

Proponente



IONIO FUEL S.r.l.  
Riviera di Chiaia, 276 - 80121 NAPOLI

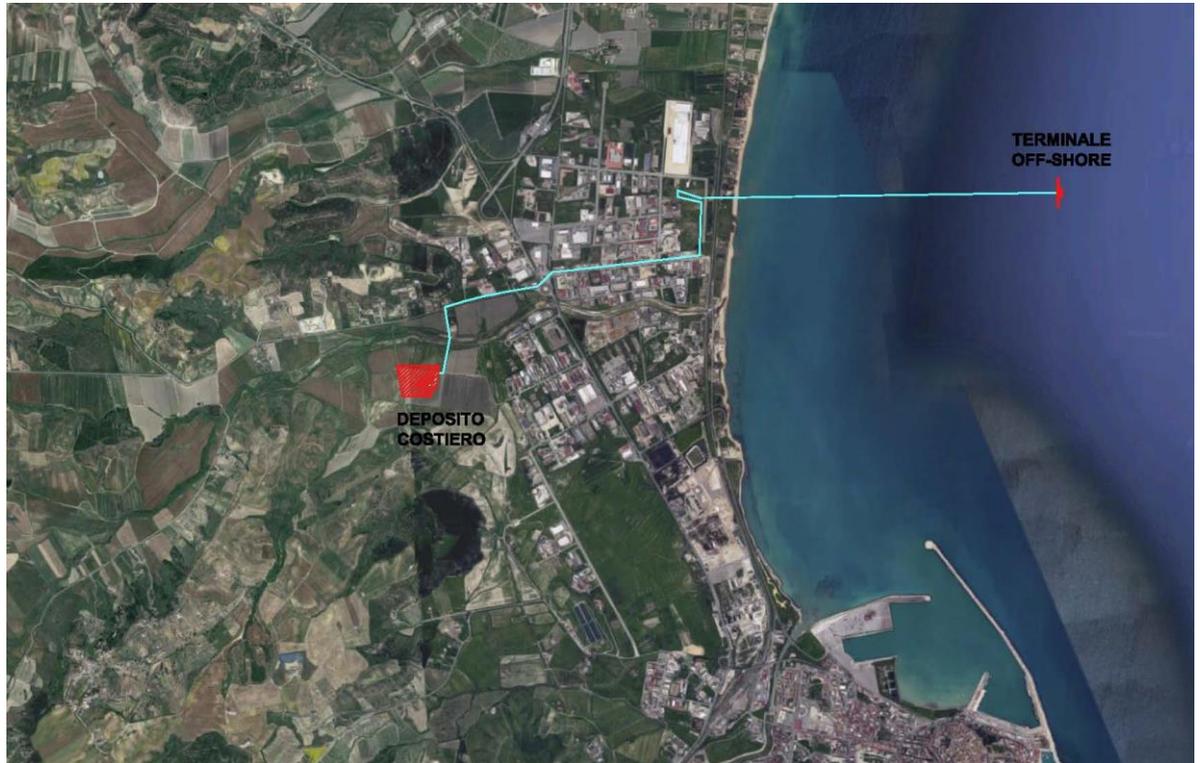
**DEPOSITO COSTIERO DI RIGASSIFICAZIONE PER IL GNL (Gas Naturale Liquefatto) nel Comune di Crotona area industriale CO.R.A.P. "Ionio Fuel - Crotona LNG"**

Società di Ingegneria incaricata per la progettazione



PROTO POWER S.R.L.  
Sede legale ed uffici:  
80121 Napoli (NA) – Riviera di Chiaia n.°276  
P.IVA: 05805521217

DEPOSITO COSTIERO DI RIGASSIFICAZIONE DI GNL DA 20.000 MC NEL COMUNE DI CROTONE IN ZONA INDUSTRIALE CO.R.A.P. PROVINCIA DI CROTONE



Gruppo di lavoro	Consulenze specialistiche
<b>Studio di Impatto Ambientale</b> Arch. Maddalena Proto <b>Opere Antincendio</b> Arch. Luigi Vartuli <b>Opere Strutturali</b> Ing. Alfredo Stompanato <b>Sicurezza Cantieri</b> Arch. Rosa Vartuli <b>Opere Civili</b> Arch. Maddalena Proto Arch. Luigi Vartuli <b>Ingegneria Gestionale</b> Dott. Ing. Valentina Vartuli	<b>Studio di fattibilità</b> Dott. Luca Lamagna <b>Geologia e Geotecnica</b> Geol. Alessandro Amato <b>Opere Idrauliche</b> Ing. Giovanni Bruno <b>Opere marittime</b> Ing. Roberto De Rosa <b>Studio di Impatto acustico ed elettromagnetico</b> Ing. Carmine Iandolo <b>Rapporto preliminare di sicurezza</b> ICARO S.r.l.

**RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA**  
01- ELABORATI TECNICI E SPECIALISTICI

NOME FILE P.01_ES_02_RTI_R02		Progetto Definitivo	FORMATO
CODICE ELAB P 01 ES 02 RTI R02			A4
REV.	DESCRIZIONE	REDATT	VERIFICATO
C		VALENTINA VARTULI	MADDALENA PROTO



## INDICE

<b>Proponente .....</b>	<b>1</b>
<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
1.1. INTRODUZIONE .....	5
1.2. PRINCIPALI ACRONIMI ED ABBREVIAZIONI .....	8
1.3. SCOPO DEL DOCUMENTO .....	10
1.4. CODICI E STANDARD .....	12
<b>2. CONTESTO TERRITORIALE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>14</b>
2.1. CONTESTO AMBIENTALE – CLIMATICO .....	14
2.2. DATI GEOLOGICI E GEOTECNICI .....	16
2.3. REGIME ONDOSO REGISTRATO DALLA BOA ACCELEROMETRICA RON DI CROTONE .....	26
<b>3. DESCRIZIONE GENERALE DELL’IMPIANTO .....</b>	<b>34</b>
3.1. INFORMAZIONI RELATIVE ALLE SOSTANZE UTILIZZATE .....	36
3.2. BRACCI DI CARICO GNL E BOG .....	37
3.3. LINEE DI TRASFERIMENTO DEL GNL .....	38
3.4. SERBATOI DI STOCCAGGIO GNL .....	38
3.4.1. APPROVVIGIONAMENTO DEI MATERIALI E FABBRICAZIONE .....	38
3.4.2. LOGISTICA E TRASPORTO DEI SERBATOI CRIOGENICI .....	39
3.5. VAPORIZZATORI PER LA RIGASSIFICAZIONE DEL GNL .....	40
3.6. BAIE DI CARICO AUTOCISTERNE .....	40
3.7. SISTEMI PER L’IMMISSIONE DEL GAS METANO NELLA RETE DI TRASPORTO .....	41
3.8. SISTEMA DI GESTIONE BOG .....	41
<b>4. DESCRIZIONE DEL FUNZIONAMENTO .....</b>	<b>41</b>
4.1. DATI TECNICI DI OPERATIVITÀ .....	42
<b>5. APPROVVIGIONAMENTO DEL GNL .....</b>	<b>45</b>
5.1. CARATTERISTICHE GNL .....	45
5.2. CARATTERISTICHE NAVI PER APPROVVIGIONAMENTO E DISTRIBUZIONE GNL .....	45
5.2.1. PRINCIPALI DATI OPERATIVI .....	49
5.2.2. PRINCIPALI MODALITÀ OPERATIVE .....	49
5.3. FORNITURA ELETTRICA .....	51
5.3.1. RETE DI DISTRIBUZIONE DEL TERMINALE OFF- SHORE DI RICEZIONE DEL GNL .....	51
<b>6. PRINCIPALI APPARECCHIATURE .....</b>	<b>53</b>
6.1. TERMINALE OFF-SHORE .....	53
6.1.1. TERMINALE OFF-SHORE – PIATTAFORMA OPERATIVA .....	53
6.1.2. TERMINALE OFF-SHORE - BRACCI DI CARICO .....	55
6.1.3. TERMINALE OFF-SHORE - SALA CONTROLLO .....	61
6.2. TRINCEA E TUBAZIONI CRIOGENICHE .....	65
6.3. SERBATOI DI STOCCAGGIO GNL .....	72
6.4. POMPE DI RILANCIO .....	75
6.5. VAPORIZZATORI AAV .....	78

DEPOSITO COSTIERO GNL NEL COMUNE DI CROTONE  
RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

6.6.	BAIE DI CARICO AUTOCISTERNE.....	79
6.7.	FILTRAZIONE GAS .....	85
6.8.	CABINA CROMATOGRAFI .....	87
6.9.	STAZIONE DI ODORIZZAZIONE .....	92
6.10.	STAZIONE DI MISURA FISCALE .....	94
6.11.	TORCIA .....	96
<b>7.</b>	<b>SISTEMI PRINCIPALI.....</b>	<b>97</b>
7.1.	SCARICO GNL DALLE METANIERE .....	97
7.2.	SERBATOI DI STOCCAGGIO – DIMENSIONAMENTO E REGOLAZIONE.....	100
7.3.	VAPORIZZAZIONE DEL GNL - DIMENSIONAMENTO E REGOLAZIONE .....	104
7.4.	BUNKERAGGIO NAVALE - DIMENSIONAMENTO E REGOLAZIONE .....	106
7.5.	CARICO GNL SU AUTOCISTERNE.....	107
7.6.	GESTIONE DEL BOG - DIMENSIONAMENTO E REGOLAZIONE .....	109
7.7.	TORCIA - DIMENSIONAMENTO E REGOLAZIONE.....	113
7.8.	SISTEMA DI CONTROLLO DISTRIBUITO (DCS).....	115
7.9.	SISTEMA ARIA COMPRESSA E AZOTO .....	115
<b>8.</b>	<b>SISTEMI DI SICUREZZA.....</b>	<b>116</b>
8.1.	SISTEMA DI ARRESTO DI EMERGENZA (ESD) E PSD .....	116
8.2.	DEPRESSURIZZAZIONE AUTOMATICA .....	118
8.3.	PROCEDURE SVUOTAMENTO SERBATOI.....	118
8.4.	CONTENIMENTO FUORIUSCITE GNL – VASCHE DI RECUPERO GNL .....	119
8.5.	SISTEMI ANTINCENDIO .....	120
8.6.	VERNICE INTUMESCENTE A PROTEZIONE DEI SERBATOI.....	124
<b>9.</b>	<b>OPERE CIVILI .....</b>	<b>124</b>
9.1.	TERMINALE OFF-SHORE E CONDOTTA MARINA.....	124
9.1.1.	Modalità di posa della condotta sottomarina.....	126
9.2.	OPERE GEOTECNICHE.....	140
9.3.	VIABILITÀ INTERNA – ACCESSI.....	141
9.4.	SEGNALETICA IMPIANTO .....	143
9.5.	ILLUMINAZIONE.....	143
9.6.	UFFICI E MAGAZZINI.....	145
9.7.	PENSILINA - BAIA DI CARICO AUTOCISTERNE.....	147
9.8.	SISTEMA DI RACCOLTA ACQUE PIOVANE.....	148
9.9.	RECINZIONE E CANCELLI .....	150
<b>10.</b>	<b>FASI DI COSTRUZIONE .....</b>	<b>150</b>
10.1.	FASE DI CANTIERE.....	150
10.1.1.	FASE DI CANTIERE DEPOSITO A TERRA .....	150
10.1.2.	FASE DI CANTIERE TERMINALE OFF-SHORE.....	152
<b>11.</b>	<b>GESTIONE DELLE MATERIE.....</b>	<b>153</b>
11.1.	SUDDIVISIONE DEI VOLUMI DI SCAVO .....	153
<b>12.</b>	<b>INTERAZIONI CON L’AMBIENTE .....</b>	<b>154</b>
12.1.	EMISSIONI IN ATMOSFERA .....	154

DEPOSITO COSTIERO GNL NEL COMUNE DI CROTONE  
RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

12.2. EMISSIONI SONORE .....	154
12.3. SINTESI DELLE ELABORAZIONI .....	155
12.4. INTERVENTI ATTI ALLA MITIGAZIONE DEL RUMORE .....	156
12.5. TRAFFICO MEZZI.....	157
<b>13. PERSONALE PER LA CONDUZIONE DELL'IMPIANTO.....</b>	<b>158</b>
<b>14. NORMATIVE E CODICI TECNICI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>158</b>

## 1. PREMESSA

### 1.1. INTRODUZIONE

Il mercato energetico globale sta attraversando una fase di profondi cambiamenti, dovuti in particolare all'aumento di attenzione da parte della comunità internazionale, nei confronti dell'efficienza energetica.

Tale tendenza traspare chiaramente da alcune scelte operate in tempi recenti dalle maggiori potenze industriali, quali il ridimensionamento dell'utilizzo dell'energia nucleare in Giappone ed il ripensamento della Cina in merito all'utilizzo del carbone come combustibile nella produzione di energia elettrica a causa dei seri problemi ecologici legati alle emissioni di CO<sub>2</sub>. Dall'inizio del XXI secolo il mondo dell'energia sta vivendo delle radicali trasformazioni che ne stanno alterando profondamente struttura e dinamiche: l'avvento delle fonti rinnovabili, il progressivo abbandono del carbone, il declino del petrolio o la crescita esponenziale del gas naturale sono solo alcuni dei fenomeni che stanno interessando il settore energy.

La mappa geopolitica dell'energia, infatti, sta mutando per effetto:

- del sostanziale incremento della produzione di petrolio e gas naturale in America settentrionale;
- del ripensamento circa il contributo della produzione di elettricità da fonte nucleare che, a seguito dell'incidente di Fukushima, interessa numerosi Paesi;
- dello sviluppo sempre più consistente delle fonti energetiche alternative e, in particolare, dell'eolico e del solare fotovoltaico;
- del contributo crescente del gas naturale come input energetico, anche per effetto delle scoperte di ingenti riserve non convenzionali (shale gas).

Questi fattori, unitamente alla sempre maggior attenzione della comunità internazionale ai temi dell'efficienza energetica, potrebbero realmente tradursi in un mutamento strutturale del sistema.

Il GNL sta diventando ormai un'alternativa sempre più diffusa ai carburanti tradizionali per le navi e anche per i mezzi stradali pesanti, una tendenza favorita dalle nuove norme della Convenzione Internazionale MARPOL (Annesso VI) dell'International Maritime Organization (IMO), che obbligano ad utilizzare a livello mondiale carburanti navali con un contenuto di zolfo inferiore allo 0,5 % m/m (massa per massa). Lo scopo è quello di migliorare la qualità dell'aria e diminuire drasticamente l'inquinamento ambientale prodotto dalle navi commerciali che oggi utilizzano combustibile con tenore di zolfo al 3,5%.

Premesso che, all'attuale stato dell'arte mondiale, la domanda e il consumo di LNG è in crescita, è opportuno quindi che il mercato italiano del LNG spinga in modo deciso nella direzione di incrementare la disponibilità di LNG sul territorio nazionale anche come soluzione per migliorare l'impatto ambientale dei mezzi pesanti su gomma e via mare. È conveniente ricordare che a partire dal 1° gennaio 2020 il settore dello shipping è stato obbligato ad affrontare l'introduzione di una ancor più severa limitazione del tenore di zolfo nei combustibili navali il cui limite è stato ridotto su scala mondiale a non più dello 0,5%. A tal proposito, gli armatori sono stati portati dalla normativa ad assumere decisioni importanti in termini di investimenti nel nuovo naviglio e nelle tecnologie a servizio della propulsione. Alla luce di queste trasformazioni, nell'arco dei prossimi anni, nei porti italiani crescerà la richiesta di approvvigionamento di navi, di dimensioni sempre maggiori, alimentate a LNG: una sfida che viene proposta al nostro sistema portuale e logistico. Attualmente,

per assenza di punti di approvvigionamento di LNG nei nostri porti, il nostro Paese è decisamente rimasto indietro rispetto al Nord Europa nell'offerta infrastrutturale dei depositi per lo stoccaggio e rifornimento di LNG. In tale ottica gli investimenti sulle infrastrutture dovranno essere strategici e mirati su infrastrutture necessarie per il fabbisogno nazionale, con un piano che tenga in considerazione il ciclo di vita della flotta armatoriale attualmente in esercizio nonché l'evoluzione del sistema navale e logistico integrato, ferrovia e gomma. Proprio il trasporto merci su gomma e quindi il mondo dell'autotrasporto si inseriscono a pieno titolo nella filiera potenzialmente interessata dal LNG.

La società IONIO FUEL S.r.l. intende realizzare all'interno dell'area industriale di Crotona, un Deposito costiero LNG (Liquefied Natural Gas) da 20.000 mc. Il progetto prevederà l'implementazione di una filiera per il trasporto del gas naturale liquido (GNL) a mezzo di navi metaniere sino al Deposito di ricezione per lo stoccaggio, e la successiva distribuzione mediante l'utilizzo di autocisterne e di imbarcazioni (LNG tankers). Il Deposito costiero di IONIO FUEL sarà caratterizzato da un Terminale di ricezione GNL Off- Shore per la connessione e lo scarico del GNL dalle navi metaniere, un complesso di tubazioni criogeniche per il trasporto del fluido sia nella zona d'impianto (area industriale C.O.R.A.P. della Provincia di Crotona) sia in quella Off-Shore (localizzata a circa 2,4 Km dalla costa) e un sistema di stoccaggio (18 serbatoi criogenici da 1.226 mc), pompaggio (9 gruppi di pompaggio) e rigassificazione (40 vaporizzatori ad aria ambiente (AAV) con capacità pari a 5.000 mc/h) di una parte del GNL stoccato, più una stazione per il filtraggio, la misura e l'odorizzazione del gas naturale per l'immissione nelle reti di trasporto.

Attraverso le baie di carico per le autocisterne si potrà trasportare il GNL su gomma sul territorio o rifornire le navi, attuando così le direttive europee sull'utilizzo del GNL come combustibile per le imbarcazioni.

L'impianto nasce con l'obiettivo di fornire un carburante a basso impatto ambientale quale metano inteso come carburante per il trasporto navale e commerciale.

L'opera prevede la realizzazione degli interventi infrastrutturali e impiantistici necessari a: consentire l'attracco delle navi metaniere e il trasferimento del prodotto liquido (LNG) dalle stesse ai serbatoi di stoccaggio attraverso tubazioni criogeniche; permettere la misura del LNG e consentirne la distribuzione attraverso operazioni di bunkering su imbarcazione ("terminal to ship") e autocisterne ("terminal to truck"). L'intervento nel suo complesso va interpretato non solo come occasione per dotare l'area industriale di Crotona e la sua Provincia di un *Deposito costiero LNG da 20.000 mc*, ma tale progetto farà parte di un più vasto intervento che in collaborazione con l'Istituto di Scienze e Tecnologie per l'Energia e la Mobilità Sostenibili (STEMS – CNR di Napoli) ed il Dipartimento di Scienze e Tecnologie dell'Università Parthenope di Napoli, vedrà la realizzazione attraverso una start up innovativa del Gruppo la società LNGI S.r.l. di un impianto pilota "power to gas" in grado di produrre il metano biologico attraverso un processo di metanazione. Tale processo attraverso l'anidride carbonica + 4 atomi di idrogeno darà luogo alla produzione di metano CH<sub>4</sub> che attraverso la liquefazione con l'azoto darà spazio al LNG biologico. L'iniziativa precede lo stoccaggio del suddetto LNG biologico nel Deposito di Crotona al fine di rifornire le navi metaniere fornendo loro un metano green a emissioni zero.

Entrambi gli interventi si inseriscono nel quadro più ampio della **riduzione delle emissioni di anidride carbonica** con un approccio trasversale conciliando l'esigenza di individuare nuove e più efficienti forme di conservazione dell'energia con la possibilità di produrre gas rinnovabili come idrogeno e metano biologico **al fine di generare LNG biologico** e si completeranno con un sistema di azioni e procedure mirate alla sensibilizzazione e l'informazione nel territorio di Crotona e Provincia.

Al fine di dare attuazione alla realizzazione del Deposito costiero, la società proponente nel presente Studio svilupperà **soltanto il Deposito costiero LNG**, rinviando ad uno studio successivo la trattazione dell'impianto power to gas. Attraverso la strategia "20-20-20" prevista dal Protocollo di Kyoto tutti gli stati europei sono chiamati all'applicazione di misure per incentivare la produzione di energia da fonti rinnovabili, ridurre le emissioni di anidride carbonica e attivare politiche volte all'efficientamento e al risparmio energetico, perseguendo gli obiettivi di sostenibilità, competitività e sicurezza dell'approvvigionamento. Tale decisione è stata confermata nella XXI Conferenza delle Parti, svoltasi a Parigi nel 2015, che con decisione 1/CP21, ha adottato l'Accordo di Parigi che implementa il protocollo di Kyoto e fissa obiettivi più ambiziosi per gli stati dell'Unione Europea. In tale ottica, la Calabria si trova impegnata nel raggiungimento di obiettivi quali la continuità e la sicurezza della fornitura energetica con opportuni strumenti di pianificazione. A tale scopo la Giunta Regionale considera l'approvvigionamento di metano una fase strategica volta a sostenere la transizione energetica e al raggiungimento del phase-out del carbone entro il 2030. Pertanto, indica come una delle azioni prioritarie del PEARS quella di mettere in atto le condizioni idonee allo sviluppo di un sistema energetico che dia priorità alle fonti rinnovabili ed al risparmio energetico come mezzi per una maggior tutela ambientale, al fine di ridurre le emissioni inquinanti in atmosfera senza alterare significativamente il patrimonio naturale della Regione. L'importanza del Piano Energetico Ambientale Regionale, come strumento irrinunciabile per l'integrazione del fattore "energia" nella pianificazione del territorio, è inconfutabile in ordine al raggiungimento di tre obiettivi fondamentali: il risparmio energetico, l'impiego delle energie rinnovabili, l'eco-efficienza energetica.

In questo quadro, la realizzazione del Deposito costiero a Crotona risulta del tutto congruente con il perseguimento delle finalità di stimolo per l'imprenditorialità, di potenziamento dei sistemi produttivi locali e di impiego delle energie rinnovabili fatte proprie dal PEARS.

Il ruolo del GNL riveste notevole importanza anche rispetto al tema della riduzione delle emissioni delle navi, come espresso dal D.lgs. 257/2016 (Disciplina di attuazione della direttiva 2014/94/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 22 ottobre 2014, sulla realizzazione di una infrastruttura per i combustibili alternativi. (17G00005). L'art.6 comma 1 indica che entro il 31 dicembre 2025, nei porti marittimi dovrà essere realizzato un numero adeguato di punti di rifornimento per il GNL per consentire la navigazione di navi adibite alla navigazione interna o navi adibite alla navigazione marittima alimentate a GNL nella rete centrale della TEN-T. Inoltre, si prevedono forme di cooperazione con gli Stati membri confinanti per assicurare l'adeguata copertura della rete centrale della TEN-T.

In fine il surriscaldamento globale, attribuito dalla comunità scientifica alle emissioni antropiche di gas

nell'atmosfera, ha innescato fenomeni che sono destinati a generare danni irreversibili per il Pianeta. Nel rapporto 2021 dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) si rilevano, infatti, cambiamenti nel clima della Terra con gravi impatti su ambiente e biodiversità; sono descritti, però, anche scenari in cui se l'umanità riuscirà a ridurre le emissioni di gas climalteranti nei tempi previsti dagli Accordi di Parigi potrà tenere sotto controllo l'incremento di temperatura. I due recenti consessi internazionali del G20 di Roma e della COP26 di Glasgow testimoniano la ferma volontà dei Governi di proseguire il confronto sul cambiamento climatico, sull'assunzione di impegni e sull'individuazione, nel breve termine, di misure per un'efficace transizione ecologica. Impegni corroborati, oggi più di ieri, da consapevoli e incisive istanze dell'opinione pubblica. Tra i principali attori chiamati ad agire vi sono le imprese, i progettisti, cui è richiesto un riposizionamento, nel breve-medio termine, verso minori emissioni e investimenti in nuove infrastrutture e tecnologie per supportare la transizione energetica.

È in questa dinamica con l'adozione di nuove tecnologie e nuovi modelli che si renderà possibile una transizione capace di coniugare crescita, benessere economico, inclusione e sostenibilità ambientale.

Nel settembre 2019 la Società proponente Ionio Fuel S.r.l. ha presentato il progetto al Comitato Tecnico Regionale (C.T.R.) della Regione Calabria per richiedere il Nulla Osta di Fattibilità (NOF). In data 28/07/2020 la Società ha ottenuto il NOF favorevole di cui al D.lgs. 105/2015

Sulla base delle osservazioni emerse durante le Conferenze con il C.T.R., ricevute tra l'altro formalmente nelle varie richieste di integrazioni, il progetto è stato aggiornato apportando una modifica sulla linea criogenica dell'impianto e sullo spostamento del Terminale Off-Shore con l'allontanamento dello stesso di ulteriori 300 m dalla costa ionica.

## **1.2. PRINCIPALI ACRONIMI ED ABBREVIAZIONI**

BOG	Boil Off Gas
DN	Diametro Nominale
AAV	Ambient Air Vaporizer
ESD	Emergency Shut Down
GN	Gas Naturale
GNL	Gas Naturale Liquefatto
LNG	Liquefied Natural Gas
GPL	Gas Petrolio Liquefatto
MCI	Motore Combustione Interna
EDG	Generatore diesel di emergenza
MT	Media tensione
PUC	Piano Urbanistico Comunale
s.l.m.	Sul livello medio mare
SSLNG	Small Scale LNG
UNI	Ente Nazionale Italiano di Unificazione
DCS	Distributed control system

DEPOSITO COSTIERO GNL NEL COMUNE DI CROTONE  
RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

PLC	Programmable logic controller
VIP	Vacuum insulated pipe
AP	Alta Pressione
BP	Bassa
SDV	Shut Down Valve
PCV	Pressure Control Valve
PSV	Pressure Safety Valve
FCV	Flow Control Valve
TCV	Temperature Control Valve
DBV	Double Ball Valve
ERC	Emergency Release Coupler
QC/DC	Quick Connect / Disconnect Coupler

### 1.3. SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente documento si propone di illustrare le caratteristiche tecniche e di dettaglio, le assunzioni progettuali, le caratteristiche componenti, dati di progetto di apparecchiature, linee, i sistemi di controllo, sistemi di sicurezza etc del Deposito costiero di rigassificazione del GNL da 20.000 mc da realizzarsi a Crotona, in una zona definita dal Piano Regolatore Industriale vigente a destinazione industriale allibrata al NCT Foglio n°25 P.IIa n.1015 (parte) a circa 4,5 Km da Crotona.

L'impianto sia nella parte del Deposito a terra sia in quella Off-Shore del Terminale di ricezione sarà suddiviso in aree funzionali:

- area di attracco navi metaniere e trasferimento del GNL: comprenderà le infrastrutture e i dispositivi per l'ormeggio delle metaniere e tutti i dispositivi e le apparecchiature necessarie per il corretto trasferimento e la misurazione del GNL e del BOG (boil off gas) durante lo scarico delle stesse, compresa la stazione di controllo;
- area serbatoi di stoccaggio del GNL: comprenderà i serbatoi e tutti i dispositivi accessori ed ausiliari necessari alla loro corretta gestione; comprenderà inoltre la sala controllo per la supervisione e la gestione del Terminale;
- area di carico autocisterne: comprenderà le baie di carico/raffreddamento per le autocisterne, le pompe, i sistemi di misurazione del carico e tutti i sistemi ausiliari per il corretto funzionamento e gestione;
- area di vaporizzazione comprenderà il vaporizzatore ad aria e le relative apparecchiature;
- area gestione del BOG: comprenderà i compressori BOG, i motori a combustione interna nonché la torcia di emergenza;
- area sistemi di gestione emergenza: comprenderà i sistemi antincendio con riserva idrica d'acqua antincendio, il gruppo elettrogeno;
- area servizi: comprenderà i servizi tecnologici (motori alimentati a Bog, cabina elettrica, generatore di emergenza) e gli edifici di servizio (magazzino, officina, uffici etc.).

Il progetto prevede la realizzazione degli interventi infrastrutturali e impiantistici necessari a consentire:

- l'attracco di navi metaniere aventi capacità massima di 20.000 m<sup>3</sup> ed il relativo scarico attraverso bracci di carico posizionati lungo il Terminale Off-Shore di accosto navi;
- il trasferimento del GNL dalle navi metaniere ai serbatoi di stoccaggio;
- lo stoccaggio del GNL in serbatoi orizzontali ciascuno della capacità geometrica di 1.226 m<sup>3</sup>;
- la vaporizzazione del GNL ed il suo invio in fase gas (GN) alla rete di distribuzione;
- Il carico di GNL in autocisterna per la relativa distribuzione.
- Il carico di GNL in Bettoline presso il Terminale.

Il Deposito nel suo complesso avrà una capacità complessiva geometrica di 22.068 m<sup>3</sup> complessivi di GNL, ottenuta mediante una soluzione modulare costituita da n. 18 serbatoi del tipo "Full Containment".

I serbatoi avranno una capacità nominale di stoccaggio di 22.068 m<sup>3</sup> di GNL (1.226 m<sup>3</sup> per serbatoio) la capacità effettiva sarà invece inferiore 19.872 m<sup>3</sup> (90% di riempimento totale).

Il terminale potrà rigassificare 832 milioni di metri cubi di gas naturale all'anno, che saranno immessi nella rete regionale.

Il progetto prevede la realizzazione degli interventi infrastrutturali e impiantistici necessari a consentire:

- l'attracco di navi metaniere aventi capacità massima di 20.000 m<sup>3</sup> ed il relativo scarico attraverso bracci di carico posizionati lungo il Terminale di ricezione;
- il trasferimento del GNL dalle navi metaniere ai serbatoi di stoccaggio;
- lo stoccaggio del GNL in serbatoi orizzontali ciascuno della capacità geometrica di 1.226 m<sup>3</sup>;
- la vaporizzazione del GNL ed il suo invio in fase gas (GN) alla rete di distribuzione;
- il carico di GNL in autocisterna per la relativa distribuzione;
- il carico di GNL in bettoline presso il Terminale.

Sul Terminale Off-Shore saranno presenti i bracci di carico snodati per effettuare le operazioni di carico e scarico del GNL da e verso navi. Dai bracci di carico in Terminale una tubazione criogenica trasporterà il GNL sino allo stoccaggio costituito da serbatoi di tipo "full containment". Dai serbatoi il GNL sarà inviato ai vaporizzatori in grado di rigassificare il GNL prima di introdurlo nella rete di distribuzione dell'area vasta di Crotone. Completano l'installazione quattro pensiline di carico ATC e installazioni di servizio (es. compressori, odorizzazione, misura fiscale etc.).

Nell'impianto saranno svolte le attività di ricezione, stoccaggio, vaporizzazione e distribuzione di gas naturale (sia allo stato liquido che allo stato gassoso).

Il GNL trasferito dal Terminale di attracco navi metaniere sarà stoccato all'interno di 18 serbatoi cilindrici orizzontali in pressione e successivamente inviato ai vaporizzatori (40 in totale) per essere immesso nelle reti del metano dopo odorizzazione e misura fiscale, alle baie di carico per il rifornimento delle autocisterne e al Terminale per il rifornimento delle navi (bunkeraggio).

## **1.4. CODICI E STANDARD**

### *1.4.1 Leggi e regolamenti*

#### 1.4.1.1 Norme generali sulla navigazione - Comunitarie

Risoluzione del Consiglio, dell'8 giugno 1993, per una politica comune della sicurezza dei mari G.U.C.E. C 271 del 07.10.1993, pag. 1;

Direttiva 93/75/CEE del Consiglio, del 13 settembre 1993, relativa alle condizioni minime necessarie per le navi dirette a porti marittimi della Comunità o che ne escono e che trasportano merci pericolose o inquinanti. G.U.C.E. L 247 del 05.10.1993, pag. 19;

Direttiva 95/21/CE del Consiglio, del 19 giugno 1995, relativa all'attuazione di norme internazionali per la sicurezza delle navi, la prevenzione dell'inquinamento e le condizioni di vita e di lavoro a bordo, per le navi che approdano nei porti comunitari e che navigano nelle acque sotto la giurisdizione degli Stati Membri (controllo dello Stato di approdo). G.U.C.E. L 157 del 07.07.1995, pag. 1;

Direttiva 96/39/CE della Commissione, del 19 giugno 1996, che modifica la direttiva 93/75/CEE del Consiglio relativa alle condizioni minime necessarie per le navi dirette ai porti marittimi della Comunità o che ne escono e che trasportano merci pericolose o inquinanti. G.U.C.E. L 196 del 07.08.1996, pag. 7;

Direttiva 97/34/CE della Commissione, del 6 giugno 1997, che modifica la direttiva 93/75/CEE del Consiglio relativa alle condizioni minime necessarie per le navi dirette ai porti marittimi della Comunità o che ne escono e che trasportano merci pericolose o inquinanti. G.U.C.E. L 158 del 17.06.1997, pag. 40;

Direttiva 98/25/CE del Consiglio, del 27 aprile 1998, che modifica la direttiva 95/21/CE, relativa all'attuazione di norme internazionali per la sicurezza delle navi, la prevenzione dell'inquinamento e le condizioni di vita e di lavoro a bordo, per le navi che approdano nei porti comunitari e che navigano nelle acque sotto la giurisdizione degli Stati membri (controllo dello Stato di approdo). G.U.C.E. L 133 del 07.05.1998, pag. 19;

Direttiva 98/42/CE della Commissione, del 19 giugno 1998, che modifica la direttiva 95/21/CE del Consiglio relativa all'attuazione di norme internazionali per la sicurezza delle navi, la prevenzione dell'inquinamento e le condizioni di vita e di lavoro a bordo per le navi che approdano nei porti comunitari e che navigano nelle acque sotto la giurisdizione degli Stati membri (controllo dello Stato di approdo). G.U.C.E. L 184 del 27.06.1998, pag. 40;

Direttiva 98/55/CE del Consiglio, del 17 luglio 1998, che modifica la direttiva 93/75/CEE relativa alle condizioni minime necessarie per le navi dirette a porti marittimi della Comunità o che ne escono e che trasportano merci pericolose o inquinanti. G.U.C.E. L 215 del 01.08.1998, pag. 65;

Direttiva 98/74/CE della Commissione, del 1° ottobre 1998 che modifica la direttiva 93/75/CEE del Consiglio relativa alle condizioni minime necessarie per le navi dirette ai porti marittimi della Comunità o che ne escono e che trasportano merci pericolose o inquinanti. G.U.C.E. L 276 del 13.10.1998, pag. 7;

Direttiva 1999/97/CE della Commissione, del 13 dicembre 1999, che modifica la direttiva 95/21/CE del Consiglio relativa all'attuazione di norme internazionali per la sicurezza delle navi, la prevenzione dell'inquinamento e le condizioni di vita e di lavoro a bordo per le navi che approdano nei porti comunitari e che navigano nelle acque sotto la giurisdizione degli Stati membri (controllo dello Stato di approdo). G.U.C.E. L 331 del 23.12.1999, pag. 67.

#### 1.4.1.2 Norme generali sulla navigazione - Nazionali

D.P.R. 19 maggio 1997, n. 268 "Regolamento di attuazione della direttiva 93/75/CEE concernente le condizioni minime necessarie per le navi dirette a porti marittimi della Comunità o che ne escono e che

trasportano merci pericolose o inquinanti, nonché della direttiva 96/39/CE che modifica la predetta direttiva” G.U. n. 186 dell’11 agosto 1997;

D.M. (Trasporti) 21 aprile 1999 “Attuazione delle direttive 98/55/CE e 98/74/CE della Commissione rispettivamente in data 17 luglio 1998 e 1° ottobre 1998 che modificano la direttiva 93/75/CEE, concernente le condizioni minime necessarie per le navi dirette a porti marittimi della Comunità o che ne escono e che trasportano merci pericolose o inquinanti, attuata con D.P.R. 19 maggio 1997, n. 268” G.U. n. 128 del 3 giugno 1999;

D.M. (Trasporti) 19 aprile 2000, n. 432 “Regolamento di recepimento della direttiva 95/21/CE relativa all’attuazione di norme internazionali per la sicurezza delle navi, la prevenzione dell’inquinamento e le condizioni di vita e di lavoro a bordo, come modificata dalle direttive 98/25/CE, 98/42/CE e 99/97/CE” G.U. n. 20 del 25 gennaio 2001.

#### 1.4.1.3 Norme generali sulla sicurezza industriale – Comunitarie

Direttiva 96/82/CE del Consiglio del 9 dicembre 1996 sul controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose. G.U.C.E. L 10 del 14.01.1997, pag. 13;

98/433/CE: Decisione della Commissione del 26 giugno 1998 che stabilisce criteri armonizzati relativi alla limitazione delle informazioni richieste di cui all’articolo 9 della direttiva 96/82/CE del Consiglio, del 9 dicembre 1996, sul controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose. G.U.C.E. L 192 del 08.07.1998, pag. 19;

1999/314/CE: Decisione della Commissione, del 9 aprile 1999, concernente il questionario relativo alla direttiva 96/82/CE del Consiglio sul controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose. G.U.C.E. L 120 del 08.05.1999, pag. 43.

#### 1.4.1.4 Norme generali sulla sicurezza industriale – Nazionali

D.Lgs. 17 agosto 1999, n. 334 “Attuazione della direttiva 98/62/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose”. G.U. n. 228 del 28 settembre 1999, s.o. n. 177;

D.M. (Ambiente) 9 agosto 2000 “Linee guida per l’attuazione del sistema di gestione della sicurezza”. G.U. n. 195 del 22 agosto 2001;

D.M. (Interno) 19 marzo 2001 “Procedure di prevenzione incendi relative ad attività a rischio di incidente rilevante”. G.U. n. 80 del 5 aprile 2001;

D.Lgs 105 del 26 giugno 2015 “Attuazione della direttiva 2012/18/UE relativa al controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose”;

Circolare VV.F. n° 5870 del 18/05/2015 recante la “Guida Tecnica e atti d’indirizzo per la redazione dei progetti di prevenzione incendi relativi ad impianti di alimentazione di gas naturale liquefatto (GNL) con serbatoio criogenico fisso a servizio di impianti di utilizzazione diversi dall’autotrazione”.

#### 1.4.2 Norme tecniche di riferimento

Per la progettazione e l’esecuzione degli impianti è stato fatto riferimento alle normative in vigore in Italia. Nel caso di mancanza di normativa italiana si è fatto riferimento alla normativa o agli standard internazionali. Nel seguito si elencano le norme e gli standard considerati.

##### 1.4.2.1 Norme tecniche specifiche per il GNL

UNI EN 13458-2:2004 “Recipienti criogenici – recipienti fissi isolati sottovuoto – Parte 2: Progettazione, fabbricazione, controlli e prove”;

UNI EN 1473 (2000) “Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto (GNL) - Progettazione delle installazioni di terra”;

UNI EN 1474 (1999) “Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto (GNL) - Progettazione e prove dei bracci di carico/scarico”;

UNI EN 1532 (1999) “Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto - Interfaccia terra-nave”;

UNI EN 1160 (1998) “Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto - Caratteristiche generali del gas naturale liquefatto”;

UNI EN 12065 (1999) “Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto (GNL) - Prove degli emulsionanti per la produzione di schiuma a media ed alta espansione e di polveri per l'estinzione di incendi di gas naturale liquefatto”;

UNI EN 12066 (1999) “Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto (GNL) - Prove sui rivestimenti isolanti dei bacini di contenimento di gas naturale liquefatto”;

ISO 8943 (1991) “*Refrigerated light hydrocarbon fluids - Sampling of liquefied natural gas - Continuous method*”;

ISO 13398 (1997) “*Refrigerated light hydrocarbon fluids - Liquefied natural gas - Procedure for custody transfer on board ship*”.

## **2. CONTESTO TERRITORIALE DI RIFERIMENTO**

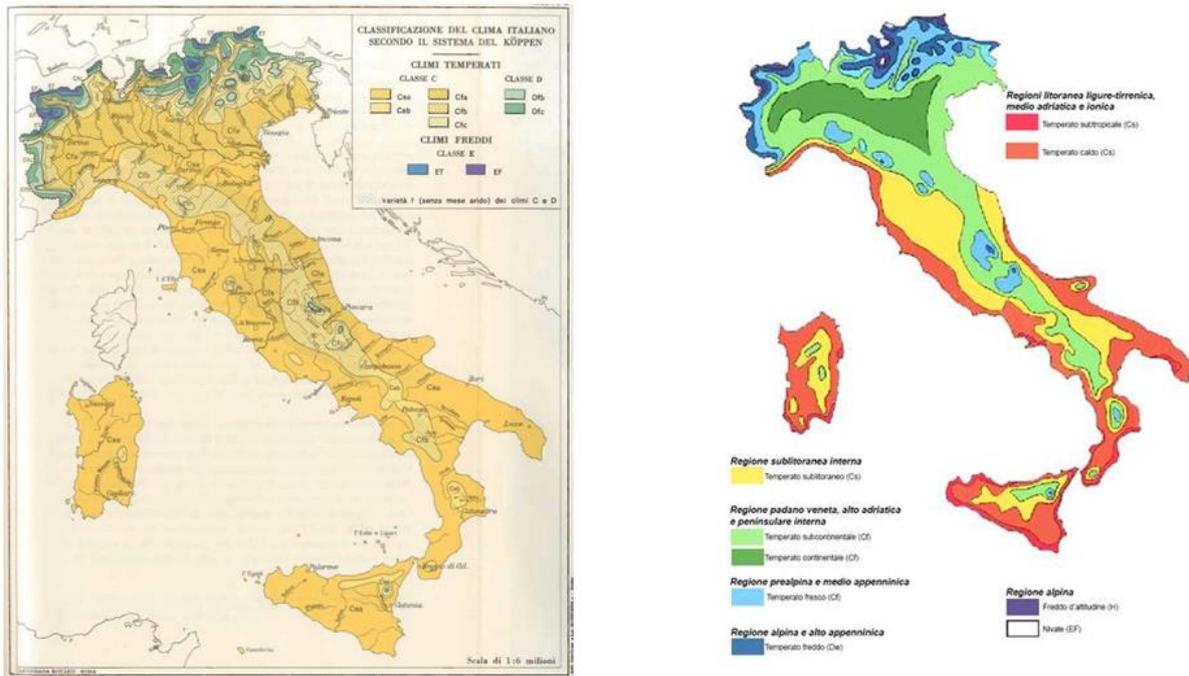
### **2.1. CONTESTO AMBIENTALE – CLIMATICO**

L'area in esame ricade in Calabria a Crotone sulla costa ionica e mostra caratteristiche topografiche e climatologiche riferibili alle aree costiere del Mediterraneo.

La fascia costiera ionica della Calabria è caratterizzata, secondo la classificazione del clima italiano proposta da Pinna (1970), da un clima di tipo temperato caldo, trattasi di un clima mediterraneo che fa riferimento al sottotipo *Csa* con estate calda, nel quale la temperatura del mese più caldo è superiore a 22 °C.

Si riporta di seguito la Carta del clima d'Italia di Pinna secondo il sistema di Köppen.

DEPOSITO COSTIERO GNL NEL COMUNE DI CROTONE  
RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA



Dai dati della stazione meteorologica di Crotone-Isola di Capo Rizzuto gestita dall'Enav è stato possibile analizzare le medie delle Temperature massime e minime nella stazione meteorologica che si trova in Calabria in provincia di Crotone nel comune di Isola di Capo Rizzuto più prossima al sito d'impianto.

In base alle medie climatiche del trentennio 1971-2000, la temperatura media dei mesi più freddi, gennaio e febbraio, è di +9,3 °C, mentre quella del mese più caldo, agosto, è di +25,2 °C; mediamente si contano 2 giorni di gelo all'anno e 46 giorni annui con temperatura massima uguale o superiore ai 30 °C. Nel trentennio esaminato, i valori estremi di temperatura sono i +43,0 °C del giugno 1982 e i -6,2 °C del gennaio 1979. Le precipitazioni medie annue si attestano a 792 mm, mediamente distribuite in 63 giorni, con marcato minimo in estate, picco massimo in inverno e massimo secondario in autunno per gli accumuli totali stagionali. L'umidità relativa media annua fa registrare il valore di 70% con minimo di 59% a luglio e massimo di 77% a novembre; mediamente si contano 9 giorni all'anno con episodi nebbiosi. Di seguito è riportata la tabella con le medie climatiche e i valori massimi e minimi assoluti registrati nel trentennio 1971-2000 e pubblicati nell'Atlante Climatico d'Italia del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare relativo al medesimo trentennio.

