

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	1 di 190

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO
IMPIANTO GNL DI PANIGAGLIA

DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

4	25/09/06	Emissione Finale	NRO	BCA	PCA
3	31/08/06	Aggiornamento	NRO	BCA	PCA
2	04/08/06	Aggiornamento	VDE	BCA	PCA
1	06/12/05	Emissione Finale	SEI	RR	AF
0	16/11/05	Prima Emissione al Cliente	SEI	RR	AF
Rev.	DATA	Descrizione	Preparato	Verificato	Approvato

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 2 di 190

INDICE

1. INTRODUZIONE	8
2. SCOPO DEL PROGETTO	10
2.1. CAPACITA PROGETTATA	10
2.2. SOMMARIO DELLE MODIFICHE PREVISTE DELL' IMPIANTO	11
3. CARATTERISTICHE ATTUALI DELL'IMPIANTO	12
3.1. SISTEMA DI RICEZIONE	13
3.2. SISTEMA DI STOCCAGGIO	13
3.3. SISTEMA DI RIGASSIFICAZIONE.....	14
3.4. NAVI METANIERE IN ARRIVO AL TERMINALE.....	15
3.5. FREQUENZA DEGLI ARRIVI	16
4. DATI DI BASE DEL PROGETTO	17
4.1. CARATTERISTICHE AMBIENTALI	17
4.1.1. Condizioni climatiche	17
4.1.2. Temperatura dell'acqua di mare	17
4.2. DATI DI PROCESSO.....	18
4.2.1. Composizione tipica del GNL ricevuto a Panigaglia.....	18
4.2.2. Capacità dell'impianto	19
4.2.3. Caratteristiche del gas naturale alla rete Snam	19
4.3. TIPOLOGIA DELLE NAVI METANIERE IN ARRIVO A PANIGAGLIA	20
5. DESCRIZIONE FUNZIONALE DELL'IMPIANTO	22
5.1. GENERALITÀ	22
5.2. SISTEMA DI RICEZIONE E TRASFERIMENTO DEL GNL.....	22
5.3. STOCCAGGIO E MOVIMENTAZIONE DEL GNL.....	23
5.3.1. Nuovi serbatoi di stoccaggio.....	23
5.4. SISTEMA DI RIGASSIFICAZIONE.....	26
5.5. SISTEMI AUSILIARI	28
5.5.1. Sistema aria compressa	28
5.5.2. Sistema azoto	29
5.5.3. Sistema acqua potabile e servizi	30
5.5.4. Sistema acqua di raffreddamento macchine.....	30

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	3 di 190

5.5.5.	Sistema fuel gas	30
5.5.6.	Sistema di stoccaggio e distribuzione gasolio.....	31
5.5.7.	Sistema recupero e stoccaggio acqua demineralizzata	31
5.5.8.	Sistema blow-down e vent	31
5.6.	SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA.....	33
5.6.1.	Descrizione generale dell'impianto	33
5.6.2.	Livelli di Tensione	36
5.6.3.	Condizioni del Neutro	36
5.6.4.	Descrizione delle Misure di Protezione contro i Contatti Diretti e Indiretti.....	37
5.6.5.	Stazione AT.....	38
5.6.6.	Distribuzione MT	42
5.6.7.	Distribuzione BT	47
5.6.8.	Servizi di emergenza.....	47
5.6.9.	Impianto d'Illuminazione.....	48
5.6.10.	Condutture Elettriche	49
6.	CENTRALE DI COGENERAZIONE PER AUTOPRODUZIONE.....	50
6.1.	CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO DI COGENERAZIONE	50
6.1.1.	Condizioni ambientali di riferimento.....	50
6.2.	BILANCIO ENERGETICO DELL'IMPIANTO GNL	51
6.2.1.	Condizioni operative dello stabilimento GNL	51
6.2.2.	Fabbisogno termico.....	51
6.2.3.	Fabbisogno elettrico	52
6.3.	CONFIGURAZIONE DI IMPIANTO E SCELTA DEL TURBOGAS.....	52
6.4.	APPARECCHIATURE PRINCIPALI DELL'IMPIANTO DI COGENERAZIONE	54
6.4.1.	Turbogeneratore (modello Rolls Royce RB211-6761 o equivalente)	54
6.4.2.	Sistemi e moduli ausiliari.....	54
6.4.3.	Sistema di recupero termico.....	55
6.4.4.	Gruppo di generazione ausiliario	55
6.5.	PRESTAZIONI DELL'IMPIANTO DI COGENERAZIONE.....	56
6.6.	ATTIVITÀ NECESSARIE ALL'INSERIMENTO DELLA NUOVA CENTRALE	57
6.7.	CONDIZIONI DI ESERCIZIO PER IL RICONOSCIMENTO DELLA QUALIFICA DI IMPIANTO DI COGENERAZIONE	58
6.7.1.	Valutazione dell'Indice di Risparmio Energetico (IRE) e del Limite Termico (LT) ..	59
7.	SISTEMI PER LA SICUREZZA DELL'IMPIANTO	60
7.1.	FILOSOFIA DEI SISTEMI DI CONTROLLO	60
7.2.	SISTEMA DI RILEVAZIONE GAS, INCENDI E PERDITE	62

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	4 di 190

7.3.	PREVENZIONE E CONTENIMENTO RILASCI DI GNL.....	63
7.4.	SISTEMA BLOCCHI DI EMERGENZA E DI PROCESSO.....	63
7.4.1.	Emergenza di III livello	64
7.4.2.	Emergenza di II livello.....	64
7.4.3.	Emergenza di I livello.....	65
7.5.	SISTEMI DI CONTROLLO DELLA PRESSIONE.....	66
7.6.	SISTEMA ACQUA ANTINCENDIO.....	66
7.6.1.	Necessità di adeguamento del sistema acqua antincendio.....	66
7.6.2.	Interventi di adeguamento del sistema acqua antincendio.....	67
7.6.3.	Normative di riferimento	67
7.6.4.	Descrizione degli interventi	68
7.6.5.	Definizione della massima richiesta d'acqua antincendio	70
7.6.6.	Stazione di pompaggio principale.....	71
7.6.7.	Stazione di pompaggio di emergenza	71
7.6.8.	Rete di distribuzione principale	71
7.6.9.	Distribuzione al pontile.....	71
7.7.	SICUREZZA DELL'IMPIANTO E TUTELA DEL PERSONALE.....	72
7.8.	SICUREZZA DEL SITO	73
7.9.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	73
8.	STUDIO DEL TRAFFICO MARITTIMO.....	73
8.1.	AREA DI MANOVRA DELLE NAVI METANIERE	73
8.2.	ORIENTAMENTO DELL'ACCOSTO.....	75
8.3.	QUANTITÀ GNL DA MOVIMENTARE.....	76
8.4.	FREQUENZA DEGLI ARRIVI	76
8.5.	TEMPI TOTALI DI OCCUPAZIONE E DI INAGIBILITÀ DEL TERMINALE.....	79
9.	EMISSIONI	83
9.1.	EMISSIONI IN ATMOSFERA	83
9.1.1.	Emissioni dei vaporizzatori SCV	83
9.2.	EMISSIONI	84
9.2.1.	Emissioni dei nuovi vaporizzatori.....	84
9.2.2.	Emissioni del turbogas.....	85
9.2.3.	Emissioni del turbogas e vaporizzatori	86
9.3.	EMISSIONI FUGGITIVE	87
9.3.1.	Fattori di emissione.....	87
9.3.2.	Sorgenti e valori di emissioni fugitive	87

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	5 di 190

9.4.	EMISSIONI SONORE	88
9.4.1.	Emissioni sonore	88
9.4.2.	Emissioni sonore del turbogas	89
10.	PRELIEVI E SCARICHI IDRICI	90
10.1.	ACQUA DI RAFFREDDAMENTO	90
10.2.	ACQUA DI RECUPERO	93
10.3.	ACQUA PER USI CIVILI.....	93
10.4.	SCARICHI ACQUE REFLUE	93
11.	ATTIVITÀ A TERRA.....	96
11.1.	RECINZIONI E OPERE TEMPORANEE DI CANTIERE.....	96
11.2.	ATTIVITÀ DI DEMOLIZIONE	97
11.2.1.	Demolizione dei serbatoi GNL esistenti	97
11.2.2.	Scavo per i nuovi serbatoi semi-interrati	98
11.2.3.	Altre demolizioni e smantellamenti	99
11.2.4.	Stima dei principali materiali di demolizione, scavo e smantellamento.....	99
11.2.5.	Smaltimento del materiale	100
11.3.	LAVORI CIVILI.....	101
11.3.1.	Muro di contenimento dei nuovi serbatoi	101
11.3.2.	Palificazioni	101
11.3.3.	Altri lavori civili.....	101
11.3.4.	Stima dei principali materiali delle costruzioni civili	102
11.4.	COSTRUZIONE DEI NUOVI SERBATOI.....	103
11.4.1.	Fasi di costruzione	103
11.4.2.	Stima dei principali materiali per la costruzione dei serbatoi.....	111
11.5.	ATTIVITÀ DI MONTAGGIO E COMPLETAMENTO.....	111
11.5.1.	Montaggi meccanici.....	111
11.5.2.	Montaggi elettrici.....	112
11.5.3.	Montaggi strumentali	112
11.5.4.	Verniciature e coibentazioni	113
11.5.5.	Completamento della costruzione.....	113
11.5.6.	Stima principali materiali di montaggio.....	113
11.6.	ATTIVITÀ GENERALI	114
11.6.1.	Precommissioning.....	114
11.6.2.	Commissioning	114
11.6.3.	Avviamento dell'impianto	115
11.6.4.	Decommissioning a fine vita dell'impianto.....	116

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	6 di 190

11.7.	MEZZI E ATTREZZATURE DI CANTIERE	117
11.8.	TRASPORTO E MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI	119
11.9.	MANODOPERA	120
11.10.	COMPUTO METRICO MATERIALI MOVIMENTATI	120
12.	ATTIVITÀ A MARE.....	121
12.1.	ANALISI DI ORMEGGIO E ADEGUAMENTO PONTILE.....	121
12.1.1.	Scopo.....	121
12.1.2.	Documenti di riferimento e Normative	123
12.1.3.	Dati e criteri di progetto	125
12.1.4.	Studio per la scelta della configurazione ottimale per l'adeguamento del pontile	127
12.1.5.	Analisi di manovrabilità per l'ingresso e l'uscita delle navi metaniere.....	131
12.1.6.	Definizione delle capacità delle bricole di accosto	134
12.1.7.	Definizione delle capacità delle bricole di ormeggio.....	145
12.1.8.	Inquadramento geotecnico e influenza del dragaggio sui pali esistenti.....	149
12.1.9.	Bricole di ormeggio e accosto	150
12.1.10.	Adeguamento del pontile per le nuove tubazioni.....	154
12.1.11.	Sistema di protezione catodica e verniciatura dei pali.....	157
12.1.12.	Modalità di esecuzione e programma dei lavori	158
12.1.13.	Stima budgetaria dei lavori	159
12.2.	DRAGAGGI	160
12.2.1.	La rada della Spezia	160
12.2.2.	Considerazioni generali navigazionali	161
12.2.3.	Area soggetta a dragaggio.....	162
12.2.4.	Stima della batimetria nella Rada della Spezia.....	163
12.2.5.	Stima della stratigrafia dei fondali nella Rada della Spezia.....	166
12.2.6.	Stima dei volumi da dragare	168
12.2.7.	Risultati delle indagini chimiche effettuate sui sedimenti	171
12.2.8.	Stima dei volumi di sedimento contaminato da bonificare.....	172
12.2.9.	Bonifica del materiale dragato	182
12.2.10.	Bonifica fondale da ordigni bellici.....	184
12.2.11.	Sistemi di dragaggio ambientale	185
12.2.12.	Costi di dragaggio	186
13.	PROGRAMMA DI REALIZZAZIONE	188
14.	STIMA DEI COSTI.....	189

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	7 di 190

ELENCO ALLEGATI

- ALLEGATO – 1 : PFD**
- ALLEGATO – 2 : SCHEMI DI PROCESSO e BILANCI MATERIA**
- ALLEGATO – 3 : LISTA APPARECCHIATURE**
- ALLEGATO – 4 : PLANIMETRIE D’IMPIANTO**
- ALLEGATO – 5 : LAYOUT INSTALLAZIONI PRINCIPALI**
- ALLEGATO – 6 : VENT(ANALISI DI IRRAGGIAMENTO)**
- ALLEGATO – 7 : STUDIO DI NAVIGABILITA’**
- ALLEGATO – 8 : SCHEMI DEL NUOVO SISTEMA DI ORMEGGIO**
- ALLEGATO – 9 : ANALISI DI ORMEGGIO**
- ALLEGATO – 10 : UNIFILARE ELETTRICO**
- ALLEGATO – 11 : LAYOUT SOTTOSTAZIONE AT e MT**
- ALLEGATO – 12 : ELENCO APPARECCHIATURE ELETTRICHE**
- ALLEGATO – 13 : PROGRAMMI DI REALIZZAZIONE**
- ALLEGATO – 14 : ISTOGRAMMI MANODOPERA**
- ALLEGATO – 15 : NORMATIVE E CRITERI DI PROGETTAZIONE**

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	8 di 190

1. INTRODUZIONE

L'impianto di Panigaglia, di proprietà GNL Italia, è stato costruito tra il 1967 ed il 1970 ed avviato nel 1971: l'impianto, nella sua configurazione originale, era stato realizzato per ricevere il gas libico, renderlo intercambiabile con quello più leggero estratto nei giacimenti italiani e quindi immetterlo in rete. Con la cessazione dell'importazione dalla Libia, l'impianto è stato adeguato secondo gli standard tipici degli impianti di rigassificazione, ed utilizzato per la rigassificazione di GNL di provenienze diverse.

Nel 1980, dopo l'interruzione dei rapporti contrattuali con la Libia, l'impianto ha lavorato a regime ridotto fino all'anno 1987, anno in cui è stato deciso di sottoporlo al primo intervento di ristrutturazione. A questo intervento, durato dal 1987 al 1991, ne è seguito un altro effettuato tra il 1995 ed il 1997 nel quale i due serbatoi di stoccaggio del GNL sono stati modificati trasformandoli da singolo a doppio contenimento.

I diversi interventi di adeguamento ai quali è stato sottoposto l'impianto nel corso degli anni hanno portato all'attuale assetto, condizionato di volta in volta dalle precedenti soluzioni impiantistiche; ad esempio il sistema di assorbimento vapori di boil-off opera ad una pressione relativamente elevata rispetto a quanto normalmente considerato negli impianti di più recente progettazione.

Questa configurazione condiziona il sistema di pompaggio GNL in quanto la presenza dell'assorbitore di boil-off ad una pressione intermedia tra quella di stoccaggio e quella della rete costringe a dividere il sistema di pompaggio GNL in due sezioni, con conseguente aumento del numero delle apparecchiature rotanti in esercizio.

L'elevato numero di pompe criogeniche presente nell'impianto ha come conseguenza una riduzione dell'affidabilità del sistema di pompaggio stesso, e quindi dell'impianto, e un costo di investimento elevato nel caso che l'aumento di capacità dell'impianto richieda modifiche alle pompe di spedizione GNL.

La capacità dell'impianto è funzione principalmente di:

- Capacità del sistema di pompaggio GNL
- Capacità del sistema di vaporizzazione GNL

Il sistema recupero vapori di boil-off non è legato strettamente alla capacità dell'impianto. Il potenziamento del sistema recupero boil-off porterebbe al solo vantaggio di ridurre il tempo di scarica delle navi metaniere.

Pertanto l'aumento di capacità di tale sistema è slegato dall'aumento di capacità del Terminale stesso.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.		Documento n.:
	LOCALITÀ:	Italia		539178-A-000-ZR-0001
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia		Rev. 4
				Pag. 9 di 190

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	10 di 190

2. SCOPO DEL PROGETTO

GNL Italia intende realizzare un ammodernamento e adeguamento dell'impianto GNL di Panigaglia (Fezzano di Portovenere, La Spezia) con l'obiettivo di raggiungere la potenzialità di rigassificazione di circa 8 miliardi di Sm³/anno.

Il presente documento riporta lo studio di ingegneria preliminare eseguito per identificare le soluzioni tecnologiche ed impiantistiche, e la relativa stima di investimento, atte ad aumentare la capacità di produzione dell'impianto.

Il progetto prevede l'ammodernamento e la sostituzione di parte delle apparecchiature e dei sistemi dell'impianto, la realizzazione di un nuovo parco serbatoi, e le opere di adeguamento e ammodernamento del pontile.

Il progetto di ammodernamento e adeguamento dell'impianto si realizzerà attraverso 1 fase di implementazione.

2.1. CAPACITA PROGETTATA

Il progetto è di aumentare la capacità di produzione dell'impianto attuale di $3,5 \cdot 10^9$ Sm³/anno a $8 \cdot 10^9$ Sm³/anno.

- Il progetto preliminare allora identificherà le soluzioni tecnologiche ed operative da effettuare per accertarsi: Al minimo 350 giorni/anno di lavoro
- Una capacità giornaliera media di rigassificazione dell'impianto paria a 38.000m³_{gnl}/giorno; La capacità di rigassificazione dovrebbe essere considerata con una flessibilità di 10% (cioè 38 000 + 1 000 per SCV ed il turbogeneratore + 10%).
- Una capacità giornaliera massima di rigassificazione dell'impianto ottimale in funzione delle soluzioni tecnologiche preposte in grado di operare con densità del GNL variabili tra i 430 e i 485 Kg/m³.
- Una capacità di stoccaggio GNL più elevata rispetto a quella attuale;
- La ricezione di metaniere di maggiore capacità di trasporto (fino a 145.000 m³) rispetto a quella attuale.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	11 di 190

2.2. SOMMARIO DELLE MODIFICHE PREVISTE DELL' IMPIANTO

Per il conseguimento di tali obiettivi, si deve provvedere alla:

- Realizzazione di un nuovo sistema di pompaggio GNL;
- Adeguamento del sistema di vaporizzazione;
- Rifacimento dei serbatoi di stoccaggio del GNL (incremento di capacità del parco serbatoi);
- Modifica del pontile di scarico delle navi GNL (incremento di capacità di ricezione del pontile);
- Adeguamento funzionale quando necessario dei servizi ausiliari di impianto;
- Adeguamento della sottostazione AT.

Inoltre, verrà installata all'interno dell'area di stabilimento una centrale di cogenerazione per autoproduzione. L'iniziativa di GNL Italia a tale riguardo muove dalla necessità di rispondere a diverse esigenze:

- Garantire la copertura annua del fabbisogno di energia elettrica dell'impianto;
- Recuperare il calore contenuto nei fumi di scarico della turbina utilizzandolo nel processo di rigassificazione del GNL, con conseguente risparmio di fuel gas destinato ai bruciatori dei vaporizzatori a fiamma sommersa;
- Immettere in rete l'eventuale eccedenza dell'energia elettrica prodotta, in accordo ai limiti imposti dal legislatore ai fini del riconoscimento della qualifica di autoproduttore (soggetto industriale che consuma almeno il 70% dell'energia annua prodotta per gli usi propri, con il beneficio di poter cedere alla rete il surplus di produzione derivante dal fabbisogno termico di cui si necessita per gli scopi tecnologici).

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	12 di 190

3. CARATTERISTICHE ATTUALI DELL'IMPIANTO

Lo stabilimento GNL è l'unico impianto di ricezione e rigassificazione di gas naturale liquefatto esistente in Italia. L'impianto fu costruito tra il 1967 ed il 1970 e progettato per ricevere e lavorare il GNL trasportato via mare dalla Libia. Dalla fine degli anni 80 fu attuata una totale ristrutturazione dell'impianto, per renderlo meno complesso, più affidabile e semplice nella gestione ed adeguarlo alle nuove disponibilità di gas leggero. Nel 1991 al termine della ristrutturazione l'impianto ha assunto l'attuale configurazione, ad eccezione dei serbatoi di stoccaggio. Nel 1995, si è proceduto all'adeguamento tecnologico dei due serbatoi di stoccaggio GNL, trasformandoli in serbatoi "a doppio contenimento". Nell'occasione si è curato in modo particolare l'inserimento dell'impianto nel paesaggio circostante, sulla base del progetto elaborato dalla scuola di Architettura del Paesaggio dell'Università di Genova. Dal 1997 l'impianto ha ripreso a funzionare con continuità. Nel 2000 è iniziato il potenziamento del sistema di recupero dei vapori di gas naturale (boil off gas) terminato agli inizi del 2003.

L'impianto GNL di Panigaglia ha attualmente una capacità annuale di vaporizzazione pari a circa 3,5 miliardi di metri cubi, misurati a condizioni standard (pressione 1,0135 bar, temperatura 288,15 K).

Il fattore di servizio all'impianto è pari a 350 giorni all'anno, corrispondente a 8.400 ore di funzionamento continuo.

Pertanto la capacità giornaliera corrispondente è di 10 milioni di metri cubi standard al giorno.

Attualmente l'impianto immette nel metanodotto Snam Rete Gas una portata massima di circa 11,2 milioni di metri cubi standard al giorno, dipendentemente dalla qualità del GNL.

Occorre tuttavia evidenziare che la portata massima di 11,2 milioni di metri cubi standard al giorno si ha con una pressione del metanodotto compresa tra 50 e 60 barg. In queste condizioni le pompe di spedizione GNL lavorano ad una pressione di mandata inferiore a quella massima richiesta, che è di 79 barg, corrispondente ad una pressione massima operativa di 75 barg nel metanodotto Snam Rete Gas.

L'impianto è costituito dalle seguenti macrosezioni:

- Ricezione
- Stoccaggio
- Rigassificazione

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	13 di 190

3.1. SISTEMA DI RICEZIONE

La sezione di ricezione è costituita dall'area di attracco delle metaniere, da tre bracci (2 di scarica da 12" e uno ritorno vapori da 8" costruiti dalla FMC/Chiksan), dalla linea di trasferimento GNL da 24" con una portata di scarico max. di 4.000 m³_{gnl}/h, e dalla linea di ritorno vapori di Boil Off da 12".

L'area di attracco delle navi metaniere è ubicata all'estremità di un pontile lungo circa 500m e consente la ricezione di navi di capacità compresa tra 25.000 m³ e 70.000 m³ di gas naturale liquefatto ed aventi il manifold di attacco bracci al centro della nave. La durata complessiva della scarica è mediamente di 24 h.

Il GNL viene scaricato dalla nave metaniera attraverso 2 bracci di scarica della portata di 2.000 m³_{gnl}/h ciascuno alla temperatura di circa -160°C e alla pressione di 3 barg e inviato ai serbatoi di stoccaggio tramite la linea di trasferimento.

Durante la scarica attraverso il terzo braccio può essere effettuato un ritorno vapori alla nave di portata pari a 12.000 Sm³/h per compensare la diminuzione di pressione conseguente al prelievo di liquido.

3.2. SISTEMA DI STOCCAGGIO

La sezione di stoccaggio è costituita da due serbatoi di stoccaggio GNL e dalle pompe sommerse per la movimentazione del GNL. Il gas naturale liquefatto è stoccato in due serbatoi ognuno della capacità di 50.000 m³, con una capacità utile operativa di circa 44.000 m³, alla temperatura di circa -160°C ed una pressione di esercizio leggermente superiore a quella atmosferica (0,035 barg)

Il GNL viene prelevato dalla sommità del tetto di ogni serbatoio tramite pompe sommerse e di portata nominale pari a circa 500 m³_{gnl}/h ciascuna e inviato direttamente alle pompe centrifughe di alimentazione dei vaporizzatori. Essendo il GNL all'interno dei serbatoi di stoccaggio all'equilibrio liquido-vapore si ha una produzione continua di vapori di gas naturale (Boil Off Gas). Inoltre in condizioni di normale esercizio lungo la linea di trasferimento del GNL e all'interno dei serbatoi di stoccaggio si ha la formazione di boil off in funzione del calore scambiato con l'esterno, se pur minimizzato dalle coibentazioni delle linee di processo e dei serbatoi di stoccaggio. La produzione di boil off è maggiore in scarica a causa dell'energia trasferita al GNL per la sua movimentazione. Tali vapori di boil off in parte possono essere inviati alla nave tramite una soffiante e in parte sono inviati a recupero tramite compressori alternativi di portata complessiva pari a 18000 kg/h.

Per ragioni di sicurezza, nel caso di sovrappressione, i vapori di boil off in eccesso sono inviati direttamente in atmosfera tramite un vent a quota 72m.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	14 di 190

3.3. SISTEMA DI RIGASSIFICAZIONE

La sezione di rigassificazione è costituita dalle pompe per la movimentazione e pressurizzazione del gas naturale liquefatto e dai vaporizzatori a fiamma sommersa.

Il GNL viene pompato dalla pressione atmosferica dei serbatoi fino alla pressione di rete tramite un sistema di tre pompe funzionanti in serie e costituito da:

- Due pompe sommerse (25-P-502 A/B per il primo serbatoio, e 25-P-602 A/B per l'altro serbatoio) da 508 m³/h ciascuna (una in marcia e l'altra di riserva) e una pompa (25-P-501, 25-P-601) da 170 m³/h per ciascun serbatoio GNL. Questa ultima pompa è utilizzata per il raffreddamento delle linee prima dell'avviamento dell'impianto e per produrre al di sotto di un definito carico di vaporizzazione.
- Quattro pompe centrifughe primarie (10-P-101 A/B/C/D) della capacità nominale di 250 m³/h ciascuna. Una pompa è normalmente di riserva.
- Quattro pompe centrifughe secondarie o di rilancio (10-P-104 A/B/C/D) della capacità nominale di 250 m³/h ciascuna. Una pompa è normalmente di riserva.

La pressione di mandata finale massima è 79 barg, consistente con la pressione massima del metanodotto Snam Rete Gas pari a 75 barg.

Il GNL alla pressione di rete è poi inviato ad un gruppo di vaporizzatori a fiamma sommersa (tre in esercizio ed una di riserva), di portata pari alle pompe precedenti (250 m³/h).

Il calore necessario alla vaporizzazione viene prodotto dalla combustione del gas naturale (fuel gas) spillato a valle dei vaporizzatori. Il vapore d'acqua prodotto nei fumi di combustione viene recuperato tramite gorgogliamento nell'acqua della vasca. Questo passaggio accresce la quantità d'acqua nella vasca stessa. L'acqua in eccesso viene recuperata e soltanto in caso di sovrariempimento del sistema di recupero l'acqua è convogliata tramite apposito scarico in mare.

Il recupero dei gas di boil off avviene in una colonna di assorbimento in cui il BOG, compresso fino alla pressione di esercizio della colonna (circa 23 barg) dai compressori alternativi è riassorbito nel GNL.

Il GN in uscita dai vaporizzatori qualora non rispettasse le specifiche di intercambiabilità con il gas di rete viene corretto mediante l'aggiunta di un fluido a potere calorifero nullo (aria). L'aria essiccata viene compressa fino alla pressione finale del metanodotto da due linee di compressori in parallelo di portata complessiva pari a 4.300 Nm³/h ciascuno. Le condense di tali compressori entrano nella fognatura generale di stabilimento e convogliano a mare.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 15 di 190

3.4. NAVI METANIERE IN ARRIVO AL TERMINALE

Al momento risultano accettate al terminale di Panigaglia le seguenti navi metaniere:

NOME	Volume storico (*) scaricato al terminale di Panigaglia (m ³ GNL)	Tank System	N° of Tank	DIMENSIONI/DIMENSIONS (LOA x breadth x draught) (m)
LNG Portovenere	63.000	Gaz Transport No. 96	4	216,13x33,90x9,52
LNG Lerici	63.000	Gaz Transport No. 96	4	216,13x33,90x9,52
LNG Elba	38.000	Esso	4	207,87x29,26x9,17
LNG Palmaria	38.000	Esso	4	207,87x29,26x9,17
Descartes	47.000	Technigaz Mark I	6	-
Cinderella	24.500	Worms	7	-
Laietà	38.000	Esso	4	-
Hassi'r Mel	34.800	Gaz Transport No. 82	6	-
Century	28.400	Moss	4	-
Tellier	38.000	Technigaz Mark I	5	-
Havfru	28.400	Moss	4	-
Methane Arctic (**)	44.000	Gaz Transport No. 82	5	-

(*) Il "Volume Storico" scaricato al terminale di Panigaglia è la media aritmetica dei quantitativi scaricati ad ogni scarica. Il valore riportato in tabella viene aggiornato non appena la media risultante ha uno scostamento maggiore del 10%.

(**) Per la nave Methane Arctic risulta autorizzato l'accesso al terminale in accordo con la "Ship Approval Procedure" solo a condizioni tecniche operative esclusive per le quali Gas Natural ha fornito le garanzie richieste. Pertanto l'accesso al terminale della nave è ad oggi limitato all'Utente Gas Natural.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	16 di 190

3.5. FREQUENZA DEGLI ARRIVI

Di seguito vengono riportati gli arrivi navi metaniere relativi all'anno 2003, anno in cui GNL Italia ha ricevuto il numero maggiore (123) di metaniere dal 1997 ad oggi.

Tipo Nave	N°arrivi	Totale GNL Scaricato
(m ³ _{gnl})	Arrivi/anno	10 ⁶ m ³ _{gnl} /anno
63.000	43	2,71
48.000	5	0.24
38.000	49	1,86
28.000	22	0,62
24.000	4	0,096
TOTALE	123	5.53
		3,3 10⁹ Sm³/anno

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	17 di 190

4. DATI DI BASE DEL PROGETTO

4.1. CARATTERISTICHE AMBIENTALI

4.1.1. Condizioni climatiche

Le condizioni ambientali utilizzate come base di progetto sono le seguenti:

- Altitudine sopra il livello del mare: 1 m
- Temperatura
massima ammissibile: + 36°C
minima ammissibile: - 6°C
- Velocità del vento: 130 km/h
- Piovosità: 60 mm/h
- Zona sismica: Categoria III

4.1.2. Temperatura dell'acqua di mare

La temperatura superficiale del mare (medie stagionali) nel Mar Ligure risulta:

- Inverno : 13,5 °C
- Primavera : 14 °C
- Estate : 22,5 °C
- Autunno : 19,5 °C

A partire dai 300 m di profondità si ha una temperatura costante intorno ai + 13°C in qualsiasi stagione.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 18 di 190

4.2. DATI DI PROCESSO

4.2.1. Composizione tipica del GNL ricevuto a Panigaglia

Il presente progetto ha considerato che l'impianto possa processare un GNL di qualità compresa tra quella del GNL leggero e quella del GNL pesante, le cui caratteristiche sono:

Composizione Pesante	
Metano	84.650
Etano	8.390
Propani	4.850
I Butano	0.600
N Butano	0.750
I Pentano	0.150
N Pentano	0.050
Esani	0.000
Azoto	0.560
	100.000
Densità (kg/m³)	481.100

Composizione Medio	
Metano	89.850
Etano	7.750
Propani	1.400
I Butano	0.160
N Butano	0.160
I Pentano	0.005
N Pentano	0.005
Esani	0.000
Azoto	0.670
	100.000
Densità (kg/m³)	455.200

Composizione Leggero	
Metano	97.110
Etano	2.510
Propani	0.230
I Butano	0.040
N Butano	0.050
I Pentano	0.000
N Pentano	0.000
Esani	0.000
Azoto	0.060
	100.000
Densità (kg/m³)	428.900

Nota: Le condizioni di riferimento dell'unità di volume qui adottate sono quelle standard, ovvero (vedi ISO 13443):

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	19 di 190

pressione 101,325 Kpa
temperatura 288,15 K (=15°C)

Per la determinazione del Potere Calorifero Superiore e dell' Indice di Wobbe si assume il seguente riferimento entalpico :

288,15 K (=15°C) ; 101,325 Kpa

4.2.2. Capacità dell'impianto

	8 miliardi di Sm ³ /anno
Capacità rigassificazione giornaliera a metanodotto (Sm ³ /giorno)	22.860.000
Capacità rigassificazione giornaliera for SCV and Turbogenerator (Sm ³ /giorno)	510.000
Capacità totale rigassificazione giornaliera (Sm ³ /giorno)	23.370.000
10% flexibility giornaliera (Sm ³ /giorno)	2.337.000
Capacità totale rigassificazione giornaliera (Sm ³ /giorno)	25.707.000
Giorni di funzionamento	350
Ore di funzionamento	8400
Capacità rigassificazione annua a metanodotto (Sm ³ /anno)	8 miliardi

4.2.3. Caratteristiche del gas naturale alla rete Snam

Il GNL vaporizzato viene immesso nella rete di trasporto nazionale ad alta pressione attraverso il metanodotto Corte-La Spezia di 30".

Le condizioni del metano vaporizzato al limite di batteria del Terminale sono:

	Massimo	Minimo
Pressione max, barg	75	50
Temperatura, °C	20	5
Contenuto di ossigeno, %vol	0.6%	zero
Indice di Wobbe , MJ/Sm ³	52,33	47,31

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 20 di 190

Dati storici mostrano che negli ultimi due anni il metanodotto è stato esercito a una pressione massima intorno ai 60 barg.

Il metanodotto, tuttavia, può operare ad una pressione massima di 75 barg.

4.3. TIPOLOGIA DELLE NAVI METANIERE IN ARRIVO A PANIGAGLIA

Nella seguente tabella sono riportate le caratteristiche principali delle navi metaniere di progetto in arrivo al terminale.

TIPO di NAVE		Nave Massima		Nave Minima	Nave Intermedia
		Serbatoi Sferici	Serbatoi Prismatici	Serbatoi Prismatici	Serbatoi Prismatici
Deadweight	(DWT)	75000	75000	22000	51000
Capacità di Carico	(m ³)	140000	140000	40000	75000
Lunghezza Totale	(m)	300	295	200	250
Lunghezza tra le perpendicolari	(m)	282	280	185	235
Larghezza	(m)	46	46	29,2	35
Altezza di Costruzione	(m)	29	29	18	21
Pescaggio a pieno Carico	(m)	11,3	11,3	8,7	9,5
Pescaggio in Zavorra	(m)	8,3	8,3	4,7	5
Dislocamento a pieno carico	(t)	95000	95000	40000	74000
Area Longitudinale Esposta al Vento (nave a pieno carico)	(m ²)	6700	4600	2500	2800
Area Longitudinale Esposta al Vento (nave in zavorra)	(m ²)	7200	5100	3300	3900
Area Trasversale Esposta al Vento (nave a pieno carico)	(m ²)	1350	1250	380	820
Area Trasversale Esposta al Vento (nave in zavorra)	(m ²)	1450	1350	500	1000
Distanza tra la prua e il Manifold	(m)	120÷140	128÷151	90÷95	120÷130
Distanza tra la flangia Manifold e la murata nave	(m)	2,8÷4	1,6÷4	2÷6	2÷6
Altezza Manifold sopra il livello del mare a nave carica	(m)	19÷21	19÷24	14÷16	13÷17
N° di serbatoi del carico	(N°)	5	5	6	4
N° di pompe di scarico	(N°)	10 (2 per serbatoio)	10 (2 per serbatoio)	12 (2 per serbatoio)	8 (2 per serbatoio)
Tipo di pompe		sommerse	sommerse	sommerse	sommerse

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	21 di 190

Portata massima di scarico nave	(m ³ /h)	10000÷13000	10000÷13000	4000	6400÷9600
Prevalenza Pompe	(m)	105÷160	105÷160	120÷150	105÷150
N° e diametro flangie di connessione liquido (L) e gas (G)		5 (L) 16" 1 (G) 16" (*)	5 (L) 16" 1 (G) 16" (*)	4 (L) 14" 2 (G) 10" (*)	4 (L) 14" 2 (G) 10" (*)

Note:

(*) Sono possibili altre configurazioni relative a N° e diametro delle flange di connessione liquido e gas.

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	22 di 190

5. DESCRIZIONE FUNZIONALE DELL'IMPIANTO

5.1. GENERALITÀ

E' possibile suddividere l'impianto di rigassificazione del GNL nelle seguenti macrosezioni:

- Ricezione e trasferimento;
- Stoccaggio e movimentazione;
- Rigassificazione;
- Sistemi ausiliari.

5.2. SISTEMA DI RICEZIONE E TRASFERIMENTO DEL GNL

Il sistema prevede le apparecchiature per il ricevimento del GNL via nave, la scarica e il trasferimento del prodotto verso i serbatoi di stoccaggio.

Lo scarico del GNL in arrivo al terminale via nave è previsto ad una portata di 12.000 m³/h.

I bracci di carico esistenti saranno smantellati e sostituiti con:

- N° 3 bracci di carico da 16" per il liquido (10-ZA-004/10-ZA-005/10-ZA-006);
- N° 1 braccio da 16" per il ritorno vapori a nave (10-ZA-007).

Le linee e le apparecchiature utilizzate nello scarico del GNL, con l'esclusione dei bracci di scarico, saranno opportunamente coibentate per limitare al massimo la dispersione termica.

Lo scarico del GNL viene effettuato con l'aiuto di tutti i sistemi di controllo e sicurezza necessari per lo svolgimento delle operazioni in un regime di massima affidabilità.

Sia le linee di scarica che la linea di ritorno vapori sono intercettabili, in caso di necessità, tramite valvole di chiusura rapida localizzate in testa ed alla radice del pontile. I bracci di scarico sono dotati di dispositivi di sicurezza atti ad evitare, in caso di emergenza, danneggiamenti alle strutture fisse e/o fuoriuscita di prodotto.

In particolare, in caso movimenti troppo ampi dei bracci di scarico, il sistema è caratterizzato da due soglie di intervento:

- Il superamento della prima soglia comporta l'invio di un segnale di fermata alle pompe di scarica della nave, la chiusura delle valvole intercettrici dei bracci di scarico e la chiusura delle valvole dei bracci poste a valle della connessione alla nave;

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 23 di 190

- Il superamento della seconda soglia attiva il sistema di sgancio di emergenza dei bracci consentendo alla nave di allontanarsi senza perdita di prodotto.

Per lo svuotamento dei bracci, alla fine di ogni discarica è previsto il serbatoio esistente 10-V-1001 che viene scaricato mediante la pompa 10-P-1004. Il serbatoio svolge anche la funzione di abbattitore di condense eventualmente presenti.

Le linee esistenti saranno sostituite da due (2) linee da 30” che funzioneranno in parallelo per il trasferimento del GNL e da una linea di ritorno vapori a nave da 24” (utilizzando la transfer line dell' attuale impianto riconvertita da trasporto fase liquida a fase vapore).

Le operazioni di trasferimento del GNL allo stoccaggio avvengono con ritorno dei vapori alla nave. Ciascuna linea prevede un misuratore di portata scaricata.

5.3. STOCCAGGIO E MOVIMENTAZIONE DEL GNL

Lo stoccaggio del GNL è costituito da due nuovi serbatoi siglati 10-S-4/5 aventi una capacità geometrica unitaria di 120.000 m³.

Ciascun serbatoio è dotato di quattro pompe di estrazione di tipo sommerso siglate 10-P-102 (10-P-102 A/B/C/D per un tank e 10-P-102 E/F/G/H per l'altro) , aventi una portata unitaria di 630 m³/h (tre in esercizio e una di riserva). Le pompe di estrazione inviano il GNL al condensatore del boil-off.

5.3.1. Nuovi serbatoi di stoccaggio

I nuovi serbatoi saranno di forma cilindrica e del tipo a “contenimento totale”, costituiti cioè da una parete interna in acciaio al 9% Ni ed una esterna in cemento armato precompresso.

L'intercapedine tra le due pareti sarà riempita di perlite espansa. Non avranno aperture sul fondo o sulle pareti al di sotto del livello del liquido e tutte le linee attraverseranno il tetto, assicurando quindi elevati livelli di sicurezza.

Con lo scopo di attenuare l'impatto visivo, i nuovi serbatoi verranno interrati per un'altezza di circa 17 m dal piano campagna. La massima altezza di questi (elevazione massima raggiunta dalla cupola) non dovrà superare quella dei serbatoi attuali che è di circa 29,4m. Il layout dei nuovi serbatoi proposti è incluso nell' Allegato 5.

Tenendo conto dei livelli operativi nei serbatoi (livello minimo di 3.2 m sul fondo per assicurare un adeguato battente alle pompe e livello massimo di 33,58 m dal fondo per assicurare un adeguato margine di sicurezza in caso di ondeggiamenti della massa liquida dovuti a fenomeni sismici) la

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	24 di 190

capacità operativa unitaria sarà di 105000 m³. La capacità operativa presa in conto per la simulazione del "turn-over" delle nave è solo di 95000 m³

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	25 di 190

Dati generali nuovi serbatoi GNL

Densità	:	468.8 kg/m ³
Temperatura operativa	:	-162 °C
Produzione Boil-off (at DMLL)	:	0.050 % vol./day
Capacità di stoccaggio operativa	:	105000 m ³
Diametro interno del serbatoio	:	66,40 m
Altezza contenitore primario 9% Ni	:	35,1 m
Design liquid innate rate	:	14000 m ³ /h
Design liquid outage rate	:	1890 m ³ /h
Normativa di riferimento per le strutture in acciaio	:	API 620
Normativa di riferimento per le strutture in calcestruzzo	:	CEBFIP Model Code 90 BS 8110

Livelli GNL ⁽¹⁾:

Design Maximum Liquid Level (DMLL)	:	34,54 m
High level alarm (LAH)	:	To be defined
Normal maximum operating level (Max NOL)	:	33.58 m
Normal minimum operating level (Min NOL)	:	3.20 m
Low level alarm (LAL)	:	3.00 m
Low level trip (LALL)	:	2.90 m

Pressioni di Progetto:

Pressione interna massima di progetto	:	290 mbarg
Pressione interna minima di progetto	:	-10 mbarg

Note :

(1) I livelli sono misurati rispetto al fondo del serbatoio interno

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	26 di 190

5.4. SISTEMA DI RIGASSIFICAZIONE

Il GNL contenuto nei serbatoi di stoccaggio viene inviato al condensatore 20-C-11 tramite:

Le pompe di alimentazione siglate 10-P-102 A/B/C/D (tre in funzione ed una di riserva) e 10-P-102 E/F/G/H (tre in funzione ed una di riserva) all'interno dei nuovi serbatoi di stoccaggio GNL 10-S-4 e 10-S-5.

Il condensatore di boil-off sarà alimentato direttamente dalle pompe installate nei serbatoi.

Il gas che si sviluppa per evaporazione del GNL (boil-off) proveniente dai serbatoi di stoccaggio viene compresso dai compressori di boil-off esistenti 25-K-201A/B e 25-K-202 ed inviato al nuovo condensatore di boil-off siglato 20-C-11.

Il nuovo condensatore di boil off (20-C-11) sostituisce l'esistente colonna di assorbimento (20-C-10), con lo scopo di ridurre il consumo energetico dell'impianto. Infatti la pressione dell'assorbitore è stata ridotta dagli attuali 23 barg a 8 barg, con un risparmio energetico di circa 800 kW. A causa della riduzione della pressione di mandata, i tre compressori di boil off passeranno dall'attuale configurazione a tre stadi, a una configurazione con solo due stadi.

I vapori di boil-off sono generati, quando la nave non sta effettuando operazioni di scarica, dal calore entrante nei serbatoi e nelle linee di trasferimento e dal calore sviluppato dalle pompe immerse nei serbatoi. Alla quantità di boil-off deve essere sottratta la quantità dei vapori che vanno rimpiazzare lo spazio lasciato libero dal volume di liquido che viene pompato all'impianto di rigassificazione.

In fase di scarica della nave i vapori di boil-off aumentano notevolmente per l'aggiunta della quantità dovuta al calore sviluppato dalle pompe della nave e da quella dovuta all'aumento di volume del liquido nei serbatoi (corrispondente alla portata di scarico del GNL dalla nave).

Più della metà di questi vapori ritorna alla nave mediante l'ausilio della soffiante, che sarà sostituita (10-K-1002).

Nel caso che il GNL proveniente dai serbatoi di stoccaggio non sia intercambiabile con quello distribuito nella rete nazionale da Snamrete gas, cioè abbia un indice di Wobbe superiore a quello ammesso, è necessario ridurre l'indice di Wobbe attraverso l'iniezione nel GNL di una miscela di aria arricchita di azoto (azoto al 95%).

Quest'ultima proviene da un impianto di separazione a membrane e viene immessa nei vapori di boil-off sotto controllo di portata fissata dall'analizzatore dell'indice di Wobbe posizionato sul GN in uscita.

L'impianto a membrane esistente sarà sostituito da 7 unità package siglate 20-XL-04 A/B/C/D/E/F/G.

In caso di insufficiente portata di aria arricchita di azoto è possibile iniettare direttamente azoto liquido, sotto controllo di portata, nel condensatore di boil-off.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	27 di 190

Il condensatore di boil-off è un recipiente verticale in pressione che contiene nella parte superiore un cilindro di diametro di poco inferiore a quello del recipiente.

Il cilindro è riempito nella parte inferiore di anelli Pall Ring, o equivalenti, da 2", per favorire un intimo contatto dei vapori di boil-off con il GNL.

Un opportuno sistema di distribuzione del GNL permette di evitare il pericolo di canalizzazioni attraverso il riempimento.

Uscendo dallo strato di impaccamento il GNL, che ha assorbito tutti i vapori di boil-off, viene raccolto nella parte inferiore del recipiente dove viene prelevato dalle pompe booster (10-P-105) per essere inviato ai vaporizzatori.

Il livello nel condensatore di boil-off è controllato dal controllore di livello che agisce sulla valvola che regola la portata di GNL in ingresso al recipiente; per bassa pressione si apre la valvola che immette gas proveniente dall'uscita dei vaporizzatori, mentre per alta pressione si apre la valvola che spedisce il gas al sistema fuel gas.

In uscita dal condensatore di boil-off il GNL è inviato ai vaporizzatori:

Il GNL uscente dal condensatore di boil-off è pompato per mezzo di sei (5 in funzione e 1 di riserva) nuove pompe criogeniche verticali 10-P-105 A/B/C/D/E/F (pompe booster) per essere inviato ai vaporizzatori.

Le suddette pompe saranno dotate di motore elettrico collegato ad un sistema a giri variabili. In questo modo è possibile ottimizzare l'energia di pompaggio, regolando la pressione di mandata in base al livello di pressione reale di esercizio del metanodotto e alle caratteristiche del GNL, in modo da evitare la possibile laminazione che si avrebbe nel caso di pressione di esercizio del metanodotto minore della pressione di mandata delle pompe.

I vaporizzatori sono del tipo a fiamma sommersa (SCV) e sono costituiti da vasche piene di acqua dolce dove sono immersi i tubi in cui passa il GNL che vaporizza.

Verranno sostituiti i vaporizzatori da 100 t/h con sei nuovi vaporizzatori 20-XF-02 A/B/C/D/E/F da 165 t/h (cinque in esercizio ed uno di riserva).

Un misuratore di temperatura sul GNL vaporizzato permette di mantenere la temperatura del gas all'uscita dei vaporizzatori al di sopra del valore minimo da garantire (0°C), agendo sul controllore di portata all'ingresso dei vaporizzatori.

La temperatura dell'acqua dolce è mantenuta costante tramite:

- Immissione di acqua calda riscaldata dai fumi caldi del turbogeneratore;
- I fumi caldi uscenti dai bruciatori alimentati con combustibile fornito dal sistema fuel gas.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	28 di 190

Il gas naturale uscente dai vaporizzatori viene raccolto da un unico collettore da cui viene prelevato il gas necessario ad alimentare il sistema fuel gas di tutto l'impianto.

Il gas naturale viene quindi misurato, con un misuratore di portata di tipo fiscale, controllato per quanto riguarda la qualità mediante appositi analizzatori (potere calorifico superiore, indice di Wobbe, O₂, H₂S, ecc.) ed immesso nel metanodotto.

5.5. SISTEMI AUSILIARI

Sono previsti i seguenti sistemi ausiliari:

- Aria compressa
- Azoto
- Acqua potabile e servizi
- Acqua di raffreddamento macchine
- Fuel gas
- Stoccaggio e distribuzione del gasolio
- Recupero e stoccaggio acqua demineralizzata
- Blow-down e vent

5.5.1. Sistema aria compressa

L'aria compressa viene prodotta per i seguenti usi:

- Aria servizi
- Aria strumenti
- Alimentazione dell'impianto di produzione d'azoto.

5.5.1.1. Aria servizi

L'aria sarà fornita da una stazione di compressione, a valle della quale un serbatoio polmone (20-V-15) assicura la separazione di eventuali condensati e in grado di distribuire l'aria compressa direttamente alla rete di distribuzione dell'aria servizi.

