ/Sm³]

MW= peso molecolare del gas (mol weight) [kg/kmol]

MW_{air}= peso molecolare dell'aria (air mol weight) (i.e. 28.968) [kg/kmol]

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 24 of 103
	 Saipem Energy Services			

3.3 Dati Ambientali

3.3.1 Dati Generali

Per quanto riguarda il dimensionamento della condotta a mare la seguente tabella riassume i principali dati utilizzati:

	Estate	Inverno	
Temperatura Aria	35	-2	[°C]
Velocità del vento	15	15	[m/s]
Temperatura Acqua Mare			
Fondale	16,2	10,4	[°C]
Media profondità	19,3	10,4	[°C]
Superficie	22,5	10,4	[°C]
Correnti marine	0,4	0,4	[m/s]

Tabella 3-4 Dati ambientali

3.3.2 Batimetria

Il profilo batimetrico e la configurazione della condotta sono i seguenti:

	KP		Profondità à d'acqua m	Rivestimento Anticorrosivo		Gunitaggio		Profondità Interramento dal vertice generatrici
	da	a		Tipo	Spessore	Densità	Spessore	
Riser	0	0,035	2/-33	PU	20 mm	-	-	N/A
Spool	0,035	0,085	-33/-33	PE	3,5 mm	-	-	N/A
Tratto a mare	0,085	1,085	-33/-30	PE	3,5 mm	3040	55 mm	1 m
Tratto a mare	1,085	5,085	-30/-20	PE	3,5 mm	3040	55 mm	1 m
Tratto a mare	5,085	8,085	-20/-16	PE	3,5 mm	3040	55 mm	1 m
Tratto a mare	8,085	12,085	-16/-13	PE	3,5 mm	3040	80 mm	1 m
Tratto a mare	12,085	14,085	-13/-12	PE	3,5 mm	3040	80 mm	1 m
Tratto a mare	14,085	16,085	-12/-4	PE	3,5 mm	3040	80 mm	1 m
Tratto a mare	16,085	17,085	-4/0	PE	3,5 mm	3040	100 mm	1,5 m
Spiaggiamento	17,085	17,585	0/3	Vernice	1 mm	-	-	N/A
Raffineria	17,585	18,085	3/4	Vernice	1 mm	-	-	N/A
Raffineria	18,085	18,585	4/4,5	PE	3 mm	3040	70 mm	1,5 m
Dalla	18,585	19,585	4,5/5	PE	3 mm	3040	70 mm	1,5 m

Tabella 3-5 Batimetria e configurazione della condotta

In questa fase la batimetria è disponibile solo dalle informazioni desunte dalle carte nautiche.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 25 of 103	
	 Saipem Energy Services				

3.3.3 Dati Geotecnici

Analizzando i dati storici, i sedimenti dei fondali nell'area sono prevalentemente limacciosi o sabbiosi, con un contenuto di particelle sempre più piccole muovendosi da mare fino alla linea di costa. Preliminarmente è stata considerata la seguente caratterizzazione:

Profondità d'acqua (m)	Sedimenti del primo strato del fondale
0 - 5	Sabbia (<i>argilla < 5%</i>)
5 – 10	Sabbia appena argillosa (<i>5% < argilla < 30%</i>)
10 - 15	Sabbia argillosa (<i>30% < argilla < 70%</i>)
15 – 20	Sandy molto argillosa (<i>70% < argilla < 95%</i>)
> 20	Argilla (<i>argilla > 95%</i>)

Tabella 3-6 : Caratterizzazione fondali

L'argilla è un tipico sedimento dei fondali del mare Adriatico, con una tipica dimensione del diametro $d < 62.5 \mu\text{m}$.

3.3.4 Dati Meteomarini

In Tabella 3-7 sono riassunti i dati considerati per le analisi in questo studio.

Profondità dell'acqua	0 ÷ 31	[m]
Marea Astronomica (MHW sul MSL)	0,4	[m]
Marea Metereologica con periodo di 10 anni	0,52	[m]

Tabella 3-7: Profondità dell'acqua e variazioni

Dalla Tabella 3-8 alla Tabella 3-11 sono presentati i dati usati per le analisi di stabilità della condotta sottomarina.

Sono state considerate solo le onde di un anno e di dieci anni, poiché la condotta verrà interrata ed è quindi considerata stabile.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.: 539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)			
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 26 of 103
	 Saipem Energy Services			

KP	θ_{pipe} (° N)	profondità (m)	Hs (m)	Tp (s)	θ_{wave} (° N)	U_{3m} (m/s)	U_{3m} (° N)
Dall'SPM al KP 9	225	30	2,87	9,79	94,06	0,53	150
	225	25	2,70	9,79	90,05	0,55	150
	225	20	2,54	9,79	85,09	0,57	150
	225	15	2,43	9,79	78,98	0,59	150
Dal KP 9 al KP 12	254	14	3,20	8,94	31,16	0,60	150
	254	13	3,21	8,94	31,26	0,60	150
Dal 12 al KP 15	212	12	2,40	9,79	74,60	0,61	150
	212	10	2,39	9,79	71,28	0,62	150

Tabella 3-8: Valori tipici di onde e correnti WD 10m-30m (periodo 1 anno)

KP	θ_{pipe} (° N)	profondità (m)	Hs (m)	Tp (s)	θ_{wave} (° N)	U_{3m} (m/s)	U_{3m} (° N)
Dall'SPM al KP 9	225	30	3,62	10,97	89,64	0,68	150
	225	25	3,45	10,97	85,51	0,69	150
	225	20	3,32	10,97	80,65	0,72	150
	225	15	3,23	9,16	8,65	0,75	150
Dal KP 9 al KP 12	254	14	3,24	9,16	9,34	0,75	150
	254	13	3,24	9,16	10,07	0,76	150
Dal 12 al KP 15	212	12	3,25	10,97	70,80	0,77	150
	212	10	3,28	10,97	67,76	0,79	150

Tabella 3-9: Valori tipici di onde e correnti WD 10m-30m (periodo 10 anni)

KP	θ_{pipe} (°N)	Profondità (m)	Hs (m)	Tp (sec)	θ_{wave} (°N)	γ	n	U1m long (m/s)	U1m normal (m/s)
Dal KP 15 al LTE	212	8,0	3,54	9,27	47,1	1,09	10	0,00	0,49
	212	7,0	3,54	9,27	46,3	1,14	10	0,00	0,49
	212	6,0	3,68	9,27	45,1	1,20	10	0,11	0,33
	212	5,0	2,40	8,54	58,3	1,00	10	0,00	0,51
	212	4,0	2,40	8,07	15,7	1,00	10	0,32	0,54
	212	3,5	2,12	8,54	53,6	1,00	10	0,44	0,35
	212	3,0	1,84	8,54	52,0	1,00	10	0,48	0,36
	212	2,5	1,56	7,53	7,8	1,00	10	0,35	0,57

Tabella 3-10: Valori tipici di onde e correnti WD 2m-8m (periodo 1 anno)

KP	θ_{pipe} (°N)	Profondità (m)	Hs (m)	Tp (sec)	θ_{wave} (°N)	γ	n	U1m long (m/s)	U1m Normal (m/s)
Dal KP 15 al LTE	212	8,0	4,40	10,47	45,4	1,01	10	0,26	0,42
	212	7,0	3,18	9,65	58,0	1,00	10	0,00	0,63
	212	6,0	3,24	9,65	55,7	1,00	10	0,00	0,64
	212	5,0	3,20	9,16	15,0	1,00	10	0,24	0,65
	212	4,0	2,45	8,52	5,8	1,00	10	0,33	0,69
	212	3,5	2,18	8,52	6,3	1,00	10	0,43	0,69
	212	3,0	1,85	8,52	8,0	1,00	10	0,48	0,71
	212	2,5	1,51	8,52	10,2	1,00	10	0,38	0,73

Tabella 3-11: Valori tipici di onde e correnti WD 2m-8m (periodo 10 anni)

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 27 of 103
	 Saipem Energy Services		

4. MODIFICHE ALL'SPM ESISTENTE

Questa sezione descrive gli interventi strutturali ed idraulici che sono richiesti per adeguare al nuovo servizio l'esistente SPM.

4.1 Caratteristiche costruttive ed operative

L'SPM esistente, entrata in servizio nel 1972-1973 ed ubicata in corrispondenza di un fondale di 32 m circa, è costituita da:

- anello in struttura metallica tubolare "anti collisione" oscillante con ampiezza massima di 1,60 ÷ 1,80 m su un sistema del tipo "shear fenders"; la deformazione orizzontale dei fenders assicura al sistema anello + fenders la capacità di assorbire l'energia di navi in accidentale impatto con l'SPM;
- corpo centrale ad "ali di gabbiano", sempre in struttura metallica tubolare, fissato con bullonatura ad una ralla di rotazione. Le estremità della struttura supportano il sistema di fenders e l'anello "anti collisioni". Le strutture "anti collisione" ed "ali di gabbiano" ruotano come corpo unico intorno all'asse della ralla;
- ralla bullonata ad una flangia connessa ad una robusta struttura metallica che collega in sommità n° 6 pali di fondazione di diametro 1.200 mm, infissi nel fondale marino per circa 60 m con inclinazione ¼;
- sistema idraulico, costituito da un giunto cardanico, cui sono collegate una/due stringhe di manichette galleggianti, sostenute da due tubazioni da 24" che si immettono in un giunto coassiale rotante collegato alla sommità del riser della linea sottomarina da 40".

Le capacità prestazionali dell'SPM sono:

- capacità di tiro = 300 t
- capacità di energia = 400 t · m
- reazione di impatto = 465 t
- ralla dimensionata per:

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 28 of 103	
	 Saipem Energy Services				

- carico assiale massimo = 550 t (permanente)
- carico radiale max = 465 t (eccezionale)
- momento ribaltante = 2.600 t·m (eccezionale)
- i pali di fondazione hanno una portata limite di 1.300 t in trazione e in compressione; in casi estremi sono soggetti a un carico massimo assiale di esercizio di 650 t. E' garantito pertanto un coefficiente di sicurezza pari a 2, maggiore di quello richiesto dalle normative tipo API RP 2° (FS=1,50)
- rata massima di scarico di grezzo pari a circa 6÷7.000 m³/h

4.2 Modifiche strutturali

L'SPM esistente non richiede sostanziali modifiche strutturali per essere convertita anche al servizio di scarico di GNL rigassificato, in quanto le capacità attuali sono state calcolate per navi petroliere da 300.000 DWT.

La capacità di assorbimento dell'energia corrisponde a quella di una metaniera avente 110.000 ton di dislocamento che impatta di prua contro l'SPM ad una velocità di 0,27 m/sec, superiore al valore di 0,15 m/s usualmente posto a base del calcolo dell'energia di collisione per strutture analoghe.

La ralla ora in esercizio dovrà invece essere sostituita in quanto le nuove installazioni idrauliche (gru porta, manichette etc.) comporteranno un incremento del 30% dell'esistente carico assiale.

4.3 Modifiche idrauliche

Per abilitare l'SPM alla scarica di gas metano è necessario apportare le modifiche ed integrazioni idrauliche indicate di seguito.

4.3.1 Giunto coassiale

L'esistente giunto coassiale è da 36" e ad una sola via per il passaggio del grezzo, con velocità di 2,55 m/sec per una portata di 6.000 m³/h; tale giunto dovrà essere sostituito da un giunto coassiale a due vie: quella interna, di diametro 16", riservata al passaggio

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 29 of 103
	 Saipem Energy Services		

del gas con velocità di 25/30 m/sec per una portata di 900.000 Sm³/h e quella esterna, di diametro 36”, per il passaggio di grezzo con velocità 3,16 m/sec per una portata di 6.000 m³/h, con lieve aumento rispetto alla situazione attuale per la riduzione di sezione di passaggio conseguente alla presenza del tubo da 16”.

Un tipico giunto coassiale è rappresentato nel disegno 951-501 TESTATA ROTANTE GIUNTO COASSIALE A DUE VIE. Il giunto proposto è stato dimensionato per una pressione di 10 bar per la via del grezzo e, cautelativamente, per 100 bar per la via del gas.

4.3.2 Collegamento idraulico (flessibile) metaniera-SPM

La connessione idraulica sarà assicurata da due manichette flessibili da 8” lunghe circa 65/70 m, del tipo Manuli o Coflexip, aventi una pressione di progetto adeguata, in base alle normative, a consentire una pressione di esercizio fino a 90 bar.

Il collegamento manichette-metaniera sarà ottenuto mediante flangiatura predisposta a prua della metaniera nella posizione più opportuna per agevolare le operazioni di connessione.

Per il collegamento manichette-SPM sono state esaminate due alternative:

1. con giunto cardanico, come in uso per le manichette flessibili del grezzo, avvolte, quando a riposo, su tamburo meccanizzato installato sul deck dell’SPM. Lo stoccaggio su tamburo è possibile per le manichette tipo Manuli molto flessibili, leggere e deformabili, mentre non è realizzabile per quelle tipo Coflexip più rigide e meno deformabili. Dal giunto cardanico al giunto coassiale la continuità idraulica è assicurata da due tubazioni da 8”, la cui installazione nel corpo dell’SPM non presenta particolari difficoltà, per le modeste dimensioni delle stesse.
2. con gru di sospensione e movimentazione manichette e rotazione come rappresentato sul disegno 951-500 ASSIEME. La gru deve essere motorizzata, ruotare su propria ralla indipendente da quella dell’SPM ed essere azionata con comando a distanza. Alle flange di attacco manichette–tubazioni (vedi disegno citato) sarà inserito un dispositivo di rilascio automatico del tipo Emergency Release System (E.R.S.).

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 30 of 103
	 Saipem Energy Services		

La soluzione con gru è da preferirsi per i seguenti motivi:

- consente manovre di gestione delle manichette più rapide e controllabili sia nella fase di collegamento che in quella di scollegamento;
- è soluzione di impiego più frequente;
- non ha punti critici, come è invece per un giunto cardanico soggetto a continue oscillazioni dovute al moto ondoso, a scapito della tenuta delle guarnizioni.

4.3.3 Nuovo riser per la linea sottomarina del gas

Per minimizzare i tempi di installazione del nuovo riser gas, anche il riser esistente per l'invio dell'olio a terra verrà sostituito.

I due risers saranno così installati contemporaneamente in un unico sollevamento grazie ad un cassone di circa 72'' di diametro che li conterrà entrambi.

Nella Figura 4-1 è raffigurato uno schema preliminare del nuovo assetto.

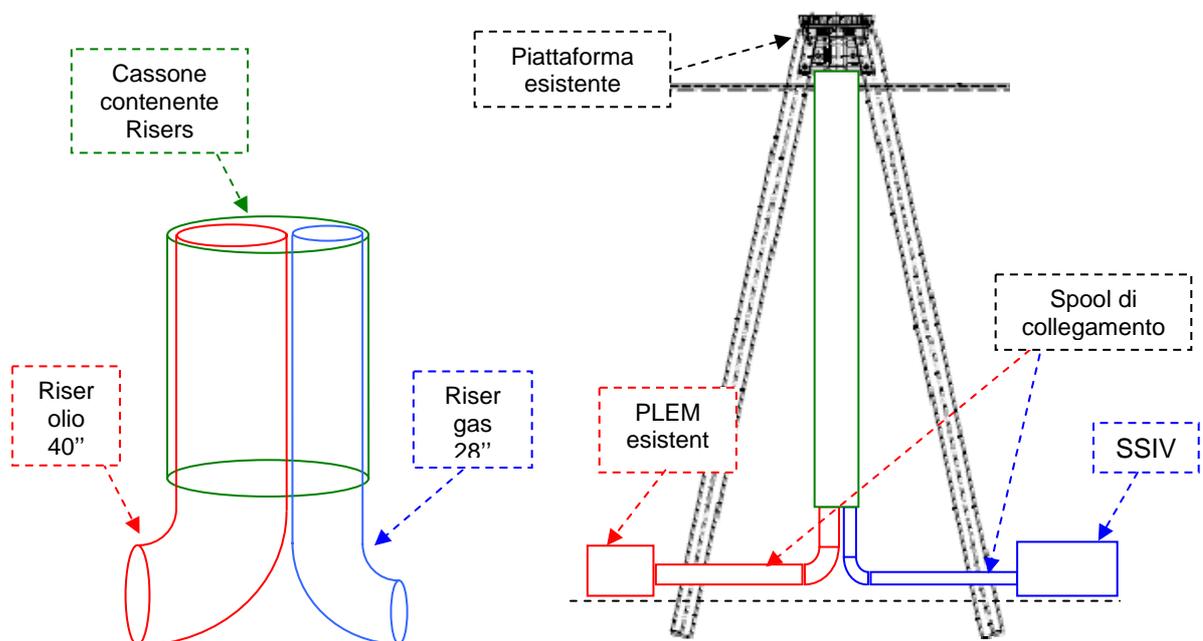


Figura 4-1 : schema preliminare del cassone contenente i risers olio e gas.

Il dimensionamento del cassone con i relativi supporti potrà essere perfezionato in fase di ingegneria di dettaglio.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 31 of 103
	 Saipem Energy Services		

4.4 Manichette

La manichetta di collegamento tra la nave FSRU e la SPM modificata sarà fornita da una azienda leader nel settore, come ad esempio Manuli.

La tipologia di manichetta considerata fa parte di una linea di prodotti consolidata nel mercato di settore. Attualmente questi manufatti sono prodotti nei diametri da 4”-6” e 8”, con struttura di rinforzo sia tessile che metallico.

A seguito delle analisi effettuate dai fornitori si sono ottenute le seguenti caratteristiche idonee al progetto:

NUMERO MANICHETTE : 2 (più una di riserva)

DIAMETRO : 8”

LUNGHEZZA : 60 mt

VELOCITA’ GAS : fino a 60 m/s

Fattore di resistenza : 0,0113

Caduta di pressione per unità di lunghezza tubo: $DP/L = 0,0487$ bar/m

Caduta di pressione totale : 3 bar circa

Essendo tutto l’impianto assoggettato all’approvazione RINA, anche la manichetta rispetterà i requisiti normativi e sarà certificata RINA.

4.5 Valvola di intercettazione sottomarina (SSIV) presso la torre SPM

Una valvola sottomarina di sicurezza (Subsea Safety Isolation Valve, SSIV) è prevista tra la torre monormeggio e la sealine diretta a terra. La funzione della SSIV è quella di isolare la sealine dai sistemi a monte quando non è in atto lo scarico del gas dalla metaniera e quello di evitare ritorno di gas dalla condotta verso la torre in caso di incidente o incendio sulla torre stessa o sul relativo riser. Per quest’ultimo caso viene previsto un sistema attivo di apertura e chiusura della valvola (Spring Return type, Fail Safe Close).

Per motivi di sicurezza la stazione SSIV dovrà essere disaccoppiata meccanicamente dalla torre e protetta da caduta di oggetti. In Figura 4-2 è rappresentato un esempio della vista di insieme.