DEPOSITO COSTIERO GNL NEL COMUNE DI CROTONE  
 RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

CROTONE-ISOLA DI CAPO RIZZUTO (1971-2000)	Mesi												Stagioni				Anno
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Inv	Pri	Est	Aut	
T. max. media (°C)	12,9	13,0	14,9	17,4	22,6	27,5	30,6	30,4	26,6	21,6	16,9	13,8	13,2	18,3	29,5	21,7	20,7
T. min. media (°C)	5,6	5,5	6,7	8,4	12,2	16,1	19,4	19,9	17,2	13,8	9,6	6,7	5,9	9,1	18,5	13,5	11,8
T. max. assoluta (°C)	21,0 (1987)	24,0 (1998)	25,2 (1977)	27,0 (2000)	33,0 (1994)	43,0 (1982)	42,2 (1988)	42,0 (1994)	38,6 (1988)	33,0 (1999)	25,4 (1990)	22,4 (1989)	24,0	33,0	43,0	38,6	43,0
T. min. assoluta (°C)	-6,2 (1979)	-2,8 (1983)	-1,6 (1987)	0,8 (1995)	3,6 (1979)	8,2 (1997)	10,0 (1978)	11,6 (1977)	9,2 (1971)	4,0 (1972)	0,0 (1995)	-2,4 (1988)	-6,2	-1,6	8,2	0,0	-6,2
Giorni di calura (T <sub>max</sub> ≥ 30 °C)	0	0	0	0	0	6	18	18	4	0	0	0	0	0	42	4	46
Giorni di gelo (T <sub>min</sub> ≤ 0 °C)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
Precipitazioni (mm)	96,2	87,1	94,1	52,7	24,7	5,2	11,9	24,0	53,9	115,8	116,2	109,8	293,1	171,5	41,1	285,9	791,6
Giorni di pioggia	8	7	7	6	4	1	1	2	4	7	7	9	24	17	4	18	63
Giorni di nebbia	1	1	1	1	2	0	0	0	0	1	1	1	3	4	0	2	9
Umidità relativa media (%)	75	74	73	73	69	63	59	61	67	73	77	76	75	71,7	61	72,3	70

I dati delle registrazioni effettuate sulla direzione e velocità del vento dalla rete mareografica nazionale di Crotona adatti allo studio sono quelli effettuati dall’Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA).

Di seguito si riportano (vedi figura 1) i principali venti **rete mareografica di Crotona** più prossimi al sito oggetto di studio. Tale figura è rappresentativa dei valori di direzione del vento che si sono registrati nell’intervallo temporale 01:01 01.01.2016 ÷ 20:20 31.12.2016. I dati confermano la netta prevalenza degli stati di vento più intensi da Nord-Ovest (Maestrale), Nord-Est (Grecale) e Sud-Ovest (Libeccio) con velocità vento > 12 m/s come si evince dalla rosa dei venti rete mareografica di Crotona.

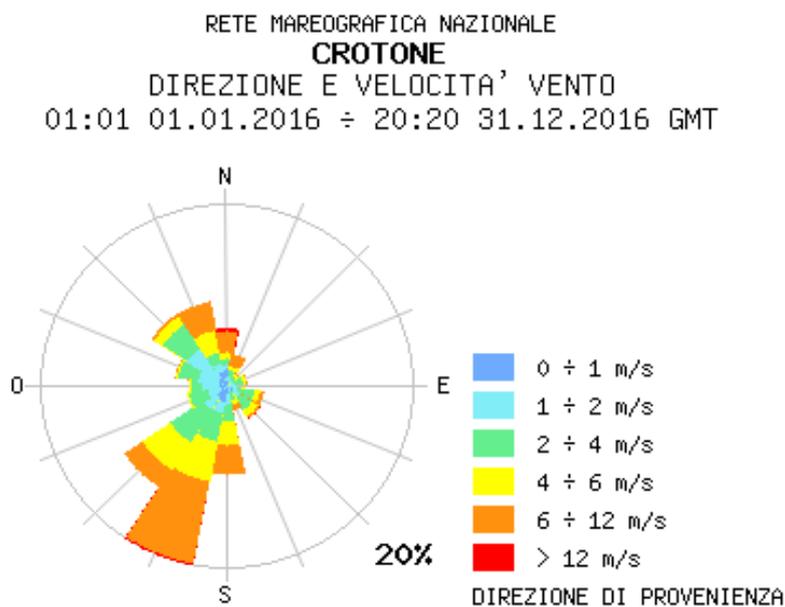


Figura 1 - Rosa dei venti rete mareografica di Crotona

## 2.2. DATI GEOLOGICI E GEOTECNICI

### Inquadramento geologico generale

L’intervento oggetto di questo studio, è localizzato nella zona C.O.R.A.P. del comune di Crotona (KR) esso è situato al centro di un antico terrazzo morfologico su cui si dislocano buona parte dei centri abitati e delle

realità industriali del bacino crotonese. L'andamento morfometrico è infatti caratterizzato da ampie superfici pianeggianti inserite nella Formazione di San Mauro, intervallate da gradini esalti morfologici, modellati ed addolciti nelle forme ad assumere pendenze del 10 % circa, che seguono l'allineamento tipico degli antichi paleoalvei e corrispondenti superfici terrazzate spesso simmetriche ed ancora ben "leggibili". Il lento degradare a lievi balze verso il mar Ionio, ad est, è stato fortemente condizionato, nelle linee morfologiche principali, dai numerosi movimenti di terreno operati dall'uomo che hanno modificato in parte gli equilibri idrogeologici senza però determinare situazioni di dissesto di una certa rilevanza. La morfologia risulta quella tipica delle unità terrazzate del crotonese, la cui continuità viene interrotta a causa del lavoro erosivo degli agenti esogeni operato tra la fine del Pleistocene e l'Olocene, che hanno scoperto la formazione sottostante delle Argille di Cutro.

La realizzazione dell'intervento di progetto non determinerà particolari alterazioni dell'equilibrio morfologico evolutivo dell'area, interessando una zona dalla continuità morfologica garantita da linee piatte e non interrotte da discontinuità geomorfiche e/o comprese in settori caratterizzati da fenomeni di dissesto antichi o recenti.

### **Litologia**

I termini litologici affioranti nell'area sono stati identificati attraverso l'esame della cartografia geologica rilevata sulla bibliografia disponibile; essi risultano appartenere ai depositi sedimentari marini e continentali del Pleistocene - Olocene (età compresa tra 1,8 milioni di anni e l'attuale) e sono rappresentati dalle seguenti formazioni:

- **Formazione di San Mauro**, costituita da sabbie e ghiaie terrazzate, di colore rossastro, in facies regressiva, formati da elementi litici ben arrotondati immersi in banchi sabbiosi, con inclinazioni degli strati non definibile. Rappresentano depositi marini del Pleistocene Medio ed affiorano su vaste estensioni del Bacino Crotonese e risultano possedere spessore di qualche metro. Dal punto di vista litotecnico presentano un certo grado di addensamento e possono presentare anche coesione apparente; la cementazione è scarsa, legata ad episodi diagenetici, ma certamente localizzata ed effimera.

- **Formazione delle argille di Cutro**, rappresentata da limi argillosi, argille limose e marnose, argille sabbiose del Pleistocene inferiore, di origine marina, costituenti la formazione più diffusa del bacino e derivante da estese ingressioni marine provocate da episodi di tettonica distensiva. Dal punto di vista litotecnico le argille di base, nella parte superiore, sono generalmente plastiche e in taluni casi a comportamento semi-rigido (nei termini più sabbiosi); presentano strati di modesta inclinazione, con sistemi di leptoclasti e in qualche caso di diaclasi, e inclusi ghiaiosi di varia pezzatura.

Nell'area d'interesse affiorano estesamente le alluvioni fluviali del torrente Passovecchio caratterizzato da materiale a granulometria variabile. La variabilità granulometrica è funzione delle caratteristiche geologiche del bacino, delle dinamiche fluviali, nonché delle eventuali attività antropiche in alveo. La gran parte del bacino idrografico è invece caratterizzato da formazioni sedimentarie pliopleistoceniche. Si tratta di argille siltose di colore grigio azzurre con sottili intercalazioni di sabbie e sabbie ghiaiose. Queste argille sono sormontate dalla

formazione dei conglomerati e sabbie di colore bruno rossastri con intercalazioni lenticolari di calcare bioclastico, e piuttosto comuni sono intercalazioni arenacee e ghiaiose a cemento calcareo. L'analisi dei dati ottenuti dalle indagini eseguite per la fase progettuale preliminare, unitamente al rilievo geologico di superficie hanno permesso di definire il modello geologico dell'area interessata. Tale modello può essere sinteticamente rappresentato da un corpo costituito da materiale alluvionale ed eluviale di natura argilloso-limosa dello spessore (variabile da punto a punto) ma con valori massimi dell'ordine di 6-8 metri, sovrastante un substrato con spessore notevole costituito da argilla limosa.

### **Idrogeologia**

L'idrogeologia dell'area in esame è regolata in massima parte dalle caratteristiche fisiche dei terreni e in particolare dal grado di permeabilità dei litotipi, oltre che dai rapporti giacitureali fra le varie formazioni affioranti in tutta l'area. I numerosi impluvi che dissecano l'area, ben canalizzati, alcuni sistemati artificialmente, tendono, nelle zone più interne, a sezionare la formazione di S. Mauro portando allo scoperto le argille sottostanti; in una situazione simile, con una esile copertura mediamente permeabile, con  $10^{-1} < K < 1$  cm/sec, ed un complesso francamente poco permeabile, se non addirittura impermeabile alla base (argilla limosa, con  $10^{-7} < K < 10^{-5}$  cm/sec) la situazione idrogeologica tende a configurarsi come piuttosto semplice, con un complesso tamponante per limite di permeabilità definito, mentre l'acquifero principale, superficiale, racchiude una falda freatica poco potente, talora effimera e non significativa. In tale situazione la piovosità media annua, seppur scarsa, intorno ai 600-700 mm annui, con una stagione secca e con deflussi idrici superficiali cospicui solo nel periodo primaverile, tende a formare una falda mediamente superficiale negli strati superiori della formazione argillosa che, possedendo buone qualità drenanti (porosità elevata per lo stato di costante imbibizione e degradazione meccanica); tale falda potrebbe subire anche oscillazioni temporanee, di tipo stagionale. La falda idrica più superficiale, che interessa direttamente il sito in esame, tende preferenzialmente al deflusso verticale; è desumibile come i deflussi idrici tendano alla verticalità nelle sabbie e conglomerati poco o mediamente compatte data l'elevata permeabilità che le caratterizza ( $10^{-1}$  cm/sec.), mentre ove sono presenti le frazioni siltose e/o argillose la permeabilità si abbassa ( $10^{-5}$  cm/sec.) e le linee di deflusso assumono un andamento tendente all'orizzontale. Si instaurano così le condizioni per la formazione di una falda a carattere temporaneo, superficiale, sviluppantesi in occasione dei mesi piovosi.

La falda, per tutte le valutazioni di tipo progettuale, può definirsi oscillante fino ad una profondità minima che non risale al di sopra dei - 3,5 m dal piano campagna. L'area in esame in corrispondenza della linea di costa la falda risulta molto superficiale.

### **Caratterizzazione geotecnica**

Il sottosuolo dell'area da investigare, al di sotto del terreno di riporto è costituito da un deposito sedimentario alluvionale e argilloso. Successivamente saranno eseguite indagini geognostiche dirette e indirette per individuare la profondità esatta degli strati e i parametri medi fisico-meccanici dei terreni necessari per i lavori di realizzazione del deposito costiero.

**STRATO A) Terreno vegetale (da 0,00 a 1,00 m. dal p.c)**

Essi costituiscono la porzione più superficiale del sottosuolo dell'area in esame e si comportano come materiale detritico inglobato in un'abbondante matrice argilloso-sabbiosa. Dal punto di vista geotecnico l'unità si presenta alterata e pedogenizzata e con caratteristiche geotecniche scadenti.

**STRATO B) Deposito eluvio-colluviali sabbia limosa argillosa con ghiaia (da 1,00 m. a 6,00/8,00 m. dal p.c)**

Lo spessore mediamente variabile da 5 m a 7 m è composto da n. 2 orizzonti di diverso stato di addensamento; in superficie per il primo metro prevale la presenza di sabbia con poca ghiaia, poco addensata mentre in profondità aumenta la frazione sabbiosa limosa con ciottoli eterometrici passando ad uno strato di medio addensamento. Lo strato presenta inoltre una spiccata variabilità litologica laterale per la presenza di livelli ghiaioso ciottolosi addensati. Dal punto di vista geotecnico l'unità si presenta alterata e pedogenizzata e con caratteristiche geotecniche discrete. Dall'elaborazione dei dati, ottenuti dalle prove eseguite nei terreni limitrofi all'area di progetto, presentano le seguenti caratteristiche geotecniche: peso unità di volume ( $P_{uv}$ ) = 1,85 t/mc; peso unità di volume saturo ( $P_{uvs}$ ) = 2,00 t/mc; modulo edometrico ( $E_d$ ) = 80 Kg/cmq; angolo d'attrito ( $F_i$ ) = 30,0°; ( $c'$ ) = 0,17 kg/cmq; densità relativa ( $D_r$ ) = 58 %; modulo di Young ( $E_y$ ) = 170,00 Kg/cmq; modulo di Poisson ( $N_i$ ) = 0.33; modulo di deformazione a taglio dinamico = 540 Kg/cmq,  $V_s$  = 200-240 m/s.

**STRATO C) Formazione delle argille di Cutro – Limo argilloso sabbioso da poco a mediamente consistente (da 6,00/8,00 a 13,00/15,00 m. dal p.c)**

Lo spessore rappresenta il terreno colluviale eroso a monte al cui interno si trovano occasionali clasti calcarenitici trasportati ed inglobati nell'erosione laminare; si presenta con una consistenza crescente con la profondità. Sia in profondità che lateralmente, si mantiene abbastanza omogeneo nelle sue caratteristiche geologicotecniche, presentando uno stato di consistenza medio. Al tetto, nello spessore a contatto con la sabbia soprastante può presentare una elevata umidità, specialmente per l'interazione con l'acqua d'infiltrazione; Lo strato si colloca nella fascia di terreno saturo/insaturo per la presenza di umidità stagionale (accumuli idrici modesti in occasione delle piogge); si presenta generalmente con un aumento della consistenza con la profondità. Dal punto di vista geotecnico l'unità si presenta alterata e pedogenizzata e con caratteristiche geotecniche buone. Dall'elaborazione dei dati, ottenuti dalle prove eseguite nei terreni limitrofi all'area di progetto, presentano le seguenti caratteristiche geotecniche: peso unità di volume ( $P_{uv}$ ) = 1,60 t/mc; peso unità di volume saturo ( $P_{uvs}$ ) = 1,90 t/mc; modulo edometrico ( $E_d$ ) = 90 Kg/cmq; angolo d'attrito ( $F_i$ ) = 26,0°; coesione non drenata ( $C_u$ ) = 0,85 kg/cmq; densità relativa ( $D_r$ ) = 60 %; modulo di Young ( $E_y$ ) = 180,00 Kg/cmq; modulo di Poisson ( $N_i$ ) = 0.33; modulo di deformazione a taglio dinamico = 620 Kg/cmq,  $V_s$  = 280-340 m/s.

**STRATO D) Formazione delle argille di Cutro – Argilla limosa da molto consistente a estremamente dura (da 13,00/15,00 a 30,00 m. dal p.c)**

Il litotipo presenta le caratteristiche granulometriche delle argille limose e costituisce uno spessore di terreno estremamente compatto sul quale si sono sovrapposti in trasgressione i sedimenti recenti. Dal punto di vista geotecnico l'unità si presenta alterata e pedogenizzata e con caratteristiche geotecniche ottime. Dall'elaborazione dei dati, ottenuti dalle prove eseguite nei terreni limitrofi all'area di progetto, presentano le seguenti caratteristiche geotecniche: peso unità di volume (Puv) = 1,70 t/mc; peso unità di volume saturo (Puvs) = 2,00 t/mc; modulo edometrico (Ed) = 120 Kg/cm<sup>q</sup>; angolo d'attrito (Fi) = 27,0°; coesione non drenata (Cu) = 1,70 kg/cm<sup>q</sup>; densità relativa (Dr) = 68 %; modulo di Young (Ey) = 220,00 Kg/cm<sup>q</sup>; modulo di Poisson (Ni) = 0.31; modulo di deformazione a taglio dinamico = 820 Kg/cm<sup>q</sup>, Vs = 400-440 m/s.

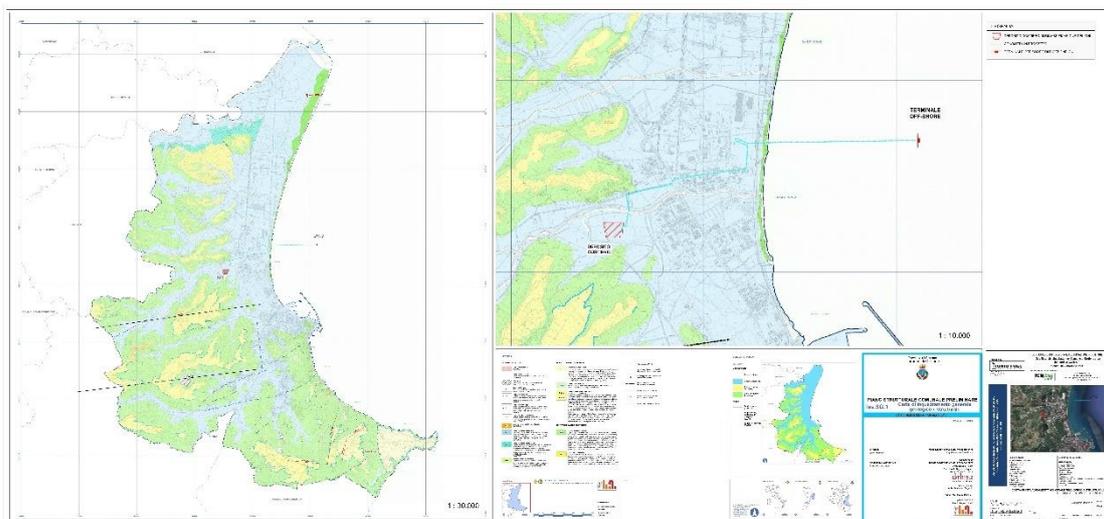
**Inquadramento urbanistico - cartografie**

Ai sensi della L. 183/89 l'area in esame ricade all'interno del limite amministrativo dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

In base allo studio preliminare del Piano Strutturale del Comune di Crotona e al Piano Stralcio dell'Appennino Distrettuale dell'Appennino Meridionale si rappresenta l'area in esame, dal punto di vista litologico, geologico-strutturale, idrogeologico, sismico, rischi, pericolosità, vincoli e fattibilità geologica nelle cartografie di seguito.

**Carta Geologica e Strutturale**

Come si può osservare dalla cartografia (Rif. P\_02\_IN\_73\_GEO\_R00) l'area in esame (deposito e condotta) è compresa nella zona di colore celeste definita "bb Depositi Alluvionali Recenti". Nell'area d'interesse affiorano estesamente le alluvioni fluviali del torrente Passovecchio, trattandosi di materiale caratterizzato da granulometria variabile. Dal punto di vista strutturale, osservando la cartografia (Rif. P\_02\_IN\_73\_GEO\_R00), l'area di progettazione, comprendente il deposito e la condotta, non è interessata da presenza di faglie attive.



**Figura 2 - P\_02\_IN\_73\_GEO\_R00 Carta di inquadramento generale, geologico e strutturale del P.S.C. di Crotona**

### Carta Idrogeologica e del sistema Idrografico

Come si può osservare dalla cartografia (Rif. P\_02\_IN\_75\_GEO\_R00) l'area in esame (deposito e condotta) è compresa nella zona di colore celeste definita "Terreni con grado di permeabilità elevato". L'area in esame si trova in prossimità del torrente Passovecchio. La falda, per tutte le valutazioni di tipo progettuale, può definirsi oscillante fino ad una profondità minima che non risale al di sopra dei - 3,5 m dal piano campagna. Considerando la condotta, in prossimità della linea di costa, la falda risulta più superficiale.

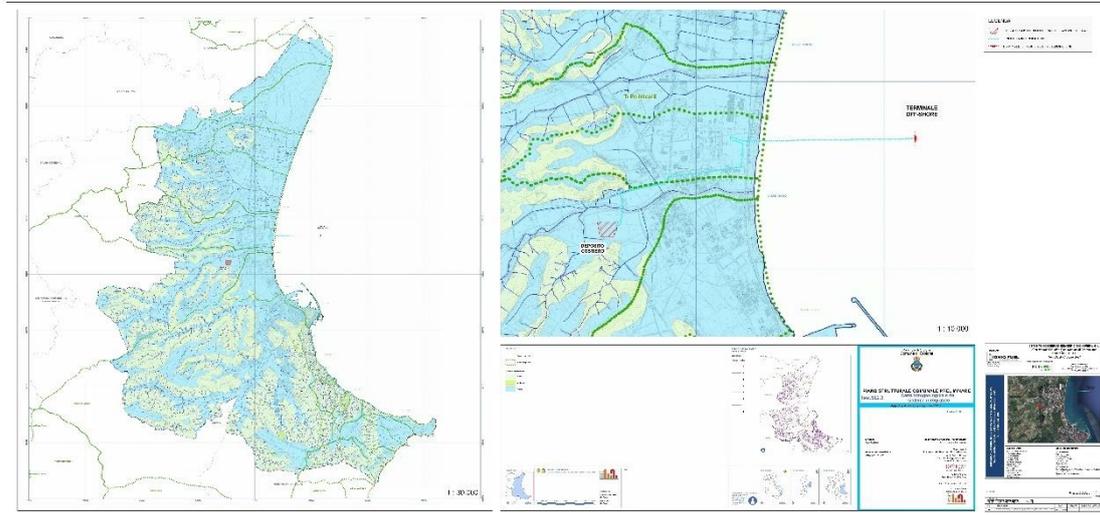


Figura 3 - P\_02\_IN\_75\_GEO\_R00 Carta idrogeologica e del Sistema Idrografico del P.S.C. di Crotona

### Carta dell'erosibilità

Come si può osservare dalla cartografia (Rif. P\_02\_IN\_79\_GEO\_R00) l'area in esame (deposito e condotta) è compresa nella zona di colore grigio definita "Terreni con classe poco erodibile".

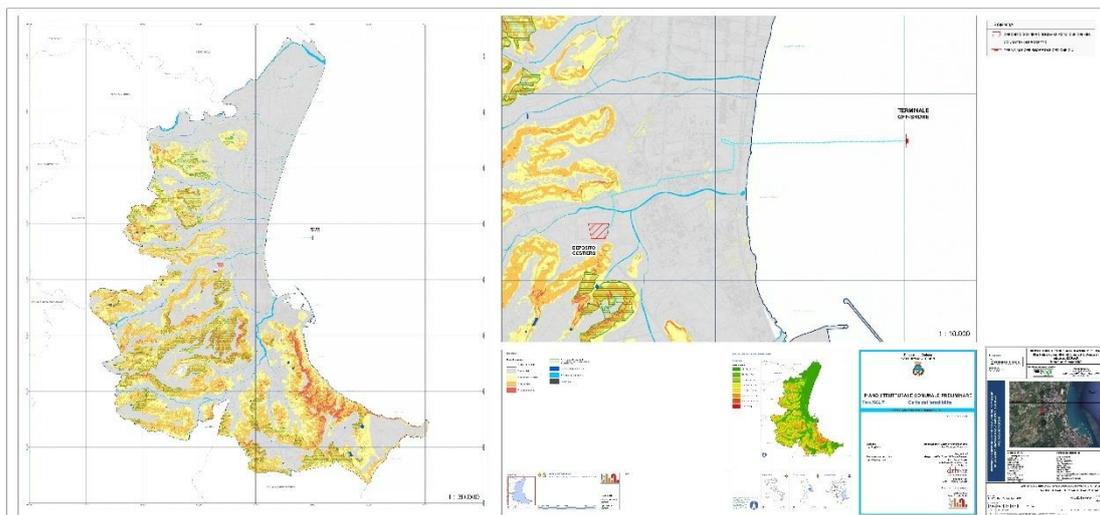


Figura 4 - P\_02\_IN\_79\_GEO\_R00 Carta della Erosibilità del P.S.C. di Crotona

### Carta Litotecnica

Come si può osservare dalla cartografia (Rif. P\_02\_IN\_81\_GEO\_R00) l'area in esame (deposito e condotta) è compresa nella zona di colore giallo chiaro definita "Terreni con Zona 6".

ZONA 6

**SMpi:** Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di piana inondabile. Da sciolto a moderatamente addensato.

(Spessore 3 - 5 m; Vs 150 - 400 m/s);

**CO:** Substrato geologico coesivo sovraconsolidato. Da poco consistenti a molto consistenti.

(Spessore 400 - 500 m; Vs >300 m/s);

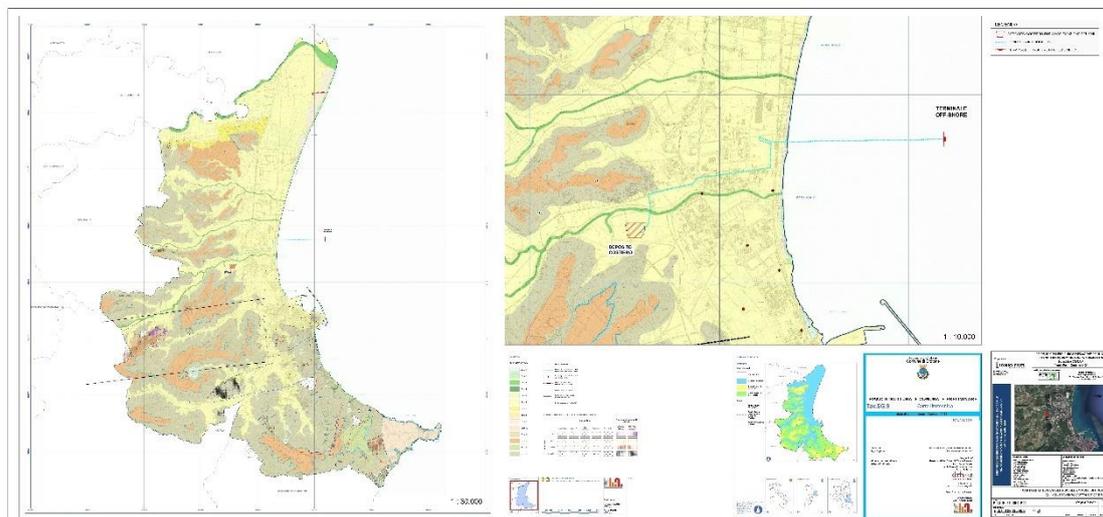


Figura 5 - P\_02\_IN\_81\_GEO\_R00 Carta Litotecnica del P.S.C. di Crotona

**Carta della stabilità potenziale integrata dei versanti**

Come si può osservare dalla cartografia (Rif. P\_02\_IN\_82\_GEO\_R00) l'area destinata al deposito è compresa nella zona di colore verde chiaro definita "Instabilità potenziale limitata". Invece l'area destinata alla condotta è compresa nella zona di colore verde definita "situazione potenzialmente stabile". Quindi sia il deposito che la condotta dal punto di vista geologico, idrogeologico e morfologico non hanno problemi di stabilità.

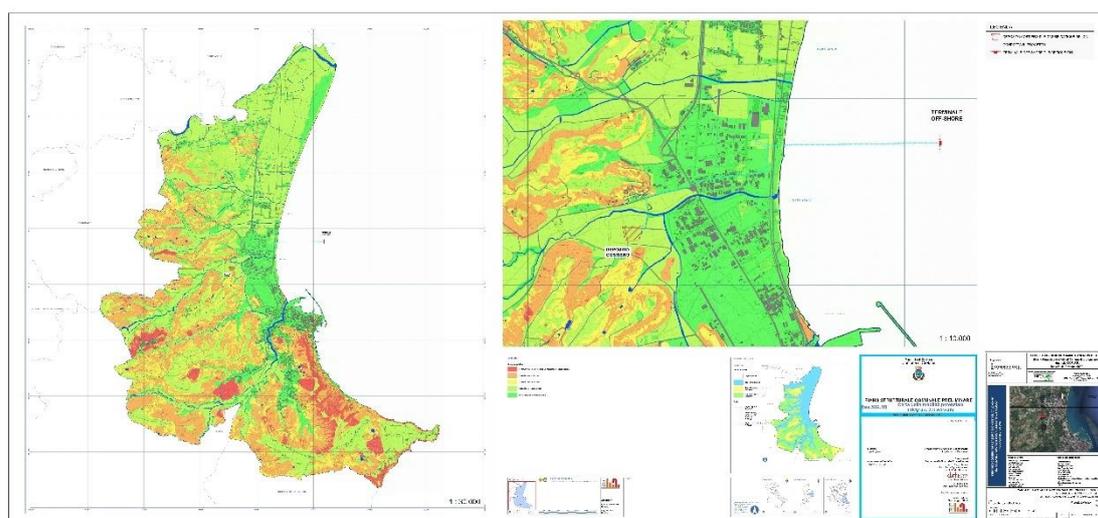
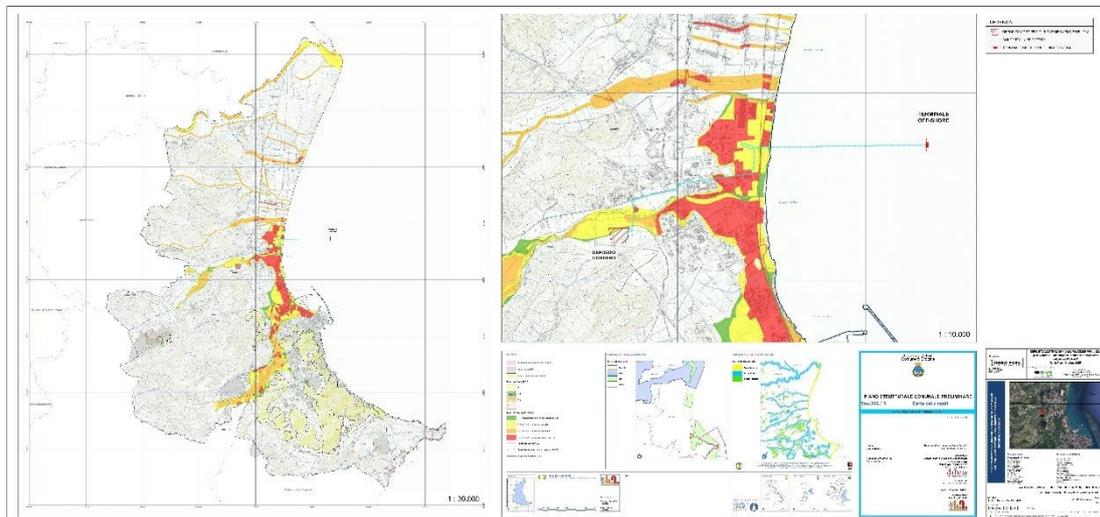


Figura 6 - P\_02\_IN\_82\_GEO\_R00 Carta della stabilità potenziale integrata dei versanti del P.S.C. di Crotona

**Carta dei Vincoli**

La Carta dei Vincoli (Rif. P\_02\_IN\_83\_GEO\_R00) riporta la perimetrazione di tutti quegli elementi che sul territorio possono rappresentare un pericolo sotto il profilo geologico e idrogeologico e la relativa classificazione in termini di rischio. Il Piano per l'assetto idrogeologico dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, che offre una lettura completa del territorio per quanto si attiene alle problematiche geomorfologiche ed idrauliche, individua e cataloga numerosi dissesti nel territorio comunale, ascrivibili a processi di erosione e alcuni fenomeni di inondazione nelle aree adiacenti al torrente Passovecchio. Tale normativa prevede, in base alle diverse perimetrazioni e classificazioni delle aree a rischio idrogeologico e geologico, specifici adempimenti. Il sito in questione non è presente in una zona a rischio frana (Rif. P\_02\_IN\_83\_GEO\_R00). Per il rischio idraulico l'area in cui verrà realizzato il deposito presenta una piccola porzione a rischio idraulico medio R2 (area di colore giallo) invece nell'area in cui sarà realizzata la condotta, in un piccolo tratto, è presente un rischio idraulico molto elevato R4 (area di colore rosso) e un rischio idraulico medio R2 (Rif. P\_02\_IN\_83\_GEO\_R00). Per il deposito sarà progettato un rilevato per evitare fenomeni di allagamento, invece la condotta, in quanto realizzata nel sottosuolo, non sarà soggetta a rischio idraulico R4.



**Figura 7 - P\_02\_IN\_83\_GEO\_R00 Carta dei Vincoli del P.S.C. di Crotone**

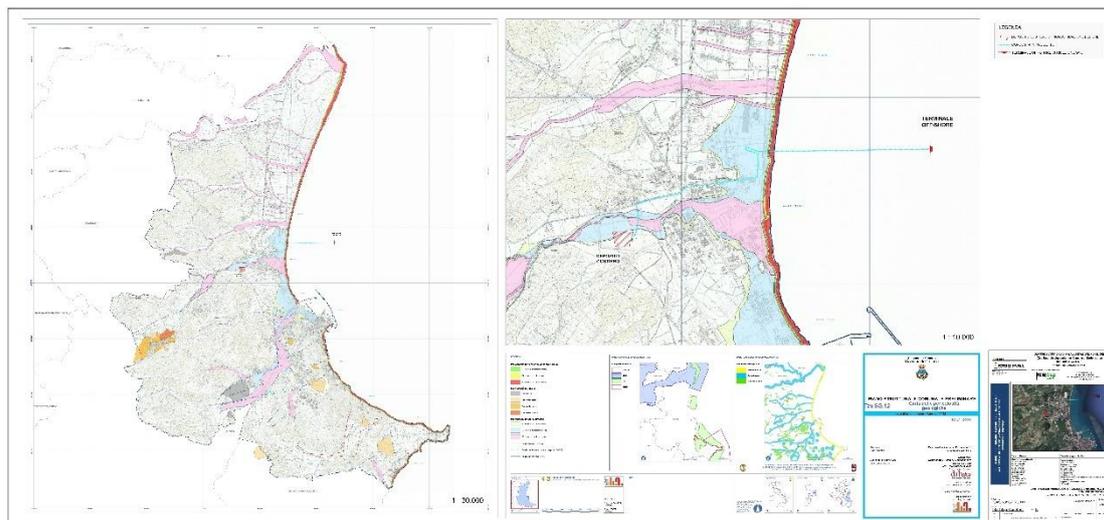
### **Carta delle Pericolosità Geologiche**

La Carta delle Pericolosità Geologiche (Rif. P\_02\_IN\_84\_GEO\_R00) riporta la perimetrazione di tutti quegli elementi che sul territorio possono rappresentare un pericolo sotto il profilo geologico e idrogeologico e la relativa classificazione in termini di pericolosità.

Il Piano per l'assetto idrogeologico dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, che offre una lettura completa del territorio per quanto si attiene alle problematiche geomorfologiche ed idrauliche, individua e cataloga numerosi dissesti nel territorio comunale, ascrivibili a processi di erosione e alcuni fenomeni di inondazione nelle aree adiacenti al torrente Passovecchio. Tale normativa prevede, in base alle diverse perimetrazioni e classificazioni delle aree a pericolosità idrogeologica e geologica, specifici adempimenti. Il sito in questione non è presente in una zona a Pericolosità frana (Rif. P\_02\_IN\_84\_GEO\_R00). Per la Pericolosità idraulica l'area in cui verrà realizzata la centrale presenta una piccola porzione a pericolosità idraulica media P2 (area di colore celeste) invece nell'area in cui sarà realizzata

la condotta, in un piccolo tratto, è presente una pericolosità idraulica molto elevata P3 (area di colore rosa) e una pericolosità idraulica media P2 (Rif. P\_02\_IN\_84\_GEO\_R00). Per il deposito sarà progettato un rilevato per evitare fenomeni di allagamento, invece per la condotta, in quanto realizzata nel sottosuolo, non sarà soggetta a pericolosità idraulica P3.

Dalla cartografia si può osservare che, nel tratto della condotta corrispondente alla linea di costa costituita da spiaggia, è presente una pericolosità per erosione costiera elevata P3 (area di colore rosso). La pericolosità per erosione costiera elevata P3 è dovuta all'erosione della spiaggia soggetta a moto ondoso del mare, ciò non influirà sulla condotta perché la stessa sarà interrata ad una profondità idonea.



**Figura 8 - P\_02\_IN\_84\_GEO\_R00** Carta delle Pericolosità Geologiche del P.S.C. di Crotona

### **Carta fattibilità delle Azioni di Piano**

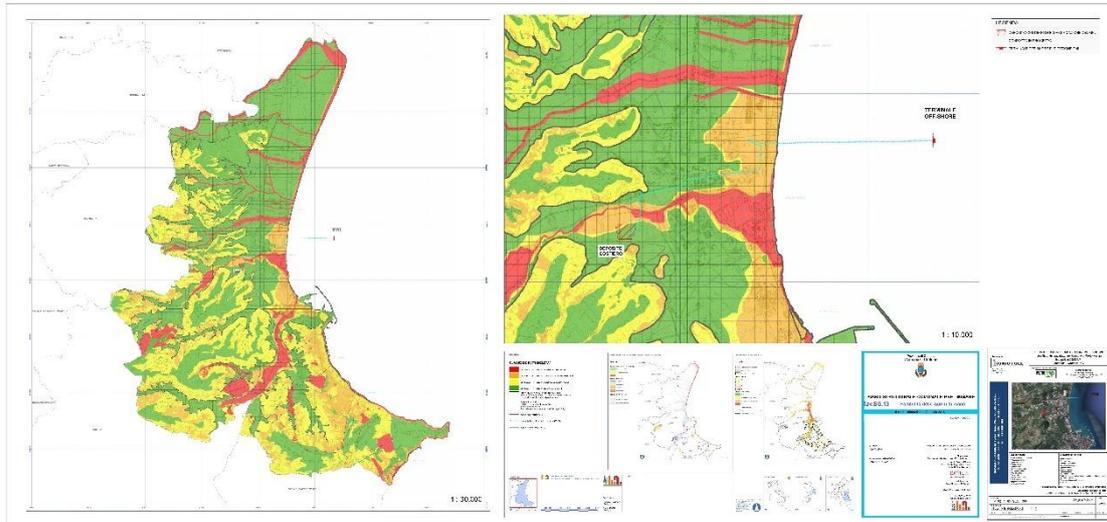
La carta sulla Fattibilità delle Azioni di Piano (Rif. P\_02\_IN\_85\_GEO\_R00) riporta la perimetrazione di tutti quegli elementi che sul territorio possono rappresentare un pericolo sotto il profilo geologico e sismico e la relativa classificazione in termini di pericolosità. Essa è il risultato dell'incrocio di diversi tematismi, tramite sistemi GIS, per la definizione della fattibilità rispetto alle azioni di piano.

Attraverso la legenda proposta dalle Linee Guida, essa individua, con una suddivisione per classi, i livelli di “rischio geologico”, area per area ed indica le possibilità di intervento nel territorio comunale attraverso una gradualità di valori da “fattibilità senza limitazioni” a “fattibilità con gravi limitazioni”, il tutto finalizzato alla salvaguardia ambientale e alla tutela delle popolazioni residenti.

L'area destinata alla realizzazione del deposito è compresa in una piccola porzione con “classe di fattibilità con consistenti limitazioni 3 (area di colore arancione)” invece la parte rimanente con “classe di fattibilità senza limitazioni 1 (area di colore verde)”. La piccola porzione è definita a “classe di fattibilità con consistenti limitazioni” in quanto è soggetta a rischio idraulico e pericolosità idraulica. Come precedentemente detto, per evitare il rischio idraulico sarà realizzato un rilevato.

L'area destinata alla realizzazione della condotta in un piccolo tratto presenterà una “classe di fattibilità con gravi limitazioni 4 (area di colore rosso)” invece la parte restante presenterà classi di fattibilità 1, 2 e 3. Anche in questo caso la zona interessata alla condotta è soggetta a rischio idraulico ed a pericolosità idraulica. Il

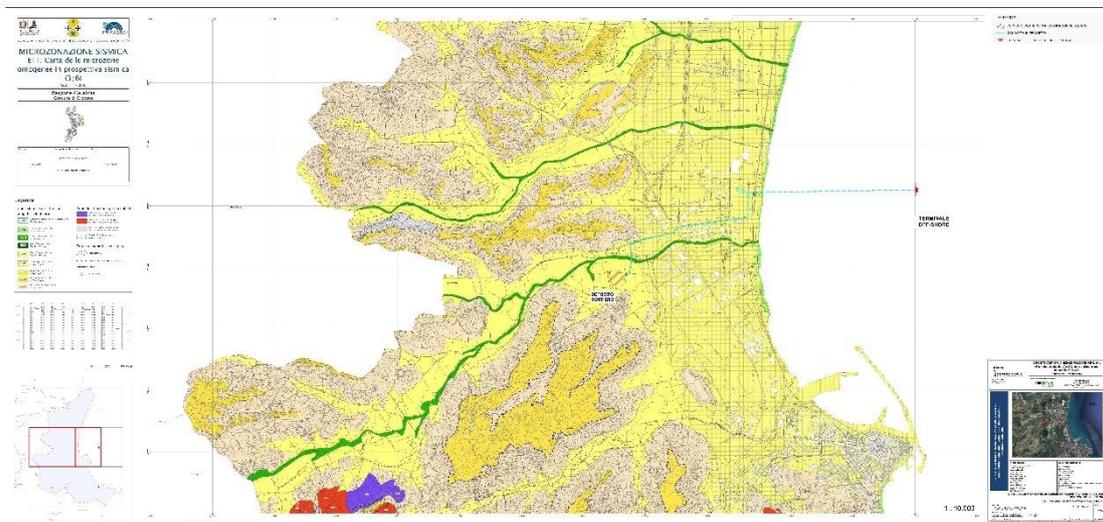
rischio idraulico e la pericolosità idraulica non influiranno sulla condotta perché la stessa risulterà interrata ad una profondità idonea.



**Figura 9 - P\_02\_IN\_85\_GEO\_R00 Carta fattibilità delle Azioni di Piano del P.S.C. di Crotona**

### **Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica**

Come si può osservare dalla cartografia (Rif. P\_02\_IN\_87\_MOS\_R00) l'area in esame (deposito e condotta) è compresa nella “zona 2006” di colore gialla definita “zone stabili suscettibili di amplificazioni locali”.



**Figura 10 - P\_02\_IN\_87\_MOS\_R00 Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica**

### **Progetto CARG “Crotona”**

Dal punto di vista geologico come si può osservare dallo Stralcio Foglio n. 471 “Crotona”, Carta Geologica d'Italia 1:50.000 – Progetto CARG (Rif <http://www.isprambiente.gov.it/>) l'area in esame (deposito e condotta) è compresa nella zona di colore celeste definita “Depositi Alluvionali Recenti”.