5.5.1.2. Aria strumenti

Mediante i compressori 35-K-1120 A/B l'aria viene inviata agli essiccatori 35-MS-1120 A/B.

Un serbatoio polmone (35-V-1120) assicura, in emergenza, l'alimentazione alla strumentazione.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	29 di 190

A causa dell'aumento della capacità produttiva, verranno affiancati agli esistenti:

- Un nuovo serbatoio di accumulo aria strumenti (35-V-1121);
- Un nuovo compressore aria (35-MK-1121);
- Un nuovo essiccatore aria (35-MS-1121).

5.5.1.3. Aria compressa per impianto azoto

L'aria per l'alimentazione dell'impianto di produzione azoto è fornita da compressori dedicati a questo servizio.

I compressori dell'aria di correzione esistenti vengono sostituiti con sei nuove macchine siglate 20-K-12 A/B/C/D/E/F.

5.5.2. Sistema azoto

Il sistema comprende le apparecchiature necessarie alla fornitura di azoto impiegato per la correzione dell'indice di Wobbe, per le necessità interne del terminale e per il rifornimento delle metaniere.

E' costituito dalle seguenti unità:

- Produzione di azoto gassoso (mediante la separazione dell'aria con l'impiego di membrane);
- Ricevimento, stoccaggio e distribuzione di azoto liquido e gassoso.

5.5.2.1. Azoto gassoso

Nell'assetto attuale dell'impianto, l'azoto, con una purezza minima dell'95%, è prodotto dal generatore a membrane 20-XL-03, mediante la separazione dell'aria compressa.

L'azoto uscente dall'unità di produzione viene distribuito attraverso un serbatoio polmone ed è utilizzato per la correzione dell'indice di Wobbe. Il sistema verrà così modificato:

Il sistema di produzione azoto esistente sarà sostituito da sette package (20-XL-04 A/B/C/D/E/F/G); ciascuno produrrà 2500 Nm³/h di aria arricchita di azoto (purezza 95%).

5.5.2.2. Azoto liquido

Il sistema è composto dai serbatoi criogenici 20-V-6001 A/B, da una pompa (20-P-6011) per il suo riempimento, collegata all'autobotte da scaricare, e dalle pompe di distribuzione 20-P-10 A/B.

L'azoto liquido viene impiegato per:

- Essere fornito alle metaniere attraverso il braccio di carico;
- Essere inviato al condensatore di boil-off per la correzione dell'indice di Wobbe;
- Essere utilizzato, previa vaporizzazione mediante gli scambiatori 20-E-6451 A/B/C, come gas di purga dei vent per impedire l'ingresso di aria dall'esterno;

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	30 di 190

- Essere impiegato per le operazioni di bonifica di linee ed apparecchiature.

Il sistema di azoto liquido verrà così modificato:

Le pompe di distribuzione azoto esistenti 20-P-10 A/B, saranno sostituite dalle tre nuove pompe siglate 20-P-11 A/B/C.

Ai serbatoi criogenici 20-V-6001 A/B già presenti nell'impianto sarà affiancato un nuovo serbatoio identico siglato 20-6001 C.

5.5.3. Sistema acqua potabile e servizi

5.5.3.1. Acqua potabile

La rete di distribuzione viene alimentata direttamente dalla rete idrica esterna. Il sistema provvede sia alle necessità dello stabilimento che al rifornimento delle metaniere.

5.5.3.2. Acqua servizi

La rete di distribuzione acqua servizi alle manichette d'impianto è alimentata da pompe che pescano dal serbatoio di stoccaggio acqua grezza. Il sistema è in grado di rifornire le metaniere.

Il serbatoio di stoccaggio acqua grezza (30-T-1125) costituisce anche la riserva di acqua dolce per il riempimento della rete antincendio, mediante la pompa 30-P-1183. In questo modo l'impiego di acqua di mare nel sistema antincendio è ridotto ai soli interventi di lunga durata, dopo i quali si procede al lavaggio del circuito con acqua dolce.

5.5.4. Sistema acqua di raffreddamento macchine

L'acqua è fornita dalla rete acqua grezza. Il sistema è in circuito chiuso e comprende le pompe di circolazione 31-P-1145 A/B, un recipiente di compensazione (31-V-1145) e il serbatoio dell'inibitore (31-S-1145) per il condizionamento dell'acqua circolante.

Il sistema è dotato, per ragioni di sicurezza, di una pompa con alimentazione diesel (31-P-6101) che in caso di mancanza di energia elettrica, effettua il raffreddamento di emergenza.

L'acqua calda di ritorno dalle utenze sarà raffreddata per mezzo degli scambiatori 31-E-1145 A/B, che utilizzano acqua mare proveniente dalle pompe 31-P-301 A/B, addizionata di una soluzione di biocida stoccata nel serbatoio 31-V-1149, e dosata mediante le pompe 31-P-1149 A/B.

Il sistema sarà così modificato:

Gli scambiatori acqua mare esistenti saranno sostituiti da quattro nuovi scambiatori del tipo "shell&tube" in materiale idoneo a resistere alla corrosione dell'acqua mare, siglato 31-E-1146 A/B/C/D, di caratteristiche identiche.

5.5.5. Sistema fuel gas

Il sistema alimenta i vaporizzatori a fiamma sommersa ed il gruppo di generazione di energia elettrica.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	31 di 190

Il sistema fornisce, se necessario, il gas di pressurizzazione dei serbatoi di stoccaggio GNL.

La fonte principale di alimentazione è il gas ad alta pressione proveniente dai vaporizzatori o dal metanodotto con opportuna rete di allacciamento.

Il riscaldatore del fuel gas esistente (20-E-10 A/B) continuerà ad essere utilizzato per riscaldare il gas che alimenta i bruciatori dei vaporizzatori SCV.

Il nuovo turbogas (45-K-1000) avrà un sistema di alimentazione e regolazione del fuel gas indipendente, che includerà un nuovo riscaldatore (20-E-11) e un nuovo separatore (20-V-20).

E' prevista anche una connessione per il ricevimento del gas a bassa pressione proveniente dal condensatore o dai compressori di boil-off.

Il gas a bassa pressione alimenta dopo riscaldamento a mezzo del riscaldatore 37-E-6701 la rete di distribuzione agli utilizzatori. Il fuel gas che alimenta i servizi (es.cucina) non verrà modificato.

5.5.6. Sistema di stoccaggio e distribuzione gasolio

Garantisce il rifornimento di combustibile necessario al funzionamento dei gruppi di emergenza.

Il sistema comprende un serbatoio per lo stoccaggio del gasolio (36-V-6601) dotato di pompe di distribuzione (36-P-6601 A/B) che, previa filtrazione mediante i filtri 36-S-6601 A/B, alimentano i serbatoi giornalieri delle utenze.

Non si prevedono modifiche al sistema esistente di stoccaggio durante l'adeguamento dell'impianto, mentre sarà prevista l'installazione di un nuovo serbatoio di stoccaggio per il generatore diesel di emergenza (45-EG-1000) localizzato in prossimità della centrale di cogenerazione.

5.5.7. Sistema recupero e stoccaggio acqua demineralizzata

Il sistema consentirà il recupero dell'acqua prodotta nella combustione dei vaporizzatori del GNL a fiamma sommersa.

Il sistema è costituito da un serbatoio (38-V-6801) per lo stoccaggio dell'acqua che funzionerà normalmente da polmone di raccolta dell'acqua prodotta nell'impianto che potrà essere inviata con la pompa 38-P-6801 allo stoccaggio dell'acqua grezza.

L'acqua sarà monitorata attraverso l'unità di controllo pH 20-XL-02.

Non si prevedono modifiche al sistema durante l'adeguamento dell'impianto.

5.5.8. Sistema blow-down e vent

Il sistema raccoglie e convoglia verso un sistema di vent ed in regime di massima sicurezza, gli scarichi gassosi provenienti dalle valvole di sicurezza o dalle valvole di controllo di pressione dei serbatoi del GNL.

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	32 di 190

Il sistema è costituito da due reti di raccolta separate, una per gli scarichi di alta pressione ed una per quelli di bassa pressione.

Ciascuna rete è collegata al proprio vent attraverso il quale sarà possibile lo scarico dei gas all'atmosfera.

5.5.8.1. Vent ad alta pressione

Al vent 43-F-7301 saranno inviati gli scarichi delle valvole di sicurezza dell'impianto.

La portata di vapori dimensionante il sistema sarà quella dovuta allo scatto della valvola di sicurezza prevista a valle di ciascun vaporizzatore di GNL.

La rete di blow-down consiste di un collettore principale che convoglierà i vapori verso il vent attraverso il separatore 43-V-1190 previsto allo scopo di impedire che eventuali trascinamenti di liquido possano raggiungere il vent stesso.

Il vent consiste in un camino dotato di un opportuno sistema contro eventuali ritorni di fiamma, tenuto in leggera pressione per mezzo di una corrente continua di azoto di purga.

La pompa di blow-down 43-P-1190A provvede ad inviare il liquido raccolto nel separatore ai serbatoi di stoccaggio del GNL.

5.5.8.2. Vent a bassa pressione

Al vent 43-F-7302 saranno inviati gli scarichi discontinui dell'impianto.

La rete di blow-down consiste di un collettore principale che convoglierà i vapori verso il vent .

Il vent consiste in un camino dotato di un opportuno sistema contro eventuali ritorni di fiamma, tenuto in leggera pressione per mezzo di una corrente continua di azoto di purga.

Dovrà essere prevista la modifica del collettore di vent di alta pressione (da 20" a 24") e l'incremento complessivo dell'altezza di entrambi i collettori di vent (da 72 a 79m), come risulta dall'analisi di irraggiamento inclusa nell'Allegato 6.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	33 di 190

5.6. SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA

5.6.1. Descrizione generale dell'impianto

La ristrutturazione dell'attuale impianto elettrico dell'impianto di Panigaglia è stata concepita in accordo con i seguenti criteri:

- Sostituzione integrale delle parti di impianto la cui obsolescenza rappresenta un fattore critico sia per la continuità di esercizio che per la sicurezza del personale.
- Inclusione nella ristrutturazione di tutti i sistemi/sottosistemi corrispondenti agli ampliamenti necessari.
- Ottimizzazione dei costi, recuperando per quanto possibile gli impianti recenti, e funzionanti in modo soddisfacente
- Ottimizzazione dei tempi lavorativi per la realizzazione delle ristrutturazione; è stata sfruttata la ridondanza dei sistemi, per scaglionare per quanto possibili e gli interventi.

Lo schema generale AT/MT/BT, nella nuova configurazione, prevede:

- Una Stazione AT per allacciamento alla rete AT del GRN, con:
 - Allacciamento alla società che fornisce l'elettricità
 - Dispositivo (interruttore) generale di interfaccia con la società che fornisce l'elettricità
 - N. 2 Montanti AT per trasformatori AT/MT
 - N. 1 Montante AT per trasformatore elevatore della futura centrale di cogenerazione
 - Protezioni e controlli
 - Servizi ausiliari CA e CC
- Distribuzione MT: Il criterio di distribuzione verrà modificato: verrà utilizzata una sola tensione MT (6 kV) comune sia ai motori MT che ai quadri MT e alle Cabine MT; scomparirà pertanto la attuale distribuzione MT 15 kV, con l'eccezione della alimentazione proveniente dalla rete della società che fornisce l'elettricità 15 kV ai trasformatori MT/BT TR8 e TR9

La Distribuzione MT, nella nuova configurazione, comprende:

- Un Quadro MT Principale, installato nella Sala Quadri della Stazione AT
- Un Quadro MT di Impianto, alimentato dal Quadro MT principale, e installato in posizione baricentrica ai carichi.

Dai quadri MT sopra citati sono alimentati:

- I motori MT

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	34 di 190

- Le cabine (i trasformatori) MT/BT

➤ Distribuzione BT, che comprende:

- Cabina MT/BT per la alimentazione dei Servizi Ausiliari di Stazione AT
- Cabina MT/BT esistente, alimentata in MT dal Quadro MT Principale, che alimenta essenzialmente i carichi BT attuali
- Cabina MT/BT di Impianto, nuova, alimentata dal Quadro MT di Impianto, e che alimenterà i nuovi carichi BT

I nuovi carichi BT saranno alimentati o dal nuovo Quadro BT a valle della Cabina MT/BT di Impianto, o da due nuovi sottoquadri BT, sottesi al Quadro BT sopraccitato, e installati in impianto in posizione baricentrica ai carichi.

➤ Servizi di Emergenza:

Lo schema precedente, con Carica Batterie e Distribuzione CC in Stazione AT, e Carica Batterie e Distribuzione CC e UPS e Distribuzione CA Stabilizzata in Cabina MT/BT esistente (TR3 e TR4) viene mantenuto, pur sostituendo le apparecchiature.

In aggiunta, nella nuova Cabina MT/BT impianto vengono installati Carica Batterie e Distribuzione CC e UPS e Distribuzione CA per le nuove utenze.

La ristrutturazione prevede essenzialmente gli interventi sotto-elencati:

➤ Stazione AT:

- Sostituzione integrale di tutte le apparecchiature AT e dei trasformatori AT/MT
- Sostituzione dei quadri di controllo (sinottico) e protezione
- Sostituzione dei quadri BT servizi ausiliari e distribuzione c.c.

➤ Distribuzione MT:

- Sostituzione integrale del Quadro MT esistente, installato nella Sala Quadri in Stazione AT
- Installazione di un nuovo Quadro MT di Impianto
- Sostituzione dei Banchi Condensatori MT
- Sostituzione dei trasformatori MT/BT 15/0,4 kV (TR3 e TR4) precedentemente alimentati dal Trasfo AT/MT con trasformatori 6/0,4 kV

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 35 di 190

- Installazione di organi di sezionamento a monte dei trasformatori MT/BT TR3, TR4 e TR9
- Installazione dei nuovi trasformatori MT/BT 6/0,4 kV 2000 kVA per la Cabina MT/BT di Impianto
- Sostituzione dei trasformatori MT/BT obsoleti (TR5 e TR8)
- Installazione di variatori di velocità MT per Pompe Booster MT
- Distribuzione BT:
 - Ristrutturazione parziale del Quadro BT PC/MCC esistente
 - Installazione del nuovo Quadro BT a valle della nuova Cabina MT/BT di Impianto
 - Installazione dei nuovi Sottoquadri alimentati dal Quadro BT sopra citato
- Servizi di emergenza

Sostituzione di:

 - Batterie, carica batterie e distribuzione c.c. per Stazione AT e Cabina MT/BT esistente (TR3 e TR4)
 - UPS alimentato da e Cabina MT/

Istallazione di nuovi componenti:

 - Batterie, carica batterie e distribuzione c.c. per nuova Cabina MT/BT di Impianto
 - UPS per nuova Cabina MT/BT di Impianto
- Servizi ausiliari

Integrazione/estensione di:

 - Impianti luce e f.m.
 - Vie cavi
 - Impianti di terra
 - Sistemi elettrici di controllo
- Cavi e cavidotti MT e BT per le nuove utenze

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 36 di 190

5.6.2. Livelli di Tensione

Le seguenti tensioni nominali saranno adottate per il sistema elettrico:

Alimentazione AT:	132 kV – 3 fasi – 50 Hz BIL 650 kV per Stazione AT BIL 550 kV per Trasformatori
Distribuzione primaria ed ai motori superiori a 150 kW:	6 kV – 3 fasi – 50 Hz BIL \geq 60 kV
Alimentazione motori inferiori o uguali 150 kW e quadri BT:	380 V – 3 fasi – 50 Hz
Circuiti luce / prese luce:	220 V – 50 Hz
Circuiti prese FM:	380 V – 50 Hz
Circuiti di comando / controllo motori BT:	220 V – 50 Hz
Circuiti di comando / controllo motori MT e relé di protezione:	110 Vcc

La frequenza del sistema elettrico sarà 50 Hz.

5.6.3. Condizioni del Neutro

Sistema 132 kV	Direttamente a terra, a cura del GRTN
Sistema a 6 kV	A terra tramite resistore – corrente di guasto 100 A max.
Sistema a 380/220 V	Direttamente a terra

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	37 di 190

5.6.4. Descrizione delle Misure di Protezione contro i Contatti Diretti e Indiretti

5.6.4.1. Protezione contro i contatti diretti

Tutte le parti attive saranno poste entro involucri aventi adeguato grado di protezione e fissati in modo da impedirne la rimozione accidentale e apribili solo con adeguate attrezzature.

5.6.4.2. Protezione contro i contatti indiretti

Per la protezione contro i contatti indiretti sarà applicata l'interruzione automatica dell'alimentazione.

Tutte le masse simultaneamente accessibili saranno collegate allo stesso impianto di terra, tutte le masse estranee nell'impianto saranno collegate con collegamenti equipotenziali allo stesso impianto di terra. Tutte le masse dei componenti fissi e le masse estranee simultaneamente accessibili saranno collegate tra loro ed al dispersore con collegamenti equipotenziali supplementari in aggiunta all'interruzione automatica dell'alimentazione.

5.6.4.3. Impianto di Terra

L'impianto di terra, unico per tutto il complesso, è del tipo a maglia, realizzato con corda di rame nudo; in particolari punti potranno essere installati appositi picchetti. L'impianto principale è esistente, e in particolare la rete magliata copre tutta l'area dell' stabilimento; i lavori di questa ristrutturazione prevedono l'integrazione della maglia e l'installazione dei conduttori di protezione in corrispondenza di nuove apparecchiature elettriche e nuove masse metalliche.

Tutte le apparecchiature elettriche e le strutture saranno collegate al dispersore ed adeguatamente interconnesse per ottenere l'equipotenzialità di tutte le masse e le masse estranee. Le connessioni fuori terra saranno eseguite mediante capocorda e bullone, le connessioni interrate saranno eseguite con connettori a compressione.

In generale conformità alle prescrizioni si useranno, per l'impianto di terra, i seguenti materiali:

- Conduttori in rame isolati in PVC (giallo/verde)
- Dispersioni a picchetto in acciaio zincato (Dia. 2", lunghezza 3 m) installati in pozzetti di ispezione
- Piastre forate (B.T.M.) fissate a strutture metalliche e bulloneria in acciaio inossidabile.

Il calcolo della rete di terra sarà nuovamente verificato sulla base delle caratteristiche del terreno rilevate con opportune indagini e misure. La resistenza del sistema di terra e la sua configurazione limiterà le tensioni di passo e di contatto in accordo ai limiti fissati dalle norme CEI 11-8/64-8.

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 38 di 190

5.6.4.4. Impianto di Protezione contro le Scariche Atmosferiche

Particolare cura sarà posta nella progettazione e nella realizzazione dell'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche relativa alle opere previste in questa ristrutturazione.

I criteri di progettazione saranno conformi alle norme CEI 81-1 (1990) e riguarderanno le seguenti strutture:

- Serbatoi di GNL e componenti su di essi installati
- Stazione ricevitrice linea elettrica.
- Alte strutture

Nell'impianto generale di terra saranno connesse inoltre tutte le strutture porta tubi poste superiormente al tetto dei serbatoi. In questo caso saranno garantiti gli spessori minimi richiesti dalla normativa.

La stazione ricevitrice della linea elettrica sarà dotata di opportuni scaricatori all'ingresso, al fine di limitare le sovratensioni entranti.

Tutte le carpenterie metalliche che si sviluppano in altezza al pari di tutte le alte strutture dell'impianto saranno connesse all'impianto generale di terra.

Con riferimento agli edifici civili (uffici, portineria, officina) considerati di classe E come da normativa citata, data la loro limitata altezza e bassa presenza contemporanea di persone (inferiore a 300) non saranno dotati di impianto di protezione contro le scariche atmosferiche.

Inoltre, dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti necessari perché in caso di fulminazione i sistemi di controllo, strumentazione e distribuzione di potenza non siano soggetti a guasti e malfunzionamenti.

I materiali saranno conformi alle prescrizioni delle norme CEI 64-8, 11-8 ed 81-1.

Con riferimento al rapporto CNR – CEI “Progetto di norme per la protezione contro fulmini, delle strutture – Roma, giugno 83”, il numero medio di fulmini, a terra, nell'area di Panigaglia, è pari a 4 fulmini/anno per km².

5.6.5. Stazione AT

Si riportano di seguito i criteri che hanno portato alla definizione delle soluzioni per la Stazione AT

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	39 di 190

5.6.5.1. Ubicazione

Si é considerato di mantenere come “punto fisso” il portale di arrivo del élettricit ; di fatto, lo spostamento della posizione dell’arrivo comporterebbe la modifica dell’ultimo tratto di linea AT, con difficolt  di ogni tipo: logistico, ambientalistico, paesaggistico, ecc.

Dato che si ritiene possibile, come nel seguito descritto, utilizzare lo spazio della attuale Stazione AT per la ristrutturazione, si é preferito a priori non valutare altre alternative, in quanto presenterebbero solo maggiori difficolt  e nessun vantaggio economico

5.6.5.2. Moduli AT

Si é considerato che la Stazione AT debba essere composta dai seguenti moduli:

- N. 2 Montanti di trasformazione AT, con piena capacit  di riserva, per assicurare la completa ridondanza della alimentazione della distribuzione MT.
- N. 1 Montante di generazione, dedicato alla nuova Centrale turbogas. E’ stato definito che verr  installato un solo turbogruppo, e che non verranno installati altri turbogruppi in futuro; pertanto, é stato previsto un solo montante AT.

Per l’ubicazione del trasformatore elevatore di questo montante, sono state considerate le seguenti alternative:

A) In prossimit  del generatore

B) Nella sottostazione AT, dal lato delle sbarre AT opposto a quello degli attuali montanti di trasformazione AT/MT; in altre parole, dal lato delle sbarre AT opposto a quello della sala quadri

Si esaminano di seguito le difficolt  delle due soluzioni.

Alternativa A)

- Sarebbe necessario prevedere recinzione e vasca di raccolta olio per il trasformatore, in un’area non destinata ad apparecchiature AT
- Il collegamento Stazione AT - Generatore dovrebbe essere effettuato con cavi AT; il percorso e l’installazione di questi cavi presentano alcune difficolt 

Alternativa B)

- Il collegamento alla Stazione AT dovrebbe essere effettuato con cavi MT, di sezione maggiore di quelli AT previsti per l’Alternativa A). Si ritiene comunque che due terne di cavi sez. 500 mq siano sufficienti a trasportare la corrente del generatore, e pertanto il percorso e l’installazione non sono problematici. Il costo dei cavi MT sar  inferiore a quello dei cavi AT

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	40 di 190

In conclusione, si valuta che la Alternativa B):

- presenta meno difficoltà di realizzazione,
- non presenta costi aggiuntivi

e pertanto viene scelta per l'ubicazione del trasformatore elevatore.

➤ N. 1 Montante di allacciamento alla rete AT del GRTN

Per consentire il funzionamento in isola è opportuno prevedere, oltre all'interruttore AT del montante di macchina che fungerà da "Dispositivo di Interfaccia", anche un interruttore AT sul montante di arrivo dal GRTN, che fungerà da "Dispositivo Generale".

I suddetti dispositivi corrispondono a quelli indicati nelle Norme CEI 11-20, e nella Guida GRTN "Guida agli Schemi di Connessione".

Per il collegamento del turbogeneratore, vedere il particolare nella nota tecnica elettrica, "appendix 10. "

5.6.5.3. Soluzione costruttiva

La soluzione costruttiva selezionata è quella con GIS Tradizionale, che presenta un lay-out molto compatto (limitato nell'area attualmente occupata dalla Stazione AT senza necessità di estendersi nell'area del parcheggio).

Il lay-out della Stazione GIS è riportato nell'allegato 11.

Le particolarità di questa soluzione, rispetto ad una stazione aperta o con moduli GIS separati, sono le seguenti:

- E' opportuno installare un congiuntore sulle sbarre AT, in quanto esse possono richiedere una manutenzione più frequente di quelle in esecuzione aperta, dato l'isolamento in gas SF6.
- I collegamenti ai trasformatori AT/MT sono realizzati in condotto sbarre isolato in gas.
- Viene eliminato il campo elettrico elevato nell'area di parcheggio.

5.6.5.4. Area ELECTTRICA/GRTN

Rimane a disposizione della società che fornisce l'elettricità un'area in cui possono essere installate e facilmente smontate le stesse apparecchiature attualmente esistenti, e che corrispondono a quelle previste dalla Normativa ENEL DK 5400; intorno alle apparecchiature, è prevista una recinzione in muratura alla distanza di circa 2 m dalle apparecchiature stesse.

5.6.5.5. Trasformatori AT/MT

- **Trasformatore Elevatore del Turbogruppo:** Viene descritto nei capitoli dedicati al turbogruppo

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	41 di 190

➤ Traformatori AT/MT per la distribuzione MT TR1 e TR2: I trasformatori attuali, a tre avvolgimenti, obsoleti e isolati in apirolio, saranno sostituiti con trasformatori a due avvolgimenti in quanto la distribuzione MT 15 kV verrà eliminata (vedi capitoli successivi). I nuovi trasformatori avranno le seguenti caratteristiche:

- Tensioni: 132/6,6 kV
- Potenza: 30 MVA
- Raffreddamento: ONAN
- Variatore sotto carico
- Accessori standard

Terminali AT in aria per l'alternativa a moduli GIS separati; terminali previsti per collegamento a condotti sbarre isolati in gas per l'alternativa GIS tradizionale.

5.6.5.6. Controlli e Protezioni

Dovranno essere sostituiti i quadri controllo e protezioni esistenti.

Il Quadro Controllo (Sinottico) dovrà essere equipaggiato con selettori a croce, selettori loc/rem, commutatori ecc.; dovrà permettere le manovre di tutti i componenti AT, visualizzare gli le misure e gli allarmi, e interfacciarsi con il sistema DCS centrale; esso dovrà essere realizzato in accordo con la più moderna pratica corrente del fornitore della Stazione AT.

Il Quadro Protezioni dovrà includere le protezioni dei montanti AT, con l'esclusione del montante di generazione. Esso dovrà comprendere almeno le seguenti protezioni:

- Interfaccia elettrica : Massima corrente, massima e minima tensione, massima e minima frequenza, massima tensione omeopolare, in accordo con la standardizzazione del GRTN
- Montanti di trasformazione AT/MT: Massima corrente, differenziale, terra ristretta
- Verifica di sincronismo

5.6.5.7. Distribuzione Servizi Ausiliari CA e CC

Dovrà essere previsto un quadro di distribuzione CA, alimentato dai TR5 e TR8, di principio con la seguente configurazione:

- N° 1 interruttore automatico tripolare da 160 A ingresso linea ca
- N° 10 interruttori automatici miniaturizzati (MCB) tripolari da 10 a 25 A per asservire :
 - Prese F.M.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 42 di 190

- Alimentazione motori interruttori e sezionatore AT
- Illuminazione esterna
- Riserve
- N° 10 interruttori automatici miniaturizzati (MCB) bipolari da 10 a 25 A per asservire :
 - Alimentazione prese luce
 - Alimentazione scaldiglie lato A.T.
 - Riserve
- N° 10 interruttori automatici miniaturizzati (MCB) bipolari da 10 a 25 A per asservire :
 - Alimentazione aux quadro protezione e controllo a 110CC
 - Riserve
- N° 20 interruttori automatici miniaturizzati (MCB) bipolari da 10 a 25 A per asservire :
 - Servizi ausiliari Quadro Mt

In prossimità dei trasformatori sopra citati sarà prevista N° 1 cassetta con presa FM (32A) e luce (16A) a tenuta stagna, grado di protezione IP54.

Dovrà inoltre essere previsto un sistema di Alimentazione C.C., comprendente:

- Raddrizzatore – Carica Batterie ridondato uscita P = 20 kW
- Batteria 300 Ah
- N. 10 interruttori MCB distribuzione C.C.

5.6.6. Distribuzione MT

5.6.6.1. Ristrutturazione e ampliamento

La ristrutturazione dell'Impianto GNL comporta un aumento considerevole dei carichi; è necessario pertanto non solo ristrutturare ma anche ampliare l'attuale sistema di distribuzione MT.

La principale innovazione prevista per la ristrutturazione è l'installazione, a valle del Quadro MT Principale nella Stazione AT, di:

- un nuovo Quadro MT Impianto, in posizione baricentrica rispetto ai carichi,
- una nuova cabina MT/BT impianto alimentata da questo nuovo Quadro MT.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	43 di 190

Si riportano nei paragrafi seguenti i criteri specifici adottati per la ristrutturazione e l'ampliamento della Distribuzione MT.

5.6.6.2. Tensioni

➤ Motori MT

La attuale tensione MT 6 kV è applicabile sia ai motori esistenti che a quelli futuri, e sia che essi vengano alimentati da interruttori che da contattori. Essa verrà pertanto mantenuta.

➤ Cabine MT/BT

Attualmente le cabine MT/BT sono alimentate

- dalla Rete 15 kV,
- dall'avvolgimento secondario 15 kV dei trasformatori AT/MT
- dal quadro MT 6 kV.

Nella futura ristrutturazione, si prevede che esse saranno alimentate soltanto:

- dalla Rete 15 kV, con trasformatori 15/0,4 kV
- dal quadro MT 6 kV, con trasformatori 6,3/0,4 kV

La eliminazione della alimentazione a 15 kV delle cabine MT/BT permette di eliminare di conseguenza l'avvolgimento secondario 15 kV dei trasformatori AT/MT, che diventeranno pertanto meno costosi e più affidabili (meno complicati).

Si è attentamente esaminato lo schema esistente, e si è verificato che la eliminazione della distribuzione 15 kV alle cabine MT/BT è fattibile in quanto:

- La cabina a monte del Quadro MCC/PLP è già alimentata in MT sia a 15 kV che a 6 kV. Di fatto, il trasformatore TR8 ha rapporto 15/0,4 kV e il trasformatore TR5 ha rapporto 6,3/0,4 kV; i due trasformatori sopraccitati hanno lo stesso gruppo vettoriale Dyn11(5). La utilizzazione delle due tensioni MT, con trasformatori aventi lo stesso gruppo vettoriale, è possibile in quanto è escluso il parallelo anche momentaneo delle due sbarre principali BT.
- La alimentazione 15 kV della Cabina MT a monte del Quadro PC/MCC viene effettuata solo dopo aver completamente scollegato la alimentazione AT, e di conseguenza è escluso il parallelo anche momentaneo delle alimentazioni BT .
- Non si prevede che vengano incluse nella futura ristrutturazione nuove cabine con alimentazione sia dalla Rete 15 kV che dal Quadro 6 kV, e che richiedano un parallelo anche momentaneo delle alimentazioni BT.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	44 di 190

- Le distanze tra il Quadro MT Principale in Stazione AT e il Quadro MT Impianto, e tra i Quadri MT e le Cabine MT/BT, sono ampiamente compatibili con la tensione 6 kV.

Il cambio di tensione MT nelle cabine MT/BT esistenti comporta le seguenti modifiche:

- Sostituzione dei trasformatori 15/0,4 kV con trasformatori 6,3/0,4 kV; si deve però notare che i trasformatori esistenti hanno un'età di almeno 18 anni, e pertanto la loro vita utile sarebbe inferiore a quella del sistema ristrutturato (almeno 30-35 anni); in altre parole, la sostituzione dei trasformatori è soltanto anticipata
- Sostituzione dei cavi 15 kV delle Cabine MT/BT esistenti. Considerazioni come sopra

I vantaggi di una sola tensione MT sono:

- Costo e ingombro inferiori per i trasformatori MT/BT
- Schema molto più razionale, con una unica tensione MT

Non si sono invece riscontrati svantaggi.

5.6.6.3. Criteri di collegamento ai motori MT

Nella futura ristrutturazione, i motori MT saranno alimentati per mezzo di contattori MT con fusibili, invece che di interruttori MT.

I vantaggi di questa soluzione sono:

- I contattori permettono un numero di manovre molto maggiore degli interruttori, e sono specificamente previsti per il comando dei motori. Di fatto, nonostante i fabbricanti assicurino una vita di 10.000 manovre per gli interruttori, la nostra esperienza è che dopo 1.000 manovre è opportuno provvedere ad una revisione degli interruttori, e dopo 3.000 manovre il meccanismo di comando non si può considerare integro; al contrario, i contattori sono previsti di base per 100.000 manovre, e sicuramente è garantita la buona performance per varie decine di migliaia di manovre.
- E' possibile installare due o più contattori in una sola colonna MT, oppure installare i contattori in celle di larghezza molto limitata, con evidente risparmio di spazio che sempre costituisce un fattore critico.

Nota: le pompe booster necessitano di alimentatori statici a velocità variabile; in questo caso, l'alimentazione dei variatori è prevista con interruttore MT.

5.6.6.4. Quadri MT

La ristrutturazione prevede:

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	45 di 190

- Sostituzione del Quadro MT esistente in Stazione AT, ormai assolutamente obsoleto, con un nuovo quadro MT, che verrà denominato Quadro MT Principale. Da questo quadro, verranno alimentati:
 - Il Quadro MT Impianto (vedi paragrafo successivo)
 - La Cabina MT/BT esistente, con trasformatori TR3 e 4
 - Le utenze MT che con la ristrutturazione non vengono modificate

La disposizione delle utenze è simile a quella del Quadro MT esistente; in questo modo, si prevede di poter riutilizzare i cavi MT delle utenze esistenti, con modifiche e adattamenti minori.

Il collegamento MT ai trasformatori AT/MT sarà realizzato con condotti sbarre MT blindati e isolati in aria. Anche in questo caso, la disposizione delle celle è stata studiata in modo da minimizzare la lunghezza dei condotti sbarre.

- Installazione di un nuovo Quadro MT di Impianto, baricentrico rispetto ai nuovi carichi MT. Questo quadro è destinato essenzialmente alla alimentazione dei nuovi carichi MT, e in particolare:
 - Motori MT ad avviamento diretto
 - Motori MT con variatori di velocità (pompe booster)
 - Cabina MT/BT di Impianto (Vedi capitolo relativo alla distribuzione BT)
 - Previsione per la alimentazione di eventuali future cabine MT/BT

I quadri MT saranno costituiti da celle tipo “Metal Clad” totalmente segregate, con protezione contro arco interno, grado di protezione IP 30. Le celle saranno equipaggiate o con interruttori estraibili, o con complessi sezionatore-fusibile-contattore.

Tutti gli arrivi e partenze saranno equipaggiati con relé di protezione specifici (protezione arrivo linea, protezione linea, protezione motore, ecc.), con l’eccezione degli arrivi sul Quadro MT di Impianto che saranno senza protezioni.

Su entrambi i quadri sarà previsto un sistema di commutazione automatica, a tensione residua o a ritardo breve, per la chiusura automatica del congiuntore MT in caso di mancanza di una delle tensioni in entrata.

Il potere di interruzione e la tenuta al c.c. saranno adeguati ai valori calcolati.

5.6.6.5. Trasformatori MT/BT

- E’ prevista la sostituzione dei seguenti trasformatori: TR3, TR4, TR5, TR8, con trasformatori nuovi 6/0,4 kV, di potenza uguale. I trasformatori saranno del tipo a secco

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 46 di 190

totalmente inglobati. I trasformatori TR5 e TR8 saranno installati dietro griglie metalliche con blocchi a chiave all'interno della sala quadri della Stazione AT.

A monte dei trasformatori TR3 e TR4 verranno installate celle MT con sezionatori sottocarico di line e sezionatori di terra.

- E' prevista l'installazione dei nuovi trasformatori per 1 cabina MT/BT di impianto, con P = 2000 kVA e caratteristiche come sopra.

5.6.6.6. Sistema di rifasamento automatico

Sono previsti due sistemi di rifasamento automatico MT, a 3 gradini, per ognuna delle sbarre del Quadro Principale MT, per riportare in ogni condizione di operazione il fattore di carico a $\cos \phi = 0,9$. Si prevede per ogni banco una potenza totale di 8 MVAR.

5.6.6.7. Variatori di velocità per motori MT

Sono previsti n. 6 variatori di velocità MT per le pompe booster; i variatori saranno costituiti da Line Converter, Machine Converter, filtri, sistemi di controllo tali da:

- Permettere partenza/fermata dei motori
- Permettere la variazione di velocità
- Ridurre al minimo il contenuto di armoniche
- Ridurre le correnti di spunto
- Rifasare l'assorbimento di potenza
- Ottimizzare le coppie di spunto e di lavoro

5.6.6.8. Distribuzione Servizi Ausiliari CA e CC

Dovrà essere previsto un quadro di distribuzione CA servizi ausiliari, di principio con la seguente configurazione:

- N° 1 interruttore automatico tripolare da 100 A ingresso linea ca
- N° 20 interruttori automatici miniaturizzati, per i servizi ausiliari dei Quadri MT e BT

Dovrà inoltre essere previsto un sistema di Alimentazione C.C. e CA Stabilizzata, comprendente:

Distribuzione CC:

- Raddrizzatore – Carica Batterie ridondato uscita P = 20 kW
- Batteria 300 Ah
- N° 10 interruttori MCB distribuzione C.C.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	47 di 190

Distribuzione CA Stabilizzata:

- N° 2 UPS 100 KVA ridondanti, con ramo stabilizzatore, e distribuzione CA stabilizzata

5.6.6.9. Vie cavi MT

Per il collegamento in cavo MT tra il Quadro MT Principale e il Quadr MT Impianto, è prevista l'installazione di cavi MT armati direttamente interrati. Il percorso cavi è indicato schematicamente sulla planimetria di impianto inclusa nell'Allegato 4.

5.6.7. Distribuzione BT

La distribuzione BT farà capo ai seguenti Quadri Principali BT:

- Quadro PC/MCC esistente: Questo quadro è di costruzione abbastanza recente, e non verrà sostituito, così come non verranno apportate modifiche alle linee BT attualmente in uscita. Saranno apportate solo modifiche minori, che si potranno rendere necessarie per l'evoluzione degli impianti. Esso è pertanto destinato ad alimentare le sole utenze BT attualmente esistenti.
- Quadro Principale BT di Impianto: Questo quadro è di nuova installazione, e verrà alimentato dal nuovo Quadro MT di Impianto, attraverso due nuovi trasformatori 6/0,4 kV 2000 kVA. Esso alimenterà le nuove utenze BT, e prossime al quadro stesso, e due altri nuovi Sottoquadri di Distribuzione BT
- Sottoquadri di Distribuzione BT: Verranno installati due nuovi Sottoquadri, alimentati come sopra descritto; essi alimenteranno le nuove utenze BT previste, e saranno installati nei baricentri delle utenze stesse.

La configurazione sopra descritta è stata studiata con lo scopo di:

- minimizzare le modifiche alla distribuzione BT esistente,
- realizzare per le nuove utenze BT una distribuzione in parte decentrata, con i quadri di distribuzione installati nei baricentri dei carichi al fine di ottimizzare/razionalizzare lo sviluppo dei cavi e delle vie cavi

5.6.8. Servizi di emergenza

Gli attuali sistemi di alimentazione CA Privilegiata (Critical Service Panel), CC e CA Stabilizzata (UPS), e il gruppo di emergenza, verranno integralmente sostituiti.

La nuova configurazione prevede:

- N° 1 Gruppo di emergenza, potenza in uscita 350 kW, per la alimentazione di CA Privilegiata, CC e UPS nelle varie configurazioni di sistema

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	48 di 190

- Quadro Critical Service Panel (CSP)
- Sistema di commutazione automatica per l'alimentazione del CSP dal Quadro PC/MCC esistente, o dal Gruppo di emergenza
- Quadro di distribuzione CA privilegiata, in sostituzione del quadro PLP esistente
- N° 2 Raddrizzatori – Carica batteria 20 kW ridondanti con batterie 300 Ah, e distribuzione CC (20 interruttori MCB)
- N° 2 UPS 100 kVA ridondanti, con ramo stabilizzatore, e distribuzione CA stabilizzata

Inoltre:

- Verrà sostituita la Distribuzione CC in Stazione AT (Vedi Cap. A.6.7)
- Verranno installati nuovi sistemi di Distribuzione CC e CA Stabilizzata in Cabina MT Impianto (Vedi Cap. A.7.9)

5.6.9. Impianto d'Illuminazione

Saranno eseguiti gli impianti di illuminazione relativi alle opere comprese in questa Ristrutturazione.

Per gli impianti d'illuminazione saranno osservati i livelli di illuminamento delle norme API RP 540.

Tre sistemi di illuminazione saranno realizzati:

- Sistema normale: con alimentazione dalla rete normalmente in servizio
- Sistema di emergenza (comprendente circa il 20% di tutto l'impianto di illuminazione esterno, le cabine elettriche e la sala controllo, particolari edifici): con alimentazione da gruppo statico di continuità
- Sistema di sicurezza (vie di fuga e punti critici dell'impianto e degli edifici): costituito da corpi illuminati dotati di batteria incorporata.

L'illuminazione esterna sarà generalmente realizzata con corpi illuminanti con lampade fluorescenti (220 V – 50 Hz). Le zone serbatoi verranno illuminate con torri metalliche dotate di proiettori con lampade a vapori di mercurio o ioduri metallici.

L'illuminazione delle strade e della recinzione sarà prevista con pali metallici ed apparecchi illuminanti con lampade a vapori di mercurio.

I materiali del sistema di illuminazione saranno scelti in conformità alle norme ed alla classificazione delle zone con pericolo di deflagrazione.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.		Documento n.:
	LOCALITÀ:	Italia		539178-A-000-ZR-0001
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia		Rev. 4
				Pag. 49 di 190

Particolari tecniche di illuminazione potranno essere adottate per mitigare l'impatto visivo notturno dell'impianto.

5.6.10. Condutture Elettriche

La scelta dei cavi elettrici sarà fatta in base ai valori delle tensioni nominali (U_0) e massime (U_m) dei sistemi elettrici e delle tensioni d'isolamento (o di designazione) dei cavi stabilite nelle norme di riferimento, ed in linea di principio:

- Sistema a 6 kV: $U_0/U_m = 6/10$
- Sistemi bassa tensione: $U_0/U_m = 0,6/1$

I cavi elettrici avranno conduttori in rame, isolamento in EPR e saranno del tipo armato (con fili o piattine di acciaio zincato); inoltre essi saranno in conformità alle Norme CEI 20-13 e CEI 20-22/II.

I cavi elettrici saranno dimensionati in funzione delle correnti nominali degli utilizzatori e delle condizioni di installazione e soddisferanno le seguenti condizioni:

- Contenere la caduta di tensione entro i valori prefissati per le condizioni di esercizio normale e durante le fasi transitorie
- Contenere le temperature entro i limiti ammessi dal tipo di cavo sia alla corrente nominale, sia, mediante coordinamento con i dispositivi di protezione, alle sovracorrenti di corto circuito e sovraccarico
- Assicurare il corretto intervento delle protezioni.

I cavi elettrici saranno posati direttamente interrati, in cunicolo, in tubo conduit o in PVC in massello di calcestruzzo; le uscite saranno adeguatamente protette contro i danneggiamenti mediante tubo conduit. Nelle cabine elettriche e nelle sale controllo saranno posati in passerella.

I cavi aerei saranno posati in tubo conduit o in passerelle munite di coperchi.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 50 di 190

6. CENTRALE DI COGENERAZIONE PER AUTOPRODUZIONE

Il presente capitolo si prefigge di sviluppare uno studio preliminare di ingegneria per la predisposizione di una centrale di cogenerazione per autoproduzione all'interno dello stabilimento GNL di Panigaglia.

L'installazione della centrale di cogenerazione avverrà in concomitanza con i lavori di adeguamento previsti al fine di potenziare la produttività dell'impianto.

L'iniziativa di GNL Italia a tale riguardo muove dalla necessità di rispondere a diverse esigenze:

- Garantire la copertura annua del fabbisogno di energia elettrica dell'impianto.
- Recuperare il calore contenuto nei fumi di scarico della turbina utilizzandolo nel processo di rigassificazione del GNL, con conseguente risparmio di fuel gas destinato ai bruciatori dei vaporizzatori a fiamma sommersa.
- Immettere in rete l'eventuale eccedenza dell'energia elettrica prodotta, in accordo ai limiti imposti dal legislatore ai fini del riconoscimento della qualifica di autoproduttore (soggetto industriale che consuma almeno il 70% dell'energia annua prodotta per gli usi propri, con il beneficio di poter cedere alla rete il surplus di produzione derivante dal fabbisogno termico di cui si necessita per gli scopi tecnologici).

6.1. CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO DI COGENERAZIONE

L'impianto di cogenerazione e il sistema di recupero del calore sarà composto come riportato negli schemi di processo riportati nell' Allegato 1.

Il calore contenuto nei fumi di scarico della turbina viene inviato per mezzo di condotti coibentati ad un recuperatore per riscaldare un fluido intermedio (H₂O). Tramite dei condotti passanti a rack, l'acqua riscaldata viene poi addotta alle vasche dei 5+1 vaporizzatori a fiamma sommersa 20-XF-02 A/B/C/D/E/F contribuendo a fornire il calore necessario alla vaporizzazione del GNL.

L'acqua demineralizzata, dopo aver ceduto il calore sensibile di vaporizzazione al GNL, viene raccolta in una vasca di accumulo/reintegro e di nuovo inviata allo scambiatore di calore mediante l'utilizzo delle pompe 20-P-02A/B per essere nuovamente riscaldata.

Il processo avviene in modo continuativo e necessita di servizi ausiliari che verranno condivisi con il resto dello Stabilimento (aria strumenti, azoto gassoso, sistema antincendio etc.).

6.1.1. Condizioni ambientali di riferimento

Le condizioni ambientali di riferimento considerate in questo studio, alle quali sono state anche misurate le caratteristiche di performance della turbina a gas, sono le seguenti:

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	51 di 190

- Temperatura media di riferimento: 25°C
- Elevazione: 50 m s.l.m.
- Umidità relativa: 60%
- Pressione: 755,76 mm Hg

6.2. BILANCIO ENERGETICO DELL'IMPIANTO GNL

La taglia dell'impianto di cogenerazione, la configurazione adottata e la gestione operativa sono state identificate sulla base dell'analisi del fabbisogno energetico, sia elettrico che termico, nel progetto di adeguamento e aumento della produttività dello stabilimento GNL di Panigaglia.

A ciò si deve aggiungere, al fine di identificare il caso dimensionante per il turbogeneratore, la condizione di minima e di massima richiesta di energia elettrica nelle diverse condizioni di funzionamento dello stabilimento GNL (fase di scarica o di non scarica, necessità o meno di correzione del GNL con aria arricchita di azoto).

A partire dalle esigenze emerse, è stato dimensionato il Turbogruppo necessario per la copertura del fabbisogno elettrico. Tutta l'energia termica recuperabile verrà utilizzata dai vaporizzatori in ausilio ai bruciatori a fiamma sommersa.

6.2.1. Condizioni operative dello stabilimento GNL

L'impianto di Panigaglia produrrà 8 miliardi di Sm³/anno di rigassificato con un fattore operativo di 350 giorni/anno. Al fine di garantire la suddetta produzione verranno impiegati 6 vaporizzatori a fiamma sommersa (SCV), ciascuno della capacità di 165 t/h di GNL. A tale scopo verranno installati sei nuovi vaporizzatori, uno dei quali sarà mantenuto come riserva, in caso di guasto. La pressione di esercizio dei vaporizzatori sarà di 78 bar g.

Si assume che per circa il 20% delle ore di funzionamento, l'impianto sia in condizioni di scarica. Inoltre, si assume che la probabilità di ricezione di GNL pesante sia la stessa rispetto al GNL leggero.

Queste due assunzioni saranno utilizzate per definire il fabbisogno elettrico e termico medio dello stabilimento GNL.

6.2.2. Fabbisogno termico

Il calore di vaporizzazione è fornito al GNL da bruciatori a fiamma sommersa alimentati da uno spillamento di rigassificato (fuel gas). La turbolenza dovuta all'effetto di una soffiante che invia l'aria comburente, favorisce la cessione di calore dai fumi al serpentino che trasporta GNL.

Si assumono le seguenti ipotesi:

- Pressione di esercizio vaporizzatori 78 barg;

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 52 di 190

- Efficienza dello scambio termico nel vaporizzatore SCV=0.93

La tabella seguente riassume la potenza termica media richiesta dai bruciatori a fiamma sommersa, con il relativo consumo di fuel gas.

	Potenza termica media	Consumo di fuel gas	Consumo di fuel gas annuo
	MWt	Nm ³ /h	Nm ³ /a
	164	16.100	135.240.000

6.2.3. Fabbisogno elettrico

Il fabbisogno di energia elettrica dell'impianto segue un andamento variabile che dipende dall'assetto di produzione, dalla qualità del prodotto (GNL leggero o pesante) e dalla presenza o meno delle operazioni di scarica nave.