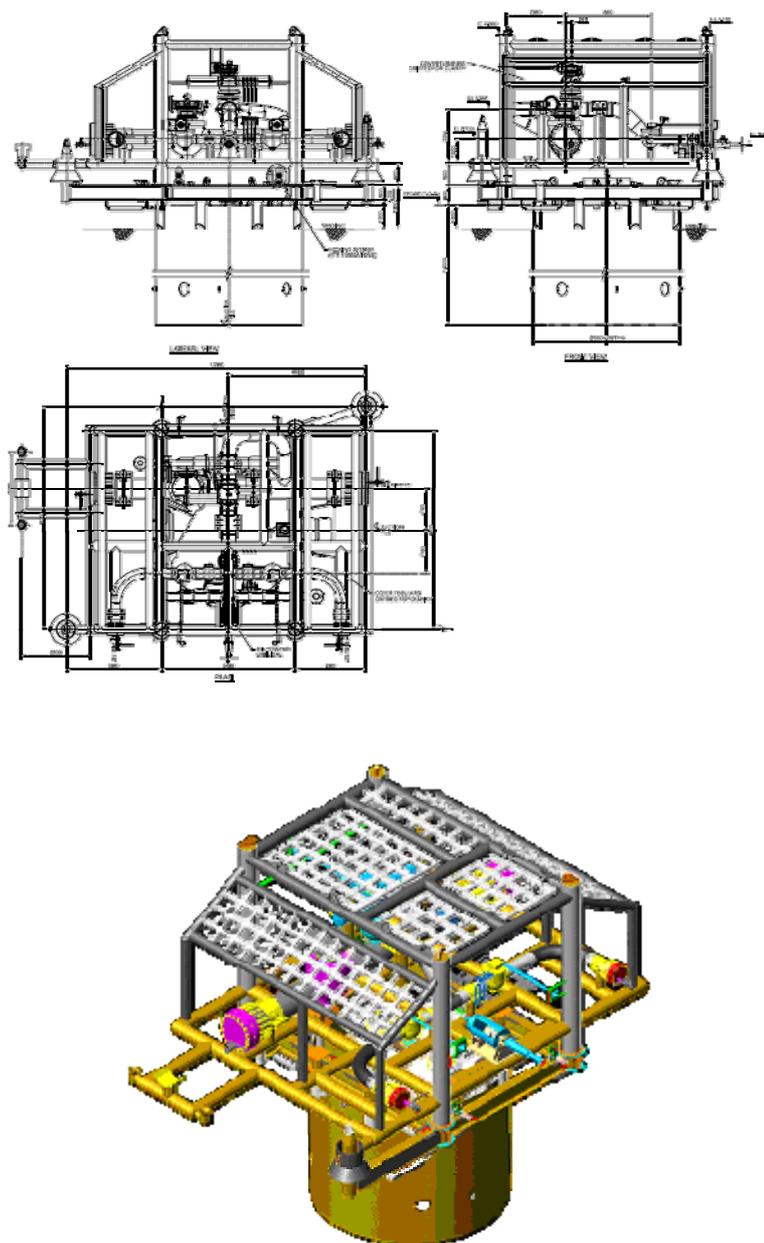


Figura 4-2: Vista di una stazione di isolamento sottomarina con struttura di protezione

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 33 of 103
	 Saipem Energy Services		

La SSIV è installata all'interno di una struttura dedicata assieme a valvole di sezionamento da operarsi tramite ROV e sommozzatori. Queste valvole sezionano dalla stazione SSIV il riser e la trappola per il lancio del pig di ispezione lungo la linea verso terra.

La stazione sottomarina è composta principalmente da due parti: una struttura di base inclusiva di piping e una struttura superiore di protezione.

La SSIV è attuata idraulicamente e controllata da remoto attraverso una linea ombelicale che raggiunge la torre. Per il controllo e l'attuazione della SSIV tre diverse soluzioni possono essere prese in considerazione, come riportato a seguire. Si noti che tutte le soluzioni descritte necessitano di swivel idoneo alla trasmissione di olio idraulico e di segnali elettrici, in aggiunta al percorso per il gas e per il grezzo.

Caso 1: Unità di alimentazione idraulica (Hydraulic Power Unit, HPU) installata sulla torre.

La HPU, il cui scopo è di fornire la potenza idraulica per aprire la SSIV, verrebbe installata sulla parte rotante della torre, ove risulta meglio ispezionabile e manutenibile rispetto ad una localizzazione sulla parte inferiore fissa della stessa.

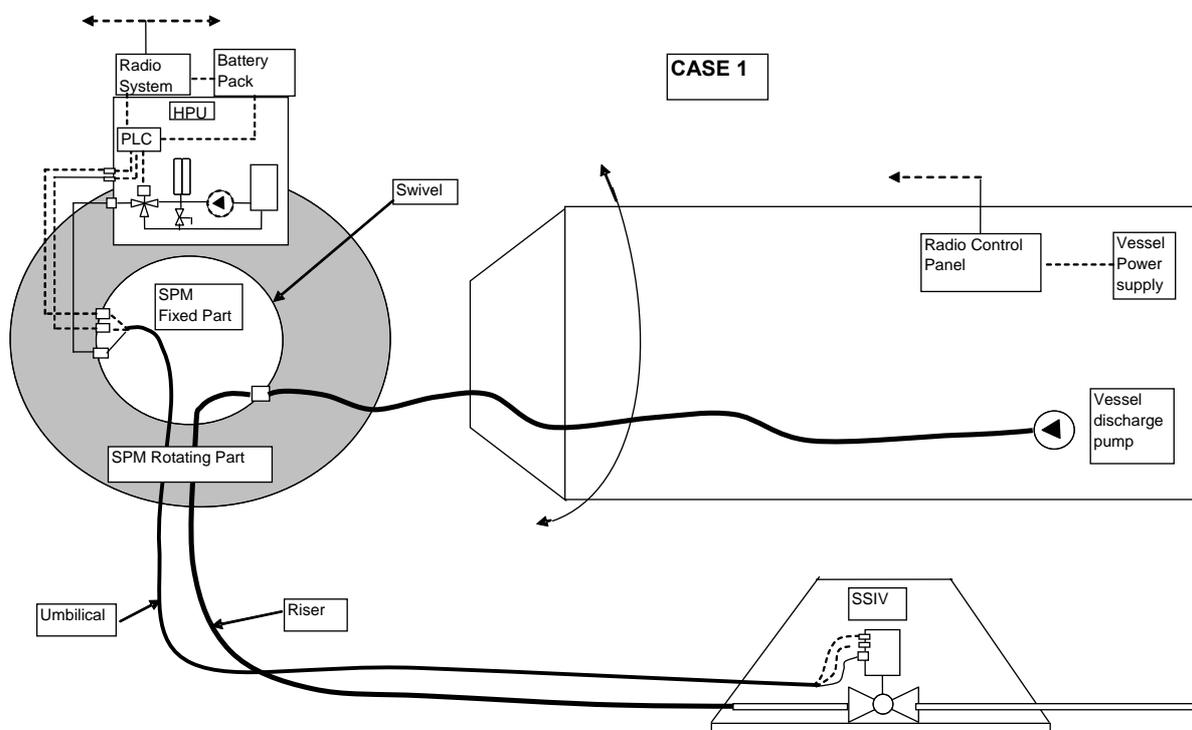
Verrebbe installato un sistema di rilevamento della pressione e di fughe di gas, collegato ad un Programmable Logic Controller (PLC). Il collegamento con i sistemi a terra e/o sulla nave sarebbe effettuato mediante trasmissione radio. La potenza elettrica necessaria al PLC ed al sistema di comunicazione radio sarebbe fornita da un banco accumulatori ricaricati ad intervalli regolari e/o tramite l'ausilio di pannelli fotovoltaici (vedasi schema "Caso 1").

Occorre verificare che durante le operazioni di scarico sia possibile avere sistemi radio in funzione e che questi non pregiudichino la sicurezza delle operazioni.

La HPU dovrebbe essere fornita di un banco di accumulatori capaci di fornire fluido in pressione per aprire almeno 3 volte la SSIV. La ricarica della pressione negli accumulatori quando necessaria, potrebbe avvenire utilizzando una pompa elettrica alimentata dal mezzo di supporto navale usato per raggiungere la boa, oppure da una pompa alimentata da un motore diesel. Da un'indagine preliminare la possibilità di una pompa manuale richiederebbe troppo tempo per ricaricare gli accumulatori, in ogni caso questa alternativa richiede una indagine più approfondita.

Le dimensioni preliminari stimate per la HPU sono (LxDxH): 2200mm x 1500 mm x 2500 mm.

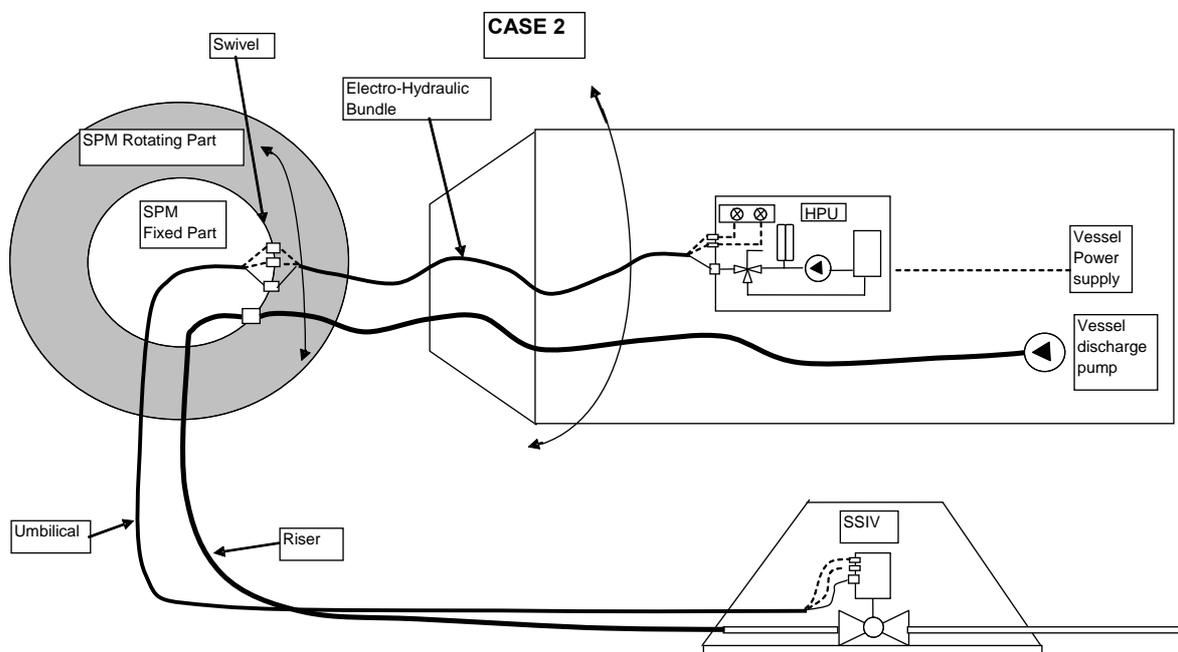
CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
PROJECT: <i>PROGETTO LNG – Falconara M.ma</i>	Rev. A03	Sheet 34 of 103
 Saipem Energy Services		



Caso 2: HPU “mobile”

La HPU verrebbe trasferita, tramite mezzo d'appoggio, sulla nave metaniera ad ogni ormeggio. Risulta necessario un collegamento tra la metaniera e la torre con cavo elettro-idraulico per il trasferimento dei segnali elettrici e del fluido idraulico di attuazione della SSIV tra nave e torre. Il cavo elettro-idraulico si estenderebbe parallelamente alle manichette per il trasferimento di gas e ruoterebbe in modo solidale con la nave e con la parte rotante della torre. Non risulterebbe necessario installare sulla boa né il sistema PLC né il sistema di comunicazione radio dato che il sistema verrebbe operato e controllato direttamente dalla nave che effettua l'operazione di scarico attraverso il cavo elettro-idraulico (schema “Caso 2”).

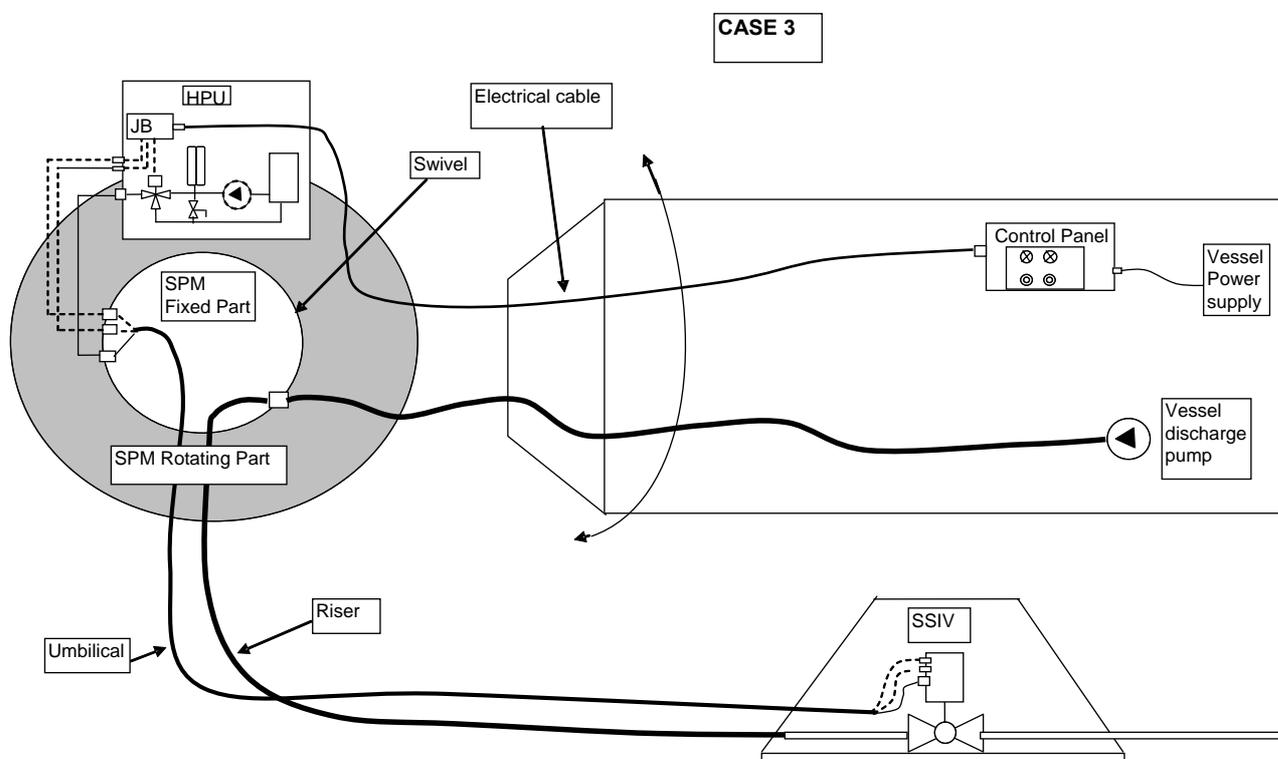
La nave metaniera dovrà fornire in questo caso la potenza elettrica per alimentare l'HPU, tipicamente 230 Vac / 60Hz monofase o 440 Vac Trifase /60 Hz.



Caso 3: HPU installata sulla torre e controllo dalla nave metaniera

La HPU verrebbe installata sulla torre (come nel caso 1), ma in questo caso il monitoraggio e l'attuazione dei comandi di apertura / chiusura della SSIV verrebbero effettuati da un pannello di controllo soltanto elettrico dalla nave metaniera. In questo caso il collegamento tra la metaniera e la torre per il trasferimento dei segnali elettrici è tramite un cavo elettrico che si estende parallelamente alle manichette per il trasferimento di gas e ruota solidalmente con la nave e con la parte rotante della torre. Anche in questo caso non risulterebbe necessario installare né il sistema PLC né il sistema di comunicazione radio sulla boa, dato che il sistema verrebbe operato e controllato direttamente dalla nave che effettua l'operazione di scarico via cavo (schema "Caso 3").

La nave metaniera dovrà fornire in questo caso la potenza elettrica di alimentazione del pannello di controllo, tipicamente 230 Vac / 60 Hz monofase o 440 Vac Trifase /60 Hz.



La soluzione rappresentata dal Caso 3 risulta la più semplice e la più sicura per i seguenti motivi:

- a) La stazione HPU stazionerebbe sempre sulla torre e non dovrà essere movimentata ad ogni ormeggio.
- b) Non dovrà essere dotata di PLC, né di sistema radio, né di sistemi di alimentazione autonomi perchè sarà alimentata dalla nave ed operata manualmente dallo stesso personale.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 37 of 103
	 Saipem Energy Services		

4.6 Installazione

L'installazione dei componenti situati in mare verrà effettuata con un unico mezzo, al fine di limitarne gli impatti.

4.6.1 Sopralluogo

I lavori di sopralluogo per le installazioni saranno pianificati in modo da garantire la tempistica dell'installazione come segue:

- Sopralluogo Pre-Installazione

Il sopralluogo Pre-Installazione sarà eseguito da un appropriato mezzo navale in anticipo rispetto all'installazione delle strutture e condotte sottomarine. Lo scopo sarà quello di verificare che il sito di installazione e della posa delle condotte sia libero da ostacoli ed idoneo per l'installazione stessa

- Sopralluogo “As-Built”

Il sopralluogo sarà eseguito dove sono previsti i lavori di installazione. Il sopralluogo sarà anche eseguito con l'ausilio di ROV o da telecamere portatili dotate di sistemi di monitoraggio della superficie in tempo reale.

Tutti i dati raccolti saranno usati per la preparazione di disegni “as-built”. Questi disegni daranno tutte le informazioni originariamente disponibili sui disegni di progetto ed aggiornate per essere incluse negli “as-built”.

4.6.2 Rimozione dei sistemi esistenti non più utilizzati.

Prima dell'arrivo del mezzo di installazione verranno eseguiti i lavori di preparazione per la rimozione, dove prevista, dei sistemi esistenti. Sarà effettuata la bonifica della linea olio esistente (anche parziale) per evitare versamenti di idrocarburi durante i lavori, l'allagamento e successivamente la rimozione dello spool di collegamento tra il riser ed il PLEM della linea esistenti.

Una volta arrivato il mezzo di installazione si procederà con le operazioni di sollevamento delle parti mobili come l'anello, il corpo centrale, la ralla, il giunto cardanico ed infine il riser esistente. Tali componenti non più utilizzati verranno appoggiati ad un pontone dedicato, per il trasporto a terra e lo smaltimento.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 38 of 103
	 Saipem Energy Services		

4.6.3 *Lavori di installazione nuovi sistemi SPM*

Questa fase potrà partire al termine della fabbricazione dei nuovi componenti. Tali componenti saranno imbarcati su di un pontone (o sul mezzo di installazione se lo spazio a disposizione è sufficiente) e portati in prossimità del sito.

Installazione stazione SSIV

La stazione SSIV sarà collocata in prossimità della base della SPM e quindi alla stessa profondità d'acqua. Sono previste le seguenti operazioni di installazione:

- 1) Sopralluogo di pre-installazione: sarà effettuato con lo scopo di verificare che il sito di installazione sia libero da ostacoli ed idoneo per l'installazione dopo la posa delle condotte. Il sopralluogo sarà eseguito con l'ausilio di ROV;
- 2) Preparazione delle apparecchiature di posizionamento: appropriate apparecchiature (gyrocompass, transponders etc.) saranno fissate alla stazione SSIV prima dell'installazione, per monitorare il posizionamento della struttura (orientamento e altitudine) durante l'installazione;
- 3) Sollevamento e posa della stazione SSIV: dopo il taglio dei sea-fastening dal pontone che la trasporterà fino al sito, la stazione SSIV sarà sollevata dal mezzo di sollevamento e calata fino al punto di installazione sul fondale marino. Un ROV, ed eventualmente un team di subacquei, assisterà l'intervento fino al completamento delle operazioni.

Installazione cassone risers

L'installazione del cassone contenente i risers sarà effettuata in un unico sollevamento. Dopo il taglio dei sea-fastening dal pontone che lo trasporterà fino al sito, il cassone sarà sollevato e calato fino al punto di installazione sulla struttura fissa.

Installazione nuovo sistema

L'installazione dei vari componenti del nuovo sistema SPM sarà effettuato in diversi sollevamenti per ralla, giunto coassiale a due vie, gru motorizzata porta manichette e manichette.

Al termine di queste attività potranno incominciare le attività di collegamento delle linee e della parte elettro-strumentale.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: <i>PROGETTO LNG – Falconara M.ma</i>	Rev. A03	Sheet 39 of 103
	 Saipem Energy Services		

Installazione degli spools di collegamento

Terminate le operazioni di sollevamento, potranno essere collegati gli spools tra i risers olio e gas, tra il PLEM della linea olio e la condotta 40", e tra la SSIV e la linea 28".

4.7 Gestione operativa dell'SPM per la scarica di gas metano

La gestione dell'SPM per la scarica del gas metano potrà essere effettuata seguendo procedure e prescrizioni già fissate per la scarica del grezzo.

La metaniera verrà ormeggiata di prua mediante un cavo lungo circa 60 m in dotazione all'SPM ed assistita durante le manovre di avvicinamento ed ormeggio da un rimorchiatore di adeguata potenza e da un secondo natante utilizzato dagli ormeggiatori.

Successivamente, azionando la gru, possibilmente con comando a distanza, si movimenteranno le manichette, fino a raggiungere con la estremità lato nave delle stesse la posizione più agevole per essere prese in consegna dalla metaniera per il collegamento con le flange predisposte a prua della metaniera stessa.

Durante la connessione delle manichette, e per tutta la durata della scarica, la metaniera sarà tenuta sotto controllo mediante un tiro a poppa esercitato da un rimorchiatore.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 40 of 103	
	 Saipem Energy Services				

5. CONDOTTA SOTTOMARINA

Questa sezione espone i risultati delle analisi per il dimensionamento della condotta sottomarina, considerando i dati di base indicati nel paragrafo 3.2.