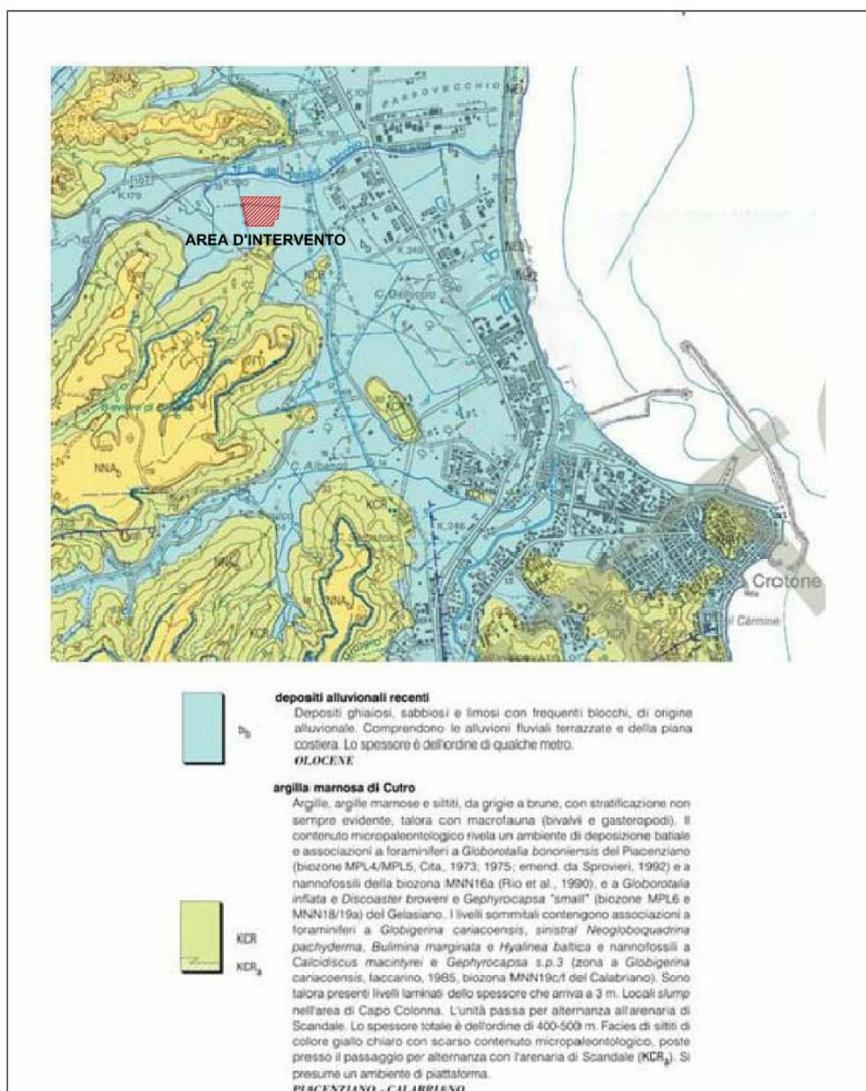


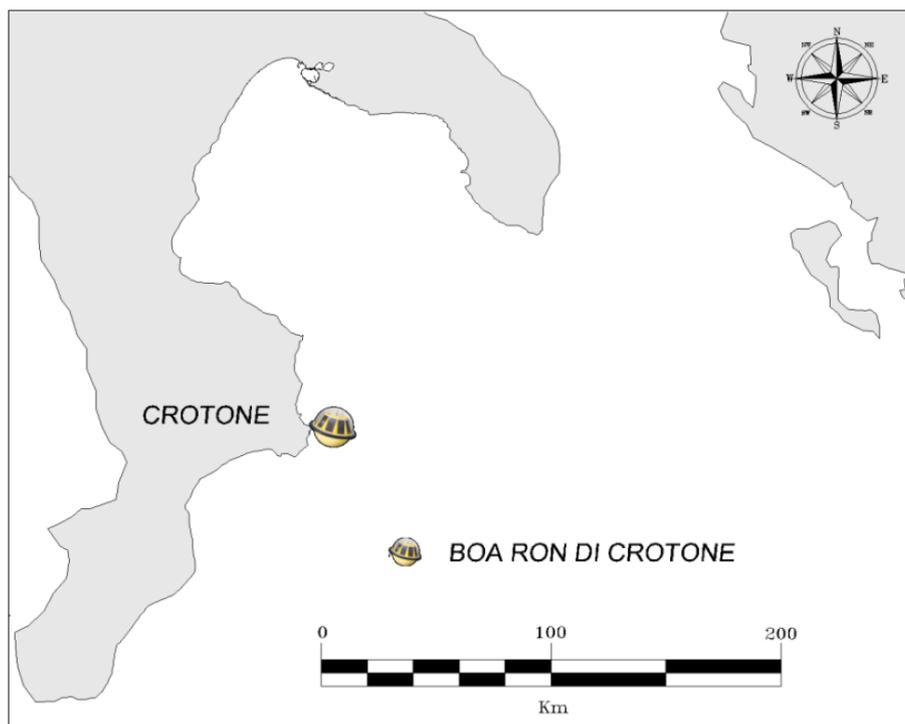
Figura 11 - Stralcio Foglio n. 471 "Crotona", Carta Geologica d'Italia 1:50.000 – Progetto CARG (Rif <http://www.isprambiente.gov.it/>)

### 2.3. REGIME ONDOSO REGISTRATO DALLA BOA ACCELEROMETRICA RON DI CROTONE

#### MOTO ONDOSO

Per la determinazione del moto ondoso al largo del litorale in esame si è reso necessario reperire una serie di misure ondometriche che offrissero un quadro esaustivo dell'esposizione del sito in esame all'azione del moto ondoso. A tal scopo si è potuto fare riferimento alle misure effettuate dalla stazione ondometrica di Crotona (boa accelerometrica direzionale; coordinate: 39°01.4' N; 17°13.2' E), in esercizio dal 1 luglio 1989 ed ancorata su fondali di circa 90 m; è gestita dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (dell'ISPRA) e ricade all'interno dell'area climatica di generazione degli stati di mare che interessano il sito in esame. Il rendimento medio della stazione è pari al 87.91 % (periodo 1 luglio 1989 – 30 giugno 2007 ≈ 18 anni).

Di seguito si riporta l'inquadratura geografica con la posizione della boa di Crotona.



**Figura 12** - Inquadramento geografico con la posizione della boa di Crotone

Nelle tabelle che seguono sono rappresentate le distribuzioni annuali del numero di eventi di moto ondoso (in forma percentuale) suddivisi per classi di altezza d'onda significativa ( $H_s$ ) e direzione di provenienza ( $^{\circ}N$ ), registrate dalla boa di Crotone; nella Tabella 6 gli eventi sono suddivisi per classi di  $H_s$  e di periodo medio ( $T_m$ ).

Dall'analisi di queste si nota che per eventi con  $H_s > 0.5$  m (escluse le calme):

- la distribuzione spaziale delle frequenze di accadimento degli eventi risulta essere caratterizzata da una accentuata bidirezionalità lungo le direzioni Nord-NordEst e Sud- SudEst;
- la maggiore frequenza di accadimento si ha per i settori di mezzogiorno ( $160^{\circ}$ - $200^{\circ}N$ ) con circa il 12.2% degli eventi e per quello di tramontana ( $340^{\circ}$ - $20^{\circ}N$ ) con circa l'11.8%, mentre dal settore di scirocco provengono il 7.8% delle mareggiate;
- gli eventi aventi  $H_s$  superiore ai 3 m provengono principalmente da scirocco (frequenza cumulata pari a circa lo 0.57% pari a 2 gg/anno) ma anche da tramontana (frequenza cumulata pari a circa lo 0.15% pari a 0.5 gg/anno);
- dal settori di mezzogiorno e tramontana provengono gli eventi di maggiore frequenza in tutte le stagioni dell'anno.

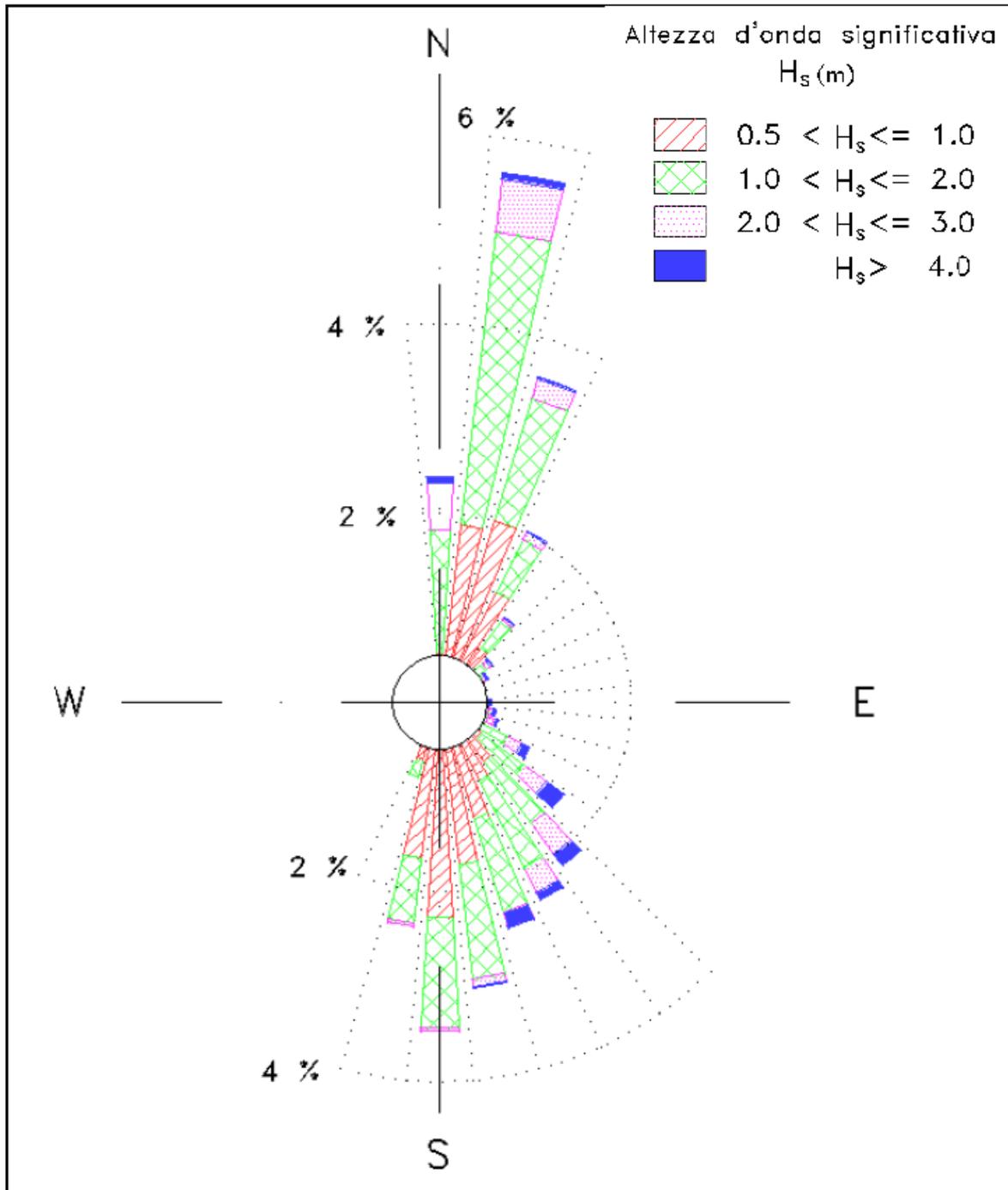


Figura 13 - Rosa della distribuzione direzionale degli eventi di moto ondoso annuali alla boa ondometrica di Crotone.

DEPOSITO COSTIERO GNL NEL COMUNE DI CROTONE  
 RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

**Tabella 1** - Clima annuale alla boa ondometrica di Crotone: eventi di moto ondoso triorari classificati per altezza e direzione (periodo 1 luglio 1989-30 giugno 2007).

Distribuzione percentuale degli eventi ondosi, per classi di Hs e direzione di provenienza. ANNUALE

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)															TOT.
	<2.5	2.5÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5	>=6.5	
10	1.67	1.17	1.89	2.07	1.04	0.43	0.13	0.03	0.02	0.00	0.00					8.45
20	1.70	1.55	2.00	1.03	0.33	0.14	0.05	0.02	0.00							6.84
30	1.52	1.72	1.32	0.43	0.18	0.08	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00					5.27
40	1.42	1.64	0.73	0.24	0.12	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00						4.19
50	1.34	1.41	0.44	0.14	0.04	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00					3.41
60	1.30	1.16	0.32	0.11	0.08	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00						3.02
70	1.16	0.84	0.24	0.12	0.07	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00					2.48
80	1.20	0.75	0.21	0.11	0.08	0.02	0.01	0.00								2.38
90	1.16	0.60	0.26	0.15	0.08	0.03	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00					2.29
100	1.27	0.57	0.25	0.16	0.11	0.04	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00					2.43
110	1.22	0.59	0.28	0.18	0.07	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			2.44
120	1.28	0.78	0.39	0.24	0.15	0.11	0.07	0.04	0.03	0.01	0.01	0.00				3.12
130	1.74	1.02	0.57	0.32	0.21	0.16	0.15	0.09	0.05	0.04	0.03	0.00	0.00			4.38
140	1.98	1.06	0.77	0.51	0.33	0.24	0.15	0.07	0.04	0.02	0.01	0.00				5.20
150	2.21	1.35	0.93	0.68	0.36	0.16	0.14	0.05	0.02	0.00	0.00					5.89
160	2.77	1.70	1.29	0.72	0.30	0.12	0.04	0.01	0.00	0.00						6.96
170	3.01	2.36	1.73	0.91	0.32	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00					8.40
180	2.90	3.03	2.27	0.90	0.27	0.03	0.00									9.40
190	1.64	2.20	1.66	0.61	0.09	0.03	0.00									6.23
200	0.56	0.91	0.63	0.17	0.01											2.29
210	0.12	0.25	0.18	0.02												0.57
220	0.05	0.04	0.04	0.01												0.13
230	0.02	0.02	0.01	0.00												0.05
240	0.01	0.01	0.00													0.03
250	0.02	0.01														0.03
260	0.02	0.01	0.00													0.04
270	0.00	0.01	0.01	0.01												0.03
280	0.01	0.00	0.00	0.00												0.02
290	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00											0.01
300	0.01	0.01														0.02
310	0.01	0.01														0.03
320	0.02	0.02	0.01													0.04
330	0.04	0.02	0.00													0.07
340	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00											0.09
350	0.09	0.13	0.06	0.04	0.04	0.04	0.01	0.01								0.42
360	0.53	0.42	0.52	0.67	0.63	0.35	0.15	0.05	0.01	0.00						3.33
TOT.	34.07	27.39	19.04	10.55	4.91	2.21	1.01	0.42	0.21	0.09	0.09	0.02	0.01			100.00
Tot. cumul.	61.45	80.49	91.04	95.95	98.17	99.18	99.59	99.80	99.89	99.98	99.99	100.00	100.00	100.00		

Numero di eventi validi : 41124

DEPOSITO COSTIERO GNL NEL COMUNE DI CROTONE  
 RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

**Tabella 2** - Clima invernale alla boa ondometrica di Crotona: eventi di moto ondoso triorari classificati per altezza e direzione (periodo 1 luglio 1989-30 giugno 2007).

Distribuzione percentuale degli eventi ondosi, per classi di Hs e direzione di provenienza. INVERNO

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)															TOT.
	< 2.5	2.5÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5	>=6.5	
10	1.48	0.47	1.82	3.41	2.27	0.96	0.27	0.10	0.04	0.00	0.02					10.62
20	1.48	0.77	2.11	1.82	0.71	0.27	0.18	0.08	0.02							7.43
30	0.95	1.12	1.59	0.71	0.42	0.25	0.00	0.01	0.03	0.00	0.01					5.09
40	0.93	1.31	1.21	0.52	0.19	0.09	0.01	0.01	0.00	0.01						4.26
50	0.62	1.24	0.70	0.27	0.10	0.06	0.04	0.00	0.01	0.00	0.01					3.05
60	0.50	1.28	0.47	0.18	0.23	0.09	0.04	0.02	0.00	0.01						2.82
70	0.58	1.19	0.42	0.23	0.13	0.03	0.01	0.03	0.00	0.00	0.01					2.64
80	0.60	1.08	0.43	0.20	0.14	0.01	0.02	0.01								2.49
90	0.62	0.87	0.38	0.27	0.15	0.08	0.03	0.01	0.02	0.00						2.41
100	0.60	0.73	0.42	0.27	0.14	0.08	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01					2.29
110	0.79	0.81	0.38	0.26	0.12	0.07	0.06	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01			2.58
120	0.99	1.08	0.65	0.45	0.25	0.11	0.12	0.06	0.02	0.01	0.03					3.78
130	1.04	1.63	0.58	0.39	0.35	0.22	0.29	0.16	0.07	0.06	0.03					4.80
140	1.48	1.40	0.97	0.45	0.48	0.42	0.29	0.10	0.07	0.06	0.05	0.02				5.77
150	1.87	1.33	0.90	0.60	0.44	0.21	0.18	0.11	0.02	0.01	0.02					5.47
160	1.68	1.53	1.22	0.89	0.37	0.16	0.10	0.01								5.75
170	2.04	1.98	1.98	1.00	0.33	0.11	0.03									7.47
180	1.91	2.53	2.35	0.89	0.14	0.06										7.88
190	0.84	1.35	1.93	0.92	0.12	0.01										5.17
200	0.32	0.41	0.78	0.15												1.65
210	0.02	0.18	0.18	0.04												0.40
220	0.02	0.00	0.03	0.01												0.06
230	0.01	0.00	0.01	0.01												0.03
240	0.01															0.01
250	0.04	0.01														0.05
260	0.02	0.01														0.03
270																
280	0.01	0.00	0.00	0.01												0.02
290	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01											0.01
300																
310																
320	0.00	0.00	0.01													0.01
330	0.01	0.01	0.01													0.03
340	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01											0.03
350	0.04	0.25	0.04	0.04	0.11	0.06	0.05	0.03								0.63
360	0.63	0.41	0.29	1.10	1.49	0.90	0.37	0.07	0.01							5.27
TOT.	21.88	24.99	21.55	14.88	8.71	4.26	2.10	0.85	0.34	0.18	0.22	0.04	0.01			100.00
Tot. cumul.	46.85	68.40	83.28	92.00	96.26	98.36	99.22	99.56	99.73	99.95	99.99	100.00	100.00	100.00		

Numero di eventi validi : 9708

DEPOSITO COSTIERO GNL NEL COMUNE DI CROTONE  
 RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

**Tabella 3** - Clima primaverile alla boa ondometrica di Crotone: eventi di moto ondoso triorari classificati per altezza e direzione (periodo 1 luglio 1989-30 giugno 2007).

Distribuzione percentuale degli eventi ondosi, per classi di Hs e direzione di provenienza. PRIMAVERA

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)														TOT.
	< 2,5	2,5÷0,5	0,5÷1,0	1,0÷1,5	1,5÷2,0	2,0÷2,5	2,5÷3,0	3,0÷3,5	3,5÷4,0	4,0÷4,5	4,5÷5,0	5,0÷5,5	5,5÷6,0	6,0÷6,5	
10	1.22	1.22	1.85	1.19	0.56	0.13	0.02								6.19
20	1.40	1.69	1.29	0.37	0.08	0.03	0.01								4.88
30	1.33	1.67	0.93	0.21	0.07										4.21
40	1.24	1.48	0.38	0.08	0.03	0.01									3.22
50	1.18	1.31	0.30	0.05	0.01	0.03	0.01	0.01							2.90
60	1.19	0.99	0.17	0.01	0.02	0.04									2.43
70	1.02	0.59	0.10	0.01	0.01	0.01									1.73
80	1.26	0.64	0.05	0.04	0.02	0.00	0.01	0.01							2.02
90	1.41	0.42	0.16	0.01	0.03	0.01	0.00								2.04
100	1.44	0.44	0.08	0.04	0.01	0.03	0.00								2.04
110	1.37	0.44	0.11	0.08	0.02	0.01									2.02
120	1.47	0.79	0.26	0.19	0.08	0.08									2.87
130	2.59	1.12	0.80	0.40	0.22	0.13	0.02	0.01							5.29
140	3.01	1.40	0.93	0.84	0.45	0.28	0.07	0.03							7.01
150	3.00	1.81	1.21	0.84	0.33	0.10	0.07	0.01							7.38
160	3.78	2.32	1.52	0.64	0.23	0.08									8.56
170	4.19	3.82	2.09	0.59	0.09	0.02	0.01								10.80
180	3.63	4.38	2.51	0.38	0.08										10.97
190	2.11	2.87	1.74	0.23	0.02	0.03									7.00
200	0.55	1.14	0.61	0.11	0.02										2.42
210	0.17	0.27	0.17												0.62
220	0.04	0.04	0.09	0.01											0.17
230	0.01	0.03	0.02												0.08
240	0.03	0.01													0.04
250	0.01	0.01													0.02
260	0.04	0.01													0.05
270	0.00	0.01													0.01
280	0.01	0.02													0.03
290	0.00	0.00	0.01												0.01
300	0.01	0.02													0.03
310	0.01														0.01
320	0.01	0.05	0.01												0.07
330	0.11	0.03													0.13
340	0.06	0.01													0.07
350	0.10	0.11	0.05	0.05	0.03	0.03	0.01								0.37
360	0.48	0.41	0.56	0.41	0.32	0.18	0.03								2.40
TOT.	39.47	31.56	18.00	6.77	2.70	1.19	0.25	0.07							100.00
Tot. cumul.	71.02	89.02	95.78	98.49	99.68	99.93	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Numero di eventi validi : 10390

DEPOSITO COSTIERO GNL NEL COMUNE DI CROTONE  
 RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

**Tabella 4** - Clima primaverile alla boa ondometrica di Crotone: eventi di moto ondoso triorari classificati per altezza e direzione (periodo 1 luglio 1989-30 giugno 2007).

Distribuzione percentuale degli eventi ondosi, per classi di Hs e direzione di provenienza. ESTATE

DIR (°N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)														TOT.	
	<2.5	2.5÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5		>=6.5
10	2.34	2.52	2.84	1.64	0.30	0.03										9.67
20	2.51	3.03	2.58	0.57	0.06	0.02	0.01									8.77
30	2.77	2.91	1.17	0.18	0.01											7.04
40	2.52	2.57	0.41	0.05	0.06											5.60
50	2.58	1.98	0.20	0.01	0.01											4.77
60	2.49	1.47	0.11	0.03	0.02											4.12
70	2.14	0.87	0.10	0.10	0.03	0.04										3.28
80	2.00	0.64	0.11	0.04	0.03											2.82
90	1.59	0.42	0.05	0.03	0.02	0.00										2.10
100	1.82	0.46	0.09	0.07	0.03	0.00										2.48
110	1.68	0.41	0.18	0.06	0.04	0.02										2.38
120	1.56	0.43	0.14	0.04	0.06	0.02	0.01									2.25
130	1.71	0.46	0.15	0.06	0.02	0.02	0.05	0.02	0.02							2.49
140	1.73	0.58	0.27	0.06	0.06	0.01	0.03	0.01								2.74
150	2.23	0.93	0.36	0.10	0.03	0.02	0.02									3.69
160	2.79	1.38	0.54	0.30	0.02	0.04										5.07
170	3.52	1.92	0.72	0.33	0.06											6.55
180	3.69	3.49	1.37	0.41	0.04											9.00
190	2.47	3.08	1.37	0.27												7.19
200	0.98	1.27	0.55	0.14	0.01											2.95
210	0.27	0.29	0.15													0.70
220	0.12	0.10	0.02	0.01												0.25
230	0.05	0.04	0.01													0.09
240	0.02	0.05	0.01													0.07
250	0.04	0.01														0.05
260	0.03	0.01	0.01													0.05
270	0.00	0.02	0.01													0.03
280	0.01															0.01
290	0.00	0.00	0.01													0.01
300	0.00	0.02														0.02
310	0.03	0.04														0.06
320	0.04	0.02	0.01													0.06
330	0.03	0.03	0.01													0.06
340	0.06	0.03	0.02													0.10
350	0.14	0.12	0.11	0.05												0.42
360	0.55	0.68	0.87	0.66	0.28	0.02										3.07
TOT.	46.49	32.25	14.54	5.21	1.14	0.22	0.11	0.03	0.02							100.00
Tot. cumul.	78.74	93.28	98.49	99.62	99.84	99.95	99.98	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

Numero di eventi validi : 10828

DEPOSITO COSTIERO GNL NEL COMUNE DI CROTONE  
 RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

**Tabella 5** - Clima autunnale alla boa ondometrica di Crotona: eventi di moto ondosu trionari classificati per altezza e direzione (periodo 1 luglio 1989-30 giugno 2007).

Distribuzione percentuale degli eventi ondosu, per classi di Hs e direzione di provenienza. AUTUNNO

DIR (*N)	CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)														TOT.	
	<.25	.25÷0.5	0.5÷1.0	1.0÷1.5	1.5÷2.0	2.0÷2.5	2.5÷3.0	3.0÷3.5	3.5÷4.0	4.0÷4.5	4.5÷5.0	5.0÷5.5	5.5÷6.0	6.0÷6.5		>=6.5
10	1.60	0.33	1.20	2.14	1.16	0.67	0.25	0.04	0.04							7.41
20	1.38	0.56	2.02	1.45	0.51	0.27	0.03									6.23
30	0.95	1.09	1.62	0.66	0.25	0.08	0.02									4.66
40	0.89	1.14	0.98	0.34	0.22	0.02	0.01									3.60
50	0.86	1.06	0.57	0.25	0.06	0.02	0.01	0.01								2.84
60	0.89	0.88	0.54	0.24	0.06	0.03										2.64
70	0.81	0.74	0.34	0.15	0.13	0.03	0.03									2.23
80	0.87	0.66	0.28	0.17	0.13	0.08										2.19
90	0.98	0.71	0.47	0.29	0.11	0.05	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02					2.65
100	1.16	0.68	0.44	0.26	0.25	0.07	0.01	0.03	0.03	0.00						2.93
110	0.97	0.73	0.51	0.31	0.11	0.11	0.04	0.03	0.01							2.81
120	1.06	0.86	0.56	0.31	0.23	0.25	0.15	0.11	0.09	0.02	0.02	0.01				3.66
130	1.57	0.94	0.79	0.44	0.28	0.26	0.25	0.18	0.12	0.11	0.08	0.02	0.02			5.06
140	1.71	0.91	0.94	0.71	0.37	0.28	0.24	0.13	0.09	0.03	0.01					5.41
150	1.87	1.33	1.26	1.20	0.66	0.32	0.31	0.10	0.05	0.01						7.12
160	2.78	1.57	1.90	1.28	0.62	0.23	0.08	0.03	0.00	0.01						8.60
170	2.21	1.70	2.19	1.76	0.81	0.11	0.03	0.00	0.01	0.00	0.02					8.83
180	2.25	1.66	2.92	1.96	0.84	0.05	0.01									9.69
190	1.04	1.37	1.64	1.08	0.21	0.07	0.02									5.42
200	0.35	0.78	0.63	0.29	0.03											2.09
210	0.02	0.25	0.25	0.04												0.56
220	0.01	0.00	0.02													0.03
230	0.01	0.01	0.00	0.01												0.03
240	0.00	0.00	0.01													0.01
250																
260	0.01	0.01	0.01													0.03
270	0.00	0.02	0.04	0.03												0.09
280	0.02															0.02
290																
300	0.04	0.01														0.05
310	0.02	0.01														0.03
320	0.02	0.01														0.03
330	0.03	0.01														0.04
340	0.09	0.04	0.00	0.01												0.14
350	0.08	0.05	0.04	0.03	0.03	0.06										0.28
360	0.44	0.15	0.32	0.54	0.49	0.36	0.23	0.12	0.05	0.01						2.71
TOT.	27.00	20.26	22.49	15.95	7.54	3.41	1.70	0.77	0.49	0.19	0.15	0.03	0.02			100.00
Tot. cumul.		47.25	69.75	85.70	93.24	96.66	98.35	99.13	99.62	99.80	99.95	99.98	100.00	100.00	100.00	

Numero di eventi validi : 10198

**Tabella 6** - Boa ondametrica di Crotone: Ripartizione del numero di stati di mare per classi di HS eTP

Hs (m)	CLASSI DI PERIODO DI PICCO T <sub>p</sub> (s)							Tot.
	(T <sub>p</sub> <4)	(4<T <sub>p</sub> < 6)	(6<T <sub>p</sub> <8)	(8<T <sub>p</sub> <10)	(10<T <sub>p</sub> <12)	12<T <sub>p</sub> <14)	(14<T <sub>p</sub> )	
<0.25	7.845	7.412	1.542	0.260	0.028	0.006	0.517	17.611
0.25÷0.75	15.338	23.423	7.030	0.906	0.125	0.004	1.034	47.860
0.75÷1.25	0.712	10.503	6.545	1.066	0.019		0.041	18.887
1.25÷1.75	0.004	3.203	4.073	1.363	0.058			8.702
1.75÷2.25		0.508	2.128	1.071	0.147	0.002	0.002	3.859
2.25÷2.75		0.022	0.833	0.660	0.154		0.004	1.672
2.75÷3.25			0.249	0.361	0.151		0.002	0.764
3.25÷3.75			0.080	0.147	0.134	0.004		0.366
3.75÷4.25			0.002	0.054	0.093		0.002	0.151
4.25÷4.75			0.006	0.015	0.063	0.004		0.089
4.75÷5.25				0.004	0.024			0.028
>5.25				0.002	0.011			0.013
<b>Tot.</b>	<b>23.90</b>	<b>45.07</b>	<b>22.49</b>	<b>5.91</b>	<b>1.01</b>	<b>0.02</b>	<b>1.60</b>	<b>100.00</b>

### 3. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO

L'impianto sarà composto da 7 macro zone: un'area carico e scarico del GNL con bracci di carico localizzata nel Terminale Off-Shore a circa 4.470 metri di distanza dal Deposito costiero, in cui sono presenti i bracci di carico e scarico del GNL dalle navi, area stoccaggio e pompaggio GNL in cui sono localizzati serbatoi e pompe criogeniche, area vaporizzatori, area baie di carico delle autocisterne, area gestione BOG, area torcia e infine area di analizzazione, filtrazione, misura e odorizzazione del gas metano.

Il Deposito (a terra) avrà una capacità complessiva geometrica di 22.068 m<sup>3</sup> complessivi di GNL, ottenuta mediante una soluzione modulare costituita da n. 18 serbatoi del tipo "Full Containment". I serbatoi avranno una capacità nominale di stoccaggio di 22.068 mc di GNL (1.226 mc per serbatoio) la capacità effettiva sarà invece inferiore 19.872 mc (90% di riempimento totale),

La capacità di movimentazione del Deposito è pari a 1.440.000 mc di GNL/anno.

Nel caso in esame l'entità dello stoccaggio dell'impianto è pari a 20.000 m<sup>3</sup>, corrispondenti a 9.600 tonnellate (considerando una massa volumetrica pari a 483 kg/m<sup>3</sup>), il Deposito ricade nel campo di applicazione del D.Lgs. 105 del 29 luglio 2015 (Attuazione della Direttiva 2012/18/UE relativa al controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose), in quanto supera il limite di soglia di 200 tonnellate, quale stabilimento di soglia superiore.

È pertanto soggetto alla procedura di cui all'art. 16 del D.Lgs. 105/2015, cioè all'ottenimento di nulla osta di fattibilità (NOF) del Comitato Tecnico Regionale della Calabria prima dell'inizio della costruzione, previa presentazione di un rapporto preliminare di sicurezza (RPS), e del parere tecnico conclusivo sul rapporto definitivo di sicurezza, prima dell'inizio dell'attività.

L'impianto nel suo complesso è concettualmente suddiviso in sintesi nelle seguenti aree funzionali:

- **Area Terminale Off-Shore** ovvero area di attracco navi metaniere e bettoline attrezzata per operazioni di carico-scarico e per il trasferimento del GNL da nave metaniera a stoccaggio e da stoccaggio verso

bettoline; In Terminale saranno presenti le infrastrutture e i dispositivi per l'ormeggio delle metaniere / bettoline e tutti i dispositivi e le apparecchiature necessarie per il corretto trasferimento e la misurazione del GNL e del BOG (boil off gas) durante il trasferimento;

- **Area di interconnessione fra Terminale e area stoccaggio;** all'interno di una trincea a terra e a mare, saranno posizionate le tubazioni criogeniche per il collegamento dell'area di attracco nave al terminal e tutti i sistemi ausiliari per il corretto funzionamento e gestione;
- **Area Deposito** vero e proprio con serbatoi di stoccaggio del GNL e tutti i dispositivi accessori ed ausiliari necessari alla loro corretta gestione, una zona vaporizzatori ad aria e gestione BOG, una zona con motori a combustione interna, fabbricato con uffici-sala controllo per la supervisione e la gestione del Deposito, zona vaporizzatori, pensilina carico ATC, odorizzazione, misura fiscale, nonché il sistema di raccolta scarichi di emergenza (torcia di emergenza).

Di seguito si riportano le planimetrie generali del Deposito e del Terminale Off-Shore.

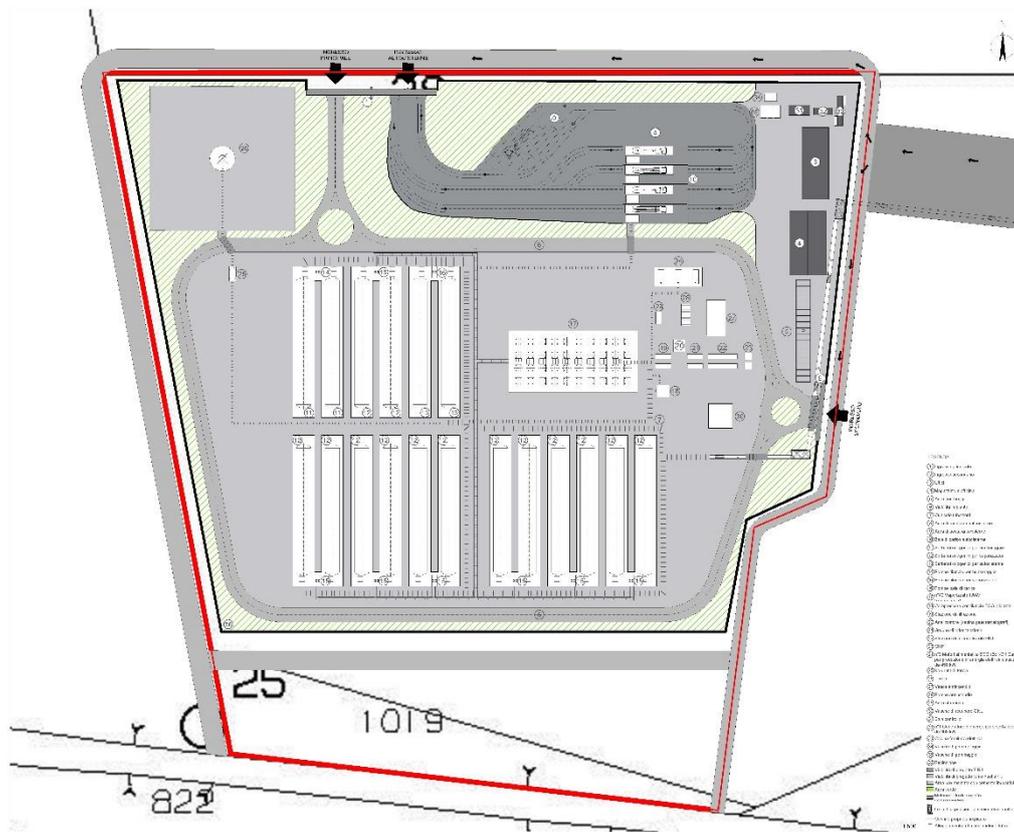
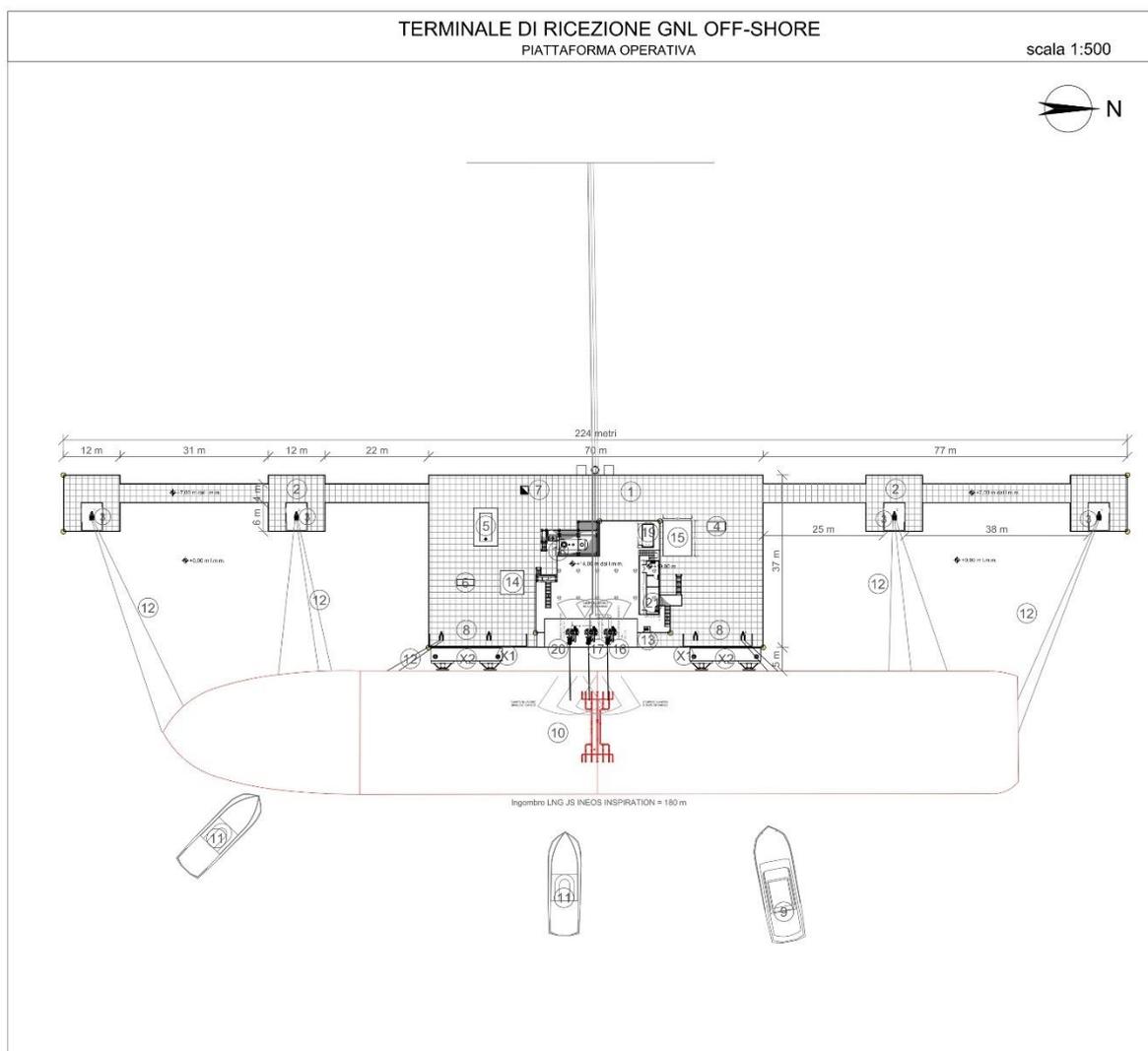


Figura 14 – Planimetria generale del Deposito

DEPOSITO COSTIERO GNL NEL COMUNE DI CROTONE  
 RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA



**Figura 15** – Planimetria generale del Terminale Off-Shore

**3.1. INFORMAZIONI RELATIVE ALLE SOSTANZE UTILIZZATE**

Le quantità massime effettive presenti in impianto delle sostanze elencate all'Allegato I del D.Lgs. 105/2015 sono riportate nella tabella seguente:

Sostanza	Nome Sostanza	D.Lgs. 105/2015		Quantità prevista [t]
		Colonna 2 [t]	Colonna 3 [t]	
18. Gas liquefatti infiammabili, categoria 1 o 2 (compreso GPL e Gas Naturale)	Gas Naturale Liquefatto (GNL)	50	200	10000
34. Prodotti petroliferi e combustibili alternativi	Gasolio	2500	25000	Inferiore a 5 tonn ovvero trascurabile in fase di NOF (< 2% limiti)

Sulla base dei quantitativi sopra riportati il DEPOSITO ricade sotto gli obblighi dell'art. 16 del D.Lgs.

105/2015 (oltre che degli articoli 13 e 14 dello stesso) per il superamento dei limiti previsti per la sostanza specificata al punto n.18. Gas liquefatti infiammabili..., della parte 2 dell'Allegato 1.

### **3.2. BRACCI DI CARICO GNL E BOG**

(Rif. Elaborato P\_03\_PL\_06\_TOS\_R03)

Il Terminale Off-Shore sarà dotato di braccio di carico e scarico del GNL. Lo scarico avrà ovviamente la funzione di portare il GNL al Deposito a terra. Le funzioni di carico invece saranno base per la creazione di un punto di bunkeraggio navale per il GNL.

La struttura principale di ormeggio e scarico delle metaniere costituente la piattaforma operativa di scarico del Terminale off-shore, posta ad una distanza di 5 m dalla linea di accosto, verrà realizzata in modo tale da essere strutturalmente indipendente dalle opere di accosto e ormeggio metaniere così che la nave non possa trasmetterle azioni.

La piattaforma di scarico è formata da due piani:

- piano inferiore, avente dimensioni in pianta di 70×37 m corredata da ponticelli di ormeggio di dimensioni cadauno di 76 × 12, posto ad una quota di +7.00 m sul l.m.m. così da assicurare un franco di 0.5 m tra la cresta dell'onda massima e l'intradosso delle travi dell'impalcato;
- piano superiore, avente dimensioni in pianta 23.8×28.5 m, posto ad una quota di +14.00 sul l.m.m. e raggiungibile per mezzo di tre scale a struttura metallica.

Il piano inferiore della piattaforma di scarico, direttamente collegato a terra tramite il cunicolo marino criogenico (all'interno del quale vi saranno le condotte del GNL e del ritorno vapori in arrivo alla piattaforma, le condotte antincendio, il corrugato per il passaggio di cavi elettrici e di segnale e la tubazione criogenica per bunkeraggio navale del GNL) ospita i ponticelli di ormeggio, ganci a scocco, motore alimentato a BOG, generatore di emergenza, cabina fornitura elettrica, vasca di raccolta GNL.

Sul piano superiore sono posti:

- n.1 braccio di carico per il trasferimento del prodotto liquido GNL, avente diametro di 12”;
- n.1 braccio di carico per il ritorno della fase vapore, avente diametro di 6”;
- n.1 braccio di carico ibrido da 12”.

Sarà presente un braccio di carico ibrido da 12” di riserva in caso di indisponibilità di uno dei due normalmente operativi.

Tale livello ospita inoltre le seguenti strutture:

- sala controllo da cui è visibile il manifold nave comprendente:
- pannello di controllo dei bracci di scarico e la relativa strumentazione;
- il sistema di comando sgancio di emergenza e sistema di monitoraggio sforzo sui cavi di ormeggio relativo ai ganci a scocco;
- telecomando monitori antincendio;
- sistemi antincendio;
- luci di segnalazione;

- sala strumenti;
- Ko-drum vapore di ritorno.

Sul piano superiore della piattaforma è collocato un cordolo in c.a. per delimitare l'area di pertinenza dei bracci di scarico. Tale area verrà inoltre realizzata, per mezzo di uno strato di finitura superiore in calcestruzzo, con una pendenza media di 1 su 100 in modo tale da convogliare eventuali perdite di GNL dai bracci di carico verso il perimetro e permettere lo scolo dell'acqua piovana.

Inoltre sulla piattaforma inferiore, parallelamente alla linea di accosto, è posto un canale di raccolta del GNL largo 3 m così da raccogliere eventuali rilasci di GNL dai bracci di scarico ed evitare che si riversino in mare.

### **3.3. LINEE DI TRASFERIMENTO DEL GNL**

(Rif. Elaborato P\_03\_PL\_07\_TUB\_R02)

Il GNL verrà trasportato dal Terminale Off-Shore al Deposito a terra tramite tubazioni criogeniche (VIP). Queste verranno alloggiate in una trincea interrata sia nel tratto terrestre che in quello marino. All'interno della trincea a terra verranno posizionate le tubazioni per il GNL per il carico dei serbatoi, quelle per il BOG e quelle per il bunkeraggio, inoltre sarà presente la tubazione per la linea di spurgo direttamente connessa alla torcia. Verranno predisposti dei corrugati per il passaggio delle linee elettriche e cavi di segnale per la trasmissione dei dati di processo.