La tabella seguenti riporta il fabbisogno di energia elettrica dello stabilimento GNL nelle diverse condizioni di esercizio e con diverse tipologie di GNL da vaporizzare.

Tipo GNL	Leggero Non Discarica	Leggero Discarica	Pesante Non Discarica	Pesante Discarica
Fabbisogno energia elettrica (kW)	27 136	27 101	26 322	26 286

6.3. CONFIGURAZIONE DI IMPIANTO E SCELTA DEL TURBOGAS

Sulla base dei fabbisogni energetici riassunti nel precedente paragrafo, sono state individuate la configurazione ottimale e la taglia dell'impianto di cogenerazione, tenendo conto dei due requisiti seguenti:

- Garantire la copertura del fabbisogno di energia elettrica dello stabilimento GNL nelle condizioni normali operative (fabbisogno medio). In accordo a questa scelta gestionale, l'alimentazione della rete sarà richiesta in caso di indisponibilità del turbogas e per coprire le condizioni di picco di carico (dovuto ad esempio alla contemporaneità del funzionamento in scarica con la attività di correzione del GNL pesante) nella situazione ambientale più svantaggiosa (massima temperatura ambiente).
- Rientrare nei limiti imposti dal legislatore ai fini del riconoscimento della qualifica di autoproduttore (soggetto industriale che consuma almeno il 70% dell'energia annua

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	53 di 190

prodotta per gli usi propri, con il beneficio di poter cedere alla rete il surplus di produzione derivante dal fabbisogno termico di cui si necessita per gli scopi tecnologici).

L'impianto di cogenerazione scelto è costituito da:

- Un sistema di produzione di energia elettrica, in parallelo con la rete, con un turbogeneratore di taglia pari a circa 31.745 MWe alle condizioni ambientali di riferimento (ISO: 15 °C, Sea Level).
- Un sistema di recupero termico sui gas esausti composto da uno scambiatore di calore di capacità pari a circa 35 MWt alle stesse condizioni, per il riscaldamento dell'acqua dei vaporizzatori.
- Ausiliari e accessori necessari all'esercizio in sicurezza ed efficienza delle apparecchiature fornite.

La taglia di turbogeneratore proposta soddisfa le seguenti condizioni:

- Garantisce la copertura del fabbisogno elettrico dell'impianto a regime dando quindi completa autonomia energetica allo stabilimento GNL su base media annuale.
- Consente un utilizzo pressoché completo del calore disponibile nei gas di scarico, in ogni condizione di marcia dell'impianto di vaporizzazione, garantendo un indice di risparmio energetico e un limite termico come richiesto dalla delibera AEEG 42/2002.
- Rende possibile, attraverso la modulazione del suo funzionamento, di cedere alla rete il surplus di energia elettrica prodotta (massimo il 30% come media annua).

E' da notare che la centrale di cogenerazione è predisposta per funzionare in parallelo alla rete, in modo da poter cedere eventuali eccedenze di energia elettrica; in caso di perdita di parallelo con la rete, la centrale sarà in grado di funzionare temporaneamente in isola per mantenere in marcia l'impianto GNL.

In caso di fermata, programmata o imprevista, del turbogeneratore, lo stabilimento GNL verrà alimentato direttamente dalla rete. Per questo motivo, non è prevista al momento l'installazione di una turbina di riserva.

Il turbogeneratore che soddisfa i requisiti dell'impianto di Panigaglia, e sulle cui caratteristiche di performance è stato basato il presente studio, è stato individuato nel modello Rolls Royce RB211-6761 (o equivalente), che ha una potenza elettrica ai morsetti dell'alternatore, in condizioni ISO , di 31745 kWe.

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 55 di 190

- Tettoia per la protezione dagli agenti atmosferici.

6.4.3. Sistema di recupero termico

Il sistema di recupero termico previsto comprende:

- Connessione al gruppo con giunto di espansione
- Serranda a tre vie modulante da azionamento automatico
- Camino di by-pass montato sulla serranda a tre vie
- Silenziatore
- Condotti di convogliamento gas caldo
- Scambiatore di calore avente le seguenti principali caratteristiche (alle condizioni ambientali di riferimento):
 - Potenzialità: 35.000 MWt
 - Portata gas caldi in ingresso: 338.400 kg/h
 - Temperatura gas caldi in ingresso: 505 °C
 - Temperatura gas caldi al camino: 80 °C
- Circuito adduzione H₂O di preriscaldamento

E' il circuito chiuso composto da condotti coibentati che trasportano l'acqua preriscaldata dallo scambiatore alle vasche dei vaporizzatori. Il circuito prevede la presenza di una vasca di accumulo/compenso dell'acqua raffreddata che verrà nuovamente spinta per mezzo di due pompe, una in riserva all'altra.

6.4.4. Gruppo di generazione ausiliario

E' previsto un generatore diesel d'emergenza per l'avviamento del turbogas anche in assenza di alimentazione al motore elettrico di avviamento.

Sarà localizzato nella nuova cabina posta nelle vicinanze del TG, completo di cofanatura insonorizzante, ausiliari e quadri di controllo e commutazione con la rete.

In caso di "black-start" della turbina il gas combustibile per la turbina sarà prelevato dal metanodotto.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 56 di 190

6.5. PRESTAZIONI DELL'IMPIANTO DI COGENERAZIONE

Le tabelle riportate alle pagine seguenti riassumono i dati preliminari di bilancio dell'impianto proposto, alle condizioni ambientali di riferimento.

GRANDEZZA	U.D.M	VALORE
Prestazioni turbogruppo		
Potenza ai morsetti del generatore (lorda richiesta)	kWe	27.190
Perdite + ausiliari (2%)	kWe	544
Potenza netta generata	kWe	26.646
Consumo fuel gas	Nm ³ /h	7.200
Consumo termico TG	kWt	74.222
Dati sul recupero		
Portata gas esausti	kg/h	338.400
Temperatura gas esausti	°C	505
Calore recuperabile	kW	35.000
GNL vaporizzato con recupero	ton/h	182.6
Fuel gas risparmiato ai SCV	Nm ³ /h	2.995
Produzione energia elettrica		
Energia autoprodotta con cogenerazione	kWh/a	223.828..000
Energia autoconsumata	kWh/a	174.809.700 (78.1%)
Energia ceduta alla rete	kWh/a	49.018.300 (21.9%)
Rendimenti		
Rendimento elettrico	%	36
Rendimento globale	%	93

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	57 di 190

6.6. ATTIVITÀ NECESSARIE ALL'INSERIMENTO DELLA NUOVA CENTRALE

Come anticipato, la centrale di cogenerazione sarà installata all'interno dello stabilimento GNL.

Le principali attività necessarie all'inserimento del nuovo impianto sono le seguenti:

- Interfacciamento servizi ausiliari (fuel gas, acqua preriscaldamento, aria servizi, alimentazione BT, etc).
- Interfacciamento sistema di recupero con le unità di vaporizzazione GNL e modifiche ai vaporizzatori SCV per la ricezione dell'acqua riscaldata.
- Interfacciamento con la rete elettrica esterna e di stabilimento.
- Interconnessione con il sistema di controllo esistente; il turbogas è fornito completo dei quadri di controllo impianto e protezione, che verranno ubicati nella sala quadri realizzata nell'area adiacente al turbogas. I quadri di macchina saranno provvisti di porta seriale per l'interconnessione con il sistema DCS esistente, in modo da consentire al personale in sala controllo (postazione remota) di ricevere in tempo reale informazioni sullo status dell'impianto.
- Interconnessione con la rete di terra esistente.

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 58 di 190

6.7. CONDIZIONI DI ESERCIZIO PER IL RICONOSCIMENTO DELLA QUALIFICA DI IMPIANTO DI COGENERAZIONE

La deliberazione dell'AEEG n° 42 del 19 marzo 2002 introduce le condizioni tecniche ed operative per il riconoscimento della produzione combinata di energia elettrica e calore (impianto di cogenerazione). In tale ambito il legislatore ha definito il rispetto di alcuni parametri che correlano le caratteristiche tecniche dell'impianto di produzione di energia elettrica all'utenza termica sottoposta nonché, all'esercizio combinato dei due. Gli indici da prendere in considerazione sono riportati di seguito:

- Indice di Risparmio Energetico
$$IRE = 1 - \frac{Ec}{\frac{Ee}{\eta_{es} \cdot p} + \frac{Et_{civ}}{\eta_{ts,civ}} + \frac{Et_{ind}}{\eta_{ts,ind}}}$$

- Limite Termico
$$LT = \frac{Et_{ind}}{Et_{ind} + Ee}$$

Dove:

E_c : è l'energia immessa annualmente nell'impianto con il combustibile

E_e : è l'energia elettrica utile prodotta annualmente dall'impianto al netto degli ausiliari

E_{tind} : è l'energia termica utile prodotta annualmente nell'impianto

E_{tciv} : è l'energia termica utile per usi civili

η_{es} : rendimento elettrico netto medio annuo

p : coefficiente che rappresenta le perdite di trasporto e di trasformazione dell'energia elettrica degli impianti di cogenerazione

$\eta_{ts,civ}$: rendimento elettrico netto medio annuo per la produzione di energia termica per usi civili

$\eta_{ts,ind}$: rendimento netto medio annuo per la produzione di energia termica per usi industriali

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 59 di 190

6.7.1. Valutazione dell'Indice di Risparmio Energetico (IRE) e del Limite Termico (LT)

Vengono considerate le due situazioni medie relative al progetto, descritte già nel paragrafo 6.5.

Potenza elettrica ai morsetti: 27,19 MWe

Consumi ausiliari: 0,54 MWe (stima: 2% della potenza elettrica)

Potenza elettrica netta: 26,65 MWe

da cui:

$$E_c = 2.244.412.800 \text{ MJt/anno}$$

$$E_e = 805.781.000 \text{ MJe/anno}$$

$$E_{\text{tind}} = 1.058.400.000 \text{ MJt/anno}$$

$$E_{\text{tciv}} = \text{N.D.}$$

$$\eta_{\text{es}} = 0,44$$

$$p = 1$$

$$\eta_{\text{ts,civ}} = \text{N.D.}$$

$$\eta_{\text{ts,ind}} = 0,9$$

$$\text{IRE} = 0,25 > 0,1 \text{ (valore minimo stabilito dal legislatore)}$$

$$\text{LT} = 0,57 > 0,22 \text{ (valore minimo stabilito dal legislatore)}$$

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 60 di 190

7. SISTEMI PER LA SICUREZZA DELL'IMPIANTO

7.1. FILOSOFIA DEI SISTEMI DI CONTROLLO

La filosofia di controllo dell'impianto assicurerà all'operatore in sala controllo il monitoraggio ed il controllo delle operazioni di processo. Queste due funzioni essenziali saranno assolte con sistemi indipendenti e dedicati quindi al controllo del processo e al controllo della sicurezza.

Il sistema di controllo del processo fornisce informazioni in tempo reale sui parametri che premettono la piena supervisione delle operazioni e consente la regolazione automatica o manuale delle principali variabili di processo.

Inoltre, in caso di anomalie, provvede alla fermata di singole apparecchiature tramite l'esecuzione di sequenze ed alla segnalazione della natura dell'anomalia stessa. Entrambe queste azioni vengono eseguite dal sistema di controllo distribuito (DCS) che provvede, quindi, al controllo in senso stretto ed alla gestione delle sequenze di processo.

Il sistema è dotato di consolle operativa localizzata nella sala controllo, funzionante da interfaccia uomo-macchina e composta di più video a colori (VDU), tastiere, stampante, video copiatrice e chiavi di accesso al DCS. Le funzioni principali svolte dal DCS sono le seguenti:

- Controllo del processo;
- Gestione sequenze;
- Acquisizione dati e invio comandi;
- Allarmi;
- Immagazzinamento e recupero dati;
- Registrazione dati storici;
- Visualizzazione grafici dell'impianto;
- Calcoli gestionali e di processo;
- Sistema di aiuto automatico;
- Interfaccia con altri sub-sistemi quali ESD (Emergency Shut Down – Sistema di arresto di emergenza) e F&G (Fire & Gas- Sistema di detezione fuoco e gas).

Una sezione del sistema di controllo di processo è dedicato al controllo dei bracci di scarico.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	61 di 190

Il sistema di controllo della sicurezza ha come compito quello di porre l'impianto in posizione di sicurezza in tutte le situazioni di eventuale emergenza, individuate anche attraverso analisi di sicurezza.

Esso è perciò progettato per attivare i blocchi di processo e il sistema di arresto di emergenza. Opera anche sulle informazioni della rete dei rilevatori in impianto e controlla lo stato di tutte le apparecchiature di vitale importanza per la sicurezza.

Associate a queste funzioni principali, secondo logiche e modalità stabilite, vengono attivati anche:

- I sistemi e le apparecchiature di protezione (necessarie per es. per contenere gli effetti);
- I sistemi e le apparecchiature di emergenza (es. antincendio).

La messa in sicurezza dell'impianto, che consiste principalmente nella chiusura delle valvole di isolamento e nella fermata delle apparecchiature, è attivabile anche manualmente attraverso pulsante, in tutte le situazioni di pericolo definite in accordo ad apposita procedura.

Il sistema dedicato alla sicurezza è del tipo "fail safe", altamente affidabile ed assicurerà una elevata disponibilità.

In ogni caso i circuiti di controllo (DCS) e di sicurezza (PES) sono indipendenti. La loro alimentazione è realizzata in modo tale da soddisfare i principi della indipendenza e diversificazione; le funzioni di allarme sono organizzate in logica gerarchica in modo da permettere all'operatore di prendere decisioni veloci con bassa probabilità di errore.

La sala controllo è stata progettata in modo tale da garantire un elevato livello di sicurezza, sia per poter eseguire le manovre richieste, sia per salvaguardare l'incolumità degli operatori che le eseguono (anche durante le eventuali emergenze). Per questo motivo è costruita tenendo conto dell'entità delle sollecitazioni impartite dagli effetti generali da eventuali rilasci accidentali di GNL e fornita di un sistema di circolazione interna di aria forzata che ne garantisca la sua pressurizzazione rispetto all'ambiente esterno.

Nel progetto, è previsto un incremento significativo dei segnali in ingresso e uscita al DCS a causa dell'incremento delle apparecchiature e quindi un incremento dei quadri necessari.

I nuovi quadri verranno alloggiati nella nuova sala tecnica accanto al turbogeneratore, così come i nuovi quadri del sistema di controllo della sicurezza (PES).

In ogni caso i due sistemi di controllo e sicurezza rimarranno separati ed indipendenti, senza significative variazioni al sistema di controllo e di sicurezza attualmente esistente nell'impianto di Panigaglia.

Anche non si prevede alcuna sostanziale modifica della sala controllo centrale.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	62 di 190

7.2. SISTEMA DI RILEVAZIONE GAS, INCENDI E PERDITE

Il sistema di rilevazione è composto da una rete di rilevatori installata in specifiche aree dell'impianto (aree di raccolta del GNL, di trasferimento, di vaporizzazione, di pompaggio, di compressione/condensazione del gas di boil off e nei locali chiusi dove può accumularsi il gas) per avvertire della presenza di incendio, gas infiammabile e/o GNL.

I rilevatori indicheranno in sala controllo l'area dove si è verificato il rilascio.

In aggiunta, saranno previsti punti di allarme, che faranno sempre capo alla sala controllo, sia in area impianto a terra che nella zona del pontile.

In particolare, saranno aggiunti e/o integrati i sistemi di rilevazione descritti nella tabella seguente.

Sistema	Tipo di rilevatore	Zona di installazione
Rilevazione gas	Sensori di gas a terra (IR, catalitici, etc.)	Zona pompe alimento Zona pompe booster Zona pipe-rack in corrispondenza dei gruppi valvole Zona serbatoi GNL (base)
	Sensori di gas in quota (IR, catalitici, etc.)	Zona vaporizzatori SCV Zona compressori BOG Zona turbogas Zona serbatoi GNL (sommità) Zona compressori aria di correzione Zona serbatoi GNL Zona bracci di scarico Locali batterie
Rilevazione di perdite	Rilevatori di freddo	Pozzetti pompe alimento e booster Basamento serbatoi GNL Zona bracci di scarico e linea di trasferimento
Rilevazione di fiamma	Rilevatori di fiamma (IR, UV)	Zona diesel di emergenza nella nuova cabina MT Zona bracci di scarico Zona piattaforma serbatoi
Rilevazione di fumo	Rilevatori ottici di fumo	Sala quadri nuova cabina MT

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.		Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia		539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia		Rev.	Pag.
				4	63 di 190

7.3. PREVENZIONE E CONTENIMENTO RILASCI DI GNL

L'impianto sarà dotato di valvole di intercettazione automatiche tipo fail-safe in ingresso ed uscita dalle apparecchiature principali (pompe, compressori, vaporizzatori, recondenser, serbatoi di stoccaggio) e sulle linee di GNL particolarmente lunghe e di diametro elevato, allo scopo di isolare le apparecchiature e tratti di linea e di ridurre quindi al minimo il rilasci di GNL e di gas naturale all'atmosfera in caso di perdite.

Nella zona di scarico del GNL dalla nave saranno previsti sistemi di intercettazione e sgancio rapido dei bracci di scarico (PERC), che possono essere attivati sia manualmente che automaticamente, e che permettono lo sgancio rapido dei bracci senza provocare danni strutturali .

Allo scopo di ridurre al minimo le perdite sono inoltre minimizzati gli accoppiamenti flangiati.

In ogni caso è previsto un sistema di contenimento delle possibili perdite di GNL attraverso l'utilizzo di vasche di raccolta in cemento armato al di sopra delle quali vengono ubicate le valvole di regolazione e manuali del tipo flangiato che rappresentano fonte di possibili perdite.

Ove realizzabile, le perdite di GNL confinate in queste vasche vengono poi trasferite in un bacino di raccolta di ridotte dimensioni dove l'evaporazione del GNL può essere limitata per mezzo di adatti rivestimenti isolanti e l'applicazione di schiuma ad elevata espansione.

Vi è inoltre da notare che le vasche di raccolta perdite saranno dotate di rilevatori di freddo allo scopo di allertare gli operatori ed eventualmente in caso di perdite consistenti provocare direttamente l'arresto di emergenza dell'impianto.

Anche eventuali perdite dalle pompe vengono raccolte in quanto le pompe di alimentazione e booster saranno localizzate in fosse di cemento armato.

E' previsto anche sulla piattaforma dei bracci di scarico un adeguato sistema di convogliamento e contenimento, onde evitare che eventuali rilasci di GNL si riversino in mare.

7.4. SISTEMA BLOCCHI DI EMERGENZA E DI PROCESSO

I sistemi di blocco dell'impianto o di parte di esso sono attivati da tre diversi livelli di emergenza:

- Emergenza di III livello
- Emergenza di II livello
- Emergenza di I livello

L'emergenza di III livello è il livello di emergenza più grave e corrisponde a quello che comunemente viene definito ESD con blocco generale dall'impianto ed attivazione del sistema antincendio.

L'emergenza di II livello è un livello di emergenza intermedio e causa solo il blocco totale o parziale dell'impianto e corrisponde a quello che comunemente viene chiamato PSD.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 64 di 190

L'emergenza di I livello è il livello di emergenza più basso e corrisponde a quello che comunemente viene definito LSD e provoca il blocco della singola apparecchiatura senza provocare alcun blocco totale o parziale dell'impianto.

In generale si può dire che il blocco di I livello provoca al massimo una riduzione della portata dell'impianto qualora l'apparecchiatura di riserva non sia in grado di partire entro breve tempo.

7.4.1. Emergenza di III livello

L'emergenza di III livello è attivata da:

- Pulsante di blocco di emergenza di III livello, localizzato nei punti nevralgici dell'impianto ed in sala controllo;
- Sensori di rilevazione gas dotati di due livelli di intervento, uno di semplice allarme ed uno di blocco, e localizzati sulla piattaforma sul tetto dei serbatoi, nella zona vaporizzatori, nella zona pompe e colonna recondenser, nella zona pipe-rack e nella sala controllo satellite e di condizionamento;
- Detettori di freddo (cold detector) localizzati nelle vasche delle pompe e nelle piattaforme alla base dei serbatoi;
- Rilevatori di fiamma localizzati sul tetto dei serbatoi e alla base dei serbatoi;
- Mancanza aria strumenti.

L'emergenza di III livello provoca la fermata totale dell'impianto attraverso l'attivazione delle emergenze di II livello e il blocco di:

- Pompe immerse nei serbatoi;
- Pompe di alimentazione e pompe booster;
- Colonna recondenser;
- Compressori di boil-off;
- Unità di frazionamento a membrana e relativi compressori;
- Intercettazione della transfer line;

7.4.2. Emergenza di II livello

L'emergenza di II livello è attivata dalla mancanza di energia elettrica o dall'emergenza di III livello, e provoca:

- Fermata bracci di carico;

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	65 di 190

- Fermata della soffiante di ritorno vapori alla nave;
- Fermata pompe azoto liquido;
- Blocco gas combustibile;
- Arresto pompe scarica sulla nave;
- Attivazione dell'emergenza di I livello.

La mancanza di energia elettrica oltre ad attivare l'emergenza di II livello provoca il blocco di:

- Pompe booster
- Pompe di alimentazione
- Pompe di scarica sulla nave
- Bracci di scarico.

E l'inibizione all'avviamento di:

- Pompe di alimentazione
- Pompe booster
- Pompe in tank
- Vaporizzatori
- Sistema fuel gas
- Gas a rete

7.4.3. Emergenza di I livello

L'emergenza di I livello è attivata in genere dalle emergenze di II e III livello, ma può essere attivata anche limitatamente alla singola apparecchiatura da un pulsante di fermata dell'apparecchiatura o da valori anomali di livello o pressione o temperatura o portata.

Tra le apparecchiature fermate da emergenza di I livello merita particolare attenzione la fermata dei bracci di scarico (e quindi il blocco della scarica) provocata dai gas detector sul pontile.

Data la distanza della piattaforma dei bracci scarico dall'impianto non è prevista l'attivazione dell'emergenza di III livello per azione dei gas detector sulla piattaforma del pontile.

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	66 di 190

7.5. SISTEMI DI CONTROLLO DELLA PRESSIONE

Sono previsti sistemi adeguati ad evitare la pressurizzazione dei vaporizzatori e nei serbatoi di stoccaggio, come descritto al paragrafo 5.5.8.

Ogni vaporizzatore è provvisto di almeno una valvola di sicurezza collegata al sistema di blow-down (vent di alta pressione) e dimensionata per evacuare un flusso di vapore calcolato nelle seguenti assunzioni:

- Sezione di vaporizzazione completamente riempita con GNL alla temperatura di lavoro;
- Valvole di isolamento della sezione di vaporizzazione chiuse ed a perfetta tenuta;
- Sistema di riscaldamento (bagno) in servizio alla massima potenza.

Lo smaltimento dei vapori di GNL prodotti all'interno dei serbatoi avviene per mezzo di:

- Compressione ed assorbimento nel GNL;
- Invio al sistema di blow-down (vent di bassa pressione);
- Scarico diretto all'atmosfera tramite la valvola di sicurezza.

Il sistema di recupero dei vapori di boil-off serve a smaltire i vapori durante il funzionamento normale e di scarica, e quelli di ricircolo provenienti da altre apparecchiature di impianto.

I vapori di GNL prodotti durante l'avviamento o in eventuali condizioni di funzionamento anomalo dell'impianto sono convogliati nel sistema di blow-down per essere scaricati in atmosfera in luogo sicuro (attraverso il vent di bassa pressione).

Nel progetto, come descritto al 5.5.8, il collettore di vent di alta pressione viene modificato incrementando il diametro da 20" a 24".

Inoltre, per tener conto dei limiti massimi di irraggiamento ammissibili sui nuovi serbatoi GNL adiacenti alla struttura del vent, l'altezza di entrambi i collettori di vent dovrà essere incrementata da 72m a 79m, come risulta dal calcolo di irraggiamento incluso nell'Allegato 6 .

7.6. SISTEMA ACQUA ANTINCENDIO

7.6.1. Necessità di adeguamento del sistema acqua antincendio

Le principali modifiche all'impianto GNL che hanno un impatto considerevole sul sistema dell'acqua antincendio sono le seguenti:

- Sostituzione dei serbatoi di stoccaggio GNL
- Modifiche al pontile
- Aggiunta di nuove unità di vaporizzazione.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 67 di 190

Risulta evidente che i principali interventi da apportare al sistema acqua antincendio al fine di rendere il sistema di protezione adeguato alle nuove esigenze riguarda essenzialmente del progetto.

7.6.2. Interventi di adeguamento del sistema acqua antincendio

Al fine di mantenere inalterato il livello di sicurezza del sistema, si ritiene di prevedere i seguenti interventi di adeguamento del sistema acqua antincendio durante il progetto:

Interventi di adeguamento diretti.

Tali adeguamenti sono direttamente dovuti alle modifiche di processo apportate all'impianto:

- Sistema di protezione dei nuovi serbatoi LNG
- Sistema di protezione del pontile
- Non si ritiene di dover intervenire sulle esistenti barriere ad acqua di contenimento perdite GNL

Interventi di adeguamento indotti

Tali adeguamenti si rendono necessari al fine di adeguare tutto il sistema alle nuove esigenze:

- Stazione di pompaggio principale
- Stazione di pompaggio di riserva
- Rete di distribuzione principale

7.6.3. Normative di riferimento

Le normative di riferimento, per questa tipologia di impianti, sono i seguenti :

- NFPA 59 A: Liquefied Natural Gas Storage and Handling
- UNI EN 1473: Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto (GNL) – Progettazione delle installazioni di terra.

E' importante notare che le normative sopra citate, pur esaustive per quanto riguarda le misure di sicurezza, non danno riferimenti certi per quanto riguarda i sistemi di protezione attiva, quale appunto è il sistema acqua antincendio.

Per quanto sopra, nella definizione del sistema acqua antincendio si è fatto generalmente riferimento a precedenti esperienze similari e a quanto suggerito dalla buona ingegneria.

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	68 di 190

7.6.4. Descrizione degli interventi

Vengono di seguito descritti i principali interventi di adeguamento al sistema acqua antincendio.

La relativa planimetria è inclusa nell'Allegato 4.

7.6.4.1. Sistema di protezione nuovi serbatoi GNL

Si premette che non esistono sistemi attivi in grado di far fronte ad un incendio di un serbatoio di GNL. Tale evento può solamente essere gestito evitandone, nei limiti del possibile, l'estensione.

Sulla base di questa premessa, verrà previsto un sistema di raffreddamento dei serbatoi stessi, con il duplice scopo di:

- proteggere adeguatamente ciascun serbatoio dal calore di irraggiamento, in caso di incendi che si dovessero verificare nelle vicinanze;
- evitare o quantomeno ritardare il collasso delle pareti, in caso d'incendio di uno dei serbatoi.

Poiché non esistono riferimenti normativi per il dimensionamento di sistemi di raffreddamento di serbatoi stoccaggio GNL, si è fatto riferimento per questo progetto a sistemi di stoccaggio simili (South LPG Project, Irak e Bonny NGL Plant, Nigeria).

Nei sopra citati impianti il sistema di raffreddamento dei serbatoi è stato dimensionato sulla base di una portata specifica (Qs) pari a 3 (l/min)/m² da prevedere sia sul mantello che sul tetto, con una maggiorazione del 10%. Lo stesso valore verrà adottato nel caso dell'impianto GNL di Panigaglia.

Le principali caratteristiche dei due nuovi serbatoi sono le seguenti:

Dimensioni (Dia x H): 70 x 38,53 m

Superficie mantello (Sm) : 8470 m²

Superficie tetto (St) : 4100 m²

Ciascun serbatoio verrà provvisto di un sistema di raffreddamento così dimensionato :

Protezione del mantello

Portata : $Q_m = S_m \times Q_s \times 10\% = 8470 \times 3 \times 1,1 = 27960 \text{ l/min} \quad (1680 \text{ m}^3/\text{h})$

Al fine di una corretta distribuzione si ritiene di prevedere almeno due (2) anelli di distribuzione, provvisti di ugelli, posti uno all'estremità più alta del mantello e l'altro a mezza altezza, ciascuno avente un diametro di 6".

Saranno previste due (2) linee di alimentazione, degli anelli di distribuzione ciascuna del diametro di 10", collegate alla rete principale antincendio e provviste di valvole di controllo, comandate da Sala Controllo.

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	69 di 190

Protezione del tetto

Portata : $Q_t = St \times Q_s \times 10\% = 4100 \times 3 \times 1,1 = 13540 \text{ l/min}$ (810 m³/h)

Al fine di una corretta distribuzione si ritiene di prevedere almeno due (2) anelli di distribuzione, provvisti di ugelli, equamente spazati, aventi il più esteso un diametro di 8" e il più piccolo un diametro di 6".

Sarà prevista una (1) linea di alimentazione, degli anelli di distribuzione, del diametro di 10", collegata alla rete principale antincendio e provvista di valvola di controllo, comandata da Sala Controllo.

7.6.4.2. Sistema di protezione del pontile

Si intende prevedere un sistema di monitori ad acqua, comandati a distanza, dimensionato secondo i parametri già adottati per l'attuale, ovviamente adeguati alla nuova tipologia di navi previste all'attracco e precisamente :

- Il sistema monitori dovrà essere in grado di coprire tutta la superficie del ponte della nave.
- La copertura dovrà essere assicurata in qualsiasi situazione di carico della nave e per tutti i tipi di navi previsti all'attracco.
- La copertura sarà assicurata usando i monitori con erogazione a getto pieno.

Le principali caratteristiche delle navi, relative allo scopo di questa relazione sono le seguenti:

- Lunghezza max. : 290 m
- Larghezza max. : 49 m
- Altezza min. : +14 m dal livello del mare (per navi da 40000 m³)
- Altezza max. : +23 m dal livello del mare (per navi da 140000 m³)

Al fine di rispettare i parametri precedentemente indicati sarà previsto un sistema di monitori con le seguenti caratteristiche principali:

- Numero monitori : 5
- Portata per monitor: 5000 l/min
- Gittata minima: 75 m
- Altezza di posizionamento: 21 m (minimo)
- Portata totale del sistema : 25000 l/min (1500 m³/h)

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 70 di 190

7.6.4.3. Sistema barriere ad acqua di contenimento perdite LNG

Non si prevede di intervenire sull'attuale disposizione delle barriere di contenimento perdite GNL.

7.6.5. Definizione della massima richiesta d'acqua antincendio

Ai fini della definizione della massima richiesta d'acqua antincendio vengono identificati alcuni diversi scenari:

Incendio di un serbatoio stoccaggio GNL

Questo scenario prevede l'intervento contemporaneo dei seguenti sistemi:

- Raffreddamento mantello serbatoio in fiamme:	1680 m ³ /h
- Raffreddamento parte esposta del mantello del serbatoio adiacente:	840 m ³ /h
- Raffreddamento del tetto serbatoio adiacente:	810 m ³ /h
- Sistemi di supporto:	180 m ³ /h

<u>Totale</u> :	3510 m ³ /h

Incendio nelle vicinanze dei serbatoi GNL

Questo scenario prevede l'intervento contemporaneo dei seguenti sistemi:

Raffreddamento parte esposta mantello serbatoi:	1680 m ³ /h
Raffreddamento tetto serbatoi:	1620 m ³ /h
Sistemi di supporto:	180 m ³ /h

<u>Totale</u> :	3480 m ³ /h

NOTA: Al fine di parzializzare correttamente la portata d'acqua per il raffreddamento del mantello dei serbatoi potrebbe essere necessario suddividere gli anelli di raffreddamento in quattro sezioni alimentate separatamente.

Incendio al pontile

Questo scenario prevede l'intervento contemporaneo di tutto il sistema monitori e conseguentemente la portata di dimensionamento risulta di 1500 m³/h.

Sulla base dei diversi scenari considerati, al fine del dimensionamento del sistema acqua antincendio, si ritiene di adottare i seguenti valori di portata:

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	71 di 190

Stazione di pompaggio acqua antincendio: 3510 m³/h

Rete antincendio impianto a terra: 3510 m³/h

Rete antincendio pontile: 1500 m³/h

7.6.6. Stazione di pompaggio principale

L'attuale stazione di pompaggio è composta dai seguenti elementi:

- N° 1 pompa centrifuga verticale (principale), condotta da motore elettrico, con portata di 1250 m³/h e pressione di mandata di 9 barg.
- N° 1 pompa centrifuga verticale (riserva), condotta da motore diesel, con le stesse caratteristiche della precedente.

Al fine di far fronte alle nuove esigenze, la stazione di pompaggio dovrà essere ampliata aggiungendo almeno due (2) pompe, condotte da motore elettrico, con le stesse caratteristiche delle esistenti.

E' importante notare che la nuova configurazione della stazione di pompaggio parte dalla considerazione che sia disponibile l'energia elettrica, anche e soprattutto in caso di incendio.

7.6.7. Stazione di pompaggio di emergenza

L'attuale stazione di pompaggio di emergenza è composta da:

- N° 1 pompa centrifuga verticale, condotta da motore diesel, con portata di 2000 m³/h e pressione di mandata di 9 barg.

Al fine di far fronte alle nuove esigenze, dovrà essere prevista una pompa aggiuntiva, condotta da motore diesel, con portata di 1250 m³/h e pressione di mandata di 9 barg.

7.6.8. Rete di distribuzione principale

La rete di distribuzione, sulla base della portata di dimensionamento, dovrà avere un diametro di 24" (velocità del fluido di 3,5 m/s).

Il dimensionamento tiene conto del possibile fuori servizio di una parte dell'anello (per manutenzione o rottura accidentale).

7.6.9. Distribuzione al pontile

Secondo l'attuale configurazione non è previsto un anello ma solamente una linea di alimentazione.

Mantenendo lo stesso concetto dell'attuale sistema e sulla base della portata di dimensionamento, la nuova linea di alimentazione dovrà avere un diametro di 16" (velocità del fluido 3,8 m/s).

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	72 di 190

Tutti i diametri dovranno essere verificati al Feed Tender dossier.

7.7. SICUREZZA DELL'IMPIANTO E TUTELA DEL PERSONALE

La progettazione dell'impianto dovrà permettere di operare in sicurezza il terminale, assicurando di:

- Contenere in modo appropriato i materiali pericolosi durante le normali operazioni, durante la manutenzione, durante tempi limitati di funzionamento al di fuori delle condizioni normali e durante l'accadimento dei vari eventi ambientali che non è possibile controllare ma che possono generare situazioni di pericolo;
- Controllare una eventuale rottura del contenimento, cercando di minimizzare gli impatti sul personale e sulla popolazione nelle vicinanze, nonché i danni agli impianti e all'ambiente.

Il contenimento di materiali pericolosi richiederà che il progetto dell'impianto incorpori adeguate misure per:

- Garantire la sicurezza del sito da eventuali minacce d'origine sia esterna che interna;
- Gestire le conseguenze di eventuali pericoli naturali;
- Gestire le condizioni di marcia legate alle normali operazioni dell'impianto ed a situazioni limitate di funzionamento al di fuori del normale involucro operativo;
- Garantire che l'impianto possa essere gestito e controllato nell'intento di minimizzare e contenere potenziali rotture del contenimento.

Infine, sebbene il rischio potenziale di perdita del contenimento a causa di errori di manovra (ad es. durante la manutenzione) possa essere minimizzato incorporando adeguate misure nel progetto dell'impianto (ad es. valvole di isolamento, sistemi di controllo, *interlocks*, ecc.), sarà anche essenziale stabilire un appropriato sistema di gestione della sicurezza in sito per limitare / affrontare efficacemente le situazioni di pericolo.

La tutela del personale è connessa alle condizioni nelle quali è chiamato a svolgere il lavoro ordinario.

Indumenti protettivi ed equipaggiamenti speciali (schermi facciali, tute ignifughe, tute antifreddo, autorespiratori, etc.) saranno sempre disponibili ed in numero sufficiente per ogni situazione d'emergenza. Sistemi lava-occhi saranno dislocati in prossimità delle aree ove maggiore è la probabilità di contatto con il GNL.

Nella fase di progettazione di dettaglio sarà messo a punto un appropriato piano d'emergenza interno che includerà quanto segue:

- Definizione della organizzazione interna preposta a fronteggiare l'emergenza;
- Individuazione, per ciascuna tipologia incidentale, delle azioni da mettersi in atto per circoscrivere l'area interessata dagli effetti pericolosi;

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	73 di 190

- Definizioni dei canali di comunicazione verso enti esterni, al fine di attivare eventuali piani di emergenza esterni.

Al fine di consentire l'evacuazione del personale in situazioni di pericolo, sarà previsto un sistema d'illuminazione d'emergenza sia per le vie di fuga che all'interno dell'impianto.

L'impianto sarà dotato delle opportune luci di segnalazione in corrispondenza delle strutture e/o apparecchiature più alte.

7.8. SICUREZZA DEL SITO

Il sito sarà protetto su tutto il suo perimetro fino alla linea di costa, da una doppia recinzione di sicurezza. Saranno poste in atto tutte le misure necessarie per il controllo accessi.

Un certo numero di cancelli pedonali disposti sul perimetro, permetteranno di lasciare l'impianto in caso d'emergenza attraverso le vie di fuga (vedi Allegato 4). Questi cancelli non saranno operabili dall'esterno in quanto è opportuno limitare l'accesso all'impianto ad un unico ingresso controllato, e saranno identificati come uscite di emergenza.

Infine, l'accesso principale al sito, i confini perimetrali e tutte le aree interne, saranno costantemente sorvegliate mediante un sistema di telecamere a circuito chiuso. Rilevatori di movimento e misure antintrusione, saranno applicati alla recinzione perimetrale.

7.9. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Non esistendo in Italia una normativa di sicurezza specifica per i terminali GNL si farà riferimento, come requisito minimo essenziale, alle prescrizioni indicate dal National Fire Protection Association, in particolare:

NFPA 59°, "Standard for the Production, Storage and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG)", ed. 1994, USA.

Nel corso della progettazione la normativa suddetta sarà integrata, dove richiesto dalla legislazione, con le normative italiane e, dove necessario, con gli standard esteri riguardanti argomenti specifici (es. API, ASME, ANSI, BS, etc.).

8. STUDIO DEL TRAFFICO MARITTIMO

8.1. AREA DI MANOVRA DELLE NAVI METANIERE

Le esigenze di manovra della nave di progetto (nave da 145000m³) hanno comportato la necessità di definire alcuni interventi:

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	74 di 190

- Bacino d'evoluzione antistante il pontile per consentire l'agevole esecuzione delle manovre assistite di avvicinamento e successivo ormeggio al terminal.
- Ove mancanti, canali di navigazione sufficientemente ampi, aventi nei tratti curvilinei raggi di curvatura tali da consentire la navigazione al minimo di assistenza.

Il cerchio di evoluzione è stato dimensionato assumendo un diametro pari a due volte la lunghezza della nave di progetto, cioè pari a circa 600 m. Tali dimensioni sono valide nelle ipotesi di assistenza con un numero adeguato di rimorchiatori, come da Regolamenti e raccomandazioni vigenti.

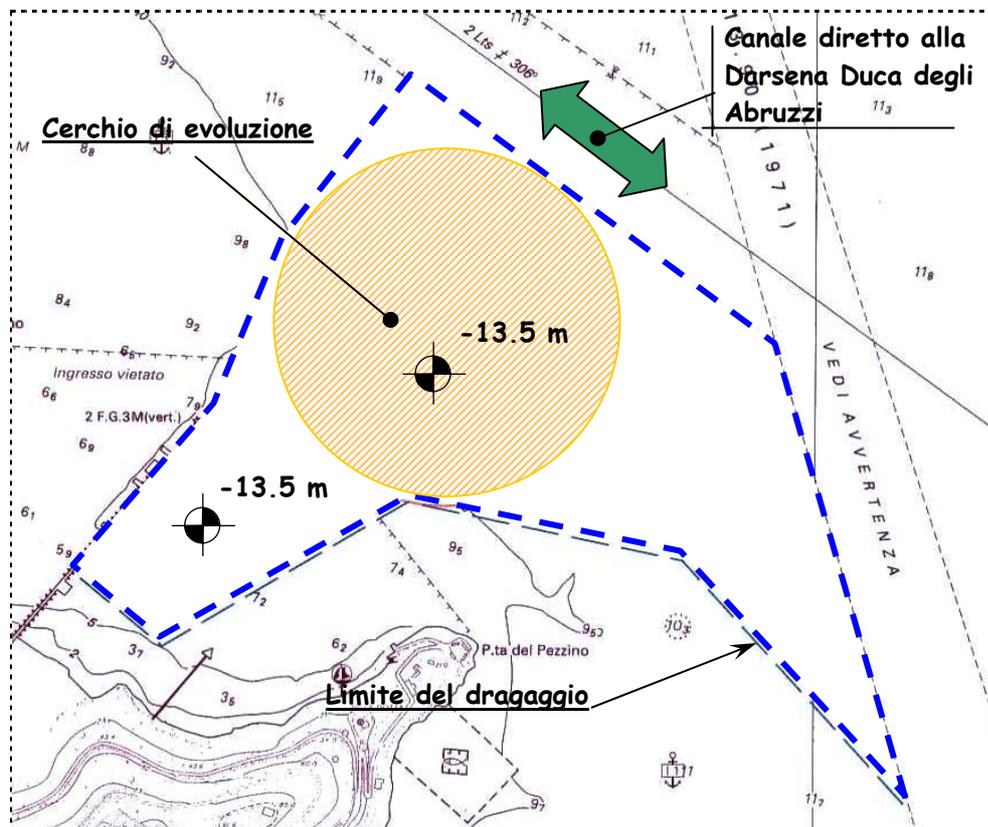


Fig. 8.1 - Cerchio di evoluzione e limiti dell'area di dragaggio

In Fig. 8.1 sono presentati il bacino di evoluzione e l'area di dragaggio; la necessità di lasciare libero il canale diretto alla Darsena Duca degli Abruzzi (ad uso della Marina Militare) costituisce uno dei criteri fondamentali che ha guidato nella scelta della posizione ottimale del turning basin.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	75 di 190

8.2. ORIENTAMENTO DELL'ACCOSTO

A seguire viene proposta una sintesi delle conclusioni delle simulazioni svolte per la configurazione di riferimento del Terminal LNG di Panigaglia con l'ausilio del modello matematico di simulazione della navigazione SHIPMA; si rimanda al documento "Valutazione delle condizioni di navigabilità doc. N° " per l'analisi dettagliata dei risultati ottenuti.

Le simulazioni sono divise in due gruppi:

- Gruppo delle manovre di entrata nel Porto di La Spezia ed avvicinamento al nuovo Terminal. Le condizioni di fine manovra prevedono l'arrivo della nave in una posizione antistante il terminal con una velocità (al massimo pari a $0,20 \div 0,25$ m/s) ed un assetto ottimali per l'esecuzione della manovra finale di accosto all'ormeggio mediante l'assistenza di rimorchiatori agenti in push sulla murata di dritta. Tutte le navi ormeggeranno con la prua rivolta verso mare;

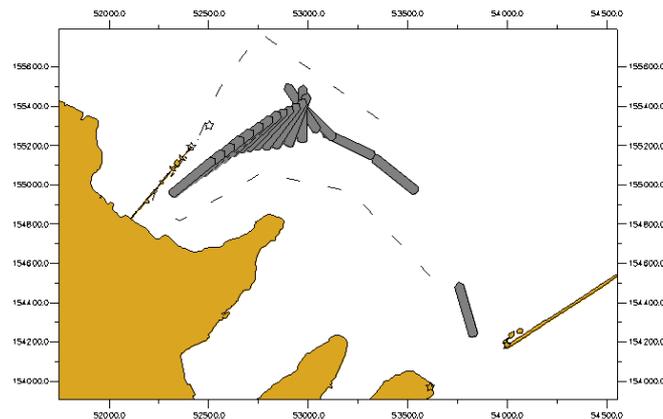


Figura 8.2-1 - Manovre di entrata nel Porto di La Spezia ed avvicinamento al nuovo Terminal LNG di Panigaglia in condizioni operative normali.

- Gruppo delle manovre di uscita, a partire da una posizione dalla quale sia possibile eseguire la partenza dal minimo regime di potenza fino all'uscita della nave in mare aperto attraverso il Passo di Ponente.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	76 di 190

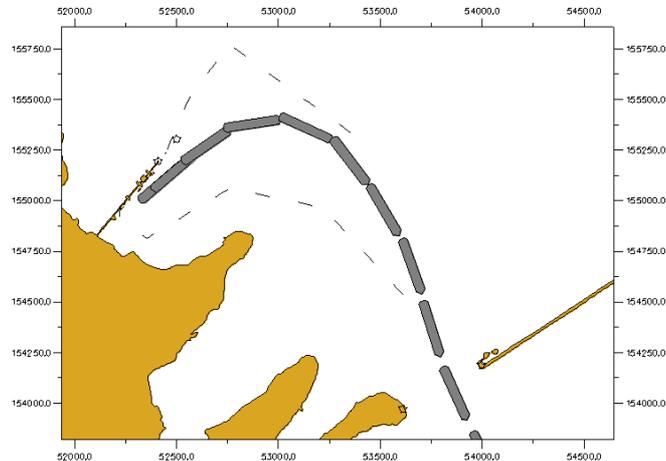


Figura 8.2-2 - Manovre di uscita dal Porto di La Spezia in condizioni operative normali.

L'individuazione della posizione, dell'allineamento e, in generale, delle condizioni della nave allo start della manovra di uscita deriva dalla considerazione che fondamentalmente la nave non può, da sola, sia per questioni di sicurezza che di capacità propulsive, disormeggiare senza adeguata assistenza (tipicamente thrusters e/o rimorchiatori).

8.3. QUANTITÀ GNL DA MOVIMENTARE

Nel progetto, è stata prevista la movimentazione della seguente quantità di GNL:

Scarico GNL portata prevista	:	38.000 m ³ _{gnl} / giorno
	:	13.300.000 m ³ _{gnl} / anno

La capacità di regassificazione sarà considerata con 10% di flessibilità (38000+- 10%)

Questa quantità è stata considerata facendo una media tra GNL pesante e leggero e considerando anche la quantità di fuel gas necessario al sistema di vaporizzazione e al sistema di cogenerazione.

Ovviamente per anno, si intendono 350 giorni e non 365, poiché abbiamo tenuto in conto i 15 giorni di sosta programmata.

8.4. FREQUENZA DEGLI ARRIVI

Sulla base del movimento annuo di GNL e della capacità delle navi previste per lo scarico si prevede il seguente numero di arrivi nave/anno (1 anno =350 gg):

Densità del GNL= 450 kg/m³

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 77 di 190

Tipo nave	140 000 m3	70 000 m3	40 000 m3	TOTAL
N° arrivi	64	56	22	142
Frequenza arrivi (giorni)				3

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 78 di 190

Il presente studio del traffico ha lo scopo di verificare, sulla base dei dati suddetti e dei tempi di “turn around” che i coefficienti di utilizzazione degli accosti rientrino in limiti accettabili sotto il profilo della operabilità ed economicità del sistema.

Navi ricevute	m ³	140.000	70.000	40.000
Portata di scarico ⁽¹⁾	m ³ /h	10.000	7.000	4.000
Tempo di scarica	h	14	10	10
Aggancio bracci e Raffreddamento manifold	h	2	2	2
Sbrinamento manifold e Sgancio bracci	h	2	2	2
Tempo di Avvicinamento, Manovra e Ormeaggio ⁽²⁾	h	2	2	2
Tempo di Disormeaggio, Manovra e Allontanamento ⁽³⁾	h	2	2	2
“Turn around time”	h	22 ^h	18 ^h	18 ^h

Nota ⁽¹⁾: si è ipotizzato di assumere la minima della portata massima di scarico nave.

Nota ⁽²⁾: è il tempo intercorrente tra il punto di imbarco del pilota e la conclusione della fase di ormeaggio.

Nota ⁽³⁾: è il tempo necessario per il disormeaggio e il raggiungimento del punto di sbarco del pilota (vedi Figura 8.5-1).