Per il sistema di trasporto sono stati identificati i seguenti limiti di batteria:

- Flangia del riser a valle dello Swivel sull’SPM;
- Flangia in uscita a valle della stazione di ricevimento e misura situata all’interno della raffineria di Falconara.

Una vista schematica dell’intero sistema di trasporto del gas, con le perdite di carico concentrate ipotizzate per il calcolo, è presentata nella Figura 1-1.

5.1 Dimensionamento termoidraulico

Le analisi fluidodinamiche in regime stazionario sono state eseguite con i seguenti obiettivi:

- Valutare il diametro della condotta per il trasporto a terra del gas naturale dalla nave FSRU fino alla rete SRG con una pressione di arrivo a terra sufficiente per consentire l’ingresso nella rete stessa;
- Stimare la potenzialità dello scambiatore che dovrà essere installato o sulla nave o nel terminale a terra in modo da soddisfare i requisiti minimi di temperatura di immissione nella rete di trasporto.

La definizione del minimo diametro richiesto è stata eseguita (v.Tabella 5-1) considerando la condizione operativa più conservativa, corrispondente alla configurazione con la più alta perdita di carico (e cioè composizione pesante, condizioni estive, $T_{in} = 10\text{ °C}$).

Composizione Gas	Condizioni Ambientali	Capacità di trasporto (Sm^3/h)	Condizioni in Ingresso		Condizioni in Uscita		Minimo Diametro Richiesto (mm)
			Pressione (barg)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Pressione (barg)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	
Pesante	Estive	900.000	82	10	74	10,4	636

Tabella 5-1 Dati per il dimensionamento del diametro della condotta

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA				Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)				539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: <i>PROGETTO LNG – Falconara M.ma</i>				Rev. A03	Sheet 41 of 103
	 Saipem Energy Services					

Quindi, assumendo un rapporto ND/WT di circa 40, è stato identificato il diametro della condotta, pari a 28”, più vicino per eccesso ai diametri presenti in commercio.

Le analisi successive sono state condotte al fine di definire il profilo termico della condotta. Di seguito sono riportati i principali risultati:

Composizione Gas	Condizioni Ambientali	Capacità di trasporto Sm ³ /h	ND in	ID mm	WT mm	Condizioni in Ingresso		Condizioni in Uscita		Velocità massima m/s
						Pressione	Temp.	Pressione	Temp.	
						Barg	°C	barg	°C	
Leggera	Estive	900.000	28	676	17,5	79,7	10	74	12,7	7,9
						79,5	5		9,1	7,7
	Inverno					79,6	10		6,7	7,6
						79,5	5		3,1	7,4
Pesante	Estive					79,9	10		11,4	7,2
						79,7	5		7,5	7,0
	Inverno					79,9	10		6,3	6,9
						79,7	5		2,5	6,7

Tabella 5-2 Risultati delle analisi termoidrauliche

La temperatura in uscita dipende principalmente dalla temperatura in ingresso (5 o 10 °C), dalle condizioni ambientali e climatiche e dal tipo di gas trasportato (leggero o pesante). In inverno, quando la temperatura in ingresso del gas è 5°C, la temperatura in uscita è attesa intorno ai 2 – 3 °C.

La temperatura di progetto della linea è pari a -10°C/+50°C, come per altre linee simili di trasporto GNL vaporizzato.

5.2 Analisi alle differenti condizioni operative

Durante la vita operativa del terminale la pressione richiesta in ingresso alla rete di trasporto nazionale potrebbe essere inferiore ai 74 barg di progetto; per questo motivo è prevista una valvola di regolazione, e di conseguenza un riscaldatore, in quanto a valle della valvola le temperature diminuiranno. Al fine di garantire la conformità con le specifiche imposte da SRG, successive analisi termo-idrauliche sono state eseguite in differenti scenari operativi, assumendo la linea da 28”, condizioni stazionarie e considerando la composizione più critica per il trasporto (composizione pesante, v.paragrafo 3.2). Come risulta dalle precedenti analisi, le più basse temperature sono previste lungo la linea nel caso di gas naturale originato da LNG “pesante”, dovuto ad un maggiore coefficiente Joule-Thomson associato alla composizione.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 42 of 103
	 Saipem Energy Services		

In particolare, sono stati identificati tre scenari (descritti nel paragrafo 5.2.1), dimensionanti per lo scambiatore di calore da installare a terra o, eventualmente, direttamente a bordo della FSRU.

Per tutti gli scenari analizzati, il minimo profilo di temperature ambientali (i.e. temperature acqua mare ed aria in inverno) e la minima temperatura del gas in ingresso (i.e. 5°C) sono stati considerati come le condizioni più critiche. Gli impatti della massima temperatura ambientale e della massima temperatura del gas in ingresso (i.e. 10°C) sono stati analizzati per lo scenario operativo più critico per la pressione richiesta in ingresso all'SPM.

E' stato inoltre assunto un margine di 1,5 °C, considerando le condizioni operative adeguate al raggiungimento della minima temperatura di invio del gas (i.e. 3°C).

5.2.1 *Descrizione degli scenari operativi*

Gli scenari operativi esaminati sono i seguenti:

Scenario 1:

Disponibilità di uno scambiatore di calore alla stazione di ricevimento a terra, in modo da soddisfare i requisiti di minima temperatura di invio del gas (i.e. 3°C).

Massima pressione consentita a valle dello Swivel sull'SPM:	82 barg
Pressione richiesta all'ingresso della rete nazionale:	74 barg
Temperatura disponibile a valle dello Swivel sull'SPM:	5÷10°C
Minima temperatura richiesta all'ingresso della rete nazionale:	3°C

Scenario 2:

Disponibilità di uno scambiatore di calore alla stazione di ricevimento a terra, in modo da soddisfare i requisiti di minima temperatura di invio del gas (i.e. 3°C).

Pressione a valle dello Swivel sull'SPM:	82 barg
Pressione richiesta all'ingresso della rete nazionale:	49 barg
Temperatura disponibile a valle dello Swivel sull'SPM:	5÷10°C
Minima temperatura richiesta all'ingresso della rete nazionale:	3°C

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 43 of 103	
	 Saipem Energy Services				

Scenario 3:

Disponibilità di uno scambiatore di calore a bordo della FSRU, in modo da soddisfare i requisiti di minima temperatura di invio del gas (i.e. 3°C), aumentando la temperatura del gas in ingresso alla condotta.

Pressione a valle dello Swivel sull'SPM:	82 barg
Pressione richiesta all'ingresso della rete nazionale:	49 barg
Minima temperatura richiesta all'ingresso della rete nazionale:	3°C

La seguente tabella riassume le analisi termoidrauliche in condizioni stazionarie nei differenti scenari operativi:

Scenario Analizzato	Composizione Gas	Capacità di Trasporto Sm ³ /h	Condizioni Ambientali	Condizioni in Ingresso		Condizioni in Uscita	
				Pressione	Temp.	Pressione	Temp.
				barg	°C	barg	°C
Scenario 1	Heavy	900.000	Inverno	da calcolare (≤ 82)	10	74	> 3
			Estate		5		
Scenario 2	Heavy	900.000	Inverno	82	5	49	> 3
Scenario 3	Heavy	900.000	Inverno	82	da calcolare	49	> 3

Tabella 5-3 Schema delle diverse condizioni operative per le analisi termoidrauliche

La seguente tabella, invece, evidenzia i parametri di controllo e le variabili:

Scenario Analizzato	Parametri di Controllo	Variabili
Scenario 1	Pressione di arrivo del gas (al punto di connessione SRG)	Pressione di ingresso all'SPM (a valle dello Swivel)
	Temperatura di arrivo del gas (al punto di connessione SRG)	Potenzialità del Riscaldatore (stazione a terra)
	Indice Wobbe del gas (al punto di connessione SRG)	Quantità aggiuntiva di azoto (stazione a terra)
Scenario 2	Pressione di arrivo del gas (al punto di connessione SRG)	Caduta di pressione sulla valvola (stazione a terra)
	Temperatura di arrivo del gas (al punto di connessione SRG)	Potenzialità del Riscaldatore (stazione a terra)
	Indice Wobbe del gas (al punto di connessione SRG)	Quantità aggiuntiva di azoto (stazione a terra)
Scenario 3	Pressione di arrivo del gas (al punto di connessione SRG)	Caduta di pressione sulla valvola (stazione a terra)
	Temperatura di arrivo del gas (al punto di connessione SRG)	Temperatura di invio del gas (a valle dello Swivel)
	Indice Wobbe del gas (al punto di connessione SRG)	Quantità aggiuntiva di azoto (stazione a terra)

Tabella 5-4 Parametri e variabili alle diverse condizioni operative

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 44 of 103	
	 Saipem Energy Services				

5.2.2 Risultati

Di seguito sono riassunti i principali risultati delle analisi. Una tabella riassuntiva è presentata in Appendix C.

Scenario 1:

In inverno, quando il gas con composizione “pesante” entra nella condotta a 5°C, uno scambiatore da 2 MWt dovrà essere previsto al terminale di ricevimento a terra, in modo da garantire la temperatura di invio di 4,5 °C (i.e. 1.5 °C più alta della minima richiesta) alla pressione di 74 barg richiesta dalla rete di trasporto nazionale.

In estate, quando il gas con composizione “pesante” entra nella condotta a 5°C o 10°C, lo scambiatore non è richiesto.

La pressione richiesta in entrata in condotta è stata calcolata intorno a 82 barg.

Scenario 2:

In inverno, quando il gas con composizione “pesante” entra nella condotta a 5°C e 82 barg, uno scambiatore da 10 MWt dovrà essere previsto al terminale di ricevimento a terra in modo da garantire la temperatura di invio di 4,5 °C alla pressione di 49 barg richiesta dalla rete di trasporto nazionale in quel momento.

Scenario 3:

In inverno, quando il gas con composizione “pesante” entra nella condotta a 82 barg, al fine di garantire la temperatura di invio di 4,5 °C alla pressione di 49 barg richiesta dalla rete di trasporto nazionale in quel momento, la temperatura di ingresso nella condotta dovrà essere non inferiore a 27°C ed uno scambiatore aggiuntivo, opportunamente dimensionato, dovrà essere previsto a bordo della FSRU.

5.2.3 Conclusioni

Considerando la fase preliminare del progetto il diametro commerciale di 28” è confermato come il minimo diametro interno suggerito per la condotta. Inoltre, quando la pressione di invio richiesta dalla rete è di 74 barg (Scenario 1), nessun margine è previsto per la pressione in ingresso; a tal fine dovrà essere valutato l’aumento dell’ID della linea o l’uso di una verniciatura interna per diminuire la rugosità di parete.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 45 of 103
	 Saipem Energy Services		

5.3 Dimensionamento meccanico

Il percorso della condotta e la relativa batimetria sono presentati nell'Appendix D.

5.3.1 Definizione dello spessore della condotta

La valutazione dello spessore è stata eseguita in accordo alle DNV OS-F101 “Submarine Pipeline systems”, sulla base dei carichi che la condotta subirà durante la sua vita operativa. La verifica è stata eseguita in modo da soddisfare i seguenti criteri:

- Pressione di contenimento
 - Condizioni operative
 - Condizioni di test del sistema
- Deformazione locale della condotta
 - Collasso del sistema
 - Propagazione delle deformazioni
 - Combinazione di carichi

La pressione di contenimento è stata verificata ad una profondità d'acqua minima (0 m) mentre per il controllo delle deformazioni locali è stata utilizzata la massima profondità d'acqua lungo la rotta. Per ogni stato limite di progetto sono state adottate le seguenti classi di sicurezza:

Stato limite (Limit State)	Location Class 1	Location Class 2
Pressione di contenimento – condizioni operative (Pressure Containment – operation)	Normal	High
Pressione di contenimento – test del sistema (Pressure Containment – system test)	Low	Low
Collasso del sistema – prima del commissioning (System collapse – before commissioning)	Low	Low
Collasso del sistema – dopo il commissioning (System collapse – after commissioning)	Normal	Normal
Propagazione delle deformazioni – prima del commissioning (Propagation Buckling – before commissioning)	Low	Low
Propagazione delle deformazioni – dopo il commissioning (Propagation Buckling – after commissioning)	Normal	Normal
Combinazione dei carichi - installazione (Combined Loading – installation)	Low	Low
Combinazione dei carichi – condizioni operative (Combined Loading – operation)	Normal	High

Tabella 5-5: Definizione delle Classi di Sicurezza

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 46 of 103
	 Saipem Energy Services			

La “Location Class 1” è stata considerata per le sezioni della condotta dove non è previsto alcun tipo di presidio umano; al contrario, la “Location Class 2” si riferisce alle sezioni di condotta situate entro 500 m da strutture presidiate, e nelle aree di approdo.

Per quanto riguarda il controllo sulle deformazioni locali combinate (Combined Loading Criteria), lo scopo è verificare che lo spessore di parete selezionato sia tale da sopportare i carichi quando la condotta è soggetta a sollecitazioni assiali e sovrappressioni interne od esterne. I risultati sono riassunti nella seguente tabella:

Condizioni della condotta	Classe di sicurezza	Fattore di carico (Load Condition Factor)	Forza assiale effettiva funzionale (Functional Effective Axial Force) (kN)	Forza assiale effettiva ambientale (Environmental Effective Axial Force) (kN)	Momento flettente funzionale (Functional Bending Moment) (kNm)	Momento flettente ambientale (Environmental Bending Moment) (kNm)
Operative (Operating)	Normal	1,07	-5131	0	1436	0
	High	1,07	-5131	0	1252	0
Temporanea (Temporary)	Low	1,00	981	98,1	1916	575

Tabella 5-6: Verifica sulla Deformazione Locale (Local buckling)

Calcoli in condizioni temporanee (per esempio durante l’installazione) sono basati sull’utilizzo di una nave posatubi con una capacità di tiro di 100 t ed una regolazione della capacità di tiro (deadband) di +/-10 t.

E' stata calcolata la combinazione dei carichi piu' gravosa che, considerata una riserva per il momento del 30% per i carichi ambientali, genera una unity check pari a 1.

Considerando una classe di sicurezza alta (safety class high), il momento flettente ottenuto in condizioni operative, che genera un valore di unity check pari a 1 secondo la normativa DNV, corrisponde al 46% dello SMYS (Specified Minimum Yield Strength, resistenza allo snervamento).

Il minimo spessore di parete richiesto per tutti gli “stati limite” rilevanti è dato nella seguente tabella:

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 47 of 103	
	 Saipem Energy Services				

Minimo spessore di parete richiesto [mm]				
Condizioni della condotta	Criterio di dimensionamento	Classe di sicurezza		
		Low	Normal	High
Operative (Operating)	Pressione di contenimento (Pressure Containment)	-	11,98	13,59
Test del sistema (System Test)		11,20	-	-
Temporanee (Temporary)	Collasso del sistema (System Collapse)	7,41	7,64	-
	Propagazione delle deformazioni (Propagating Buckling)	11,84	12,28	-

Tabella 5-7: Minimo spessore di parete richiesto

Lo spessore di parete va definito comparando i valori provenienti dalle analisi riassunte nella precedente tabella con gli spessori commerciali.

In particolare, il valore di 17,5 mm è stato selezionato poiché soddisfa sia i criteri provenienti dalle analisi eseguite che il rapporto $D/t \leq 45$.

Nonostante la natura non corrosiva del fluido di processo trasportato (gas trattato anidro) è stato considerato uno sovrappessore di corrosione. Questo è pari alla differenza tra lo spessore selezionato e il minimo spessore richiesto, ovvero $17.9 \text{ mm} - 13.59 \text{ mm} = 3.9 \text{ mm}$.

La protezione catodica della condotta e delle strutture sommerse installate in prossimità della SPM, verrà attuata mediante l'installazione di anodi scarificali di alluminio, ciascuno del peso di ca. 200 kg, installati ogni 8÷10 barre, cioè ogni 100÷120 m (circa 140 anodi lungo i 16 km della condotta) progettati per un funzionamento di circa 100 anni.

5.3.2 *Requisiti di zavorramento*

I calcoli sono stati eseguiti in accordo con le analisi di stabilità statica semplificata RP E305 "On Bottom Stability Design of Submarine Pipelines".

Lo scopo del controllo della stabilità sul fondale è quello di verificare la stabilità della condotta sia verticale che laterale e, se necessario, definire lo spessore dello zavorramento di calcestruzzo richiesto. Le analisi sono state divise nei seguenti passi:

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 48 of 103	
	 Saipem Energy Services				

- Definizione di tratti della rotta omogenei in termini di condizioni ambientali, profondità d'acqua, proprietà del fondale;
- Calcolo, per ogni tratto, del minimo spessore di calcestruzzo richiesto per soddisfare i seguenti criteri:
 - Peso specifico (a vuoto) maggiore di 1,2 (stabilità verticale)
 - Spostamenti laterali minori di 20 m (per la sabbia senza considerare l'argilla) con un fattore di sicurezza di 1,1 (stabilità laterale)

La selezione dello spessore di calcestruzzo finale è stata eseguita in modo da ridurre il numero di differenti sezioni della condotta.

Sono stati presi in considerazione i seguenti criteri:

- Condizioni temporanee
 - Onde con 1 anno di tempo di ritorno associate a correnti con 10 anni di tempo di ritorno.
 - Onde con 10 anni di tempo di ritorno associate a correnti con 1 anno di tempo di ritorno.
- Condizioni operative
 - Quando la condotta è interrata è considerata stabile; dunque la zavorra di calcestruzzo è stata selezionata in modo da assicurare la stabilità solo in condizioni temporanee di installazione.

L'assorbimento d'acqua è stato considerata al 2% del peso.

La zavorra di calcestruzzo è richiesta lungo l'intera rotta. I relativi spessori di calcestruzzo selezionati sono riassunti nella seguente tabella.

Intervallo di profondità d'acqua	Spessore di calcestruzzo richiesto	
	Spessore selezionato	Densità
[m]	[mm]	[kg/m ³]
15 – 31	55	3.040
6 – 15	80	3.040
2.5 – 6	100	3.040

Tabella 5-8: Spessore dello zavorramento

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 49 of 103
	 Saipem Energy Services		

La stabilità verticale è garantita da un minimo spessore di calcestruzzo di 55 mm, che porta il peso specifico a 1,27 quando la condotta è in condizioni di vuoto.

Nella zona di acqua bassa, caratterizzata dal formarsi di onde frangenti, profondità d'acqua più bassa di 6 m e fondale sabbioso, la stabilità della condotta in condizioni temporanee è garantita dal rivestimento in calcestruzzo di spessore pari a 100 mm.

Per le sezioni della rotta caratterizzata da un intervallo di profondità d'acqua da 6 m a 15 m, lo spessore del rivestimento di calcestruzzo è 80 mm.

Infine, per l'intervallo di profondità d'acqua da 15 m a 31 m, lo spessore selezionato del rivestimento di calcestruzzo è di 55 mm.

Poiché esiste la possibilità di “liquefazione” del fondale sabbioso, la zona è potenzialmente instabile. Questo effetto dovrà essere studiato nelle fasi più di dettaglio del progetto ed è possibile che la stabilità di questa sezione di condotta in condizioni operative abbia bisogno di essere ulteriormente assicurata da ancore a vite, materassi o selle di calcestruzzo, che potranno prevenire potenziali movimenti.

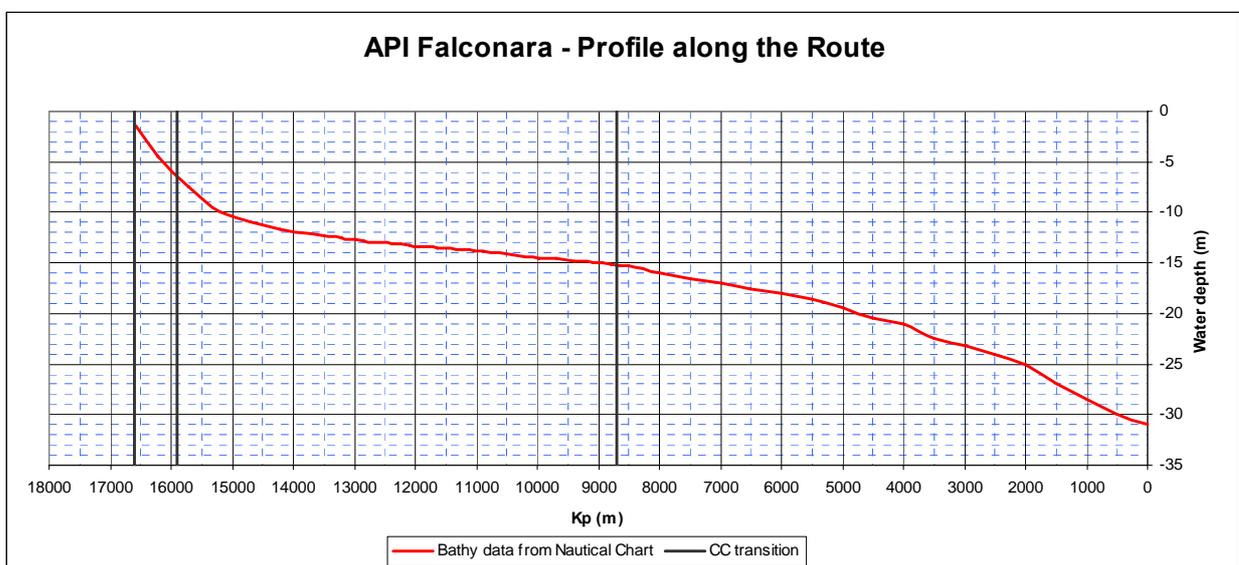


Figura 5-1: Profilo del fondale marino lungo la rotta KP 0 – KP 16700.