### **3.4. SERBATOI DI STOCCAGGIO GNL**

(Rif. Elaborato P\_03\_PL\_05\_STO\_R02)

I serbatoi saranno del tipo "*full containment*", come indicato al *cap.6.3* della norma *UNI EN 1473 (Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto (GNL) – Progettazione delle installazioni di terra)*, quindi composti da due gusci in acciaio austenitico e resiliente criogenico. I serbatoi saranno 18, disposti in 3 gruppi da 6, posizionati con l'asse maggiore parallelo, ad una distanza tra un serbatoio e l'altro di 6 m. Il volume complessivo dei 18 serbatoi è pari a 22.068 mc.

Il singolo serbatoio avrà un volume pari a 1.226 mc. I serbatoi saranno dotati di valvole di intercettazione e collegati a due a due al sistema di pompaggio per il rilancio del GNL verso: vaporizzatori, baie di carico e bracci di carico in Terminale Off-Shore.

#### **3.4.1. APPROVVIGIONAMENTO DEI MATERIALI E FABBRICAZIONE**

La sezione afferente lo Stoccaggio: consta di diciotto serbatoi cilindrici orizzontali, ognuno con una capacità di circa 1.226 m<sup>3</sup>, in cui il gas viene mantenuto ad una temperatura di circa -160 °C e ad una pressione poco superiore a quella atmosferica.

A riguardo le attività di approvvigionamento dei materiali per la realizzazione dei serbatoi, così come le attività di post ordine, ispezione e trasporto, saranno eseguite da un team dedicato facente parte rispettivamente del dipartimento di Procurement e Post ordine dislocato presso la sede Saipem di San Donato Milanese. (Rif. Piano esecutivo del 7 giugno 2019 Saipem)

La società Ionio Fuel prevede di far effettuare la fabbricazione dei 18 serbatoi criogenici alla SAIPEM SPA nel cantiere di Arbatax (NU) situato nel Comune di Tortolì all'interno del porto di Arbatax, nella parte Est della Sardegna. Il cantiere suddetto è attrezzato per fornire la completa fabbricazione, il collaudo, la verniciatura, l'isolamento termico e la messa in servizio di qualsiasi tipo di struttura in acciaio dal materiale grezzo al prodotto finale.

Al fine di massimizzare gli obiettivi di sicurezza, qualità ed efficienza, la sequenza di costruzione sarà basata sul principio di massimizzare quanto il più possibile l'esecuzione dei lavori di prefabbricazione, assiemaggio e montaggio a terra.

Per questa ragione la struttura verrà divisa in porzioni elementari che potranno essere facilmente trasportati e assiemati a terra.

Per il sollevamento di elementi di grandi dimensioni (superiori alle 35 tonnellate), verranno realizzate delle analisi strutturali e di sollevamento su modelli matematici tridimensionali che includano tutte le strutture e i carichi in gioco. Si prevederà inoltre l'applicazione della perlite di isolamento.

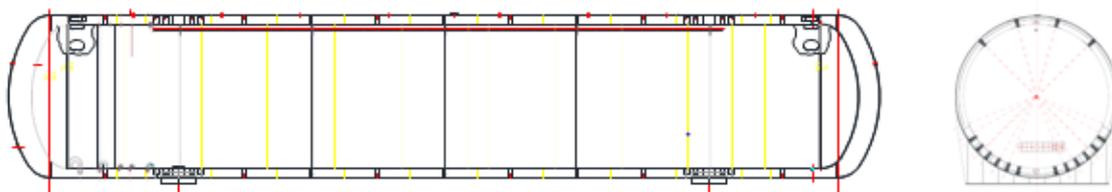
### 3.4.2. LOGISTICA E TRASPORTO DEI SERBATOI CRIOGENICI

La tabella sottostante mostra la volumetria dei n.18 serbatoi così come da progetto.

	Singolo serbatoio (mc)	18 serbatoi (mc)	% Volume geometrico
Volume geometrico interno	1.226	22.068	100%
Volume utile (90%)	1.103	19.861	90%
Capacità tecnica	1.042	18.756	85%

Di seguito i dati tecnici per il trasporto dei 18 serbatoi criogenici.

DIMENSIONI E PESO: N.1 SERBATOIO CRIOGENICO	
Peso di trasporto (tonnellate)	370
Ingombro esterno totale L/D (m)	39,5/7,4 (7,7 altezza)



Il trasporto dei serbatoi sarà effettuato dal cantiere di Arbatax (NU) al Porto di Crotone. Ciò avverrà attraverso l'utilizzo di bettoline di classe 300 piedi mediante 5 trasporti marittimi. Le bettoline che si utilizzeranno

saranno in grado di trasportare fino a 4 serbatoi per singolo viaggio.

A tal proposito, di grande rilevanza per il traffico commerciale è senza dubbio il Porto di Crotone (sebbene l'infrastruttura di progetto è esterna alla perimetrazione del Porto di Crotone), il quale si divide in due bacini distinti, non comunicanti tra loro. Il minore, situato nella zona est/sud-est della città, è più antico ed è denominato Porto Vecchio; il principale, situato nella zona nord della città, è denominato Porto Nuovo. Il Porto Vecchio, per i suoi bassi fondali e l'entrata difficoltosa, accoglie prevalentemente unità da diporto e pescherecci della locale marineria da pesca; il Porto Nuovo presenta un'imboccatura ben protetta da tutti i venti ed è adibito al traffico commerciale. L'accesso al Porto avviene sia mediante la S.S. 106 Ionica, sia mediante la S.S. 107. La società Ionio Fuel per il trasferimento dei serbatoi così come da progetto ha previsto oltre all'utilizzo del Porto di Crotone via mare, l'utilizzo della SS 107 per il trasporto sino al sito di impianto.

### **3.5. VAPORIZZATORI PER LA RIGASSIFICAZIONE DEL GNL**

(Rif. Elaborato P\_08\_PC\_02\_VAP\_R02)

Il Deposito avrà una capacità di rigassificazione di 100.000 mc/h. Ottenuta da una massimo di 20 vaporizzatori in funzione (lavorano alternati 20 a 20). I vaporizzatori aria ambiente AAV (Ambient Air Vaporizer) avranno una capacità di circa 5.000 mc/h ciascuno. Nell'ipotesi di 4 operazioni di scarico di GNL al mese da parte della Coral Methane (15.000 mc) la potenzialità di rigassificazione è pari a 432 milioni di metri cubi all'anno. Incrementando gli approdi a 8 al mese si raggiunge invece una capacità di 864 milioni di metri cubi all'anno. I vaporizzatori saranno dei parallelepipedi con pianta rettangolare, con un telaio in alluminio, nel quale sono attestati i tubi di acciaio, disposti a serpentina, che trasportano il GNL in pressione. Il calore dell'aria a temperatura ambiente verrà così ceduto al GNL per facilitarne l'ebollizione e raggiungere lo stato gassoso.

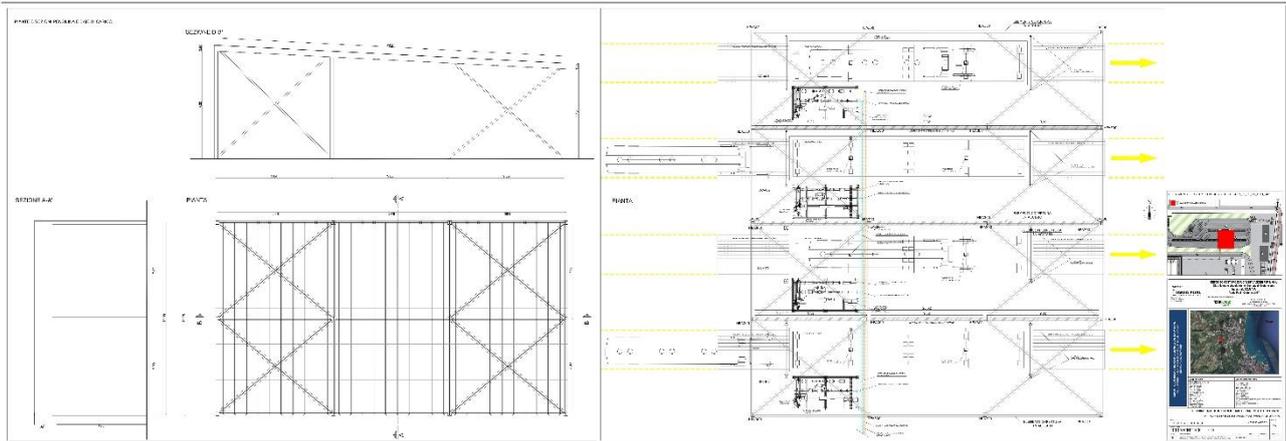
### **3.6. BAIE DI CARICO AUTOCISTERNE**

(Rif. Elaborato P\_04\_PD\_03\_BAI\_R01)

Al fine di raggiungere altre zone della Calabria che non saranno allacciate alla rete di trasporto regionale o a quella dell'area vasta di Crotone, verrà predisposta una zona denominata "*Baie di Carico*" in cui le autocisterne criogeniche potranno effettuare il rifornimento. Vi saranno quattro serbatoi dedicati a tale servizio e quattro pompe a funzionamento alternato.

Le rampe di carico delle autocisterne saranno separate da una serie di muri in cemento armato che si estendono per tutta la lunghezza delle stesse, I 3 muri in c.a., con spessore 30 cm, altezza 4m, e lunghezza 9.30, ciascuno, che andranno posizionati nella campata centrale delle pensiline di carico.

Ogni muro si estenderà tra i pilastri formati dalle travi HEA 300 che compongono la struttura portante della pensilina delle baie di carico. I muri avranno la funzione di impedire che qualsiasi tipo di fuori uscita di GNL/BOG possa creare pericoli per gli operatori della baia di carico adiacente. (Rif. Elaborato P\_04\_PD\_03\_BAI\_R01).



**Figura 16** - Elaborato P\_04\_PD\_03\_BAI\_R01 Baie di carico autocisterne

### 3.7. SISTEMI PER L'IMMISSIONE DEL GAS METANO NELLA RETE DI TRASPORTO

Il Gas naturale prima di essere immesso nella rete di trasporto dovrà attraversare lo “Skid” di filtrazione. Dopo la filtrazione verrà prelevato un campione per l’analisi che verrà effettuata nella “*Cabina Cromatografi*”. Successivamente verrà odorizzato ed immesso in rete.

L’odorizzazione non verrà fatta nel caso di immissione nel metanodotto regionale. Difatti, in tali casi, tale operazione viene normalmente fatta nelle cabine “*Remi*” a cura della società di trasporto.

Dopo l’odorizzazione si passa alla fase di misura fiscale, per la contabilizzazione dei volumi di metano immessa in rete. Infine si sono previsti dei gruppi di riduzione finale (GRF), per ottimizzare la pressione del gas prima della immissione nel metanodotto.

Si ricorda che la pressione del metanodotto potrà variare sensibilmente da 40 a 70 bar in funzione delle scelte della società di trasporto legate alle portate di punta stagionali.

### 3.8. SISTEMA DI GESTIONE BOG

Il BOG è il gas che viene prodotto dal riscaldamento del GNL nelle fasi di travaso e di trasporto, nonché naturalmente all’interno dei tubazioni. Nei serbatoi di stoccaggio, il BOG aumenta la pressione interna, e quindi deve essere gestito nel modo corretto.

Il BOG in prima analisi sarà compresso e immesso in rete, oppure usato come combustibile per i motori alimentati a combustione interna, per produrre l’energia elettrica necessaria per il funzionamento nel Deposito.

Il Deposito è progettato per riutilizzare interamente il BOG prodotto, con l’obiettivo di non convogliare mai il BOG fino alla torcia, che entrerà in funzione solo in casi di emergenza.

## 4. DESCRIZIONE DEL FUNZIONAMENTO

(Rif. Elaborato P\_03\_PL\_08\_APP\_R02)

L’area scelta per l’installazione del nuovo Deposito ricade all’interno della zona destinata alle attività industriali del Consorzio Regionale per lo Sviluppo delle Attività Produttive della Regione Calabria (C.O.R.A.P.). Il Piano Regolatore Industriale prevede che l’area interessata dall’intervento (P.lla n.1015 (parte)

del FG n.25 ricade in **Zona “A” - AREE PER ATTIVITÀ PRODUTTIVE** (industriali ed artigianali).

Il sito è localizzato a Nord rispetto al Centro della città di Crotone (dista circa 4,5 km), in area attualmente sgombra da qualsiasi tipo di attività, il Terminale identificato per lo scarico del GNL con le metaniere, sarà localizzato a circa 2,4 km dalla costa ionica e lo stesso dista circa 2 Km dal Porto Nuovo di Crotone sito a Nord della città.

Dopo l'attracco della metaniera verranno avviate le procedure di scarico del GNL mediante i bracci di carico (GNL e BOG).

Il GNL verrà immesso a 5 bar di pressione, nelle condotte criogeniche di trasporto, dalle pompe interne della nave e sarà stoccato all'interno di 18 serbatoi.

Successivamente verrà inviato ai vaporizzatori (40 in totale) tramite pompe di rilancio, a seconda delle richieste della rete. Dopo la vaporizzazione potrà essere immesso nelle reti passando per la stazione di misura fiscale e odorizzazione. Contemporaneamente alla vaporizzazione sarà possibile inviare GNL alle baie di carico per il rifornimento delle autocisterne e al Terminale per il rifornimento delle navi (bunkeraggio). Infatti 4 dei 18 serbatoi saranno dedicati al rifornimento delle baie di carico e 2 al bunkeraggio navale. Per evitare lo scarico in atmosfera i gas prodotti per evaporazione (BOG), saranno inviati al sistema di gestione BOG che provvederà a immetterli nella rete di trasporto.

Qualora l'immissione in rete non sia sufficiente a smaltire il BOG, questo verrà convogliato in un sistema costituito da 3 Motori a Combustione Interna (3x50%) dedicati alla produzione di energia elettrica per gli autoconsumi d'impianto. E' prevista infine una torcia connessa ad un separatore per la raccolta della fase liquida del BOG che verrà azionata solamente in casi d'emergenza.

Oltre ai motori per la produzione di energia, il servizio di emergenza sarà assicurato da un gruppo elettrogeno alimentato a gasolio di potenza pari a 900 kW. Un allaccio alla rete elettrica nazionale in media tensione, è previsto a sola copertura delle utenze essenziali fino a massimo 1400kW.

L'adduzione di acqua industriale e potabile avverrà mediante attacco alla rete presente nell'area industriale e le riserve saranno garantite dall'accumulo di serbatoi appositi in impianto. Le acque di prima pioggia saranno convogliate alle unità di trattamento e successivamente riversate nella rete di acque bianche presente. Nell'area del Deposito saranno costruiti i fabbricati per gli uffici del personale, per ospitare la sala controllo dell'area stoccaggio, per le operazioni di manutenzione e di officina.

Le componenti più semplici verranno verosimilmente installate all'interno di manufatti prefabbricati. L'impianto sarà dotato di sistemi di sicurezza, di sorveglianza con telecamere, e di un'adeguata recinzione antintrusione secondo le normative vigenti.

#### **4.1. DATI TECNICI DI OPERATIVITÀ**

Il progetto prevede l'arrivo di navi gasiere di piccola taglia (circa da 15.000 metri cubi) che ormeggeranno presso il Terminale dedicato, e trasferiranno ai serbatoi il GNL attraverso bracci di carico da 12”.

La durata prevista per le operazioni di ormeggio, scarico e disormeggio, è di circa 15 ore complessive, di cui circa 12 ore per il trasferimento del prodotto e il tempo restante per l'esecuzione delle procedure di connessione ai bracci, delle verifiche di sicurezza, della inertizzazione delle linee ed infine di disormeggio.

Il Deposito è progettato per operare secondo quattro principali modalità:

- Operazioni di scarico metaniere;
- Vaporizzazione
- Gestione del BOG (Rete - MCI -Torcia)
- Operazioni di carico autocisterne;
- Operazioni di bunkeraggio

Le operazioni di carico autocisterne potranno essere eseguite simultaneamente alle operazioni di scarico metaniere o bunkeraggio.

Il ricircolo, per il mantenimento della temperature nelle linee di trasferimento nave/serbatoi, sarà attivato tipicamente poco prima delle operazioni di scarico/carico. La stessa procedura verrà applicata anche per le linee di GNL verso le baie di carico autocisterne.

I valori di portata e pressione di progetto sono i seguenti:

**Tabella 7** - Valori principali di portata e pressione

Direzione del flusso	Portata	Pressione
	mc/h	BAR
<b>GN (metano) in uscita dal Vaporizzatore</b>	<b>5.000</b>	<b>5-70</b>
<b>GNL da Terminale ai serbatoi</b>	<b>1.000</b>	<b>5</b>
<b>GNL da serbatoi per bunkeraggio navale</b>	<b>250</b>	<b>5</b>
<b>GNL per baie di carico autocisterne</b>	<b>60</b>	<b>8</b>
<b>BOG a sistema Torcia</b>	<b>37281 Kg/h</b>	<b>8</b>

Nel dettaglio all'inizio e alla fine delle operazioni di carico e scarico delle navi e di carico delle autocisterne avremo:

**Tabella 8** - Valori di portata e pressione durante le operazioni di carico e scarico

		Carico Autocisterne Criogeniche	Bunkeraggio	Scarico/Carico LNG Carrier	
				Inizio	Fine
Pressione serbatoi metaniera	barg	-	-	3	3
Temperatura GNL serbatoi metaniera	°C	-	-	-145	145,9
Temperatura del vapore serbatoi metaniera	°C	-	-	-145,8	-145,8
Pressione operativa serbatoi bettolina	barg	-	3	-	-
Temperatura del vapore serbatoi bettolina	°C	-	(equilibrio)	(equilibrio)	(equilibrio)
Pressione operativa serbatoi a terra	barg	0/6	2,5	3,25	3,5
Temperatura del vapore serbatoi a terra	°C	(equilibrio)	(equilibrio)	(equilibrio)	(equilibrio)

DEPOSITO COSTIERO GNL NEL COMUNE DI CROTONE  
RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

Pressione operativa serbatoi autocisterne	barg	6/4	-	-	-
Temperatura del vapore serbatoi autocisterne	°C	(equilibrio)	-	-	-

## 5. APPROVVIGIONAMENTO DEL GNL

### 5.1. CARATTERISTICHE GNL

Saranno assunte le seguenti composizioni di riferimento del GNL che verranno ricevute dal terminale: leggero (minimo peso molecolare); pesante (massimo peso molecolare). La tabella seguente riporta le caratteristiche e la composizione di riferimento per i due casi:

**Tabella 9** - Composizione del GNL

	<b>Leggero</b>	<b>Pesante</b>
Metano % vol:	90,9	82,58
Etano % vol	6,43	12,62
Propano % vol	1,66	3,56
i-Butano % vol	0,74	0,65
Azoto % vol	0,27	0,59
Ossigeno % vol	0	0
Acqua % vol	0	0
Peso molecolare kg/kmol	17,75	19,16
PCI MJ/kg	49,29	48,72
Densità liquido (1) kg/m <sup>3</sup>	456,9	483,26
Temperatura °C	-161,6	-162,1

### 5.2. CARATTERISTICHE NAVI PER APPROVVIGIONAMENTO E DISTRIBUZIONE GNL

L'approvvigionamento di GNL al Deposito verrà garantito tramite navi gasiere di piccola taglia (mini LNG Carriers) aventi caratteristiche analoghe a quelle di capacità comprese tra i 7,500 e i 27,500 m<sup>3</sup> utilizzate come riferimento per la progettazione.

La distribuzione sarà effettuata attraverso bettoline aventi caratteristiche analoghe a quelle di navi di piccola taglia da circa 1,000-2,000 m<sup>3</sup> utilizzate come riferimento per la progettazione.

Di seguito sono riportati i dati principali delle due navi considerate rappresentative ai fini dello sviluppo del progetto, la selezione definitiva delle navi impiegate sarà effettuata nella fase esecutiva del progetto:

- Approvvigionamento: Coral Methane avente capacità di 7.500 m<sup>3</sup> e nave JS Inspiration Ineos di capacità pari a 27,500 m<sup>3</sup>;
- Distribuzione: Pioneer Knutsen avente capacità di 1.000 m<sup>3</sup>.

Si anticipa che ai fini del dimensionamento del sistema di ormeggio, si è fatto riferimento ad imbarcazioni per la distribuzione del GNL aventi capacità minima di 1,000 m<sup>3</sup>. L'effettiva capacità delle navi sarà definita in fase di più avanzata progettazione.

**Coral Methane**



**Figura 1 - Mini LNG Coral Methane**

<b>Data</b>	<b>Value</b>	<b>Unit</b>
Capacità Nominale	7.400	m <sup>3</sup>
Tipologia contenimento	Membrane	/
LOA	117.800	m
LPP	110.200	m
B	18.600	m
D	10.600	m
Dislocamento a Pieno Carico	10.842	t
Dislocamento in Zavorra	7.866	t
DWT	6.018	t
T Pieno carico	7.1	m
T Zavorra	5.5	m
Area Laterale in Zavorra	1484	m <sup>2</sup>
Area Laterale in Pieno Carico	1292	m <sup>2</sup>
Area Frontale in Zavorra	411	m <sup>2</sup>
Area Frontale in Pieno Carico	381	m <sup>2</sup>
Rateo di scarico	900	m <sup>3</sup> /h
Manifold	In compliance with latest edition of OCIMF	/
Altezza manifold (quota dal ponte principale)	2.68	m
Distanza manifold dal centro nave (proravia)	4.2	m
Numero di linee di Ormeggio	16	/
MBL	42	t
Capacità dei verricelli	31	t

**Tabella 10 - Coral Methane - dati principali**

## JS Ineos Inspiration



Figura 2 - Mini LNG JS INEOS INSPIRATION

Data	Value	Unit
Capacità Nominale	27,500	m <sup>3</sup>
Tipologia contenimento	Membrane	/
LOA	180.300	m
L <sub>PP</sub>	170.800	m
B	26.600	m
D	14.80	m
Dislocamento a Pieno Carico	32,088	t
Dislocamento in Zavorra		t
DWT	19,130	t
T Pieno carico	8.7	m
T Zavorra	6.5	m
Area Laterale in Zavorra	2,325	m <sup>2</sup>
Area Laterale in Pieno Carico	2,036	m <sup>2</sup>
Area Frontale in Zavorra	702	m <sup>2</sup>
Area Frontale in Pieno Carico	660	m <sup>2</sup>
Rateo di scarico	1,520	m <sup>3</sup> /h
Manifold	In compliance with latest edition of OCIMF	/
Altezza manifold (quota dal ponte principale)	3.00	m
Distanza manifold dal centro nave (proravia)	2.0	m
Numero di linee di Ormeggio	14	/
MBL	58.7	t

Tabella 11 - JS - dati principali

**Pioneer Knutsen**



**Foto 3 - Mini LNG Pioneer Knutsen**

<b>Data</b>	<b>Value</b>	<b>Unit</b>
Capacità Nominale	1.000	m <sup>3</sup>
Tipologia contenimento	Membrane	/
LOA	68.870	m
LPP	63.400	m
B	11.800	m
D	5.500	m
Dislocamento a Pieno Carico	1938	t
Dislocamento in Zavorra	1721	t
DWT	817	t
T Pieno carico	3.6	m
T Zavorra	3.3	m
Area Laterale in Zavorra	2700	m <sup>2</sup>
Area Laterale in Pieno Carico	2265	m <sup>2</sup>
Area Frontale in Zavorra	626	m <sup>2</sup>
Area Frontale in Pieno Carico	561	m <sup>2</sup>
Rateo di scarico	200	m <sup>3</sup> /h
Manifold	In compliance with latest edition of OCIMF	/
Altezza manifold (quota dal ponte principale)	2.56	m
Distanza manifold dal centro nave (proravia)	0.0	m
Numero di linee di Ormeaggio	10	/
MBL	30	t

**Tabella 12 – Pioneer Knutsen - dati principali**

### 5.2.1. PRINCIPALI DATI OPERATIVI

Il Deposito di stoccaggio è progettato per avere uno stoccaggio massimo di 10,000 m<sup>3</sup>. I quantitativi annui, complessivamente di approvvigionamento e distribuzione, saranno pari a una capacità nominale annua di 520,000 m<sup>3</sup> di GNL. La capacità nominale di stoccaggio potrà in caso essere raggiunta attraverso fasi successive.

Il Deposito sarà costituito dalle seguenti sezioni principali di processo:

- Ricezione e trasferimento GNL;
- Serbatoi di stoccaggio GNL;
- Baie di carico autocisterne;
- Pompe di trasferimento bettoline e di ricircolo GNL;
- Sistemi di gestione del BOG;
- Sistema di rilascio gas in torcia

### 5.2.2. PRINCIPALI MODALITA' OPERATIVE

Il progetto prevede l'arrivo di navi gasiere di piccola taglia che ormeggeranno presso il Terminale dedicato e trasferiranno il GNL attraverso bracci di carico da 12" e 6".

La durata prevista per le operazioni di scarica e ormeggio è di circa 15 ore complessive considerando circa 12 ore per il trasferimento del prodotto e il tempo restante per l'esecuzione delle operazioni di espletamento delle procedure di connessione, verifiche di sicurezza, inertizzazione e cool down.

Da lì il GNL sarà stoccato in serbatoi orizzontali a contenimento totale in pressione, in attesa della successiva distribuzione mediante autocisterne e bettoline.

Il Deposito è progettato per operare secondo quattro principali modalità:

- Operazioni di scarico metaniere;
- Operazioni di carico autocisterne;
- Operazioni di carico bettoline;
- Stoccaggio GNL in assenza di operazioni di carico e scarico;

Le operazioni di carico autocisterne potranno essere eseguite simultaneamente alle operazioni di scarico metaniere o di carico bettoline.

Il ricircolo, per il mantenimento della temperatura nelle linee di trasferimento, sarà attivo tipicamente durante i periodi che intercorrono tra una fase di scarico/carico e la successiva, sia per le linee di collegamento GNL con il Terminale che per le linee del GNL verso le baie di carico autocisterne.

DEPOSITO COSTIERO GNL NEL COMUNE DI CROTONE  
RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

I valori di portata ed i dati di progetto sono i seguenti:

<b>Specifica</b>	<b>Unità</b>	<b>Valore</b>
Capacità utile di progetto	m <sup>3</sup>	10000
Volume minimo disponibile per il BOG <sup>(1)</sup>	m <sup>3</sup>	1000
Portata nominale scarico metaniera	m <sup>3</sup> /h	1000
Portata totale carico autocisterne	m <sup>3</sup> /h	240
Portata massima carico bettoline	m <sup>3</sup> /h	250
Pressione massima operativa	barg	6
Pressione minima operativa	barg	0
Temperatura minima GNL	°C	-162,1

Nota (1) Il calcolo del volume minimo disponibile del BOG è volto ad assicurare un'autonomia di circa 24 ore di accumulo di gas, prodotto dagli ingressi termici nei serbatoi e nelle linee di ricircolo, in assenza di sistemi in grado di consentirne il trattamento.

### **5.3. FORNITURA ELETTRICA**

(Rif. Elaborato P\_01\_ES\_05\_SEU\_R02)

Il sistema di distribuzione prevede un punto di consegna a 20 kV in cabina Enel ubicata nella zona di confine tra l'area del Deposito e la viabilità pubblica.

Dalla cabina di consegna si passa alla cabina di interfaccia con quadro MT e un trasformatore da 1250 kVA. Il Deposito è dotato di tre generatori trifase a 400 V da 450 kW con MCI che utilizza il BOG generato dall'evaporazione del GNL che si registra durante le fasi di stoccaggio e trasferimento.

Nelle normali condizioni di esercizio gli autoconsumi elettrici del Deposito sono alimentati da due dei generatori con MCI mentre il terzo resta a disposizione come backup.

La connessione al distributore è mantenuta attiva con il funzionamento in parallelo ai generatori in modo tale da traguardare lo "scambio nullo" che rappresenta la scelta progettuale di default.

E' previsto un quadro principale di BT con funzione di Power Center e due MCC nella cabina elettrica di impianto e mentre quadri BT di distribuzione secondari nella zona del Terminale, in prossimità dei braccio di carico e nei due edifici previsti:

- amministrazione/uffici;
- magazzino/officina.

Il quadro principale denominato PC è suddiviso in due sbarre per alimentare i carichi normali e di emergenza. La sbarra di emergenza è alimentata da generatore Diesel della potenza di 900 kW.

I generatori (MCI e EDG) siano equipaggiati con dispositivo di sincronizzazione automatica

#### **5.3.1. RETE DI DISTRIBUZIONE DEL TERMINALE OFF- SHORE DI RICEZIONE DEL GNL**

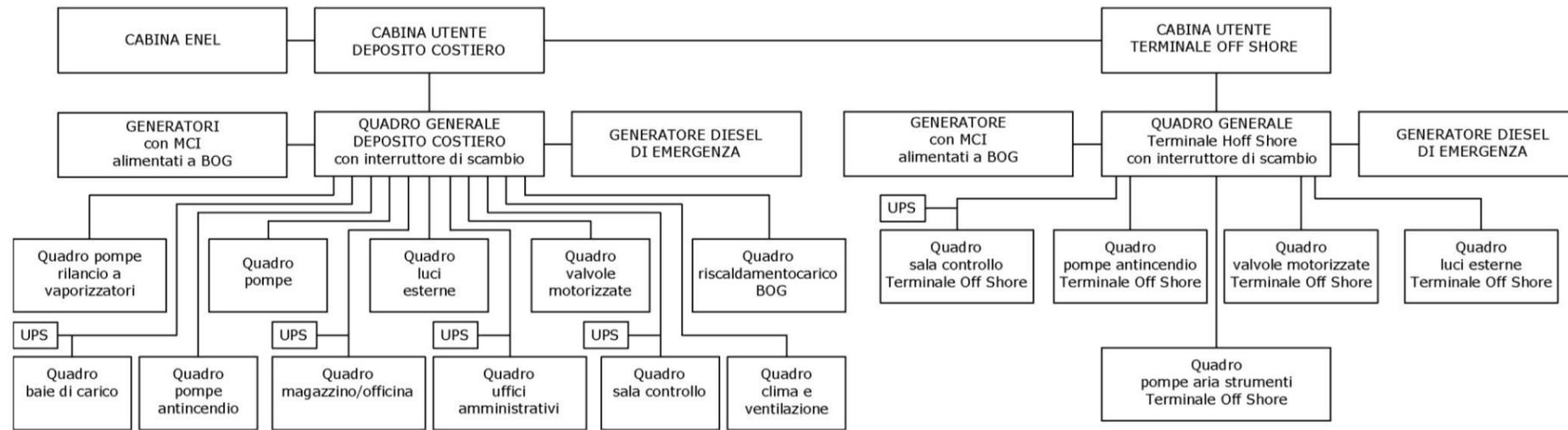
La cabina utente posizionata sul Terminale Off - Shore prevede un quadro MT, con un trasformatore da 150 kVA per l'alimentazione delle utenze collocate all'interno della piattaforma operativa.

Il Terminale è dotato di un generatore elettrico trifase a 400 V da 150 kW con MCI che utilizza il BOG.

Nelle normali condizioni di esercizio gli autoconsumi elettrici del Terminale Off-Shore possono essere soddisfatti dal generatore con MCI. La connessione al distributore è mantenuta attiva con il funzionamento in parallelo al generatore in modo tale da traguardare lo "scambio nullo" che rappresenta la scelta progettuale di default. E' inoltre previsto un generatore Diesel di emergenza (EDG) della potenza di 150 kW, che interviene in caso di contemporanea indisponibilità del MCI e della rete.

Il quadro principale di BT, con funzione di Power Center, ed i quadri pompe, saranno installati nella cabina elettrica di impianto. I quadri BT di distribuzione secondari saranno ubicati in prossimità dei braccio di carico e nella control room. I generatori (MCI e EDG) saranno equipaggiati con dispositivo di sincronizzazione automatica.

SCHEMA A BLOCCHI IMPIANTO ELETTRICO DEPOSITO COSTIERO E TERMINALE OFF SHORE



SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE DEPOSITO COSTIERO E TERMINALE OFF SHORE

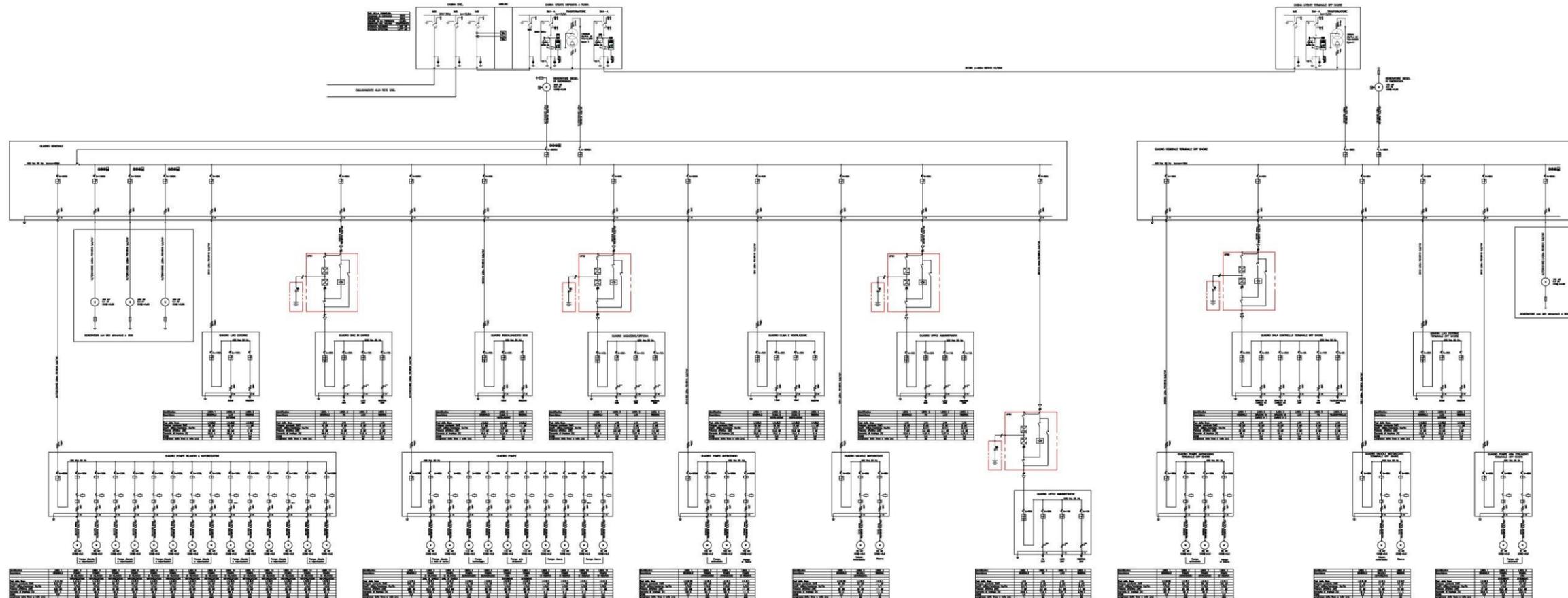


Figura 17 - Schema elettrico del Deposito costiero e del Terminale Off-Shore

## **6. PRINCIPALI APPARECCHIATURE**

### **6.1. TERMINALE OFF-SHORE**

Il Terminale di ricezione del GNL Off-Shore è costituito da una piattaforma operativa realizzata da una struttura principale di ormeggio e scarico delle metaniere di lunghezza pari a 70 m e larghezza pari a 37 m, alla quale sono collegati due ponticelli di ormeggio (Bridge) simmetrici di lunghezza pari a 76 m ciascuno in acciaio.

Il Terminale ospita n° 6 ganci a scocco a tre bracci (Mooring Dolphins), il Ko-drum vapore di ritorno, la sala controllo quadri elettrici, l'area strumenti, la cabina di fornitura elettrica, un braccio di carico/scarico GNL, un braccio di carico per il ritorno del BOG, n°4 ganci a scocco a due bracci (Breasting Dolphins), un motore alimentato a BOG per la produzione di energia elettrica, un generatore di emergenza, cavi di ormeggio e pozzetti di raccolta GNL.

I mooring dolphins, hanno il solo scopo di consentire l'ormeggio in sicurezza delle navi metaniere e non sono di per sé dotati di macchinari, ad eccezione dei sistemi di segnalazione luminosa necessari per assicurare l'adeguato livello di sicurezza per la navigazione, inoltre in virtù delle loro dimensioni da ritenersi contenute rispetto all'ampiezza dei fenomeni ondosi e delle correnti, non determinano sensibili alterazioni delle strutture del moto ondoso e delle correnti marine alla grande scala.

L'installazione dei mooring dolphins non richiede la costruzione di strutture di fondazione del tipo a platea con l'occupazione del fondale da parte delle strutture, ma si è considerato l'inserimento di pali di fondazione (rif. Elab. P\_03\_PL\_16\_OPM\_R01 "*Opere marittime - Terminale di ricezione GNL off-shore*") onde evitare deformazioni localizzate della morfologia del fondale marino. Pertanto l'impatto connesso agli aspetti appena descritti è da considerarsi come limitato in considerazione della piccola scala a cui tali fenomeni vanno riportati.

L'impatto derivante dalla struttura centrale del terminale caratterizzata da dimensioni maggiori rispetto a quella dei ponticelli di ormeggio se pur protratto per l'intera vita utile dell'opera, risulta contenuto a scala locale e trascurabile a scala vasta in quanto, rispetto all'ampiezza dei fenomeni ondosi e delle correnti, entrambe le strutture non determinano sensibili alterazioni sia del moto ondoso che delle correnti marine alla grande scala. Per quanto riguarda gli aspetti a micro scala, localizzati in una regione di mare di estensione estremamente limitata immediatamente circostante l'opera, risulta evidente che le strutture non interferiranno con il regime mareografico dell'area anch'esso dominato da fenomeni a grande scala.

#### **6.1.1. TERMINALE OFF-SHORE – PIATTAFORMA OPERATIVA**

La struttura principale di ormeggio e scarico delle metaniere costituente la piattaforma operativa di scarico del Terminale off-shore, posta ad una distanza di 5 m dalla linea di accosto, verrà realizzata in modo tale da essere strutturalmente indipendente dalle opere di accosto e ormeggio metaniere così che la nave non possa trasmetterle azioni.

La piattaforma di scarico è formata da tre piani:

- Primo piano, avente dimensioni in pianta di 70×37 m corredata da ponticelli di ormeggio di dimensioni cadauno di 76 × 12, posto ad una quota di +7.00 m sul l.m.m. così da assicurare un franco di 0.5 m tra la cresta dell'onda massima e l'intradosso delle travi dell'impalcato;
- Secondo piano, avente dimensioni in pianta 23.8×28.5 m, posto ad una quota di +14.00 sul l.m.m. e raggiungibile per mezzo di tre scale a struttura metallica;
- Terzo piano, avente dimensioni in pianta 4.30×12.50 m, posto ad una quota di +19.80 sul l.m.m. e raggiungibile per mezzo di una scala a struttura metallica;

Il piano inferiore della piattaforma di scarico, direttamente collegato a terra tramite il tratto di trincea marina criogenica (all'interno del quale vi saranno le condotte del GNL e del ritorno vapori in arrivo alla piattaforma, le condotte antincendio, il corrugato per il passaggio di cavi elettrici e di segnale e la tubazione criogenica per buncheraggio navale del GNL) ospita i ponticelli di ormeggio, ganci a scocco, motore alimentato a BOG, generatore di emergenza, cabina fornitura elettrica, vasca di raccolta GNL.

Sul secondo piano sono posti:

- n.1 braccio di carico per il trasferimento del prodotto liquido GNL, avente diametro di 12'';
- n.1 braccio di carico per il ritorno della fase vapore, avente diametro di 6'';
- n.1 braccio di carico ibrido da 12''.

Il terzo livello ospita la Sala controllo da cui è visibile il manifold nave comprendente:

- pannello di controllo dei bracci di scarico e la relativa strumentazione;
- il sistema di comando sgancio di emergenza e sistema di monitoraggio sforzo sui cavi di ormeggio relativo ai ganci a scocco;
- telecomando monitori antincendio;
- sistemi antincendio;
- luci di segnalazione;
- sala strumenti;
- Ko-drum vapore di ritorno.

Sul secondo piano della piattaforma è collocato un cordolo in c.a. per delimitare l'area di pertinenza dei bracci di scarico. Tale area verrà inoltre realizzata, per mezzo di uno strato di finitura superiore in calcestruzzo, con una pendenza media di 1 su 100 in modo tale da convogliare eventuali perdite di GNL dai bracci di carico verso il perimetro e permettere lo scolo dell'acqua piovana.

Inoltre sulla piattaforma inferiore, parallelamente alla linea di accosto, è posto un canale di raccolta del GNL largo 3 m così da raccogliere eventuali rilasci di GNL dai bracci di scarico ed evitare che si riversino in mare. Il canale verrà realizzato in pendenza verso una vasca di raccolta posto sulla piattaforma.

Le strutture in c.a. del canale e della vasca di contenimento dei GNL verranno realizzate con calcestruzzo trattato al fine di ridurre l'evaporazione di GNL.

Le strutture in elevazione della piattaforma sono realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera o parzialmente prefabbricate, poggianti su pali tubolari in acciaio.

### 6.1.2. TERMINALE OFF-SHORE - BRACCI DI CARICO

(Rif. Elaborato P\_03\_PL\_06\_TOS\_R01)

La sistemazione in Terminale dei bracci di carico prevede l'installazione di tre bracci di carico BC-101, BC-102 e BC-103 rispettivamente per flusso di GNL e flusso di BOG. I tre bracci di carico saranno posizionati con una distanza tra gli assi delle colonne verticali pari a 4m.

Il braccio di carico marino per carico e scarico GNL da nave gasiera è costituito da una struttura tubolare articolata che viene collegata alla nave per permettere il trasferimento del prodotto. Nei bracci criogenici per GNL la struttura tubolare è in acciaio inossidabile austenitico ed è sostenuta da una struttura reticolare in acciaio al carbonio fissata al pontile di attracco.

Il fluido da trasportare passa all'interno della tubazione. Le diverse parti della tubazione sono connesse tra loro attraverso 6 giunti rotanti "swivel joint", che permettono al braccio di assecondare i movimenti della nave durante il collegamento.

Il braccio di carico è progettato in modo da essere equilibrato, quando è vuoto, in ogni posizione. Questo è possibile grazie a un sistema di contrappesi.

Il braccio di carico è progettato per essere movimentato esclusivamente a vuoto. L'unico caso in cui è previsto che il braccio sia movimentato a pieno è dopo una sconnessione di emergenza.