La frequenza degli arrivi previsti per il progetto e la tipologia delle navi ricevute sono state stimate sulla base delle seguenti ipotesi:

1. Non stravolgere completamente (almeno per i primi anni di operatività dell’impianto) la distribuzione degli shipper in arrivo al terminal, mantenendo in parte l’attuale assetto e cioè tenendo relativamente alto il numero di arrivi/ nave con capacità compresa tra i 40.000 m³ e 70.000 m³ anche a discapito di quelle con capacità maggiore per le quali attualmente non si hanno contratti di approvvigionamento.
2. L’ industria del GNL è un’ industria “giovane”, caratterizzata da un background di soli 40 anni. Anche per questo motivo, nel presente, non si ha sul mercato dell’LNG shipping, una completa disponibilità di gasiere da 140.000 m³. Si è ipotizzato in sostanza che, per almeno i primi anni di esercizio, non si abbia un elevato numero di arrivi/nave con questa capacità (“solo 35”). Questi ultimi anni comunque, sono stati caratterizzati da un fortissimo sviluppo

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 79 di 190

del mercato delle nuove costruzioni con conseguente ringiovanimento della flotta (56% età inferiore a 10 anni). Ad oggi vi sono 101 navi in costruzione/ordinate, con capacità di trasporto compresa fra 138.000 m³ e 210.000 m³. Queste navi arriveranno sul mercato entro i prossimi 10-15 anni, e questo permetterà, di rovesciare l'attuale distribuzione degli arrivi al terminal di Panigaglia fino ad arrivare a ricevere solo gasiere da 140.000 m³. Sulla base del movimento annuo di GNL stabilito (13.300.000 m³_{gnl} / anno) e della capacità delle navi previste per lo scarico futuro, si avrà il seguente numero di arrivi nave/anno:

Con solo uno tipo di nave: 140 000 m3

Densità del GNL= 450 kg/m3

N° arrivi	98
Tempo di occupazione del terminale	25.7%
Frequenza arrivi	3.9 days

In conclusione, è prevista nell'arco della vita operativa dell'impianto, una sostanziale riduzione della frequenza degli arrivi/nave, con una diminuzione, all'interno della rada di La Spezia, del relativo traffico navale.

8.5. TEMPI TOTALI DI OCCUPAZIONE E DI INAGIBILITÀ DEL TERMINALE

Sulla base dei tempi medi di "turn around" previsti per tipo di nave e del numero d'arrivo nave/anno previsti sulla base del movimento sono stati calcolati i tempi annui d'occupazione seguente la tabella qui dopo:

Tipo nave	140 000 m3	70 000 m3	40 000 m3	TOTAL
N° arrivi	64	56	22	142
Tempo di occupazione h/anno	1 408	1 008	396	2 812
Tempo di occupazione del terminale				33.5 %

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	80 di 190

Tuttavia considerata la disponibilità di utilizzo del terminale dovuta al fatto che è ubicato in un bacino chiuso, si può spingere il coefficiente di occupazione fino ad un valore di 0.36.

Questo vuol dire ricevere navi con la seguente frequenza :

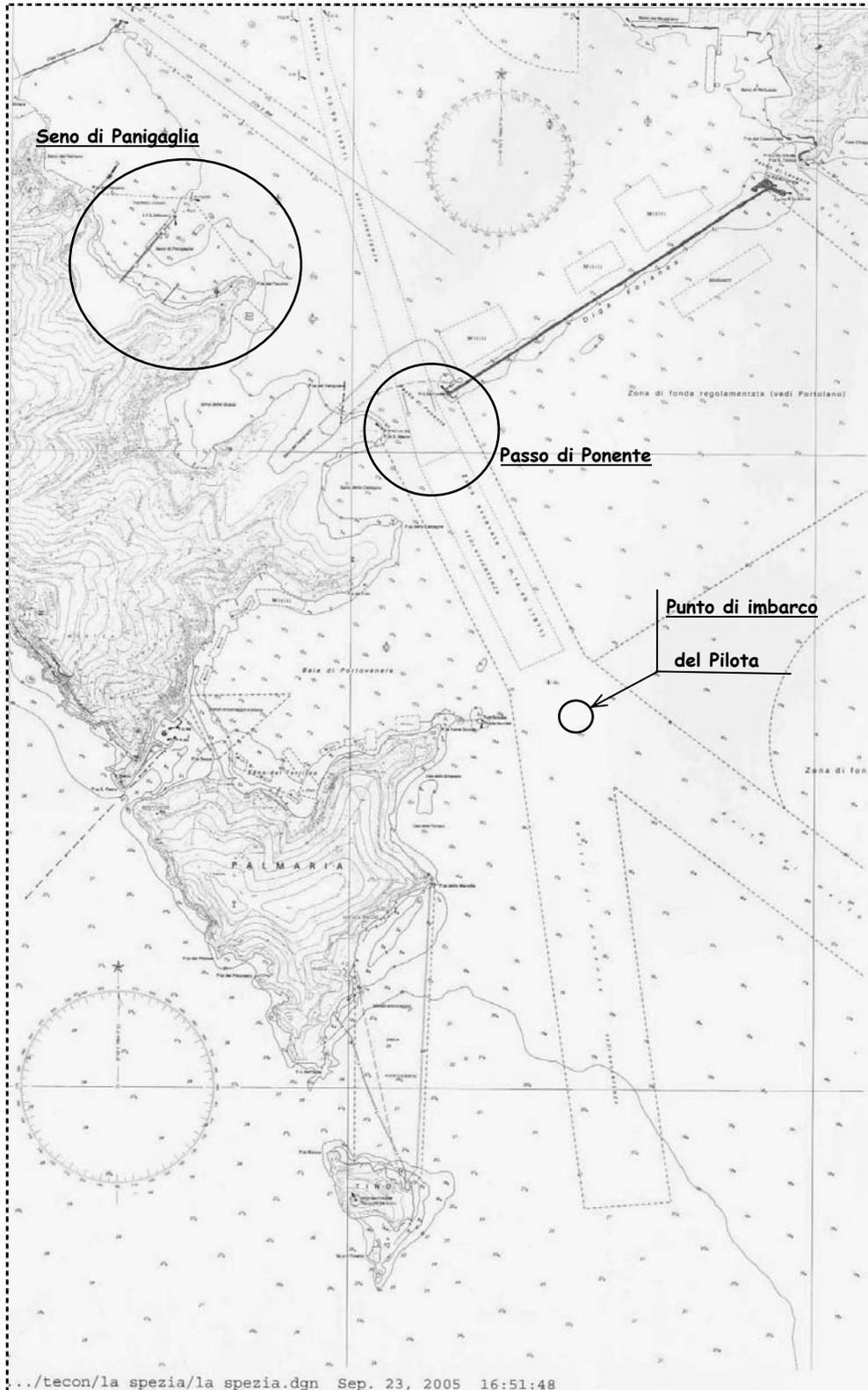
Tipo nave	140 000 m3	70 000 m3	40 000 m3	TOTAL
N° arrivi	71	61	23	155

E movimentare la seguente quantità di GNL:

Scarico GNL portata prevista	:	14.667.000 m ³ _{gnl} / anno
	:	8.8 10 ⁹ Sm ³ /anno

I tempi di inagibilità del terminale, mentre sono trascurabili per quanto attiene alle difficoltà eventuali che possono derivare dalle condizioni meteomarine avverse, sarà invece valutato in circa 360 ore/anno per la programmata sosta annua dell'impianto di 15 giorni.

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
 SOFRESID ENGINEERING	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	81 di 190



Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	82 di 190

Figura 8.5-1 -Corografia generale (rif. carta nautica dell' I.I.M. n. 60 int 3365)

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	83 di 190

9. EMISSIONI

9.1. EMISSIONI IN ATMOSFERA

9.1.1. Emissioni dei vaporizzatori SCV

Configurazione	Attuale	Future for 8 bn Sm ³ /year	Future for 8 bn Sm ³ /year
SCV in funzione	3 SCV da 100 t/h	4 SCV da 200 t/h	5 SCV da 165 t/h
SCV di riserva	1 SCV da 100 t/h	1 SCV da 200 t/h	1 SCV da 165 t/h

9.1.1.1. Emissioni dei vaporizzatori esistenti da 100 t/h

Descrizione	Udm	Dato (senza cogenerazione)
SCV / tipo		100 t/h
Altezza scarico	m	10
Diametro camino	m	1,1
Temperatura fumi	°C	30
Portata fumi	Nm ³ /h	30088
Velocità fumi	m/s	6-8
Concentrazioni (1)	mg/ Nm ³	
- NOx		230
Emissione oraria	kg/h	
- NOx		6,9
Ore funzionamento	h	8400
Emissioni annue	ton/anno	
- NOx		58,1

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 84 di 190

9.1.1.2. SCV consumo di gas

Descrizione	Udm	Dato (con cogenerazione)	Dato (con cogenerazione)	Dato (senza cogenerazione)	Dato senza cogenerazione)
SCV/tipo		200 t/h	165 t/h	200 t/h	165 t/h
Fuel consumption/SCV	kg/h	2 091	1 738	2 676	2 209
N° of SCV in operation		4	5	4	5
Total Fuel consumption	kg/h	8 363	8 688	10 704	11 045

9.2. EMISSIONI

Per quanto riguarda emissioni atmosferiche, un equilibrio globale deve essere considerato, comprese le emissioni dei SCVs e le emissioni del Turbogas, che funzionano insieme.

9.2.1. Emissioni dei nuovi vaporizzatori

Descrizione	Udm	Dato (con cogenerazione)	Dato (con cogenerazione)	Dato (senza cogenerazione)	Dato (senza cogenerazione)
SCV / tipo		200 t/h	165 t/h	200 t/h	165 t/h
Altezza camino	m		11		11
Diametro camino	m		1.2		1.2
Temperatura fumi	°C		30		30
Portata fumi (1)	Nm ³ /h	30 583	25 420	39 146	32 317
Velocità fumi	m/s	6-8	6-8	6-8	6-8
Concentrazioni (1) Nox	mg/ Nm ³	82	82	82	82
Emissione oraria	kg/h	2.5	2.1	3.21	2.65

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	85 di 190

Nox					
Ore funzionamento	h	8400	8400	8400	8400
Emissioni annue Nox	ton/anno/SCV	21.1	17.5	27.0	22.3
Nota: (1) Condizioni di riferimento: dry, 3% O ₂					

9.2.2. Emissioni del turbogas

Turbogas	Udm	8 bn Sm ³ / year
Potenza elettrica (1)	kW	27 190
Altezza camino	m	15
Diametro camino	m	3.2
Temperatura uscita fumi (dopo scambiatore)	°C	80
Portata fumi (2)	Nm ³ /h	240 000
Velocità fumi	m/s	10-12
Concentrazioni (2)		
- CO	mg/ Nm ³	15
- NOx		39
Emissione oraria		
- CO	kg/h	3.6
- NOx		9.4
Ore di funzionamento	h	8 400
Emissioni annue		
- CO	ton/anno	30.2
- NOx		78.6
Note: (1) Condizioni ambientali: - Temperatura = 25 °C		

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 86 di 190

- Umidità Relativa = 60%
(2) Condizioni di riferimento: dry, 15% O₂

9.2.3. Emissioni del turbogas e vaporizzatori

Scambiatore di calore avente (alle condizioni ambientali di riferimento) Potenzialità 35.000 MWt

Descrizione	Udm	Dato (con cogenerazione)	Dato (con cogenerazione)	Dato (senza cogenerazione)	Dato senza cogenerazione)
SCV / tipo		200 t/h	165 t/h	200 t/h	165 t/h
Emissioni annue NOx	ton/anno /SCV	21.1	17.5	27.0	22.3
N° of SCV in operation		4	5	4	5
Emissioni annue NOx (SCV)	ton/anno	84.3	87.5	107.9	111.3
Emissioni annue NOx (TG)	ton/anno	78.6	78.6	78.6	78.6
Emissioni annue NOx (TG +SCV)	ton/anno	162.9	166.2	186.5	189.9

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 87 di 190

9.3. EMISSIONI FUGGITIVE

9.3.1. Fattori di emissione

I fattori di emissione presi in considerazione per le diverse sorgenti sono quelli presentati dalla *Chemical Manufacturers Association (CMA)*, elencati nella seguente tabella.

Sorgente di emissione	Fluido	Fattore di emissione (kg/h/sorgente)
Valvole	Gas	4,5 E-03
Valvole	Liquido Leggero	2,5 E-3
Pompe	Liquido Leggero	1,3 E-2
Compressori	Gas	2,28 E-1
Fittings	Gas	3,9 E-4
Fittings	Liquido Leggero	1,1 E-4
Altro	Gas / Liquido Leggero	8,8 E-3

9.3.2. Sorgenti e valori di emissioni fuggitive

Sorgente di emissione (n°)	Bracci di carico	Stoccaggio	Vaporizzazione	Compr. BOG	Sistema spedizione e misura	TOTALE (nb / kg/h)
Valvole Gas	40	80	240	150	100	610 / 2.745
Valvole Liquido Leggero	140	160	250	50	0	600 / 1.5
Pompe	0	6	4	0	0	10 / 0.13
Compressori	0	0	0	4	0	4 / 0.912
Fittings Gas	150	60	300	120	40	600 / 0.234
Fittings L.L.	50	90	300	120	40	600 / 0.066
Altro	10	25	20	10	10	75 / 0.66
Emissioni totali (kg/h)	0.68	1.09	2.08	1.82	0.55	6.24
Emissioni totali	5.73	9.17	17.50	15.36	4.65	52.41

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 88 di 190

annue						
-------	--	--	--	--	--	--

9.4. EMISSIONI SONORE

Sono riportati di seguito i livelli di pressione sonora (dBA) delle principali sorgenti acustiche, nel progetto.

Inoltre, si riporta la tabella delle emissioni sonore del turbogas per frequenza di bande di ottava.

E' importante notare che rispetto alla configurazione attuale dell'impianto la principale differenza relativamente alle emissioni sonore è data dalla presenza del turbogas, perché il numero delle altre sorgenti acustiche (apparecchiature di processo) è sostanzialmente lo stesso nel progetto rispetto alla configurazione attuale.

9.4.1. Emissioni sonore

La seguente tabella riporta, per le principali sorgenti di emissione acustica presenti nel progetto, i livelli di pressione sonora (dBA) rilevati alla distanza di 1m dalla sorgente stessa.

Sorgente sonora	Quantità	Item	Condizioni operative	Pressione Sonora
Pompe booster	5 unità in funzione 1 unità di riserva	10-P-105 A/B/C/D/E/F	continuo	75 dBA
Pompe alimento	3 unità in funzione 1 unità di riserva	10-P-102 A/B/C/D 10-P-102 E/F/G/H	continuo	75 dBA
Vaporizzatori SCV	5 unità in funzione 1 unità di riserva	20-XF-02 A/B/C/D/E/F	continuo	75 dBA
Compressore BOG	2 unità in funzione	25-K-201 A/B	discarica	85 dBA
Compressore BOG	1 unità in funzione	25-K-202	continuo	85 dBA
Compressore aria correzione	6 unità in funzione	20-K-12 A/B/C/D/EF	correzione	70 dBA
Turbogas	1 unità in funzione	45-PK-1000	continuo	80 dBA

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	89 di 190

9.4.2. Emissioni sonore del turbogas

La seguente tabella riporta, per il turbogeneratore i livelli di pressione sonora rilevati alla distanza di 1m dalla sorgente stessa.

	Frequenze in banda di ottava (Hz)									dBA
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Pressione Sonora (dB)	92	85	83	87	82	79	75	78	64	80

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 90 di 190

10. PRELIEVI E SCARICHI IDRICI

Nel normale funzionamento dell'impianto lo stabilimento preleva l'acqua dall'acquedotto esclusivamente per usi civili. Per gli altri usi (raffreddamento dell'impianto, antincendio, irrigazione, etc.) si utilizza l'acqua dolce prodotta nel processo di combustione dei vaporizzatori o l'acqua di mare.

10.1. ACQUA DI RAFFREDDAMENTO

Nell'impianto sono presenti 2 circuiti di raffreddamento:

- Un circuito chiuso di acqua dolce che raffredda le apparecchiature di impianto ("cooling water")
- Un circuito aperto di acqua mare che raffredda l'acqua del circuito chiuso in scambiatori a fascio tubero. Tale circuito scarica in continuo in mare.

La seguente tabella riporta il consumo di cooling water del progetto, calcolato considerando una differenza di temperatura tra acqua calda e acqua raffreddata di 10°C.

ITEM	UTENZA	Cooling Water (m ³ /h)	Servizio
25-K-201A	Compressore BOG	57	Discarica
25-K-201B	Compersore BOG	57	Discarica
25-K-202	Compersore BOG	13.2	Continuo
10-K-1002	Soffiante vapori a nave	6	Discarica
35-K-1120A	Compressore aria strumenti	20	Continuo
35-K-1120B	Compressore aria strumenti	20	Continuo
35-K-1121	Compressore aria strumenti	20	Continuo
20-K-12A	Compressore aria di correzione	86	Correzione
20-K-12B	Compressore aria di correzione	86	Correzione
20-K-12C	Compressore aria di correzione	86	Correzione
20-K-12D	Compressore aria di correzione	86	Correzione
20-K-12E	Compressore aria di correzione	86	Correzione
20-K-12F	Compressore aria di correzione	86	Correzione
-	HVAC	80	Continuo
-	Varie	28.8	Continuo

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 91 di 190

TOTALE (m ³ /h)	818	
-------------------------------	-----	--

Sulla base della quantità di cooling water necessaria per il raffreddamento delle utenze impiantistiche, è stata calcolata la quantità di acqua mare di raffreddamento che deve essere prelevata, considerando una differenza massima di temperatura tra l'acqua mare prelevata e quella scaricata di 8°C. Questo DT massimo si avrà nell'evenienza del massimo consumo di cooling water, ovvero nella condizione più gravosa per l'impianto (funzionamento in scarica e contemporanea correzione del gas prodotto).

Negli altri casi (sola scarica, sola correzione, né scarica né correzione) il consumo di cooling water diminuisce, e di conseguenza diminuisce l'apporto termico fornito all'acqua mare di raffreddamento.

Per semplicità operativa, come avviene per l'impianto attuale, la portata oraria di acqua mare viene mantenuta costante nelle diverse configurazioni; di conseguenza varierà il DT dell'acqua mare, come mostrato nella seguente tabella.

Il valore medio di DT è stato calcolato assumendo che la correzione del gas (arrivo di GNL pesante) avvenga nel 50% delle ore di funzionamento dell'impianto, e la scarica nel 20% delle ore di funzionamento.

	Delta T acqua mare 8 bn Sm ³ /y con 4 compressori aria	Delta T acqua mare 8 bn Sm ³ /y con 6 compressori aria	Delta T acqua mare 8 bn Sm ³ /y con 6 compressori aria e con il recupero di calore della turbine
Normale+Scarica + Correzione	8 °C	8 °C	8 °C
Normale+Scarica	4.3 °C	4.3 °C	4.3 °C
Normale+Correzione	6.3 °C	6.3 °C	6.3 °C
Normale	2.6 °C	2.6 °C	2.6 °C
MEDIA	4.8 °C	4.8 °C	4.8 °C
Produzione media annuale di metanodotto (bn Sm ³ /a)	8.305	8.983	9.115
Consumo orario acqua di raffreddamento (m ³ /o)	646	818	818
Consumo orario acqua mare (m ³ /o)	810	1030	1030
Consumo annuo acqua mare (m ³ /anno)	6 804 000	8 652 000	8 652 000
aumento di produzione	137%	157%	160%

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.		Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia		539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia		Rev.	Pag.
				4	92 di 190

incremento del consumo di acqua mare	36%	73%	73%
---	-----	-----	-----

A fronte di un aumento di produzione del 128% si ha incremento del consumo di acqua mare pari solo al 36%

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	93 di 190

10.2. ACQUA DI RECUPERO

L'acqua di processo prodotta dai vaporizzatori viene recuperata in un serbatoio polmone a pressione atmosferica della capacità di circa 3000 m³. Tale acqua è utilizzata per vari usi tra cui:

- Reintegro dell'acqua di raffreddamento a circuito chiuso;
- Pressurizzazione della rete antincendio;
- Irrigazione delle aree verdi;
- Prove periodiche degli impianti antincendio.

In caso di completo riempimento del serbatoio atmosferico, l'acqua prodotta nella combustione dei vaporizzatori viene scaricata in mare.

La seguente tabella riporta la stima dell'acqua di recupero prodotta dai vaporizzatori del progetto.

Produzione totale (m ³ /g)	576
Produzione totale annua (m ³ /anno)	201 600

Questi valori sono calcolati considerando una produzione di acqua di 6m³/h per i vaporizzatori da 165 t/h, e tenendo in considerazione il risparmio di fuel gas (e quindi la diminuzione di acqua prodotta) dovuto alla presenza della cogenerazione.

10.3. ACQUA PER USI CIVILI

Rispetto alla situazione attuale, si prevede che il consumo di acqua prelevata dall'acquedotto per usi civili rimanga invariato.

10.4. SCARICHI ACQUE REFLUE

Le acque reflue scaricate dallo stabilimento si dividono in quattro categorie:

- Acque reflue industriali (acqua mare di raffreddamento, acqua vaporizzatori, condense compressori aria e impianti di condizionamento);
- Acque reflue domestiche;
- Acque meteoriche potenzialmente contaminate;
- Acque meteoriche potenzialmente non contaminate.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 94 di 190

Attualmente, gli scarichi a mare sono 11, elencati nella tabella seguente:

SCARICO	DESCRIZIONE	TIPOLOGIA
A	Flussaggio pompe acqua antincendio	Acque reflue industriali
D	Acqua di mare di raffreddamento	
F	Acqua industriale vaporizzatori Condense compressori aria Acque meteoriche pavimentazione	
E	Acque meteoriche dilavamento apparecchiature Acqua di scioglimento ghiaccio dei compressori BOG Acque meteoriche pavimentazione	Acque meteoriche potenzialmente contaminate
B	Acque meteoriche bacino serbatoi	Acque meteoriche potenzialmente non contaminate
C	Acque meteoriche pavimentazione	
H	Acque meteoriche pavimentazione	
L	Acque meteoriche pavimentazione Troppo pieno serbatoio acqua grezza Acque meteoriche zona serbatoio gasolio	
M	Acque meteoriche pavimentazione	Acque reflue domestiche
G	Acque reflue servizi igienici uffici, palazzina ex manutenzione, palazzina manutenzione Acque meteoriche pavimentazione	
I	Acque reflue servizi igienici baracche ditte Acque meteoriche pavimentazione Acque meteoriche vasche trasformatori	

Si prevede che i reflui civili, attualmente inviati a mare attraverso gli scarichi G e I, siano inviati alla pubblica fognatura (GNL Italia sta già procedendo all'allacciamento della rete).

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.		Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia		539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia		Rev.	Pag.
				4	95 di 190

Durante i lavori di adeguamento si prevedono le seguenti modifiche all'assetto degli scarichi a mare:

- Lo scarico delle acque meteoriche del bacino serbatoi (B) non sarà più utilizzato, in quanto i nuovi serbatoi semi-interrati non sono provvisti di bacino; l'acqua piovana che entra nel pit dei serbatoi e quella raccolta sul tetto dei serbatoi saranno raccolte e convogliate nello scarico attualmente denominato come C.
- Gli scarichi L e M (acque meteoriche pavimentazione, potenzialmente non pericolose) saranno riuniti in un unico punto di scarico, nella posizione dell'attuale scarico L.

Ulteriori interventi di razionalizzazione degli scarichi a mare potranno essere previsti e analizzati durante il progetto esecutivo.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 96 di 190

11. ATTIVITÀ A TERRA

11.1. RECINZIONI E OPERE TEMPORANEE DI CANTIERE

L'area dell'impianto interessata dai lavori verrà recintata per impedire l'ingresso a persone estranee al cantiere e per controllare l'accesso del personale. Una parte dell'area di impianto sarà scelta per l'installazione di opere provvisorie di cantiere quali uffici della Supervisione Lavori e dei subcontrattisti, magazzini e officine di prefabbricazione, impianti di betonaggio, etc.

Per i lavori di smantellamento, di smaltimento e di nuova costruzione si considera che il cantiere avrà a disposizione come minimo le seguenti aree (vedi Allegato 4) :

- Area Uffici Impresa (1450 m² circa, a lato entrata principale)
- N° 3 isole (3000 m² circa complessivamente, adiacenti ai serbatoi)
- Magazzini coperti esistenti (1450 m² circa, a lato entrata principale)
- N° 1 isole per officine (3400 m² circa, da recuperare dalle aree attualmente adibite a giardino).

Per installare il cantiere saranno necessarie le seguenti attività:

- Preparazione dell'area
- Costruzione degli insediamenti di cantiere
- Allacciamenti ed allestimenti degli impianti

La preparazione dell'area consiste nella realizzazione di piste di accesso, in grado di sopportare il peso dei mezzi che le percorreranno, mediante l'uso di idoneo materiale inerte. Infine si procede alla stesura ed alla compattazione degli inerti costituenti il sito di appoggio delle infrastrutture di cantiere e delle piste di raccordo alla viabilità.

Per realizzare gli insediamenti di cantiere si costruiscono prima le platee e le altre opere di fondazione destinate ad accogliere strutture prefabbricate, gli impianti di betonaggio, baracche uffici, etc. Si realizzano poi il sistema fognario (in grado smaltire gli scarichi dovuti alla presenza di una ingente forza lavoro) , la rete idrica ed elettrica.

Allacciamenti ed allestimenti degli impianti consentono infine la messa in funzione del cantiere.

Quando le attività di costruzione nell'impianto saranno concluse e le operazioni di collaudo terminate, l'atto conclusivo della costruzione sarà rappresentato dalle operazioni connesse allo smantellamento del cantiere.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	97 di 190

Tali operazioni essenzialmente consistono in :

- Trasporto materiali e macchinari, con la sola esclusione dei mezzi necessari al recupero ambientale del sito ed alla manutenzione dell'impianto;
- Dismissione degli allacciamenti ad esclusivo uso del cantiere;
- Smantellamento delle infrastrutture di cantiere;
- Recupero ambientale del sito: consiste nella dismissione e rimozione dei materiali usati per la costruzione dell'area di cantiere.

11.2. ATTIVITÀ DI DEMOLIZIONE

11.2.1. Demolizione dei serbatoi GNL esistenti

La demolizione dei serbatoi esistenti avverrà attraverso le seguenti fasi:

- Sbancamento degli argini di contenimento
- Installazione dei ponteggi esterni ai serbatoi
- Smontaggi meccanici (tubazioni, pompe sommerse, piperacks) ed elettro-strumentali
- Bonifica dei serbatoi mediante azoto gassoso: si immette nel serbatoio azoto gassoso e alla estremità del serbatoio in uscita si installa un filtro a carbone attivo che elimina il gas in uscita. Terminata tale attività si verifica che nel serbatoio non ci siano depositi e si procede con l'immissione di aria.
- Demolizione del tetto
- Installazione dei ponteggi interni al serbatoio
- Rimozione di perlite e fibra di vetro
- Rimozione delle pareti del serbatoio interno criogenico (9% Nichel)
- Rimozione delle pareti del serbatoio esterno (acciaio al carbonio)
- Demolizione della parete esterna di calcestruzzo: considerando che l'impianto risulta essere in fermata durante l'esecuzione dei lavori, per la demolizione del calcestruzzo si prevede un'attività di implosione con microcariche. Il rischio sarà calcolato e ponderato negli studi statici prima di fare il lavoro. Questi studi e le simulazioni virtuali sul comportamento di ogni singola struttura durante l'abbattimento fanno sì che si sia in grado di ottenere la caduta nella direzione prestabilita. L'intervento prevederà di posizionare le microcariche nei nodi strutturali al fine di provocarne il collassamento controllato. L'intervento sarà eseguito in modo tale da limitare la produzione di polveri e di vibrazioni.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	98 di 190

Un'alternativa valida, qualora non ci fossero i dovuti permessi per procedere con l'attività di implosione sopra descritta, sarà l'impiego di escavatori a braccio estendibile con terminale a pinza, in grado di rompere il calcestruzzo di spessore fino a 1,5 m e di accedere ad altezze fino a 60 m.

- Demolizione del basamento.

11.2.2. Scavo per i nuovi serbatoi semi-interrati

Per limitarne l'altezza fuori terra e quindi l'impatto visivo, i nuovi serbatoi criogenici saranno interrati ad una quota di -17.8 m circa, in modo che l'altezza complessiva fuori terra sia pari a circa 29m (la stessa elevazione dei serbatoi attuali).

Una delle principali attività da realizzare durante la costruzione è quindi lo scavo per l'interamento dei serbatoi, che avrà una profondità di circa 20m.

Prima di eseguire lo scavo richiesto per raggiungere il livello del basamento dei nuovi serbatoi, si prevede di costruire, tramite palancolatura provvisoria, un diaframma in calcestruzzo armato. Tale diaframma, di spessore 80-100 cm e incastrato sul piano del fondo in funzione dei calcoli statici, sarà costruito all'inizio dei lavori, prima di iniziare gli scavi. Il calcestruzzo sarà studiato per ambiente marino.

Mano a mano che si avanzerà con lo scavo, verranno realizzati dei tiranti a bulbo definitivi, posti su almeno due livelli. Alla fine dello scavo il diaframma (muro di contenimento) dovrà solamente essere rifinito.

Il solettone in cemento armato costruito sul fondo dello scavo dovrà essere drenato, temporaneamente ossia prima della costruzione dei serbatoi, per evitare dei movimenti dovuti alla spinta idrostatica verticale verso l'alto. Ciò si potrà ottenere posandolo su un letto di ghiaia e installando dei pozzetti e/o tubi forati che saranno collegati tra di loro e con lo scarico esterno.

Durante l'attività di scavo si dovrà provvedere all'eliminazione dell'acqua. Per prima cosa si dovranno deviare le acque superficiali di ruscellamento al di fuori dell'area interessata. Mano a mano che lo scavo procede si installeranno delle pompe elettriche in pozzetti provvisori; l'acqua di pompaggio sarà fatta chiarificare per evitare inquinamenti.

In funzione del livello della falda esistente potrebbe essere necessario installare dei well point al di fuori del perimetro dei diaframmi.

Per l'esecuzione dello scavo sono stati previsti escavatori Caterpillar 330 o simili. Data la presenza di numerosi pali in cemento armato sotto i serbatoi esistenti (circa 250 per ogni serbatoio) in contemporanea allo scavo avverrà l'esecuzione della frantumazione dei pali esistenti con lo stesso tipo di escavatore equipaggiato a martellone, per portare l'elevazione della testa del palo al nuovo livello di basamento dei serbatoi. La contemporaneità delle due attività è molto importante, al fine di non creare impedimenti nello stesso scavo alle due diverse tipologie di macchine operatrici.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 99 di 190

Altre tecniche per la frantumazione dei pali esistenti potranno essere adottate e saranno verificate durante il progetto esecutivo (es. macchine a getto d'acqua in pressione, etc).

Parte del materiale di risulta dello scavo (terriccio) verrà utilizzato per portare il livello del bacino dei serbatoi alla stessa elevazione del piano di processo.

11.2.3. Altre demolizioni e smantellamenti

- Demolizione del capannone ex-compressori e relative fondazioni
- Smantellamento della sottostazione AT esterna e relative opere civili (es. pozzetti trasformatori)
- Rimozione delle apparecchiature principali e ausiliarie da sostituire (recondenser, pompe GNL di alimento e di rilancio, compressori dell'aria di correzione, membrane produzione azoto, scambiatori acqua mare, etc.)
- Rimozione dei 4 vaporizzatori esistenti e demolizione delle relative vasche e fondazioni
- Rimozione del serbatoio di azoto gassoso esistente e demolizione delle relative fondazioni
- Rimozione delle tubazioni criogeniche e della relativa coibentazione
- Rimozione delle tubazioni (ausiliari, sistema antincendio, collettori di vent, etc.)
- Rimozione delle apparecchiature principali e ausiliarie (es. pompe GNL di alimento, bracci di carico, etc.)

11.2.4. Stima dei principali materiali di demolizione, scavo e smantellamento

Descrizione	Materiale	UdM	Quantità
Argini di contenimento serbatoi	Terriccio	m ³	19000
Lamiere serbatoio GNL esterno	Acciaio carbonio	ton	2000
Lamiere serbatoio GNL criogenico	Acciaio 9%Ni	ton	1380
Pareti esterne serbatoi GNL	Calcestruzzo	m ³	9800
Armatura pareti esterne	Acciaio	ton	1000

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 100 di 190

serbatoi GNL			
Isolamento intercapedine serbatoi	Perlite	m ³	11500
Isolamento basamento serbatoi	Fibra di vetro	m ³	1000
Materiale di scavo nuovi serbatoi	Terriccio	m ³	140000
Palificazione serbatoi esistenti	Calcestruzzo	m ³	9150
Carpenteria metallica	Acciaio carbonio	ton	50
Fondazioni capannone ex-compressori	Calcestruzzo	m ³	200
Vasche e fondazioni vaporizzatori	Calcestruzzo	m ³	240
Altre fondazioni	Calcestruzzo	m ³	100
Tubazioni e materiale piping	Acciaio	ton	750
Apparecchiature	Acciaio	ton	350
Coibentazione	-	m ²	3000

11.2.5. Smaltimento del materiale

Per smaltire il materiale di risulta dello scavo e della demolizione dei serbatoi si prevede l'impiego di tramoggia (risalita dallo scavo) e nastro trasportatore fino al pontile dell'impianto, dove il materiale verrà scaricato su bettolina adibita al trasporto fino al deposito autorizzato.

Lo smaltimento via mare del materiale di risulta dello scavo e delle demolizioni sembra infatti il più idoneo nel contesto di Panigaglia, considerando la tipologia delle strade di accesso all'impianto e la necessità di minimizzare il disturbo alla viabilità civile.

Tutto il materiale sarà smaltito tramite trasporto in depositi autorizzati, preferibilmente (ma non necessariamente) localizzati in un raggio di 100-150 km.

In base al tipo di materiale, il deposito potrà essere una cava (es. terriccio di scavo, calcestruzzo) o un'officina per il riciclo (es. acciai).

Non si prevede la necessità di dover smaltire amianto o altri materiali pericolosi.

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	101 di 190

11.3. LAVORI CIVILI

11.3.1. Muro di contenimento dei nuovi serbatoi

Un muro esterno in calcestruzzo di contenimento del bacino sarà costruito per rinforzare e impermeabilizzare lo scavo. Sul fondo del pozzo sarà costruita una soletta impermeabile ed una vasca di raccolta per eventuali spillamenti.

11.3.2. Palificazioni

Dovrà essere realizzata un'opera di palificazione delle aree riguardanti i serbatoi, vaporizzatori, edifici, capannoni e apparecchiature in area utilities.

In particolare per i nuovi serbatoi, poiché avranno un diametro esterno maggiore rispetto agli esistenti, sarà necessario installare nuove file di pali esternamente agli esistenti per completare la fondazione.

La soluzione tecnica considerata per l'installazione dei nuovi pali prevede l'installazione in opera, secondo le seguenti fasi:

- Trivellazione del terreno
- Posa gabbia in ferro in opera
- Getto di calcestruzzo in opera.

L'alta parte dei pali attuali dovrà essere smantellata su un'altezza di circa 20m. Questi pali hanno potuto allora essere recuperati e saranno alla stessa altezza di nuovi pali da realizzare.

La riutilizzazione dei pali attuali è stata controllata secondo gli elementi in nostro possesso riguardo allo rapporto géotecnico ed i carichi teorici relativi ai nuovi serbatoi.

Questi calcoli sono l'oggetto di nota tecnica unita alla lima

11.3.3. Altri lavori civili

Le altre opere civili che si prevede saranno realizzate per l'adeguamento dell'impianto sono le seguenti:

- Sbancamento del terreno nell'area della nuova centrale di cogenerazione
- Costruzione della vasca in calcestruzzo del nuovo vaporizzatore SCV e della vasca in calcestruzzo per la raccolta dell'acqua di pre-riscaldamento della centrale di cogenerazione.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 102 di 190

- Costruzione dei basamenti di fondazione per le nuove installazioni (turbogeneratore, vaporizzatore, pipe-rack, recondenser, sottostazione AT, package di produzione azoto gassoso, etc.)
- Costruzione della nuova sala quadri nelle vicinanze della turbina, con le seguenti caratteristiche:
 - Sottopiano destinato alle vie cavi
 - Piano rialzato, destinato alla installazione dei Quadri MT, BT e Emergenza
 - Piano superiore, con solo parziale copertura del piano rialzato, destinato a sale quadri per la centrale di cogenerazione, sale uffici, etc.
- Costruzione nuovo pipe-rack e strutture metalliche
- Opere interrato (estensione rete di terra, percorso cavi MT).

Per minimizzare il periodo di fermata dell'impianto, saranno anticipate prima della fermata tutte le opere civili che sono realizzate in aree dove non si prevede un impatto/interferenza con il funzionamento dell'impianto.

- Costruzione delle vasche in calcestruzzo dei nuovi vaporizzatori
- Costruzione dei basamenti di fondazione per le nuove installazioni (vaporizzatori, pipe-rack, package di produzione azoto gassoso, scambiatore acqua mare, serbatoio azoto liquido, etc.)
- Opere interrato (estensione rete di terra, percorso cavi elettrici, interrimento linee antincendio, etc.).

11.3.4. Stima dei principali materiali delle costruzioni civili

Descrizione	Materiale	UdM	Quantità
Muro di contenimento nuovi serbatoi	Calcestruzzo	m ³	8000
Palificazioni nuovi serbatoi	Calcestruzzo	m ³	3300
Armatura pali	Acciaio	ton	300
Vasche e fondazioni vaporizzatori	Calcestruzzo	m ³	350
Fondazioni varie	Calcestruzzo	m ³	400
Carpenteria metallica	Acciaio	ton	250

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	103 di 190

Armatura fondazioni	Acciaio	ton	100
---------------------	---------	-----	-----

11.4. COSTRUZIONE DEI NUOVI SERBATOI

11.4.1. Fasi di costruzione

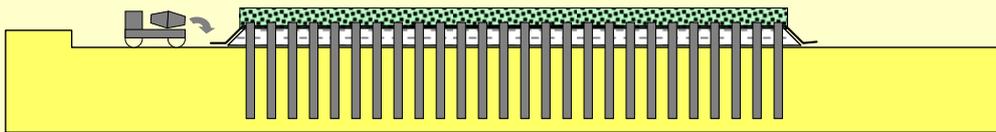
Le attività principali relative alla costruzione dei nuovi serbatoi a contenimento totale sono elencate di seguito:

- Costruzione della platea di base (in cemento armato) dei serbatoi
- Costruzione della parete esterna in cemento armato (saranno lasciate aperture per l'accesso di uomini/mezzi e materiali di costruzione)
- Costruzione della struttura in acciaio del tetto sospeso, appoggiata sulla platea del serbatoio, e successiva copertura con lamiere in acciaio criogenico
- Costruzione del tetto sospeso
- Sollevamento della struttura in acciaio del tetto fino alla sommità del serbatoio in calcestruzzo mediante un sistema ad aria compressa
- Posa della lamina di acciaio al carbonio sulla parete di calcestruzzo (internamente)
- Costruzione del fondo del serbatoio in acciaio 9% Ni
- Costruzione delle pareti del serbatoio in acciaio 9% Ni
- Costruzione del tetto esterno in cemento armato
- Montaggi tubazioni interne
- Costruzione della piattaforma sulla sommità del tetto
- Esecuzione del collaudo idraulico del serbatoio
- Riempimento dell'intercapedine fra serbatoio e parte di cemento con materiale coibente (perlite)
- Installazione delle strutture metalliche sulla piattaforma del tetto
- Installazione di tubazioni, valvole, strumentazione, sistema elettrico, pompe sommerse, etc. per il completamento generale del montaggio.
- Purga/bonifica con azoto per la predisposizione al successivo riempimento con GNL.

Le fasi di costruzione sono descritte schematicamente nelle raffigurazioni riportate di seguito.

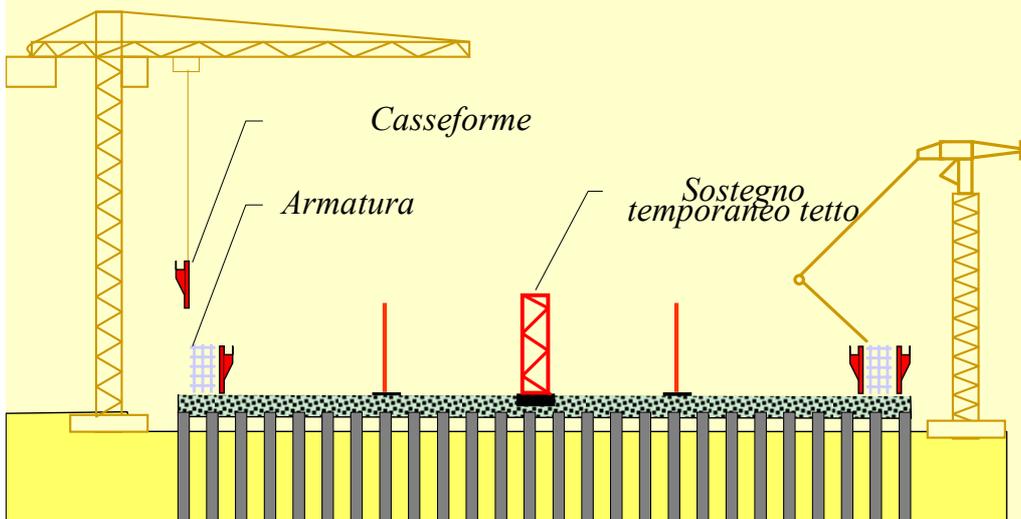
Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	104 di 190

Serbatoio GNL a contenimento totale (9%Ni)
FASI TIPICHE DI COSTRUZIONE



Attività: Costruzione platea di fondazione

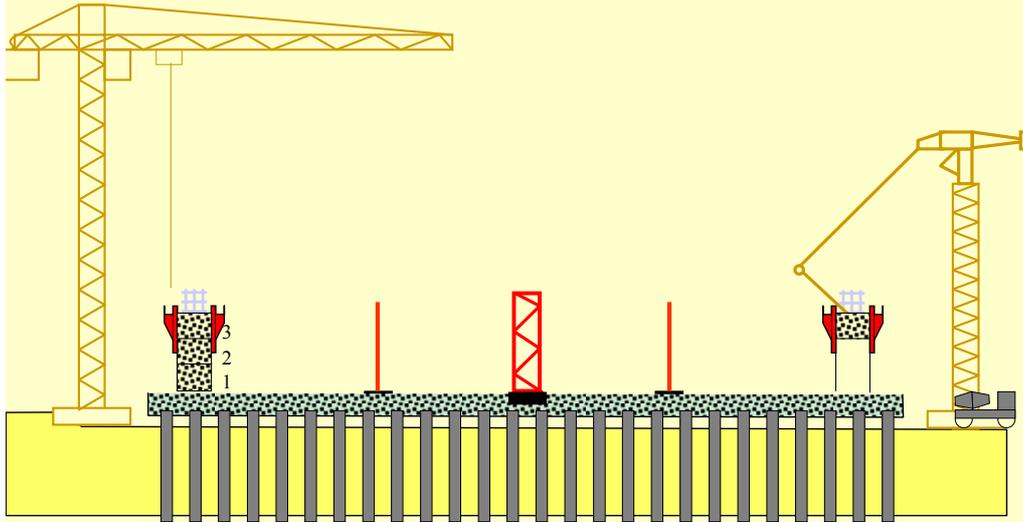
Serbatoio GNL a contenimento totale (9%Ni)
FASI TIPICHE DI COSTRUZIONE



Attività: Installazione casseforme per la parete di calcestruzzo
Costruzione della struttura temporanea di sostegno del tetto

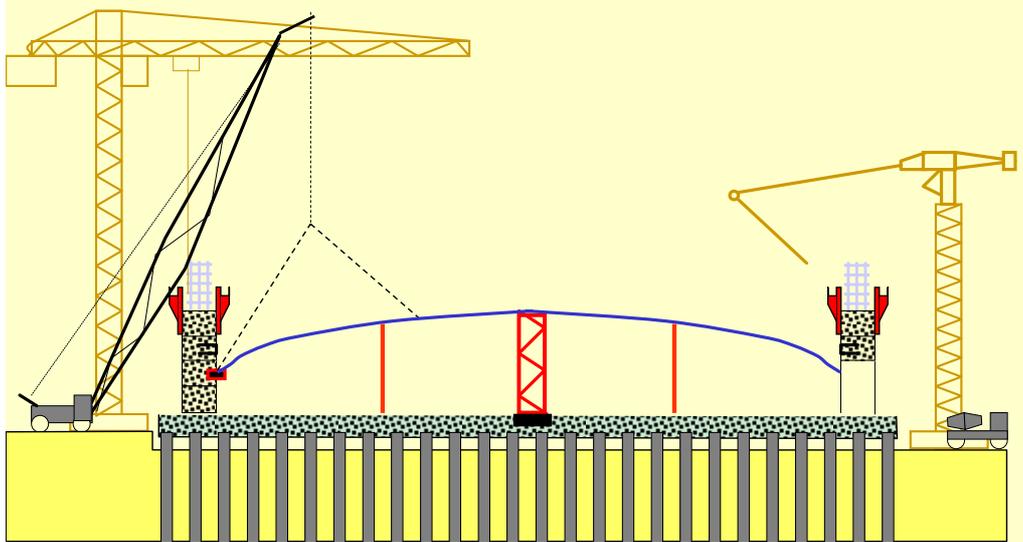
Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
 SOFRESID ENGINEERING	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	105 di 190

Serbatoio GNL a contenimento totale (9%Ni)
FASI TIPICHE DI COSTRUZIONE



Attività : Costruzione muro di cemento armato avviata

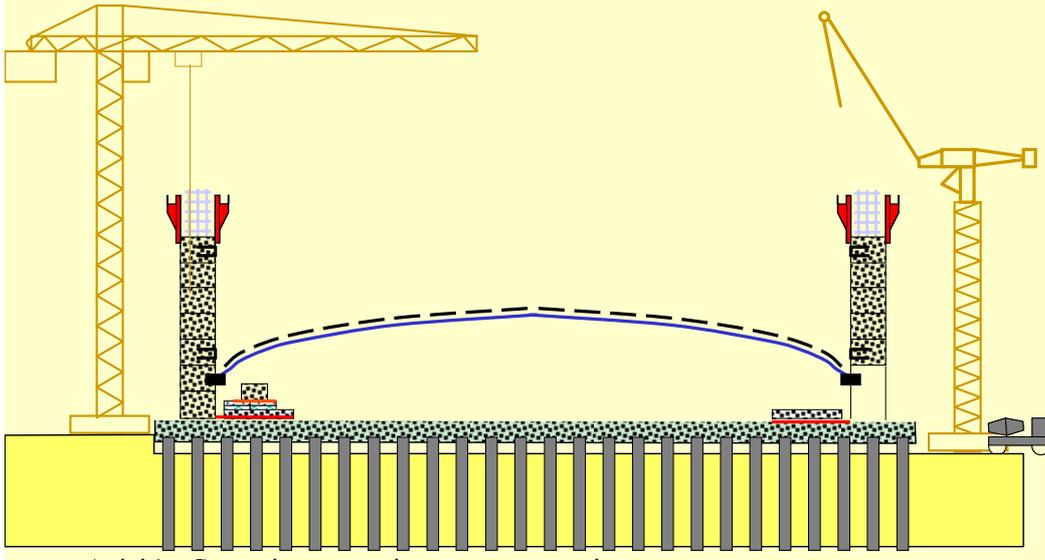
Serbatoio GNL a contenimento totale (9%Ni)
FASI TIPICHE DI COSTRUZIONE



Attività: Costruzione struttura in acciaio di sostegno del tetto
Costruzione muro esterno di cemento armato in corso