5.4 Analisi della posa della condotta

Per l'analisi della posa sono stati usati i seguenti dati.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 50 of 103	
	 Saipem Energy Services				

Diametro esterno (OD) [inch]	Spessore di acciaio selezionato (WT) ⁽³⁾ [mm]	Rapporto OD/WT	Calcestruzzo ⁽¹⁾		Peso in aria [kg/m]	Peso sommerso [kg/m]	Peso Specifico	Materiale condotta [API-5L]	Fattore correttivo calcestruzzo (Concrete Intens. Factor)
			Spessore [mm]	Densità [kg/m ³]					
28	17,5	40,64	55	3040	703,96	168,22	1,269	60	1,09358
			80		901,36	306,21	1,445		1,14242
			100 ⁽⁴⁾		1067,62	424,42	1,565		1,18454

Tabella 5-9: Dati per l'analisi della posa

Le analisi hanno considerato l'utilizzo di due mezzi di installazione: il Crawler ed il Castoro II.

I risultati ottenuti sono stati verificati con le DNV OS-F101 (verifica delle deformazioni locali). Il massimo momento flettente consentito è 195 t·m (tenendo in considerazione il 30% del momento residuo dovuto alle condizioni dinamiche).

Sono state fatte le seguenti assunzioni:

- Entrambe le navi posatubi avranno la possibilità di usare la rampa per profondità d'acqua maggiori di 15 m.
- E' stato considerata una regolazione della capacità di tiro (deadband) di +/- 10 t..
- solo il Castoro II è considerato idoneo ad eseguire la posa in profondità d'acqua inferiori ai 10 m.

Entrambe le navi posatubi possono posare la condotta selezionata. Nel caso del Crawler, è prevista l'installazione su ogni 2 giunzioni di un galleggiante di 5,5 t di spinta in un intervallo di profondità d'acqua dai 10 m ai 15 m, dove la posa è eseguita senza la rampa. Questi requisiti sono dettagliati in Appendix E.

³ Assunzione: 5% di assorbimento d'acqua da parte del calcestruzzo

⁴ Analisi eseguita solo per il C2 data la limitazione di 10m di profondità d'acqua relativa al Crawler .

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 51 of 103	
	 Saipem Energy Services				

Mezzo di installazione	Profondità fondale analizzata	Impostazione del mezzo raccomandata			
		Minima tensione richiesta ⁽⁵⁾	Massima tensione di richiesta	Inclinazione mezzo (Barge Trim) ⁽⁶⁾	Pescaggio del mezzo (Barge Draught)
	[m]	[t]	[t]	[deg]	[m]
Castoro 2	6	60	80	-0,5	4,4
	15 ⁽⁷⁾	70	90		
	35	40	60		
Crawler	15 ⁽⁷⁾	45	65	-0,5	8,5
	35	45	65		

Tabella 5-10: Sommario risultati delle analisi di varo

E' importante tenere in considerazione che la minima profondità d'acqua per il Castoro 2 è di 6 m mentre per il Crawler è 10m. Considerando il profilo del fondale marino, i 6 m di profondità sono situati approssimativamente a 750 m dalla costa, mentre i 10 m sono locati approssimativamente a 1.500 m dalla costa.

⁵ Il minimo tiro è dato dalla regione di "sagbend"

⁶ Tutti i casi considerano l'uso di galleggianti da 5.5 tonnellate

⁷ Inclinazione mezzo (+) = Poppa sollevata
Inclinazione mezzo (-) = Poppa abbassata

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 52 of 103
	 Saipem Energy Services		

5.4.1 Attività di Post-Trenching

Allo scopo di assicurare la stabilità della condotta e prevenire ogni danno potenziale causato da attività di pesca o da caduta di oggetti, la condotta sarà post-trenched e reinterrata.

Sono stati definiti i seguenti parametri:

- Minima profondità della trincea richiesta.
- Principali caratteristiche dell'interramento richiesto (i.e. naturale o meccanico).

La profondità della trincea raccomandata è di 2 m e, considerando la geometria della condotta, permette per 1 m il reinterramento naturale/meccanico completo del tubo su tutta la lunghezza della trincea.

Dopo l'installazione la maggior parte della rotta sarà reinterrata naturalmente in breve tempo.

5.4.2 Tiro della condotta dal pontile di approdo

Per le operazioni di tiro è previsto un tiro da mare mediante una puleggia di rinvio ancorata ai pali frontali del pontile realizzato per l'approdo. In tal modo la condotta potrà essere tirata fino a raggiungere la posizione prevista.

5.5 Pontile di approdo

5.5.1 Descrizione

Come rappresentato nell'allegato 539341-A-700-HD-0380 il pontile di approdo sarà realizzato parallelamente al pontile di torcia esistente ed avrà una lunghezza di circa 120 m. Sarà di una larghezza di circa 7.5 m onde permettere, oltre all'approdo della linea gas da 28", anche l'approdo di ulteriori linee future.

Sarà realizzato con campate di 10 m, ad eccezione di quella necessaria a superare la strada e la scogliera, che sarà di circa 18 m.

Per esigenze dettate dall'installazione delle condotte marine, all'estremità del pontile verrà realizzata una piattaforma di dimensioni 30 m x 10 m. Infatti risulta necessario mantenere un interasse di circa 3.5 m tra le condotte in modo da garantire sufficiente

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 53 of 103
	 Saipem Energy Services		

spazio di manovra durante il tiro da mare delle stesse. Inoltre, il disegno della piattaforma permette di realizzare le curvature 5D richieste per il piggaggio “intelligente” in primis per la linea a gas da 28”ND.

Per ragioni di sicurezza la linea a gas da 28”, nel tratto sul pontile, sarà realizzata in doppio tubo, con possibilità di convogliamento di eventuali perdite di gas dal tubo interno attraverso l’annulus tra i due tubi verso i collettori per lo sfiato in torcia.

5.5.2 Procedura di costruzione

A causa dei fondali molto esigui, da 2.5 a 3.5 m, e nell’eventualità di non trovare mezzi marittimi adeguati, si procederà alla costruzione del pontile in avanzamento da terra.

La costruzione del pontile avverrà secondo le seguenti fasi operative:

- data la luce fuori standard della prima campata si procederà alla costruzione di una struttura provvisoria di appoggio per gli impalcati fondata direttamente sulla scogliera;
- dalla terraferma il mezzo cingolato si posiziona sull’impalcato e procede alla posa dei primi due pali con l’utilizzo di vibroinfissore;
- si procede con il posizionamento del traversone sopra i due pali e mediante saldatura si solidarizza il traversone ai pali;
- l’operazione successiva riguarda la posa delle travi longitudinali dell’impalcato;
- al di sopra di queste travi viene montato l’impalcato predisposto per il passaggio del mezzo con la gru per la posa dell’impalcato definitivo;
- eseguiti tutti i lavori di posa di pali e impalcati il mezzo cingolato farà posto ai mezzi necessari al varo/posa del piping.

5.6 Valvola di intercettazione sottomarina (SSIV) presso il pontile di approdo

Un’altra valvola sottomarina di sicurezza (Subsea Safety Isolation Valve, SSIV) è prevista tra il punto terminale della sealine ed il pontile di approdo. La funzione della SSIV è quella di evitare flusso di gas dalla condotta verso il pontile in caso di incidente sul relativo riser.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: <i>PROGETTO LNG – Falconara M.ma</i>	Rev. A03	Sheet 54 of 103
	 Saipem Energy Services		

Il design sarà molto simile a quello presentato per la SSIV localizzata presso la SPM.

La SSIV è attuata idraulicamente e controllata da remoto attraverso una linea ombelicale che raggiunge la raffineria tramite il pontile.

6. IMPIANTI A TERRA

L'approdo della condotta sottomarina è previsto tramite il nuovo pontile che verrà costruito parallelamente al pontile della torcia della raffineria.

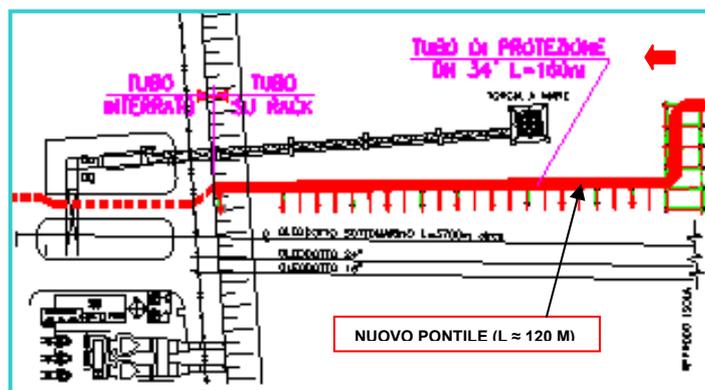
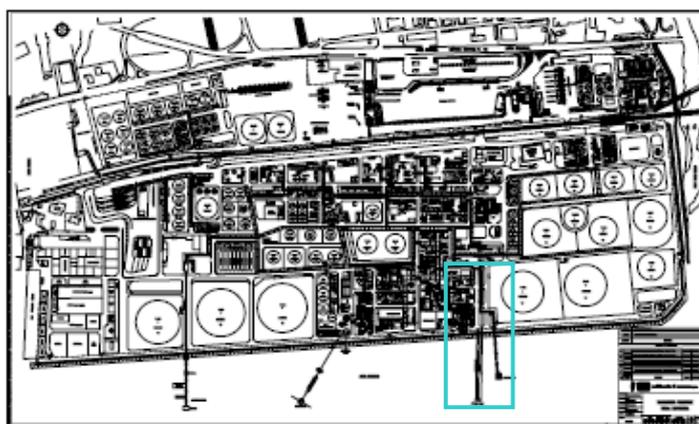


Figura 6-1: Approdo della condotta nella raffineria api.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 56 of 103
	 Saipem Energy Services		

Per immettere il gas proveniente dalle metaniere nella rete nazionale di trasporto, occorre prevedere a terra un impianto che ne garantisca le proprietà in accordo ai requisiti SRG.

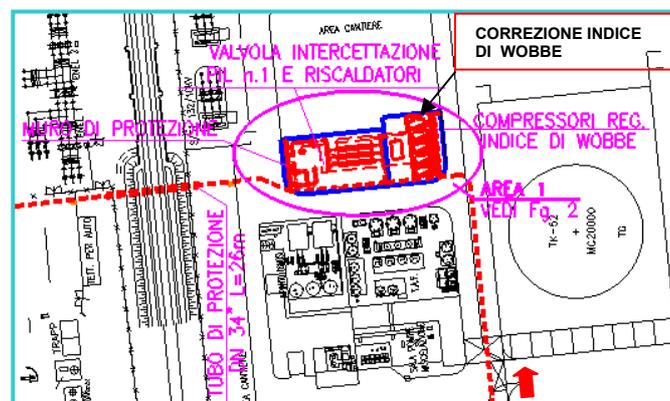
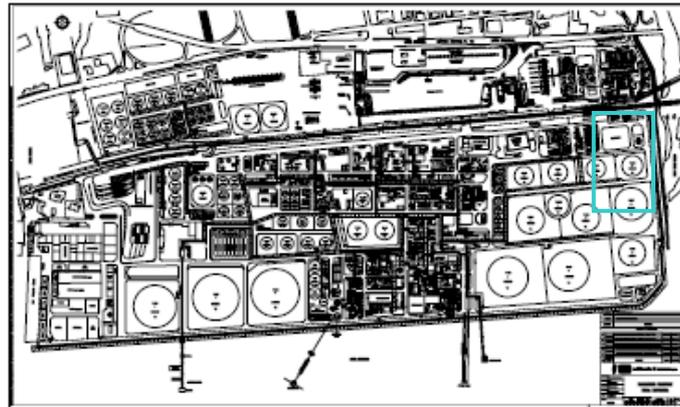


Figura 6-2: Impianto di correzione dell'indice Wobbe

A tal fine è stata prevista un'opportuna area all'interno della raffineria dove poter collocare gli impianti di correzione dell'indice di Wobbe e l'impianto di preriscaldamento per l'aggiustamento della temperatura.

La condotta a mare e quella di terra verranno ispezionate mediante lancio di pig dalla stazione SSIV: il pig verrà ricevuto nell'area trappole della stazione di regolazione e

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 57 of 103
	 Saipem Energy Services		

misura “REMI”, by-passando l’impianto di correzione dell’indice di Wobbe e l’impianto di preriscaldamento.

Un P&ID di base dell’impianto di preriscaldamento e dell’impianto di correzione dell’indice di Wobbe è proposto, in allegato alla presente relazione, nel disegno N° 539341-A-700-HD-0368, mentre nel disegno allegato N° 539341-A-700-HD-0365 è rappresentata la planimetria dell’impianto con la posizione delle apparecchiature principali e l’andamento delle tubazioni. L’area che comprende i tre scambiatori e i compressori sarà confinata entro un muro di cemento armato ai fini della sicurezza e dell’isolamento acustico.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 58 of 103
	 Saipem Energy Services		

6.1 Impianto di correzione dell'indice Wobbe

Il modo più semplice per ridurre l'indice Wobbe del gas è quello di miscelare il gas stesso con un fluido con il più basso HHV possibile ed un peso molecolare più alto di quello del gas. Avendo un HHV praticamente nullo ed essendo più pesanti rispetto al gas naturale, sia l'aria che l'azoto possono essere considerati adatti allo scopo; in particolare possono essere considerati sia in fase liquida che gassosa.

Per quanto riguarda il punto di correzione dell'indice di Wobbe, sono state prese in considerazione le seguenti alternative:

- 1) Iniezione a bassa pressione (LP) dell'azoto liquido a valle delle pompe booster del GNL; questa alternativa richiede la presenza di azoto liquido a bordo delle FSRU
- 2) Iniezione ad alta pressione (HP) dell'azoto liquido a monte delle pompe booster del GNL; oltre alla presenza di azoto liquido questa alternativa richiede anche una ulteriore pompa booster criogenica ad alta pressione bordo delle FSRU
- 3) Iniezione HP dell'azoto liquido nella stazione di ricevimento a terra; oltre alla presenza di azoto liquido questa alternativa richiede anche una ulteriore pompa booster criogenica ad alta pressione nel terminale di ricevimento a terra
- 4) Iniezione LP dell'azoto gassoso a monte dell'apparecchiatura "boil off gas recondenser" (che ricondensa il gas che evapora nei serbatoi); questa alternativa richiede anzitutto la presenza del ricondensatore opportunamente dimensionato a bordo della FSRU, oltre che una apparecchiatura di generazione di azoto
- 5) Iniezione HP dell'azoto gassoso a monte dei vaporizzatori del GNL; oltre alla presenza di una apparecchiatura di generazione di azoto questa alternativa richiede anche un compressore ad alta pressione a bordo delle FSRU
- 6) Iniezione HP dell'azoto gassoso nella stazione di ricevimento a terra; oltre alla presenza di un'apparecchiatura di generazione di azoto questa alternativa richiede anche un compressore ad alta pressione nella stazione di ricevimento a terra
- 7) Iniezione LP di aria anidra a monte dell'apparecchiatura "boil off gas recondenser"; questa alternativa richiede prima di tutto la presenza del

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 59 of 103
	 Saipem Energy Services		

ricondensatore opportunamente dimensionato a bordo della FSRU oltre che una soffiante per l'iniezione dell'aria

- 8) Iniezione HP di aria anidra a monte dei vaporizzatori del GNL; questa alternativa richiede la presenza un compressore ad alta pressione a bordo delle FSRU per l'iniezione dell'aria
- 9) Iniezione HP di aria anidra nella stazione di ricevimento a terra; questa alternativa richiede un compressore ad alta pressione nella stazione di ricevimento a terra

La quantità di aria o azoto da iniettare, è stata calcolata alla capacità di invio di gas naturale di composizione “pesante” dalle FSRU di 600.000 kg/h. Per la piccola differenza in peso molecolare tra l'aria e l'azoto (28,968 per l'aria, 28,013 per l'azoto) anche la quantità di fluido da iniettare nei due casi non presenta differenze sostanziali, dunque è stata trascurata. La quantità sia di aria che di azoto da iniettare risulta dunque 16.200 Sm³/h (incluso un margine del 5%).

Una comparazione preliminare delle possibili alternative è stata valutata per identificare la più idonea per il progetto. Al termine di questa analisi tutte le alternative che richiedono azoto liquido sono state scartate (alternative 1, 2 e 3), per la grande capacità di stoccaggio dell'azoto liquido necessaria e per i problemi dovuti all'approvvigionamento dell'azoto stesso.

Anche l'alternativa che richiede iniezione di azoto gassoso ad alta pressione a bordo della FSRU (alternativa 5) è stata scartata, per gli svantaggi derivanti dall'avere impianti di generazione di azoto e compressori ad alta pressione a bordo della nave metaniera.

Infine, le alternative che richiedono l'iniezione di azoto o aria a monte dell'apparecchiatura “boil off gas recondenser” (alternative 4 e 7) e l'alternativa che richiede iniezione HP di aria anidra a monte dei vaporizzatori del GNL (8) potranno eventualmente essere prese in considerazione in fase di ingegneria di dettaglio.

Al termine dell'analisi, dunque, le soluzioni percorribili restano quelle (6 e 9) che richiedono iniezione HP di aria anidra o azoto gassoso nella stazione di ricevimento a terra; queste soluzioni richiedono opportuni spazi all'interno della raffineria.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 60 of 103	
	 Saipem Energy Services				

In particolare, la soluzione 9 è stata considerata la più idonea in quanto non richiede la generazione di azoto che comporterebbe ulteriori impatti al progetto. Inoltre l'iniezione di aria per correggere l'indice Wobbe è attualmente consentita dalle leggi vigenti: infatti è la soluzione adottata in impianti simili in Italia.