### CARATTERISTICHE TECNICHE

#### Braccio marino DN 12'' (BC-101 e BC-103)

Quantità	no.1
Tag	-
Prodotti	LNG liquido
Diametro nominale	12''
Temperatura di progetto	-196/+50 °C
Pressione di progetto	10 barg
Portata	1000 m3/h
Flangia attacco linea di terra	12'' ANSI 150#
Flangia nave	12'' ANSI 150#
Sovrappressione di corrosione	1,6 mm
Dimensioni (da definire):	
- Colonna	7,0 m
- Braccio interno	8,5 m
- Braccio esterno	7,5
Materiali :	
- Tubazioni	Acciaio inox austenitico
- Curve	Acciaio inox austenitico
- Flange	Acciaio inox austenitico
- Componenti strutturali non a pressione	UNI EN S355J2
- Giunti	Acciaio inox austenitico
- Guarnizioni dinamiche giunti	PTFE

DEPOSITO COSTIERO GNL NEL COMUNE DI CROTONE  
 RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

- Stelo per cilindri di rotazione, braccio interno e braccio esterno	SS DUPLEX
- Tubi idraulici	AISI 316L
Classificazione Area pericolosa per Direttiva ATEX	Zone 2
Classificazione PED	Cat.III modulo G

CARATTERISTICHE TECNICHE

**Braccio marino DN 6'' (BC-102)**

Quantità	no.1
Tag	-
Prodotti	LNG gas
Diametro nominale	6''
Temperatura di progetto	-196/+50 °C
Pressione di progetto	10 barg
Portata	1000 Sm <sup>3</sup> /h
Flangia attacco linea di terra	6'' ANSI 150#
Flangia nave	6'' ANSI 150#
Sovrappressione di corrosione	1,6 mm
Dimensioni (da definire):	
- Colonna	7,0 m
- Braccio interno	8,5 m
- Braccio esterno	7,5
Materiali :	
- Tubazioni	Acciaio inox austenitico
- Curve	Acciaio inox austenitico
- Flange	Acciaio inox austenitico
- Componenti strutturali non a pressione	UNI EN S355J2
- Giunti	Acciaio inox austenitico
- Guarnizioni dinamiche giunti	PTFE
- Stelo per cilindri di rotazione, braccio interno e braccio esterno	SS DUPLEX
- Tubi idraulici	AISI 316L
Classificazione Area pericolosa per Direttiva ATEX	Zone 2
Classificazione PED	Cat.III modulo G

STRUTTURA PORTANTE

La struttura portante del braccio criogenico GNL è composta dai seguenti componenti:

- Colonna: tubazione in acciaio al carbonio per bassa temperatura fissata al pontile tramite dei tiranti in acciaio ad alta resistenza;
- Squadra di testa colonna: posizionata sulla sommità della colonna contiene le due ralle che permettono la rotazione del braccio interno nel piano verticale ed in quello orizzontale;
- Braccio interno: struttura reticolare collegata alla colonna per mezzo della squadra di testa colonna. La parte posteriore supporta il sistema dei contrappesi mentre la parte anteriore supporta la linea di prodotto. All'estremità della parte anteriore è posizionata la ralla di apex che permette il collegamento

con il braccio esterno e la sua rotazione nel piano verticale. Nella parte posteriore del braccio interno sono inoltre posizionati gli attacchi per i cilindri oleodinamici di movimentazione;

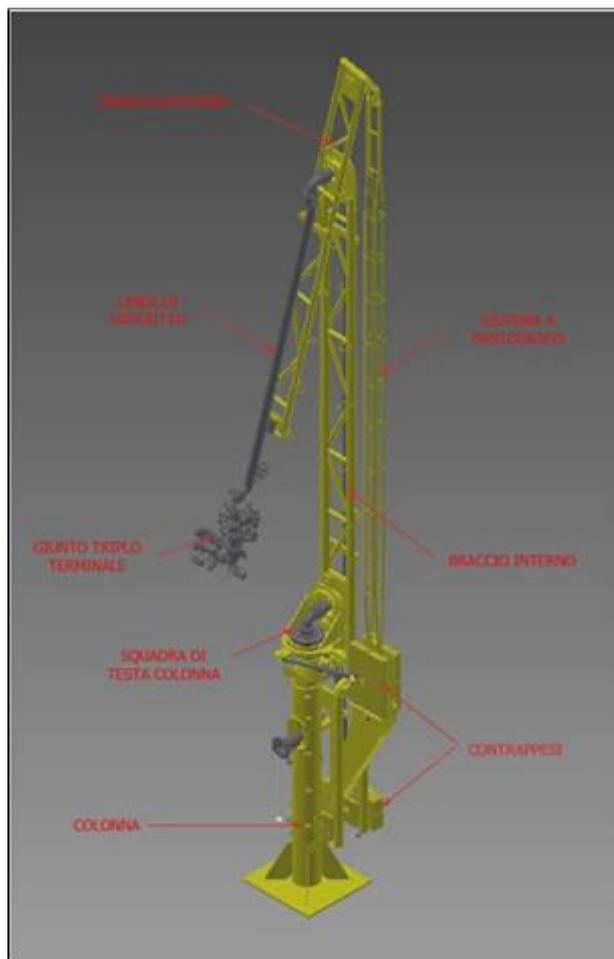
- Braccio esterno: struttura reticolare collegata con il braccio interno tramite la ralla di apex. La parte posteriore è collegata con il sistema a pantografo mentre la parte anteriore supporta la linea di prodotto.

#### LINEA DI PRODOTTO

La linea di processo è composta da una serie di tubazioni in acciaio inossidabile austenitico collegate tra loro per mezzo di giunti rotanti anch'essi in acciaio inox austenitico. Alla sua estremità è installato il giunto triplo che incorpora i dispositivi per l'intercettazione del prodotto, lo sgancio di emergenza (DBV-ERC) e l'attacco/stacco rapido idraulico alla flangia nave (QC/DC). Il sistema di emergenza DBV-ERC è costituito da due valvole a sfera a pieno passaggio ricavate da forgiato tenute unite da un collare di emergenza.

Tutti i componenti a contatto con il liquido saranno in acciaio inossidabile austenitico.

#### SISTEMA A PANTOGRAFO – Braccio di carico marino



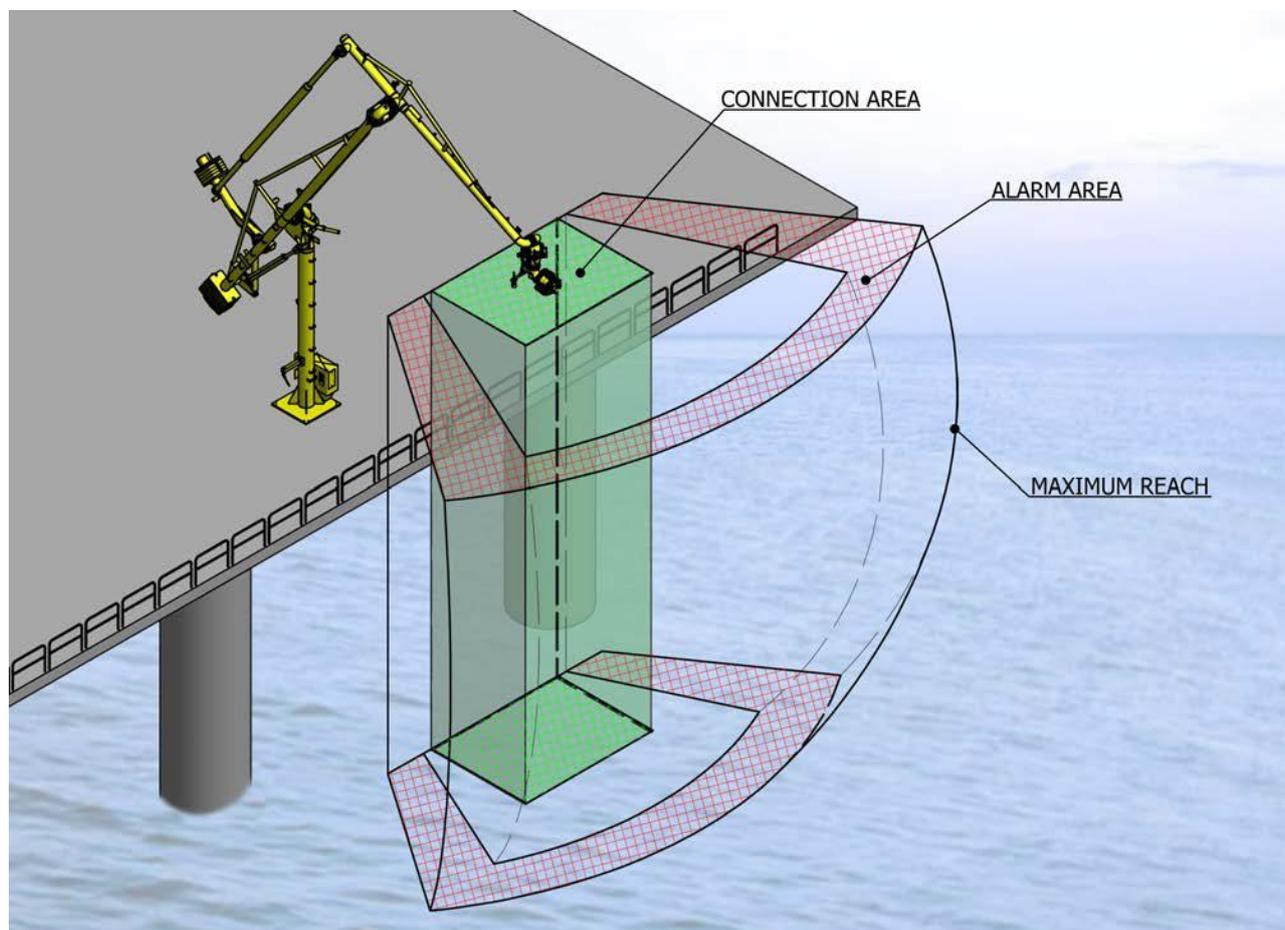
**Figura 18** - Esempio braccio di carico marino con tubazioni inox – Assieme generale

Il pantografo è costituito da un cinematismo che comprende:

- una manovella, installata sulla parte posteriore del braccio interno e rotante nel piano verticale;

- una biella che unisce la manovella con il braccio esterno.

Manovella e braccio esterno mantengono costante la loro posizione reciproca, qualunque sia la posizione del braccio, garantendo la perfetta equilibratura del sistema.



**Figura 19** - Schema illustrativo campo di lavoro

## GIUNTI ROTANTI

I giunti rotanti sono cuscinetti a sfere, che hanno la particolarità di essere attraversati dal fluido, quindi soggetti a pressione interna. Hanno la funzione di collegare le diverse tubazioni della linea di prodotto e permetterne il movimento relativo.

Il corpo del giunto è costituito da due anelli concentrici in acciaio inossidabile. Le sfere scorrono su due piste sfera realizzate sui due anelli. Il sistema di tenuta fra le parti rotanti è realizzato con guarnizioni a labbro realizzate con molle energizzate in acciaio inox all'interno.

I giunti rotanti hanno entrambe le estremità flangiate e quindi possono essere rimossi e smontati per manutenzione senza dover smontare completamente il braccio.

Le piste sfere dei giunti sono a secco ed attraversate da un flusso continuo di azoto per evitare il deposito di condensa.

## GIUNTO TRIPLO TERMINALE

Il giunto triplo terminale è l'ultimo tratto della linea di prodotto che permette di connettere il braccio di carico

alla flangia della nave ed è progettato in modo che la flangia dell'attacco/stacco rapido risulti sempre parallela alla flangia nave da collegare.

#### SISTEMA DI SGANCIO DI EMERGENZA

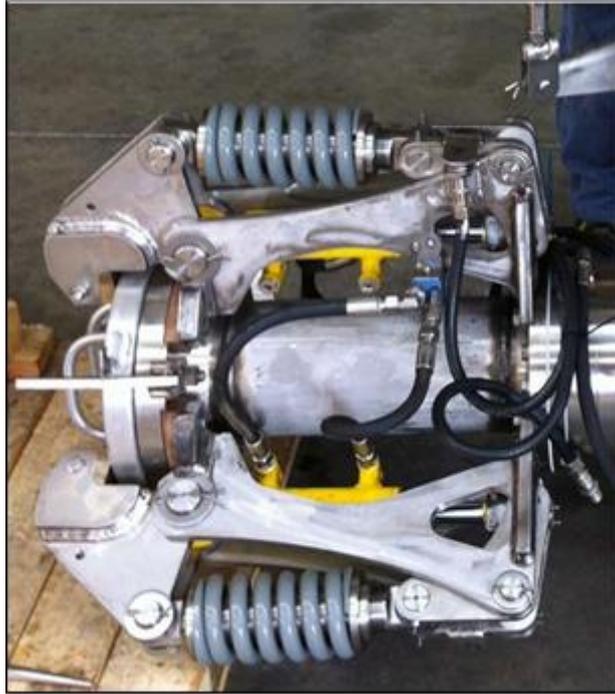
La doppia valvola con sistema di sconnessione serve, in caso di emergenza, a bloccare il flusso di prodotto e sconnettere il braccio di carico dalla nave. Il sistema è composto da due valvole a sfera localizzate sul tratto verticale del giunto triplo terminale del braccio di carico.

Le valvole, comunemente chiamate DBV (Double Ball Valve) sono mantenute unite tramite un collare energizzato chiamato ERC (Emergency Release Coupler) che, in caso di emergenza, permette la separazione delle due valvole. La DBV-ERC è progettata per minimizzare il prodotto intrappolato fra le due valvole in caso di chiusura durante il trasferimento. In questo caso la tecnologia evita di avere sovra pressioni fra le due valvole.

#### ATTACCO/STACCO RAPIDO

L'attacco/stacco rapido è un'apparecchiatura posta all'estremità del giunto triplo che permette di effettuare rapidamente con comando a distanza il collegamento o lo scollegamento del braccio di carico alla flangia della nave. Viene comunemente chiamato QC/DC (Quick Connect / Disconnect Coupler).

Questo collegamento è ottenuto per mezzo di ganasce che tramite la loro rotazione permettono il serraggio e la tenuta con la flangia nave. Il dispositivo di comando è di tipo idraulico ovvero la chiusura e l'apertura delle ganasce avviene per mezzo di cilindri oleodinamici. La presenza dell'attacco rapido elimina il noioso compito di inserire e stringere bulloni e d'altra parte facilita un rapido scollegamento dopo che il trasferimento del fluido è stato completato. Il QC/DC è dotato inoltre di un coperchio cieco per prevenire eventuali fuoriuscite di prodotto.



**Figura 20** - Quick Connect / Disconnect Coupler

#### SISTEMA DI COMANDO E CONTROLLO

Il sistema di comando è costituito da una centralina oleodinamica per la fornitura della potenza idraulica necessaria alla movimentazione del braccio di carico e da un pannello elettrovalvole. La logica di comando e controllo è gestita da un sistema PLC. Il pulpito di comando e controllo e il radiocomando consentono all'operatore di comandare in tutta sicurezza il braccio di carico nelle manovre di collegamento e scollegamento dal manifold nave.

#### CENTRALINA ELETTRICO-IDRAULICA

La Centrale elettro-idraulica è costituita dai seguenti componenti principali:

- Vasca olio in acciaio inox
- N°2 gruppi di pompaggio in parallelo composti da motore elettrico + pompa idraulica ad ingranaggi
- N°1 gruppo di pompaggio manuale previsto per riportare il braccio in posizione di riposo in totale assenza di energia
- Gruppo accumulatori di compensazione volumi olio
- Filtri, manometri, regolatori, misuratori di livello e di temperatura, strumentazione, valvole di non ritorno e valvole di massima pressione e quant'altro necessario per il corretto funzionamento dell'impianto. In caso di perdite la necessità di rabbocco è segnalata da un allarme del sistema oltre che da una specola visiva nel serbatoio e da un livello stato. La centrale è realizzata all'interno di un armadio in acciaio inox.

#### PANNELLO ELETTRIVALVOLE

Il pannello elettrovalvole è dedicato al comando e alla gestione del braccio di carico. I componenti principali

del pannello elettrovalvole sono:

- Blocco manifold elettrovalvole + gruppo elettrovalvole, per l'abilitazione dei circuiti e la gestione delle utenze.
- Blocco folle / manovra.
- Accumulatore di emergenza, per realizzare la sconnessione in emergenza del braccio dalla flangia della nave anche in assenza di energia elettrica.
- Manometri, regolatori, strumentazione, valvole di regolazione delle velocità, valvole di non ritorno, valvole di massima pressione e quant'altro necessario per il corretto funzionamento dell'impianto. Il Pannello Elettrovalvole è realizzato all'interno di un armadio in acciaio inox.

## PULPITO DI COMANDO E CONTROLLO

Il pulpito di comando e controllo, situato in posizione ottimale per consentire all'operatore la migliore visibilità, consente di gestire e controllare la movimentazione e lo stato del braccio di carico.

Il pulpito può essere suddiviso nelle seguenti zone principali:

- Zona di comando, ovvero i selettori di abilitazione sistema, scelta pompa, start/stop pompa, scelta locale/remoto, ecc.. oltre ai joystick di comando delle manovre del braccio di carico ed ai pulsanti per l'attivazione/reset di un'emergenza.
- Zona di controllo generale, ovvero le spie di segnalazione dello stato di presenza tensione e abilitazione sistema, pompe in marcia, bassa pressione accumulatori relative allo stato dell'intero impianto.
- Zone di controllo dedicate ovvero le spie segnalazione di braccio selezionato, braccio collegato, stato di folle/manovra, preallarme/allarme, stato della doppia valvola aperta/chiusa, stato dell'attacco rapido aperto/chiuso e blocco oleodinamico aperto/chiuso del braccio di riferimento.

## RADIO

Sul Radiocomando sono riportate le principali funzionalità del pulpito di comando e controllo. Il radiocomando consente in particolare all'operatore di eseguire tutte le fasi di collegamento/scollegamento del braccio di carico lavorando in prossimità del manifold nave, agevolando le operazioni e consentendo una migliore visibilità e controllo, e quindi una maggiore sicurezza, nei movimenti finali di connessione/sconnessione.

Oltre alle due componenti principali appena elencate nel Terminale dovrà essere installato il separatore fase liquida-gassosa KOD-101 con annesso desurriscaldatore, organi necessari per l'equilibrio delle pressioni durante le operazioni di carico e scarico del GNL.

### 6.1.3. TERMINALE OFF-SHORE - SALA CONTROLLO

(Rif. Elaborato P\_03\_PL\_14\_CON\_R00)

La cabina verrà installata in ambiente marino su Terminale Off-Shore, a circa 4770 m dal Deposito di GNL. Il

sistema avrà funzionamento discontinuo (circa 45 ore ogni mese) e sarà azionato o spento da un operatore ad inizio o fine scaricamento o caricamento nave. La cabina dovrà essere un ambiente a sovrappressione interna, che costituisca area sicura, in cui inserire gli elementi ed i quadri di distribuzione “*general purpose*”, che saranno sottoposti a taglio alimentazione, in caso di rilevazione presenza gas. In tale ambiente verranno inseriti anche i quadri di distribuzione elettrica in esecuzione Ex che garantiranno il funzionamento continuo dei componenti Ex la cui alimentazione deve essere sempre garantita (pompa antincendio, illuminazione, sistema di controllo, gas detectors). La cabina dovrà inoltre garantire il mantenimento di un ambiente interno sicuro e confortevole, per la presenza dell'operatore.

Oltre alla cabina vera e propria, sarà installato quanto di seguito:

- Sistema di condizionamento e pressurizzazione
- Impianto elettrico
- Impianto di illuminazione
- Impianto di messa a terra
- Impianto di rilevazione anomalie, allarmi e gestione componenti piattaforma

#### CABINA PREFABBRICATA

Le dimensioni esterne della cabina, al netto delle apparecchiature che potranno essere installate sulle pareti esterne, saranno le seguenti: Lunghezza 12 m, Larghezza 2,5 m, Altezza 2,6 m. La cabina sarà divisa interamente in 3 sezioni:

- Sala controllo (lunghezza 6,5 m)
- Locale tecnico/magazzino (lunghezza 2,5 m)
- Locale alimentazione bracci di carico compressore (lunghezza 3 m)

Le pareti, come tutti gli altri componenti della cabine dovranno essere adeguati all'installazione in ambiente marino.

#### TELAIO

Il telaio della cabina prefabbricata costituirà una struttura autoportante realizzata in acciaio e dimensionata per consentire il sollevamento della cabina completamente assemblato senza subire deformazioni. Al telaio della cabina saranno vincolate le pareti, il tetto ed il pavimento. Saranno utilizzati tutti gli accorgimenti e i criteri costruttivi atti a garantire la perfetta tenuta della connessione pavimento/parete per evitare che liquidi s'infiltrino nell'intercapedine isolante delle pareti. La cabina verrà equipaggiata con 4 golfari di sollevamento, opportunamente dimensionati, ancorati alla struttura portante.

#### TETTO

Il tetto della cabina, realizzato con pannello sandwich grecato, sarà idoneo per supportare un carico di 250 Kg/mq senza subire deformazioni permanenti.

#### PAVIMENTO

Il pavimento sarà realizzato in lamiera mandorlata con guaina di rivestimento antisdrucchiolo, e sarà munito di

scarico di drenaggio con guardia idraulica per lo smaltimento di eventuali liquidi dispersi.

**Tabella 13** - Struttura control room del Terminale

	MATERIALE	SPESSORE minimo (mm)
Lamiera esterna	Acciaio zincato e verniciato colore bianco RAL 9010	15/10
Lamiera interna	Acciaio zincato e verniciato colore bianco RAL 9010	15/10
Intercapedine isolante	Schiume poliuretatiche autoestinguenti (densità 42 kg/m <sup>3</sup> )	50
Conducibilità termica pareti	0,40 Kcal/m <sup>2</sup> °Ch	

#### DRENAGGIO

Le grondaie per lo scarico delle acque piovane saranno ricavate all'interno degli angolari costituenti il telaio della cabina.

#### PORTE

Sul lato lungo della cabina saranno montate le porte, apribili verso l'esterno, realizzate anch'esse con pannelli sandwich. Le porte saranno munite di cerniere in acciaio inox, dispositivo di chiusura automatico, maniglione antipánico all'interno e maniglia con serratura a chiave esterna, guarnizione di tenuta su 4 lati, finestra con vetro antiurto doppio spessore 6 mm.

#### SUDDIVISIONE INTERNA

Verranno realizzati divisori interni costituiti da una parete sandwich riempita con materiale fonoassorbente (analoga alle pareti perimetrali) per separare la zona destinata alle normali attività di lavoro del personale (sala controllo), da quelle dedicate ai locali tecnici in modo da proteggere il personale da eccessiva esposizione a rumore ed effettuare la separazione tra la zona pressurizzata (sala controllo) e quelle non pressurizzate (locali tecnici). Tutti i comandi ed i quadri utili durante l'operatività ordinaria della sala controllo saranno collocate all'interno della sala controllo.



**Figura 21** - Esempio Control room Terminale

#### PARETE A VETRI

Per consentire all'operatore un'adeguata visuale all'esterno della cabina la parete lato nave sarà munita di finestre con vetro antiurto doppio spessore 6 mm.

#### CONDIZIONAMENTO E PRESSURIZZAZIONE

Sarà necessario un impianto di condizionamento pressurizzazione/ventilazione ridondato, opportunamente dimensionato, per garantire il controllo della temperatura all'interno della sala controllo ed una sovrappressione interna di 5 mm H<sub>2</sub>O con un minimo di 5 ricambio/ora. La predisposizione di serrande unidirezionali sulla parete divisoria per consentire passaggio d'aria solo in direzione sala controllo verso il locale tecnico, garantirà comunque un parziale condizionamento anche di quest'ultimo. L'apparecchiatura sarà in esecuzione idonea per l'impiego in area classificata con opportuno accoppiamento a tenuta al corpo cabina. L'aspirazione dell'aria dall'esterno dovrà avvenire in zona sicura. L'ingresso dei ventilatori di pressurizzazione sarà provvisto di filtro acrilico, intercambiabile. L'uscita dell'aria dal locale sarà assicurata da serrande (apribili verso esterno) opportunamente dimensionate e appesantite. Le serrande saranno installate sulle pareti della cabina, sia in corrispondenza del pavimento, sia del soffitto. Un adeguato sistema di protezione eviterà che corpi estranei entrino nella cabina attraverso le serrande.

#### IMPIANTO ELETTRICO

Le installazioni elettriche all'esterno della cabina saranno idonee per installazione in Zona 2. Le installazioni elettriche all'interno della cabina saranno in parte idonee per installazione in Zona 2 ed in parte per zona sicura, per cui dovrà essere previsto un sistema di taglio tensione in caso di presenza gas esplosivi in cabina.

All'interno della cabina dovranno essere installati i quadri di distribuzione necessari al funzionamento di tutte le utenze presenti in Terminale. I quadri di distribuzione alimentazione saranno posizionati all'interno della cabina e saranno composti da magnetotermici e lampade di segnalazione per ogni partenza. L'arrivo dell'alimentazione a bordo cabina sarà opportunamente sezionato mediante un interruttore generale che viene assunto come limite di batteria. I quadri per area classificata saranno realizzati mediante J-box Ex-d. La distribuzione all'interno della cabina avverrà mediante cavi posati in passerella.

#### IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

L'impianto luce della cabina di controllo sarà realizzato con armature illuminanti con lampade a fluorescenza o LED.

#### DISTRIBUZIONE SEGNALI

Saranno previste J-boxes relative ai segnali analogici ed ai segnali digitali cui saranno connesse tutte le apparecchiature. Per i collegamenti saranno utilizzati cavi posati in passerella e sarà comunque garantita la separazione in vie cavi distinte tra segnali analogici digitali e potenza per evitare ogni forma d'interferenza.

#### IMPIANTO DI MESSA A TERRA

Sarà prevista la realizzazione di un sistema di messa a terra interno alla cabina, realizzato con piattina di rame perimetrale alla quale saranno attestate le corde di terra delle apparecchiature installate in cabina. L'anello di terra interno sarà collegato al punto di messa a terra di cabina, che verrà collegato alla rete di terra presente sul posto.

#### SISTEMA PLC DI GESTIONE E CONTROLLO CABINA

Sarà previsto un sistema di monitoraggio e segnalazione stati di allarme. La disposizione dei sensori di presenza gas esplosivi all'interno della cabina sarà definita, al fine di monitorare le aree soggette ad una ventilazione più critica ed in base al tipo di gas pericoloso atteso. I segnali provenienti dai suddetti sensori saranno acquisiti dal sistema di gestione allarmi di cabina, basato su logica PLC. Il sistema acquisirà lo stato dei sistemi e gestirà le sequenze di taglio tensione/blocco/allarme.

Tutti i contatti d'allarme saranno normalmente aperti in esecuzione "fail safe", con segnalazione in caso di perdita dell'alimentazione. La cabina sarà equipaggiata con pannello di visualizzazione allarmi in esecuzione Ex-e completo di pulsanti. Il PLC di cabina sarà inoltre in grado di:

- Gestire la potenza elettrica, disponibile nel Terminale, mediante il controllo delle contemporaneità di funzionamento delle diverse utenze.
- Gestire le logiche di consenso/comando delle utenze nel Terminale.

### 6.2. TRINCEA E TUBAZIONI CRIOGENICHE

(Rif. Elaborato P\_03\_PC\_07\_TUB\_R01)

Le tubazioni criogeniche verranno prodotte appositamente per l'impianto. Verranno utilizzate tubazioni del tipo a doppio strato in acciaio criogenico del tipo VIP, con un ulteriore strato di isolante interposto tra i due tubi metallici. Verranno utilizzate tubazioni di diversi diametri che variano dai 12" per il collettore principale del GNL (da nave a serbatoi), fino ai 3" ovvero le tubazioni di ingresso del GNL ai vaporizzatori. Le tubazioni, verranno alloggiare all'interno di una trincea interrata in tutto il tratto che va dall'area Terminale off-shore fino alla zona stoccaggio del Deposito a terra. Anche all'interno dell'impianto è previsto l'utilizzo della trincea interrata fino all'ingresso nell'area dei serbatoi, al fine di limitare il più possibile i fenomeni di dispersione, argomento trattato nel Rapporto Preliminare di sicurezza.

All'interno della trincea nel tratto terrestre verranno installate:

- 4 tubazioni criogeniche:
  - il collettore da 12" per GNL che verrà utilizzato per lo scarico del GNL verso l'impianto;
  - il collettore da 12" per il ricircolo del GNL in modo da permettere il trasferimento del liquido criogenico e consentire la massima flessibilità dell'impianto;
  - il collettore da 8" per il GNL per bunkeraggio e operazioni di raffreddamento;
  - la tubazione da 6" per il BOG, necessaria per l'equilibrio delle pressioni durante le operazioni di carico e scarico;
- la tubazione da 4" che raccoglie gli sfiati delle valvole ad espansione termica e le valvole di sovrappressione, diretta alla torcia (Tubazione in acciaio singolo strato coibentata);
- corrugati da 4" in PEAD per passaggio di cavi elettrici e di segnale;
- tubazioni acqua potabile da 5".

Le due linee criogeniche da 12" saranno collegate ad anello in modo da consentire la circolazione di una modesta quantità di GNL per mantenere in bassa temperatura il sistema durante le fasi di scarico.

All'interno della trincea nel tratto marino verranno installate:

- 4 tubazioni criogeniche:
  - il collettore da 12" per GNL che verrà utilizzato per lo scarico del GNL verso l'impianto;
  - il collettore da 12" per il ricircolo del GNL in modo da permettere il trasferimento del liquido criogenico e consentire la massima flessibilità dell'impianto;
  - il collettore da 8" per il GNL per bunkeraggio e operazioni di raffreddamento;
  - la tubazione da 6" per il BOG, necessaria per l'equilibrio delle pressioni durante le operazioni di carico e scarico;
- corrugati da 4" in PEAD per passaggio di cavi elettrici e di segnale;
- tubazioni acqua potabile da 5".

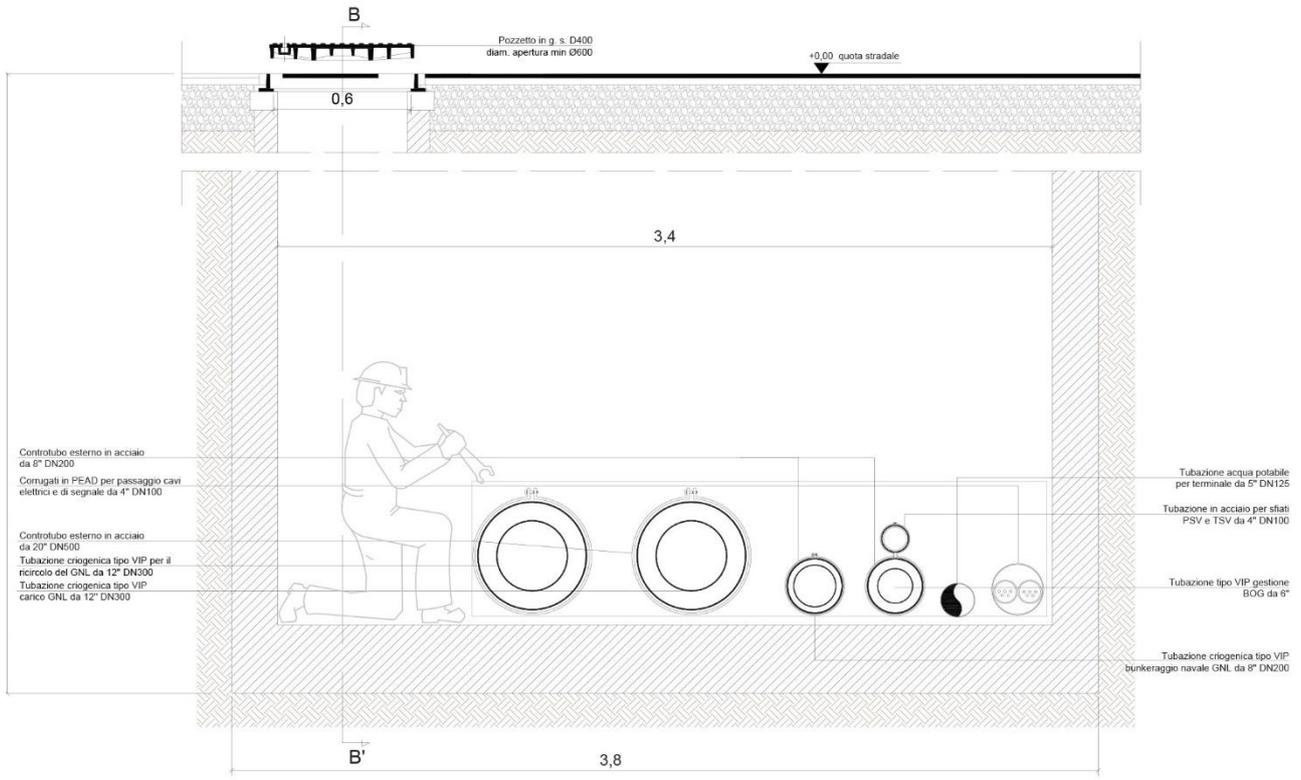
Per tutte le tubazioni della fase gas in uscita dall'impianto, si prevede l'utilizzo di tubazioni in acciaio non coibentate, di seguito vengono riportate le fori di una soluzione simile adottata nel terminal GNL di Risavika (Norvegia).



**Figura 22** - Impianto di Risavika (Norvegia) - Cunicolo di passaggio tubazioni tipo VIP

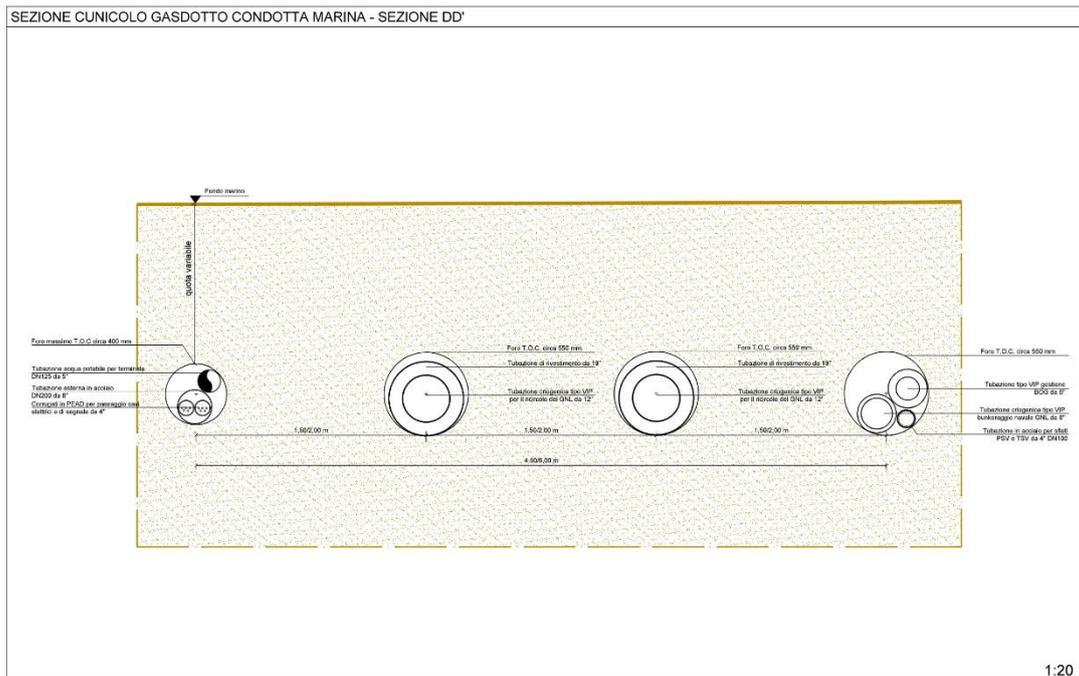
DEPOSITO COSTIERO GNL NEL COMUNE DI CROTONE  
 RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

SEZIONE TRASVERSALE SUL POZZETTO DI ISPEZIONE - SEZIONE AA'



1:20

Figura 23 – Sezione trasversale sul pozzetto di ispezione



1:20

Figura 24 – Sezione trincea gasdotto condotta a mare

### CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELLE TUBAZIONI VIP

Le tubazioni VIP sono composte da un “*tubo-in-tubo*” concepite principalmente per il trasferimento di liquidi criogenici. Il tubo interno contiene liquido, il tubo esterno mantiene l'isolamento tramite il vuoto che viene creato fra i due tubi e sopporta anche i carichi esterni. L'intercapedine tra i tubi è dotata di un isolamento sottovuoto e la contrazione termica del tubo interno è compensata con dei soffietti o dei “*loops*” lungo linea.



**Figura 25** - Loops di espansione per le tubazioni VIP

La tubazione VIP è suddivisa in sezioni completamente prodotte e testate in fabbrica. Le sezioni saranno saldate insieme. L'uso di linee flessibili dove essere limitato in quanto comporta maggiori perdite di calore e perdita di pressione rispetto alle sezioni di tubo rigide.

La configurazione e le dimensioni della sezione sono variabili in base all'applicazione e al sito d'installazione. Possono essere disponibili supporti e ganci con standard commerciali, che possono essere usati a contatto con il rivestimento esterno senza produrre alcuna dispersione di calore diretto dal sostegno al fluido di processo.

**Tabella 14** - Diametri delle tubazioni VIP

#### Standard

	Unit	Line nominal dimension				
		DN15	DN25	DN40	DN50	DN80
Inner tube dimensions	mm	D21.3x1.65	D33.4x1.65	D48.3x1.65	D60.3x1.65	D88.9x2.11
Inner tube ID (approx.)	mm	18	30	45	57	85
Outer tube dimensions (bayonet joints)	mm	D33.4x1.65	D88.9x2.11	D101.6x2.11	D101.6x2.11	D141.3x2.77
Outer tube dimensions (field joints)	mm	D48.3x1.65	D73x2.11	D88.9x2.11	D101.6x2.11	D141.3x2.77

### Special

	Unit	Line nominal dimension				
		DN32	DN65	DN100	DN150	DN200
Inner tube dimensions	mm	D42.2x1.65	D73x2.11	D114.3x2.11	D165.3x2.77	D219.2x2.77
Inner tube ID (approx.)	mm	39	69	110	160	214
Outer tube dimensions	mm	D88.9x2.11	D114.3x2.11	D165.3x2.77	D219.1x2.77	D273.1x3.4

#### TUBO INTERNO

Il materiale del tubo interno è in acciaio INOX AISI 304L o equivalente. Il tubo è saldato longitudinalmente. I giunti di dilatazione sono nel tubo interno.

#### TUBO ESTERNO

Il materiale del tubo esterno è in acciaio inox AISI 304L o equivalente. Il tubo è costruito con saldatura longitudinale.

#### DISTANZIATORI

La distanza del tubo interno all'interno dell'esterno è assicurata dai distanziatori.

#### ISOLAMENTO

L'isolamento della linea comprende la combinazione di strati di isolamento in alluminio e il vuoto. Vi sarà anche un sistema di "gettering" chimico per favorire il mantenimento del vuoto.

#### ISOLAMENTO

L'isolamento consiste di 24-26 strati di fogli di alluminio a spirale avvolto interlacciata con fogli di vetro.

#### VACUUM- ISOLAMENTO A VUOTO

Come già detto, le sezioni sono completamente prodotte, messe sottovuoto e sigillate in fabbrica. Non c'è alcuna procedura di svuotamento dell'aria nel sito di installazione. Il livello di vuoto di trasporto è <1 Pa, Il vuoto di esercizio dovrebbe essere di magnitudo inferiore di 100-1000x (0,01 - 0,001 Pa).

#### SISTEMA DI RACCOLTA

Il sistema di "gettering" comprende setacci molecolari e convertitori di idrogeno installati in ogni sezione. Il setaccio molecolare assorbe la maggior parte del gas rimanente nello intercapedine dei tubi, quali gas rilasciati a vuoto dai materiali da costruzione o diffusi lì dall'ambiente.

Il setaccio molecolare non è tuttavia in grado di assorbire l'idrogeno. Per garantire la stabilità a lungo termine del vuoto è anche installato il convertitore di idrogeno all'interno dello spazio vuoto. L'idrogeno reagisce con

l'ossigeno sul catalizzatore che forma acqua, che può essere captata dal setaccio. La quantità di “getter” in ogni sezione viene selezionata in modo da garantire un'autonomia di 10-15 anni.

#### PORTA DI EVACUAZIONE

Ogni sezione è dotata della doppia valvola di evacuazione/valvola di protezione. Ogni sezione può anche essere anche dotato di un sensore di vuoto “Hastings DV-6” per una rapida realizzazione di controlli del vuoto.

#### COMPENSAZIONE TERMICA

I giunti di dilatazione sono incorporati all'interno del tubo di processo. Quindi le dilatazioni termiche del tubo di processo non vengono trasferite al tubo esterno.

La linea esterna e la tipologia dei supporti consentiranno un'espansione termica o contrazione del rivestimento sottovuoto a causa di variazioni di temperatura ambiente.



1. Tubo esterno in acciaio inossidabile
2. Tubo interno in acciaio inossidabile
3. Pellicola di Isolamento e sistema di vuoto
4. Tecnologia Sottovuoto

**Figura 26** - Rappresentazione schematica tubazione VIP

In caso di perdita di vuoto e/o di rottura del tubo interno, il fluido criogenico freddo può andare a contatto con il tubo esterno. Poiché si ritiene improbabile che più di una sezione si rompa, le tubazioni VIP, e i supporti saranno in grado di far fronte a una sola sezione danneggiata.

#### GIUNTI DI SEZIONE

Le singole sezioni esterne sono collegate preferibilmente tramite accoppiamenti a baionetta. La baionetta è composta principalmente da 2 componenti: La punta del maschio (ovvero metà della baionetta) è prodotta in

“Invar (\*) 36”, la seconda parte è la controparte femmina che è in acciaio inossidabile.

Quando viene raffreddato alla temperatura criogenica, la punta dell'acciaio inossidabile si restringe contro la componente in “Invar” che rimane immutata. La guarnizione a baionetta viene così raggiunta alla punta e l'“O-RING” a flangia impedisce solo che l'umidità penetri nello spazio interno della baionetta.

La pressione del fluido è mantenuta dall'O-ring, protetto dal freddo dal cuscino del gas. Lo strato di gas in tra entrambe le metà della baionetta deve essere esiguo per evitare oscillazioni termiche.

Invar (\*) è una lega metallica composta principalmente di ferro (64%) e nichel (36%), con tracce di carbonio e cromo, sviluppata dal fisico svizzero Premio Nobel Charles Edouard Guillaume

Le metà di baionetta possono essere saldate, se necessario, piuttosto che bloccate. In alternativa, le sezioni possono essere saldate insieme, e il giunto ricoperto da un manicotto. Lo spazio del manicotto può essere quindi evacuato o riempito con un materiale isolante meccanico. In alternativa le sezioni potranno essere saldate (testa a testa) e le giunzioni rivestite con un manicotto.

#### TERMINAZIONI DI LINEA

Sono utilizzati due tipi di terminazioni. Dove si desidera mantenere minima la perdita di calore, i tubi esterni e interni sono collegati con due coni concentrici. Questo tipo di terminazione è chiamato “*Warm end*” ed è utilizzato principalmente per chiudere sezioni che devono essere saldate in campo. Normalmente, la linea termina con il cosiddetto “*cold end*” che è semplicemente costituito da un anello in acciaio inossidabile.

#### SUPPORTI E ANCORAGGI

Sono previsti articoli standard usati nella commercializzazione di tubi in acciaio inox. Come anticipato non è necessario l'isolamento speciale dei punti di attacco.

#### DISPERSIONE TERMICA DEI TUBI VIP

La seguente tabella illustra perdite performance termiche dei tubi VIP Perdite di “cool down” dalla una temperatura esterna a 80K.

**Tabella 15** - Dispersione termica delle tubazioni VIP

	Units	DN 15	DN 25	DN 40	DN 50	DN 80
Rigid VIP	kJ/m	39.01	57.99	85.24	107.30	198.54
Flexible VIP	kJ/m	29.46	66.91	79.71	79.71	133.00
Bimetalic bayonet	kJ	27.40	48.50	60.10	73.80	
Close tolerance bayonet	kJ		48.50	60.10	73.80	277.00
Warm end	kJ	54.80	97.00	120.20	147.60	387.80

### 6.3. SERBATOI DI STOCCAGGIO GNL

(Rif. Elaborato P\_04\_PD\_01\_CRI\_R02 )

Ciascun serbatoio sarà di forma cilindrica e posizionato orizzontalmente fuori terra. I serbatoi saranno disposti in 3 gruppi, composti ognuno da 6 serbatoi, con l'asse maggiore parallelo, ed una distanza minima tra un

serbatoio e l'altro di 6 m.

I serbatoi saranno a doppio strato in acciaio criogenico del tipo *full containment*, e con strato isolante composto da un'intercapedine sotto vuoto riempita di perlite.

La capacità effettiva dei serbatoi sarà di 1.104 mc (tolleranza +/- 5%) considerato che potranno essere riempiti fino al 90%.

In caso di incendio o di un altro evento accidentale potrà essere necessario trasferire il GNL di un serbatoio negli altri, tale operazione sarà effettuata con l'ausilio delle pompe. Per tale evenienza non sarà possibile riempire i serbatoi più dell'85% del volume geometrico.

HT 1125/8_LNG	Singolo serbatoio (mc)	18 serbatoi (mc)	% Volume geometrico
Volume geometrico interno	1.226	22.068	100%
Volume utile (90%)	1.103	19.861	90%
Capacità tecnica	1.042	18.756	85%



**Figura 27** - Esempio di serbatoi criogenici (impianto GNL a Fredrikstad – Norvegia)

I serbatoi verranno costruiti secondo la norma UNI EN 13458 ed avranno una pressione di progetto di 8 barg. Le temperature di esercizio variano dagli -196°C ai + 50 C°.

Avranno una lunghezza di 54.1m e diametro di 6m. Attorno alla calotta esterna verranno saldate le selle di ancoraggio per cui l'altezza prevista è superiore ai 6.2m.