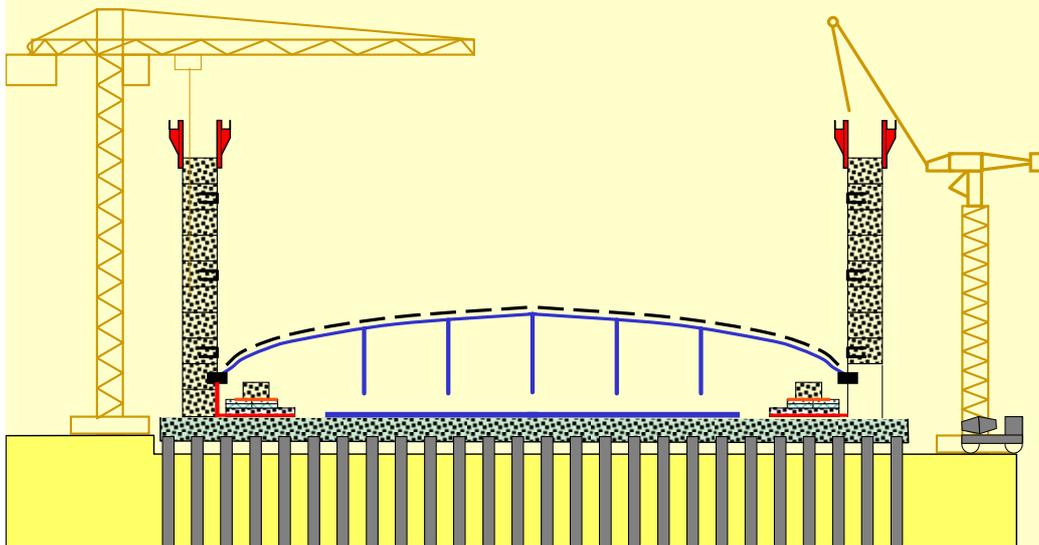
Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
 SOFRESID ENGINEERING	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	106 di 190

Serbatoio GNL a contenimento totale (9%Ni)
FASI TIPICHE DI COSTRUZIONE



Attività: Costruzione parete in cemento armato in corso
Copertura del tetto con lamiera
Smantellamento struttura temporanea di sostegno del tetto

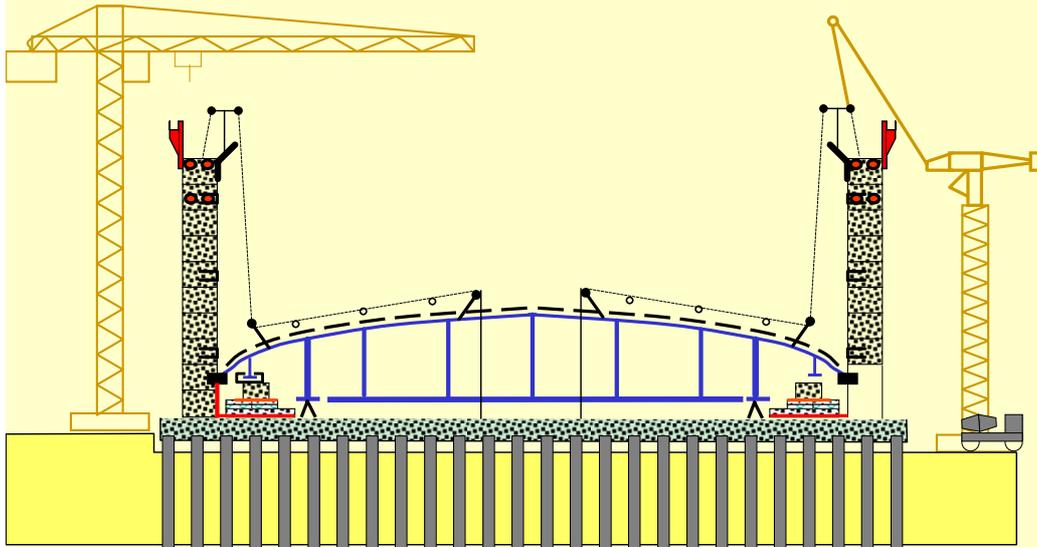
Serbatoio GNL a contenimento totale (9%Ni)
FASI TIPICHE DI COSTRUZIONE



Attività: Costruzione tetto sospeso
Completamento parete esterna in cemento armato

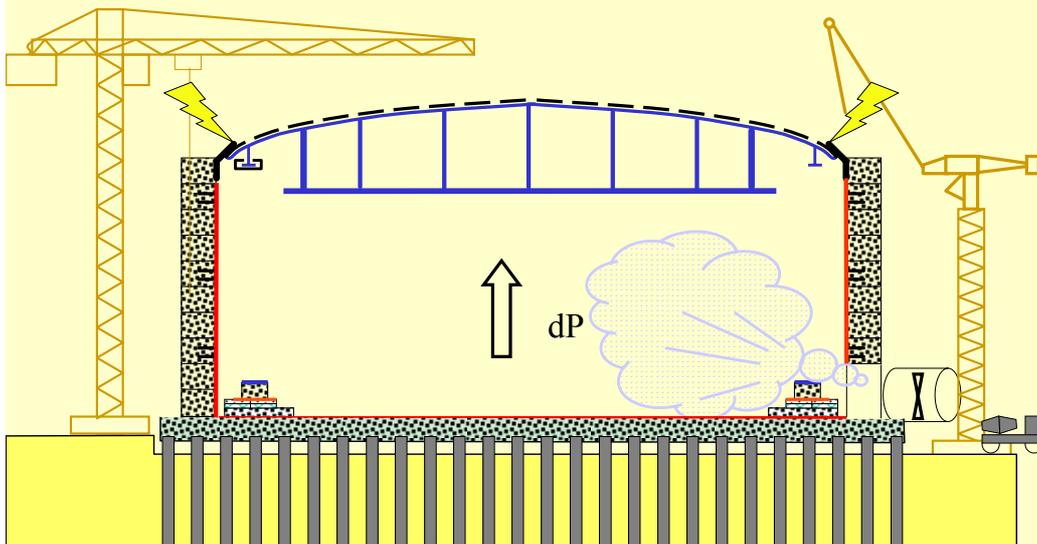
Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
 SOFRESID ENGINEERING	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	107 di 190

Serbatoio GNL a contenimento totale (9%Ni)
FASI TIPICHE DI COSTRUZIONE



Attività: Installazione anelli di compressione
Pre-tensionamento parziale del calcestruzzo
Predisposizioni per il sollevamento del tetto

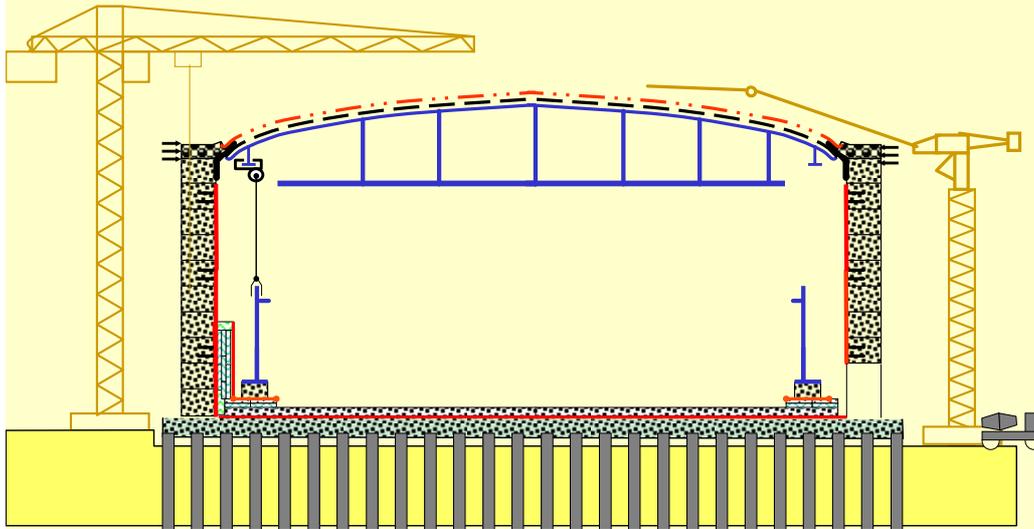
Serbatoio GNL a contenimento totale (9%Ni)
FASI TIPICHE DI COSTRUZIONE



Attività : Sollevamento del tetto mediante aria compressa
Saldatura del tetto
Costruzione lamina in acciaio al carbonio sulla parte di cemento

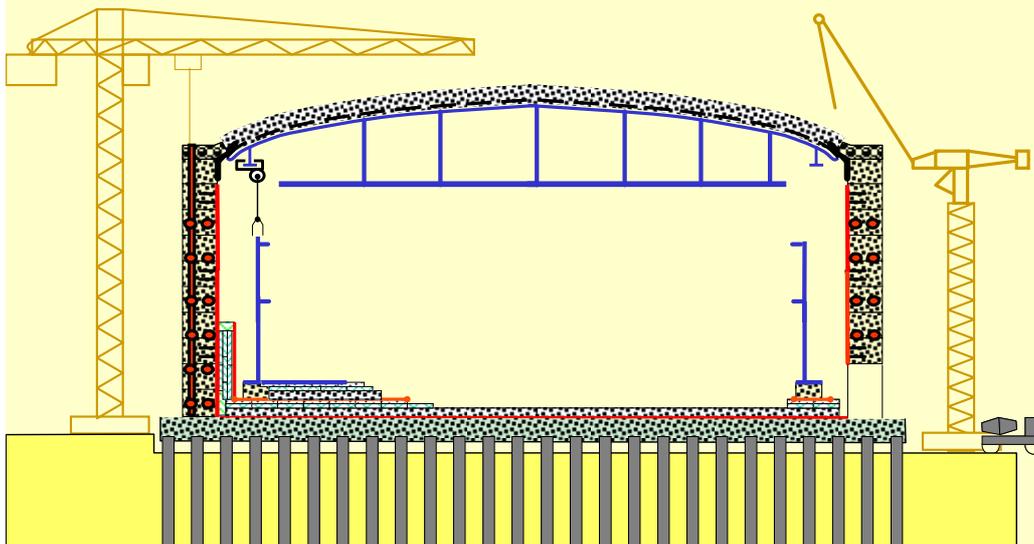
Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
 SOFRESID ENGINEERING	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	108 di 190

Serbatoio GNL a contenimento totale (9%Ni)
FASI TIPICHE DI COSTRUZIONE



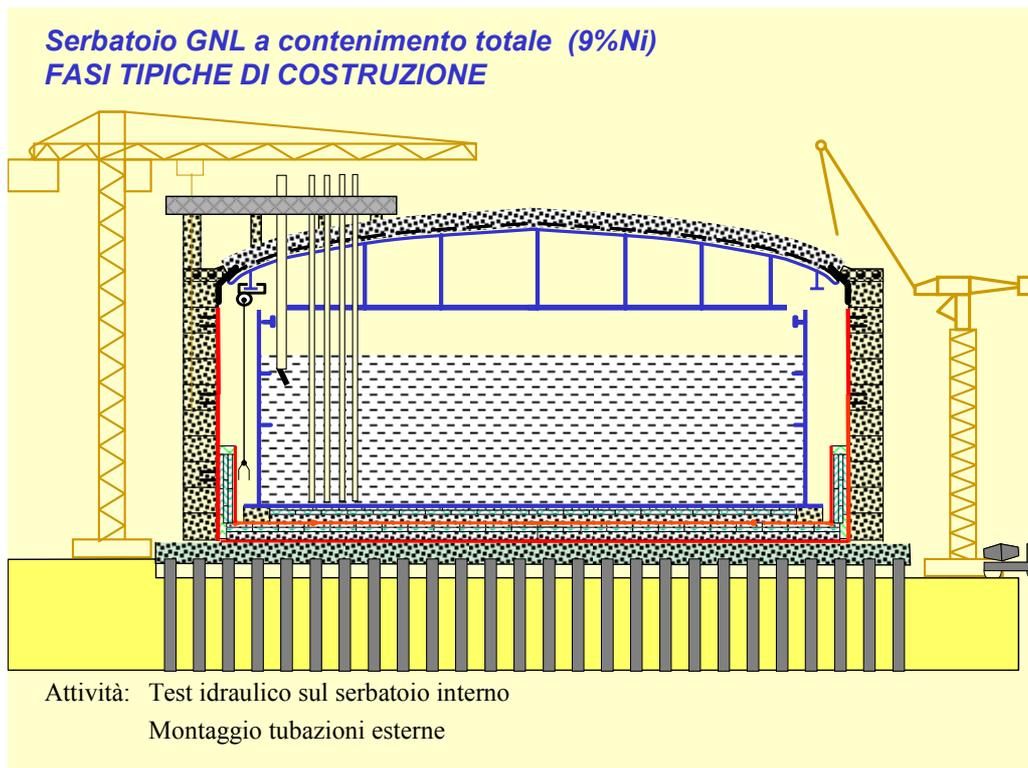
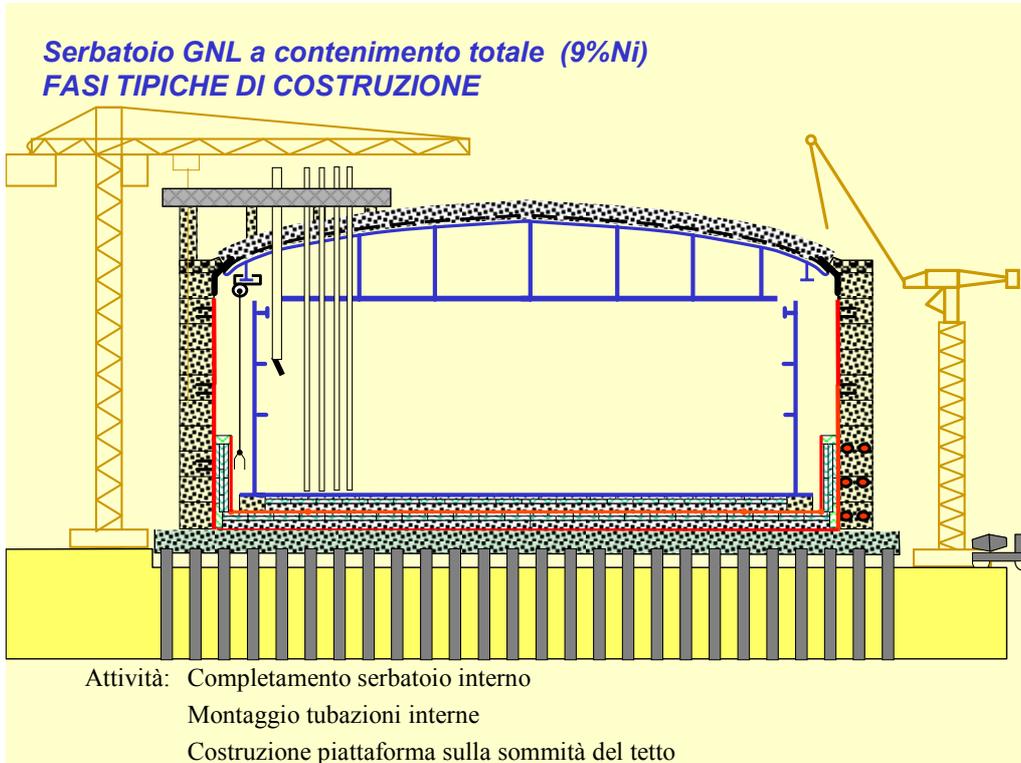
Attività : Costruzione armature per tetto in cemento armato
Costruzione serbatoio interno in corso

Serbatoio GNL a contenimento totale (9%Ni)
FASI TIPICHE DI COSTRUZIONE



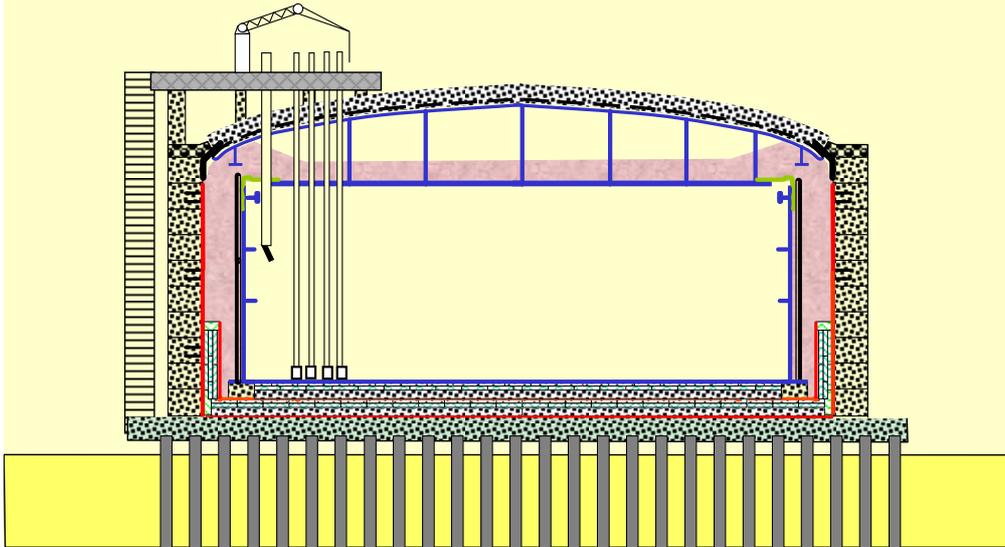
Attività: Gettata cemento per il tetto
Pre-tensionamento parte esterna
Costruzione serbatoio interno in corso

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
 SOFRESID ENGINEERING	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	109 di 190



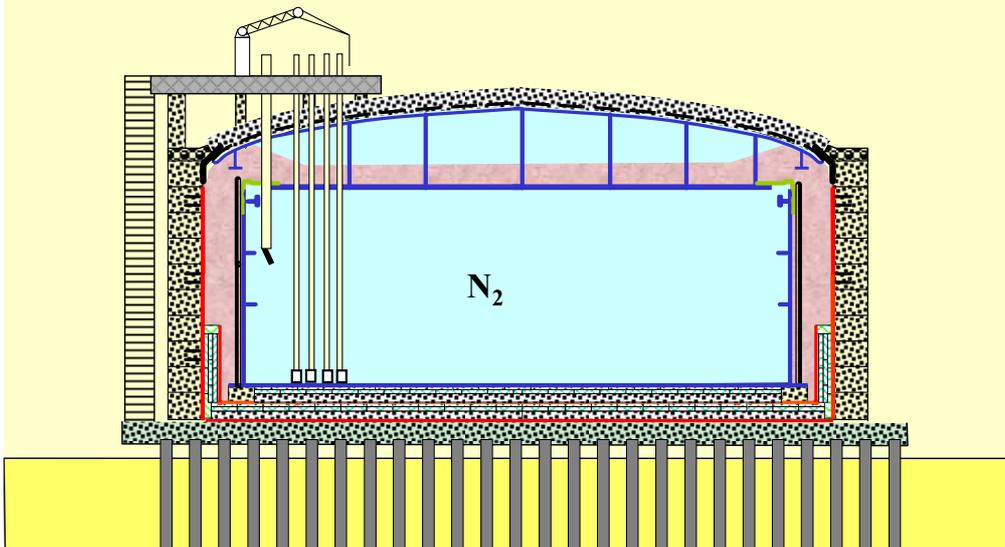
Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
 SOFRESID ENGINEERING	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	110 di 190

Serbatoio GNL a contenimento totale (9%Ni)
FASI TIPICHE DI COSTRUZIONE



Attività : Inserimento perlite
 Completamento lavori esterni al serbatoio
 Installazione pompe sommerse

Serbatoio GNL a contenimento totale (9%Ni)
FASI TIPICHE DI COSTRUZIONE



Attività: Purga/bonifica con azoto

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 111 di 190

11.4.2. Stima dei principali materiali per la costruzione dei serbatoi

Descrizione	Materiale	UdM	Quantità
Lamine serbatoio criogenico	Acciaio 9%Ni	ton	3000
Lamine e struttura tetto sospeso	Acciaio carbonio	ton	750
Lamine rivestimento pareti esterne	Acciaio	ton	750
Pareti esterne e copertura tetto	Calcestruzzo	m ³	23000
Armatura	Acciaio	ton	2200
Isolamento intercapedine	Perlite	m ³	20000

11.5. ATTIVITÀ DI MONTAGGIO E COMPLETAMENTO

11.5.1. Montaggi meccanici

Premesso che la prefabbricazione delle tubazioni e dei supporti, il montaggio delle strutture metalliche delle apparecchiature e delle macchine seguiranno un programma di costruzione dettagliato, che terrà conto degli arrivi dei disegni e dei materiali in cantiere, i montaggi meccanici saranno effettuati seguendo le logiche di massima qui di seguito riportate:

- La prefabbricazione delle tubazioni, che verrà eseguita nell'officina di cantiere, inizierà con una quantità di materiale disponibile tale da garantire continuità di lavoro e con l'obiettivo di avere una consistente quantità di tubazioni prefabbricate da installare subito dopo che saranno montate determinate strutture metalliche, apparecchiature e macchine;
- Le apparecchiature e macchine saranno posizionate in opera subito dopo il loro arrivo in cantiere; naturalmente le fondazioni delle stesse dovranno essere approntate con adeguato anticipo.

La scelta di prefabbricazione in cantiere delle tubazioni si basa sulle seguenti motivazioni:

- Possibilità di sviluppare un programma di costruzione collegato con l'avanzamento dei montaggi e basato sulle consegne degli item critici di impianto;
- Riduzione dei rischi di danneggiamento del prefabbricato durante il trasporto e conseguenti necessità di riparazione;
- Riduzione degli extracosti dovuti a errori di prefabbricazione;

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 112 di 190

- Migliore possibilità da parte della supervisione del cantiere di tenere sotto controllo l'avanzamento dei lavori;
- Più razionale impiego delle risorse dell'appaltatore in cantiere , riducendo anche i rischi di eventuali fermi dovuti a ritardi di forniture.

Le principali attività di montaggio meccanico sono elencate di seguito:

- Montaggio dei nuovi vaporizzatori e relative tubazioni di interconnessione
- Installazione del turbogeneratore e relativi ausiliari e tubazioni di interconnessione
- Montaggio carpenteria metallica della tettoia di copertura del turbogeneratore
- Montaggio delle nuove apparecchiature (recondenser, pompe GNL di alimento e rilancio, nuovi compressori dell'aria di correzione, membrane produzione azoto, scambiatori acqua mare, pompe dell'acqua antincendio, serbatoio di azoto liquido, etc) con relative tubazioni di interconnessione.
- Prefabbricazione e montaggio delle linee di processo criogeniche e delle linee dei sistemi ausiliari
- Installazione nuovo collettore del vent e modifica della struttura di sostegno

11.5.2. Montaggi elettrici

Le principali attività sono:

- Montaggio della nuova sottostazione AT esterna
- Stesura cavi e passerelle cavi dalle utenze alla sala quadri
- Lavori elettrici alla sottostazione e montaggio e connessione dei nuovi trasformatori
- Montaggio dei quadri elettrici nella sala quadri attigua alla sottostazione AT e nella nuova sala quadri nelle vicinanze della turbina
- Montaggio sistemi "variable speed driver" per l'azionamento dei motori a giri variabili delle pompe di rilancio
- Montaggio del nuovo generatore diesel di emergenza per l'avviamento della turbina
- Connessione cavi ai sistemi di media e bassa tensione, sistema illuminazione, etc.
- Installazione impianto di terra e protezione dalle scariche atmosferiche
- Montaggio impianto di protezione catodica

11.5.3. Montaggi strumentali

Per le modifiche di impianto, saranno previste le seguenti attività di montaggio strumentale:

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 113 di 190

- Installazione passerelle cavi di strumentazione e controllo
- Posa dei cavi e multicavi dalla sala controllo agli strumenti in campo
- Installazione strumenti di misura e di controllo
- Installazione/modifica quadri in sala quadri e collegamenti vari
- Installazione e collegamento dei sistemi di sicurezza
- Installazione dei sistemi di rilevazione perdite di gas e incendio
- Installazione di tutta la strumentazione in campo

11.5.4. Verniciature e coibentazioni

Per quanto riguarda la verniciatura di tubazioni, strutture metalliche e apparecchiature, verranno adottati opportuni cicli per la protezione passiva dall'ambiente marino delle superfici metalliche. Le strutture metalliche e le apparecchiature saranno sabbiate e "primerizzate" nell'officina del costruttore.

I lavori di verniciatura in cantiere consisteranno quindi, per strutture metalliche e apparecchiature, solo nell'applicazione delle mani a finire previ necessari ritocchi e ripristini.

I materiali piping e di sopportazione esclusi quelli in acciaio inox per i quali è previsto solo una primerizzazione prima della coibentazione, saranno invece sabbiati e primerizzati in cantiere.

Le tubazioni, i recipienti e le apparecchiature contenenti liquidi e/o vapori a bassa temperatura verranno opportunamente coibentati e rivestiti da lamierino. Tutti i lavori di coibentazione saranno eseguiti in cantiere, inclusa la prefabbricazione dei materiali prima della loro installazione.

11.5.5. Completamento della costruzione

Nelle attività di completamento dei lavori di costruzione, installazione e montaggio sono inclusi i collaudi idraulici delle tubazioni e dei serbatoi, i controlli e collaudi della continuità elettrica dei cavi posati, il controllo e collaudo dei sistemi di sicurezza e antincendio, il controllo e collaudo dei sistemi di strumentazione e gestione degli impianti.

Inoltre sono previste le ispezioni e verifiche finali da parte di tutti gli Enti interessati, con definizione di liste di lavori di completamento o di ulteriori interventi ritenuti necessari.

11.5.6. Stima principali materiali di montaggio

Descrizione	Materiale	UdM	Quantità
Tubazioni e materiale piping	Acciaio	ton	800
Tubazioni e materiale piping	Acciaio inox	ton	1100

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 114 di 190

Apparecchiature	Acciaio	ton	990
Coibentazione	-	m ²	6000
Carpenteria metallica	Acciaio carbonio	ton	550
Bulk elettro-strumentale	-	ton	150

11.6. ATTIVITÀ GENERALI

11.6.1. Precommissioning

Il precommissioning prevede:

- Verifica di conformità: comprende tutte le azioni atte a verificare la piena rispondenza dell'impianto con la documentazione dell'ingegneria.
- Pulizie meccaniche e chimiche, lavaggi e soffiaggi delle tubazioni ed apparecchiature, compreso l'ispezione interna e la pulizia di tutti i recipienti e il flussaggio di tutte le linee.
- Flussaggio dei circuiti di lubrificazione, di tenuta e di controllo delle macchine e riempimento con lubrificanti definitivi.
- Riempimenti con resine, materiali inerti, chemicals, catalizzatori, etc.
- Prove in bianco DCS
- Controllo delle tarature degli strumenti.
- Prove dei sistemi di strumentazione ed elettrici (con tensioni elettriche di prova o strumenti di controllo).
- Rodaggio dei motori.
- Documentazione delle operazioni effettuate e ottenimento di eventuali autorizzazioni per il commissioning.
- Verifica della disponibilità dei manuali operativi, nonché delle istruzioni di avviamento, marci, fermata e manutenzione delle apparecchiature.

11.6.2. Commissioning

Il commissioning prevede:

- Attività connesse alla predisposizione delle apparecchiature e delle macchine alle operazioni di avviamento.
- Verifiche e allineamenti dei sistemi di controllo della strumentazione, dei sistemi di monitoraggio e delle valvole di controllo.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 115 di 190

- Prove di intervento blocchi e allarmi.
- Attività di sgrassaggio e/o passivazione.
- Prove, con tensioni elettriche di progetto, di polarità, rotazione, operabilità dei motori elettrici (e marcia senza carico) e sistemi di comando pneumatici ed elettrici.
- Attività di laboratorio per la taratura delle apparecchiature di analisi, anche di campo.
- Attività di taratura funzionale dei sistemi di sala controllo.
- Operazioni di attivazione alimentazione dei fluidi di processo e servizi.
- Operazioni di controllo allineamento macchine, di taratura e calibrazione dei sistemi di controllo, allarme e blocco, di serratura accoppiamenti flangiati.
- Verifica di collaudo e taratura delle valvole di sicurezza.
- Verifica di disponibilità e funzionamento dell'equipaggiamento antincendio.
- Verifica di disponibilità dei servizi ausiliari.
- Rodaggio di tutte le macchine accoppiate alle rispettive motrici.
- Operazioni di essiccamento della zona fredda con azoto.
- Prove di tenuta e operazioni di bonifica con azoto.

11.6.3. Avviamento dell'impianto

Prima dell'avviamento sarà necessario procedere al raffreddamento dei serbatoi e delle apparecchiature di impianto.

Raffreddamento dei serbatoi

Il raffreddamento dei serbatoi inizierà dopo che la bonifica con azoto è stata completata. Occorre evitare che durante le operazioni di raffreddamento vi sia un ingresso di aria nel serbatoio attraverso le valvole rompivuoto.

Il raffreddamento inizia utilizzando azoto gassoso o boil off. La velocità di raffreddamento del mantello e del fondo deve essere il più uniforme possibile.

Quando il fondo del serbatoio è sufficientemente freddo si può iniziare ad introdurre una portata ridotta di GNL, attraverso l'apposito anello provvisto di ugelli, fino a che le temperature sulla parte inferiore del serbatoio non si stabilizzano.

Dopo che un serbatoio è stato raffreddato si può iniziare il suo riempimento e contemporaneamente si può iniziare il raffreddamento dell'altro, utilizzando il boil off o una portata di GNL proveniente dal serbatoio in fase di riempimento.

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	116 di 190

Raffreddamento dell'impianto

Il raffreddamento dell'impianto ha luogo dopo la bonifica e la prova di tenuta e quindi con le apparecchiature e le tubazioni in leggera pressione di azoto.

Inizialmente il raffreddamento viene effettuato utilizzando vapori freddi di GNL vaporizzato, mentre in una fase successiva verranno utilizzate portate ridotte di GNL.

Durante il raffreddamento si deve limitare il gradiente di raffreddamento ($^{\circ}\text{C}/\text{min}$), al fine di evitare tensioni anomale nelle tubazioni.

Una volta effettuato il raffreddamento dell'impianto ed avendo stoccato nei serbatoi una quantità sufficiente di GNL, si può procedere all'avviamento vero e proprio dell'impianto, allineando le apparecchiature dell'impianto ed attivando gradualmente la circolazione del GNL e delle utilities fino alle condizioni di esercizio, per ottenere il GNL rigassificato nella quantità e qualità previste.

11.6.4. Decommissioning a fine vita dell'impianto

La vita prevista del terminale di ricevimento, stoccaggio e gassificazione del GNL è di 40 anni, salvo interventi di manutenzione che ne possono prolungare il periodo di operatività; al termine di tale periodo si prevede la dismissione dell'impianto e il recupero dell'area per gli usi consentiti.

Il linea generale, il piano di bonifica e ripristino ambientale a fine esercizio prevede la rimozione delle strutture del terminale e il recupero della zona, con l'obiettivo di creare le condizioni che permettano, in un tempo ragionevole, il ripristino delle condizioni antecedenti l'installazione.

Le operazioni necessarie per il ripristino dell'area interessata dall'opera sono in sintesi:

- Sospensione dell'esercizio del terminale;
- Rimozione di tutte le sostanze, prodotti chimici, oli lubrificanti contenuti nelle apparecchiature, tubazioni e serbatoi presenti;
- Bonifica delle apparecchiature e delle tubazioni
- Smantellamento degli impianti e delle strutture presenti;
- Demolizione degli edifici e delle strutture presenti;
- Rimozione dei materiali di risulta, che verranno smaltiti in accordo alla normativa vigente;
- Ripristino dell'area.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 117 di 190

11.7. MEZZI E ATTREZZATURE DI CANTIERE

La seguente tabella riporta la lista preliminare dei mezzi che verranno durante la fase di costruzione.

No.	Descrizione	Quantita'
1	Gru cingolata 200 Tons	1
2	Gru 100 Tons	1
3	Gru 60 Tons	2
4	Gru 30 Tons	4
5	Gru 15 Tons	6
6	Gru a Torre 1,5 a 6 Tons - raggio 40 mt	4
7	Motrice 150 C.V.	4
8	Piattina 20/40 Tons	4
9	Camion 5 Tons	3
10	Camion 5 Tons con braccio	3
11	Forklift per magazzino materiali	1
12	Low Bed 100 Tons	1
13	Camion cisterna 10 m3	4
14	Generatore 200 KW	4
15	Generatore 100 KW	4
16	Compressore 8 m³/min 8 Ate	4
17	Compressore 20 m³/min 8 Ate	2
18	Motosaldatrice 400 A	10
19	Elettrosaldatrice 400 A	60
20	Pompa 200 L/min 200 Ate	4
21	Pump 100 L/min 30 Ate	4
22	Pompa collaudo 300 PSI	2
23	Pompa riempimento	4
24	Apparato Gamma - Ray	4

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 118 di 190

25	Macchina Ricotture	2
26	Pompa Airless	2
No.	Descrizione	Quantita'
27	Sabbiatrici	4
28	Autobus 15 posti	5
29	Fuoristrada	6
30	Pick-up	6
31	Autovetture	6
32	Luce a torre mobile	4
33	Camion ingrassaggio	1
34	Container Ufficio Caposquadra	8
35	Container Magazzino Caposquadra	8
36	Magazzino Centrale Consumabili/Attrezzatura	1
37	Magazzino Centrale Materiali di Progetto	1
38	Backhoe	1
39	Front Loader	5
40	Dumper 10 mc	10
41	Pompe per calcestruzzo	4
42	Camion Betoniera 8 mc	4
43	Officina casseri	1
44	Officina ferro per casseri	1
45	Martello pneumatico	10
46	Vibratore calcestruzzo	10
47	Escavatore a pinza per demolizione calcestruzzo	3
48	Escavatore Caterpillar 330/simile	6
49	Escavatore Caterpillar/simile equipaggiato a martellone	3
50	Compattatori manuali	5

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 119 di 190

51	Container Raggi Gamma	1
52	Officina prefabbricazione tubazioni	1
53	Officina elettrostrumentale	1
54	Officina manutenzione meccanica	1
No.	Descrizione	Quantita'
55	Officina sabbiatura/pittura	1
56	Officina coibentazione	1
57	Ufficio Direzione Lavori Impresa	1
58	Palancole (diverse misure)	700
59	Pompe idrovore	20
60	Tramoggia e nastro trasportatore	mt 850
61	Ganasce frantumatrici	4
62	Bettolina 1000 mc	4
63	Materiale per ponteggiatura	c.d.r.
64	Aspiratore d'aria	4
65	Braccio di installazione calcestruzzo	4
66	Pompa stazionaria per calcestruzzo 70m ³ /h	3
67	Impianto produzione calcestruzzo 70m ³ /h	1+1

11.8. TRASPORTO E MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI

Per evitare un eccessivo traffico su strada, il trasporto dei materiali verrà effettuato prevalentemente:

- Via ferroviaria, raccordando la zona ferroviaria più vicina con la strada in arrivo alla zona impianto;
- Via mare, raccordando la zona delle banchine portuali con la strada in arrivo alla zona impianto o con un sistema di bettoline in arrivo alla zona pontile.

Dato il cospicuo volume di calcestruzzo da gettare nelle varie parti dell' impianto si ipotizza che verranno costruiti, dentro l'area di cantiere uno o più impianti di betonaggio evitando così la circolazione di autobetoniere sulle strade.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	120 di 190

I subcontrattori dei lavori meccanici appronteranno una officina per la prefabbricazione delle tubazioni e dei supporti nell'area cantiere o in un'area adiacente per evitare la movimentazione del materiale prefabbricato proveniente da officine esterne.

Si ipotizza la costruzione di mense o l'ampliamento di quella esistente, per il personale dei subcontrattori, al fine di minimizzare il traffico automobilistico indotto.

11.9. MANODOPERA

Gli istogrammi che riportano la manodopera di cantiere nei mesi di costruzione sono inclusi nell'Allegato14.

11.10. COMPUTO METRICO MATERIALI MOVIMENTATI

La seguente tabella, che riassume i dati e le informazioni indicati nei precedenti paragrafi, riporta la stima preliminare delle quantità e tipologia di materiali di demolizioni e nuove realizzazioni, nelle due fasi del progetto.

Materiale	DEMOLIZIONE	COSTRUZIONE
	Q.tà	Q.tà
Terriccio	165.000 m ³	
Calcestruzzo	20.000 m ³	35.000 m ³
Acciaio	3.000 ton	5.200 ton
Acciaio 9%Ni	1.400 ton	3.500 ton
Perlite	11.500 m ³	20.000 m ³
Coibentazione	3.500 m ²	6.500 m ²

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	121 di 190

12. ATTIVITÀ A MARE

12.1. ANALISI DI ORMEGGIO E ADEGUAMENTO PONTILE

12.1.1. Scopo

Sono stati svolti gli studi per verificare e definire la fattibilità dell'ampliamento del pontile GNL di Panigaglia per ospitare gasiere in un intervallo da 35.000 m³ a 145.000 m³ nell'ambito.

Attualmente il pontile accoglie navi fino ad una capacità pari a circa 65.000-70.000 m³ di GNL.

La zona antistante la testata del pontile è dedicata alla manovra ed all'ormeggio delle navi metaniere con una profondità attuale di circa 10 metri.

Il presente studio ha lo scopo di valutare i requisiti funzionali del pontile e identificare le soluzioni progettuali ottimali al fine di permettere l'ormeggio a navi GNL di capacità fino a 140.000-150.000 m³.

A tal fine sono state valutate diverse soluzioni progettuali evidenziando criticità e benefici tenuto anche conto dei seguenti aspetti:

- L'accesso e la manovrabilità delle navi in fase di accosto e di allontanamento dal pontile
- Limitare longitudinalmente l'estensione del pontile esistente
- Valutare la possibilità di mantenere una configurazione longitudinale della banchina di accosto
- Valutare la possibilità di predisporre una diversa configurazione della banchina di accosto perpendicolare all'asse attuale del pontile

La profondità d'acqua attualmente presente nello spazio di manovra e presso la banchina è pari a circa 10 metri.

Le navi GNL previste (140.000-150.000 m³ – pescaggio di 11,50 m) richiedono profondità d'acqua superiori (tenuto conto dei franchi sono necessari circa 14 metri) con l'esigenza di procedere a dragaggi nello spazio di mare interessato.

Per la definizione ottimale del pontile si è tenuto conto di questo aspetto minimizzando l'estensione dell'area di mare per il quale dovrà essere richiesto un aumento della profondità d'acqua.

Sono state altresì valutate le opere di modifica al pontile necessarie per accogliere le nuove tubazioni e i nuovi impianti previsti sul pontile stesso.

Sono state studiate diverse geometrie per ottenere una configurazione ottimale dell'ormeggio con adeguamento e utilizzo delle strutture esistenti e minima aggiunta di nuove strutture.

Sulla base della configurazione prescelta sono state poi eseguite sia analisi di ormeggio, di accosto che di manovrabilità in entrata e uscita.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 122 di 190

Le analisi di ormeggio ed accosto hanno consentito di definire le capacità delle strutture e delle attrezzature marittime necessarie per far fronte alle condizioni operative e ambientali del sito portando e mantenendo le navi all'ormeggio in sicurezza durante le operazioni di scarica.

Le caratteristiche e le posizioni delle varie attrezzature marittime sono state scelte in modo da consentire l'avvicinamento e l'ormeggio in sicurezza delle navi in tutto l'intervallo di dimensioni, e stazza prevista.

Sono stati presentati disegni tipologici delle principali strutture di ormeggio e accosto.

Le analisi hanno confermato la manovrabilità in entrata e in uscita delle navi da 145.000 m³ con le condizioni ambientali meteo del sito e la definizione dei tempi necessari per le manovre.

Lo stesso studio ha consentito l'individuazione degli spazi di manovra necessari e dei fondali relativi con i conseguenti volumi di dragaggio per consentire il transito in sicurezza delle navi con i franchi previsti dalle normative internazionali e in ottemperanze alle prescrizioni delle autorità preposte.

Lo studio è stato inoltre completato con il calcolo delle principali strutture del pontile (pali e traversoni) al fine di verificarne l'idoneità al sostegno dei nuovi fasci tubieri e di prevedere gli interventi di rinforzo necessari.

L'adeguamento prevede pertanto l'esecuzione delle seguenti opere:

- Costruzione di n° 2 bricole di accosto e n° 3 di ormeggio
- Costruzione di una struttura di protezione della piattaforma pompe esistente
- Costruzione di una nuova piattaforma loop dal lato opposto del pontile
- Costruzione di pali di supporto intermedio per le tubazioni tra piattaforma loop e radice
- Costruzione di passerelle e scalette di collegamento
- Costruzione di una nuova sovrastruttura metallica sulla piattaforma esistente
- Dragaggio a -14,0 m della zona di manovra per l'ingresso e uscita dal pontile

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	123 di 190

12.1.2. Documenti di riferimento e Normative

12.1.2.1. Documenti di riferimento

1. N° 05-562-H1 “GNL Italia S.p.A. Panigaglia – Specifica Tecnica Attività di Ingegneria Preliminare”
2. Doc Snamprogetti – “VERIFICA DEI LIMITI OPERATIVI DEL PONTILE DEL TERMINALE GNL DI PANIGAGLIA” Parti 1,2 e 3
3. Disegni pontile n.

1027/43	Campata tipo – Armatura e particolari
1027/44	Pontile – campata fra le pile 32-33 armatura e pulvino sulla pila 33 – carpenteria e armatura
1027/45	Impalcati tipo timpano – campata 32-33 Impalcato Pila 33 – Calcoli statici
1027/47	Carico limite dei pali D=0.47m e D=0.6096m
1027/48	Carico limite dei pali D=0.47m con tronco inf. non verniciato (rif.dis. 1027/47) aggiornamento parziale tabella (rif. 1027/22 ind. D)
1027/49	Pontile Pile a due pali e traversone – carpenteria e part.
1027/90	Monitors – Carichi trasmessi alle strutture verifiche di stabilità
1027/91	Piattaforme Pompe – relazione di calcolo
1027/102	Prove di carico sui pali
1027/118	n. 16 difese d’angolo a 3 elementi vert. (briccole A,B,C e ptf. scarico)
1027/119	n. 2 difese d’angolo a 2 elementi verticali (briccola D)
1027/120	n. 8 difese lunghe a 2 elementi orizzontali (briccola A e ptf. scarico)
1027/122	n. 10 difese ad 1 elemento orizzontale (briccola D)

12.1.2.2. Normative

1. BS 6349-1 2000 Maritime Structures. Code of practice for general criteria
2. BS 6349-4 1994 Maritime Structures. Code of practice for design of fendering and mooring systems

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	124 di 190

3. 1978 – OCIMF Guidelines and recommendations for the safe mooring of large ships at piers and sea island
4. 1994 – OCIMF Prediction of the effects of wind on VLCC's
5. OCIMF – SIGTTO Prediction of wind loads on large liquefied gas carriers
6. API RP 2A - 20th EDIT. 1993 - Recommended practice for planning, designing, and constructing fixed offshore platforms - Working stress design.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	125 di 190

12.1.3. Dati e criteri di progetto

12.1.3.1. Navi di progetto

Le nuove strutture di ormeggio e accosto e l'adeguamento di quelle esistenti e della piattaforma sono state progettate per ricevere navi da 140.000-150.000 m³ che presentano un pescaggio massimo di circa 11,50m.

La seguente scheda riporta le caratteristiche di una tipica metaniera da 147.000 m³.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	126 di 190

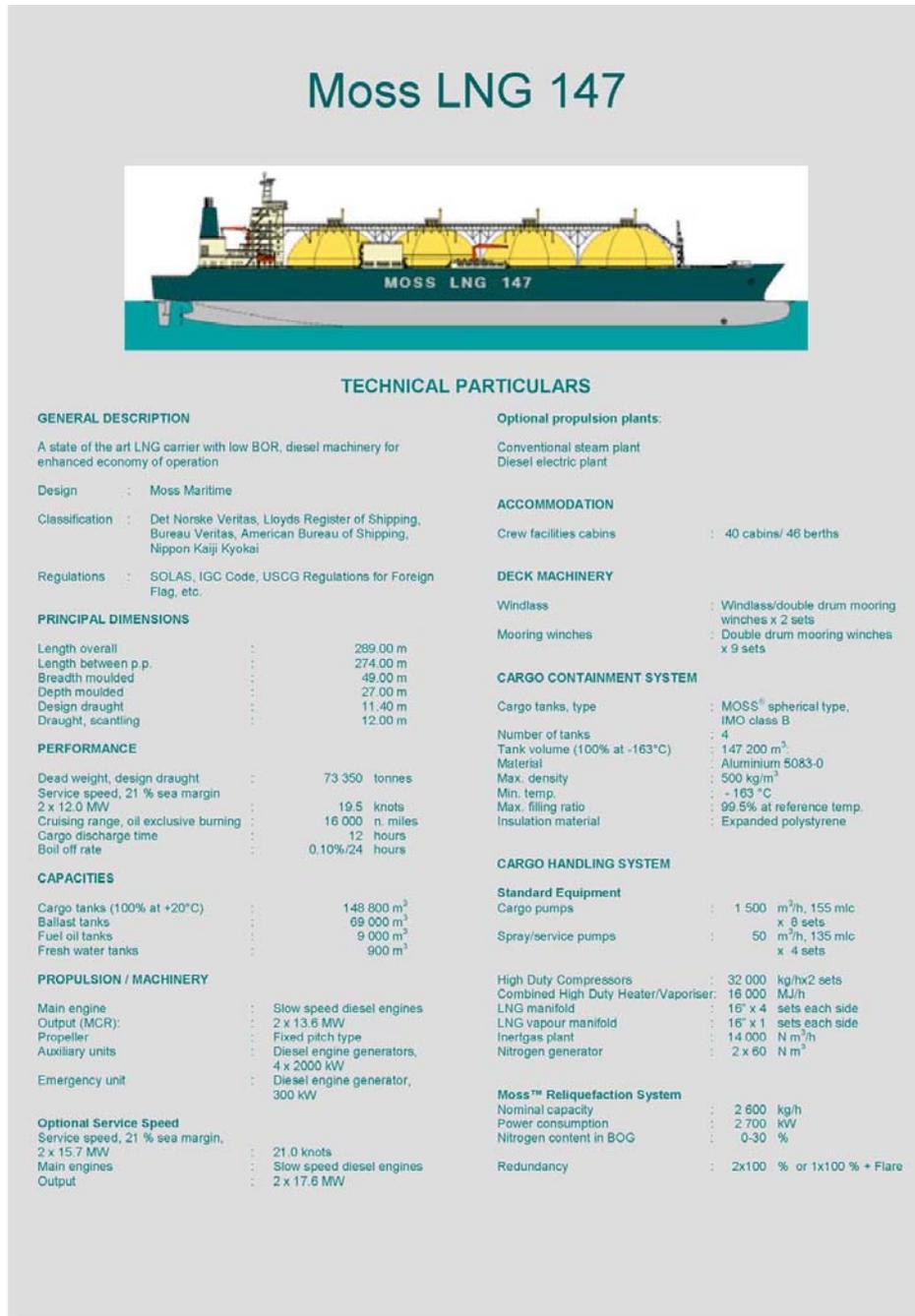


Figura 12.1-1 Moss Gas Carriers - MOSS LNG 147

12.1.3.2. Procedure operative e limiti

Nelle circostanze normali, tutte le navi ormeggeranno con la prua rivolta verso mare.

Il limite di velocità operativo del vento per l'ormeggio è 25 nodi (raffica del minuto) da tutte le direzioni. Lo scarico cesserà una volta che questa velocità viene oltrepassata.

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	127 di 190

I limiti operativi sulle condizioni d'onda all'ormeggio sono $H_s = 1,0m$.

Per i limiti operativi durante le manovre di ingresso e uscita dal porto si fa riferimento al documento specifico "Analisi di Manovrabilità delle Metaniere da 140.000 m³".

12.1.3.3. Condizioni di progetto per le strutture di ormeggio

Il sistema di ormeggio è progettato per permettere alle navi al massimo pescaggio di rimanere attraccate con venti da tutte le direzioni fino ad una velocità di 60knots (raffica del minuto).

12.1.3.4. Condizioni di progetto per le strutture di accosto

In accordo alle BS6349 parte 4 le briccole di accosto saranno progettate per la curva C, "easy exposed". L'angolo di approccio sarà di gradi 5°.

12.1.4. Studio per la scelta della configurazione ottimale per l'adeguamento del pontile

Lo studio per la scelta della configurazione ottimale è stato svolto procedendo per fasi successive di approfondimento.

Si riporta di seguito una sintesi degli studi svolti in tali fasi.

12.1.4.1. Fase1- Confronto tra configurazione parallela e ortogonale

Considerando la configurazione del pontile esistente e le manovre che attualmente vengono effettuate dalle navi in ingresso e uscita, sono state messe a confronto le due possibili configurazioni compatibili con il pontile che rispettivamente prevedono la prima la nave allineata sul lato est del pontile (come si verifica attualmente) e la seconda la nave ormeggiata a 90°-100° rispetto all'asse del pontile. La soluzione con ormeggio parallelo sul lato ovest non è stata presa in considerazione.