La soluzione 9 richiede:

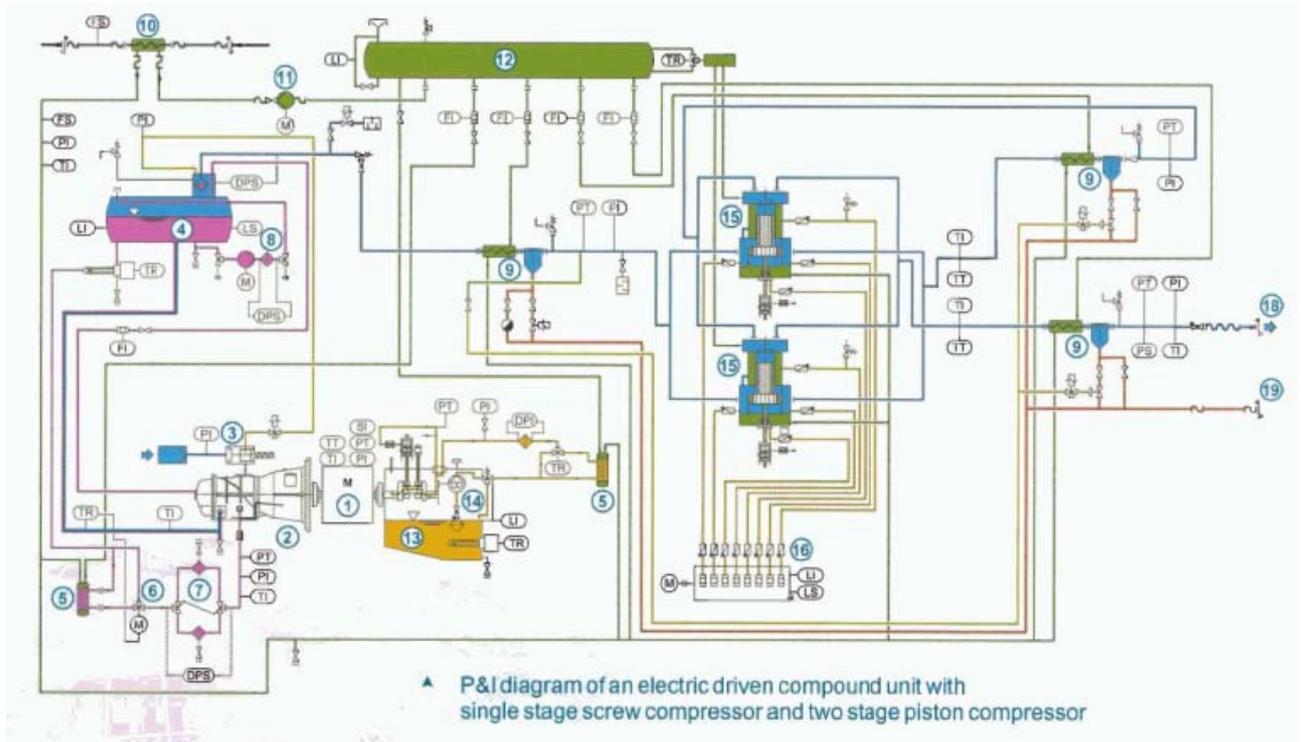
- Spazio adeguato in raffineria.
- Unità di compressione aria ad alta pressione (75 bar circa, 16.200 Sm³/hr per 600.000 kg/hr di GNL rigassificato).
- Sistema di raffreddamento interstadio del compressore.
- Un analizzatore dell'indice Wobbe del gas inviato alla rete (l'analizzatore e il sistema di prelievo campione dovranno essere ubicati all'interno di un cabinato climatizzato congiuntamente ad un misuratore di dew-point, un densimetro e un gas cromatografo).
- La connessione alla rete elettrica dell'impianto esistente ed una sottostazione.

6.1.1 Compressori

Un'indagine preliminare è stata eseguita presso i principali costruttori di unità di compressione. Una possibile scelta riguarda 4 unità + eventuale riserva composti ciascuno da:

- un motore elettrico da 1,1 MW
- un compound con un compressore di tipo a vite ed uno di tipo alternativo
- una portata di 4.500 m³/h
- dimensioni 7m x 2,5m x 2,4m (LxWxH)
- peso a vuoto di 24 t
- raffreddamento interstadio con acqua fornita da un circuito interno alla raffineria (è anche possibile un raffreddamento ad aria).

Di seguito è riportato un esempio di schema meccanico dell'unità.



- 1 Prime mover
- 2 Screw compressor
- 3 Inlet control valve
- 4 Oil separation tank
- 5 Oil cooler
- 6 Oil temp. control valve
- 7 Main stream dual filter
- 8 Side stream filter system
- 9 Air cooler and separator
- 10 Seawater/ freshwater cooler
- 11 Freshwater pump
- 12 Freshwater reservoir
- 13 Piston compressor frame
- 14 Gear type oil pump
- 15 Cylinder unit
- 16 Cylinder lubricator
- 17 Spring pads
- 18 High pressure discharge
- 19 Condensate outlet

LEGEND	
	Seawater
	Freshwater
	Main air stream
	Screw compressor oil
	Lube oil
	Condensate
	Control air
P	Pressure
T	Temperature
F	Flow rate
L	Level
I	Indicator
S	Alarm/ Switch
R	Regulator

Figura 6-3: Diagramma P&I di una unità di compressione.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: <i>PROGETTO LNG – Falconara M.ma</i>	Rev. A03	Sheet 62 of 103
	 Saipem Energy Services		

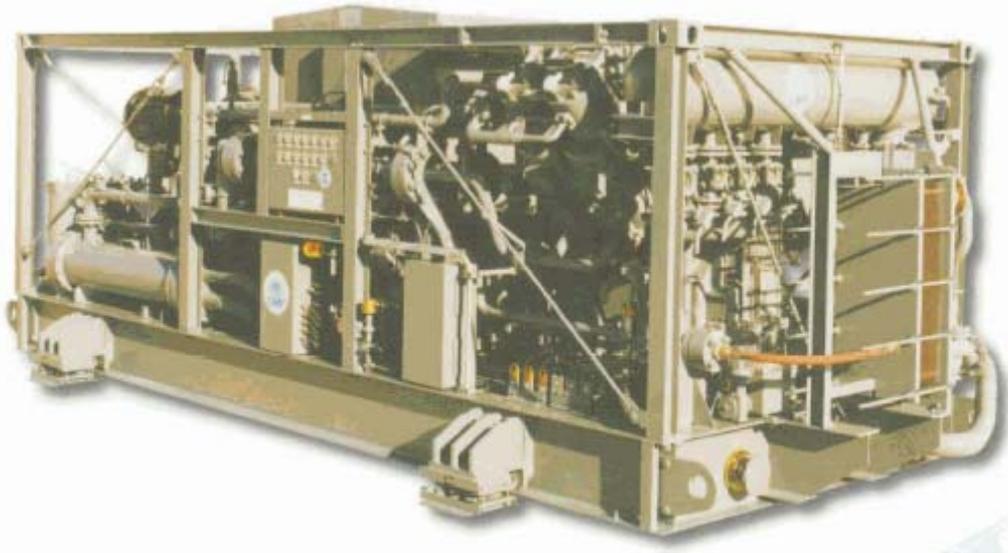


Figura 6-4: Immagine dell'unità di compressione.

Durante l'ingegneria di dettaglio sarà investigata la possibilità di ridurre il numero delle unità con altre di capacità maggiori.

6.2 Riscaldatore

Come descritto nel paragrafo 5.2, al fine di garantire la conformità con le specifiche imposte da SRG, è prevista l'installazione a terra di tre scambiatori di calore (due operativi e uno di riserva) di potenzialità termica pari a circa 5 MWt ciascuno.

Tali apparecchiature saranno del tipo "Shell&Tube" ed il fluido riscaldante (vapore) sarà fornito da un circuito esistente all'interno della raffineria.

6.3 Impianto di regolazione e misura (REMI)

In prossimità del punto di connessione con la rete di trasporto nazionale è previsto un impianto di regolazione e misura (REMI). Tale area sarà anche predisposta per la trappola temporanea di ricezione del PIG intelligente che periodicamente ispezionerà la condotta a mare e a terra, tra la stazione SSIV ed il punto di connessione con la SRG.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 63 of 103
	 Saipem Energy Services		

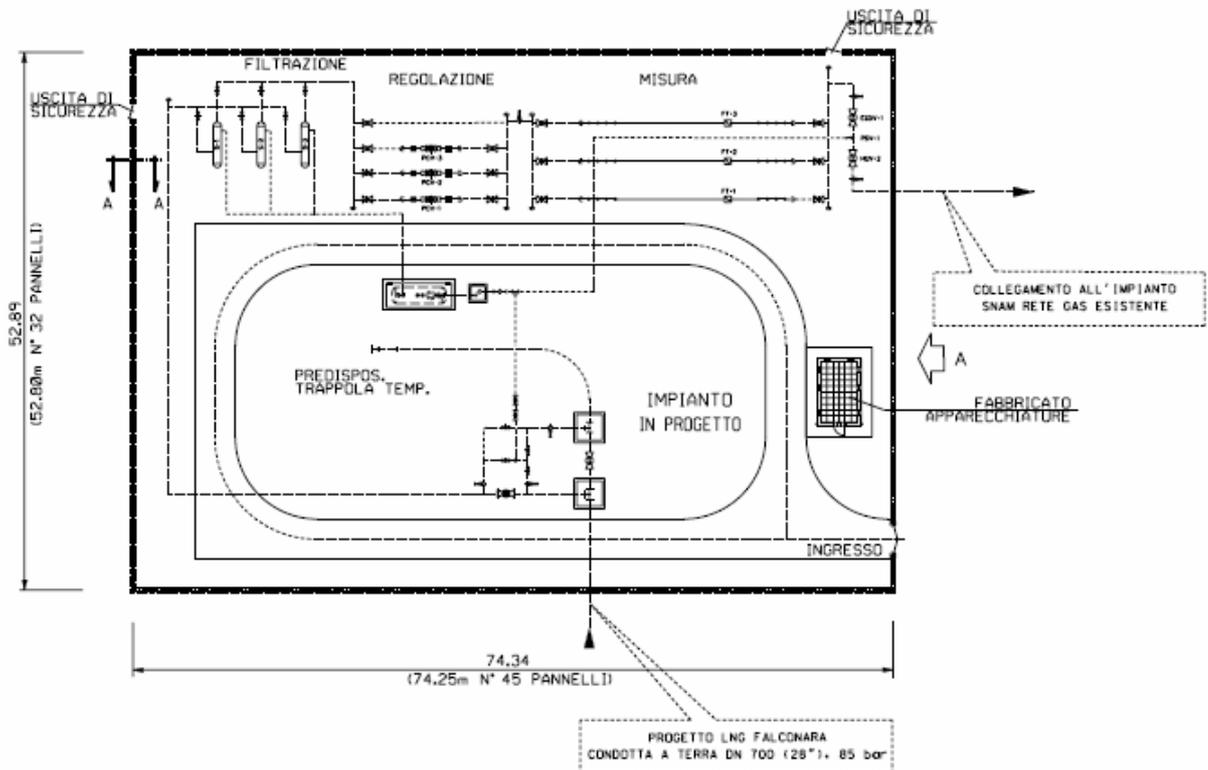


Figura 6-5: Planimetria dell'impianto di misura.

Gli impianti di misura del gas immesso nella rete nazionale SRG, pur utilizzando di norma le stesse tecnologie degli impianti di riconsegna (REMI), vengono progettati, costruiti e gestiti secondo procedure specifiche che tengono conto della loro particolarità.

Questi impianti pertanto necessitano di particolari azioni volte ad assicurare il mantenimento di un adeguato livello di funzionalità. Le specifiche impiantistiche vengono concordate tra il Trasportatore e il proprietario/gestore dell'impianto di misura. Questo ultimo, data la specificità di tali impianti, li gestirà secondo manuali operativi concordati con il Trasportatore.

Oltre alle apparecchiature utilizzate per la determinazione dei quantitativi di gas transitati negli impianti automatizzati (contatore o linea venturimetrica, a seconda della tecnica di misura utilizzata nell'impianto), sono previste anche apparecchiature che misurano le caratteristiche chimico-fisiche del gas naturale immesso nella rete di

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 64 of 103
	 Saipem Energy Services		

metanodotti operata dal Trasportatore, al fine di garantire l'interconnessione e l'interoperabilità dei sistemi gas.

Uno schema a titolo di esempio è presentato nell'Appendix F.

Un P&ID di base dell'impianto di regolazione e misura "REMI" è proposto nel disegno N° 539341-A-700-HD-0369 in allegato, mentre nel disegno allegato N° 539341-A-700-HD-0367 è rappresentata la planimetria dell'impianto con la posizione delle apparecchiature principali e l'andamento delle tubazioni.

L'impianto sarà costituito dalle seguenti parti:

- gruppo di filtraggio
- impianto di regolazione della pressione e by-pass dello stesso
- impianto di misura del gas naturale

e per garantire la continuità d'esercizio sono previste N° 3 linee di regolazione e N° 3 linee di misura (due linee operative e una di riserva).

Il dimensionamento delle tubazioni e delle valvole è stato eseguito secondo i criteri principali di dimensionamento degli impianti di regolazione e misura "REMI" di Snam Rete Gas.

L'impianto di regolazione della pressione consentirà di ottenere una pressione al punto di consegna SRG in un range di 74 ÷ 50 barg ed il controllo della temperatura del gas, ad un valore di circa 5° C (a valle della riduzione), sarà garantito dall'impianto di preriscaldamento previsto in raffineria.

L'impianto di misura considerato prevede contatori del tipo ad ultrasuoni che necessitano di tratti rettilinei (escluse le valvole) a monte e a valle degli stessi, rispettivamente pari a un minimo di 20DN e 5DN.

6.4 Installazione dei sistemi a terra

La parte di fabbricazione della stazione di ricevimento all'interno della raffineria api sarà svolta direttamente sul sito assemblando i package provenienti dai fornitori.

Prima della fase di assemblaggio dovranno essere completate le attività di costruzione delle opere civili.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: <i>PROGETTO LNG – Falconara M.ma</i>	Rev. A03	Sheet 65 of 103
	 Saipem Energy Services		

Terminata la fase di assemblaggio meccanico dei package, si procederà ai collegamenti dei sistemi elettrici, idraulici e strumentali.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 66 of 103
	 Saipem Energy Services		

7. CONDOTTA A TERRA

L'opera a terra ha origine in corrispondenza della linea di battigia all'interno della raffineria e termina nell'esistente impianto di ricompressione di SRG in località Case Latini in Comune di Falconara (Ancona).

7.1 Criteri progettuali di base

Sulla base della direttrice individuata, l'intero tracciato di progetto è stato definito nel rispetto di quanto disposto dal DM del 24.11.1984 "Norme di sicurezza per il trasporto del gas naturale", della legislazione vigente (Norme di attuazione dei PRG e Vincoli paesaggistici, ambientali, archeologici, ecc.) e della normativa tecnica relativa alla progettazione di queste opere, applicando i seguenti criteri di buona progettazione:

1. Scegliere il tracciato nell'ottica di poter ripristinare al meglio, a fine lavori, le aree attraversate, ristabilendo le condizioni morfologiche e di uso del suolo originarie;
2. Ubicare il tracciato lontano dai nuclei abitati e, ove possibile, in aree a destinazione agricola, evitando interferenze con i piani di sviluppo urbanistico e/o industriale;
3. Utilizzare, per quanto possibile, le fasce di servitù già in essere per limitare il peso di nuove servitù alle proprietà private;
4. Evitare le aree interessate da dissesto idrogeologico;
5. Evitare le aree di rispetto di sorgenti e di captazioni di acque ad uso potabile;
6. Evitare o ridurre il più possibile l'attraversamento di aree boscate e di colture di pregio;
7. Evitare di interessare zone umide, paludose / torbose;
8. Limitare il numero degli attraversamenti fluviali, ubicandoli in zone idrograficamente stabili, prevedendo le opere di ripristino e regimazione idraulica necessarie;
9. Garantire l'accesso agli impianti e l'operabilità in condizioni di sicurezza al personale preposto all'esercizio ed alla manutenzione.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 67 of 103
	 Saipem Energy Services		

7.2 Definizione del tracciato

Il nuovo tracciato è stato definito sulla base delle seguenti attività:

- individuazione del tracciato di massima su planimetria 1:100.000;
- consultazione di carte geologiche, del dissesto e del rischio idraulico, a scala regionale, per individuare le aree critiche presenti;
- consultazione di carte tematiche, relativamente a vegetazione, fauna, uso del suolo, pedologia, siti d'importanza comunitaria, ecc.;
- acquisizione di immagini aeree lungo la direttrice di tracciato;
- accertamento dei vincoli e degli strumenti di tutela territoriali;
- accertamento degli strumenti urbanistici comunali (PRG, Piani di fabbricazione);
- acquisizione di dati ed informazioni riguardanti la programmazione di future opere pubbliche;
- verifiche conoscitive presso gli Enti Locali competenti (Consorzi, Autorità di Bacino);
- restituzione, sulla base delle informazioni e documentazioni raccolte, di una planimetria in scala 1:10.000 (CTR) riportante il tracciato ed i vincoli riscontrati nel territorio;
- sopralluoghi lungo la linea;

In corrispondenza di punti particolari (versanti, corsi d'acqua, aree boscate o con copertura vegetale di pregio, ecc.) sono stati effettuati sopralluoghi specifici allo scopo di definire in modo particolare i principali parametri progettuali:

- larghezza della pista di lavoro;
- sezione di scavo;
- modalità di montaggio;
- tipologia dei ripristini;

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 68 of 103
	 Saipem Energy Services		

7.3 Descrizione dell'opera

7.3.1 Caratteristiche tecniche della condotta

L'opera in oggetto, progettata per il trasporto di gas naturale con densità $0,72 \text{ kg/m}^3$ in condizioni standard ad una pressione massima di esercizio di 85 bar, sarà costituita da una condotta, formata da tubi di acciaio collegati mediante saldatura (linea), che rappresenta l'elemento principale del sistema di trasporto in progetto e da una serie di impianti che, oltre a garantire l'operatività della struttura, realizzano l'intercettazione della condotta in accordo alla normativa vigente.

- Linea:
 - condotta a terra interrata della lunghezza complessiva di 2,610 km (di cui circa 20 m fuori terra su sleeper esistente all'interno della raffineria).
- Impianti di linea:
 - n. 2 punti di intercettazione per il sezionamento della linea a monte ed a valle dell'attraversamento della Linea Ferroviaria Bologna – Ancona (di cui n.1 all'interno della raffineria).
 - n. 1 impianto di regolazione e misura al punto di consegna con la rete SRG.

La pressione di progetto, adottata per il calcolo dello spessore delle tubazioni, è pari a 89 bar.

Linea

Le tubazioni impiegate saranno in acciaio di qualità e rispondenti a quanto prescritto al punto 2.1 del DM 24.11.84 (condotte di 1a specie), con carico unitario al limite di allungamento totale pari a 415 N/mm^2 , corrispondente alle caratteristiche della classe EN L415 MB (API-5L-X60). Il coefficiente di sicurezza adottato per il calcolo dello spessore della tubazione di linea è $K=1,4$.

I tubi, collaudati singolarmente dalle industrie che li producono, avranno una lunghezza media di 12 m, saranno smussati e calibrati alle estremità per permettere la saldatura elettrica di testa ed un diametro nominale pari a DN 700 (28"), con i seguenti spessori:

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 69 of 103	
	 Saipem Energy Services				

- per la linea a spessore normale e maggiorato 14,2 mm (EN L415 MB)
- per la linea a spessore rinforzato 20,0 mm (EN L415 MB)

Le curve saranno ricavate da tubi piegati a freddo con raggio di curvatura pari a 40 diametri nominali, oppure prefabbricate con raggio di curvatura pari a 7 diametri nominali.

In corrispondenza degli attraversamenti delle linee ferroviarie, in accordo al D.M. 2445 del 23/02/71, la condotta sarà messa in opera in tubo di protezione avente le seguenti caratteristiche:

- Diametro Nominale DN 850 (34")
- Spessore 11,9 mm
- Materiale acciaio di qualità (EN L415 NB/MB)

Negli attraversamenti delle strade più importanti e dove, per motivi tecnici, si è ritenuto opportuno, la condotta sarà messa in opera in tubo di protezione avente le seguenti caratteristiche:

- Diametro Nominale DN 850 (34")
- Spessore 11,9 mm
- Materiale acciaio di qualità (EN L415 NB/MB)

La condotta sarà protetta da:

- una protezione passiva esterna costituita da un rivestimento adesivo in polietilene estruso ad alta densità, applicato in fabbrica, dello spessore minimo di 3 mm, ed un rivestimento interno in vernice epossidica. I giunti di saldatura saranno rivestiti in linea con fasce termorestringenti dello stesso materiale;
- una protezione attiva (catodica) attraverso un sistema di correnti impresse con apparecchiature poste lungo la linea, che rende il metallo della condotta elettricamente più negativo rispetto all'elettrolito circostante (terreno, acqua, ecc.).

La protezione attiva viene realizzata contemporaneamente alla posa del metanodotto collegandolo ad uno o più impianti di protezione catodica costituiti da apparecchiature

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 70 of 103
	 Saipem Energy Services		

che, attraverso circuiti automatici, provvedono a mantenere il potenziale della condotta più negativo o uguale a -1 V rispetto all'elettrodo di riferimento Cu-CUSO4 saturo.

Lungo la condotta verrà posato un cavo per telecontrollo e telecomando, inserito all'interno di un tubo in Pead DN 50.

In corrispondenza degli attraversamenti il tubo in Pead verrà posato in tubo di protezione in acciaio avente le seguenti caratteristiche:

- Diametro Nominale: 100 (4")
- Spessore: 3,6 mm

Nella parte fuori terra (circa 20 m su sleeper esistente) la linea sarà incamiciata in doppio tubo per il convogliamento via annulus delle eventuali perdite di gas verso la torcia.

La costruzione ed il mantenimento di un metanodotto sui fondi altrui sono legittimati da una servitù il cui esercizio, lasciate inalterate le possibilità di sfruttamento agricolo di questi fondi, limita la fabbricazione nell'ambito di una fascia di asservimento a cavallo della condotta (servitù non aedificandi). L'ampiezza di tale fascia varia in rapporto al diametro ed alla pressione di esercizio del metanodotto in accordo alle vigenti normative di legge: nel caso del metanodotto in oggetto è prevista una fascia di 44 m complessivi (22 m per parte rispetto all'asse della condotta).