I serbatoi avranno un peso a vuoto di 251.000 Kg.

**Tabella 16** - Caratteristiche tecniche dei serbatoi criogenici

DEPOSITO COSTIERO GNL NEL COMUNE DI CROTONE  
 RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

1	Design Regulation:	97/23/EC (PED)
2	Design Code:	EN13458
2	MAWP:	8 bar_g
3	Design Temperature of Inner Vessel:	-196°C/+50°C
4	Design Temperature of Outer Jacket:	-196 °C /+50°C
5	Wind load according to EN 1991-2-4:	50 m/s
6	Seismic load according to UBC 1997:	N/A
7	Water volume of inner vessel:	1226±4% m³
8	Effective volume of inner vessel @ 90% filling:	1102±4% m³
9	Main Material	Inner Shell/Head
10		Outer Shell/Head
11	Dimension	Outer Diameter
12		Aproximate length
13	Fluid	LNG
14	Type of insulation	Vacuum perlite
15	Pressure strengthened inner vessel	Yes
16	Helium Inleak Test	Yes
17	Exworks warm vacuum	<5 Pa
18	Approximate Shipping dimensions (w x h x l)	6000 x 6200 x 54300 (mm)
19	Approximate Weight of Empty Tank	251000 kg
20	Flow diagram	FT000300
21	Valves and instruments	ST000300
22	NER (at 101325 Pa, 15°C)	0.07 % LNG/24 hours

I serbatoi saranno dotati di doppi sistemi di lettura della pressione differenziale, della pressione e della temperatura, che forniranno alla sala controllo e al DCS le informazioni necessarie per lo svolgimento delle operazioni.

In particolare sono previsti i segnali di allarme in caso di livello alto e livello altissimo. Ogni serbatoio verrà collegato ai collettori di gestione del BOG ai collettori di sfiato delle PSV delle TSV è sarà dotato di valvole di “shut down” controllate dal PLC.

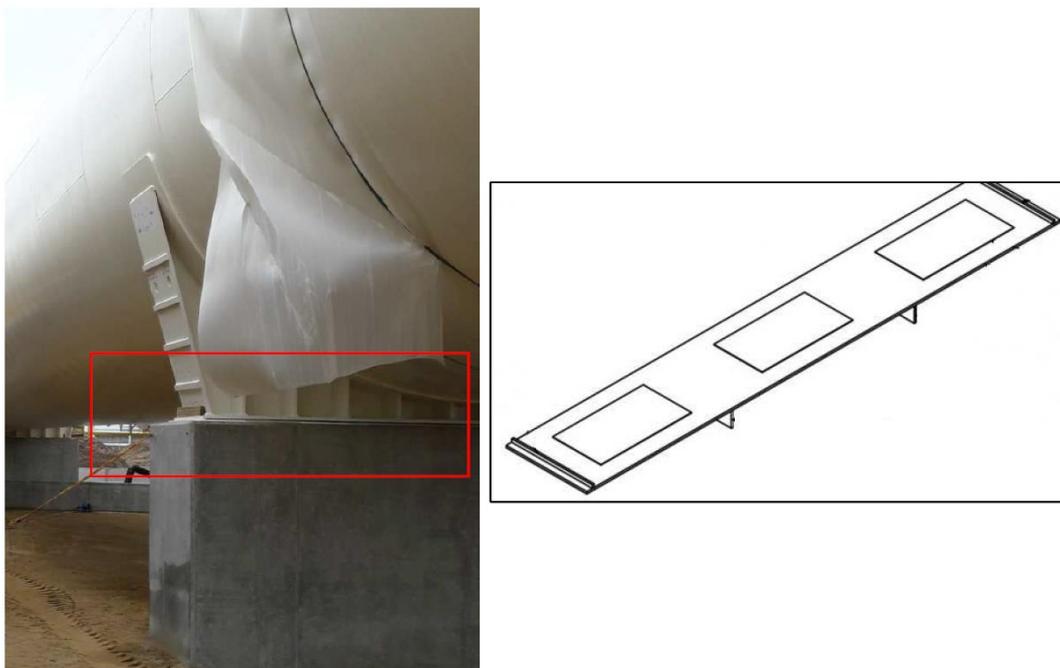
Le PSV del serbatoio verranno tarate ad una pressione di 7,5 barg. In particolare tutte le valvole di intercettazione e di chiusura e le tubazioni criogeniche in ingresso ed uscita dal serbatoio sono previste installate tramite saldatura.

È previsto di installare i serbatoi all'interno di un'area delimitata da un cordolo in CLS unica per la coppia in cui troverà alloggiamento lo skid delle pompe per il rilancio del GNL a cui saranno connessi i serbatoi. I serbatoi poggeranno su plinti connessi ai pali di fondazione il dimensionamento sarà riportato nella relazione di calcolo.

La modalità di ancoraggio dei serbatoi permetterà, per il solo lato opposto a quello delle pompe e alle connessioni con le fasi liquida e gassosa, lo scorrimento longitudinale conseguente alle dilatazioni/contrazioni termiche.

Ogni serbatoio criogenico sarà poggiato su 2 plinti in c.a. a loro volta gettati su 4 pali di fondazione trivellati. Il serbatoio verrà ancorato ai plinti tramite delle selle d'appoggio anch'esse in acciaio. Per far fronte alle possibili dilatazioni termiche dell'acciaio, sui plinti verrà fissata una piastra d'acciaio che permetterà lo scorrimento longitudinale delle selle del serbatoio.

La piastra verrà fissata nel plinto in modo tale che il serbatoio si perfettamente a livello. Le caratteristiche intrinseche dell'acciaio criogenico rendono trascurabili le dilatazioni termiche per le variazioni di temperatura dovute ai fattori climatici.



**Figura 28** – Esempio piastra di scorrimento per dilatazione

#### **6.4. POMPE DI RILANCIO**

(Rif. Elaborato P\_04\_PD\_01\_CRI\_R02)

Appena all'esterno dei serbatoi dovranno essere sistemate le pompe di rilancio del GNL. Le pompe saranno di tre tipologie a seconda della loro funzione. Tutte le pompe saranno ad inverter, con numero di giri regolabile, quindi al variare dei numero di giri potranno variare la portata e la pressione. Le loro funzioni possono essere così distinte in ordine di priorità:

- Rilancio GNL agli AAV.
- Rilancio GNL alle Baie di Carico.
- Rilancio GNL al Terminale per le operazioni di bunkeraggio.
- Operazioni di raffreddamento delle tubazioni criogeniche.
- Procedure di svuotamento dei serbatoi per manutenzione o emergenza.

Sono previsti 6 “skid” con due pompe ciascuno per il rilancio del GNL ad alta pressione verso i Vaporizzatori. Le pompe sono progettate per lavorare ad un pressione massima di 70 bar e avranno la possibilità di regolare la portata nella mandata.

E' previsto 1 “skid” con due pompe per il rilancio nel Terminale del GNL a funzionamento alternato, che saranno utilizzate anche per le operazioni di raffreddamento del collettore principale. Queste pompe lavoreranno a pressione mediamente pari ai 5 barg, pressione che andrà comunque regolata in base alle caratteristiche richieste della nave o della bettolina da rifornire.

È previsto infine 2 “skid” con quattro pompe per il rilancio del GNL verso le baie di carico autocisterne, che saranno utilizzate anche nelle operazioni di raffreddamento del collettore stesso tramite l'utilizzo del sistema di intercettazione DCS. Queste pompe lavoreranno alla pressione (fino a 8 barg).

Le pompe criogeniche saranno in grado di svolgere le operazioni di ricircolo, raffreddamento delle tubazioni

criogeniche all'interno dell'area stoccaggio, e di svuotamento d'emergenza dei serbatoi.

**Tabella 17** - Tipologia pompe per il rilancio del GNL e principali caratteristiche

POMPE	Portata singola pompa (mc/h)	n°pompe	Portata max (mc/h)
Pompe per vaporizzatori	38	12	560
Pompe per bunkeraggio	252	2	252
Pompe per baie di carico	87	4	87

Le pompe saranno dotate di sistemi di sicurezza per le sovrappressioni posizionati sulla parte superiore del criostato o barrel. Ad esempio la pompa P-201/B è dotata della PSV-201207 "N5", collegata alla linea degli sfiati diretta in torcia, ad apertura automatica. La PSV-201208 "N4", anch'essa collegata alla linea degli sfiati diretta in torcia, è ad apertura manuale, qualora non la "N5" non funzionasse.

Il sistema di sicurezza e di protezione delle pompe è ulteriormente sottoposto a protezione dalle componenti di controllo del livello LAL-201205 e dalla strumentazione di misura e controllo della pressione PIC-201206 che permettono il blocco automatico della pompa. (Rif. P\_09\_DF\_04\_PID\_R00).



**Figura 29** - Particolare assemblamento criostato

I criostati delle pompe sono realizzati con le stesse modalità costruttive dei serbatoi, ovvero con un doppio strato di acciaio criogenico. All'interno del criostato vi è la stessa pressione del GNL contenuto nel serbatoio, qualora ci fosse una rottura del contenimento interno, interverrebbe il sensore di vuoto nell'intercapedine arrestando immediatamente la pompa. La fuori uscita del GNL verrebbe confinata all'interno dei due strati di acciaio criogenico.

Tutte tubazioni N1 collettore di aspirazione delle pompe ed N3 collettore di mandata ai vaporizzatori, saranno a doppio strato VIP (Vacuum Insulated Pipes).

DEPOSITO COSTIERO GNL NEL COMUNE DI CROTONE  
 RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

MODELLI E PRESTAZIONI											
Modello	ARTIKA 120 L		ARTIKA 160 L		ARTIKA 200 L			ARTIKA 230 L		ARTIKA 300 L	
	3S	6S	2S	4S	1S	2S	4S	1S	2S	1S	2S
Numero di stadi	3	6	2	4	1	2	4	1	2	1	2
Portata min-max [lpm]	20-100	20-100	30-430	30-430	60-640	60-640	60-640	100-1450	00-1450	500-4200	500-4200
Prevalenza [m]	45-270	90-540	55-280	105-560	50-220	95-445	190-890	45-100	90-200	50-100	100-220
Pressione differenziale di progetto [bar]	30	30	15	30	15	20	40	5	10	4,7	9,2
Massima velocità di rotazione [rpm]	6.900	6.900	5.835	5.845	6.025	6.015	6.015	3.650	3.650	3.000	3.000
Potenza installata [kW]	5,5	11	12,6	22-30	22	30	60	13	30	55	110
Peso [kg]	45	55	60	80	120	130	165	130	175	450	550

VAPORIZZATORI
BUNKERAGGIO
AUTOCISTERNE

Figura 30 - Caratteristiche tecniche pompe di rilancio GNL

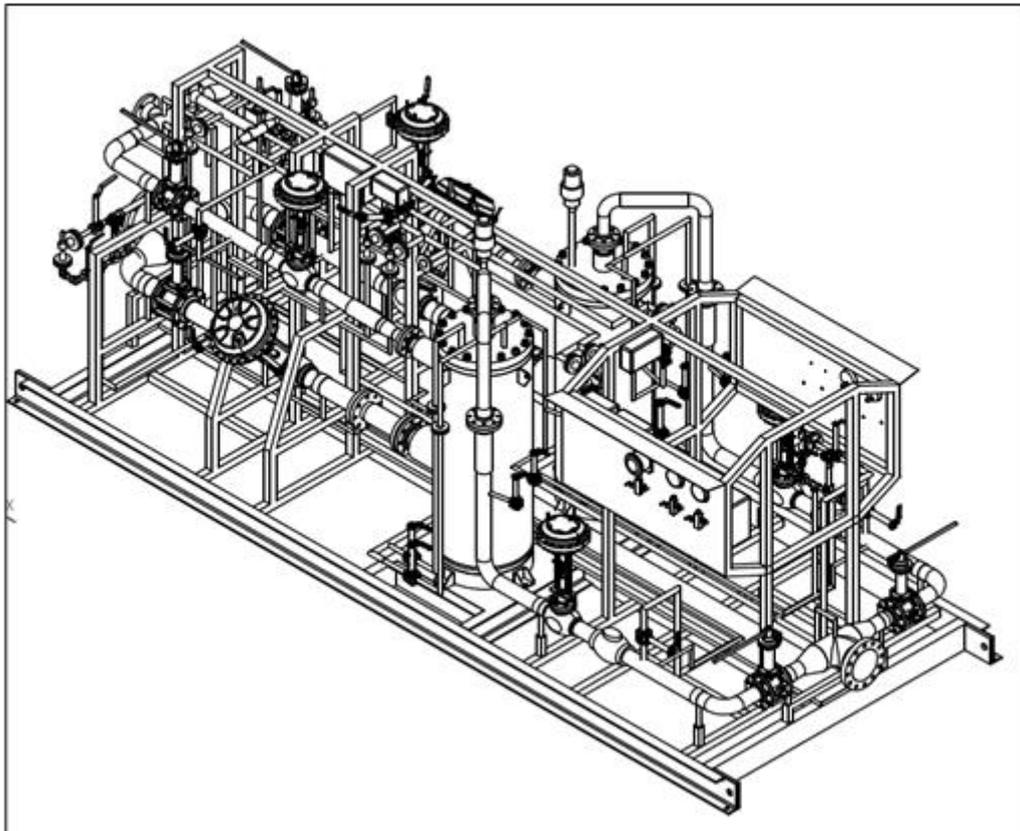
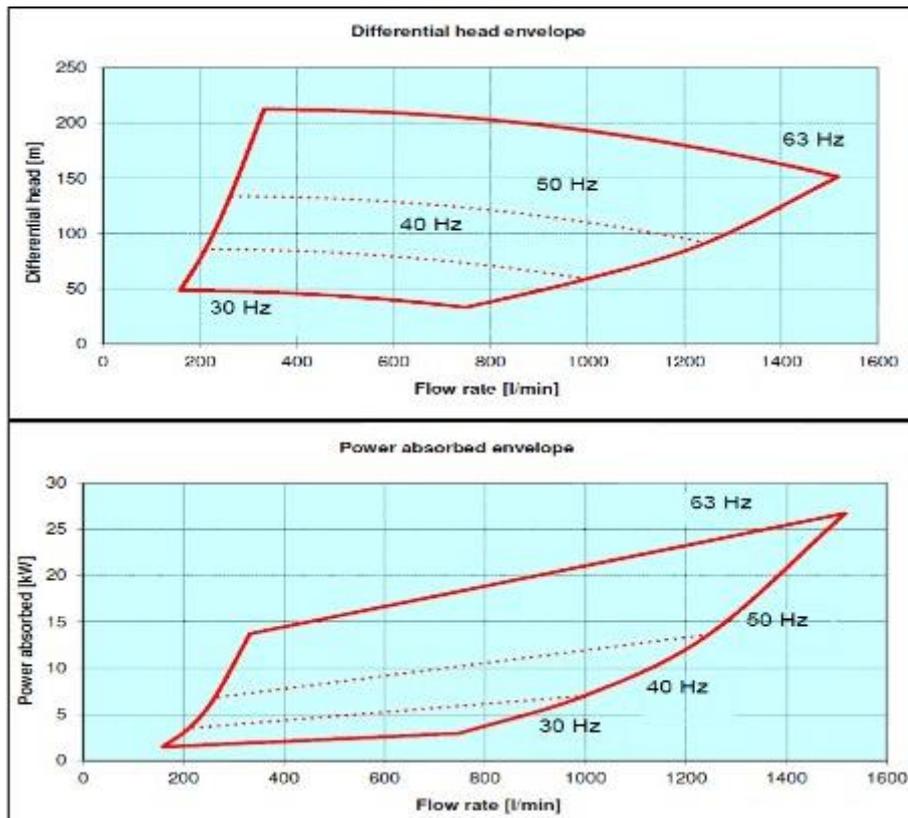


Figura 31 - "Skid" tipologico con doppia pompa per GNL



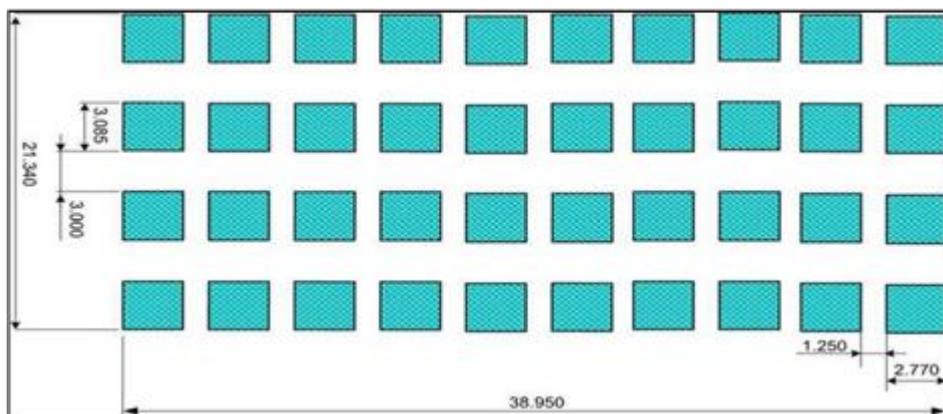
**Figura 32** - Curva caratteristica delle pompe criogeniche per le baie di carico

## 6.5. VAPORIZZATORI AAV

(Rif. Elaborato P\_04\_PD\_02\_PVA\_R02)

L'impianto di rigassificazione sarà costituito da 40 vaporizzatori ad aria ambiente. Gli AAV sono progettati secondo la norma UNI13445, ad una pressione di progetto pari a 70 barg, e testati ad una pressione di 86 barg. La temperatura di esercizio può variare dai -196°C ai 100°C.

I vaporizzatori avranno le seguenti dimensioni: 3.085 x 2.770 x 13.000 mm e saranno sostenute da un telaio in alluminio, con un peso totale a vuoto di 7.800 Kg. Potranno lavorare per 8 ore consecutive ad una capacità di 5.000 Nmc/h di gas naturale in uscita. Si prevede che il metano esca dai Vaporizzatori a temperatura inferiore di 20°C rispetto a quella dell'ambiente.



**Figura 33** - Disposizione planimetrica dei Vaporizzatori

I vaporizzatori lavoreranno a coppie, e periodicamente dovranno essere fermati, per prevedere lo scioglimento del ghiaccio che si formerà sopra le serpentine e sulle superfici alettate. Per poter incrementare la capacità di vaporizzazione sino a 10.000 mc/h (200.000 mc/h complessivi) i vaporizzatori sono predisposti, nella parte superiore, per il montaggio di un sistema di ventole, che facilita lo scambio termico fra aria e GNL. E' possibile inoltre a fianco dei vaporizzatori in progetto installare un'altra serie di 40 vaporizzatori per raggiungere la capacità di vaporizzazione di 400.000 mc/h.



**Figura 34** - Vaporizzatori AAV

## 6.6. BAIE DI CARICO AUTOCISTERNE

(Rif. Elaborato P\_04\_PD\_03\_BAI\_R02)

Le baie di carico per le autocisterne saranno collegate alle pompe dei serbatoi S203, S204, S205 e S206 tramite tubazioni criogeniche (VIP) da 8". Saranno installate anche le tubazioni da 6" (VIP) per la circolazione del BOG dalle autocisterne ai serbatoi.

Una ulteriore tubazione criogenica (VIP) consentirà il ricircolo del GNL, per il raffreddamento della tubazione di mandata, nelle fasi antecedenti allo scarico.

Il sistema di carico autocisterne LNG sarà costituito da uno skid autoportante preassemblato e precablato, comprensivo di interconnessioni piping, fitting, valvole, strumentazione, quadri elettrici, ecc. con installate a bordo le apparecchiature ed i componenti principali, necessari al corretto funzionamento del sistema. Il carico delle autocisterne avverrà tramite linea in acciaio DN 3" installata a bordo dello skid di caricamento, alimentato dalle relative pompe criogeniche associate. La capacità della pompa che alimenta il sistema è di 60m<sup>3</sup>/h.

Come detti i vapori di ritorno (BOG) saranno inviati verso i serbatoi di stoccaggio attraverso una linea dedicata. Il flusso di prodotto in trasferimento verso le autocisterne sarà regolato attraverso due valvole di controllo (una per la gestione del raffreddamento dell'autocisterna e una di regolazione della portata al carico), le cui portate di lavoro saranno impostate dall'operatore, in funzione delle caratteristiche dell'autocisterna da caricare e dalle condizioni in cui avviene il carico.

#### DESCRIZIONE DEL SISTEMA

La baia di carico GNL alle autocisterne sarà costituita dai seguenti elementi principali:

- n°1 sistema di regolazione della portata di carico GNL liquido
- n°1 sistema di gestione dei vapori di ritorno (BOG)
- n°2 sistemi di misurazione (n°1 linea liquida e n°1 linea ritorno fase gas fiscale)
- n°1 stazione di carico costituita da tre bracci di carico, uno per liquido GNL, uno per il recupero vapori BOG e il terzo ibrido di riserva in caso di indisponibilità di uno dei due normalmente operativi, tutti dotati di valvola di emergenza a strappo
- n°1 pesa fiscale per contabilizzazione GNL.

#### GESTIONE CARICO ATB

Il sistema di gestione del carico autocisterne prevede:

#### REGOLAZIONE PORTATA GNL

La portata di GNL verso l'autocisterna, impostato dall'operatore in sala controllo, sarà regolata attraverso la valvola di regolazione di portata FCV presente sulla linea liquida. Una seconda valvola sarà utilizzata per la gestione della procedura di raffreddamento dell'autocisterna e consentirà l'invio verso il serbatoio dell'autocisterna, di una portata ridotta di GNL, rispetto a quella di caricamento. La linea di caricamento GNL da pensilina di carico sarà dimensionata per una portata nominale di 60m<sup>3</sup>/h.

## REGOLAZIONE PORTATA BOG

La portata dei vapori di ritorno BOG è anch'essa regolata tramite una valvola di controllo FCV, gestita da un segnale proveniente dal controllore XC che fa sì che l'eccesso di gas proveniente dall'autocisterna venga inviato al sistema di recupero e condensazione. La quantità di BOG, opportunamente filtrata, viene contabilizzata attraverso un misuratore di portata fiscale. La linea di ritorno vapore da pensilina di carico sarà dimensionata per una portata nominale di 60m<sup>3</sup>/h di BOG.

## START/STOP E ARRESTO DI EMERGENZA DEL CARICO

L'avviamento del carico avverrà mediante comando manuale di start/stop pompa, azionato dall'operatore e subordinato ai seguenti consensi:

- consenso al carico da DCS;
- conferma allineamento valvole di intercettazione;
- assenza failure pompa (XA).

L'arresto pompa nelle normali condizioni di funzionamento, avviene in seguito alla parzializzazione della portata attraverso chiusura graduale della valvola di regolazione FCV. L'arresto pompa manuale può essere attivato da pannello di controllo locale oppure da remoto (DCS). L'arresto pompa in emergenza, avviene in automatico per una delle seguenti cause:

- valvola BOG chiusa (ZAL)
- valvola GNL chiusa (ZAL)
- allarme fotocellula posteriore (ZSL)
- allarme fotocellula anteriore (ZSL)
- allarme messa a terra (YA)
- allarme bassa pressione (PAL)
- allarme alta pressione (PAH)
- allarme basso flusso (FAL)
- allarme alto flusso (FAH)
- failure pompa (XA)

Il segnale di emergenza pompa deve essere gestito tramite reset manuale da parte dall'operatore in seguito a riconoscimento allarme da pannello di controllo, dopo che la causa di guasto è stata rimossa.

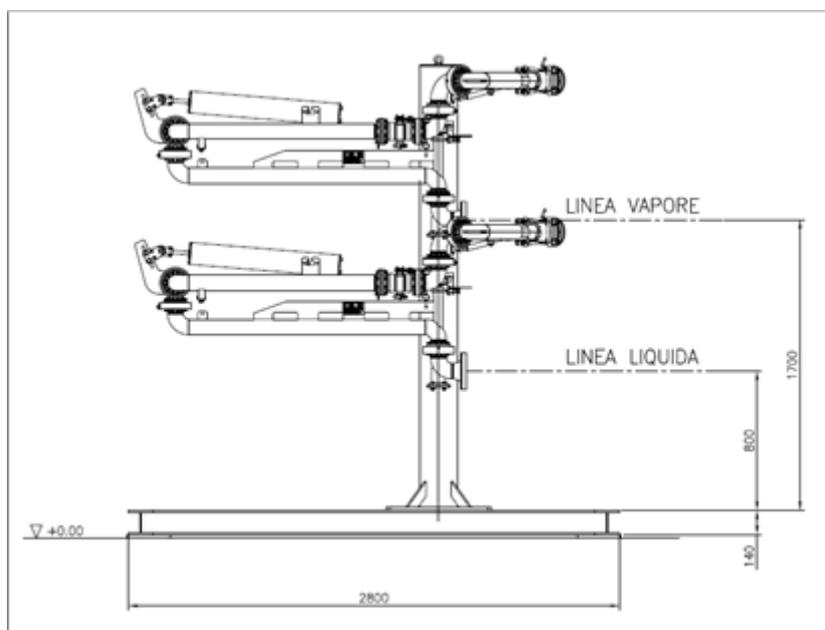
## BRACCI DI CARICO

I bracci di carico criogenici per il trasferimento di GNL e il ritorno vapori (BOG) da autocisterne sono costituiti da una struttura tubolare articolata, che viene collegata alla flangia dell'autocisterna per consentire il trasferimento di prodotto.

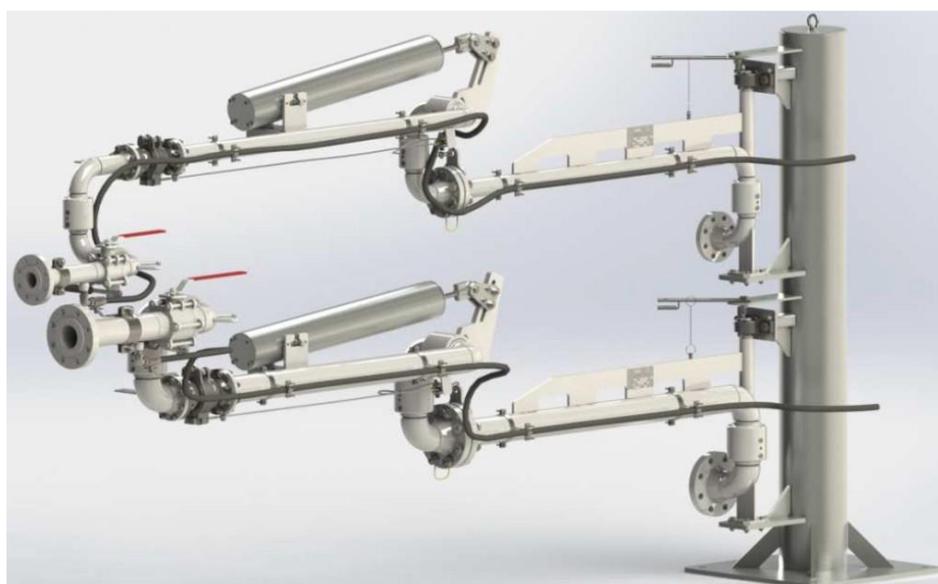
La stazione di carico GNL è equipaggiata con uno stand-post che conferisce rigidità all'intero sistema, supportando il peso dei tre bracci di carico. Al contempo la stazione è disegnata in modo da permettere una facile sovrapposibilità e manovrabilità dei bracci, così da non aggravare il lavoro agli operatori che la

utilizzano.

Alla base della struttura di sostegno è prevista una piastra di rame per la messa a terra. Il design della stazione, così progettata, permette un'ampia area di lavoro a cospetto di dimensioni ridotte.



**Figura 35** - Bracci di carico per autocisterne criogeniche



**Figura 36** – Modello in 3D

Nei bracci criogenici la struttura tubolare è realizzata in acciaio inossidabile austenitico ed è sostenuta da un cilindro di bilanciamento a molle. I tre bracci, posizionati uno sopra all'altro, sono fissati allo skid mediante una colonna di sostegno (standpost). Il fluido da trasferire passa all'interno della tubazione. Le diverse sezioni della tubazione sono connesse tra loro attraverso giunti rotanti, che permettono ai bracci di assecondare i movimenti necessari durante le operazioni di collegamento al manifold dell'autocisterna.

La linea di flussaggio ad azoto dei giunti rotanti, del braccio liquido e del braccio di ritorno BOG, permette di mantenere sempre asciutte le piste sfere ed evitare corrosioni o formazione dei ghiaccio. Entrambe le linee

sono dotate di valvola a strappo che permette di sezionare i bracci in caso di partenza accidentale dell'autobotte a bracci ancora collegati. Il sistema di doppia check valve di emergenza con weak bolts a rottura predeterminata (per tiro assiale) si separerà per effetto della rottura dei weak bolts determinando la chiusura delle due valvole di intercetto prodotto, riducendo così al minimo le perdite in ambiente.

**STAZIONE DI CARICO - specifica tecnica del braccio GNL**

<b>DESCRIZIONE</b>	<b>CARATTERISTICHE</b>
Quantità	1
Diametro	3"
Flangia di ingresso	Sullo standpost 3" ANSI 150#
Giunti	N°5 DN 3"
Tipologia giunti	Sandwich design
Materiale costruttivo dei giunti	Aisi 316/316L
Dimensioni	3" tubo primario: C=1500mm 3" tubo intermedio: A=1800mm 2 1/2" tubo terminale: B=500mm
Materiale	Aisi 316/316L
Sistema di bilanciamento primario	Pneumatico
Sistema di bilanciamento terminale	Compressed Gas-Spring piston
Emergency Release Collar (ERC)	Aisi 316/316L
Cavo di attivazione dell' ERC	circa 3 metri
Valvola a sfera criogenica	3" Aisi 316/316L
Terminale di collegamento	Attacco girevole ANSI 150#

**STAZIONE DI CARICO - specifica tecnica del braccio BOG**

<b>DESCRIZIONE</b>	<b>CARATTERISTICHE</b>
Quantità	1
Diametro	3"
Flangia di ingresso	Sullo standpost 3" ANSI 150#
Giunti	N°5 DN 3"
Tipologia giunti	Sandwich design
Materiale costruttivo dei giunti	Aisi 316/316L
Dimensioni	3" tubo primario: C=1500mm 3" tubo intermedio: A=1800mm 2 1/2" tubo terminale: B=500mm
Materiale	Aisi 316/316L
Sistema di bilanciamento primario	Pneumatico
Sistema di bilanciamento terminale	Compressed Gas-Spring piston
Emergency Release Collar (ERC)	Aisi 316/316L
Cavo di attivazione dell' ERC	circa 3 metri
Valvola a sfera criogenica	3" Aisi 316/316L
Terminale di collegamento	Attacco girevole ANSI 150#

**Accoppiatore Criogenico Stanag e valvola break-away**

DEPOSITO COSTIERO GNL NEL COMUNE DI CROTONE  
RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA



Informazioni tecniche:

- Dimensioni: da 1" (DN 25) a 6" (DN 150)
- Materiale: Acciaio Inossidabile
- Guarnizioni: PTFE
- Pressione massima di lavoro: MWP 25bar per accoppiatori 1"-4" – MWP 16bar per accoppiatori 6"
- Temperatura di lavoro minima -200°C
- Collegamenti: NPT-F filettata, EN1092 (DIN) e flangiate ANSI.



CONTABILIZZAZIONE DELLE QUANTITA' TRASFERITE

Ciascuna operazione di carico dovrà essere monitorata e contabilizzata ai fini fiscali. Per tale ragione sarà presente sulla linea di ritorno BOG un'apparecchiatura per la misura di portata fiscale in accordo alla Direttiva MID oltre al campionamento e all'analisi della composizione e delle caratteristiche del fluido. In particolare è previsto il campionamento e l'analisi di BOG contenuto all'interno di ciascuna linea di ritorno dalla pensilina di carico GNL.

STADERA A PONTE METALLICA MODULARE

La pesa è fiscale ed il Deposito proposto consente l'archiviazione permanente dei dati (pesate acquisite in automatico dal calcolatore/PC) su dispositivo MPP (Memoria Pesi Permanente). La stadera a ponte per impieghi stradali è realizzata in versione compatta in modo da consentirne la collocazione in versione sopraelevata, con un'altezza di rampa di soli 40 cm, oppure in versione interrata in fossa da 50 cm. Il ponte metallico è costituito da una struttura modulare smontabile completa di mensole per inserimento celle di carico. L'ispezione alle zone di alloggiamento delle celle di carico avviene dall'alto tramite la rimozione di botole di accesso collocate direttamente sopra i punti di ricezione dei carichi. La regolazione della oscillazione del ponte metallico, avviene tramite dei "tamponi regolabili" applicati nelle testate che consentono anche di "attenuare" gli urti in fase di frenata del mezzo. Tutte le parti metalliche costituenti la piattaforma sono protette dalla corrosione tramite idoneo trattamento superficiale. Le celle di carico sono realizzate con tecnologia digitale. La struttura è del tipo a compressione, completamente in acciaio INOX, con un grado di protezione IP 68. Al fine di garantire alla cella la sola trasmissione della forza peso ed evitare qualsiasi dannosa azione trasversale, la trasmissione delle forze tra il ponte e le celle di carico avviene attraverso appositi supporti oscillanti.

Ai fini della prevenzione incendi per una questione di sicurezza, poiché sono da considerarsi elementi pericolosi dell'impianto GNL i punti di scarico dell'autocisterna (punto di connessione tra l'autocisterna e le manichette flessibili utilizzate durante le operazioni di travaso), le rampe di carico delle autocisterne saranno separate da una serie di muri in cemento armato che si estendono per tutta la lunghezza delle stesse. I 3 muri in c.a., con spessore 30 cm, altezza 4m, e lunghezza 9.30, ciascuno, andranno posizionati nella campata centrale delle pensiline di carico.

Ogni muro si estenderà tra i pilastri formati dalle travi HEA 300 che compongono la struttura portante della pensilina delle baie di carico. I muri avranno la funzione di impedire che qualsiasi tipo di fuori uscita di GNL/BOG possa creare pericoli per gli operatori della baia di carico adiacente (Rif. Elaborato P\_04\_PD\_03\_BAI\_R01).

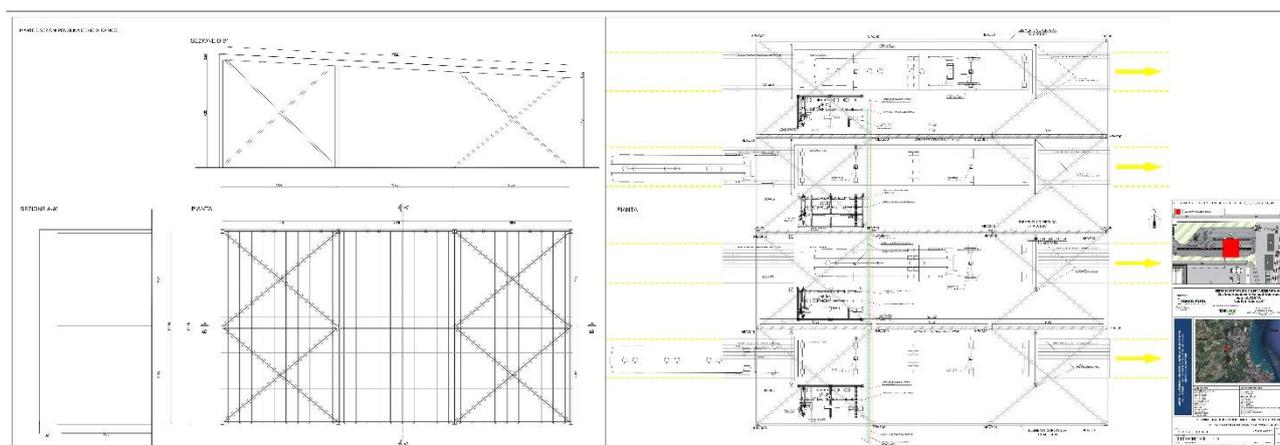


Figura 37 – Elaborato P\_04\_PD\_03\_BAI\_R01 Baie di carico autocisterne

## 6.7. FILTRAZIONE GAS

(Rif. Elaborato P\_03\_PL\_08\_APP\_R01)

La prima fase di controllo del metano in uscita dai vaporizzatori e del BOG rilanciato in rete verrà effettuato

nella stazione di filtrazione.

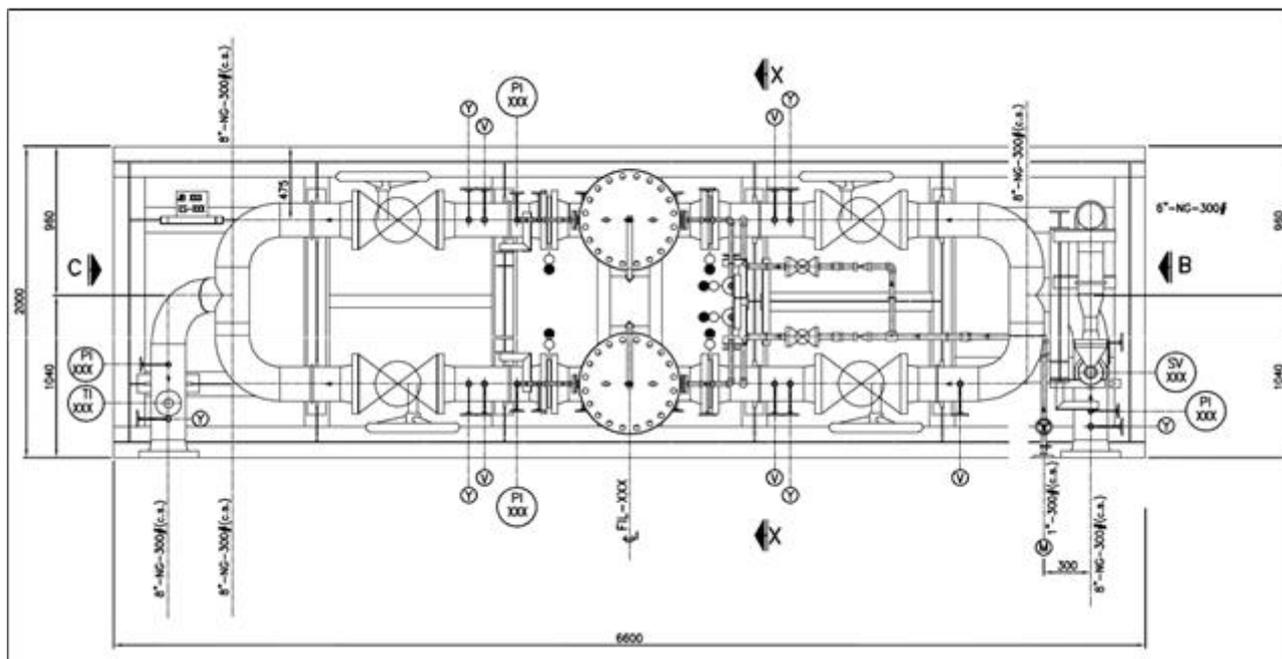
#### DESCRIZIONE DELLA SISTEMA

Scopo del sistema e la filtrazione del Gas Naturale per proteggere dalle impurità la strumentazione di misura fiscale installata a valle. Lo skid è basato su un'architettura con doppio filtro in back-up al fine di poter garantire la pulizia di uno dei due filtri mantenendo il sistema in esercizio utilizzando l'altro filtro.

Lo skid sarà composto fornito con le seguenti caratteristiche dimensionali: Lunghezza 5,0m, larghezza 2,0, altezza 1,9 m.

Le dimensioni dello skid saranno verificate durante le fasi di ingegneria di dettaglio al fine di garantire l'agevole trasportabilità in relazione alla dimensione degli strumenti e alla necessaria disponibilità di spazio operativo. L'unità sarà realizzata utilizzando i seguenti componenti principali.

- Valvola di Sicurezza
- Valvola a Passaggio Pieno con azionamento manuale a leva
- Manometro
- Trasmettitore di Pressione
- Trasmettitore di Pressione Differenziale
- Termometro
- Pozzetto Termometrico
- Filtro a Doppia Cartuccia
- Valvola a Sfera a Passaggio Pieno
- Valvola a Sfera a Passaggio Pieno con azionamento manuale a leva
- Valvola di Radice a Sfera 1/2"
- Valvola di Radice a Sfera 3/4
- J-box Ex-e in alluminio
- Set di piping, flange, raccordi, elementi di supporto



**Figura 38** - Skid Sistema di filtrazione

## 6.8. CABINA CROMATOGRAFI

Il sistema provvederà al campionamento del gas metano in vari punti di prelievo, due in fase liquida (scaricamento da nave e caricamento autobotti) e due in fase gas (immissione in rete e alimentazione generatori). Lo scopo di questa specifica è quello di definire le caratteristiche tecniche della Cabina di Analisi, che dovrà essere progettata e realizzata come di seguito descritto. In dettaglio si dovranno includere i seguenti elementi:

- Struttura cabina
- Sistema HVAC
- Distribuzione elettrica
- Impianto illuminazione
- Impianto messa a terra
- Collettori utilities
- Interconnessione segnali
- Sistemi di condizionamento campione
- Analizzatori (Gascromatografi)
- Test e collaudi
- Documentazione per esercizio e manutenzione

È prevista una cabina avente le seguenti caratteristiche: lunghezza 3,0 m, larghezza 2,5m, altezza 2,7m. Si tratta di dimensioni esterne della cabina al netto delle apparecchiature che potranno essere installate sulle pareti esterne. Tali dimensioni tengono conto della massima facilità di trasporto della cabina in relazione agli ingombri della strumentazione ed agli spazi operativi necessari all'interno. Le pareti saranno realizzate con pannelli sandwich aventi le seguenti caratteristiche: Lamiera esterna AISI 316 15/10 - Lamiera interna AISI

316 10/10.

### CARATTERISTICHE GENERALI

Il telaio della cabina costituisce una struttura autoportante realizzata in acciaio e dimensionata per consentire il sollevamento della cabina completamente assemblata senza subire deformazioni.

Al telaio della cabina saranno vincolate le pareti, il tetto ed il pavimento. Saranno utilizzati tutti gli accorgimenti e i criteri costruttivi atti a garantire la perfetta tenuta della connessione pavimento-parete per evitare che liquidi s'infiltrino nell'intercapedine isolante delle pareti. Il tetto della cabina, realizzato con pannello sandwich grecato, sarà idoneo per supportare un carico di 250 Kg/m<sup>2</sup> senza subire deformazioni permanenti.

Le grondaie per lo scarico delle acque piovane saranno ricavate all'interno degli angolari costituenti il telaio della cabina. In posizione da definirsi durante le attività di progettazione saranno montate n.2 porte apribili verso l'esterno realizzate anch'esse con pannelli sandwich.

Le porte avranno dispositivo di chiusura automatico, maniglia con serratura sul lato esterno, maniglia antipanico all'interno e saranno dotate di finestra di dimensioni 400 x 400 mm realizzata con vetro antisfondamento. Sul lato esterno della porta principale sarà fissata una targhetta recante il tag della cabina e degli analizzatori installati all'interno della cabina. Particolare cura dovrà anche essere dedicata alla definizione dei montanti e delle battute per assicurare la perfetta chiusura delle porte. Il pavimento sarà munito di scarico di drenaggio con guardia idraulica per lo smaltimento di eventuali liquidi dispersi. La cabina verrà equipaggiata con 4 golfari di sollevamento, opportunamente dimensionati, ancorati alla struttura portante.

### SISTEMA DI CONDIZIONAMENTO E VENTILAZIONE (HVAC)

Si dovrà prevedere un impianto di condizionamento e ventilazione, opportunamente dimensionato per garantire il controllo della temperatura all'interno della cabina in corrispondenza dei valori di temperatura, umidità e irraggiamento solare caratteristici del sito di installazione.