Da questa prima disamina è risultato che la seconda configurazione risulta più onerosa poiché richiede il prolungamento del pontile, la costruzione di una nuova piattaforma oltre ad un nuovo sistema di briccole di ormeggio e di accosto e quantità di dragaggio superiori.

Oltre a tutto ciò tale soluzione comporterebbe l'occupazione di uno specchio acqueo verso ovest (Seno del Fezzano) non interessato dall'attuale configurazione dell'ormeggio che verrebbe invece evitata con la prime soluzione.

Da tali considerazioni è scaturita la scelta del mantenimento dell'attuale allineamento sul lato est dell'ormeggio.

12.1.4.2. Fase 2 - Studio della configurazione parallela

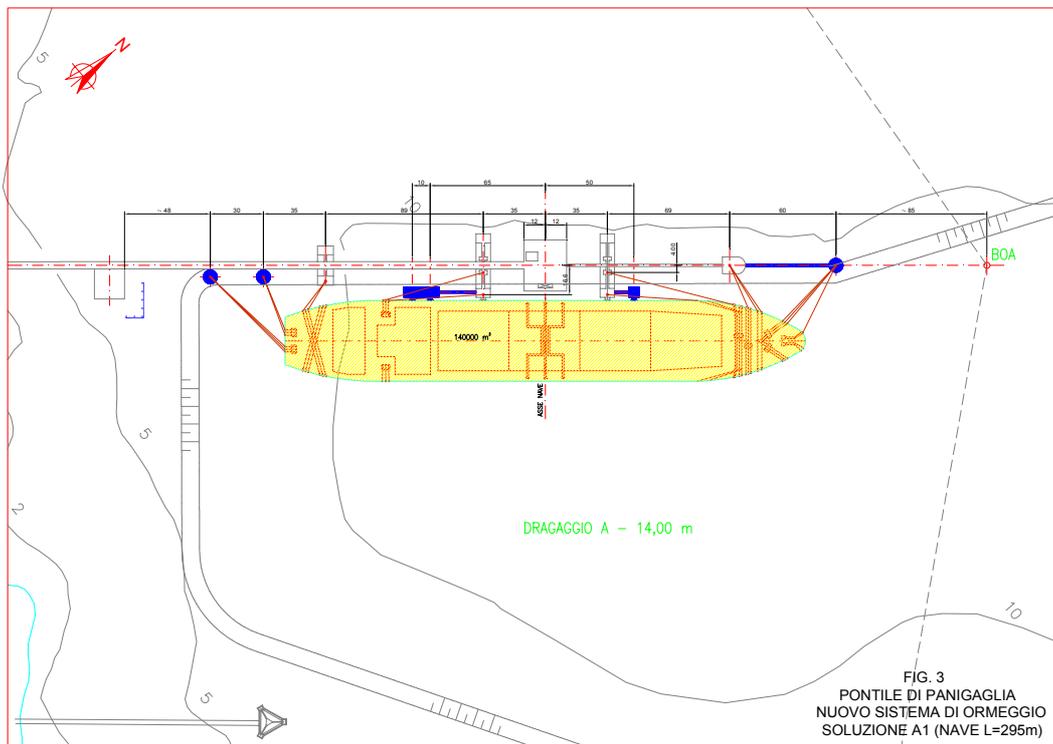
Nell'ambito dell'ormeggio parallelo sul lato est sono state esaminate tre diverse soluzioni (denominate A, B e C) che differiscono tra di loro per la posizione longitudinale dell'asse dei manifolds sulla piattaforma.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	128 di 190

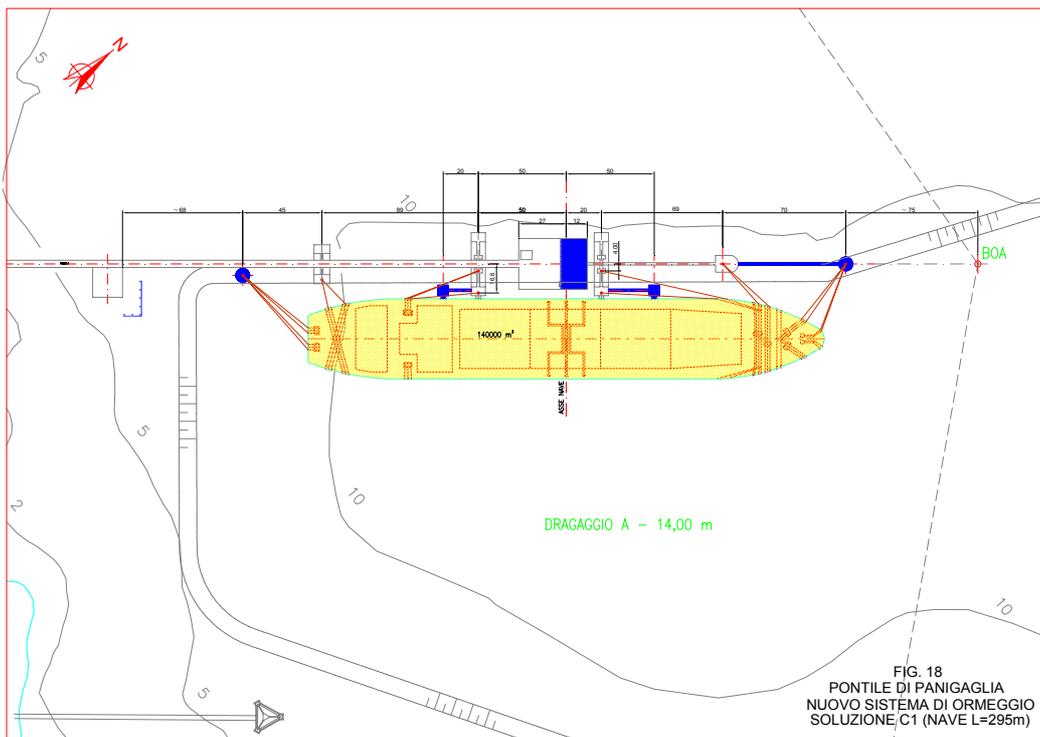
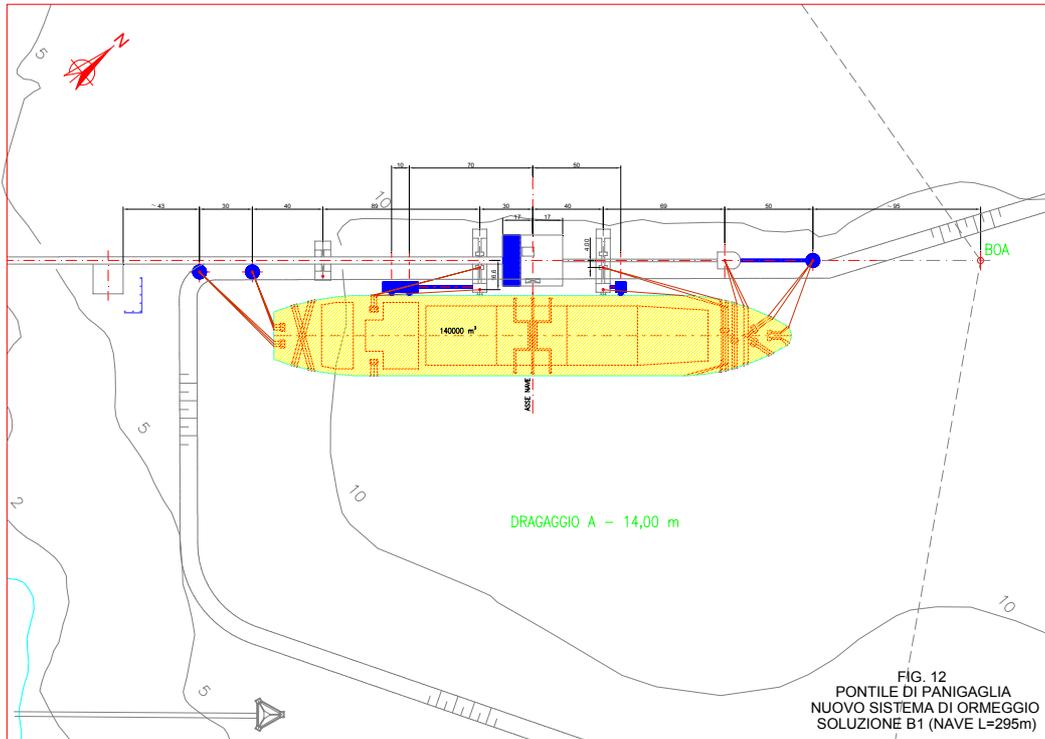
Per ciascuna delle tre configurazioni sono state verificate gli ormeggi di gasiere con diverse posizioni dei manifold di bordo considerando navi da 35.000 m³ a 145.000 m³. Gli schemi che illustrano tali studi sono riportati nell'appendice 13. I numeri che seguono la lettera indicano le diverse configurazioni del manifold sulle navi e rispettivamente:

- | | |
|---|---|
| Manifold centrato | 1 |
| Manifold eccentrico verso poppa di 5.0 m | 2 |
| Manifold eccentrico verso prua di 20.0-23.0 m | 3 |

Si riportano di seguito gli schemi di ormeggio più rappresentativi A1, B1 e C1 con gasiera da 145.000 m³ con manifold centrato che illustrano le tre posizioni:



Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
 SOFRESID ENGINEERING	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	129 di 190



Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	130 di 190

Le strutture indicate con il colore blu sono le nuove briccole di ormeggio, accosto, passerelle di collegamento ed eventuali estensioni della piattaforma.

Le soluzioni A e B sono molto simili tra di loro; la soluzione A risulta sicuramente più economica.

La soluzione C comporta la massima estensione del pontile.

La soluzione A appare come la più corretta e conveniente in quanto riduce l'estensione del pontile anche se a prezzo di un piccolo incremento del dragaggio che peraltro è trascurabile rispetto alla quantità totale dello stesso.

La soluzione A inoltre risulta migliore per l'ormeggio delle gasiere più piccole da 35.000 a 70.000 m³ (si vedano le figure 6,7,8,9,10,11 dell'allegato 13)

12.1.4.3. Fase 3 - Analisi di dettaglio per la configurazione prescelta

La terza fase di studio ha comportato lo svolgimento delle seguenti analisi di dettaglio:

- L'analisi di manovrabilità di cui si riportano sinteticamente i criteri e risultati nel par. 12.1.5 e il cui studio completo è contenuto in un volume a parte.
- La definizione delle briccole di accosto con le relative velocità d'avvicinamento ammissibili e calcolo delle energie di impatto sui parabordi (vedi. Par. 12.1.6).
- La definizione delle briccole di ormeggio con l'analisi del sistema cavi, briccole e parabordi soggette alle forze dovute al vento, onda e corrente (vedi. Para. 12.1.7).

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	131 di 190

12.1.5. Analisi di manovrabilità per l'ingresso e l'uscita delle navi metaniere

L'analisi di manovrabilità a cui si fa riferimento, è illustrata in dettaglio in Appendice-15.

Sono state svolte analisi per verificare la fattibilità delle manovre sia in entrata che in uscita con le condizioni meteomarine prevalenti di Scirocco (30-35 nodi) e Libeccio (20 nodi); la seguente tabella estratta dal documento citato riporta lo schema delle analisi effettuate.

Numero simulazione	Manovra		Tipo di manovra		CONDIZIONI OPERATIVE			Numero Rimorchiatori		Codici delle simulazioni				
	Entrata	Uscita	Stop nel bacino di evoluzione	Manovra completa	Normali		Emergenza (V=35 nodi; DD=120°N)	0	2					
					Calma	Vento: V=30 nodi; DD=120°N Moto ondoso: H=3.0m; T=8.5s; DD=140°N					Vento: V=20 nodi; DD=225°N Moto ondoso: H=2.0m; T=11s; DD=190°N			
	1	2	1	2	0	1	2	3	0		2			
1	X			X	X					X	1	2	0	2
2	X			X		X				X	1	2	1	2
3	X			X			X			X	1	2	2	2
4		X		X	X					X	2	2	0	0
5		X		X		X				X	2	2	1	0
6		X		X			X			X	2	2	2	0
7		X		X			X			X	2	2	3	2

Tabella 12-1-1 Schema delle analisi di manovrabilità

Le Figura 12.1-2 e Figura 12.1-3 riportate nella pagina seguente (estratte dalla relazione citata), illustrano rispettivamente le manovre di ingresso e uscita per la condizione più critica di vento di Scirocco.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
 SOFRESID ENGINEERING	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	132 di 190

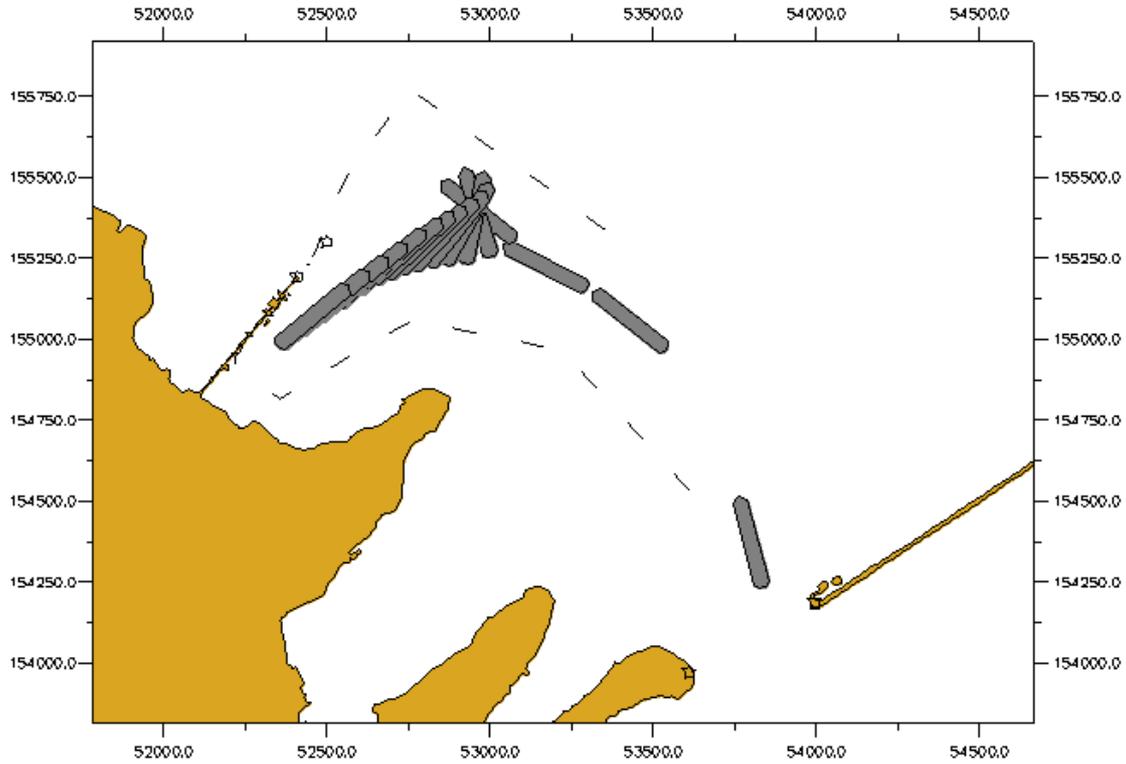
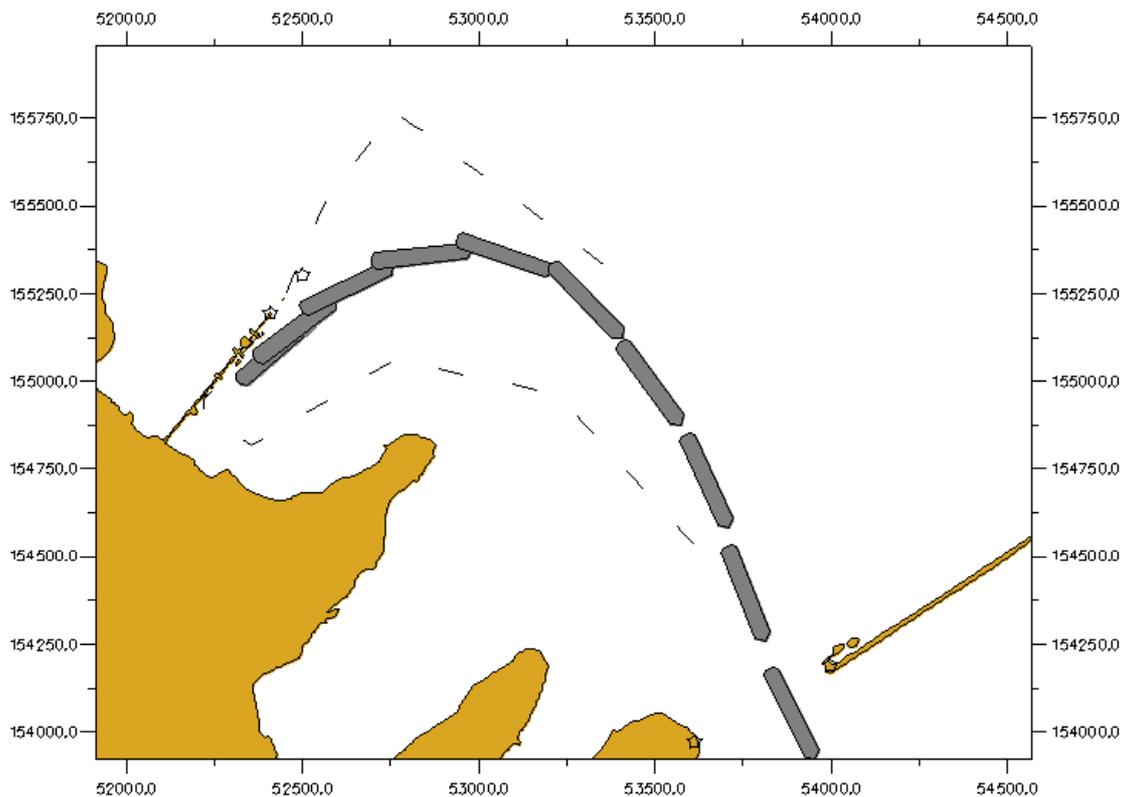


Figura 12.1-2 Manovra di ingresso

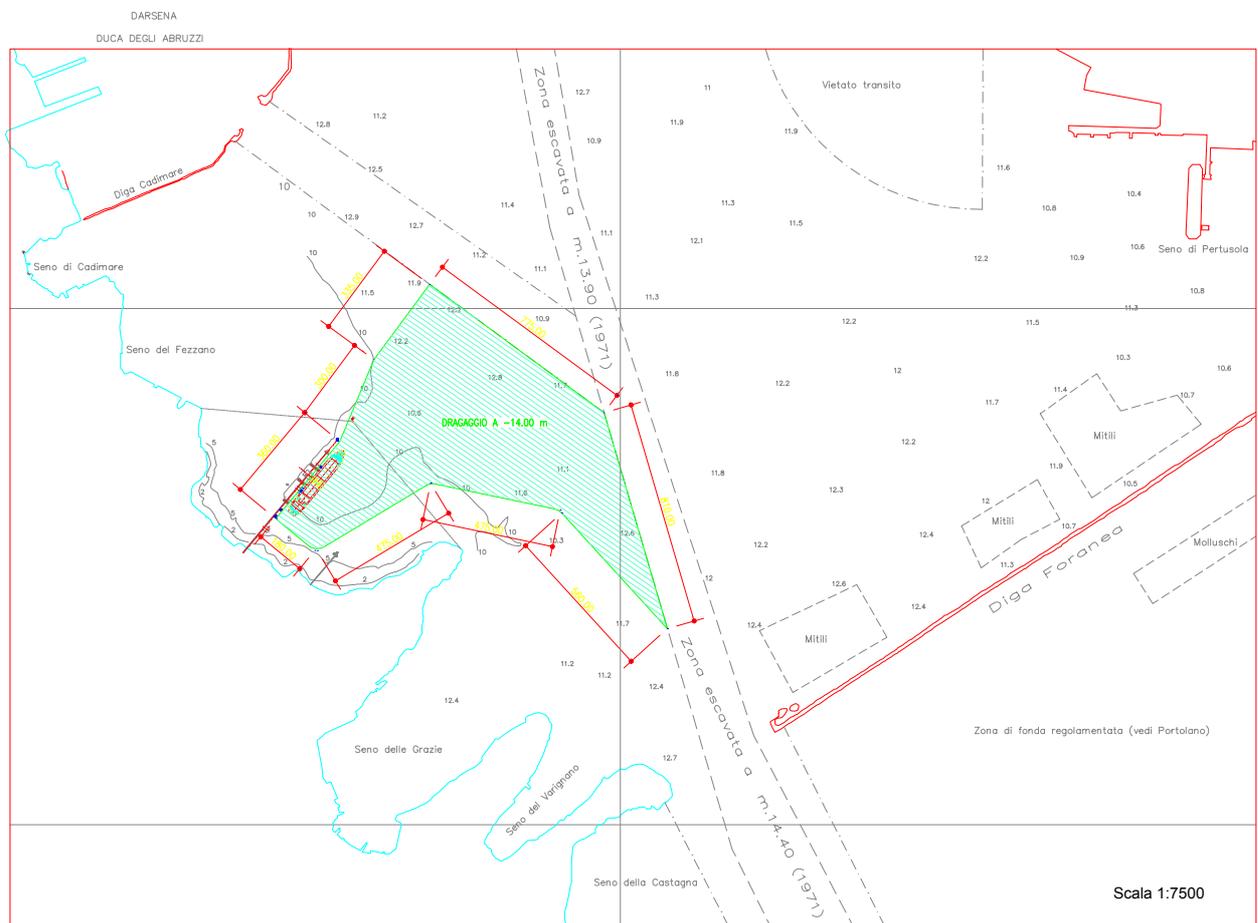


Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	133 di 190

Figura 12.1-3 Manovra di uscita

Lo studio ha prodotto, oltre alla definizione delle condizioni meteomarine e del numero di rimorchiatori da utilizzarsi, anche la definizione dello specchio acqueo per il quale è necessario il dragaggio a -14,0 m per consentire il transito in sicurezza e l'evoluzione delle metaniere previste.

Tale specchio acqueo è rappresentato nella figura seguente; il volume di dragaggio necessario è stato calcolato integrando le differenze tra fondale esistente e fondale dragato a -14,0 m sull'intera superficie rappresentata dall'ombreggiatura.



DRAGAGGIO A -14.00m 2.000.000 m³

Figura 12.1-4 Specchio acqueo per il quale è necessario il dragaggio a -14 m.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	134 di 190

12.1.6. Definizione delle capacità delle bricole di accosto

12.1.6.1. Generalità

Le bricole di accosto sono strutture indipendenti costituite da pali verticali ed inclinati collegati rigidamente da una testata di calcestruzzo armato.

Sulla faccia anteriore prospiciente la linea di accosto sono montati parabordi in gomma dotati di pannello di protezione; sul piano di calpestio sono montati ganci a scocco rapido per il collegamento delle linee di 'spring'.

Tutti i ganci inoltre saranno dotati di cabestani reversibili, con una capacità di tiro di almeno 25 m al minuto.

Tutte le bricole sono progettate in conformità alla BS6349 parte 4, con messa in conto delle indicazioni fornite nelle "OCIMF Mooring Equipment Guidelines".

12.1.6.2. Parabordi

I parabordi previsti sulle bricole sono progettati in conformità con la parte 4 delle BS 6349 e comprenderanno un'unità di gomma con pannelli frontali a basso attrito, complete di catene galvanizzate.

I parabordi saranno progettati in modo tale da richiedere un minimo di manutenzione e che la loro rimozione e sostituzione possa essere effettuata rapidamente e facilmente.

Il calcolo dell'energia considera il valore più oneroso del Ce (coefficiente di eccentricità) basato su una combinazione della geometria dell'ormeggio, degli angoli di avvicinamento e delle dimensioni della nave.

I parabordi sono selezionati in modo da assorbire 200% dell'energia calcolata nell'ambito della curva di funzionamento nominale del parabordo stesso con la messa in conto dei coefficienti correttivi dovuti all'angolo.

Il sistema dei parabordi, impedirà alle navi il contatto con parti di struttura non difese.

Al massimo valore di deformazione dei parabordi sarà mantenuto un franco di 400 millimetri fra lo scafo e parti non difese di strutture.

La pressione massima sullo scafo sarà inferiore al valore di 15 t/m².

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	135 di 190

12.1.6.3. Calcolo dell'Energia

12.1.6.3.1. Calcolo delle velocità di accosto

Le velocità di accosto sono definite dalle BS6349 parte 4 con la curva C che ha la seguente equazione:

$$V_C = (6400) (M_D)^{-0,344}$$

(dove M_D è il dislocamento della nave)

Velocità per gasiera da 145.000 m³:

$$M_D = 144.000 \text{ t (dislocamento)}$$

$$V_C = 6400(144.000)^{-0,344} = 107,6 \text{ mm/sec}$$

assunto = **110 mm/sec**

Velocità per gasiera da 71.000 m³:

$$M_D = 85.000 \text{ t (dislocamento)}$$

$$V_C = 6400(85.000)^{-0,344} = 129,0 \text{ mm/sec}$$

assunto = **130 mm/sec**

Velocità per gasiera da 40.000 m³:

$$M_D = 56.000 \text{ t (dislocamento)}$$

$$V_C = 6400(56.000)^{-0,344} = 150,0 \text{ mm/sec}$$

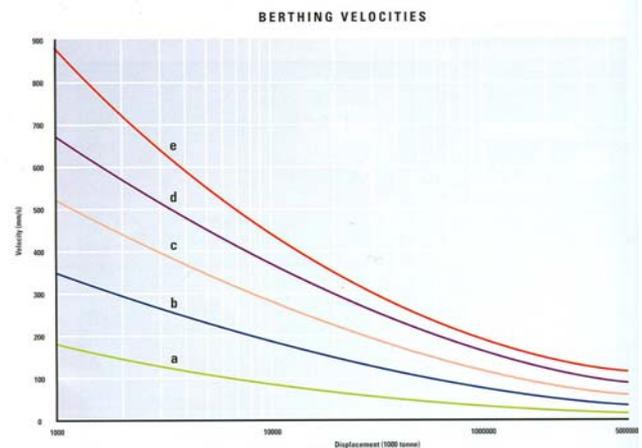
assunto = **165 mm/sec**

BERTHING VELOCITIES (V)

Berthing velocities will depend upon the ease or difficulty of the approach, exposure of the berth and the size of the vessel. Conditions are normally divided into five categories as on the right.

The most widely used guide to berthing speeds is the Brotsma table, adopted by BS, PIANC and other standards. For ease of use, speeds for main vessel sizes are tabulated.

a	Easy berthing, sheltered
b	Difficult berthing, sheltered
c	Easy berthing, exposed
d	Good berthing, exposed
e	Difficult berthing, exposed



For vessels between 10,000t and 300,000t the following formulae can be used to estimate velocity with reasonable accuracy:-

$$V_{(a)} \sim 0.303 \cdot M_D^{-0.325}$$

$$V_{(b)} \sim 0.464 \cdot M_D^{-0.323}$$

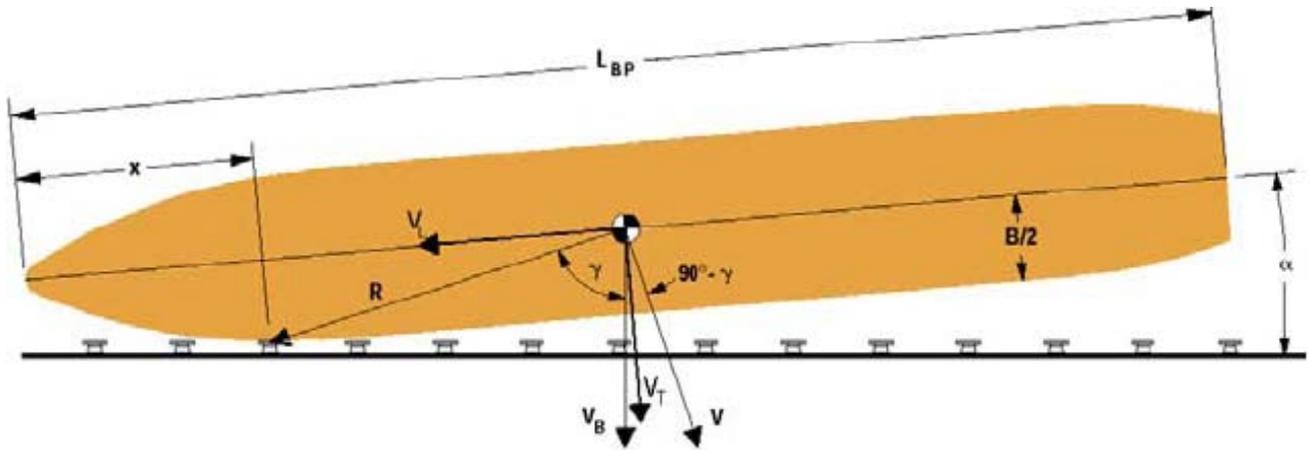
$$V_{(c)} \sim 0.637 \cdot M_D^{-0.344}$$

$$V_{(d)} \sim 0.742 \cdot M_D^{-0.336}$$

$$V_{(e)} \sim 0.924 \cdot M_D^{-0.332}$$

MD (tonne)	V(a) (mm/s)	V(b) (mm/s)	V(c) (mm/s)	V(d) (mm/s)	V(e) (mm/s)
1,000	179	347	518	671	868
2,000	151	295	443	574	722
3,000	135	266	402	522	647
4,000	126	249	376	489	594
5,000	117	233	352	459	561
10,000	95	191	288	378	452
20,000	75	155	229	306	359
30,000	64	135	200	266	309
40,000	57	121	177	238	277
50,000	52	112	163	219	254
100,000	39	86	126	170	200
200,000	27	62	94	129	156
300,000	21	48	76	106	132
400,000	19	44	71	99	125
500,000	18	41	68	96	121

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
 SOFRESID ENGINEERING	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	136 di 190



Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	137 di 190

12.1.6.3.2. Energia della gasiera da 145000 m3

SHIP DATA		
Ship Category		Gas Carrier
Deadweight	dwt	100.000 t
Displacement	M _D	144.000 t
Overall Length	LoA	294,0 m
Length Between Perpendiculars	LBP	281,0 m
Beam	B	45,80 m
Laden Draft	D	12,30 m
Freeboard	F	16,90 m
Block Coefficient	C _B	0,887

BERTHING DATA		
Berthing Mode		Dolphin Berthing
Structure Type		Closed Structure
Eccentricity Calculation Method		Full Calculation
Under Keel Clearance	K _D	1,50 m
Impact from Bow	x	30,00 %
		84,30 m
Radius of Gyration	K	78,27 m
Impact to Centre of Mass	R	60,69 m
Berthing Angle	α	5,00 deg
Velocity Vector Angle	γ	62,83 deg
Added Mass Coefficient	C _M	1,537
Eccentricity Coefficient	C _E	0,703
Berth Configuration Coefficient	C _C	1,000
Softness Coefficient	C _S	1,000

BERTHING ENERGY		
Berthing Velocity	V _B	110 m/s
Normal Energy	E _N	941 kNm 96 t-m
Factor of Safety	F _S	2,00
	E _A	1883 kNm 191,9 t-m

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	138 di 190

12.1.6.3.3. Energia della gasiera da 71000 m³

SHIP DATA		
Ship Category		Gas Carrier
Deadweight	dwt	55.385 t
Displacement	MD	85.269 t
Overall Length	LOA	244,0 m
Length Between Perpendiculars	LBP	232,7 m
Beam	B	38,28 m
Laden Draft	D	12,30 m
Freeboard	F	11,28 m
Block Coefficient	CB	0,759
BERTHING DATA		
Berthing Mode		Dolphin Berthing
Structure Type		Closed Structure
Eccentricity Calculation Method		Full Calculation
Under Keel Clearance	KD	2,00 m
Impact from Bow	x	30,00 %
		69,82 m
Radius of Gyration	K	59,16 m
Impact to Centre of Mass	R	50,33 m
Berthing Angle	α	5,00 deg
Velocity Vector Angle	γ	62,65 deg
Added Mass Coefficient	CM	1,643
Eccentricity Coefficient	CE	0,669
Berth Configuration Coefficient	CC	1,000
Softness Coefficient	Cs	1,000

BERTHING ENERGY		
Berthing Velocity	VB	130 m/s
Normal Energy	EN	792 kNm 80,7 t-m
Factor of Safety	Fs	2,00
	EA	1584 kNm 161,5 t-m

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	139 di 190

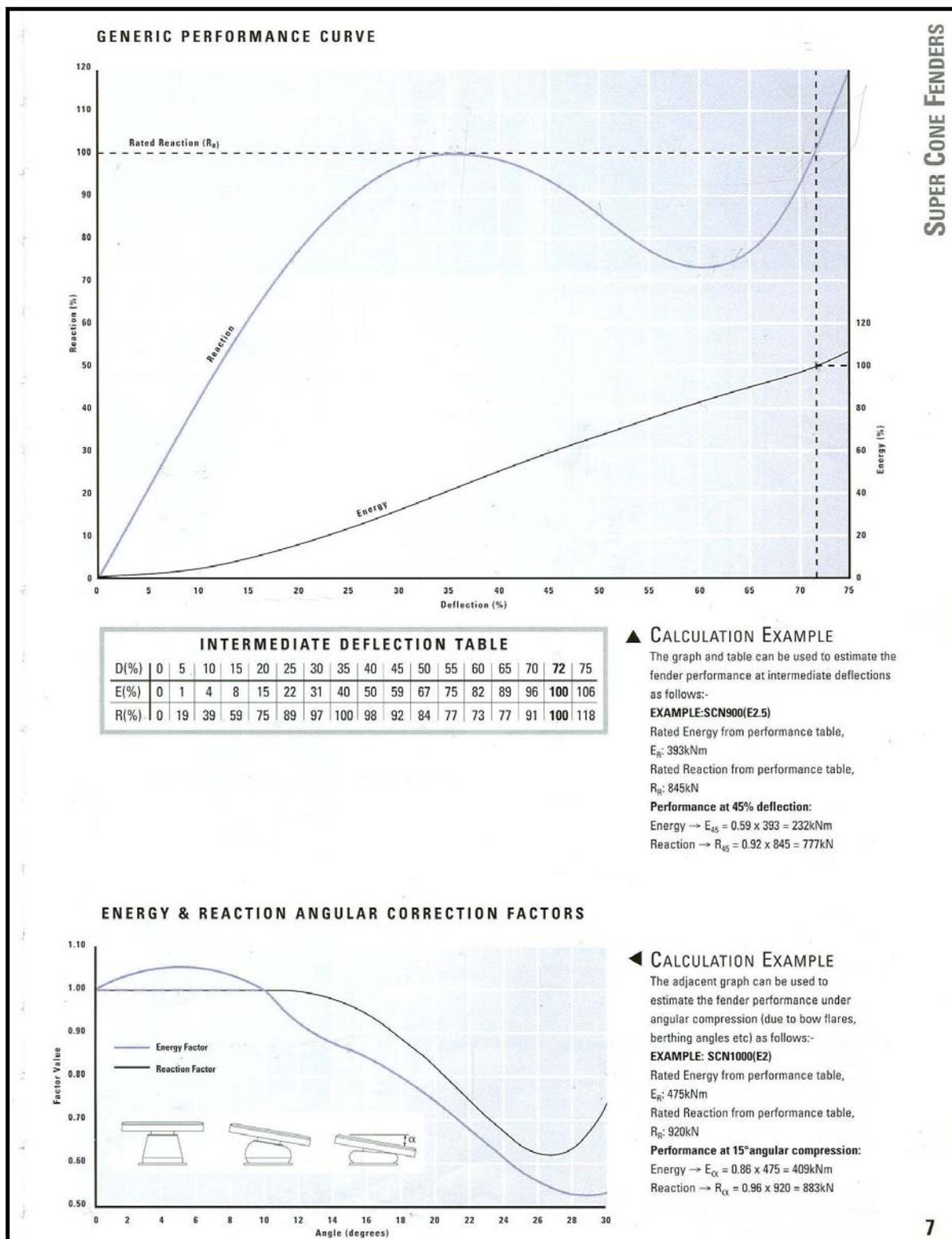
Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	140 di 190

12.1.6.3.4. Energia della gasiera da 40000 m³

SHIP DATA		
Ship Category		Gas Carrier
Deadweight	dwt	34.118 t
Displacement	MD	55.526 t
Overall Length	LOA	210,0 m
Length Between Perpendiculars	LBP	199,0 m
Beam	B	33,07 m
Laden Draft	D	12,30 m
Freeboard	F	7,48 m
Block Coefficient	CB	0,669
BERTHING DATA		
Berthing Mode		Dolphin Berthing
Structure Type		Open Structure
Eccentricity Calculation Method		Full Calculation
Under Keel Clearance	KD	2,00 m
Impact from Bow	x	25,00 %
		49,75 m
Radius of Gyration	K	47,18 m
Impact to Centre of Mass	R	52,43 m
Berthing Angle	α	5,00 deg
Velocity Vector Angle	γ	66,62 deg
Added Mass Coefficient	CM	1,744
Eccentricity Coefficient	CE	0,534
Berth Configuration Coefficient	CC	1,000
Softness Coefficient	Cs	1,000

BERTHING ENERGY		
Berthing Velocity	VB	165 m/s
Normal Energy	EN	704 kNm 71,8 t-m
Factor of Safety	Fs	2,00
	EA	1408 kNm 143,5 t-m

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
 SOFRESID ENGINEERING	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	142 di 190



Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.		Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia		539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia		Rev.	Pag.
				4	143 di 190

Figura 12.1-5 Curve di Prestazione del Super Cone Fender - SCN 1800 E1.0

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	144 di 190

SUPER CONE FENDERS

		SUPER CONE FENDERS PERFORMANCE																	
Energy Index		300	350	400	500	550	600	700	800	900	1000	1050	1100	1200	1300	1400	1600	1800	2000
E0.9	E _R	7.7	12.5	18.6	36.5	49	63	117	171	248	338	392	450	585	743	927	1382	1967	2700
	R _R	59	80	104	164	198	225	320	419	527	653	720	788	941	1103	1278	1670	2115	2610
E1.0	E _R	8.6	13.9	20.7	40.5	54	70	130	190	275	375	435	500	650	825	1030	1535	2185	3000
	R _R	65	89	116	182	220	250	355	465	585	725	800	875	1045	1225	1420	1855	2350	2900
E1.1	E _R	8.9	14.4	21.4	41.9	56	72	134	196	282	385	447	514	668	847	1058	1577	2244	3080
	R _R	67	91	119	187	226	257	365	478	601	745	822	899	1073	1258	1459	1905	2413	2978
E1.2	E _R	9.2	14.8	22.1	43.2	58	74	137	201	289	395	458	527	685	869	1085	1618	2303	3160
	R _R	68	93	122	191	231	263	374	490	617	764	843	923	1101	1291	1497	1955	2476	3056
E1.3	E _R	9.5	15.3	22.8	44.6	59	76	141	207	296	405	470	541	703	891	1113	1660	2362	3240
	R _R	70	96	125	196	237	270	384	503	633	784	865	947	1129	1324	1536	2005	2539	3134
E1.4	E _R	9.8	15.7	23.5	45.9	61	78	144	212	303	415	481	554	720	913	1140	1701	2421	3320
	R _R	72	98	128	200	242	276	393	515	649	803	886	971	1157	1357	1574	2055	2602	3212
E1.5	E _R	10.1	16.2	24.2	47.3	63	80	148	218	310	425	493	568	738	935	1168	1743	2480	3400
	R _R	74	100	131	205	248	283	403	528	665	823	908	995	1185	1390	1613	2105	2665	3290
E1.6	E _R	10.4	16.7	24.8	48.6	65	82	151	223	317	435	504	581	755	957	1195	1784	2539	3480
	R _R	75	102	133	209	253	289	412	540	681	842	929	1019	1213	1423	1651	2155	2728	3368
E1.7	E _R	10.6	17.1	25.5	50.0	67	84	155	229	324	445	516	595	773	979	1223	1826	2598	3560
	R _R	77	104	136	214	259	296	422	553	697	862	951	1043	1241	1456	1690	2205	2791	3446
E1.8	E _R	10.9	17.6	26.2	51.3	68	86	158	234	331	455	527	608	790	1001	1250	1867	2657	3640
	R _R	79	107	139	218	264	302	431	565	713	881	972	1067	1269	1489	1728	2255	2854	3524
E1.9	E _R	11.2	18.0	26.9	52.7	70	88	162	240	338	465	539	622	808	1023	1278	1909	2716	3720
	R _R	80	109	142	223	270	309	441	578	729	901	994	1091	1297	1522	1767	2305	2917	3602
E2.0	E _R	11.5	18.5	27.6	54.0	72	90	165	245	345	475	550	635	825	1045	1305	1950	2775	3800
	R _R	82	111	145	227	275	315	450	590	745	920	1015	1115	1325	1555	1805	2355	2980	3680
E2.1	E _R	11.8	19.0	28.3	55.4	74	93	169	252	355	488	565	652	847	1074	1341	2003	2851	3904
	R _R	84	114	149	233	283	324	462	606	765	945	1042	1145	1361	1597	1853	2418	3066	3778
E2.2	E _R	12.1	19.4	29.0	56.7	76	96	173	258	364	501	580	669	869	1102	1376	2056	2926	4008
	R _R	86	117	153	239	290	332	474	621	785	969	1069	1174	1396	1638	1901	2480	3139	3876
E2.3	E _R	12.4	19.9	29.7	58.1	77	99	177	265	374	514	595	686	891	1131	1412	2109	3002	4112
	R _R	89	120	157	246	298	341	486	637	805	994	1096	1204	1432	1680	1949	2543	3219	3974
E2.4	E _R	12.7	20.3	30.4	59.4	79	102	181	271	383	527	610	703	913	1159	1447	2162	3077	4216
	R _R	91	123	161	252	305	349	498	652	825	1018	1123	1233	1467	1721	1997	2605	3298	4072
E2.5	E _R	13.0	20.8	31.1	60.8	81	105	185	278	393	540	625	720	935	1188	1483	2215	3153	4320
	R _R	93	126	165	258	313	358	510	668	845	1043	1150	1263	1503	1763	2045	2668	3378	4170
E2.6	E _R	13.3	21.3	31.8	62.2	83	108	189	284	402	553	640	737	957	1216	1518	2268	3228	4424
	R _R	95	129	169	264	320	366	522	683	865	1067	1177	1292	1538	1804	2093	2730	3457	4268
E2.7	E _R	13.5	21.7	32.5	63.5	85	111	193	291	412	566	655	754	979	1245	1554	2321	3304	4528
	R _R	97	132	173	270	328	375	534	699	885	1092	1204	1322	1574	1846	2141	2793	3537	4366
E2.8	E _R	13.8	22.2	33.2	64.9	86	114	197	297	421	579	670	771	1001	1273	1589	2374	3379	4632
	R _R	100	135	177	277	335	383	546	714	905	1116	1231	1351	1609	1887	2189	2855	3616	4464
E2.9	E _R	14.1	22.6	33.9	66.2	88	117	201	304	431	592	685	788	1023	1302	1625	2427	3455	4736
	R _R	102	138	181	283	343	392	558	730	925	1141	1258	1381	1645	1929	2237	2918	3696	4562
E3.0	E _R	14.4	23.1	34.6	67.6	90	120	205	310	440	605	700	805	1045	1330	1660	2480	3530	4840
	R _R	104	141	185	289	350	400	570	745	945	1165	1285	1410	1680	1970	2285	2980	3775	4660
E3.1	E _R	15.9	25.4	38.1	74.4	99	132	226	341	484	666	770	886	1150	1463	1826	2728	3883	5324
	R _R	114	155	204	318	385	440	627	820	1040	1282	1414	1551	1848	2167	2514	3278	4153	5126
E/R (ε)		0.138	0.163	0.186	0.232	0.256	0.290	0.364	0.414	0.466	0.518	0.544	0.571	0.622	0.674	0.725	0.830	0.932	1.036
Energy Index		SCN	SCN	SCN	SCN	SCN	SCN	SCN	SCN	SCN	SCN	SCN	SCN	SCN	SCN	SCN	SCN	SCN	SCN
		300	350	400	500	550	600	700	800	900	1000	1050	1100	1200	1300	1400	1600	1800	2000

All Energy Absorption and Reaction Force values are at Rated Deflection of 72%.
Maximum deflection is 75%.
Energies (E_R) are in kNm.
Reactions (R_R) are in kN.
Performance values are for a single Super Cone.
Super Cones are usually used with a steel frontal panel, faced with UHMW-PE pads.
Standard tolerances apply.

Figura 12.1-6 Curve di Prestazione del Super Cone Fender - SCN 1800 E1.0.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	145 di 190

12.1.7. Definizione delle capacità delle bricole di ormeggio

12.1.7.1. Generalità

Sulla base degli studi condotti si è previsto un sistema di ormeggio con 5 bricole di ormeggio e 4 bricole di accosto che risulta adeguato alle navi da ormeggiare.

Di questo sistema n° 2 bricole di accosto e n° 2 bricole di ormeggio sono esistenti e saranno utilizzati mediante sostituzione delle attrezzature marittime attualmente presenti.

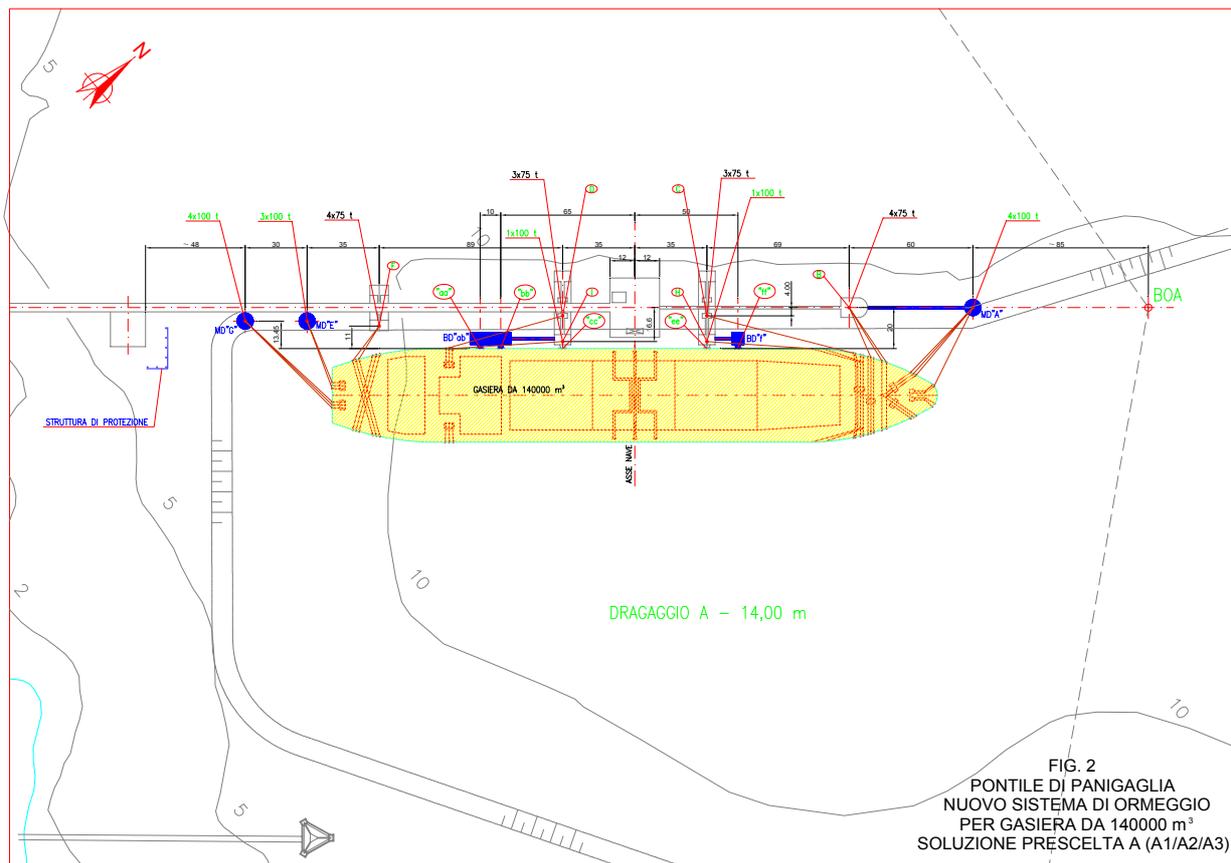


Figura 12.1-7 Nuovo sistema di ormeggio per gasiera da 140.000 m³ (Soluzione prescelta A)

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	146 di 190

12.1.7.2. Ganci & linee di attracco

I carichi di ormeggio sono trasferiti alle briccole dai ganci a scocco rapido. I complessi previsti su ogni briccola di ormeggio sono a tre/quattro ganci con un carico di lavoro totale di 300-400 t.