Impianti di linea

In accordo alla normativa vigente (DM 24.11.84), la condotta sarà sezionabile in tronchi mediante apparecchiature di intercettazione (valvole) denominate Punto di Intercettazione di Linea (PIL), che hanno la funzione di sezionare la condotta interrompendo il flusso del gas.

I punti di intercettazione sono costituiti da tubazioni interrato, ad esclusione della tubazione di scarico dei gas in atmosfera (attivata, eccezionalmente, per operazioni di manutenzione straordinaria e per la prima messa in esercizio della condotta) e della sua opera di sostegno. Gli impianti comprendono inoltre valvole di intercettazione interrato, apparecchiature per la protezione elettrica della condotta, ed in quelli ubicati all'esterno della raffineria è prevista la presenza di un fabbricato per il ricovero delle apparecchiature e dell'eventuale strumentazione di controllo.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 71 of 103
	 Saipem Energy Services			

All'interno della raffineria è previsto un sistema di bypass della linea principale che consentirà l'ispezionabilità interna della condotta a terra.

In ottemperanza a quanto prescritto dal DM 24.11.84, la distanza massima fra i punti di intercettazione sarà di 10 km. In corrispondenza degli attraversamenti di linee ferroviarie, le valvole di intercettazione, in conformità alle vigenti norme, saranno comunque poste a cavallo di ogni attraversamento ad una distanza fra loro non superiore a 2.000 m.

Le valvole di intercettazione di linea saranno motorizzate per mezzo di attuatori fuori terra e manovrabili a distanza mediante cavo di telecomando, interrato a fianco della condotta, per un rapido intervento di chiusura. Le valvole di intercettazione saranno telecontrollate dalla Centrale Operativa presente all'interno della Raffineria api.

Nel punto di allaccio con l'impianto Snam Rete Gas è prevista la realizzazione di un impianto terminale di regolazione/misura della pressione costituito da n. 3 linee di regolazione e n. 3 linee di misura con i relativi accessori (filtri, ecc.), che consentiranno di ridurre il valore della pressione del gas consentendo l'interconnessione con la rete di metanodotti esistenti.

Num. ordine	Impianto	Progr. (km)	Prov.	Comune	Località	Sup. (m ²)	Strada di accesso (m)
1	PIL	0.670	AN	Falconara	Raffineria api	-	Interno alla raffineria
2	PIL	0.920			Fiumesino	400	20
3	imp. regolazione e misura	2.610			Case Latini	4500	10

Tabella 7-1: Ubicazione impianti

Manufatti (opere complementari)

Lungo il tracciato del gasdotto saranno realizzati, in corrispondenza di punti particolari quali attraversamenti di corsi d'acqua, strade, ecc., interventi che, assicurando la stabilità dei terreni, garantiscano anche la sicurezza della tubazione. Gli interventi consisteranno in genere nella realizzazione di opere di sostegno e di protezione spondale dei corsi d'acqua attraversati a cielo aperto. Le opere saranno progettate

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 72 of 103
	 Saipem Energy Services		

tenendo conto delle esigenze degli Enti preposti alla salvaguardia del territorio e della condotta.

In particolare le opere fuori terra saranno quelle necessarie per il ripristino delle opere già esistenti (realizzate per la regimazione degli alvei o a protezione dei metanodotti esistenti) interessate dai lavori di posa della nuova condotta.

Oltre alle opere sopra riportate, la costruzione del metanodotto comporterà anche la realizzazione di opere di sostegno e/o contenimento in legname la cui ubicazione puntuale è determinata solo in fase di progetto esecutivo e di ripristino.

7.3.2 *Descrizione del tracciato a terra*

Il tracciato a terra dell'opera in oggetto, denominato "Progetto NLG" DN 700 mm (28"), è rappresentato, in dettaglio, nell'allegata Planimetria scala 1:10.000 (Vedi Dis. 700-HD-0351 "Tracciato di progetto").

La lunghezza totale della condotta a terra è di circa km 2,610; tutto il tracciato si sviluppa nel territorio del Comune di Falconara in Provincia di Ancona e ha origine all'interno della Raffineria, a valle del pontile.

Nella sua prima parte, il metanodotto (interrato) si sviluppa all'interno della Raffineria (dove al km 0,700 attraversa mediante trivella/spingitubo la linea ferroviaria Bologna–Ancona, per quindi proseguire ed uscire dall'area della raffineria al km 0,870.

Alla progressiva 0,670, all'interno della Raffineria, verrà realizzato il PIL n. 1 (di monte senso gas dell'attraversamento ferroviario).

La condotta attraverserà quindi, sempre mediante trivella spingitubo, la Strada Statale n.16 Adriatica, arrivando in un'area dove verrà realizzato il PIL n. 2 (di valle dell'attraversamento ferroviario), al km 0,920 (v.Dis.539341-A-700-HD-0366).

Proseguendo, dopo aver percorso un piazzale dove sono presenti alcuni fabbricati, la condotta attraverserà una strada asfaltata di quartiere (Via Fiumesino), per proseguire restando in parallelo alla stessa.

Avendo cura di evitare un'area con presenza di captazioni, sarà interessata una zona coperta di vegetazione arbustiva con presenza di essenze di scarso pregio fino al Fosso

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 73 of 103	
	 Saipem Energy Services				

della Liscia, (canale rivestito in cemento armato) che verrà attraversato mediante trivella/spingitubo.

Superato il Fosso della Liscia, il tracciato con una secca deviazione a destra attraverserà in sequenza la Via del Fiume (asfaltata di secondaria importanza che si sviluppa lungo la sponda destra del fiume Esino), il fiume Esino e la Via Molino (asfaltata di secondaria importanza che si sviluppa lungo la sponda sinistra del fiume).

Il fiume Esino verrà attraversato con tecnologia “trenchless”, quindi senza interessare l’area golenale e l’alveo.

La copertura della condotta, sia in alveo che in golena, sarà tale da garantire la sicurezza della stessa anche in caso di eventi di piena.

Attraversata Via Molino, il tracciato si disporrà in parallelo ad una Linea Elettrica AT, e percorrerà alcuni terreni prativi, dove attraverserà (passando fra due pile del viadotto) la nuova linea ferroviaria in progetto ed il fascio di metanodotti che collegano la piattaforma Agip con l’impianto Snam Rete Gas, fino a giungere nei pressi della Strada Provinciale n.76 e dell’attiguo fosso, che verranno attraversati mediante un’unica trivellazione ubicata a sinistra dell’esistente fascio di metanodotti Agip.

Di seguito il tracciato attraverserà terreni condotti a seminativo e dopo aver attraversato un fosso minore e Via Poiole (strada campestre non asfaltata) arriverà nei pressi dell’esistente Centrale di Ricompressione SRG dove è prevista la realizzazione dell’impianto terminale e quindi il collegamento con la rete.

Di seguito si riporta l’elenco degli attraversamenti previsti.

Progr. Km	Provincia	Comune	Rete Viaria	Corsi d’acqua
0.700	AN	Falconara	FS Bologna - Ancona	-
0.860	AN	Falconara	SS 16 Adriatica	
1.040	AN	Falconara	Via Fiumesino	
1.280	AN	Falconara		Fosso della Liscia
1.330	AN	Falconara	Via del Fiume	
1.430	AN	Falconara		Fiume Esino

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 74 of 103	
	 Saipem Energy Services				

Progr. Km	Provincia	Comune	Rete Viaria	Corsi d'acqua
1.500	AN	Falconara	Via del Molino	
1.660	AN	Falconara	Variante FS in progetto	
1.780	AN	Falconara		Fosso
1.790	AN	Falconara	Strada Provinciale 76	
2.290	AN	Falconara		Fosso
2.400	AN	Falconara	Via Poiole	

Tabella 7-2: Tracciato di progetto - Limiti Amministrativi, infrastrutture e corsi d'acqua principali

7.4 Descrizione delle modalità realizzative

La realizzazione dell'opera prevede l'esecuzione di fasi sequenziali di lavoro che permettono di contenere le operazioni in un tratto limitato della linea di progetto, avanzando progressivamente nel territorio.

Le operazioni di montaggio della condotta prevedono la movimentazione di un buon numero di mezzi e materiali che possono dar luogo a sospensioni di polveri in atmosfera. È da osservare tuttavia che le quantità delle polveri derivanti dalla movimentazione dei materiali sono influenzate dalle condizioni meteorologiche che, nel caso di climi poco piovosi, possono causare il sollevamento di maggiori quantitativi di polveri.

Saranno comunque adottati i seguenti accorgimenti:

- in presenza di recettori sensibili, durante la fase di cantiere si provvederà alla bagnatura delle piste di servizio non pavimentate;
- nel caso di traffico in uscita dei mezzi operanti sulla pista di lavoro, si provvederà al lavaggio delle ruote degli stessi;
- ove ricorressero le condizioni di trasporto di materiale terroso al di fuori della fascia lavori, sarà eseguita la bagnatura del materiale caricato sui mezzi e la sua copertura con teli in plastica protettiva;
- le strade pubbliche utilizzate, nel rispetto del codice della strada, saranno adeguatamente pulite;

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 75 of 103
	 Saipem Energy Services		

- durante i periodi più secchi ed in presenza di terreni particolarmente fini, la fascia di lavoro verrà adeguatamente bagnata, onde evitare il sollevamento di polvere.

Le operazioni di montaggio della condotta in progetto a terra si articolano nella seguente serie di fasi operative.

7.4.1 Realizzazione di infrastrutture provvisorie

Con il termine di "infrastrutture provvisorie" s'intendono le piazzole di stoccaggio per l'accatastamento delle tubazioni, della raccorderia, ecc. e le deponie temporanee per il deposito di materiale di risulta degli scavi.

Le piazzole saranno realizzate a ridosso di strade percorribili dai mezzi adibiti al trasporto dei materiali. La realizzazione delle stesse, previo scotico e accantonamento dell'humus superficiale, consiste nel livellamento del terreno.

Si eseguiranno, ove non già presenti, accessi provvisori dalla viabilità ordinaria per permettere l'ingresso degli autocarri alle piazzole stesse. Le aree di deponia temporanea saranno realizzate in prossimità della fascia di lavoro.

In fase di progetto preliminare è stata individuata la necessità di predisporre n. 4 piazzole provvisorie di stoccaggio, tutte collocate in corrispondenza di superfici prative o a destinazione agricola (vedi Tab. 2.3.1.A). L'ubicazione indicativa delle piazzole è riportata nell'allegata planimetria in scala 1:10.000 (vedi Dis. 700-HD-0351 “Tracciato di progetto” – Fg.2).

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 76 of 103	
	 Saipem Energy Services				

Progr. km	Prov.	Comune	N° ordine	Superficie m ²	Località
0.700	Ancona	Falconara	P0	1000	Raffineria
1.050			P1	600	Via Fiumesino Fiumesino
1.310			P2	500	Via Fiumesino
1.540			P3	500	Via Molino
2.390			P4	800	Via Poiole Centrale SRG

Tabella 7-3: Ubicazione delle piazzole di stoccaggio

7.4.2 Apertura della fascia di lavoro

Le operazioni di scavo della trincea e di montaggio della condotta all'esterno degli impianti richiederanno l'apertura di una pista di lavoro, denominata "area di passaggio". Questa pista dovrà essere il più continua possibile ed avere una larghezza tale, da consentire la buona esecuzione dei lavori ed il transito dei mezzi di servizio e di soccorso.

Nelle aree occupate da boschi, vegetazione ripariale e colture arboree (vigneti, frutteti, ecc.), l'apertura dell'area di passaggio comporterà il taglio delle piante, da eseguirsi al piede dell'albero secondo la corretta applicazione delle tecniche selvicolturali, e la rimozione delle ceppaie.

Nelle aree agricole sarà garantita la continuità funzionale di eventuali opere di irrigazione e drenaggio ed in presenza di colture arboree si provvederà, ove necessario, all'ancoraggio provvisorio delle strutture poste a sostegno delle stesse.

In questa fase si opererà anche lo spostamento, se necessario, di pali di linee elettriche e/o telefoniche ricadenti nella fascia di lavoro.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 77 of 103	
	 Saipem Energy Services				

La fascia di lavoro normale avrà una larghezza complessiva pari a 24 m e dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- sul lato sinistro dell'asse picchettato, uno spazio continuo di circa 10 m per il deposito del materiale di scavo della trincea;
- sul lato opposto, una fascia disponibile della larghezza di circa 14 m dall'asse picchettato per consentire:
 - l'assiemaggio della condotta;
 - il passaggio dei mezzi occorrenti per l'assiemaggio, il sollevamento e la posa della condotta e per il transito dei mezzi adibiti al trasporto del personale, dei rifornimenti e dei materiali e per il soccorso.

In corrispondenza degli attraversamenti d'infrastrutture (strade, metanodotti in esercizio, ecc.), di corsi d'acqua e di aree particolari (impianti di linea), l'ampiezza dell'area di passaggio sarà superiore al valore sopra riportato (24 m) per evidenti esigenze di carattere esecutivo ed operativo. L'ubicazione dei tratti in cui si renderà necessario l'ampliamento dell'area di passaggio, con la stima delle relative superfici interessate, è riportata in Tabella 7-4.

Progr. Km	Provincia	Comune	Superficie m ²	Località - Motivazione
0.840	Ancona	Falconara	500	Attraversamento Strada Statale 16 Adriatica
0.880			500	Attraversamento Strada Statale 16 Adriatica
0.920			500	Realizzazione PIL n. 2
1.260			500	Attraversamento Fosso della Liscia
1.300			7500	Attraversamento Fosso della Liscia e cantiere per prefabbricazione attraversamento Fiume Esino
1.660			500	Attraversamento Variante FS in progetto
1.780			500	Attraversamento Strada Provinciale 76
1.820			500	Attraversamento Strada Provinciale 76

Tabella 7-4: Ubicazione dei tratti di allargamento dell'area di passaggio

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 78 of 103
	 Saipem Energy Services		

Prima dell'apertura dell'area di passaggio sarà eseguito, ove necessario, l'accantonamento dello strato humico superficiale a margine dell'area di passaggio per riutilizzarlo in fase di ripristino.

In questa fase saranno realizzate le opere provvisorie, come tombini, guadi o quanto altro serve per garantire il deflusso naturale delle acque.

I mezzi utilizzati saranno in prevalenza cingolati: ruspe, escavatori e pale cariatrici.

7.4.3 Sfilamento dei tubi lungo la fascia di lavoro

L'attività consiste nel trasporto dei tubi dalle piazzole di stoccaggio e nel loro posizionamento lungo la fascia di lavoro, predisponendoli testa a testa per la successiva fase di saldatura.

Per queste operazioni, saranno utilizzati trattori posatubi (sideboom) e mezzi cingolati adatti al trasporto delle tubazioni.

7.4.4 Saldatura di linea

I tubi saranno collegati mediante saldatura ad arco elettrico con sistemi a motosaldatrici a filo continuo o in alternativa manuali.

L'accoppiamento sarà eseguito mediante accostamento di testa di due tubi, in modo da formare, ripetendo l'operazione più volte, un tratto di condotta.

I tratti di tubazioni saldati saranno temporaneamente disposti parallelamente alla traccia dello scavo, appoggiandoli su appositi sostegni in legno per evitare il danneggiamento del rivestimento esterno.

I mezzi utilizzati in questa fase saranno essenzialmente trattori posatubi, motosaldatrici e compressori ad aria.

7.4.5 Controlli non distruttivi delle saldature

Le saldature saranno tutte sottoposte a controlli non distruttivi mediante l'utilizzo di tecniche radiografiche e ad ultrasuoni.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 79 of 103
	 Saipem Energy Services		

7.4.6 Scavo della trincea

Lo scavo destinato ad accogliere la condotta sarà aperto con l'utilizzo di macchine escavatrici adatte alle caratteristiche morfologiche e litologiche del terreno attraversato (escavatori in terreni sciolti, martelloni in roccia).

Il materiale di risulta dello scavo sarà depositato lateralmente allo scavo stesso, lungo la fascia di lavoro, per essere riutilizzato in fase di rinterro della condotta.

Tale operazione sarà eseguita in modo da evitare la miscelazione del materiale di risulta con lo strato humico accantonato, nella fase di apertura dell'area di passaggio.

7.4.7 Rivestimento dei giunti

Al fine di realizzare la continuità del rivestimento in polietilene, costituente la protezione passiva della condotta, si procederà a rivestire i giunti di saldatura con apposite fasce termorestringenti.

Il rivestimento della condotta sarà quindi interamente controllato con l'utilizzo di un'apposita apparecchiatura a scintillio (holiday detector) e, se necessario, saranno eseguite le riparazioni con l'applicazione di mastice e pezze protettive.

È previsto l'utilizzo di trattori posatubi per il sollevamento della colonna.

7.4.8 Posa della condotta

Ultimata la verifica della perfetta integrità del rivestimento, la colonna saldata sarà sollevata e posata nello scavo con l'impiego di trattori posatubi (sideboom).

Nel caso in cui il fondo dello scavo presenti asperità tali da poter compromettere l'integrità del rivestimento, sarà realizzato un letto di posa con materiale inerte (ad esempio, sabbia).

7.4.9 Rinterro della condotta e posa del cavo di telecontrollo

La condotta posata sarà ricoperta utilizzando totalmente il materiale di risulta accantonato lungo la fascia di lavoro all'atto dello scavo della trincea. Le operazioni saranno condotte in due fasi per consentire, a rinterro parziale, la posa di una polifora costituita da tre tubi in Pead DN 50 e del nastro di avvertimento, utile per segnalare la presenza della condotta in gas. Uno dei tubi della polifora sarà occupato dal cavo di

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 80 of 103	
	 Saipem Energy Services				

telecontrollo e telecomando mentre i restanti due resteranno vuoti per eventuali manutenzioni.

Successivamente si provvederà all'inserimento del cavo telecontrollo e telecomando per mezzo di appositi dispositivi ad aria compressa.

A conclusione delle operazioni di rinterro si provvederà, altresì, a ridistribuire sulla superficie il terreno vegetale accantonato.

7.4.10 Realizzazione degli attraversamenti

Gli attraversamenti di corsi d'acqua e delle infrastrutture verranno realizzati con piccoli cantieri, operanti contestualmente all'avanzamento della linea. Le metodologie realizzative previste sono diverse e, in sintesi, possono essere così suddivise:

- attraversamenti privi di tubo di protezione;
- attraversamenti con messa in opera di tubo di protezione;
- attraversamenti in sotterraneo.

Gli attraversamenti privi di tubo di protezione sono realizzati, di norma, per mezzo di scavo a cielo aperto.

La seconda tipologia di attraversamento può essere realizzata per mezzo di scavo a cielo aperto o con l'impiego di apposite attrezzature spingitubo (trivelle).

Gli attraversamenti in sotterraneo consistono in opere particolari che consentono la realizzazione dell'attraversamento di corsi d'acqua o elementi morfologici particolari con scavi sotterranei limitando al massimo scavi a cielo aperto.

La scelta del sistema dipende da diversi fattori, quali: profondità di posa, presenza di acqua o di roccia, intensità del traffico, eventuali prescrizioni dell'ente competente, ecc.

I mezzi utilizzati sono scelti in relazione all'importanza dell'attraversamento stesso. Le macchine operatrici fondamentali (trattori posatubi ed escavatori) sono sempre presenti ed a volte coadiuvate da mezzi particolari, quali spingitubo, trivelle, ecc.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 81 of 103
	 Saipem Energy Services		

Attraversamenti privi di tubo di protezione

Sono realizzati, per mezzo di scavo a cielo aperto, in corrispondenza di corsi d'acqua minori, di strade comunali e campestri.

Per gli attraversamenti dei corsi d'acqua minori si procede normalmente alla preparazione fuori opera del cosiddetto "cavallotto", che consiste nel piegare e quindi saldare le barre secondo la configurazione geometrica di progetto. Il "cavallotto" viene poi posato nella trincea appositamente predisposta e quindi rinterrato.

Attraversamenti con tubo di protezione

Gli attraversamenti di ferrovie, strade statali, strade provinciali, di particolari servizi interrati (collettori fognari, ecc.) e, in alcuni casi, di collettori in cls sono realizzati, in accordo alla normativa vigente, con tubo di protezione.

Il tubo di protezione è verniciato internamente e rivestito, all'esterno, con polietilene applicato a caldo in fabbrica dello spessore minimo di 3 mm .