Il carico ammissibile del singolo gancio è 100t.

Il carico massimo ottenuto dalle analisi di ormeggio è di 250 t per le briccole di ormeggio e di 52 t per i ganci di spring per cui si prevedono capacità di 100 t (ved. *Par. 12.1.7.3.2*).

La capacità limite dei ganci è sempre superiore alla capacità limite dei cavi collegati.

12.1.7.3. Progettazione del sistema di ormeggio

12.1.7.3.1. Analisi dell'ormeggio

Le analisi di ormeggio sono state effettuate in accordo alle raccomandazioni BS6349 parte 4 e di OCIMF/SIGTTO.

Le analisi sono state effettuate per mezzo del software dedicato OPTIMOOR “*Mooring Analysis Computer Program*”, by Tension Technology International, Ltd.

Sono stati analizzati i seguenti casi: (Nell'allegato 14 sono riportati gli schemi e le tabelle di dettaglio relative ai $6 \times 2 = 12$ casi (pescaggio max e min) riassunti nella Tabella 12-1-2.)

Nave da 145.000 m³ :

- | | |
|--|--|
| 1. Manifold centrato-Pescaggio max e min | vento = 60 nodi (tutte le direzioni)
Corrente = 0,75 nodi (trasversale) |
| 2. Manifold eccentrico - Pescaggio max e min | vento = 60 nodi (tutte le direzioni)
Corrente = 0,75 nodi (trasversale) |
| 3. Manifold centrato-Pescaggio max e min | vento = 45 nodi (tutte le direzioni)
Corrente = 0,75 nodi (trasversale)
Onda H = 1,0 m |
| 4. Manifold eccentrico - Pescaggio max e min | vento = 45 nodi (tutte le direzioni)
Corrente = 0,75 nodi (trasversale)
Onda H = 1,0 m |

Nave da 71.500 m³ :

- | | |
|--|--|
| 1. Manifold centrato-Pescaggio max e min | vento = 60 nodi (tutte le direzioni)
Corrente = 0,75 nodi (trasversale) |
|--|--|

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	147 di 190

2. Manifold eccentrico - Pescaggio max e min vento = 60 nodi (tutte le direzioni)
Corrente = 0,75 nodi (trasversale)

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 148 di 190

12.1.7.3.2. Tabella riepilogativa dei risultati dell'analisi di ormeggio

	Caso	1	2	3	4	5	6
		Dimensioni navi(m³)	145.000	145.000	145.000	145.000	71.500
Dati Di Attracco	Eccentricità 'manifold'	0,0	20,0	0,0	20,0	0,0	23,0
	LOA (m)	292,0	292,0	292,0	292,0	244,0	244,0
	LBP (m)	280,0	280,0	280,0	280,0	230,0	230,0
	Larghezza (m)	46,0	46,0	46,0	46,0	34,0	34,0
	Altezza (m)	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
	Pescaggio minimo(m)	9,0	9,0	9,0	9,0	8,0	8,0
	Pescaggio massimo (m)	10,8	10,8	10,8	10,8	10,0	10,0
	No. Linee di attracco	18	18	18	18	14	13
	Diametro delle (millimetri)	42	42	42	42	42	42
	Carico di rottura linee (kN)	1216	1216	1216	1216	1216	1216
	No. Linee a prua	7	7	7	7	5	5
	No. Linee di 'spring' a prua	2	2	2	2	2	2
	No Linee di 'spring' a poppa	2	2	2	2	2	2
	No Linee a poppa	7	7	7	7	5	4
Pescaggio minimo	Area trasversale esposta al vento(m ²)	1824	1824	1824	1824	922	922
	Area longitudinale esposta al vento(m ²)	8104	8104	8104	8104	4430	4430
	Velocità del vento (nodi)	60	60	45	45	60	60
	Velocità corrente (nodi)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	Onda (m)	assente	assente	1,0	1,0	assente	assente
Pescaggio massimo	Area trasversale esposta al vento(m ²)	1740	1740	1740	1740	855	855
	Area longitudinale esposta al vento(m ²)	7600	7600	7600	7600	3970	3970
	Velocità del vento (nodi)	60	60	45	45	60	60
	Velocità corrente (nodi)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	Onda (m)	assente	assente	1,0	1,0	assente	assente
Pesc. min	Forza Massima Di Ormeggio (t)	250	205	230	194	114	174
	Forza Massima di Spring (t)	37	52	26	33	46	37
Pesc max	Forza Massima Di Ormeggio (t)	240	199	228	195	107	161
	Forza Massima di Spring (t)	34	48	25	32	43	35
	Spinta massima sul parabordo (t)	187	157	179	163	103	86

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	149 di 190

Tabella 12-1-2 Risultati dell'analisi di ormeggio

12.1.8. Inquadramento geotecnico e influenza del dragaggio sui pali esistenti

Sulla base delle informazioni disponibili dal progetto originario del pontile, per il quale erano state svolte specifiche indagini geognostiche, i terreni di fondazioni sono caratterizzabili come segue.

A partire dalla quota dell'attuale fondale:

- 1° strato:** Argilla limosa grigia, molto tenera, spessore da 16 a 18 m
- 2° strato:** Limo argilloso grigio scuro, compatto, spessore da 12 a 14m
- 3° strato:** Roccia di base costituita da calcare fortemente alterato.

Dai documenti disponibili ed in particolare dai disegni "GIROLA" 1027/47 e 1027/48 risulta che il 1° strato viene praticamente trascurato ed i pali che hanno una infissione totale di 40-45m attraversano il 2° strato e penetrano per diversi metri nella roccia di base alterata.

Dalle curve di portata riportate nei disegni citati risultano per i pali da 470mm e da 609.6mm capacità portanti limite a compressione rispettivamente superiori a 250 t e 300 t.

Data l'ipotesi fatta di trascurare il contributo del 1° strato il dragaggio a -14 m che si dovrà effettuare (scalzamento medio di circa 4,0m) non comporterà diminuzione della capacità portante.

In fase esecutiva i pali soggetti a forti azioni laterali dovranno essere verificati per l'effetto dello scalzamento citato con una analisi con il metodo P-Y in accordo alle API RP-2A.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 150 di 190

12.1.9. Briccole di ormeggio e accosto

12.1.9.1. Modifiche delle briccole esistenti

12.1.9.1.1. Briccole di ormeggio

Le briccole di ormeggio esistenti hanno le seguenti caratteristiche:

- Briccole per cavi traversini B e F montano complessi da 4X ganci da 75 t e non richiedono modifiche poiché il carico massimo risulta di 200 t
- Briccole di accosto per cavi di “spring” H e I montano anteriormente un gancio da 75 t che risulta adeguato per il tiro max di 52 t ; si prevede comunque la sostituzione con un gancio da 100 t che consente la disposizione eventuale di un solo cavo di spring

12.1.9.1.2. Briccole di accosto

Le briccole di accosto esistenti saranno modificate con la sostituzione del parabordo attualmente montato con uno con le seguenti caratteristiche:

Energia: 1584 kN*m

12.1.9.2. Nuove briccole – Caratteristiche e Disegni tipologici

12.1.9.2.1. Briccole di ormeggio

Le briccole di ormeggio avranno le seguenti caratteristiche:

MD”A”	capacità 400 t
MD”G”	capacità 400 t
MD”E”	capacità 300 t

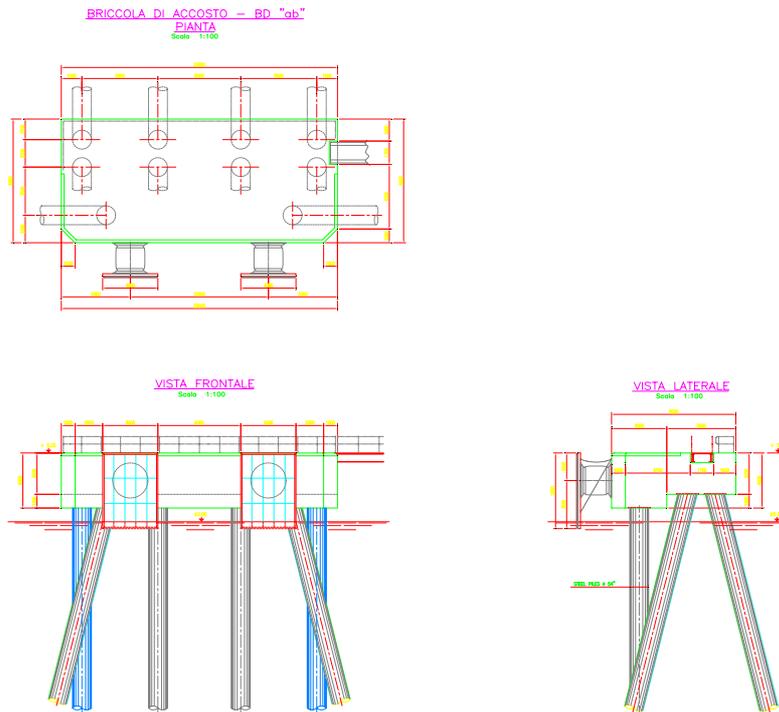
12.1.9.2.2. Briccole di accosto

Le briccole di accosto avranno le seguenti caratteristiche:

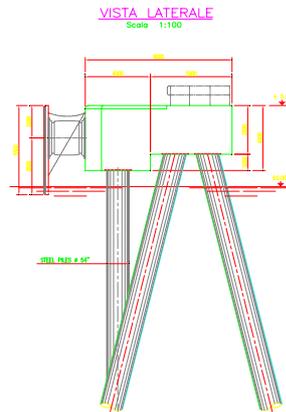
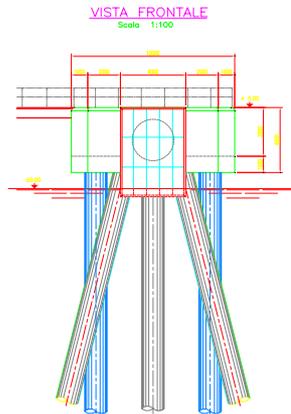
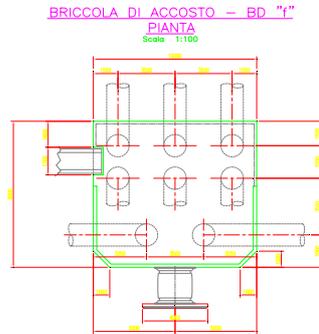
BD”ab”	capacità 500 t - n°2 parabordi da minimo E= 2000 kN*m ciascuno
BD”f”	capacità 250 t parabordo da minimo E= 2000 kN*m

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
 SOFRESID ENGINEERING	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	151 di 190

12.1.9.2.3. Disegni tipologici delle briccole di accosto



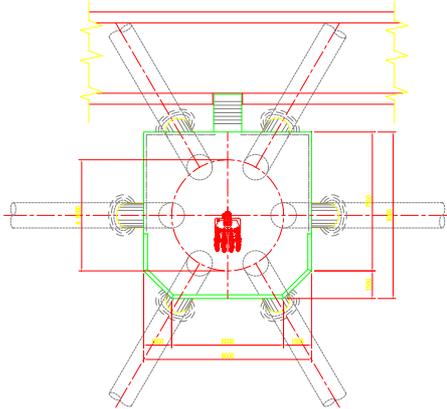
Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.		Documento n.:
	LOCALITÀ:	Italia		539178-A-000-ZR-0001
 SOFRESID ENGINEERING	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia		Rev. 4
				Pag. 152 di 190



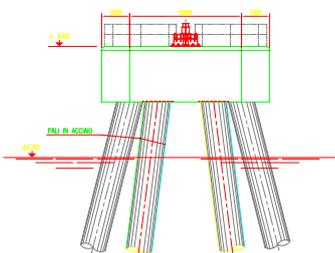
12.1.9.2.4. Disegno tipologico delle briccole di ormeggio

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
 SOFRESID ENGINEERING	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	153 di 190

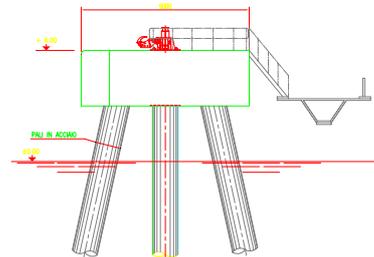
BRICCOLE DI ORMEGGIO
PIANTA
Scala 1:1000



BRICCOLO DI ORMEGGIO
VISTA FRONTALE
Scala 1:1000



BRICCOLO DI ORMEGGIO
VISTA LATERALE
Scala 1:1000



Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	154 di 190

12.1.10. Adeguamento del pontile per le nuove tubazioni

Il pontile deve essere in grado di portare le tubazioni funzionali al nuovo impianto che sono definite nel seguente schemi:

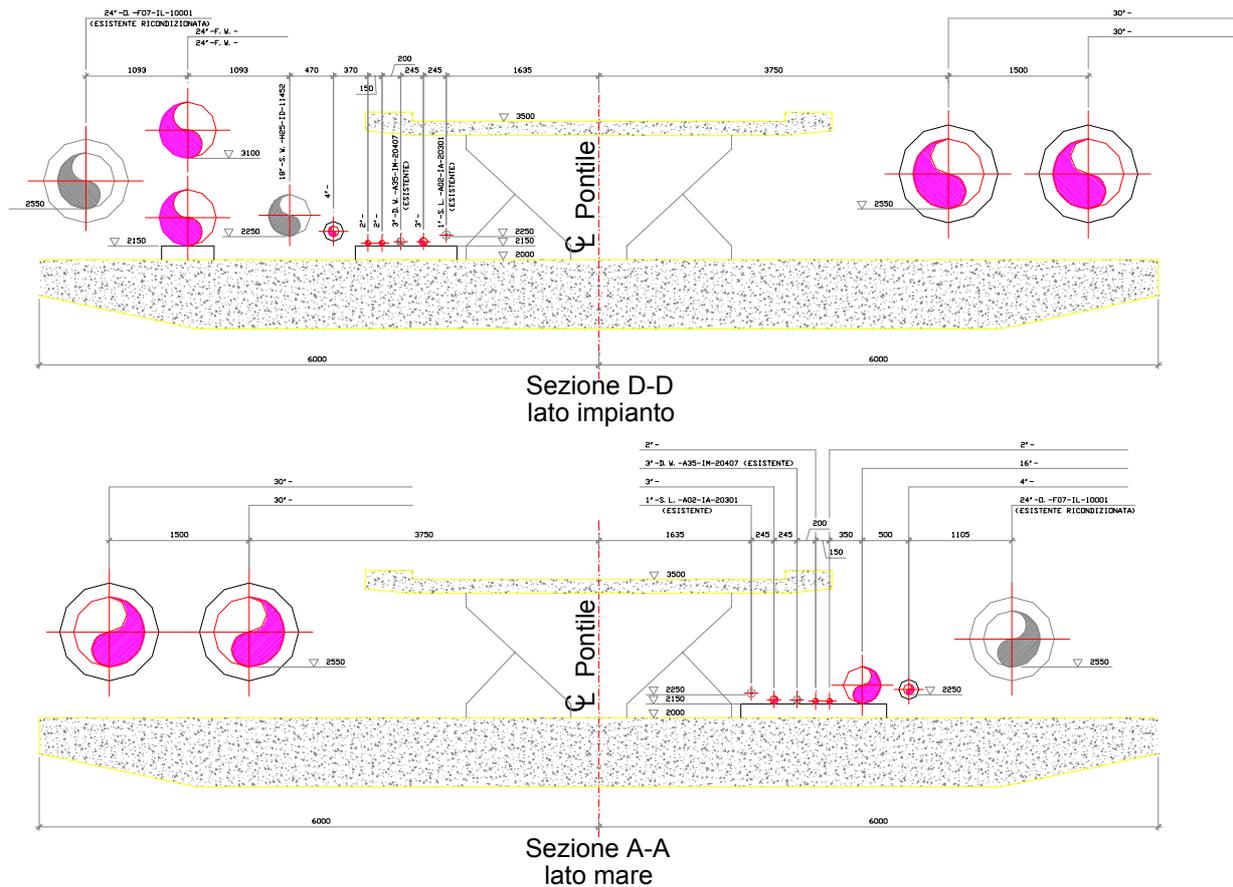


Figura 12.1-8 Sezioni pontile con nuove tubazioni

Si prevede la disposizione delle seguenti linee:

- 1) N° 2 Linee di trasferimento GNL da 30" che vanno dalla piazzola bracci di scarico alla radice del pontile.

Peso lineare (di una linea) = 200 Kg/m struttura + 230 Kg/m GNL = 430 Kg/m

- 2) N° 1 Linee di trasferimento Vapori Boil-Off da 24" che va dalla radice del pontile alla piazzola bracci di scarico.

Peso lineare = 180 Kg/m struttura

- 3) N° 2 Linee acqua antincendio da 24" che vanno dalla baia pompe attuale alla radice del pontile.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 155 di 190

Peso lineare (di una linea) = 185 Kg/m struttura + 292 Kg/m acqua = 477 Kg/m

4) N° 1 Linee acqua antincendio da 16" che va dalla baia pompe alla testa del pontile.

Peso lineare = 78 Kg/m struttura + 130 Kg/m acqua = 208 Kg/m

5) N° 1 Linee acqua mare (raffreddamento) da 18" che va dalla baia pompe attuale alla radice del pontile.

Peso lineare = 135 Kg/m struttura + 165 Kg/m acqua = 300 Kg/m

Risultano i seguenti carichi calcolati per una campata tipo:

Sezione D-D lato impianto:

- Peso travata 50.0 t
- Sovraccarichi sulla strada 35.0 t
- Peso proprio traversone 25.0 t
- Tubi pieni in servizio 26.0 t
- Eccentricità tubi 0.92 m

Carico massimo sul palo per effetto dei carichi verticali risulta di : **76.0 t**

A tale carico vanno aggiunti gli effetti delle azioni orizzontali stimate in : **35.0 t**

Il carico totale massimo sul palo risulta : **111.0 t**

Considerando una capacità portante limite di : **250.0 t**

Si ha un coefficiente di sicurezza di : **2.25 < 2.50**

Il traversone risulta sollecitato da un momento di 50.0 tm che induce tensioni nelle armature di 360 MPa decisamente non ammissibili.

Si prevede pertanto l'esecuzione di un palo aggiuntivo di sostegno delle tubazioni da realizzarsi a metà campata tra un traversone e l'altro che verrà collegato ai traversoni stessi da una sovrastruttura metallica.

Sezione A-A lato mare:

- Peso travata 50.0 t

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	156 di 190

- Sovraccarichi sulla strada 35.0 t
- Peso proprio traversone 25.0 t
- Tubi pieni in servizio 14.0 t
- Eccentricità tubi 2.00 m

Il carico massimo sul palo per effetto dei carichi verticali risulta di : **71.0 t**

A tale carico vanno aggiunti gli effetti delle azioni orizzontali stimate in : **30.0 t**

Il carico totale massimo sul palo risulta : **101.0t**

Considerando una capacità portante limite di : **250.0 t**

Si ha un coefficiente di sicurezza di : **2.50**

Il traversone risulta sollecitato da un momento di 28.0 tm che induce tensioni nelle armature di 200 MPa nei limiti ammissibili.

Non sono necessari interventi di rinforzo.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.		Documento n.:
	LOCALITÀ:	Italia		539178-A-000-ZR-0001
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia		Rev.
				4

12.1.11. Sistema di protezione catodica e verniciatura dei pali

I pali saranno protetti nella parte sommersa per mezzo di protezione catodica a corrente impressa.

Il sistema prescelto dovrà essere progettato in fase esecutiva e dovrà garantire piena protezione alle superfici previste per una durata di 50 anni.

Nell'ambito di tale durata dovranno essere effettuate attività di ispezione e controllo del sistema, attività che verranno definite nel progetto esecutivo da un piano di manutenzione che contemplerà anche ispezioni e manutenzione sulla verniciatura dei pali e delle sovrastrutture.

Il sistema di protezione catodica verrà progettato in accordo alle seguenti norme:

DNV RP B401 Cathodic Protection Design (Det Norske Veritas).

Nella zona del bagnasciuga I pali saranno protetti da un ciclo di verniciatura di tipo specifico per opere marittime con spessore minimo di 1500 μ .

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 158 di 190

12.1.12.Modalità di esecuzione e programma dei lavori

L'adeguamento del pontile comporta l'esecuzione delle seguenti principali opere ed attività:

- Costruzione di n° 5 tra briccole di accosto e ormeggio
- Costruzione di una struttura di protezione della piattaforma pompe esistente
- Costruzione di una nuova piattaforma loop dal lato opposto del pontile
- Costruzione di pali di supporto intermedio per le tubazioni tra piattaforma loop e radice
- Costruzione di passerelle e scalette di collegamento
- Costruzione di una nuova sovrastruttura metallica sulla piattaforma esistente
- Dragaggio a -14 m della zona di manovra per l'ingresso e uscita dal pontile

La costruzione di un'opera del genere richiede l'utilizzo di adeguati mezzi marittimi tipo pontone e/o jack-up dotato di gru con capacità di sollevamento minima di 200-250t.

Tale mezzo dovrà essere dotato di tutte le attrezzature per la movimentazione di e l'infissione di pali di lunghezza di 40-50 m e pesi di 35-50 t alle profondità richieste dal progetto esecutivo.

I battibali potranno essere del tipo diesel(p.e. Delmag D62/D80).

Il programma temporale di massima per tali attività è il seguente:

Tempi di mobilitazione e smobilitazione	:	40 gg
Battitura di n° 83 pali (dia= 36"- 48")	:	90 gg
Esecuzione dei getti delle sovrastrutture	:	60 gg
Rimozione strutture obsolete	:	20 gg
Montaggi passerelle e arredo marittimo	:	20gg
Imprevisti e condizioni meteo avverse	:	20gg
Totale	:	250 gg (pari a circa 8.5 mesi)

Per il dragaggio si prevede una draga con produzione di 6000-10000 m³/giorno che comporta un tempo medio di $2.000.000/8.000= 250$ gg che potranno essere ragionevolmente in sovrapposizione ai tempi di costruzione del pontile; prudenzialmente per il dragaggio si assuma un tempo di 10 mesi.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	159 di 190

12.1.13. Stima budgetaria dei lavori

12.1.13.1. Sistema di ormeggio e adeguamento del pontile per le nuove tubazioni

La seguente tabella riporta le quantità e la stima delle opere strutturali da eseguirsi per l'adeguamento del pontile.

I prezzi unitari indicati comprendono sia le forniture che la messa in opera per dare finita l'opera e sono basati su prezzi desunti da opere similari.

PANIGAGLIA									
DESCRIZIONE	B (m)	H (m)	L (m)	VOLUME (m3)	NUMERO	QUANTITA' TOT(m3)	PREZZO UNITARIO (EURO/M3)	TOTALE(EURO)	
CALCESTRUZZO									
TRAVERSONE TIPICO	1	0,5	12	6	27	162	1000	162.000,00	
PIATTAFORMA	20	0,8	20	320	1	320	1000	320.000,00	
BREASTING ab	20	4	10	800	1	800	1000	800.000,00	
BREASTING f	10	4	9	360	1	360	1000	360.000,00	
MOORING A E G	9	3	9	243	3	729	1000	729.000,00	
						2371			2.371.000
ACCIAIO									
				PESO UNITARIO (kg)	NUMERO	QUANTITA' TOTALE (kg)	PREZZO (EURO/KG)	TOTAL(EURO)	
PASSERELLE				70000	1	70000	8	560.000,00	
CORRIMANI/SCALETTE/MISC.				20000	1	20000	5	100.000,00	
SOVRASTRUTTURE PIATT.				60000	1	60000	5	300.000,00	
PONTILE				5000	27	135000	5	675.000,00	
						285000			1.635.000
PALI									
BD , MD				50000	36	1800000	4	7.200.000,00	
PALI PONTILE				30000	16	480000	4	1.920.000,00	
PALI PROTEZIONE POMPE				50000	7	350000	4	1.400.000,00	
PIATTAFORMA NUOVA				40000	24	960000	4	3.840.000,00	
									14.360.000
PROTEZIONE CATODICA				17000	1	17000	10	170.000,00	170.000
GANCI DA 100 T					2				80.000
COMPLESSI GANCI DA 100 T					3				200.000
PARABORDI					3				300.000
								GRAN TOTAL	19.116.000

Tabella 12-1-3 Stima delle opere strutturali da eseguirsi per l'adeguamento del pontile.

NOTA: La stima riguarda solo le opere civili/strutturali e l'arredo marittimo per l'accosto e l'ormeggio e non include le forniture e i montaggi del piping, bracci di carico, torri scalandrone, antincendio e impianti vari.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	160 di 190

12.2. DRAGAGGI

12.2.1. La rada della Spezia

L'intera area marina risulta fortemente antropizzata; si possono identificare le seguenti aree e/o attività:

- Un porto commerciale adibito a traffico mercantile e passeggeri;
- Diversi porti turistici;
- L'arsenale Militare (Darsena Duca degli Abruzzi);
- Aree interessate da cantieristica navale;
- Aree interessate da attività di carico e scarico;
- Impianti di miticoltura (in prossimità della diga foranea, all'interno ed all'esterno di essa) ed itticoltura (in località "Le Grazie").

Sono presenti numerose attività anche a terra: attività di tipo commerciale o legate al trasporto marittimo e della cantieristica navale; di tipo industriale, con impianti tuttora attivi (PbO, Centrale Termoelettrica Enel, etc.) o dismessi (Ex Fonderia di Piombino Pertusola, etc.); presidi militari, e impianti di gestione rifiuti (discariche Vallegrande, Monte Montada, Saturnia, Ruffino Pitelli, Val Bosca, Tiro a Piattello, etc.).

L'area marina è caratterizzata da fondali poco profondi, con sedimentazione recente a tessitura fine che poggia su uno spessore sottile di sedimenti fini attribuiti ad una deposizione di *ambiente lagunare*; al di sotto si trovano sedimenti di *origine continentale* (ghiaie e sabbie in matrice fine) che poggiano invece su un substrato roccioso.

Esternamente alla rada, la circolazione ha un carattere litoraneo, con correnti a direzione NW. Tale circolazione non sembra coinvolgere il Golfo della Spezia, che quindi sembra interessato da un *idrodinamismo* ridotto. I processi che regolano il ricambio delle acque al suo interno sono legati alla circolazione residua (dovuta all'azione combinata del vento di brezza e dello scarico termico della centrale Enel), che determina il trasporto dalle zone più interne verso le bocche della diga, ed a componenti attive in vicinanza delle bocche, che favoriscono il mescolamento delle acque e gli scambi tra rada e mare aperto.

All'interno della rada confluiscono numerosi scarichi di natura sia industriale che civile, concentrati prevalentemente nell'area settentrionale, prevalentemente in corrispondenza del porto mercantile, della fascia centrale della città e della zona cantieristica. Risultano inoltre presenti alcuni scarichi nella rada di Cadimare, adiacente la darsena militare, e nella rada delle Grazie.

Tra gli scarichi fognari, il più rilevante per portata e carico inquinante risulta il Canale Lagore, collettore della parte settentrionale del centro città, che viene incanalato dalla diga della darsena militare verso il centro della rada. Sono presenti, inoltre, numerosi torrenti e fossi che versano in mare acque contenenti liquami e fognature non trattate.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	161 di 190

Tutte le attività che hanno insistito ed insistono sull'area hanno determinato la contaminazione dei sedimenti dei fondali marini. I dati pregressi indicano, infatti, una contaminazione elevata e diffusa, dovuta prevalentemente a metalli pesanti, policlorobifenili, composti organostannici ed idrocarburi.

Come già detto, all'interno dell'area marina del golfo è possibile individuare aree con differenti caratteristiche e tipologia d'uso. Sono infatti presenti aree portuali e/o industriali, in cui l'attività antropica pregressa o attuale ha introdotto alterazioni all'ambiente marino; ma sono anche presenti aree da tutelare, sia dal punto di vista ambientale che sanitario, poiché destinate all'acquacoltura e/o alla pesca.

12.2.2. Considerazioni generali navigazionali

Si prevede di utilizzare metaniere fino a 140.000 m³ le quali hanno un pescaggio di 11,5 m e richiedono un fondale non inferiore a 14 m.

Il porto di La Spezia offre attualmente, per quanto risulta dall'esame dei dati elaborati dall'ICRAM, un canale interno al porto dragato a - 15 m, mentre la larghezza del canale tra il Passo di Ponente ed il limite dell'area da dragare, risulta al minimo pari a 180 m ca.

Per accomodare navi da 140.000 m³ con un normale grado di sicurezza, si rende necessario il dragaggio a -14m di un bacino di evoluzione e di un nuovo canale di collegamento tra il bacino di evoluzione e l'area di nuovo dragaggio situata sul lato ovest del pontile (vedi **Figura 12.2-1**).

Il canale di accesso al porto , il bacino di evoluzione e l'area di ormeggio dovranno essere raccordati in modo tale da consentire la navigazione al minimo di assistenza.

La stabilità del fondale è in questa fase un fenomeno importante, soprattutto nei riguardi dei costi di manutenzione, che potranno essere adeguatamente valutati una volta note la frequenza e la quantità di materiale che periodicamente viene asportato, per mantenere l'agibilità degli attuali canali. Si può in ogni caso affermare, riguardo alla stabilità del profilo delle scarpate, soggette all'erosione del movimento ondoso, che esso è in relazione all'entità della energia posseduta dalle onde che possiamo ritenere non sia notevole data l'ubicazione del sito all'interno di un porto.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	162 di 190

12.2.3. Area soggetta a dragaggio

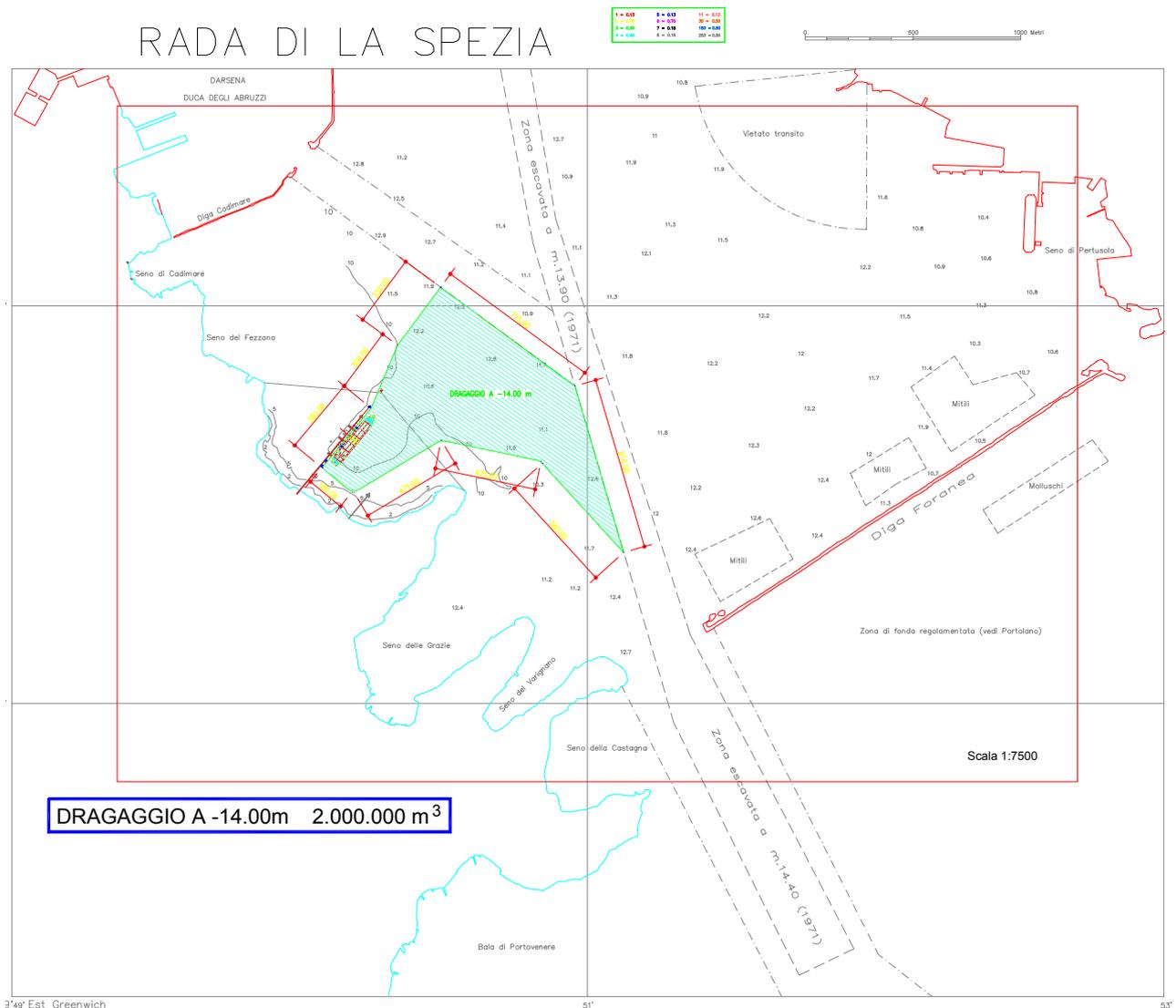


Figura 12.2-1 Area soggetta a dragaggio (-14 m)

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	163 di 190

12.2.4. Stima della batimetria nella Rada della Spezia

Ai fini della stima della batimetria della Rada della Spezia l'ICRAM ha costruito una griglia a maglia 10x10 m sull'intera area di indagine. Le profondità sono state calcolate partendo da dati con origine, densità ed accuratezza molto diversa.

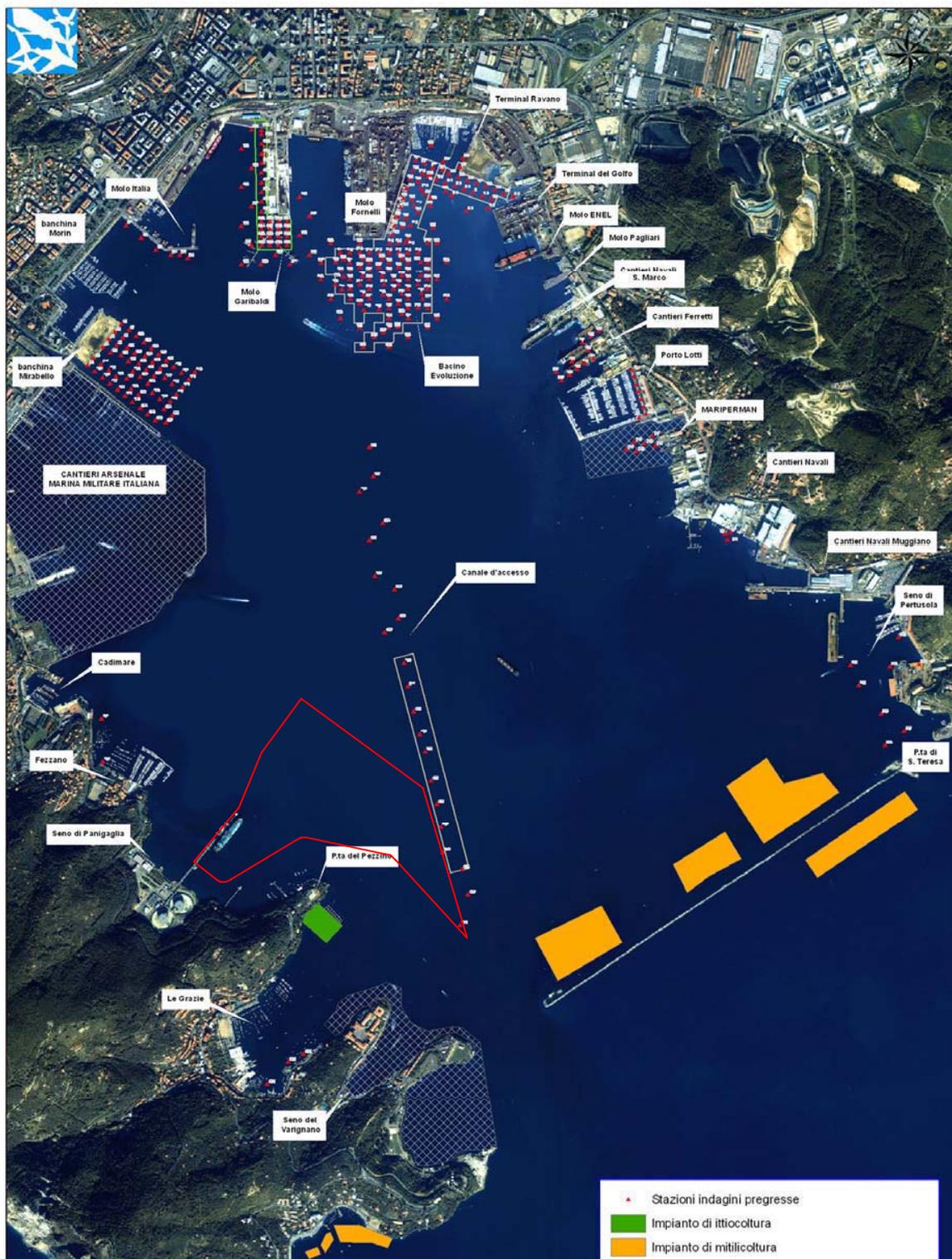
I risultato finale del processo di stima della batimetria viene riportato nella

Figura 12.2-3 , rappresentante la profondità del fondale nell'intera Rada della Spezia. Questa ha dimensioni di circa 3000x5000 m ed è caratterizzata dalla presenza di un canale di accesso che, in direzione NE-SW, attraversa tutta la rada. La profondità media è di circa -15 m rispetto al l.m.m., con un approfondimento fino a -17 m in prossimità del molo Fornelli (vedi Figura 12.2-2).

Nell'area settentrionale, in prossimità del molo Garibaldi e molo Fornelli, il fondale presenta un andamento regolare tra i -12 m ed i -14 m rispetto al l.m.m., con alcune zone di accumulo situate in corrispondenza dell'estremità meridionale del molo Fornelli e nel lato orientale del molo Garibaldi, dove il fondale si alza fino a circa - 9 m rispetto al l.m.m..

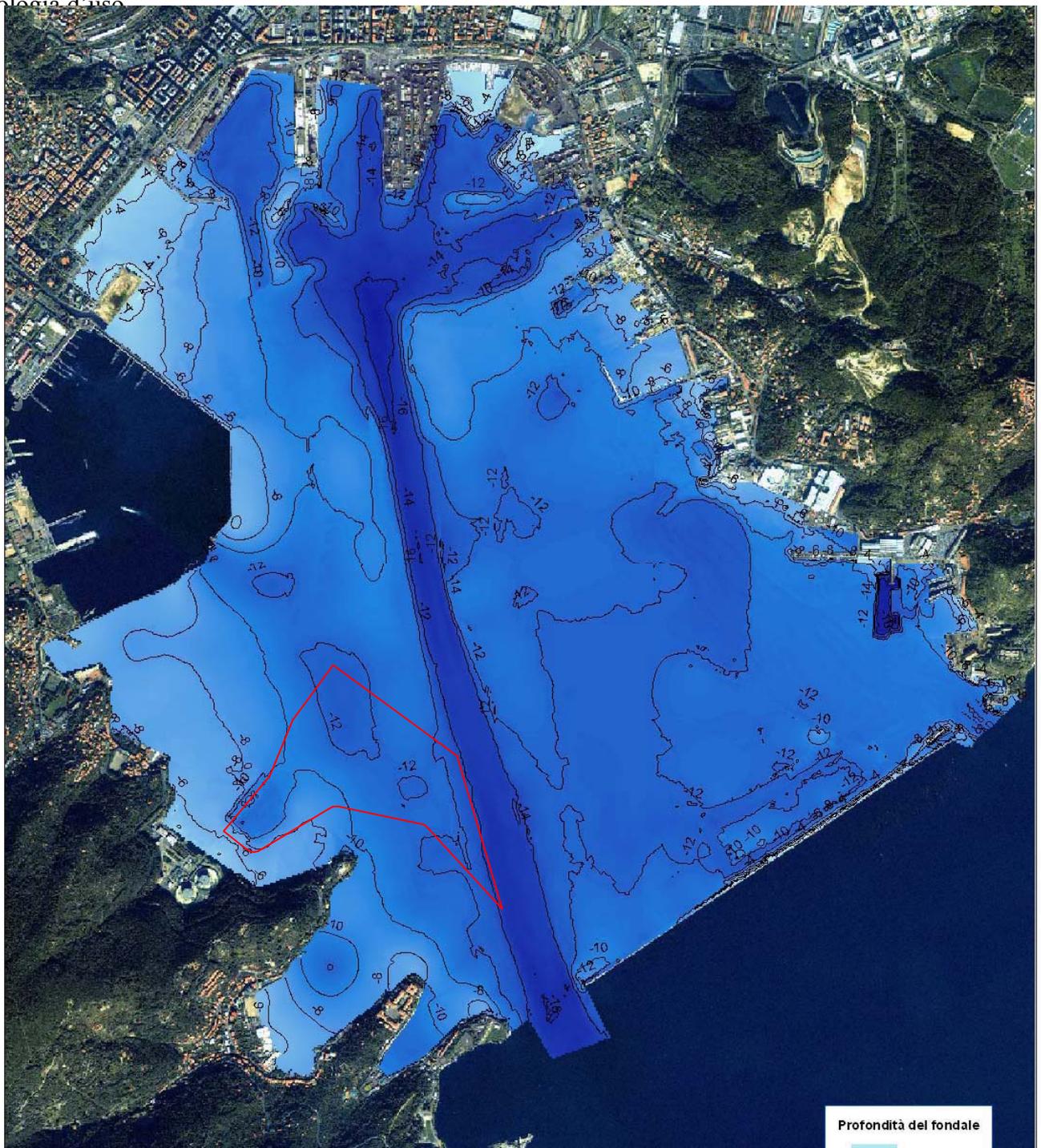
La parte centro meridionale della rada è, caratterizzata dalla presenza di un fondale a morfologia pianeggiante, con profondità compresa tra i -9 m e i -11 m rispetto al l.m.m., che termina con una brusca scarpata che delimita, ad Est e ad Ovest, il canale d'accesso. Il fondale diminuisce gradualmente verso E e W avvicinandosi alla rispettiva costa. Nel settore più meridionale dell'area, la presenza della diga foranea provoca una brusca diminuzione della profondità fino anche a 4 m, tranne nella zona SW ove è presente la depressione del canale d'accesso.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
 SOFRESID ENGINEERING	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	164 di 190



Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	165 di 190

Figura 12.2-2 All'interno della darsena è possibile individuare aree con differenti caratteristiche e tipologia d'uso.



Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	166 di 190

Figura 12.2-3 – Stima della attuale batimetria nell’area interessata dal dragaggio a -14.0 m.
(rif. ICRAM doc. # BoI-Pr-LI-P-02.15)

12.2.5. Stima della stratigrafia dei fondali nella Rada della Spezia

Con l’integrazione dei dati derivanti dalle indagini dirette (carotaggi) e da quelle indirette (indagini sismiche tramite Sub Bottom Profiler) l’ICRAM ha ricostruito la stratigrafia approssimativa della Rada. Tale ricostruzione è del tutto indicativa poiché i campionamenti diretti hanno interessato solamente i primi metri del fondale marino (prevalentemente 2-3 m ed in alcuni casi 5 m) e le indagini sismiche, pur permettendo l’identificazione di discontinuità granulometriche sino a profondità di circa 12-14 m, non hanno indagato con continuità l’intera area della Rada.

Al di là delle peculiari e localizzate situazioni stratigrafiche all’interno della Rada, grazie anche alle indagini sismiche ad alta e media risoluzione, si possono individuare tre diversi livelli sedimentari così schematizzabili (dall’alto verso il basso):

- 1) Una copertura sedimentaria (B), con un spessore variabile tra 0 e 10-12 m, caratterizzata da limi argillosi ed argille limose (la cui compattezza diminuisce progressivamente verso l’alto) localmente leggermente ghiaiosi e/o sabbiosi;
- 2) Un livello (A) caratterizzato da una maggior abbondanza di frazioni grossolane costituito da sabbie, sabbie pelitiche e sabbie limoso-ghiaiose con spessore medio di circa 2 m;
- 3) Un livello profondo (S), raramente raggiunto dai carotaggi, costituito da marne sabbioso-argillose molto consistenti che rappresentano probabilmente il tetto del substrato compatto.

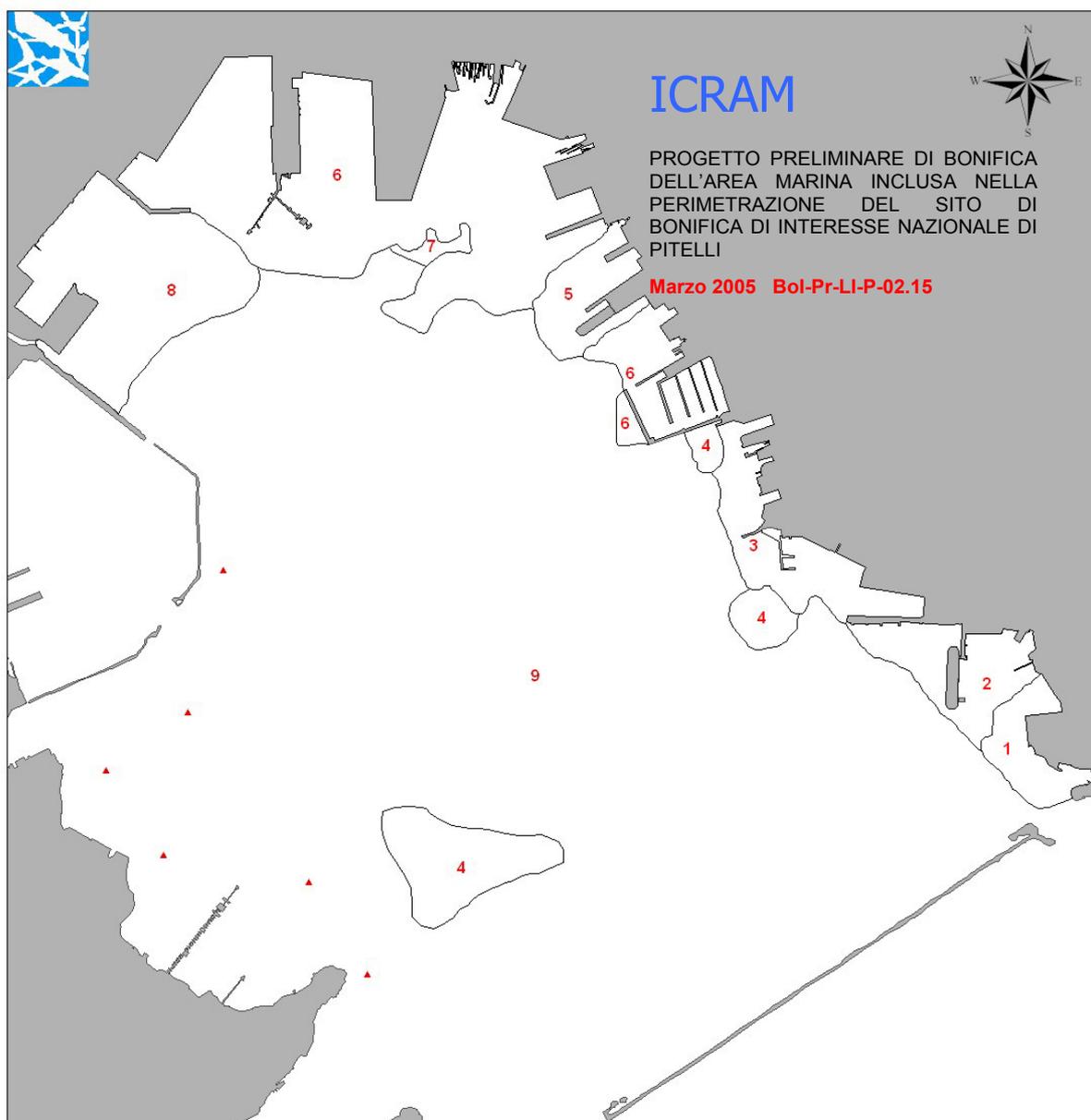
Lo strato più superficiale (B) è caratterizzato da peliti (termine usato per indicare la frazione più fine dei sedimenti), e peliti leggermente ghiaiose la cui compattezza, relativamente elevata nelle porzioni più profonde, diminuisce progressivamente verso l’alto sino al passaggio con la copertura sedimentaria più superficiale. Questo livello rappresenta la copertura pelitica più superficiale ed è caratterizzato da spessori che variano da 1 m, lungo la costa orientale e settentrionale o in alcuni punti a largo di Punta del Pezzino, ad oltre 10 m nelle aree più depresse del golfo.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	167 di 190

Al di sotto della copertura pelitica superficiale è presente un livello costituito da sabbie limose, sabbie, sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose spesso intercalate ad argille limose (A). Tale livello si rinviene a profondità modeste di circa 1-2 m, lungo la costa orientale, nell'estrema porzione settentrionale ed in alcuni punti a largo di P.ta del Pezzino, mentre procedendo verso il centro del golfo si approfondisce fino ai 10-13 m. Lo spessore medio di tale orizzonte è di circa 2 m.

Il livello inferiore (S), costituito da marne sabbioso-argillose dotate di elevata compattezza, rappresenta probabilmente il tetto del substrato compatto, ed è presumibilmente continuo in tutta l'area.

Basandosi sulle percentuali di ghiaia, sabbia e pelite, riscontrate nei diversi livelli delle carote prelevate, si è tentato di ricostruire ove possibile la stratigrafia dei primi metri del fondale (vedi Figura 12.2-4).



Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	168 di 190

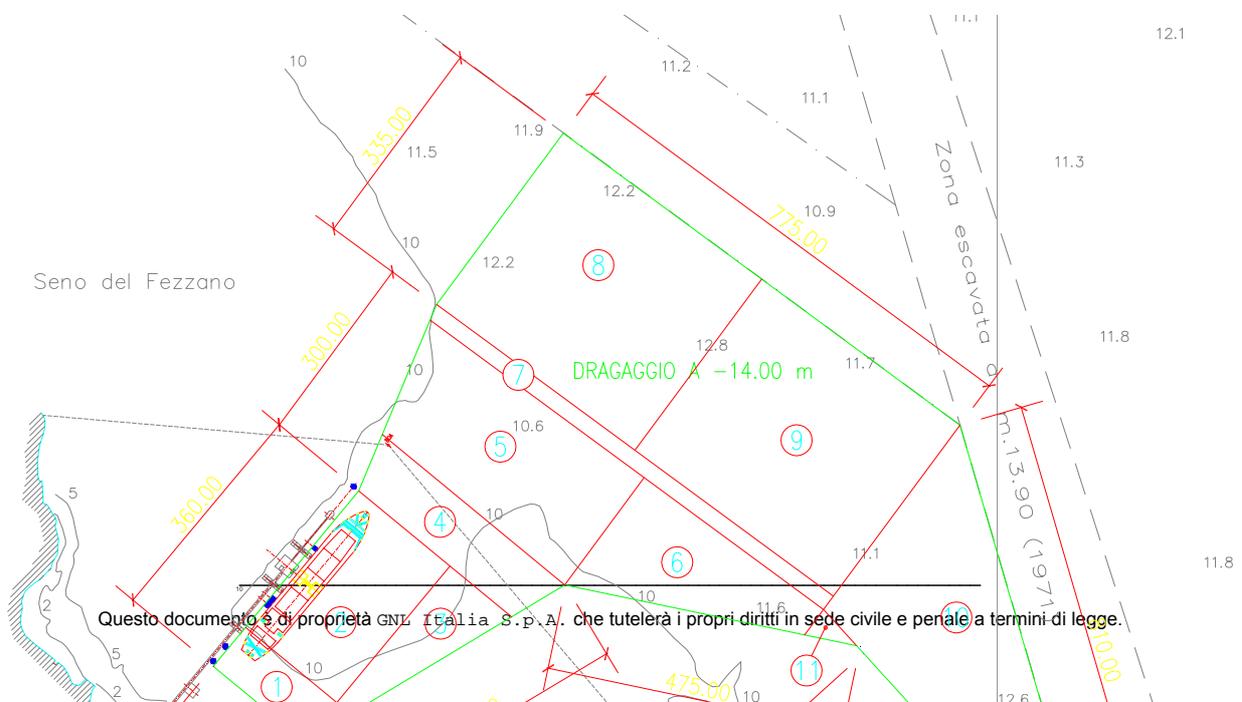
Figura 12.2-4 Rappresentazione delle principali sequenze stratigrafiche della rada.

12.2.6. Stima dei volumi da dragare

I volumi di dragaggio sono stati calcolati sulla base della Figura 12.2-5 costruita a seguito dello studio di manovrabilità riportato in Appendice e sulla stima dell'altezza del fondale da approfondire (vedi Figura 12.2-6).

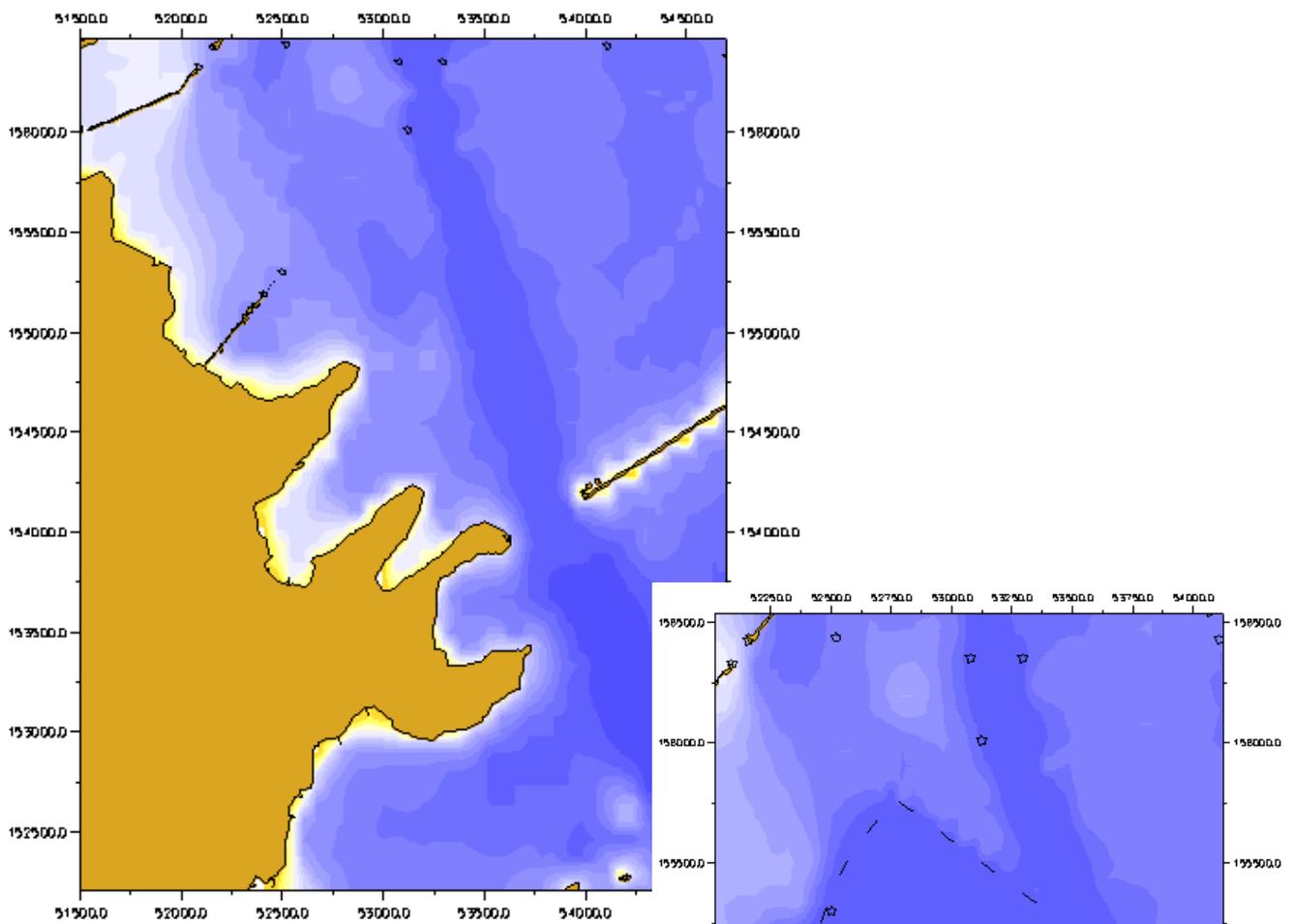
Per ognuna delle 11 sottoaree riportate è stata stimata l'altezza del fondale medio, e sulla base di questo si è ricavato lo spessore del materiale da rimuovere mediante dragaggio a -14m .

Nella Tabella è riportato il calcolo per la stima del volume totale da dragare.



Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
 SOFRESID ENGINEERING	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	169 di 190

Figura 12.2-5 Procedura per la stima del volume di materiale sedimentario da rimuovere con dragaggio a -14m



Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	170 di 190

Fondali attuali

N.B.: La linea tratteggiata individua l'area dragata a
-14,0 m rispetto al l.m.m.

Fondali di progetto

Figura 12.2-6 -Schematizzazione dei fondali prima e dopo il dragaggio (*Grafica G.P.P. Module*)

TABELLA DI CALCOLO DEI VOLUMI

Area N°	Dimensioni	Sup. (m ²)	$\Delta h = h_{\text{drag.}} - h_{\text{fond.}}$ (m)	$\Delta h \times \text{Sup.}$ (m ³)	Volume (m ³)
1	185 x 80	14800	14.00-7.00	7.00 x 14800	103600
2	185 x 280	51800	14.00-10.00	4.00 x 51800	207200
3	(381x119)/2	22670	14.00-7.50	6.50 x 22670	147355
4	((372+312)/2)x92	31464	14.00-8.00	6.00 x 31464	188784
5	((418.5+372)/2)x210.50	83200	14.00-10.20	3.80 x 83200	316160
6	((210.50+50)/2)x350.50	45650	14.00-10.80	3.20 x 45650	146080
7	772 x 26	20072	14.00-11.00	3.00 x 20072	60216
8	387 x 335	129645	14.00-11.90	2.10 x 129645	272254
9	388 x 335	129980	14.00-11.80	2.20 x 129980	285956
10	(810x287)/2	116235	14.00-12.30	1.70 x 116235	197600
11	(77.50x49)/2	1900	14.00-11.50	2.50x1900	4750

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 171 di 190

Totale volume di scavo	1929955
------------------------	----------------

Tabella 12-2-1 Tabella di calcolo dei volumi

Si assume un volume totale da dragare di circa **2.000.000 m³**.

12.2.7. Risultati delle indagini chimiche effettuate sui sedimenti

Le risultanze analitiche derivanti dalla realizzazione del piano di caratterizzazione emesso dall'ICRAM, hanno evidenziato all'interno della Rada una forte contaminazione, dovuta principalmente a metalli pesanti e a composti organostannici, e secondariamente ad Idrocarburi Policiclici Aromatici, idrocarburi pesanti e Policlorobifenili.

Ad eccezione di un tratto parziale del Porto Commerciale, dal Terminal del Golfo al Molo Fornelli, la contaminazione è diffusa prevalentemente lungo tutta la fascia costiera, che maggiormente risente delle attività commerciali, industriali e cantieristiche, nonché della presenza di numerosi scarichi. L'area più interna alla Rada appare meno contaminata, avendo subito in misura minore le conseguenze delle diverse attività che vi hanno insistito in passato. Fanno eccezione alcuni tratti del Canale di Accesso e dell'area di fronte all'ex Fonderia di Piombo Pertusola, a ridosso della Diga Foranea.

Il maggior grado di contaminazione e la sua maggiore estensione si rileva nei primi 70-100 cm. Infatti, dopo il primo metro, la contaminazione si concentra quasi totalmente, in aree molto circoscritte, in prossimità di moli, banchine, insenature, dove, oltre ad essere presente un'intensa attività antropica, è forte la tendenza all'accumulo dei sedimenti: il Seno della Pertusola, i Cantieri Navali Muggiano e Beconcini, l'area Mariperman, Porto Lotti, Molo Pagliari, i Moli Ravano, Garibaldi, Italia, Mirabello, la banchina Morin, Cadimare, i Seni del Fezzano, di Panigaglia e de Le Grazie. Negli strati più profondi (fino a 3 m) si osserva un'ulteriore riduzione, sia dell'estensione che del numero delle aree contaminate.

In particolare, nei primi 50 cm di spessore vi sono zone in cui le concentrazioni dei contaminanti raggiungono livelli estremamente elevati (per maggiori dettagli si rimanda al rapporto ICRAM BoI-Pr-LI-P-02.15).

Tali zone sono: il tratto di costa che va dall'imboccatura orientale fino ai Cantieri Navali Muggiano (compreso il Seno della Pertusola), porto Lotti, i moli Garibaldi e Italia, il Molo Mirabello, Cadimare e i seni del Fezzano e di Panigaglia. Negli strati più profondi le aree che presentano livelli di concentrazioni così critiche sono molto più ridotte, e si limitano alle sole aree dell'ex Fonderia di Piombo e del Molo Garibaldi.

I contaminanti che contribuiscono maggiormente alla contaminazione della Rada della Spezia sono: Mercurio, Piombo, Zinco ed organostannici (TBT), seguiti poi da Rame, Idrocarburi policiclici aromatici, idrocarburi pesanti e Policlorobifenili.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	172 di 190

12.2.8. Stima dei volumi di sedimento contaminato da bonificare

Dal confronto delle concentrazioni dei contaminanti presenti con i valori di intervento proposti dall'ICRAM, così come ridefiniti nel cap. 4.1 del documento BoI-Pr-LI-P-02.15, sono state individuate le aree all'interno dell'area di dragaggio su cui è necessario avviare interventi di bonifica.

Ciascuna area è stata pertanto individuata come da bonificare se in essa si ha:

- superamento dei valori di intervento ICRAM per almeno uno degli analiti di interesse (As, Cd, Cu, Hg, Pb, Zn, PCB, TBT, IPA);
- superamento del valore di concentrazione pari al 90% del valore limite della colonna B della Tabella 1 del D.M. 471/99 per gli Idrocarburi C>12, Sn e V. Per tali analiti è stato utilizzato questo limite ai fini di una corretta valutazione della qualità dei sedimenti in funzione delle ipotesi di gestione.

Il calcolo delle aree da bonificare, è stato valutato in funzione della sovrapposizione dei valori di concentrazione dei diversi analiti presenti.

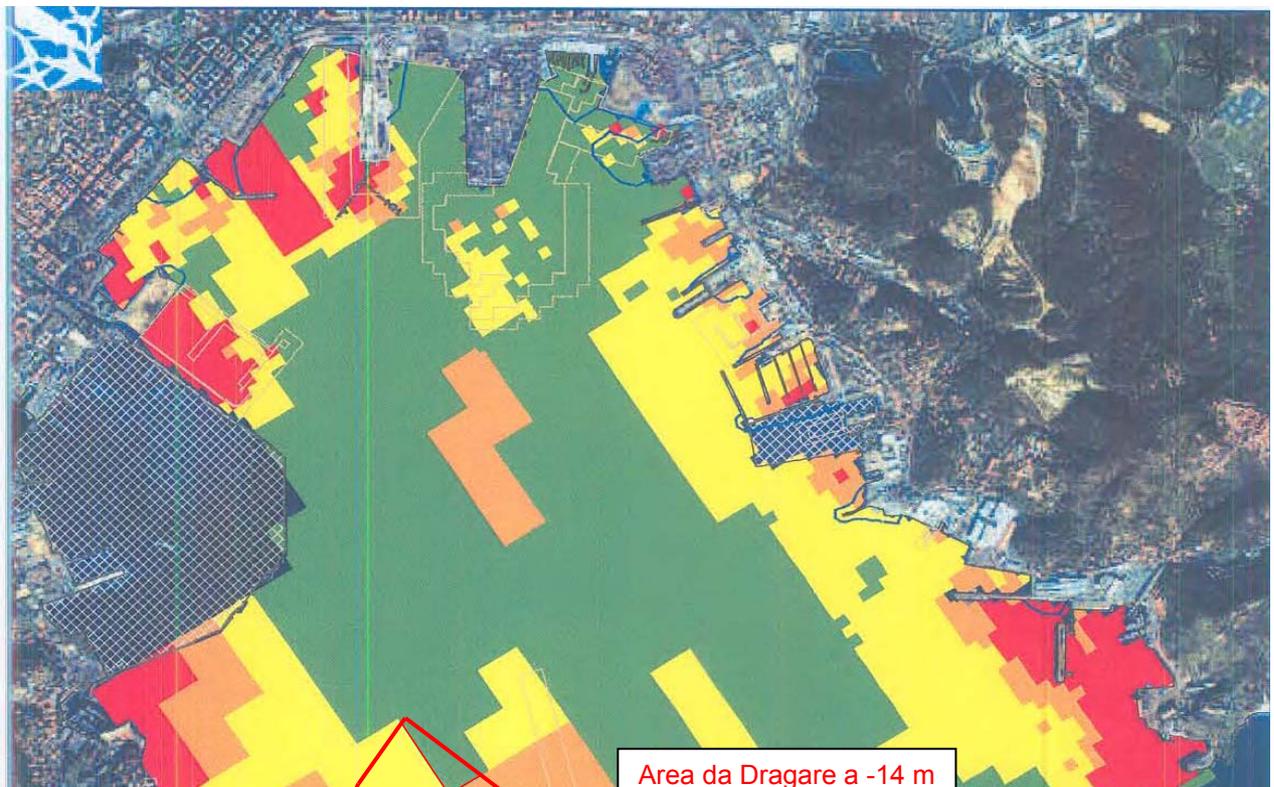
I volumi sono stati calcolati per strati di sedimento (idealmente piani) con spessori consecutivi di 50 cm, fino alla profondità di 2 m rispetto al fondale marino (oltre questa profondità non sono più presenti nell'area di dragaggio sedimenti ritenuti da bonificare).

Nelle figure seguenti vengono indicati:

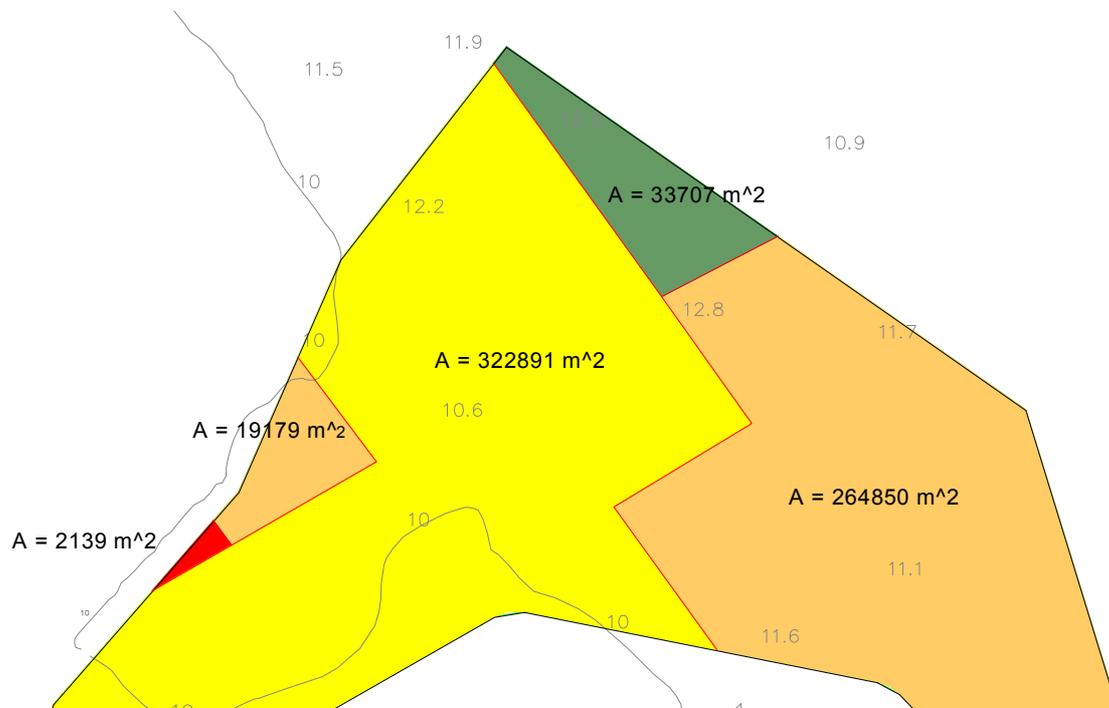
- in VERDE, i sedimenti in cui i parametri considerati presentano concentrazioni inferiori ai valori di intervento e per i quali pertanto non è necessario avviare interventi di bonifica;
- in GIALLO, i sedimenti in cui i parametri considerati presentano concentrazioni per le quali è necessario avviare interventi di bonifica;
- in ARANCIONE, i sedimenti per i quali è necessario avviare prioritariamente interventi di bonifica;
- in ROSSO, ai fini della gestione, i sedimenti per i quali le concentrazioni riscontrate sono tali da richiedere l'avvio immediato di interventi di bonifica.

Nella Tabella sono riportati, per ciascuno strato consecutivo di sedimento con spessore pari a 50 cm, e fino alla profondità di 2 m, i volumi complessivi dei sedimenti individuati nell'area di dragaggio, suddivisi in giallo, arancione, rosso, a seconda del valore delle concentrazioni dei contaminanti presenti.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	173 di 190



Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	174 di 190



Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	175 di 190

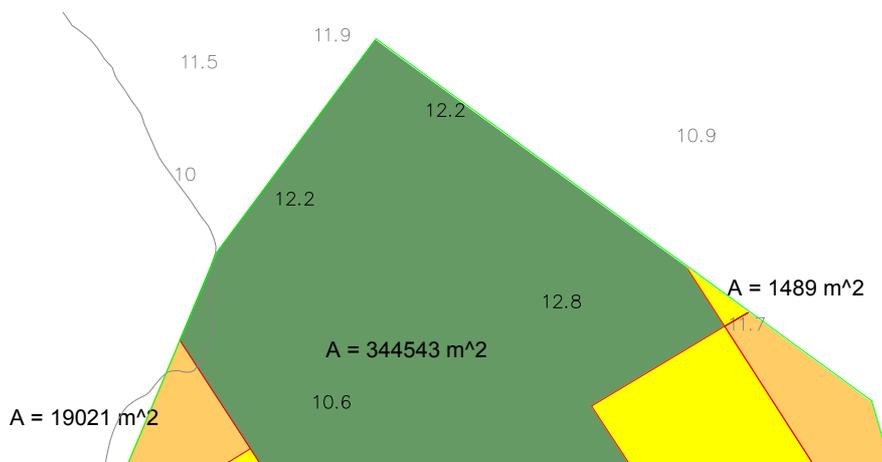
Strato di sedimento 0 - 50 cm

- Area non soggetta a bonifica : A = 33707 m²
- Area da sottoporre ad intervento di bonifica : A = 323150 m²
- Area da sottoporre prioritariamente ad intervento di bonifica : A = 284029 m²
- Area da sottoporre immediatamente ad intervento di bonifica : A = 2139 m²

INQUINANTI PRESENTI NELLE AREE DA SOTTOPORRE AD INTERVENTO DI BONIFICA	Concentrazione degli inquinanti nell0 strato 0 -50 (mg/Kg s.s.)			
				
• MERCURIO	< 0.8	0.8 – 2.5	2.5 – 4.5	> 4.5
• PIOMBO	< 130	130 - 330		
• ZINCO	< 230	230 - 650		
• TBT (Composti Organostannici)	< 0.07	0.07 - 0.2	> 0.2	
• RAME	< 65	65 - 200		
• IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici)	< 4	4 - 6		
• IDROCARBURI (C> 12)	< 675			> 675



Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.		Documento n.:
	LOCALITÀ:	Italia		539178-A-000-ZR-0001
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia		Rev. 4
				Pag. 176 di 190



Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	177 di 190

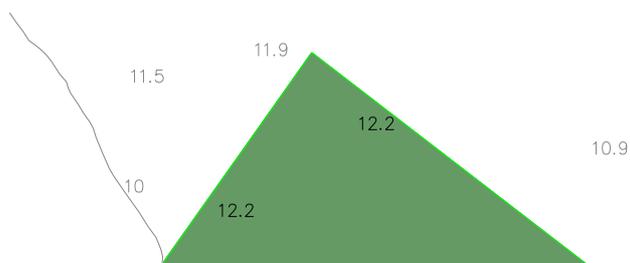
Strato di sedimento 50 - 100 cm

- Area non soggetta a bonifica : A = 350890 m²
- Area da sottoporre ad intervento di bonifica : A = 240792 m²
- Area da sottoporre prioritariamente ad intervento di bonifica : A = 49721 m²
- Area da sottoporre immediatamente ad intervento di bonifica : A = 1930 m²

INQUINANTI PRESENTI NELLE AREE DA SOTTOPORRE AD INTERVENTO DI BONIFICA	Concentrazione degli inquinanti nello strato 50 -100 (mg/Kg s.s.)			
				
• MERCURIO	< 0.8	0.8 – 2.5	2.5 – 4.5	> 4.5
• PIOMBO	< 130	130 - 330	330 - 900	
• ZINCO	< 230	230 - 650		
• TBT (Composti Organostannici)	< 0.07	0.07 - 0.2	> 0.2	
• CADMIO	< 1	1. - 1.5		
• IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici)	< 4	4 - 6	6 - 90	
• IDROCARBURI (C> 12)	< 675			> 675



Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	178 di 190



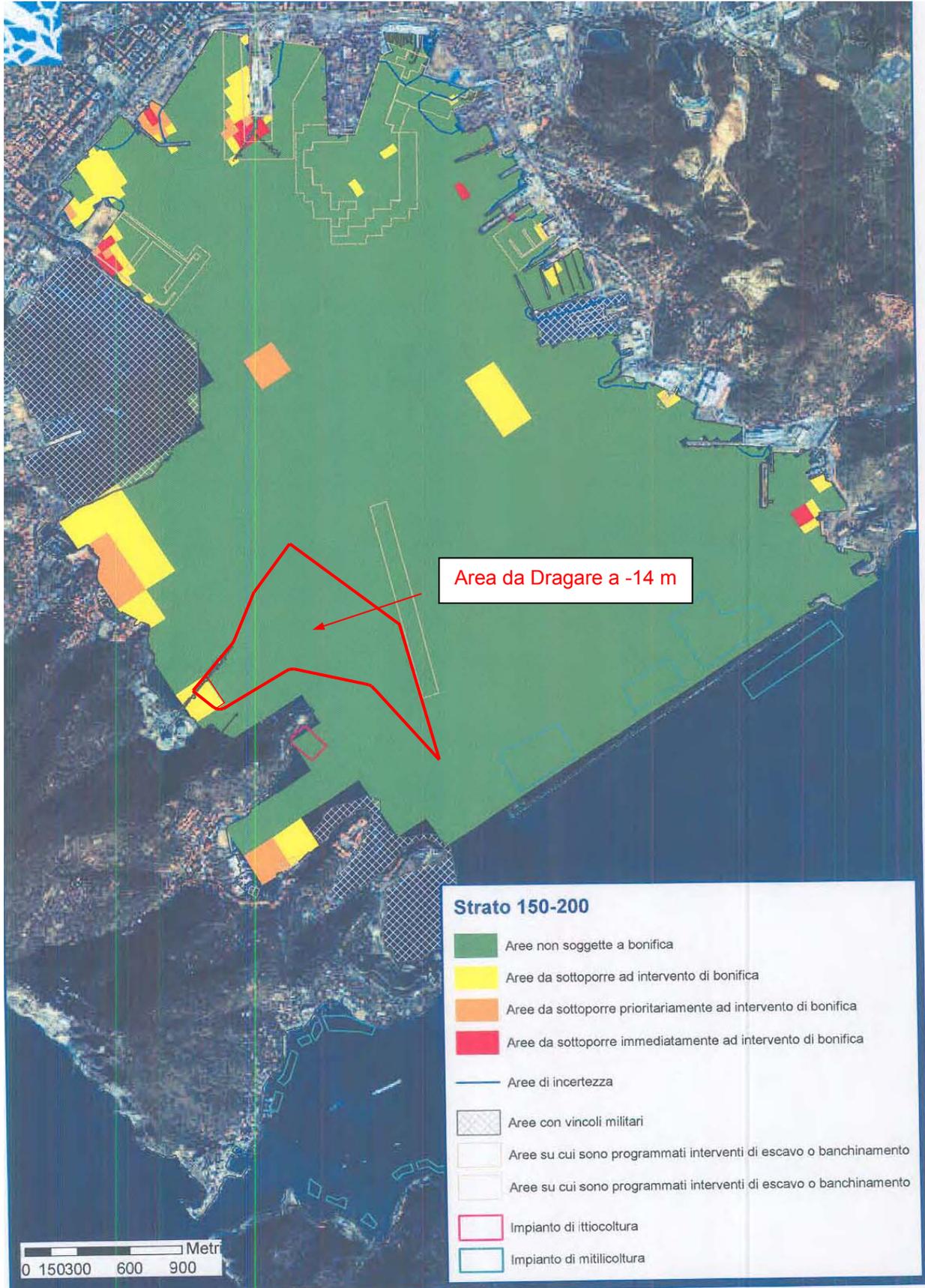
Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	179 di 190

Strato di sedimento 100 - 150 cm

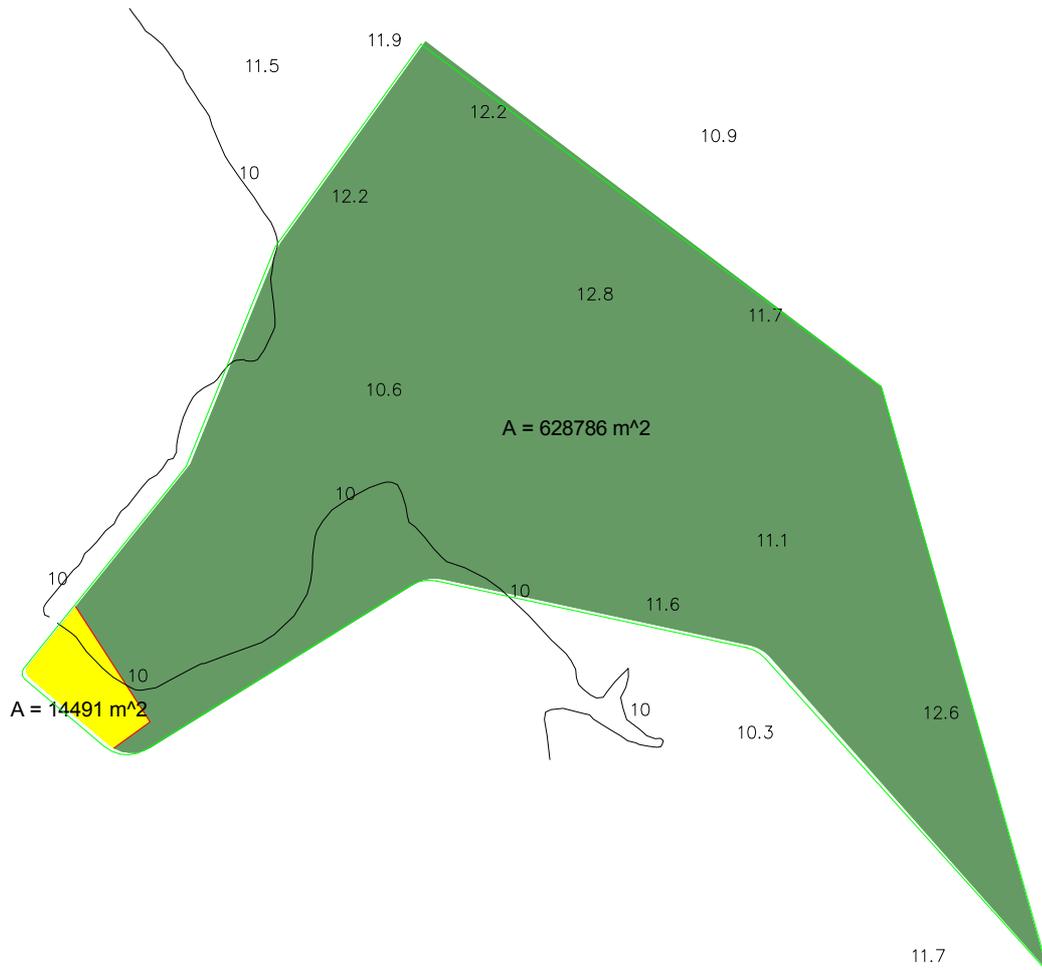
-  Area non soggetta a bonifica : A = 568010 m²
-  Area da sottoporre ad intervento di bonifica : A = 72052 m²
-  Area da sottoporre prioritariamente ad intervento di bonifica : A = 3281 m²
-  Area da sottoporre immediatamente ad intervento di bonifica : A = 0.0 m²

INQUINANTI PRESENTI NELLE AREE DA SOTTOPORRE AD INTERVENTO DI BONIFICA	Concentrazione degli inquinanti nello strato 100-150 (mg/Kg s.s.)			
				
• MERCURIO	< 0.8	0.8 - 2.5		
• PIOMBO	< 130	130 - 330	330 - 900	
• IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici)	< 4	4 - 6		

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	180 di 190



Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	181 di 190



Strato di sedimento 100 - 150 cm

- Area non soggetta a bonifica : A = 628786 m²
- Area da sottoporre ad intervento di bonifica : A = 14491 m²
- Area da sottoporre prioritariamente ad intervento di bonifica : A = 0.0 m²
- Area da sottoporre immediatamente ad intervento di bonifica : A = 0.0 m²

INQUINANTI PRESENTI NELLE AREE DA SOTTOPORRE AD INTERVENTO DI BONIFICA	Concentrazione degli inquinanti nello strato 150-200 (mg/Kg s.s.)			
				

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	182 di 190

• IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici)	< 4	4 - 6		
---	-----	-------	--	--

VOLUMI DI SEDIMENTO DA BONIFICARE FINO ALLA PROFONDITÀ DI 2 m DAL FONDALE									
Strato									Totale
(cm)	(m ²)	(m ³)	(m ²)	(m ³)	(m ²)	(m ³)	(m ²)	(m ³)	(m ³)
0 - 50	33707	16854	323150	161575	284029	142015	2139	1070	304659
50 - 100	350890	175445	240792	120400	49721	24861	1930	965	146226
100 - 150	568010	284005	72052	36026	3281	1641	0.0	0.0	37667
150 - 200	628786	314393	14491	7246	0.0	0	0.0	0.0	7246
Totale (m³)	-	790697	-	325247	-	168516	-	2035	495797

Tabella 12-2-2- Volumi complessivi di sedimento da bonificare fino alla profondità di 2 m dal fondale

Si assume un volume di materiale da bonificare di circa **500.000 m³**.

Si ricorda che le stime dei volumi sopra riportate sono state effettuate ai fini di fornire un'indicazione della distribuzione dei contaminanti all'interno dell'area di dragaggio e di calcolare i volumi globali di sedimento contaminato da sottoporre a bonifica, trascurando pertanto criticità puntuali rilevate su piccola scala.

12.2.9. Bonifica del materiale dragato

Per i sedimenti le cui concentrazioni sono così elevate da comportare un sicuro rischio per l'ambiente acquatico, allo stato attuale delle conoscenze la bonifica consiste principalmente in attività di rimozione. Per contaminazioni meno gravi possono invece essere ipotizzati eventuali trattamenti in sito.

Nel dettaglio, per i sedimenti indicati in "ROSSO", una volta rimossi, possono essere individuati i seguenti scenari:

- Conferimento in discarica;

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	183 di 190

- Trattamento (ex situ) per successivo conferimento in vasche di colmata o in strutture di confinamento realizzate in ambiente costiero.

Per i sedimenti indicati in “ARANCIONE”, una volta rimossi, possono essere individuati i seguenti scenari:

- Conferimento in vasche di colmata o in strutture di confinamento realizzate in ambiente costiero;
- Trattamento (ex situ) ai fini del riutilizzo nel campo delle opere civili nel rispetto della normativa vigente.

Infine, per i sedimenti indicati in “GIALLO” possono essere individuati i seguenti scenari:

- Trattamento in sito;
- Rimozione e conferimento in vasche di colmata o in strutture di sconfinamento realizzate in ambiente costiero;
- Rimozione e trattamento (ex situ) ai fini del riutilizzo nel campo delle opere civili nel rispetto della normativa vigente.

Le tecnologie di trattamento ex situ prevedono il dragaggio dei sedimenti contaminati ed una successiva fase di pretrattamento indirizzata a separare le classi granulometriche eventualmente non contaminate, o comunque ad allontanare l’acqua con operazioni di disidratazione, in grado di diminuire notevolmente le volumetrie considerate, rendendole palabili e facilitandone così la movimentazione. A seconda che i sedimenti vengano trattati nelle prossimità dell’area di escavo o vengano trasportati in appositi impianti lontano da detta area si parlerà rispettivamente di trattamenti on site o off site.

Le vasche di colmata e le strutture di confinamento realizzate in ambiente marino per il conferimento dei sedimenti dovranno prevedere criteri di conterminazione in linea con quanto già indicato dalla Direzione Qualità della Vita del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio.

Per i sedimenti rimossi mediante dragaggio, dovranno essere previste aree destinate allo stoccaggio temporaneo dei sedimenti, prima del loro invio ad apposito impianto di trattamento o in discarica. Qualora gli spazi a terra risultino insufficienti per tale scopo può essere previsto un sistema mobile (anche galleggiante) per lo stoccaggio temporaneo dei sedimenti rimossi e per l’eventuale impianto di trattamento.

Nella selezione delle differenti ipotesi d’intervento si dovrà porre attenzione sugli impatti ambientali generati dell’intervento stesso, sia nelle fasi di realizzazione che al termine dello stesso (impatto su: regime idrodinamico, attività portuale, traffico marittimo e stradale, etc.), prevedendo le necessarie misure di mitigazione. Ad ogni modo, per tutte le fasi previste dai singoli interventi di bonifica dovrà essere previsto ed attuato un piano di monitoraggio estensivo per il controllo dell’assenza di effetti nocivi sull’ambiente circostante.

La rimozione dei sedimenti contaminati dovrà essere effettuata con tecniche di dragaggio ambientale, volte alla minimizzazione della risospensione dei sedimenti e della produzione di

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	184 di 190

torbidità. Dovranno inoltre essere valutate le diverse tecnologie di trattamento dei sedimenti contaminati, ai fini dell'individuazione delle soluzioni tecniche più idonee per le diverse tipologie di sedimento contaminato, privilegiando le opzioni di riutilizzo benefico del materiale dragato.

12.2.10. Bonifica fondale da ordigni bellici

In considerazione degli eventi che hanno interessato il golfo di La Spezia durante l'ultimo conflitto, riteniamo che si debba prevedere l'opportunità di bonificare da eventuali ordigni bellici i fondali che saranno soggetti ad essere dragati.

Così come previsto dal piano di caratterizzazione ICRAM, i rilievi per la ricerca e la localizzazione di eventuali residui bellici, nell'area marina interessata, verranno effettuati mediante sistemi magnetometrici, manovrati da idonea imbarcazione, integrando eventualmente le indagini con rilievi a mezzo di Side Scan Sonar. Le indagini magnetometriche sono in grado di rilevare la presenza di masse ferromagnetiche in uno strato di fondale di altezza indicativamente pari a 2 metri.

La dove le attività di dragaggio previste interessino uno strato di fondale superiore ai 2 metri, l'approfondimento dell'indagine ai sedimenti ubicati a profondità maggiori potrà avvenire una volta rimossi i primi 2 metri di fondale, procedendo così per strati. terminate le operazioni di ricerca e localizzazione, sarà quindi possibile passare alla fase di rimozione, mediante scavi subacquei effettuati nei punti individuati in precedenza.

In termini di costi, la fase più onerosa della bonifica di ordigni bellici è quella di ricerca e localizzazione, per la quale è necessario il noleggio di un'imbarcazione idonea ai rilievi, dotata della strumentazione per il posizionamento e per le indagini, con presenza a bordo di tecnici specializzati.

Il costo può variare tra i 30 €/ha e i 400 €/ha, a seconda dell'estensione della superficie totale da indagare (più grande è l'area, più vengono ammortizzati i costi fissi) e delle modalità di indagine.

A titolo indicativo, si riporta nella tabella che segue uno schema indicativo dei costi per l'esecuzione delle attività di ricerca e localizzazione degli ordigni in aree di grande estensione, mediante utilizzo i Magnetometro, Side Scan Sonar e Sub Bottom Profiler:

Costo complessivo per un'area di 100 ha	:	17.000,00 €
Costo complessivo per un'area di 800 ha	:	22.000,00 €

Tabella 12-2-3- Costi indicativi (iva esclusa) per la ricerca e localizzazione di ordigni bellici per singolo strato di 2 m (*Rapporto ICRAM Marzo 2005 BoI-Pr-LI-P-02.15*).

In merito alle attività di bonifica vera e propria, si deve precisare che il costo della rimozione del singolo ordigno è estremamente variabile in funzione della batimetria nel punto, nonché del volume di scavo subacqueo necessario.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 185 di 190

12.2.11. Sistemi di dragaggio ambientale

L'attività di dragaggio e rimozione dei sedimenti contaminati, richiede un approccio particolare, volto alla minimizzazione degli impatti sull'ambiente. Tale dragaggio viene definito di tipo "ambientale".

Per dare una risposta alle nuove esigenze in termini di rimozione di sedimenti altamente contaminati, numerose compagnie di dragaggio hanno sviluppato negli anni sistemi di rimozione che consentono un dragaggio selettivo, preciso, ambientalmente corretto e sicuro, sia adattando o migliorando con accorgimenti tecnici di semplice realizzazione alcune tipologie di draghe già esistenti che disegnando vere e proprie "draghe di tipo ambientale".

I miglioramenti più evidenti sono stati ottenuti in relazione alle attività di monitoraggio del processo di dragaggio. Le draghe ambientali più moderne possono infatti contare, in maniera più o meno completa, su una elevata accuratezza del sistema di posizionamento e su processi automatizzati che consentono la visualizzazione in tempo reale, su un accurato modello del fondale (Digital Terrain Model), di: profondità di dragaggio, posizione della testa dragante, volume dragato, portata di aspirazione, densità del fango di dragaggio, velocità di avanzamento o rotazione, etc. La conoscenza e la visualizzazione di tali dati consente di regolare immediatamente le modalità operative del sistema dragante in funzione degli obiettivi stabiliti.

Si possono avere due tipi di dragaggio ambientale:

1. Dragaggio ambientale di tipo meccanico

- Le draghe di tipo meccanico utilizzano forze meccaniche per disgregare, scavare e sollevare i sedimenti, minimizzando la quantità d'acqua rimossa insieme al sedimento. Esse sono solitamente utilizzate in accoppiamento con bette di appoggio per la raccolta ed il trasporto del materiale.

Tipologia di draga idraulica	Tasso di produzione
Draga a secchie tradizionale	50÷1500 m ³ /h
Draga a secchie modificata	Ridotto rispetto alla comune draga a secchie
Benna manovrata da pontone (Backhoe dredger)	Limitato: comunemente 500÷700 m ³ /d - fino a 500 m ³ /h con la benna di dimensioni maggiori
Benna a grappo	Limitato: comunemente 500÷700 m ³ /d - ne esistono di dimensioni ragguardevoli con tassi di 1000÷2000
Benna a grappo a chiusura	Limitato -300 m ³ /h con quella di dimensioni

Tabella 12-2-4 Tassi di produzione indicativi delle draghe di tipo meccanico

2. Dragaggio ambientale di tipo idraulico

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	186 di 190

- Le draghe di tipo idraulico sollevano ed allontanano idraulicamente, mediante pompaggio, il materiale rimosso, costituito da fango (miscela di sedimento ed acqua). Il trasporto al sito di scarico avviene mediante tubazioni o per trasporto diretto ad opera di draghe dotate di pozzo di carico o tramite bette di appoggio. Il materiale dragato, che ha perso l'originaria densità in situ, viene così sversato nel sito di scarico unitamente ad una grande quantità d'acqua.

Tipologia di draga idraulica	Tasso di produzione
Suction Dredger tradizionale	50÷5000 m ³ /h
Cutter Suction Dredger tradizionale	50÷5000 m ³ /h
Trailing Suction Hopper Dredger	200÷10000 m ³ /h
Environmental Disc Cutter	fino a 500 m ³ /h
Scoopdredger	usualmente 250÷400 – fino a 1000 m ³ /h
Sweepdredger	usualmente 250÷400 m ³ /h - fino a 1200
Auger dredger	fino a 500 m ³ /h
Pneuma system	40÷1800 m ³ /h

Tabella 12-2-5 Tassi di produzione indicativi delle draghe di tipo idraulico

12.2.12. Costi di dragaggio

I costi del dragaggio con:

- benna manovrata da pontone (Backhoe dredger) o con grab dredger
- Scoopdredger o Sweepdredger
- Pneuma system con refluento fino a 2 km

possono essere stimati singolarmente intorno ai 20÷25 €/m³. Va tuttavia sottolineato che i costi delle attività di dragaggio sono sensibilmente dipendenti dal volume di sedimento coinvolto, dalla tipologia di draga prescelta, dal tasso di produzione richiesto ed infine dal mercato coinvolto: quelli forniti rimangono pertanto puramente indicativi. In tal senso, si deve precisare che i prezzi riportati derivano da una breve indagine di mercato sul territorio nazionale e risultano senz'altro meno competitivi rispetto a quelli generalmente indicati nel panorama internazionale, ove solitamente:

- I costi di un dragaggio di manutenzione vengono indicati pari a 5 €/m³;
- I costi di un dragaggio di bonifica vengono indicati pari a 10 €/m³;
- I costi unitari al km per il trasporto del materiale dragato (esclusi carico e scarico) vengono indicati pari a 0,10÷0,15 €/t (per ogni km percorso con camion), 0,05÷0,12 €/t (per ogni km percorso via mare), 0,10÷0,15 €/t (per ogni km di tubazione).

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 187 di 190

In linea generale, i costi di un dragaggio di tipo ambientale incidono fino al 150% in più rispetto ai costi di un dragaggio di tipo tradizionale. A solo titolo di esempio, si ricorda che alcuni progetti di bonifica realizzati negli USA hanno comportato un costo unitario pari a 300 US\$/m³.

Per la stima preliminare dei costi di dragaggio si è in definitiva considerato un prezzo unitario di 10 €/m³ per il dragaggio semplice, e 25 €/m³ per il dragaggio di bonifica.

Tipo di Dragaggio	<i>Quantità</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Costo complessivo</i>
	(m ³)	(€/m ³)	(€)
Dragaggio semplice	1.500.00	10	15.000.000
Dragaggio di bonifica	500.000	25	12.500.000
TOTALE			27.500.00

Saipem Energy International al	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	188 di 190

13. PROGRAMMA DI REALIZZAZIONE

Il programma di realizzazione è stato sviluppato a livello di barchart e riporta le varie attività previste con un riepilogo delle attività principali per individuarne prontamente la durata.

Il programma si basa sull'analisi di interfaccia tra le diverse discipline e delle sequenze operative delle loro attività. Particolare attenzione è stata posta agli aspetti legati alle demolizioni e smantellamenti iniziali senza dei quali non si poteva procedere nelle costruzioni in particolare di quella dei serbatoi.

La metodologia di lavoro ed il programma di realizzazione, richiederanno la mobilitazione di più ditte qualificate che opereranno nello stesso tempo. Con una metodica e attenta supervisione si assicurerà il rispetto della tempistica, della sicurezza e degli interfacciamenti dei lavori, attraverso apposite procedure di controllo.

Nell'Allegato 13 è inclusi il programma di realizzazione (attività di cantiere).

Le attività di cantiere avranno una durata di circa 36 mesi, e in questo periodo l'impianto dovrà essere fermo. In questo programma sono state individuate tre macro attività che costituiscono il percorso critico del programma di realizzazione:

1. Demolizione dei serbatoi GNL esistenti
2. Scavo per interrimento dei nuovi serbatoi GNL
3. Costruzione dei nuovi serbatoi.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev. 4	Pag. 189 di 190

14. STIMA DEI COSTI

Nella tabella seguente è riportata la stima del costo di realizzazione.

Saipem Energy International	CLIENTE:	GNL Italia S.p.A.	Documento n.:	
	LOCALITÀ:	Italia	539178-A-000-ZR-0001	
	PROGETTO:	Ammodernamento e Adeguamento Impianto GNL di Panigaglia	Rev.	Pag.
			4	190 di 190

Stima costi