Qualora si operi con scavo a cielo aperto, la messa in opera del tubo di protezione avviene, analogamente ai normali tratti di linea, mediante le operazioni di scavo, posa e rinterro della tubazione.

Qualora si operi con trivella spingitubo, la messa in opera del tubo di protezione comporta le seguenti operazioni:

- scavo del pozzo di spinta;
- impostazione dei macchinari e verifiche topografiche;
- esecuzione della trivellazione mediante l'avanzamento del tubo di protezione; spinto da martinetti idraulici, al cui interno agisce solidale la trivella dotata di coclee per lo smarino del materiale di scavo.

Attraversamenti in sotterraneo

Per superare particolari elementi morfologici (piccole dorsali, contrafforti e speroni rocciosi, ecc.) e/o in corrispondenza di corsi d'acqua di rilevante importanza, è possibile l'adozione di opere in sotterraneo quali micro tunnel, trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.) o opere similari.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 82 of 103
	 Saipem Energy Services		

Questa tipologia di opere è prevista in progetto per l'attraversamento del fiume Esino, uno dei corsi d'acqua con il bacino idrografico più esteso delle Marche, in modo da limitare scavi ed opere in alveo.

Nell'area dell'attraversamento, posta in corrispondenza della sua foce, il corso d'acqua scorre con andamento blandamente sinuoso su depositi alluvionali, costituiti principalmente da ghiaie, ghiaie sabbiose, ghiaie sabbioso-limose con lenti di argilla limosa, che raggiungono spessori anche di 50 m.

Questa formazione litologica non consente di garantire la fattibilità dell'attraversamento con T.O.C., tecnica limitata nel suo utilizzo da terreni poco coerenti come quelli in oggetto. Pertanto, per l'attraversamento in progetto è prevista la realizzazione di microtunnel o opera simile come di seguito descritto.

L'opera microtunnel consiste nella realizzazione di un tunnel di piccolo diametro mediante l'avanzamento di uno scudo cilindrico cui è applicato frontalmente un sistema di scavo. L'avanzamento è sostenuto dalla spinta di martinetti idraulici ed è guidato da un sistema laser che consente di evidenziare tempestivamente gli eventuali errori di traiettoria e di applicare conseguentemente le necessarie correzioni.

Terminata l'esecuzione del microtunnel viene varata al suo interno la condotta precedentemente assemblata e collaudata.

La rimanente intercapedine tra condotta e tunnel viene intasata con materiale apposito (sabbia o miscele bentonitiche).

Le opere complementari costruite per la realizzazione del tunnel (pozzi di spinta e relativi muri) vengono demolite e si provvede ai collegamenti della condotta alla linea.

Negli ultimi anni si sono rese inoltre disponibili nuove tecnologie per opere in sotterraneo che permettono di conciliare i vantaggi del microtunnel (realizzabile con qualsiasi terreno) e quelli della T.O.C. (costi e velocità di realizzazione).

Queste nuove tecniche, denominate "Easy Pipe" e "Direct Pipe", prevedono un sistema di trivellazione del tutto simile a quello del microtunnel sopra esposto, mentre differiscono per la messa in opera della condotta vera e propria: infatti il metodo "Easy Pipe" prevede che una volta inseriti i conci di tubo in acciaio come per il microtunnel,

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 83 of 103
	 Saipem Energy Services		

questi vengano agganciati alla condotta preassemblata e testata per tirarla dentro il foro come con la tecnica T.O.C.. Nel caso del metodo “Direct Pipe” la condotta può invece essere inserita direttamente sotto alveo a seguito della testa perforante.

Le nuove tecniche sopra descritte sono al momento in via di sviluppo e testate a livello europeo e quindi dovrebbero essere a breve consolidate e disponibili anche in Italia.

Infine si evidenzia come dal punto di vista realizzativo le varie tecniche analizzate siano tra loro piuttosto simili e quindi risultino equivalenti dal punto di vista della movimentazione terreno e dell’impatto sul territorio.

7.4.11 Realizzazione degli impianti

La realizzazione degli impianti consiste nel montaggio delle valvole, dei relativi bypass e dei diversi apparati che li compongono (attuatori, apparecchiature di controllo, ecc.).

Le valvole dei PIL sono quindi messe in opera completamente interrate, ad esclusione dello stelo di manovra (apertura e chiusura della valvola); mentre alcune valvole ed apparecchiature dell’impianto terminale, quali: filtri, sistemi di misura, valvole di regolazione, ecc., sono installati fuori terra.

Per quanto riguarda la realizzazione della condotta all’interno dell’impianto Raffineria api, è prevista la posa interrata sotto strade e piazzali, ad eccezione di un breve tratto (circa 20 m) che verrà posizionato su struttura in acciaio esistente (sleeper). La realizzazione degli scavi sarà eseguita a sezione obbligata in modo da limitare le interferenze con i servizi interrati esistenti, quindi una volta saldata la tubazione e posata all’interno dello scavo a mezzo autogru, si prevede il rinterro della condotta ed il ripristino del manto superficiale.

Al termine dei lavori si procederà al collaudo ed al collegamento dei sistemi alla linea.

7.4.12 Collaudo idraulico, collegamento e controllo della condotta

A condotta completamente posata e collegata si procederà al collaudo idraulico, eseguito riempiendo la tubazione di acqua e pressurizzandola ad almeno 1,2 volte la pressione massima di esercizio, per una durata di 48 ore.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 84 of 103
	 Saipem Energy Services		

Le fasi di riempimento e svuotamento dell'acqua del collaudo idraulico sono eseguite utilizzando idonei dispositivi: scovoli (comunemente denominati PIG), che vengono impiegati anche per operazioni di pulizia e messa in esercizio della condotta.

Queste attività sono svolte suddividendo la linea per tronchi di collaudo. Ad esito positivo dei collaudi idraulici e dopo aver svuotato l'acqua di riempimento, i vari tratti collaudati vengono collegati tra loro mediante saldatura controllata con sistemi non distruttivi.

Al termine delle operazioni di collaudo idraulico e dopo aver proceduto al rinterro della condotta, si eseguirà un ulteriore controllo dell'integrità del rivestimento della stessa. Tale controllo è eseguito utilizzando opportuni sistemi di misura del flusso di corrente dalla superficie del suolo.

7.4.13 Esecuzione dei ripristini

La fase consiste in tutte le operazioni necessarie a riportare l'ambiente allo stato preesistente i lavori.

Le opere di ripristino previste possono essere raggruppate nelle seguenti tipologie principali:

- Ripristini morfologici: si tratta di opere ed interventi mirati alla sistemazione dei tratti di maggiore acclività, alla sistemazione e protezione delle sponde dei corsi d'acqua attraversati, al ripristino di strade e servizi incontrati dal tracciato ecc. Nell'ambito di tali ripristini rientrano anche quelli relativi alle aree agricole, consistenti nella ricostruzione del profilo originario del terreno che avviene ricollocando il materiale di scavo precedentemente accantonato in modo da rispettare il più possibile la stratigrafia originaria e ricoprendolo con lo strato humico superficiale. In questo modo vengono mantenute le caratteristiche pedologiche e di permeabilità dei terreni. A lavori conclusi tutti i terreni avranno riacquisito la morfologia originaria e saranno restituiti ai proprietari per le attività preesistenti. Si provvederà infine alla sistemazione ed al ripristino di strade e servizi attraversati dal metanodotto.
- Ripristini idraulici: laddove necessario, come in corrispondenza di corsi d'acqua minori, potranno essere realizzate opere di protezione spondale, di contenimento e

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 85 of 103
	 Saipem Energy Services		

di riprofilatura superficiale, mediante il ricorso ad interventi di ingegneria naturalistica (palizzate, viminate, fascinate, ecc...), mentre in altri casi si riprofileranno semplicemente le scarpate per renderle stabili.

- Ripristini vegetazionali: tendono alla ricostituzione, nel più breve tempo possibile, del manto vegetale preesistente i lavori nelle zone con vegetazione naturale. Le aree agricole saranno ripristinate al fine di restituire l'originaria fertilità.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 86 of 103
	 Saipem Energy Services		

8. TEMPISTICA

Al fine di avere un'idea della durata del progetto e dunque la data della messa in esercizio del terminale, in questa sezione è presentata una stima preliminare dei tempi di esecuzione dei lavori. Tale schedula è da intendersi come preliminare e potrà essere soggetta ad ulteriori modifiche ed eventuali ottimizzazioni.

Il diagramma di Gantt è presentato nella sezione Appendix G; la durata complessiva è stimata in 24 mesi dalla fase preliminare fino alla consegna del terminale operativo.

8.1 Progettazione preliminare (Basic Design)

Questa fase di progettazione è necessaria al fine di avere la maggior confidenza possibile sulle stime di costo e sulla schedula di progetto.

La durata di questa fase è stimata in 4 mesi.

8.2 Ingegneria di dettaglio

E' la prima attività, in quanto definisce nei dettagli il progetto ed emette le specifiche tecniche per acquisto. Alcune attività sono state stimate in sei mesi in quanto richiedono campagne di "survey" e di richiesta permessi.

8.3 Acquisti (Procurement)

Al termine di ciascuna fase di ingegneria di dettaglio può iniziare la relativa fase di gara d'acquisto. Il componente critico risulta essere il compressore aria per la correzione dell'indice Wobbe, il cui tempo di approvvigionamento è stato stimato in dieci mesi.

Per gli alti componenti il tempo di approvvigionamento è stato stimato in sei mesi.

8.4 Costruzione/Fabbricazione

In parziale sovrapposizione alle attività di procurement è prevista l'inizio dei lavori di costruzione e fabbricazione dei vari componenti del terminale.

La manichetta verrà fabbricata presso gli stabilimenti del fornitore mentre gli altri componenti saranno assemblati nei cantieri selezionati.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: <i>PROGETTO LNG – Falconara M.ma</i>	Rev. A03	Sheet 87 of 103
	 Saipem Energy Services		

I componenti dell'impianto ricevimento a terra saranno assemblati direttamente sul sito.

8.5 Installazione

L'installazione dei componenti a mare verrà effettuata con un unico mezzo al fine di limitarne i costi. La sequenza delle operazioni è dettata dalle tempistiche delle fasi precedenti.

L'installazione delle linee a terra potrà essere effettuata in parallelo, senza interferire con le altre attività.

L'installazione della linea a mare potrà iniziare al termine della realizzazione del pontile.

8.6 Collaudi

I collaudi dei componenti potranno essere effettuati singolarmente al termine di ciascuna attività di installazione, mentre il collaudo finale dell'impianto sarà effettuato al termine dei singoli collaudi.

La durata di questa attività è di circa due mesi, al termine della quale potranno partire le operazioni commerciali.

8.7 Condotta a terra

I lavori di installazione della condotta a terra sono quelli descritti nel precedente cap. 7.

Tutte le attività di cantiere previste per la messa in opera della nuova condotta si svolgeranno esclusivamente in orario diurno.

I lavori di realizzazione dell'opera (montaggio e posa della condotta) verranno programmati ed eseguiti in periodi definiti, tenendo conto dei vincoli imposti dalle esigenze temporali di eventuali tratti particolari compresi nei diversi lotti di appalto.

Il programma di dettaglio delle singole fasi sarà predisposto dalla impresa costruttrice successivamente alla assegnazione dei lavori.

In termini indicativi, i lavori di realizzazione del metanodotto si svolgeranno presumibilmente in un periodo di circa 4 mesi, la messa in opera della condotta

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 88 of 103	
	 Saipem Energy Services				

richiederà un periodo di 3 mesi ed i ripristini morfologici e vegetazionali richiederanno un periodo di circa 1 mese. All'interno di questo arco temporale è previsto il montaggio e la realizzazione del tratto interno alla raffineria.

9. DOCUMENTI ALLEGATI

9.1 Disegni SPM

951 -500 ASSIEME

951- 501 TESTATA ROTANTE GIUNTO COASSIALE A DUE VIE

951- 503 RISER SITUAZION ATTUALE

951- 504 SNODO CARDANICO DA 8”

9.2 PFD

539341-A-700-HD-0364 SCHEMA DI PROGETTO

9.3 Planimetria

539341-A-700-HD-0351 TRACCIATO DI PROGETTO

539341-A-700-HD-0365 PLANIMETRIA ANDAMENTO GASDOTTO E POSIZIONE P.I.L. NO1

539341-A-700-HD-0366 PUNTO DI INTERCETTAZIONE DI LINEA P.I.L. N 2 LOCALITÀ FIUMESINO

539341-A-700-HD-0367 IMPIANTO N.3 DI REGOLAZIONE E MISURA LOCALITA' CASE LATINI

9.4 P&ID

539341-A-700-HD-0368 IMPIANTO DI CORREZIONE DELL'INDICE DI WOBBE RAFFINERIA DI FALCONARA M.

539341-A-700-HD-0369 No. 3 IMPIANTI DI REGOLAZIONE E MISURA “REMI” LOCALITÀ CASE LATINI

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma	Rev. A03	Sheet 89 of 103
	 Saipem Energy Services		

9.5 Pontile di Approdo

539341-A-700-HD-0380

PONTILE DI APPRODO: PLANIMETRIA, PROFILO
E SEZIONE TIPICA

9.6 Dettaglio installazione condotta a mare

SK-INST-FAL-010 PLANIMETRIA GENERALE - CASTORO DUE – PIANO DI
ANCORAGGIO

SK-INST-FAL-011 PLANIMETRIA AREA INIZIO VARO LINEA

SK-INST-FAL-012 PLANIMETRIA AREA PONTILE

9.7 Richiesta di punto di consegna alla Snam Rete Gas

Richiesta per la realizzazione di un nuovo punto di consegna per l'immissione in rete di gas naturale proveniente da impianto di rigassificazione.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 90 of 103	
	 Saipem Energy Services				

Appendix A Lista preliminare delle apparecchiature

Ralla per nuova SPM

Giunto coassiale a due vie per passaggio crudo e gas (36"/10 bar e 16"/90 bar)

Gru motorizzata per movimentazione manichette

Manichette da 8'' (2 x 60 m + 60 m come riserva)

Nuovo riser sottomarino da 40" (40 m)

Nuovo riser sottomarino da 28" (40 m)

Cassone porta riser sottomarino da 72'' (25 m)

SSIV e ombelicale presso SPM

Nuova Linea Mare 28" (16 Km)

SSIV e ombelicale presso Pontile di approdo

Pontile di approdo
120 m lunghezza x 7.5 m larghezza,
con piattaforma 30 m x 10 m
all'estremità a mare.

Nuova Linea Terra 28" (2,610 m)

Compressori aria per Indice Wobbe
(4 x 1,1 MWe più riserva, ciascuno
con portata 4.500 m³/h, prevalenza
80 barg da atmosferico)

Shell & Tube Gas Heater (N° 3 x 5 MWt)

Fiscal metering

Pig launcher/receiver

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 91 of 103	
	 Saipem Energy Services				

Appendix B Normativa e standard di riferimento per metanodotti

La progettazione, la costruzione e l'esercizio dei metanodotti sono disciplinate essenzialmente dalle seguenti normative:

- DM 24.11.84 del Ministero dell'Interno – Norme di Sicurezza per il Trasporto, la distribuzione, l'accumulo, l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8.
- DPR 8.6.2001 n. 327 – Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità
- RD 3267/23 - Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani.
- RD 1775/33 - Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici.
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n.42 – Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137.
- DM 23.02.71 del Ministero dei Trasporti – Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto.
- Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 10 agosto 2004 – Modifiche alle Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto.
- Circolare 09.05.72, n. 216/173 dell'Azienda Autonoma FF.S. – Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti gas e liquidi con ferrovie.
- DPR 753/80 – Nuove norme in materia di polizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio delle ferrovie.
- DM 03.08.91 del Ministero dei Trasporti – Distanza minima da osservarsi nelle costruzioni di edifici o manufatti nei confronti delle officine e degli impianti delle FF.S.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 92 of 103	
	 Saipem Energy Services				

- Circolare 04.07.90 n. 1282 dell'Ente FF.S. – Condizioni generali tecnico/amministrative regolanti i rapporti tra l'ente Ferrovie dello Stato e la SNAM in materia di attraversamenti e parallelismi di linee ferroviarie e relative pertinenze mediante oleodotti, gasdotti, metanodotti ed altre condutture ad essi assimilabili.
- RD 1740/33 – Tutela delle strade.
- DLgs 285/92 e 360/93 – Nuovo Codice della strada.
- DPR 495/92 – Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della strada.
- RD 368/1904 – Testo unico delle leggi sulla bonifica.
- RD 523/04 – Polizia delle acque pubbliche.
- L 64/74 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- L 198/58 e DPR 128/59 – Cave e miniere
- L 898/76 – Zone militari.
- DPR 720/79 – Regolamento per l'esecuzione della L 898/76.
- DLgs 626/94 – Attuazione delle Direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.
- Decreto Legislativo 14 agosto 1996, n. 494 - Attuazione della direttiva 92/57 CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili.
- Decreto Legislativo 19 novembre 1999, n. 528 – Modifiche ed integrazioni al DLgs 14/08/1996 n.494 recante attuazione della direttiva 92/57 CEE in materia di prescrizioni minime di sicurezza e di salute da osservare nei cantieri temporanei o mobili.
- L 186/68 – Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici.
- L 46/90 – Norme per la sicurezza degli impianti.

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 93 of 103	
	 Saipem Energy Services				

- DPR 447/91 – Regolamento di attuazione della L 46/90 in materia di sicurezza degli impianti.
- L 1086/71 – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica.
- DM 12.02.92 del Ministero dei Lavori Pubblici - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- DM 12.02.82 del Ministero dei Lavori Pubblici - Aggiornamento delle norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.
- DM 11.03.88 del Ministero dei Lavori Pubblici - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, criteri generali e prescrizioni per progettazione, esecuzione e collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle fondazioni.

L'opera è stata perciò progettata e sarà realizzata in conformità alle suddette Leggi ed in conformità alla normalizzazione interna SNAM gasdotti, che recepisce i contenuti delle seguenti specifiche tecniche nazionali ed internazionali:

MATERIALI

UNI - DIN - ASTM

Caratteristiche dei materiali da costruzione

STRUMENTAZIONE E SISTEMI DI CONTROLLO

API RP-520 Part. 1/1993

Dimensionamento delle valvole di sicurezza

API RP-520 Part. 2/1988

Dimensionamento delle valvole di sicurezza

SISTEMI ELETTRICI

CEI 64-8/1992

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V

CEI 64-2 (Fasc. 1431)/1990

Impianti elettrici utilizzatori nei luoghi con pericolo di esplosione

CEI 81-1 (Fasc. 1439)/1990

Protezione di strutture contro i fulmini

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 94 of 103	
	 Saipem Energy Services				

IMPIANTISTICA E TUBAZIONI

ASME B31.8	Gas Transmission and Distribution Piping Systems (solo per applicazioni specifiche es. fornitura trappole bidirezionali)
ASME B1.1/1989	Unified inch Screw Threads
ASME B1.20.1/1992	Pipe threads, general purpose (inch)
ASME B16.5/1988+ADD.92	Pipe flanges and flanged fittings
ASME B16.9/1993	Factory-made Wrought Steel Buttwelding Fittings
ASME B16.10/1986	Face-to-face and end-to-end dimensions valves
ASME B16.21/1992	Non metallic flat gaskets for pipe flanges
ASME B16.25/1968	Buttwelding ends
ASME B16.34/1988	Valves-flanged, and welding end..
ASME B16.47/1990+Add.91	Large Diameters Steel Flanges
ASME B18.21/1991+Add.91	Square and Hex Bolts and screws inch Series
ASME B18.22/1987	Square and Hex Nuts
MSS SP44/1990	Steel Pipeline Flanges
MSS SP75/1988	Specification for High Test Wrought Buttwelding Fittings
MSS SP6/1990	Standard finishes contact faces of pipe flanges
API Spc. 1104	Welding of pipeline and related facilities
API 5L/1992	Specification for line pipe
EN 10208-2/1996	Steel pipes for pipelines for combustible fluids
API 6D/1994	Specification for pipeline valves, and closures, connectors and swivels
ASTM A 193	Alloy steel and stainless steel-bolting materials
ASTM A 194	Carbon and alloy steel nuts for bolts for high pressure
ASTM A 105	Standard specification for “forging, carbon steel for piping components”
ASTM A 216	Standard specification for “carbon steel casting suitable for fusion welding for high temperature service”
ASTM A 234	Piping fitting of wrought carbon steel and alloy steel for moderate and elevate temperatures
ASTM A 370	Standard methods and definitions for "mechanical testing of steel products"

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: <i>PROGETTO LNG – Falconara M.ma</i>		Rev. A03	Sheet 95 of 103	
	 Saipem Energy Services				

ASTM A 694	Standard specification for "forging, carbon and alloy steel, for pipe flanges, fitting, valves, and parts for high pressure transmission service"
ASTM E 3	Preparation of metallographic specimens
ASTM E 23	Standard methods for notched bar impact testing of metallic materials
ASTM E 92	Standard test method for vickers hardness of metallic materials
ASTM E 94	Standards practice for radiographic testing
ASTM E 112	Determining average grain size
ASTM E 138	Standards test method for Wet Magnetic Particle
ASTM E 384	Standards test method for microhardness of materials
ISO 898/1	Mechanical properties for fasteners - part 1 - bolts, screws and studs
ISO 2632/2	Roughness comparison specimens - part 2 : spark-eroded, shot blasted and grit blasted, polished
ISO 6892	Metallic materials - tensile testing
ASME Sect. V	Non-destructive examination
ASME Sect. VIII	Boiler and pressure vessel code
ASME Sect. IX	Boiler construction code-welding and brazing qualification
CEI 15-10	Norme per "Lastre di materiali isolanti stratificati a base di resine termoindurenti"
ASTM D 624	Standard method of tests for tear resistance of vulcanised rubber
ASTM E 165	Standard practice for liquid penetrant inspection method
ASTM E 446	Standard reference radiographs for steel castings up to 2" in thickness
ASTM E 709	Standard recommended practice for magnetic particle examination

SISTEMA DI PROTEZIONE ANTICORROSIVA

ISO 8501-1/1988	Preparazione delle superfici di acciaio prima di applicare vernici e prodotti affini. Valutazione visiva del grado di pulizia della
-----------------	---

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 96 of 103	
	 Saipem Energy Services				

UNI 5744-66/1986	superficie - parte 1: gradi di arrugginimento e gradi di preparazione di superfici di acciaio non trattate e superfici di acciaio dalle quali è stato rimosso un rivestimento precedente Rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo (rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi fabbricati in materiale ferroso)
UNI 9782/1990	Protezione catodica di strutture metalliche interrato - criteri generali per la misurazione, la progettazione e l'attuazione
UNI 9783/1990	Protezione catodica di strutture metalliche interrato – interferenze elettriche tra strutture metalliche interrato
UNI 10166/1993	Protezione catodica di strutture metalliche interrato posti di misura
UNI 10167/1993	Protezione catodica di strutture metalliche interrato dispositivi e posti di misura
UNI CEI 5/1992	Protezione catodica di strutture metalliche interrato - misure di corrente
UNI CEI 6/1992	Protezione catodica di strutture metalliche interrato - misure di potenziale
UNI CEI 7/1992	Protezione catodica di strutture metalliche

	CUSTOMER: API NOVA ENERGIA		Document No.:		
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		539341-AA-C00-000-ZS-0001		
	PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		Rev. A03	Sheet 97 of 103	
	 Saipem Energy Services				

Appendix C Analisi termo-idrauliche nei differenti scenari operativi

La seguente tabella riassume le analisi termo-idrauliche in condizioni stazionarie nei differenti scenari operativi analizzati nel paragrafo 5.2:

Analysed Scenario	Natural Gas Composition	Gas Exported Flow Rate Std m ³ /h	Ambient Temperature	P/L Inlet (Downstream SPM Swivel)		P/L Outlet (Upstream Onshore Terminal)			National Gas Grid Tie-in		Provided Duty (at Onshore Terminal) ⁽¹⁾ MW	Additional Nitrogen Flow Rate ⁽²⁾ Std m ³ /h
				Pressure	Temp	Pressure	Temp	Gas Rate	Pressure	Temp		
				barg	°C	barg	°C	m/s	barg	°C		
Scenario 1	Heavy	887,500	Winter	81.8	5	76.2	2.6	6.5	74	4.5	2.1	16,200
			Summer	81.7	10	75.8 ⁽⁴⁾	11.4	7.0		10.2	Not Required	
				81.5	5	75.8 ⁽⁴⁾	7.5	6.8		6.2	Not Required	
Scenario 2	Heavy	887,500	Winter	82.0	5	76.4	2.6	6.4	49	4.5	10.0	16,200
Scenario 3	Heavy	887,500	Winter	82.0	26.7 ⁽³⁾	75.5 ⁽⁴⁾	18.6	7.4	49	4.5	Not Available	16,200

Notes:

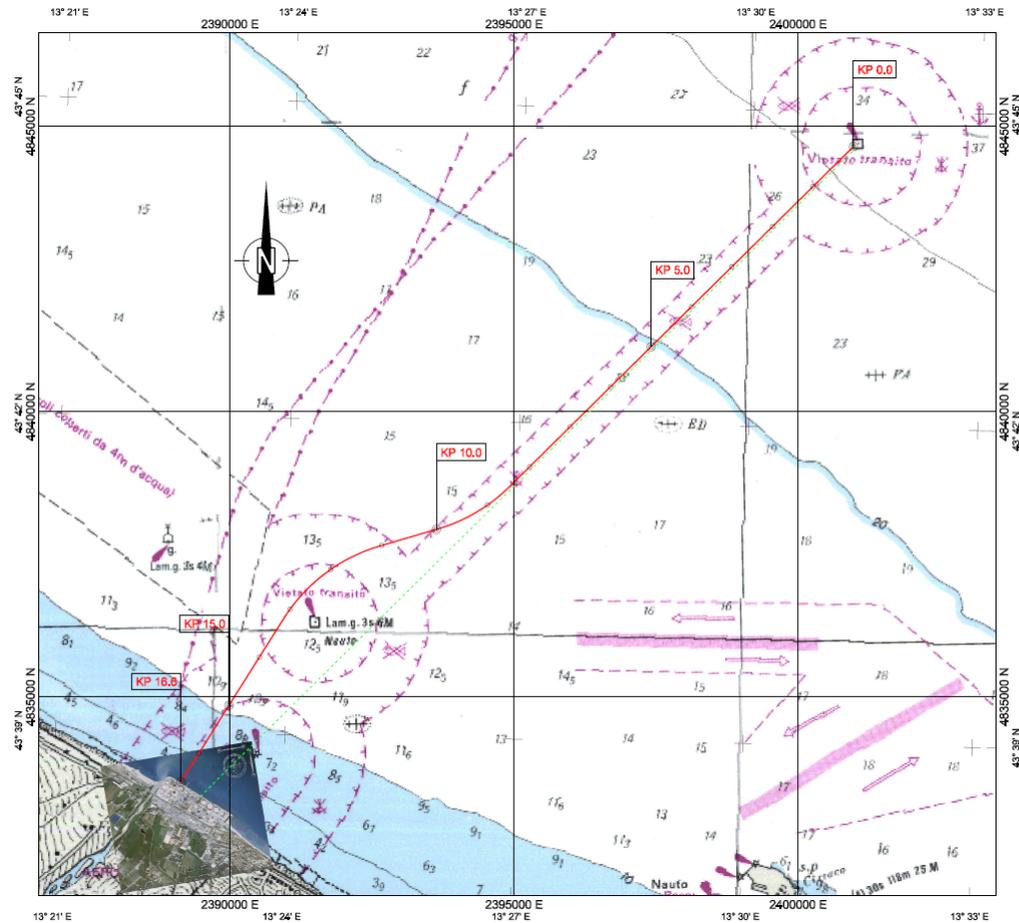
- (1) Capacità da fornire alla stazione di ricevimento a terra in modo da ottenere la temperatura di invio del gas uguale a 4,5 °C (valore più alto di 1,5 °C rispetto alla minima temperatura consentita).
- (2) Portata di azoto da aggiungere alla portata di gas naturale nel terminale di ricevimento a terra in modo da ottenere l'indice Wobbe del gas inviato entro i limiti richiesti (vedere Sec 3.2.3).
- (3) Temperatura del gas richiesta in ingresso della SPM in modo da ottenere la temperatura di invio del gas alla rete nazionale uguale a 4,5 °C senza scaldare il gas alla stazione di ricevimento a terra.
- (4) Scambiatore di calore a terra by-passato (nessuna perdita di carico concentrata).



CUSTOMER : API NOVA ENERGIA LOCATION: FALCONARA (ITALY) PROJECT: <i>PROGETTO LNG – Falconara M.ma</i>	Document No.:	
	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	Rev. A02	Sheet 98 of 103
Saipem Energy Services		

Appendix D Percorso della condotta sottomarina

PIPELINE ROUTE ALIGNMENT DATA						
ROUTE 003 – ALTERNATIVE 3						
POINTS	COORDINATES		DISTANCE		AZIMUTH	RADIUS
	EAST	NORTH	PARTIAL	CUMULATIVE		
Start	2400971.394	4844643.725	8495.538	0.000		
TG' V.1	2394918.705	4838682.256		8495.538	225°26'06.078"	3000
V.1	2394379.542	4838151.218	1482.605	9978.143		
TG' V.1	2393653.004	4837939.461		1058.326	253°45'02.484"	3000
TG' V.2	2392636.955	4837643.323	2170.458	13206.928		
V.2	2391547.119	4837325.679	3378.077	16585.005	212°17'52.749"	
End	2389135.582	4833510.708				



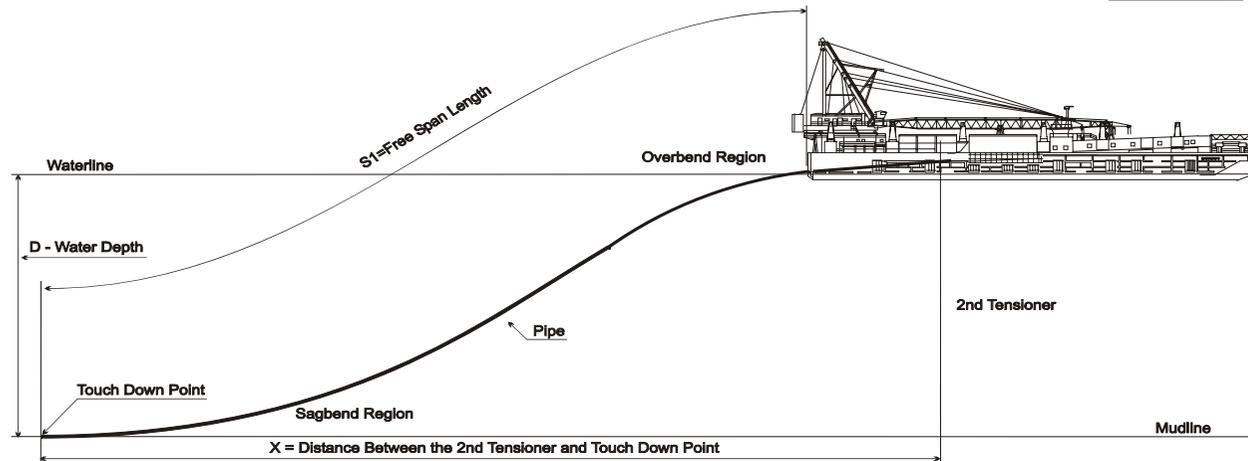


 Saipem Energy Services	CUSTOMER : API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)	539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	PROJECT: <i>PROGETTO LNG – Falconara M.ma</i>	Rev. A02	Sheet 99 of 103

Appendix E Risultati della verifica della posa

 Saipem	API - Falconara	Pipelay layability Analysis
	OD = 28 Inch	Normal Laying
		W.D.= 6 m

Fig. A1



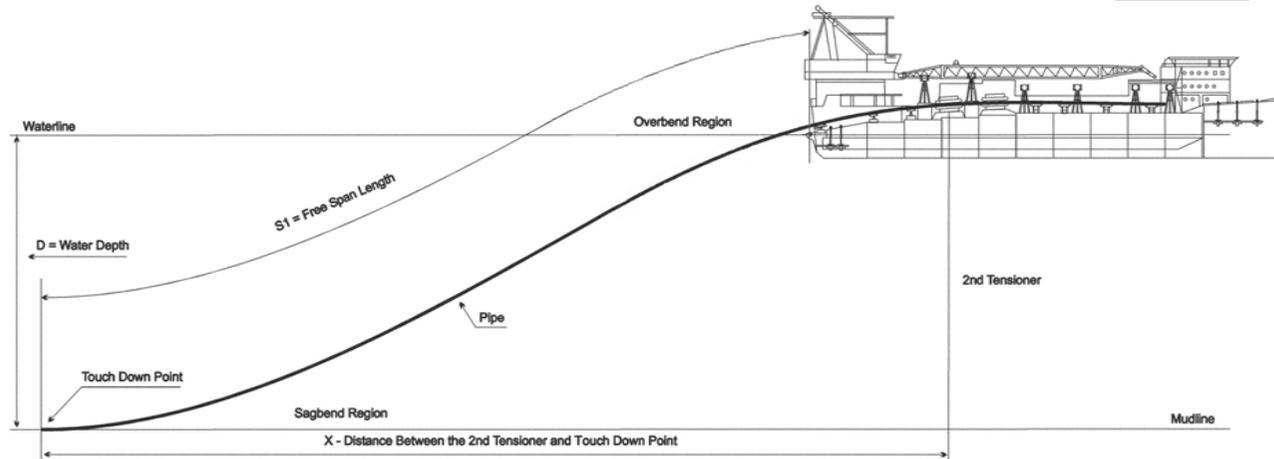
Pipe O. D.	Pipe W. T.	Pipe Grade	Pipe C.C.	Pipe Weight Submerged	Pipe Weight In Air	Water Depth D	Tension On Bottom	T. D. Length X	Lay Forward S - X	Tension At Barge	F. Span Length S1	Maximum Bending Moment & Strain				Maximum Support Loads		Barge Trim	Barge Draft	
												Overbend Region		Sag Bend Region		support n	Ton			
												Moment	Strain	Moment	SMYS					
inch	mm	API 5LX	mm	Kg/m	Kg/m	m	Ton	m	m	Ton	m	T * m	%	T * m	%	support n	Ton	degree	m	
Castoro II																				
28.000	17.500	60	100.00	422.42	1067.62	6.00	32.90	113.02	0.58	40.00	65.00	170.64	64.98	189.43	71.61	Sup_6	20.102	-0.5	4.4	
28.000	17.500	60	100.00	422.42	1067.62	6.00	53.59	123.05	0.55	60.00	75.00	186.85	72.17	159.22	61.79	Sup_6	29.134	-0.5	4.4	



 Saipem Energy Services	CUSTOMER : API NOVA ENERGIA	Document No.: 539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	LOCATION: FALCONARA (ITALY)		
	PROJECT: <i>PROGETTO LNG – Falconara M.ma</i>	Rev. A02	Sheet 100 of 103

 Saipem	API - Falconara	Pipelay Layability Analysis
	OD = 28 Inch	Normal Laying W.D. = 15 m

Fig.A2



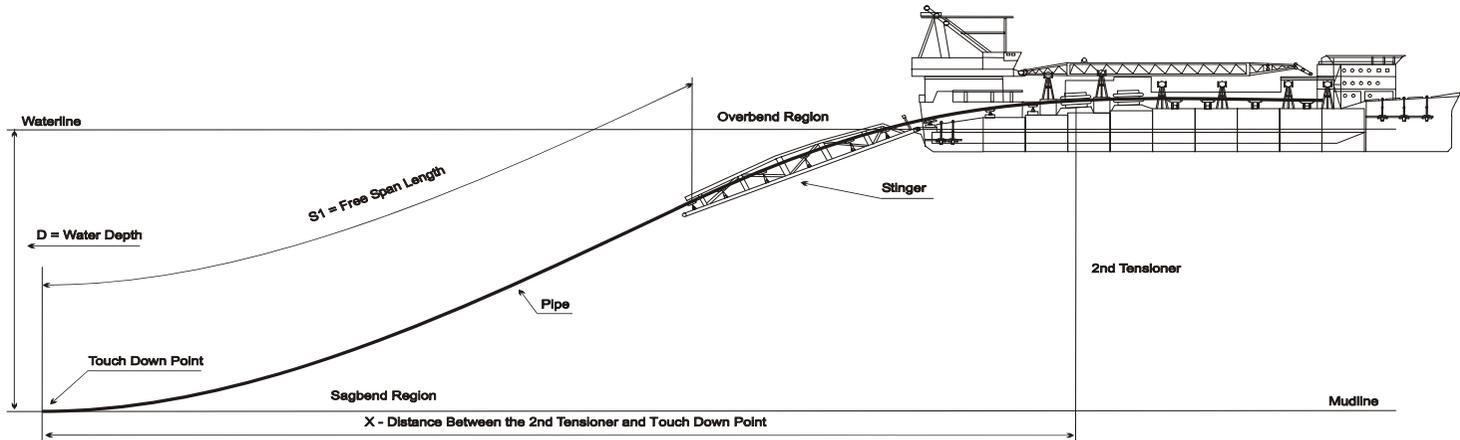
Pipe O. D.	Pipe W. T.	Pipe Grade	Pipe C.C.	Pipe Weight Submerged	Pipe Weight In Air	Water Depth	Tension On Bottom	T. D. Length X	Lay Forward S - X	Tension At Barge	F. Span Length S1	Maximum Bending Moment & Strain				Maximum Support Loads		Barge Trim	Barge Draft
												Overbend Region		Sagbend Region		support n°	ton		
												Moment	Strain	Moment	SMYS				
Castoro II																			
28.000	17.500	60	80.00	306.21	901.36	15.00	61.52	162.13	1.48	70.00	115.01	191.90	74.52	169.95	66.25	Sup_5	19.029	-0.5	4.4
28.000	17.500	60	80.00	306.21	901.36	15.00	81.52	167.18	1.43	90.00	120.01	194.29	76.70	151.16	60.59	Sup_5	19.819	-0.5	4.4
Crawler																			
28.000	17.500	60	80.00	306.21	901.36	15.00	38.06	200.93	1.38	45.00	170.01	168.35	64.61	89.78	35.36	Sup_B3	22.988	-0.5	8.5
28.000	17.500	60	80.00	306.21	901.36	15.00	58.15	221.03	1.28	65.00	190.01	169.40	66.24	71.07	29.74	Sup_B2	17.145	-0.5	8.5

To achieve an adequate pipelay stress with Crawler, it is necessary to lay the pipeline using a 5.5ton bouyancy tank every 24m.



CUSTOMER : LOCATION: FALCONARA (ITALY)	API NOVA ENERGIA	Document No.:	
	PROJECT: <i>PROGETTO LNG – Falconara M.ma</i>	Rev. A02	Sheet 101 of 103
 Saipem Energy Services			

 Saipem <small>Castoro Barge Operator</small>	API - Falconara OD = 28 Inch	Pipelay Layability Analysis Normal Laying W.D. = 35 m
		Fig.A3



Pipe O. D.	Pipe W. T.	Pipe Grade	Pipe C.C.	Pipe Weight Submerged	Pipe Weight In Air	Water Depth D	Tension On Bottom	T. D. Length X	Lay Forward S - X	Tension At Barge	F. Span Length S1	Maximum Bending Moment & Strain				Maximum Support Loads		Barge Trim	Barge Draft	
												Overbend Region		Sagbend Region		support n°	ton			
												Moment	Strain	Moment	SMYS					
inch	mm	API 5LX	mm	kg/m	kg/m	m	ton	m	m	ton	m	ton * m	%	ton * m	%		ton	degree	m	
Castoro II																				
28.000	17.500	60	55.00	168.22	703.96	35.00	31.06	245.41	3.99	40.00	135.00	176.44	66.95	169.01	64.02	Sup_5	23.744	-0.5	4.4	
28.000	17.500	60	55.00	168.22	703.96	35.00	51.09	265.66	3.74	60.00	155.01	172.96	67.18	135.63	53.01	Sup_5	25.350	-0.5	4.4	
Crawler																				
28.000	17.500	60	55.00	168.22	703.96	35.00	35.20	238.99	4.29	45.00	145.00	180.77	68.81	163.09	62.10	s5	16.957	-0.5	8.5	
28.000	17.500	60	55.00	168.22	703.96	35.00	55.21	254.23	4.06	65.00	160.01	156.46	61.49	130.89	51.53	Sup_B2	13.595	-0.5	8.5	



CUSTOMER : LOCATION: FALCONARA (ITALY)	Document No.: 539341-AA-C00-000-ZS-0001	
	Rev. A02	Sheet 102 of 103
PROJECT: PROGETTO LNG – Falconara M.ma		
 Saipem Energy Services		

Appendix F Tipico schema di una stazione di misura