Il sistema sarà basato sui seguenti componenti principali:

- Compressore con azionamento ed esecuzione Ex
- Ventilatore di ricircolo in materiale antiscintillio con motore elettrico
- Giunto antivibrante per accoppiamento alla parete della cabina
- Rumorosità all'esterno della cabina non superiore a 85 dB

Accessori frigoriferi:

- Valvola solenoide Ex linea liquido
- Filtro ed indicatore di passaggio liquido
- Pressostato di alta e bassa pressione in esecuzione EEx-i
- Cassette di contenimento teleruttori
- Fluido refrigerante del tipo Aria/Freon



**Figura 39** - Skid Sistema di analisi – Cabina cromatografi

L'apparecchiatura sarà in esecuzione idonea per l'impiego in area classificata con accoppiamento elastico al corpo cabina. Per la ventilazione saranno fornite N.2 giranti, una operativa in condizioni normali e l'altra in stand-by, opportunamente dimensionate per mantenere all'interno della cabina la pressurizzazione minima ed i ricambi/ora sopra indicati. Le giranti saranno azionate da motori in esecuzione Ex. Per le giranti è previsto il controllo da parte di un pressostato differenziale. Il sistema di condizionamento sarà completo di pannello di comando, così composto:

- selettore funzionamento automatico/manuale
- selettori ON/OFF ventilatori di pressurizzazione e ricircolo
- lampade segnalazione funzionamento ventilatori
- lampada segnalazione funzionamento compressore
- lampada segnalazione funzionamento riscaldatore
- lampada allarme fuori servizio compressore
- lampada allarme fuori servizio ventilatori

L'ingresso al ventilatore sarà provvisto di filtro acrilico, intercambiabile (grado di filtrazione 85%).

L'uscita dell'aria sarà assicurata da serrande (apribili verso l'esterno) opportunamente dimensionate e appesantite. Le serrande saranno installate sulle pareti, sia in corrispondenza del pavimento, sia del soffitto.

Un adeguato sistema di protezione eviterà che corpi estranei entrino nella cabina attraverso le serrande.

#### IMPIANTO ELETTRICO

La cabina dovrà essere provvista di un sistema di distribuzione elettrica con le caratteristiche sotto indicate. Gli arrivi delle linee di alimentazione saranno sezionati con interruttori generali, opportunamente dimensionati, installati sulla parete esterna della cabina. I quadri di distribuzione alimentazione saranno posizionati all'interno della cabina e saranno composti da interruttori magnetotermici e lampade di segnalazione per ogni partenza. Gli arrivi delle alimentazioni a bordo cabina saranno opportunamente sezionati mediante un interruttore generale assunto come limite di batteria. Gli interruttori generali e i quadri di distribuzione installati

all'interno della cabina saranno realizzati mediante J- box in lega di alluminio in esecuzione Ex-d. La distribuzione all'interno della cabina avverrà mediante cavi posati in passerella.

#### IMPIANTO LUCE

La cabina sarà equipaggiata con un impianto luce realizzato con armature illuminanti con lampade a fluorescenza o LED in esecuzione Ex. Il sistema sarà dimensionato per fornire:

- 500 lux all'interno della cabina
- 300 lux all'esterno della cabina

Si dovrà prevedere la presenza di interruttori di accensione lampade:

- per l'illuminazione interna: all'interno, in prossimità della porta principale
- per l'illuminazione esterna: all'esterno, in prossimità della porta principale

All'interno della cabina sarà installata n.1 presa rating 10 A e una lampada di emergenza con batteria di back-up dovrà essere prevista all'interno della cabina.

#### DISTRIBUZIONE SEGNALI

Sulla parete esterna saranno posizionate le J-boxes Ex-e relative ai segnali analogici ed ai segnali digitali cui saranno connesse tutte le apparecchiature (analizzatori, etc.) installate in cabina. Per i collegamenti saranno utilizzati cavi posati in passerella e sarà comunque garantita la separazione in vie cavi distinte tra segnali analogici digitali e potenza per evitare ogni forma d'interferenza. Sarà prevista la realizzazione di un sistema di messa a terra interno alla cabina, realizzato con piattina di rame perimetrale alla quale saranno attestate le corde di terra delle apparecchiature installate in cabina. L'anello di terra interno sarà collegato al punto di messa a terra di cabina.

#### UTILITIES DI CABINA - CARATTERISTICHE GENERALI

Tutti i collettori delle utilities saranno installati sui lati esterni della cabina. Per ogni collettore saranno previsti stacchi valvolati per l'interconnessione (realizzata con tubing in AISI 316, valvole in acciaio inox) alle apparecchiature interne alla cabina. Il collettore di vent atmosferico sarà provvisto di flame arrestor. Le flange di interfaccia con i collettori in ingresso dal campo sono assunte come limite di batteria. Sarà prevista la presenza di un rack porta-bombole con sistema di ancoraggio.

#### RILEVAZIONE ANOMALIE DI CABINA

E' prevista un sistema di monitoraggio e segnalazione stati di allarme. In particolare dovranno essere inclusi i seguenti dispositivi:

- Rilevatore HC
- Rilevatore O2
- Pressostato differenziale per bassa pressurizzazione cabina
- Termostato alta temperatura all'interno della cabina

- Lampade di allarme installate all'esterno e all'interno della cabina
- Tromba elettrica

La disposizione dei sensori di presenza gas esplosivi all'interno della cabina sarà definita in fase d'ingegneria di dettaglio, al fine di monitorare le aree soggette ad una ventilazione più critica. I segnali provenienti dalla strumentazione di monitoraggio saranno acquisiti dal sistema PLC di cabina installato all'interno di custodia Ex-d. Si dovrà prevedere la presenza di un pannello di visualizzazione allarmi individuali posizionato all'esterno della cabina in custodia Ex completo di pulsanti di acknowledge/reset e lamp test. Il sistema di allarme basato su logica PLC gestirà anche le seguenti sequenze di interblocco:

- Rilevazione HC
- Bassa concentrazione di O<sub>2</sub>
- Bassa portata di ventilazione
- Bassa pressurizzazione cabina
- Alta temperatura cabina

#### SISTEMI DI ANALISI

Si dovrà includere un sistema di analisi basato sui componenti sotto dettagliati: SONDA di prelievo campione di tipo estraibile in AISI316 4.

#### STAZIONE DI RIDUZIONE PRESSIONE

Verrà installata completa di:

- Valvole a sfera di ingresso e uscita
- Filtro in linea
- Riduttore di pressione
- Manometro
- Valvola di sicurezza

I componenti saranno assemblati utilizzando tubing in AISI 316 e raccordi a compressione doppia ogiva AISI 316 su piastra in AISI 316 all'interno di un box in AISI 316.

#### STAZIONE DI RIDUZIONE PRESSIONE E VAPORIZZAZIONE

Verrà installata completa di:

- Valvole a sfera di ingresso e uscita
- Filtro in linea
- Riduttore di pressione e Vaporizzatore riscaldato elettricamente
- Manometro
- Valvola di sicurezza.

I componenti saranno assemblati utilizzando tubing in AISI 316 e raccordi a compressione doppia ogiva AISI 316 su piastra in AISI 316 all'interno di un box in AISI 316, coibentato e riscaldato elettricamente, da installarsi

in prossimità del punto di presa campione.

#### SISTEMA DI CONDIZIONAMENTO CAMPIONE

Verrà installato a 2 stream completo di:

- Valvole a sfera
- Filtri di by-pass
- Flussimetri di by-pass
- Manometri
- Gruppo di selezione stream
- Filtro in linea
- Flussimetro in linea con contatto di allarme per bassa portata
- Valvole di non ritorno

I componenti saranno assemblati utilizzando tubing in AISI 316 e raccordi a compressione doppia ogiva AISI 316 su piastra in AISI 316 all'interno di un box in AISI 316, installato sulla parete esterna della cabina.

#### SISTEMI DI PRESA CAMPIONE PER LABORATORIO

Verranno installati completi di:

- Valvole a sfera di selezione
- Tubi flessibili con attacchi rapidi M
- Bombola di presa campione

### 6.9. STAZIONE DI ODORIZZAZIONE

(Rif. Elaborato P\_03\_PL\_08\_APP\_R01)

Il sistema di odorizzazione sarà utilizzato solamente per il Gas Naturale in uscita dall'impianto diretto alle reti cittadine e quindi non verrà realizzato nel caso l'impianto dovesse essere connesso alla rete regionale dei metanodotti.

Il sistema provvederà all'additivazione del Gas Naturale in fase gas con specifico prodotto odorizzante, a valle della vaporizzazione e prima dell'immissione in rete. Lo scopo di questa specifica è quello di definire le caratteristiche tecniche dell'Impianto Skid di Odorizzazione, che dovrà essere progettato e realizzato come di seguito descritto.

In dettaglio il sistema dovrà includere:

- Telaio di supporto
- Cabinet di contenimento sistema odorizzazione
- Pompe dosatrici
- Sistema di controllo basato su logica PLC
- Distribuzione elettrica
- Interconnessione segnali

- Impianto messa a terra
- Collegamenti idraulici
- Test e collaudi
- Documentazione per esercizio e manutenzione

## SKID ODORIZZAZIONE

Il sistema utilizzerà una logica di dosaggio on-line proporzionale alla portata di Gas Naturale in transito. Il sistema sarà interfacciato con il trasmettitore di portata installato sulla linea Gas Naturale in trasferimento per ricevere i dati relativi alla portata istantanea di Gas Naturale e regolare proporzionalmente la portata delle pompe dosatrici sulla base del rateo di dosaggio preimpostato.

L'unità sarà realizzata utilizzando i seguenti componenti principali:

- Cabinet di contenimento in acciaio inox avente le seguenti caratteristiche: Dimensioni indicative: lunghezza 4.0 m, larghezza 1.5 m, altezza 2.4 m, zona separata per sistema di dosaggio, zona separata per serbatoi di stoccaggio odorizzante, porte di accesso per manutenzione complete di serratura e finestra di ispezione, lampade di illuminazione a fluorescenza in esecuzione ex, vasca di raccolta spanti.
- Quadro di alimentazione e distribuzione elettrica in esecuzione Ex-d completo di interruttori magnetotermici, spie di segnalazione e interruttori di marcia/arresto.
- J-box di interfacciamento segnali.
- Sistema di alloggiamento serbatoi odorizzante completo di: gruppo di pressurizzazione serbatoi completo di riduttore di pressione, valvola di sicurezza, manometro, valvola di non ritorno, flessibili con attacco rapido, sistema di misura quantità odorizzante nei serbatoi basata su cella di carico, sistema automatico di selezione serbatoio operativo mediante valvole attuate, al fine di evitare trascinalamenti in fase gas verso la pompa. In corrispondenza con lo svuotamento completo del serbatoio operativo, il sistema provvederà alla commutazione dell'aspirazione della pompa verso l'altro serbatoio pieno. Sarà così possibile per gli operatori il reintegro del serbatoio vuoto.
- Sistema di controllo basato su logica PLC per la gestione automatica dell'unità di odorizzazione, utilizzando una logica di dosaggio on-line proporzionale alla portata di gas naturale in transito, che eviti sotto e sovra-dosaggi. Il sistema sarà interfacciato con il trasmettitore di portata installato sulla linea gas naturale in trasferimento per ricevere i dati relativi alla portata istantanea di gas naturale e regolare proporzionalmente la portata delle pompe dosatrici sulla base del rateo di dosaggio preimpostato dall'operatore.
- Sistema di interfaccia operatore in esecuzione idonea per installazione in area classificata, completo di display touch-screen per impostazione ratei di dosaggio, visualizzazione e riconoscimento allarmi, registrazione eventi e per la gestione di eventuali sequenze di additivazione manuale. I parametri di gestione del sistema saranno protetti da password.
- N.1 linea di additivazione completa (più n.1 linea spare), composte dai seguenti elementi: valvole con

tenuta a soffietto di intercetto in aspirazione alle pompe; filtri in aspirazione pompe; pompe volumetriche dosatrici a pistone; polmoni smorzatori di pulsazioni; manometri installati sulla mandata delle pompe; valvole di non ritorno; valvole di intercetto/selezione con tenuta a soffietto; trasmettitori di portata fluido odorizzante aventi le seguenti caratteristiche; back pressure regulator; valvola attuata di iniezione additivo.

- 2 Gas detector, installati all'interno del cabinet, per rilevazione presenza HC.
- Sistema di allarme ottico luminoso per segnalazione stati di malfunzionamento e allarme.
- Sistema di flussaggio e passivazione linee additivo completo di gruppo di spiazzamento completo di riduttore di pressione, valvole di intercetto, manometro, valvola di non ritorno, serbatoio di stoccaggio prodotto passivante; serbatoio di recupero prodotto passivante.
- Sistema di diffusione prodotto mascherante nell'atmosfera interna del cabinet completo di: gruppo di riduzione pressione azoto, valvole di intercetto, anometro, serbatoio di stoccaggio prodotto mascherante, ugelli per diffusione prodotto mascherante.
- Sistema di filtrazione atmosfera interna del cabinet completo di: • batteria di carboni attivi sostituibili, ventilatore di estrazione attivabile in automatico o manualmente dall'operatore, serrande attuate pneumaticamente per segregazione atmosfera interna del cabinet.
- Set di raccordi doppia ogiva e tubing in AISI 316 e quant'altro necessario per un corretto funzionamento del sistema.



**Figura 40** - Sistema di Odorizzazione

## **6.10. STAZIONE DI MISURA FISCALE**

(Rif. Elaborato P\_03\_PL\_08\_APP\_R01)

Ultima fase ma non meno importante delle altre è il passaggio del Gas Naturale all'interno della stazione di

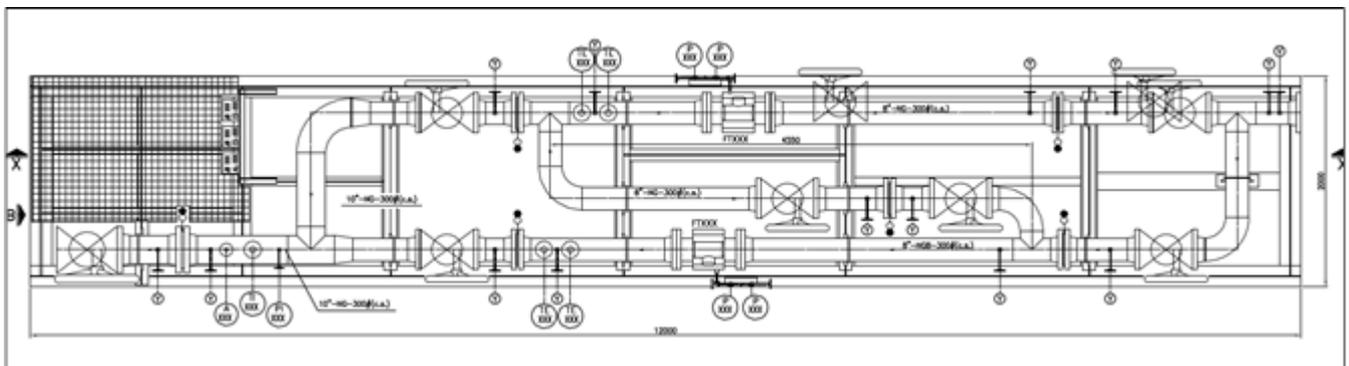
misura fiscale della portata.

Si procederà quindi all'installazione di un impianto "Skid Metering" per la misura fiscale di portata Gas Naturale. Il sistema provvederà alla filtrazione e alla misura di portata del Gas Naturale (metano) in fase gas, a valle della vaporizzazione e prima dell'immissione in rete. Lo scopo di questa specifica è quello di definire le caratteristiche tecniche dell'Impianto "Skid Metering", che dovrà essere progettato e realizzato come di seguito descritto. In dettaglio il sistema sarà composto da:

- Telaio di supporto
- Piping
- Valvole
- Junction boxes
- Collegamenti elettrici
- Interconnessione segnali
- Impianto di messa a terra
- Fornitura e installazione strumentazione
- Test e collaudi
- Documentazione per esercizio e manutenzione

#### SKID METERING

Scopo del sistema è la misura fiscale della portata di Gas Naturale a monte dell'immissione in rete. Il sistema è basato su doppio trasmettitore di portata a Ultrasuoni ("Duty" e "Master") con piping di collegamento in configurazione a "Z". Tale architettura permette la normale operatività utilizzando il solo misuratore "Duty". E' possibile effettuare una validazione periodica dello strumento modificando il percorso del Gas Naturale, con l'intervento sulle valvole manuali di intercetto, in modo che la misura sia eseguita in serie dallo strumento "Duty" e da quello "Master".



**Figura 41** - Skid stazione di misura fiscale

Lo skid sarà fornito con le seguenti caratteristiche dimensionali: lunghezza 13,0m, larghezza 2,0m, altezza 1,9m. Le dimensioni dello skid saranno verificate durante le fasi di ingegneria di dettaglio al fine di garantire

l'agevole trasportabilità in relazione alla dimensione degli strumenti e alla necessaria disponibilità di spazio operativo L'unità sarà realizzata utilizzando i seguenti componenti principali.

- Telaio di supporto in acciaio zincato
- Termometro
- Pozzetto Termometrico
- Manometro completo di manifold
- Trasmettitore di Temperatura
- Trasmettitore di Pressione
- Trasmettitore di Temperatura
- Trasmettitore di Pressione
- Misuratore di Portata Ultrasonico
- Data Logger
- Flow Computer
- Cabinet per l'alloggiamento dei Flow Computer
- Valvola a Sfera a Passaggio Pieno
- Valvola a Sfera a Passaggio Pieno con azionamento manuale a leva
- Valvola di Radice a Sfera 1/2"
- Valvola di Radice a Sfera 3/4"
- Flow Computer
- J-box
- Set di piping, flange, raccordi, elementi di supporto

## 6.11. TORCIA

(Rif. Elaborato P\_03\_PL\_08\_APP\_R01)

L'impianto prevede l'utilizzo della torcia solamente per situazioni di emergenza, in fatti il BOG prodotto verrà principalmente utilizzato per la generazione elettrica di impianto e il rilancio nella rete di trasporto cittadina. Il sistema di rilascio e di torcia è previsto per raccogliere e smaltire in sicurezza gli scarichi provenienti dalle linee di sfiato delle valvole di sovrappressione e dalle valvole di protezione termica presenti in tutte le componenti dell'impianto. Il rilascio di gas attraverso la torcia è atteso esclusivamente durante condizioni di funzionamento anomale e di emergenza, e si prevede la combustione al fine di minimizzare il rilascio di sostanze inquinanti. Il sistema torcia abbinato ad un separatore liquido/gas (KO-Drum) che permette di raccogliere l'eventuale frazione liquida presente nelle tubazioni di sfiato.

Il sistema in particolare è composto dai seguenti componenti

- Camera di combustione in spicchi bullonati verticale in cs, compresi i seguenti accessori: gonna di supporto, connessioni strumentazione, connessioni di attacco bruciatori, passo d'uomo con relativo david, manifolds flangiati di ingresso gas, ganci v in AISI304 per ancoraggio interno fibra, fornitura fibra ceramica, trunnion di sollevamento, scale e passerelle per accesso alla strumentazione.

- Sistema di combustione, compresi i seguenti accessori: bruciatori interni e relativi collettori di distribuzione, piloti di accensioni completi di sistema he e tc di rilevazione fiamma, termocoppie di rilevazione temperatura in camera di combustione, serrande motorizzate per ingresso aria di diluizione, ventilatori assiali per ingresso aria di combustione.
- Skid di alimentazione vapori, compresi i seguenti accessori: tubazioni e valvole di distribuzione vapori, tubazioni e valvole di distribuzione gas di purga, tubazioni e valvole di distribuzione LPG Gas, Arrestatore di Fiamma su linea di ingresso, Pannello di controllo ed Accensione, Cavi TC e HE da Pannello a Camera di combustione (Max. 15 mt. di distanza).
- Separatore (KOD), compresi i seguenti accessori: Connessioni, strumentazione, Connessione di Ingresso e uscita Vapori, Passo d'uomo con relativo David, Scale e Passerelle per accesso alla strumentazione.

## **7. SISTEMI PRINCIPALI**

### **7.1. SCARICO GNL DALLE METANIERE**

(Rif. Elaborato P\_09\_DF\_01\_PFD\_R02)

Il GNL sarà trasportato da navi metaniere con capacità tipicamente sino a 15.000 mc. Le LNG Carrier verranno ormeggiate e scaricate in corrispondenza del Terminale Off-Shore localizzato a circa 1,8 Km dalla costa ionica. Il traffico di navi stimato sarà in funzione della capienza delle gasiere, al massimo sono previsti 12 arrivi all'anno per gasiere da 15.000 mc. Una volta assicurato l'ormeggio della nave e stabilite le comunicazioni potranno iniziare le procedure di scarico del GNL con la connessione dei bracci di carico e le prove di tenuta. Le linee di trasferimento della nave e i bracci di carico saranno raffreddati con l'ausilio delle pompe della nave.

Nella fase iniziale si eseguirà il collegamento delle linee del GNL e del BOG in modo da equilibrare le pressioni tra i serbatoi della nave e i serbatoi del Deposito, mantenendo una sovrappressione positiva nei serbatoi a terra che permetta al BOG di fluire verso la metaniera. IL GNL dai serbatoi della nave verrà pompato verso i 18 serbatoi criogenici a terra (S-201÷S-218) mediante le pompe della nave. Il trasferimento del GNL sarà effettuato tramite un braccio di carico (BC-101) per la fase liquida e un braccio per il trasferimento del vapore (BC-102), con diametro rispettivamente 12" e 6". Inoltre è prevista l'installazione di un terzo braccio ibrido da 12" di riserva in caso di indisponibilità di uno dei due normalmente operativi

I bracci saranno capaci di lavorare in entrambe le direzioni di flusso rispettivamente per lo scarico e il carico (bunkeraggio).

Nel primo caso permetteranno lo scarico delle navi assicurando una capacità di trasferimento massima fino a 1000 mc/h, mentre per le fasi di bunkeraggio la portata massima sarà di 250 mc/h. Durante le operazioni di rifornimento in Terminale la linea di scarico sarà utilizzata in controflusso, per mezzo dell'azionamento delle pompe P- 201A/B. In tale configurazione la valvola HV-10109 è aperta e la valvola HV-10110 è chiusa, la portata di rifornimento è regolata attraverso la valvola FCV-201112 ed FCV 201212 in uscita dalle pompe collegate ai serbatoi S-201 ed S-202.

I bracci di carico saranno completi di un sistema idraulico comune per la connessione/disconnessione rapida, la movimentazione dei bracci stessi, il monitoraggio della posizione di ciascun braccio e di un sistema di sganciamento di emergenza (PERC Powered Emergency release coupling). Dai bracci di scarico il GNL verrà inviato agli stoccaggi tramite un collettore criogenico da 12" e successive derivazioni da 6" attraverso il quale il GNL potrà accedere a qualsiasi serbatoio di stoccaggio; normalmente tutti i serbatoi saranno riempiti contemporaneamente allo scopo di migliorare la miscelazione del GNL all'interno di ciascuno di essi. Utilizzando la stessa linea criogenica per il bunkeraggio navale si realizzerà la circolazione del GNL tra il Terminale e zona serbatoi per mantenere le linee a temperatura prossima a quella di lavoro tra una fase di scarico nave e la successiva per evitare la produzione eccessiva di BOG.

La circolazione di raffreddamento sarà resa possibile dalle due pompe di ricircolo P- 201A/B.

Il gas fluirà attraverso la linea di ritorno vapore per differenza di pressione tra i serbatoi criogenici e i serbatoi della nave metaniera. E' previsto un Ko-Drum di Terminale (Kod-con annesso desurriscaldatore (D-101).

Durante lo scarico della nave il separatore dividerà gli eventuali liquidi trascinati dal gas di ritorno alla metaniera. Nel caso in cui la temperatura del gas di ritorno, misurata dal TIC-10013, dovesse risultare superiore al valore impostato di circa -130 °C, la valvola di autoregolazione termica TCV-10024 e l'apertura della valvola HV-10107 si aprirà inviando al desurriscaldatore D-101 un flusso di GNL direttamente dal collettore. Tramite l'iniezione di GNL il gas di ritorno verrà riportato a valori compatibili con i requisiti di temperatura richiesti dalla metaniera collegata. Il flusso di GNL verso il collettore ai serbatoi sarà controllato attraverso una valvola di regolazione FCV-10114 posizionata sulla linea di trasferimento del GNL.

La portata di GNL all'ingresso del serbatoio è regolata direttamente da valvole in dotazione ai serbatoi che potranno essere regolate dalla sala controllo, tramite iniezione dall'alto e dal basso. Al raggiungimento del livello previsto (max 90%) o del minimo livello nei serbatoi della metaniera.

Il braccio verrà drenato, parte nella metaniera e parte nel separatore liquido in prossimità, con l'azoto immesso nel braccio, per poi essere inertizzato e infine disconnesso dalla nave.

Il separatore di Terminale è dimensionato per poter contenere l'intero volume di un braccio più la massima quantità di GNL separato dal flusso del desurriscaldatore. Al termine delle operazioni di scarico verrà ripristinata nella linea di trasferimento dalla nave la circolazione del GNL di ricircolo, per la rimozione continua del calore in ingresso alla linea stessa e il mantenimento della temperatura a livello criogenico in attesa della nave successiva. Il flusso di GNL ricircolato è re-inviato nei serbatoi di stoccaggio. La reintroduzione della portata di ricircolo nei serbatoi potrà essere effettuata dal basso o dall'alto mediante spray, ciò allo scopo di poter controllare il livello di pressione presente nei serbatoi utilizzando la capacità termica disponibile del GNL per ricondensare una parte di BOG, tale pratica permette la gestione dei livelli di pressione per periodi limitati di tempo trasferendo parte del calore latente di condensazione del BOG, al GNL sotto forma di calore sensibile.

Gli scarichi delle TSV e gli sfiati delle apparecchiature e linee di Terminale saranno raccolti nel separatore di Terminale, che è connesso attraverso la linea di ritorno del vapore al collettore del BOG e al sistema di torcia tramite PSV. Il liquido contenuto nel separatore potrà essere:

- spiazzato mediante la pressurizzazione con azoto ed inviato alla linea di scarico per essere trasferito ai serbatoi di stoccaggio;
- vaporizzato mediante accensione del vaporizzatore elettrico per essere inviato al collettore del BOG.

#### DIMENSIONAMENTO DELLO SCARICO DEL GNL

Il sistema di scarico è dimensionato per permettere il trasferimento di una quantità di GNL pari a 15.000 m<sup>3</sup> in un tempo complessivo massimo di 15/16 ore attraverso le seguenti apparecchiature:

- Il braccio di carico (BC-101) da 12", per la fase liquida progettato per poter trasferire 1.000 mc/h di GNL;
- Il braccio di carico (BC-102) da 6", per la fase vapore progettato per poter trasferire il BOG.
- Il braccio di carico ibrido (BC-103) da 12" di riserva in caso di indisponibilità di uno dei due normalmente operativi.

#### REGOLAZIONE DEL SISTEMA

##### BRACCI DI CARICO

Durante la fase di trasferimento GNL dalla metaniera:

- la valvola SDV-10108 è aperta;
- la valvola HV-10109 è aperta
- la valvola HV-10110 è aperta
- la valvola HV-10107 è chiusa

##### DESURRISCALDATORE

La valvola di regolazione del GNL al desurriscaldatore TCV-10024 sarà regolata attraverso il regolatore TIC-10013 in funzione delle temperature del BOG inviato alla nave, al fine di non salire sopra i -130 °C. La valvola è autoregolata con il segnale OFF della valvola di Shut Down SDV-10006.

##### SCARICO GNL

La valvola di regolazione della portata di GNL FCV-10114 verso i serbatoi di stoccaggio permetterà di gestire il flusso di trasferimento sulla base di un valore di portata imposto dall'operatore in sala controllo. E' previsto l'allarme per bassa o alta portata per fluttuazioni al di fuori di un intervallo stabilito.

##### BOG DI RITORNO

La valvola di regolazione del BOG PCV-10025 dai serbatoi di stoccaggio permetterà di gestire il flusso di trasferimento sulla base di un valore differenziale di pressione tra serbatoi e metaniera al fine regolare la pressione all'interno dei serbatoi della metaniera. E' previsto un allarme di alta pressione sulla linea del BOG a valle del serbatoio di drenaggio Kod-101 attivato dal regolatore PIC-10016.

## RICIRCOLO DI MANTENIMENTO DELLA TEMPERATURA NELLE TUBAZIONI

La valvola di regolazione del flusso in prossimità delle pompe di rilancio FCV-201112 ed FCV-201212 saranno regolate attraverso i regolatori FIC 201111 e FIC-201211 cui flusso verrà comandato dalla control room. Il valore di portata sarà selezionato in funzione del valore differenziale di temperatura del GNL all'interno dei serbatoi. In tale configurazione la valvola di intercetto HV-10109 che regola l'ingresso ai bracci di carico sarà chiusa mentre le valvole HV-10110 e FCV-10114 che regolano il ritorno del GNL saranno aperte. Contemporaneamente in area stoccaggio sarà chiusa la valvola di intercetto HV-20003 nel collettore 8"-LNG-200001 e sarà aperta la valvola HV-20001 nel collettore 8"-LNG-100001. E la valvola HV-20000 nel collettore 12"-LNG-100000. Sarà possibile gestire i flussi di GNL mediante opportuno controllo delle valvole di regolazione di cui sono dotate le pompe.

## DESCRIZIONE DEI COMANDI DI PROTEZIONE E CONTROLLO

Di seguito sono descritti i comandi ed i sistemi di protezione relativi alle pompe P- 201A/B di ricircolo GNL. L'avviamento della pompa è realizzato manualmente dall'operatore dal pulsante di start/stop in sala controllo, con i segnali seguenti:

- Consenso all'avviamento proveniente da DCS AND
- NOT basso livello del serbatoio dai misuratori di pressione e misuratori di livello del serbatoio, AND
- NOT allarme elettrico della pompa AND
- Valvola di intercetto GNL HV-20001 aperta AND
- Valvola di intercetto GNL HV-20002 chiusa AND
- Valvola di intercetto GNL HV-20003 chiusa AND

Il comando manuale di stop può essere inviato dal pannello locale o da DCS. L'arresto automatico di una pompa avviene per una delle seguenti cause:

- Segnale di ESD OR
- Basso livello del barrel LAL-201105, OR
- Bassissima pressione PALL-201106 OR
- Allarme elettrico della pompa OR
- Alta intensità di corrente OR
- Bassa intensità di corrente OR
- Alte vibrazioni OR

Il segnale di arresto di emergenza della pompa può solamente essere resettato manualmente dall'operatore

## 7.2.SERBATOI DI STOCCAGGIO – DIMENSIONAMENTO E REGOLAZIONE

(Rif. Elaborato P\_09\_DF\_03\_PID\_R00)

I serbatoi saranno del tipo “full containment”, come indicato al cap.6.3 della norma UNI EN 1473, quindi

composti da due gusci in acciaio criogenico.

Le categorie di serbatoi contemplate dalla norma UNI EN 1473 (Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto (GNL) - Progettazione delle installazioni di terra) sono le seguenti:

- serbatoio cilindrico metallico a contenimento singolo,
- serbatoio cilindrico a doppio contenimento, contenitore primario metallico e contenitore secondario metallico o di calcestruzzo,
- serbatoio cilindrico a contenimento totale, contenitore primario metallico e contenitore secondario metallico o di calcestruzzo,
- serbatoio cilindrico di calcestruzzo criogenico, contenitore primario di calcestruzzo e contenitore secondario di calcestruzzo precompresso,
- serbatoio sferico.

La tipologia a contenimento totale considerata nel Deposito di Crotona, offre le migliori garanzie di sicurezza, in quanto tale tipo di serbatoio è progettato e costruito in modo che sia il contenitore primario autoportante che il contenitore secondario siano in grado di contenere in modo indipendente il liquido refrigerato immagazzinato. La norma richiede che il contenitore secondario sia in grado non solo di contenere il liquido ma anche di controllare lo sfiato del vapore prodotto da una perdita conseguente ad una rottura del contenimento primario.

In accordo a quanto richiesto dalla norma, l'immissione del prodotto in fase liquida avviene nella parte alta del serbatoio ad altezze diverse in funzione della diversa densità e non sono presenti penetrazioni delle pareti e della base del serbatoio. Questo implica l'utilizzo di pompe sommerse per il prelievo del prodotto in fase liquida. Sono inoltre presenti dispositivi per la protezione dalle sovrappressioni sia del serbatoio interno che di quello esterno, i cui sfiati sono convogliati in torcia.

È anche evidenziato l'isolamento criogenico, che può essere ottenuto mediante la realizzazione del vuoto nell'interspazio tra i due serbatoi o mediante l'utilizzo di perlite espansa criogenica interposta in detto spazio. La perlite espansa può essere a granulometria fine, media o grossa, con dimensioni variabili tra 0.1 mm e 1 mm per la granulometria fine, fino a dimensioni tra 2 mm e 5 mm per granulometria grossolana.

I serbatoi come da progetto saranno 18, disposti in 3 gruppi da 6, posizionati con l'asse maggiore parallelo, ad una distanza tra un serbatoio e l'altro di 6 m. Il volume complessivo dei 18 serbatoi è pari a 22.068 mc. Il singolo serbatoio avrà un volume pari a 1.226 mc. I serbatoi saranno dotati di valvole di intercettazione e collegati a due a due al sistema di pompaggio per il rilancio del GNL verso: vaporizzatori, baie di carico e bracci di carico nel Terminale.

Considerata l'entità di stoccaggio pari a 20.000 mc, corrispondenti a 9660 tonnellate (considerando una massa volumica pari a 483 kg/m<sup>3</sup>), lo stabilimento ricade nel campo di applicazione del D. Lgs. n. 105 del 29 luglio 2015 (Attuazione della direttiva 2012/18/UE relativa al controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose), in quanto supera il limite di soglia di 200 tonnellate, quale stabilimento di soglia superiore.

È pertanto soggetto alla procedura di cui all'art. 16 del D. Lgs. 105/2015, cioè all'ottenimento del nulla osta

di fattibilità prima dell'inizio della costruzione, previa presentazione di un rapporto preliminare di sicurezza, e del parere tecnico conclusivo sul rapporto definitivo di sicurezza, prima dell'inizio dell'attività al Comitato Tecnico Regionale Calabria.

Nella progettazione dell'impianto de quo, si è tenuto conto di alcune norme di buona tecnica che hanno costituito un valido strumento per la progettazione fornendo criteri di sicurezza efficaci a riguardo si è fatto riferimento a quanto previsto sia dalla norma UNI EN 1473 (Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto (GNL) - Progettazione delle installazioni di terra) che dalla norma UNI-EN 13458 (Recipienti criogenici - Recipienti fissi isolati sottovuoto).

## DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI STOCCAGGIO

Sono previsti 18 serbatoi di stoccaggio fuori terra orizzontali cilindrici metallici del tipo "Full Containment" ciascuno composto da un serbatoio esterno "outer tank" e uno interno "inner tank" entrambi in acciaio al nichel della capacità nominale di 1226 mc cadauno. I serbatoi hanno una pressione di progetto di 8 barg e una pressione operativa variabile tra 0 e 7,5 barg.

In caso di fuoriuscita dal contenimento primario, il contenimento esterno permette di trattenere il liquido criogenico. I serbatoi sono realizzati in modo da limitare il flusso termico dall'esterno attraverso un isolamento termico realizzato mediante l'uso congiunto di materiale isolante e condizioni di vuoto tra i due contenimenti. I serbatoi avranno una capacità nominale di stoccaggio di 22.068 mc di GNL (1.226 mc per serbatoio) la capacità effettiva sarà invece inferiore 19.872 mc (90% di riempimento totale). Lo stoccaggio avverrà in serbatoi a doppio contenimento, dove il contenitore interno ha lo scopo di contenere il GNL, mentre il contenitore esterno è in grado di contenere in sicurezza il GNL in caso di perdite o rotture del contenitore interno. In sintesi il serbatoio primario "inner tank" è dedicato al contenimento del liquido criogenico, il serbatoio secondario "outer tank" dovrà contenere il vapore prodotto e sarà in grado di trattenere le eventuali fuori uscite di GNL dal serbatoio primario. Il materiale utilizzato per la costruzione dei serbatoi sarà l'acciaio resiliente alle basse temperature, nell'intercapedine sarà posizionata la perlite e vuoto spinto, un isolante termico che trova ampio spazio nelle applicazioni industriali e nel settore criogenico.

Ciascun serbatoio posizionato orizzontalmente fuori terra è disposto con gli assi maggiori paralleli ed installato su una sella in acciaio e poggiato su apposite strutture di fondazione.

I serbatoi sono realizzati in modo da limitare il flusso termico dall'esterno attraverso un isolamento termico realizzato mediante l'uso congiunto di materiale isolante e condizioni di vuoto tra i due contenimenti.

I serbatoi saranno equipaggiati con un sistema che permetta la corretta distribuzione del liquido in ingresso per le operazioni di riempimento dall'alto e dal basso. I serbatoi sono completi di misuratori di livello e di temperatura, pressione e pressione differenziale per garantire le condizioni di sicurezza. Nonostante il serbatoio e tutte le tubazioni criogeniche siano adeguatamente isolate gli stoccaggi GNL subiscono comunque un certo riscaldamento dovuto essenzialmente a:

- Ambiente esterno;
- Calore in ingresso dalle linee di scarico nave;

- Calore generato dalle pompe di rilancio GNL;
- Eventuale ingresso dovuto alla circolazione di GNL di raffreddamento.

Il vapore generato a seguito di detto riscaldamento, unitamente al vapore movimentato per effetto della variazione di livello del liquido nei serbatoi durante il caricamento, viene convogliato tramite la tubazione principale 12", a cui son collegati tutti i serbatoi, alla gestione BOG, alla linea di ritorno BOG alla nave e al sistema di torcia in caso di emergenza.

Ciascun serbatoio criogenico è completo dei seguenti sistemi di protezione:

- Sovrariempimento, attraverso il monitoraggio del livello (LI-20121-20122) per tutta l'altezza di ciascun serbatoio, mediante strumentazione multipla, che agisce separatamente sugli elementi di controllo, quali valvole e pompe, ed è connessa al sistema ESD1 (fermata del sistema di scarico nave);
- Sovrappressione. I livelli di pressione all'interno dei serbatoi sono normalmente gestiti attraverso il consumo di BOG necessario ad alimentare i motori di generazione energia elettrica e le procedure di gestione delle operazioni trasferimento e di raffreddamento (gestione positiva della pressione nella catena di trasferimento nave / serbatoi / autocisterne o bunkeraggio e ricircolo). La protezione dalla sovrappressione è garantita dall'apertura delle valvole PSV 20120 – 20102 – 20131- 20130 tarate ad una pressione massima di a 7,5 barg gestita che permette al BOG di raggiungere il Kod-601 e la torcia.

Nei casi in cui si verifichi un incremento della pressione dovuto a cause non legate al normale funzionamento, l'integrità dei serbatoi sarà garantita dalla depressurizzazione rapida attraverso l'apertura delle valvole SDV-20132 e chiusura della PCV- 20123.

Sia la linea di depressurizzazione sia gli scarichi delle PSV saranno collettate verso il sistema di torcia. In caso di segnale di alta pressione di ciascun serbatoio, si ha la chiusura automatica della FCV-20104 di caricamento dal basso in ingresso ad ogni serbatoio e della FCV-20105 di caricamento dall'alto in ingresso ad ogni serbatoio.

## REGOLAZIONE DEL SISTEMA

### VALVOLE DI REGOLAZIONE FLUSSO INGRESSO SERBATOI

Le valvole FCV-20105 e FCV-20104 per il S-201 di regolazione del GNL in ingresso al serbatoio (caricamento dall'alto e dal basso) saranno gestite attraverso impostazioni manuali da parte dell'operatore in sala controllo. E' previsto lo Shut Down in caso di segnale di altissimo livello LAHH dalla strumentazione di controllo di livello segnale di alta o altissima pressione PAH PAHH proveniente dai PI- 20111 e PI-20112 (segnale di ESD grado di protezione 3). In tal caso verrà chiusa la valvola di intercetto del collettore 6"- LNG-201001 ovvero la SDV-20101).

### VALVOLE DI CHIUSURA IN USCITA SERBATOI

La valvola di intercettazione del GNL in uscita al serbatoio SDV-20128 (per il S-201) sarà gestita dall'operatore in sala controllo.

E' prevista la chiusura automatica nei seguenti casi:

- segnale di bassissimo livello proveniente dai LI-20121 e LI-20122;
- segnale di bassa pressione proveniente dai PI-20121 e PI-20122;
- segnale ESD grado di protezione 3

#### SISTEMI DI MISURA LIVELLI, TEMPERATURA E PRESSIONI DEI SERBATOI

I sistemi di misurazione delle valori interni di pressione, temperatura e livello per ogni serbatoio saranno due, ubicati sulla generatrice superiore del serbatoio, ognuno dei due sarà indipendente dall'altro, e saranno ubicati nei lati opposti dei serbatoi.

I misuratori scelti sono del tipo multifunzione PULCE – SG 197, il funzionamento è basato sulla costante ricerca dell'equilibrio di forze fra il peso del gruppo riduttore – motore di bilanciamento e l'elemento sensibile non galleggiante.

Tale soluzione tecnica consente l'eliminazione delle connessioni in fase liquida del diametro pari a ½" posizionate sulla parte bassa (F1 e F2) (vedi tav.D\_09\_DF\_03\_PID\_R00).

Il nuovo sistema di misurazione ben visibile nell'elaborato D\_09\_DF\_03\_PID\_R00, ed è composto da con un sistema integrato di misurazione indicazione e trasmissione di pressione, temperatura e livello dei serbatoi. I PI/TI/LI-20137 e PI/TI/LI-20138, verranno installati nella parte superiore del serbatoio.

Questo sistema (richiesto anche dall'Agenzia delle dogane) è certificato ATEX ed è adatto per la misurazione del livello dei serbatoi, anche a fini fiscali.

Il corpo lato processo, a pressione non ridotta, è in un materiale adatto per temperature di esercizio fino a -220°C (AISI 321 oppure 316L), elemento sensibile a contatto con il fluido (GNL) in PTFE (Teflon), il filo di sospensione del dislocatore è in AISI 316L.

Sarà inoltre installato uno strumento misuratore di temperatura installato nell'intercapedine tra il serbatoio interno ed il serbatoio di contenimento esterno.

### **7.3. VAPORIZZAZIONE DEL GNL - DIMENSIONAMENTO E REGOLAZIONE**

(Rif. Elaborato P\_09\_DF\_06\_PID\_R00)

#### DESCRIZIONE DEL SISTEMA VAPORIZZAZIONE

Il terminale è progettato per rigassificare fino a 100.000 mc/h. I vaporizzatori scelti in fase progettuale sono di tipo ad aria naturale AAV (Ambient Air Vaporizer – Norma UNI EN 1473- Annex E) con capacità di circa 5.000 mc/h ciascuno. I vaporizzatori AAV sono risultati i più adatti per un clima come quello della Calabria in quanto non necessitano di intervento di fluidi riscaldanti come l'acqua di mare ma utilizzano semplicemente la temperatura dell'ambiente, sicuramente favorevole nel caso della Calabria. Allo stesso tempo presenta degli svantaggi come la costante formazione di ghiaccio nelle serpentine di riscaldamento, il che rende necessario la continua interruzione delle operazioni di vaporizzazione per rendere efficiente il sistema ed eliminare il ghiaccio dalla struttura.

I vaporizzatori ad aria ambientale possono essere essenzialmente di due tipi: ad aria forzata o naturale. Si è escluso in questa fase utilizzare la tipologia ad aria forzata per limitare l'inquinamento acustico dell'impianto.

L'emissione sonora dei vaporizzatori ad aria naturale è praticamente pari a zero.

Tuttavia questo tipo di vaporizzatore permette il montaggio nella parte alta di quattro ventole e può quindi essere facilmente trasformato in vaporizzatore ad aria forzata qualora si ritenga di dover aumentare la produttività.

I vaporizzatori sono costituiti da una struttura in alluminio a pianta rettangolare e si sviluppano per un'altezza totale di 13.00 m. Il peso di ogni vaporizzatore si aggira intorno ai 7.800 kg, e possono lavorare fino a 70 bar di pressione con un range di temperature variabile dai 196°C ai 50°C. La superficie utile per lo scambio di calore è di 1.885 mq nel solo tubo interno.

Le tubazioni di ingresso del GNL da 1 1/2" sono introdotte nel vaporizzatore dalla parte bassa. L'alta pressione spinge il GNL nelle serpentine permettendo un'ampia superficie di scambio di calore. L'uscita del GN come per l'ingresso del GNL avviene dal basso. I 40 vaporizzatori V-301÷V-340 verranno organizzati planimetricamente in modo da limitare al massimo lo spazio occupato con una distanza tale da non raffreddarsi a vicenda. Verranno distribuiti in 4 file da 10 nella quale i baricentri saranno distanti 5m. Le file avranno una distanza di 5,6m.

#### DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA

L'area dei vaporizzatori è essenzialmente servita da due collettori principali per il GNL 8"- LNG-200001 e 8"-LNG-300000 che raccolgono la portata di GNL dalle pompe di rilancio P-202A/B, P-204A/B, P-205A/B, P-206A/B, P-207A/B, P-208A/B e P-209A/B. Ogni pompa è dimensionata per garantire la portata richiesta dalle utenze fornite (metanodotto e rete urbana) ad una pressione che può arrivare fino a 40 Bar a seconda delle richieste della rete a cui verrà connesso l'impianto. A valle dei vaporizzatori sarà ovviamente installato il collettore del metano 16"-NG-300001 che raccoglierà il metano dalla tubazione della coppia di vaporizzatori 6"-NG-3020006 sulla quale insistono le tubazioni in acciaio 3"- NG-301004 (esempio della coppia di Vaporizzatori V-301 e V-302).

#### REGOLAZIONE DEL SISTEMA

##### REGOLAZIONE DELLA PORTATA IN INGRESSO

Il presente paragrafo illustra la configurazione per la pompa di rilancio del GNL, per la pompa P-204A/B ed i Vaporizzatori V-301 e V-302 e sarà valida per tutte le coppie di pompe e vaporizzatori.

La portata in ingresso all'area dei vaporizzatore, fase liquida, verrà regolata come detto dalle pompe di rilancio situate in prossimità dei serbatoi tramite il FIC 204211 che agisce sulla valvola di regolazione del flusso FCV-204212 (installate in prossimità della pompa). Il GNL viene quindi spinto sulla tubazione 6"- LNG-204000 che si riversa sul collettore 8"- LNG-200001 che si dirama verso i vaporizzatori sulla linea 8"-LNG-300000. Dal collettore il GNL può prendere la direzione scelta dalla sala controllo in base al vaporizzatore che si vuole utilizzare aprendo in alternanza le valvole SDV-30101 e SDV- 32100 alternando quindi le coppie di vaporizzatori V-301 o V-302 con le coppie V-322 e V-321.

## VALVOLE DI CHIUSURA IN USCITA DAI VAPORIZZATORI

All'uscita di ogni vaporizzatore è previsto un sistema di controllo della temperatura e della pressione tramite un TI-30203 e il PI-30202. Questi trasmetteranno il segnale di pressione e di temperatura al sistema di controllo, e in caso non si ottengano dei valori che rispettano gli standard richiesti si agirà sulle valvole di chiusura SDV-30204 in caso di malfunzionamento della coppia V-301 V-302, oppure sulla SDV-32204 in caso di malfunzionamento della coppia V-321 V-322 che verrà chiusa principalmente in caso di malfunzionamento o di emergenza. Inoltre saranno presenti valvole di protezione termica sulla fase liquida e di sovrappressione sulla fase gassosa PSV-30205 e TSV-30102.

È prevista la chiusura automatica nei seguenti casi di segnale ESD grado di protezione 3 in cui si interverrà sulle valvole SDV a monte e valle dei vaporizzatori che sulla valvola SDV-60001 al fine di bloccare il flusso ai gruppi di filtrazione, analisi, misura e odorizzazione.

## 7.4. BUNKERAGGIO NAVALE - DIMENSIONAMENTO E REGOLAZIONE

(Rif. Elaborato P\_09\_DF\_01\_PFD\_R00)

### DESCRIZIONE DEL SISTEMA DEL BUNKERAGGIO NAVALE

Il carico del GNL alle navi è reso possibile dal funzionamento di due pompe di rilancio P- 201A/B collegate ai serbatoi S-201-S-202. Le pompe di rilancio GNL attingono dai serbatoi tramite tubazioni da 6" per rilanciarlo alla pressione adeguata nel collettore principale da 6" posto in uscita dai serbatoi e, durante la marcia normale, inviano il GNL al Terminale e attraverso il braccio di carico BC-101 utilizzando la stessa linea di scarico delle navi ma in verso opposto eseguono il rifornimento. Le pompe saranno installate in adiacenza ai serbatoi e saranno accoppiate con funzionamento alternato. Le stesse pompe con configurazione adeguata permettono il ricircolo del GNL fino al Terminale per il raffreddamento delle tubazioni di scarico.

### DIMENSIONAMENTO

Le pompe P-201A/B sono dimensionate in configurazione alternata sulla massima capacità di rifornimento delle imbarcazioni dell'ordine di 250 mc/h ad una pressione massima di 5 bar. Il tempo rifornimento sarà correlato alla dimensione del serbatoio dell'imbarcazione.

### REGOLAZIONE DEL SISTEMA

#### REGOLAZIONE PORTATA DI CARICO AL SERBATOIO DELLA NAVE

Il rilancio del GNL verso il Terminale come detto è ottenuto dalla pompe P-201A/B alimentate dai serbatoi S-201 ed S-202. Essendo le uniche pompe che saranno dedicate alle operazioni in oggetto sarà necessario prevedere adeguata configurazione delle valvole per lo scopo.

La valvola di regolazione FCV-201112 sarà regolata attraverso il FIC-201111 il cui flusso verrà impostato dall'operatore in sala controllo. In tale configurazione il GNL verrà convogliato nel collettore 8"-LNG-100001 che si innesta in Terminale nel collettore del braccio di carico 12"-LNG-100000, e le valvole HV-20003, HV 20002, HV-10110 e FCV- 10114 saranno chiuse mentre le valvole HV-20001, HV-10109 e SDV-10108 saranno aperte.

## DESCRIZIONE DEI COMANDI DI PROTEZIONE E CONTROLLO

Di seguito sono descritti i comandi ed i sistemi di protezione relativi alle pompe P-201A/B e di carico GNL alle imbarcazioni. La descrizione fa riferimento alla pompa P-201A ed è identica a quella della P-201B. L'avviamento della pompa è realizzato manualmente dall'operatore dal pulsante di start/stop in sala controllo, con i segnali seguenti:

- Consenso all'avviamento proveniente da DCS AND
- NOT basso livello del serbatoio dai misuratori di pressione e misuratori di livello del serbatoio, AND
- NOT allarme elettrico della pompa AND
- Valvola di intercetto GNL HV-20001 aperta AND
- Valvola di intercetto GNL HV-20002 chiusa AND
- Valvola di intercetto GNL HV-20003 chiusa AND
- Valvola di intercetto GNL HV-10109 aperta a AND
- Valvola di intercetto GNL HV-10110 chiusa AND
- Valvola di shut down GNL SDV-10108 aperta AND

Il comando manuale di stop può essere inviato dal pannello locale o da DCS. L'arresto automatico di una pompa avviene per una delle seguenti cause:

- Segnale di ESD OR
- Basso livello del barrel della pompa LAL-201105, OR
- Bassissima pressione PALL-201106 OR
- Allarme elettrico della pompa OR
- Alta intensità di corrente OR
- Bassa intensità di corrente OR
- Alte vibrazioni OR

Il segnale di arresto di emergenza della pompa può solamente essere resettato manualmente dall'operatore.

## 7.5. CARICO GNL SU AUTOCISTERNE

(Rif. Elaborato P\_09\_DF\_01\_PFD\_R00)

### DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI RIFORNIMENTO AUTOCISTERNE

Ciascuna baia di carico è costituita principalmente da:

- N°4 pompe di carico autocisterna (P-203A/B) con funzionamento alternato, collegate ai serbatoi S-203, S-204, S-205 e S-206;
- Sistema di regolazione dei flussi GNL e BOG;
- Sistema di misura del BOG (MIS-401/402);
- Tubazioni flessibili per l'aggancio alle autocisterne (TLA-01e TLA-02 per GNL e BOG BOG) dotati di sistema di sblocco di emergenza ("EMERGENCY RELEASE

- COUPLING");
- Pesa fiscale da camion (PE-401/402) al fine di poter contabilizzare la quantità di GNL in uscita dal deposito. Le pompe di carico GNL che aspirano dal collettore comune del GNL da 6" posto in uscita dai serbatoi S-205 S-206
- Tubazioni criogeniche da 6" per il raffreddamento della linea criogenica di collegamento tra pompe e baie con apposite valvole SDV e HV.

#### DIMENSIONAMENTO

Le pompe dedicate P-203A/B, sono dimensionate in configurazione alternata sulla massima capacità di carico alle autocisterne dell'ordine di 60mc/h. La pressione durante le fasi di ricarica si attesta sui 5 barg.

#### TEMPI DI RIFORNIMENTO

Lo svolgimento delle operazioni di caricazione comporterà i seguenti tempi operativi, per una durata che avaria a seconda delle dimensioni del serbatoio della cisterna (escluso raffreddamento) identificazione, posizionamento e collegamento a terra dell'automezzo; Collegamento delle manichette di trasferimento e esecuzione delle procedure di sicurezza, fase di ricarica, manovre di chiusura valvole e inertizzazione, rilascio pensilina di carico.

#### REGOLAZIONE DEL SISTEMA

##### REGOLAZIONE PORTATA DI CARICO GNL ALL'AUTOCISTERNA

Il flusso di portata di carico GNL all'autocisterna, impostato dall'operatore in sala controllo sarà regolato attraverso il FC-40110 dalle valvola FCV-40109.

La valvola FCV-40117 sarà utilizzata per l'esecuzione delle procedure di raffreddamento delle autocisterne, permettendo l'invio di una portata ridotta di GNL, rispetto a quella di caricamento, verso il sistema di lavaggio del serbatoio dell'autocisterna stessa. Normalmente la procedura di raffreddamento avrà una durata di circa 1 ora.

##### REGOLAZIONE PORTATA BOG AI SERBATOI

Il flusso di BOG viene regolato dalla valvola di sovrappressione gestita attraverso il segnale proveniente dal PT-40101 collegato al DCS che invia l'eccesso di gas dall'autocisterna al serbatoio. La quantità di BOG in uscita dalle autocisterne viene contabilizzata dal misuratore FC-40104 in grado di regolarne la portata attraverso il collegamento con il DCS e la valvola di regolazione del BOG FCV-40107.

#### DESCRIZIONE DEI COMANDI DI PROTEZIONE E CONTROLLO

Segue la descrizione dei comandi ed i sistemi di protezione relativi alla pompa P-203/B di carico GNL all'autocisterna, che può essere sostituita dalla pompa P-203/A con la sola esclusione delle operazioni di raffreddamento delle tubazione di carico 6"-LNG-203000. L'avviamento della pompa è comandato

dall'operatore a seguito di:

- Consenso all'avviamento proveniente da DCS AND
- NOT basso livello del barrel della pompa LAL-203203, AND
- NOT allarme elettrico della pompa AND

L'arresto normale della pompa deve essere comandato dopo aver ridotto gradualmente la portata attraverso la chiusura parziale delle valvole di mandata FCV-40109. Il comando manuale di stop può essere inviato dal pannello locale o da DCS. L'arresto automatico di una pompa avviene per una delle seguenti cause:

- Segnale di ESD OR
- Basso livello del barrel della pompa di rilancio LAL-203203, OR
- Bassa pressione PALL-40111 OR
- Alta pressione PAHH-40111 OR
- Allarme elettrico della pompa OR
- Alta intensità di corrente OR
- Bassa intensità di corrente OR
- Alte vibrazioni OR

Il segnale di arresto di emergenza della pompa può solamente essere resettato manualmente dall'operatore.

#### DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI SCARICO DI EMERGENZA DELL'AUTOCISTERNA

Nel sistema delle baie di carico verrà aggiunto un sistema di sicurezza che ha come obiettivo lo svuotamento d'emergenza di una delle autocisterne. In particolare questo ulteriore sistema di sicurezza verrà implementato tramite il collegamento diretto tra la tubazione 6" LNG - 401003 di raffreddamento delle pipeline di carico, e la pompa di rilancio, che a sua volta dovrà prevedere a trasferire il GNL di svuotamento verso i serbatoi tramite la linea di ritorno 2"- LNG-203202, che dalle pompe porta ai serbatoi come rappresentato negli elaborato (D\_09\_DF\_05\_PID\_R00- P&ID Baia di carico autocisterne). Sarà inoltre aggiunta sulla linea di ritorno del BOG una valvola di non ritorno by pass, con valvola di intercetto normalmente chiusa, che verrà aperta manualmente solamente in questi casi di emergenze per permettere il passaggio di BOG.

#### MODALITA' DI INSTALLAZIONE DELLA STADERA

Il sistema di pesa fiscale verrà installato al di sopra del piano di campagna, sarà infatti accompagnato dalla costruzione di una rampa in entrata e una in uscita per agevolare l'ingresso del mezzo sulla strumentazione.

### **7.6. GESTIONE DEL BOG - DIMENSIONAMENTO E REGOLAZIONE**

(Rif. Elaborato P\_09\_DF\_07\_PID\_R00)

#### DESCRIZIONE DELLA GESTIONE DEL BOG

Durante le operazioni di scarico delle navi il livello nei serbatoi cresce causando diminuendo il volume disponibile per il BOG con conseguente aumento di pressione; viceversa accade nei serbatoi della nave che svuotandosi aumentano lo spazio disponibile per il BOG. Ne consegue che per semplice differenza di pressione

il BOG si dirige dal serbatoio alla nave attraverso la linea di gestione BOG da 6" e il braccio di ritorno del vapore B-102. Un desurriscaldatore D-101 è inserito sulla linea di ritorno vapore per garantire che la temperatura del vapore in ingresso alla nave, principalmente all'inizio delle operazioni di scarico, tramite l'afflusso di una quantità di GNL tale da raffreddare il GNL, al fine di evitare che BOG eccessivamente caldo (temperatura superiore ai -130°C) provi un riscaldamento all'interno della LNG Carrier in fase di scarico evitando l'introduzione di quantità eccessive di calore all'interno dei serbatoi della nave. L'eventuale frazione liquida presente verrà separata dal KOD-101 che intercetterà le linee collegate agli spurghi e alle sfiati delle valvole di sicurezza presenti. Il BOG è quindi gestito attraverso le seguenti procedure:

- Il re-invio alla LNG carrier durante le operazioni di scarico
- Invio ai motori a combustione per la produzione di corrente elettrica;
- Il rilancio nella rete di trasporto cittadina
- Procedure di accumulo del vapore attraverso fluttuazioni della pressione di impianto e di cicli di raffreddamento mediante spray (gestione positiva della pressione negli schemi di flusso LNG carrier / serbatoi / autocisterne / bunkeraggio e ricircolo)

## CONFIGURAZIONI OPERATIVE

### SCARICO LNG CARRIER

Tale scenario prevede il trasferimento del GNL tra LNG carrier e serbatoi di stoccaggio. La pressione nei serbatoi del terminale sarà mantenuta a valori leggermente maggiori rispetto a quella nei serbatoi della gasiera per permettere il trasferimento di vapore verso la metaniera per semplice differenza di pressione e limitare la generazione di BOG all'interno dei serbatoi di impianto. La portata massima di trasferimento è prevista pari a 1,000 mc/h, in questa fase sarà possibile procedere al contemporaneo svolgimento delle operazioni di carico autocisterne, e il rilancio di GNL ai vaporizzatori.

### BUNKERGAGGIO

Il carico delle navi potrà essere eseguito utilizzando il collettore 12"-LNG-100000 in Terminale fino al braccio di carico o dalla linea GNL da 8"-LNG-100001 che si sviluppa dal Deposito al Terminale per poi immettersi nel collettore e nel braccio predisposta per le operazioni di raffreddamento della condotta principale, oltre ovviamente alla linea del BOG per i motivi per l'equilibrio delle pressioni. Il sistema è alimentato da due pompe P-201A/B con capacità complessiva pari a 250 mc/h, il flusso di trasferimento è regolato attraverso la valvola FCV-201112 ed FCV-201212 la cui portata di lavoro è impostata dall'operatore in sala controllo a seconda delle caratteristiche della nave in fase di carico e delle condizioni nelle quali avviene il trasferimento. Anche in questa fase è possibile procedere al contemporaneo carico delle autocisterne mentre non sarà possibile procedere al ricircolo e raffreddamento delle linee di trasferimento. La gestione del BOG avverrà secondo il seguente ordine di priorità:

- Il rilancio nella rete di trasporto cittadina/metanodotto
- Alimentazione dei generatori elettrici di impianto

- Mantenimento della pressione massima definita per la navi in fase di ricarica
- Esecuzione di procedure di raffreddamento e/o variazione di pressione di lavoro.

#### FASI DI RIFORNIMENTO AUTOCISTERNE

Il carico delle autocisterne avverrà attraverso quattro baie di carico BC-401, BC-402, BC-403, BC404 alimentate dalle stesse pompe a funzionamento alternato P-203° e P-202B che attingono dai Serbatoi S-205 ed S-206. Il BOG eventualmente prodotto durante il carico sarà inviato alla linea di gestione BOG che provvederà ad inviarle ai serbatoi mediante il collettore 6"- BOG-400000. Il sistema alimentato dalle pompe che hanno con capacità complessiva pari a 60 mc/h. Il flusso di ciascuna pensilina di trasferimento sarà regolato attraverso una valvola per il riempimento FCV-40109 e una per il raffreddamento FCV-40116, le cui portate di lavoro saranno impostate in sala controllo. In questa fase è possibile procedere al contemporaneo rilancio di GNL ai vaporizzatori allo, scarico di una metaniera, al carico di GNL su nave, o procedere al ricircolo delle linee di trasferimento. La gestione del BOG avverrà secondo il seguente ordine di priorità:

- Il rilancio nella rete di trasporto cittadina.
- Alimentazione dei generatori elettrici di impianto.
- Mantenimento della pressione massima definita per le autocisterne.
- Esecuzione di procedure di raffreddamento e/o variazione di pressione di lavoro.

In assenza di operazioni di scarico metaniere, carico autocisterne o carico navi, l'impianto potrà operare in configurazione di mantenimento delle condizioni criogeniche attraverso il funzionamento delle pompe che operano in funzione di ricircolo del GNL verso:

- Linee di trasferimento GNL al Terminale tramite la predisposizione delle valvole già elencate.
- Linee e pompe di carico GNL alle pensiline tramite l'utilizzo del collettore 6"-LNG- 401003, l'apertura delle valvole SDV-40113 e HV-40115 e la chiusura della valvole HV-40112 sulla diramazione del collettore principale regolata dalla FCV-40117.
- La gestione del BOG avverrà secondo il seguente ordine di priorità:
- Il rilancio nella rete di trasporto cittadina
- Alimentazione dei generatori elettrici di impianto.

#### CONTABILIZZAZIONE DELLE QUANTITÀ TRASFERITE

Ciascuna operazione di carico e scarico dovrà essere monitorata e contabilizzata ai fini fiscali; a questo proposito saranno presenti in impianto una coppia di apparecchiature (lato nave MIS-101 AN-101 e lato impianto MIS-401A/B e MIS-402A/B per i bracci di carico GNL e del BOG.

In particolare sarà previsto il campionamento e l'analisi di:

- GNL contenuto all'interno dei serbatoi di impianto;
- BOG contenuto all'interno della linea di trasferimento verso le navi;
- BOG contenuto all'interno di ciascuna linea di ritorno dalle pensiline di carico.

La misura delle quantità scambiate sarà monitorata attraverso:

- segnali di livello provenienti dai serbatoi delle metaniere e dalle navi in fase di ricarica;
- segnali di peso provenienti dai sistemi di pesa presenti nelle due pensiline di carico autocisterne provenienti dal WT-40100 e WT-40200 e dal FT-40110;
- segnali di misura del volume di BOG transitato nella linea di ritorno vapore lato nave MIS-101 e MIS-401B e MIS-402B e nelle linee di ritorno vapore nelle baie di carico.

#### DIMENSIONAMENTO

La linea di ritorno del vapore in Terminale da 6" è calcolata per una portata massima di 1,000 mc/h di BOG. Le linee di ritorno del vapore da pensiline di carico da 3" sono dimensionate per il trasporto di 60 mc/h di BOG ciascuna. I motori a combustione interna sono dimensionati per assicurare la copertura degli autoconsumi di impianto.

#### RILANCIO DEL BOG NELLA RETE CITTADINA

Come detto il BOG potrà essere riutilizzato nel modo più efficiente possibile ovvero con il rilancio nella rete del gas dell'area Crotone. In caso la condotta della gestione del BOG raggiunga pressioni troppo elevate (superiori ai 7 bar), con segnale inviato dai dai PT- 50004, PT-50001 e PT-50008, il BOG verrà convogliato tramite l'apertura della valvola HV-50007 che permette l'immissione nel collettore degli sfiati diretti alla torcia. Qualora la pressione sia compresa tra i 3 bar e i 7 bar la gestione del BOG prevedrà principalmente il rilancio in rete del BOG ad alimentare le utenze cittadine. Nel caso la pressione rilevata sia inferiore ai 3 bar il BOG verrà principalmente inviato ai motori a combustione. Queste ultime due opzioni possono comunque avvenire simultaneamente. La valvola SDV-60006 permette la deviazione del BOG e la valvola PCV-50009 regola la pressione del BOG dal collettore 6"-BOG-400000 per inviarlo al compressore C-601A/B ed immetterlo nel collettore del metano 25"-NG-300001 in uscita dai vaporizzatori.

#### REGOLAZIONE DELLA PRESSIONE DEL BOG

La regolazione della pressione del BOG in arrivo da serbatoi e da Terminale della valvola di regolazione della pressione dalla valvola PCV-50009 nell'area stoccaggio (in Terminale è regolata dalla PCV-10025) che avviene in presenza di:

- Alta pressione nel collettore del BOG proveniente da PIC-50008 e dal PIC- 50001;
- Intervento del operatore in sala controllo.

In caso di altissima pressione il PIC-50008 interviene sul collettore 6"-BOG-200000 che devia il flusso di BOG al collettore torcia. La stessa valvola interviene in caso di altissima pressione sul collettore 6"- BOG-400000 proveniente dal PIC-50004.

#### MOTORI A COMBUSTIONE BOG

Come anticipato buona parte del BOG viene utilizzato per la produzione di energia elettrica. In caso il rilevatore PIC-50001 indichi una pressione del BOG non adeguata ai parametri di funzionamento degli MCI

potrà agire sulla valvola PCV-50009 per regolare la pressione in ingresso al gruppo motori. E' prevista inoltre una valvola SDV-50002 che verrà lasciata aperta in caso si decida che il BOG debba confluire nel gruppo, e verrà chiusa quando si deciderà di inviare tutto alla rete del metano. Le due componenti possono tuttavia funzionare contemporaneamente. In caso di emergenza o di guasti la valvola SDV-50002 potrà essere chiusa.

## **7.7. TORCIA - DIMENSIONAMENTO E REGOLAZIONE**

(Rif. Elaborato P\_09\_DF\_01\_PFD\_R00)

### **DESCRIZIONE DEL SISTEMA TORCIA**

L'impianto prevede l'utilizzo della torcia solamente per situazioni di emergenza, infatti il BOG prodotto verrà principalmente utilizzato per la generazione elettrica di impianto e il rilancio nella rete di trasporto cittadina. Il sistema di rilascio e di torcia è previsto per raccogliere e smaltire in sicurezza gli scarichi provenienti dalle linee di spurgo, dalle PSV e dalle TSV ed altre eventuali sovrappressioni rilevate in altri punti dell'impianto dai sensori di pressione. Il rilascio di gas attraverso la torcia è atteso esclusivamente durante condizioni di funzionamento anomale e di emergenza, e si prevede la combustione al fine di minimizzare il rilascio di sostanze inquinanti.

Le tubazioni di drenaggio, le valvole di sicurezza e di protezione termica sono direttamente o indirettamente connesse al sistema principale di scarico all'atmosfera. Il sistema è composto da:

- una torcia e un ko-drum per la raccolta dell'eventuale frazione liquida presente;
- un collettore che raccoglie gli scarichi provenienti dalle apparecchiature del Deposito;

Gli scarichi generati da condizioni operative anomale vengono definiti come di emergenza e includono generalmente i seguenti casi:

- scarichi provenienti dalle valvole limitatrici di pressione (PSV) e di protezione termica (TSV);
- eccesso di BOG in caso di alta pressione nei serbatoi del GNL.
- depressurizzazione di emergenza dei sistemi in pressione, per la messa in sicurezza del terminale. Il sistema torcia consente lo smaltimento in sicurezza degli scarichi occasionali.

Discontinui di gas sia allo stato liquido sia gassoso. Il sistema è concepito seguendo i criteri di seguito elencati:

- le valvole di sicurezza e gli spurghi delle linee contenenti gas scaricano nel collettore di torcia;
- le valvole di sicurezza delle linee e delle apparecchiature contenenti liquido scaricano nel collettore di torcia;
- le TSV scaricano nel collettore di torcia;
- le valvole di sfiato dell'intercapedine nel doppio contenimento dei serbatoi GNL scarica per manutenzione in atmosfera in zona sicura.

I drenaggi, le valvole di sicurezza e le TSV dell'area di Terminale scaricano all'interno del separatore di Terminale. Il dimensionamento della torcia è eseguito sul maggiore dei rilasci correlati ad uno dei possibili eventi tra:

- Rilascio normale più lo scarico delle valvole di sicurezza di uno dei serbatoi GNL;
- Rilascio normale più lo scarico delle valvole di sicurezza in caso di incendio esterno di uno dei

serbatoi;

- Rilascio per depressurizzazione di emergenza di tre serbatoi. Quest'ultimo è sicuramente quello maggiore.

Il collettore degli sfiati TSV e PSV diretti alla torcia 10"- BOG-200000, è collegato attraverso le valvole di intercetto HV-50007, al collettore del BOG. In particolare tali valvole sono normalmente chiuse e in fase di normale operatività dell'impianto, e vengono regolate per protezione in caso incremento eccessivo della pressione del vapore nel collettore, permettendo il rilascio del gas in torcia.

Il collettore raccoglie gli scarichi delle linee e delle valvole di sicurezza e le invia al separatore (Kod-601) dove la fase gassosa viene separata da quella liquida eventualmente presente prima dello scarico in torcia (T-701).

Normalmente la fiamma del sistema fiaccola sarà mantenuta spenta in modo da ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub>.

## DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA

### COLLETTORE DEL BOG ALLA TORCIA

Le valvole di sicurezza installate sulle linee del GNL e le valvole di sicurezza installate sulle linee contenenti vapore scaricano nel collettore di bassa pressione di torcia che è direttamente collegato al separatore di torcia KOD-601.

Il collettore è dimensionato sulla base della massima portata di scarico di vapore generato da condizioni anomale di funzionamento e nei casi di emergenza non considerando l'eventualità di accadimento contemporaneo di più situazioni di emergenza fra loro non correlabili. Il dimensionamento è definito sulla base del massimo scenario di rilascio che possa determinarsi nell'area del Deposito.

### SEPARATORE DELLA TORCIA

Dal separatore i vapori sono inviati alla torcia per essere combustibili; il separatore permette di estrarre dalla corrente di vapore massima, per cui è dimensionato le frazioni liquide che si andranno a depositare sul fondo. Il liquido accumulato sul fondo del separatore viene fatto evaporare da un riscaldatore elettrico e inviato anch'esso in torcia per essere bruciato.

### TORCIA

Il camino di torcia è dimensionato per garantire la combustione efficiente e in sicurezza dei vapori sino alla massima capacità prevista dal peggiore scenario di rilascio, non considerando l'accadimento di più di un evento in contemporanea. Alla base del camino è prevista l'iniezione continua di azoto per evitare l'ingresso di aria.

### SEPARATORE DI TERMINALE

Al separatore di Terminale (KOD-101) giungono parte degli scarichi liquidi e gassosi provenienti dalle PSV e TSV e delle linee di spurgo dell'area del Terminale. Dal separatore la frazione liquida è inviata alla linea di ricircolo mediante pressurizzazione o vaporizzata per essere smaltita attraverso la linea di ritorno del BOG.

Nella fase di scarico delle metaniere, il separatore raccoglie la frazione non vaporizzata di GNL a valle del desurriscaldatore, utilizzato con lo scopo di ridurre la temperatura del vapore in ingresso ai serbatoi della nave al fine di evitare una eccessiva pressione all'interno dello stesso. Il dimensionamento del separatore consentirà di contenere il liquido raccolto durante la fase di desurriscaldamento più un volume di liquido pari al contenuto in un braccio di carico.

### **7.8. SISTEMA DI CONTROLLO DISTRIBUITO (DCS)**

Compito del DCS è permettere, attraverso la stazione operatore sita nella sala controllo e nei pannelli locali, il controllo completo dei flussi e dei processi, la registrazione dati, la gestione degli allarmi, l'interfacciamento con l'ESD, con i sistemi aventi un proprio PLC di controllo, come il bracci di carico delle autocisterne e delle bettoline.

La gestione e l'elaborazione dei dati attraverso l'attuazione di logiche funzionali quali calcoli, modalità operative, che permettano di esercire l'impianto da sala controllo.

Il sistema DCS sarà costituito da:

- strumenti dedicati alle funzioni di comando controllo e supervisione dell'impianto (stazioni e/o terminali operatore),
- strumenti dedicati all'acquisizione, elaborazione dei dati come interfacce seriali dedicate, apparecchiature di sincronizzazione),
- controller periferici dotati di apparati On/Off per il collegamento con il campo, adibiti alla gestione delle logiche di processo.

La postazione operatore sarà collocata nella sala controllo principale e un'altra postazione sarà locata nella sala controllo del Terminale. La necessità di ubicare una ulteriore postazione operatore deriva dal fatto che le operazioni, come ad esempio quelle sui bracci di carico, vanno eseguite nei pressi dei bracci stessi a contatto visivo. Nella sala tecnica Terminale sarà collocato un sistema indipendente comunque collegato con il DCS principale in sala controllo, dove faranno capo tutti i sistemi di sicurezza dei bracci di carico, della nave.

### **7.9. SISTEMA ARIA COMPRESSA E AZOTO**

#### **SISTEMA ARIA COMPRESSA**

L'aria strumenti e servizi sarà prodotta da due compressori. Ciascun compressore sarà progettato per la produzione di 1.000 Nmc/h a 7-10 barg e sarà dotato di filtro in aspirazione e di una batteria di scambio per il raffreddamento dell'aria.

L'aria prodotta sarà inviata ad un serbatoio di accumulo e successivamente destinata in parte agli utilizzi di impianto come aria servizi e in parte agli essiccatori e al relativo serbatoio di accumulo, come aria strumenti per il comando delle valvole pneumatiche.

I compressori avranno chiaramente un funzionamento automatico e si accenderanno solamente nel momento in cui si rilevi una pressione del sistema non sufficienti.

L'essiccamento dell'aria sarà realizzato da due unità in parallelo e in grado di produrre aria con punto di rugiada di  $-40^{\circ}\text{C}$  alla pressione atmosferica. La capacità di ciascun essiccatore sarà pari a 700 Nmc/h.

Gli essiccatori saranno progettati per la rigenerazione automatica; durante la rigenerazione di un'unità, l'altra sarà in funzione. La rigenerazione avverrà alla pressione atmosferica mediante il flussaggio con aria secca.

Sono previsti due serbatoi di accumulo rispettivamente per l'aria servizi e per l'aria strumenti. I serbatoi saranno del tipo verticale e realizzati in acciaio al carbonio.

Entrambi i serbatoi aria strumenti e aria servizi saranno dimensionati per garantire alle condizioni di funzionamento nominale una pressione compresa tra i 7 e 10 barg.

Il circuito di distribuzione invierà aria alle componenti seguenti:

- edificio officina e manutenzione,
- sistema antincendio,
- gruppi elettrogeni di emergenza,
- serbatoi di stoccaggio GNL,
- sistema separatori e Torcia,
- baie di carico,
- sistema gestione BOG.

Per la zona Terminale è prevista l'installazione di due compressori di ridotte dimensioni per l'aria comando della strumentazione dei bracci di carico e delle valvole pneumatiche.

#### SISTEMA AZOTO PER INERTIZZAZIONE E FLUSSAGGI

L'azoto avrà la funzione di pulizia delle tubazioni dei bracci di carico e dei separatori Kod- 101 e Kod-601 e per la torcia, da eventuali materiali residui delle fasi di costruzione, quali incrostazioni e ruggine, e per la verifica delle giunzioni delle tubazioni.

Non è previsto installare un sistema per l'azoto, ma verrà fornito solamente all'occorrenza, tramite autocisterna che si dovrà sistemare in prossimità del componente da trattare.

## **8. SISTEMI DI SICUREZZA**

### **8.1. SISTEMA DI ARRESTO DI EMERGENZA (ESD) E PSD**

Il sistema di arresto di emergenza (Emergency Shutdown System ESD) si affianca al sistema di controllo distribuito (DCS) per intervenire nel caso di malfunzionamento o errore operativo, garantendo la messa in sicurezza dell'impianto.

Per minimizzare le conseguenze di un evento di incendio, è previsto un sistema di depressurizzazione automatica di emergenza, del serbatoio coinvolto e di quello ad esso più prossimo, con lo scopo di mantenere il contenimento con la massima rapidità possibile.

Il sistema di depressurizzazione sarà attivato dal cumulativo dei seguenti segnali:

- segnale ESD
- segnale di incendio confermato, per l'apparecchiatura coinvolta, che proverrà dal sistema di

rivelazione incendi di impianto.

Il sistema ESD ha le seguenti principali finalità:

- Chiudere / Aprire le valvole di blocco in posizione di sicurezza;
- Fermare i motori elettrici e isolare gli apparati elettrici;
- Iniziare procedure di depressurizzazione dell'impianto previste. Il blocco dell'impianto può essere totale, nel caso in cui i malfunzionamenti rilevati lo richiedano ma anche parziale nel caso in cui si possa porre in sicurezza l'unità coinvolta nell'evento pericoloso, pur mantenendo in marcia il resto dell'impianto.

La fermata totale o parziale dell'impianto può essere iniziata sia da sequenze automatiche, attivate dal superamento delle condizioni operative dell'impianto stabilite in fase di progetto, sia da attivazione manuale tramite pulsanti di blocco disponibili agli operatori, posizionati in campo e/o in sala controllo, a seconda della necessità.

Il sistema ESD è articolato in una struttura a tre gradi di protezione:

#### GRADO DI PROTEZIONE 3

Lo scopo del Grado 3 è di interrompere in condizioni di sicurezza le operazioni di trasferimento dalla nave gasiera al deposito in caso di evento di emergenza a bordo della gasiera stessa o del deposito, oppure di impedire il danneggiamento dei bracci di carico e/o dei raccordi con conseguente rilascio di GNL, oppure rilevazione di temperatura eccessivamente bassa all'uscita di un vaporizzatore. Inoltre, interrompe in condizioni di sicurezza le operazioni di trasferimento dal deposito all'autocisterna e di invio di GNL ai Vaporizzatori.

#### GRADO DI PROTEZIONE 2

Lo scopo del Grado 2 è di proteggere un'unità o un'area dell'impianto. Come per esempio il contenimento dei serbatoi e il processo in caso di pressione anomala del BOG e all'altissimo livello del Ko-drum. Il Grado 2 implica, la conseguente attivazione del Grado di protezione 3, che interrompe i trasferimenti lato Terminale, zona baie di carico e vaporizzatori.

#### GRADO DI PROTEZIONE 1

Il livello Grado1 viene generato da segnali ridondati di terremoto, di calamità naturali allarmi di fuoco e gas, dal black out di energia elettrica e dal segnale principale del F&G, attivando il blocco dell'intero impianto.

#### PSD1

In caso di anomalie sulle operazioni di trasferimento il sistema provvederà ad eseguire le seguenti azioni:

- chiusura valvole Shutdown BOG e GNL e GN,
- chiusura valvole carico autocisterna, fermata pompe carico autocisterna.

#### PSD2

In caso di anomalie sulle operazioni di stoccaggio il sistema provvederà ad eseguire le seguenti azioni:

- chiusura valvole serbatoio (carico o scarico a seconda dell'anomalia).

## 8.2. DEPRESSURIZZAZIONE AUTOMATICA

Per minimizzare le conseguenze di un evento di incendio o di una perdita di GNL da un serbatoio, è previsto un sistema di depressurizzazione di emergenza, con lo scopo di garantire l'integrità del contenimento del serbatoio coinvolto nell'evento e dei due serbatoi ad esso adiacenti, oppure nel caso di una perdita, limitare la portata in uscita.

La depressurizzazione automatica è attivata tramite i due segnali:

- segnale di ESD AND,
- segnale di incendio esterno su un serbatoio AND,
- attivazione da parte del operatore in sala controllo.

Se si analizza come esempio la depressurizzazione automatica del serbatoio S-201 si intuisce che la procedura sarà semplicemente quella di chiudere la valvola PCV-20123 di regolazione del BOG in contemporanea con l'apertura della valvola SDV-20132 che permette la depressurizzazione rapida convogliando il BOG nel collettore degli sfiati delle PSV e TSV che normalmente si aprono in caso di pressioni superiori ai 7,5 barg aperte ad una pressione maggiore (7,5 barg).

## 8.3. PROCEDURE SVUOTAMENTO SERBATOI

Lo svuotamento di un serbatoio è una procedura che può essere avviata principalmente in due casi: manutenzione del serbatoio, segnale di emergenza, come ad esempio in caso di incendio, o fuoriuscita di GNL. Tutti gli altri serbatoi, non interessati dall'evento critico, conterranno il liquido criogenico del serbatoio da svuotare.

Si illustrerà ora la procedura di svuotamento del serbatoio con riferimento agli elaborati "P\_09\_DF\_03\_PID\_R00 - P&ID Serbatoi Criogenici" e "P\_09\_DF\_04\_PID\_R02 - P&ID Pompe di rilancio GNL" in cui sono riportati i digrammi di flusso del serbatoio S-201 e delle pompe di rilancio P-201A/B ad esso associate. In particolare l'operatore dalla sala controllo tramite l'attivazione dell'apposito sistema DCS preimpostato, procederà con l'apertura della valvola SDV-20128 che permette al GNL di raggiungere la pompa di rilancio. Di conseguenza si attiveranno le pompe P201A e B regolando il flusso in uscita con le valvole di regolazione FCV-201112 e FCV-201212. Da qui il GNL raggiunge il collettore principale nel quale verranno chiuse le valvole HV-20001, HV-20003, HV- 20000, HV-20007 e aperte le valvole HV-20002, HV-20004, HV-20005 e HV-20006. In contemporanea tutte le valvole sulla tubazione di ingresso del GNL (SDV -20101 / SDV- 21801) in ogni serbatoio dovranno essere aperte. Tramite gli LI-20121 ed LI-20122 si monitorerà il livello che si raggiungerà nei serbatoi ed automaticamente si imposterà il blocco sulla rispettiva SDV sulla livello linea di ingresso del GNL nel caso si raggiunga l'alto livello.

I serbatoi di stoccaggio GNL previsti sono del tipo "*full containment*" e cioè costituiti da un doppio serbatoio, il primo concentrico all'altro, entrambi realizzati in acciaio inox criogenico e idonei ad operare a temperature criogeniche. Tale soluzione assicura che il serbatoio esterno sia in grado di contenere, in tutta sicurezza,

eventuali sversamenti di prodotto provenienti dal contenimento interno.

Nello specifico il serbatoio sarà realizzato da:

- un primo serbatoio interno “inner tank” in acciaio criogenico secondo UNI EN 13458,
- un secondo serbatoio “outer tank” in acciaio criogenico secondo UNI EN 13458,
- una intercapedine tra i due serbatoi, dello spessore di circa 50 cm, nella quale sarà depositata della perlite quale isolante sotto vuoto.

Gli spessori saranno finalizzati in fase esecutiva con il fornitore dei serbatoi. La perlite presenterà una volta installata (espansa) una granulometria compresa tra 1.5 e 3.5mm (intesi come minimo e massimo della dispersione percentuale granulometrica). L’evento di rilascio dal serbatoio interno ha una probabilità di accadimento estremamente bassa se si considerano le tipologie e le geometrie dei materiali utilizzati in fase di costruzione e delle prove di collaudo a cui si sottopongono prima della messa in esercizio. Lo sversamento dal serbatoio interno comporterà l’alterazione delle condizioni esistenti nell’intercapedine tra i due serbatoi di cui l’operatore sarà immediatamente allertato attraverso i segnali di allarme, provenienti dai seguenti gruppi di strumenti installati su ciascun serbatoio, quali sensori di temperatura, pressione e livello con relativi segnali d’allarme.

L’attivazione degli allarmi allerterà l’operatore e agirà sulle valvole di ingresso di GNL al serbatoio in avaria, forzandone la chiusura e dunque isolando il serbatoio danneggiato. In entrambi gli scenari su descritti saranno intraprese procedure per la gestione dei vapori generati e di evacuazione del liquido contenuto nel serbatoio.

I serbatoi saranno protetti in tutte le condizioni di funzionamento: in caso di raggiungimento della pressione di progetto, l’integrità dei serbatoi sarà garantita dalle 4 valvole di sicurezza (PSV), il cui scarico è collettato verso il sistema di torcia. Sarà possibile il trasferimento del GNL contenuto nel serbatoio danneggiato attraverso l’invio ai restanti serbatoi non interessati dal danno, che dispongono di un volume libero complessivo sufficiente ad ospitare il quantitativo di liquido da trasferire così come illustrato nel paragrafo precedente; nel caso estremo in cui tale situazione dovesse verificarsi al termine delle operazioni di carica dei serbatoi, ulteriore spazio per il trasferimento del GNL liquido sarà reperito mediante la circolazione nei 4.290 m di tubazioni criogeniche da 12” e 4.290 m in tubazioni da 8”.

#### **8.4. CONTENIMENTO FUORIUSCITE GNL – VASCHE DI RECUPERO GNL**

Il Deposito è progettato per ridurre al minimo gli eventuali rilasci di GNL: sono previste infatti valvole SDV e HV a monte di ogni componente dell’impianto in cui circola il liquido criogenico. Oltre ciò sono previsti per le zone maggiormente a rischio quali zona serbatoi, pompe di rilancio GNL e vaporizzatori, un serbatoio di accumulo delle eventuali fuori uscite. In particolare l’area serbatoi sarà dotata di un sistema di contenimento tramite cordolature. È prevista una cordolatura ogni 2 serbatoi criogenici.

Per ogni coppia di serbatoi criogenici e per le relative pompe di rilancio che sono situate nel medesimo skid, è stata prevista con una cordolatura in cls in grado di convogliare il liquido criogenico verso la direzione prestabilita ovvero la direzione delle vasche di raccolta. L’ultima vasca di raccolta è stata prevista in comune tra l’area baie di carico e vaporizzatori. Le vasche di raccolta sono state dimensionate per raccogliere eventuali

sversamenti, che comprendono anche fluidi utilizzati per l'antincendio.

Il sistema è connesso alla rete delle acque bianche di raccolta sistemata a contorno dell'area stoccaggio e vaporizzazione. Il funzionamento delle linee di raccolta permette di convogliare l'acqua piovana o antincendio in accumulo nelle suddette aree cordolate e poi indirizzarla tramite canalette prefabbricate in cls a cielo aperto. Da queste canalette i fluidi vengono sversati all'interno delle vasche di accumulo.

Le vasche di accumulo saranno dotate di misuratore di livello e misuratore di temperatura. Questi ultimi sono necessari per ravvisare la sala controllo di un eventuale sversamento o perdita di GNL, per cui si interverrà con la chiusura delle valvole in uscita dalle vasche di raccolta sia tramite PLC che con l'intervento dell'operatore avvisato da un segnale di allarme. Ciò al fine di evitare che il GNL vada in circolo nella rete delle acque bianche, provocando eccessivi fenomeni di vaporizzazione. Si interverrà perciò con delle pompe idrauliche che aspireranno i fluidi non criogenici eliminandoli dalla vasche di raccolta, eliminando il più possibile il contatto tra acqua e GNL. Il sistema di cordolatura e di raccolta delle eventuali fuori uscite di GNL è previsto anche nell'area vaporizzatori e nelle baie di carico, e tutti i canali di raccolta confluiscono nella stessa vasca.

Per evitare fuoriuscite di GNL/BOG sarà, inoltre, installata sia in prossimità della rampe di carico delle autocisterne, che sul lato pompe dei serbatoi una serie di muri in cemento armato (Rif. Elaborato P\_07\_RI\_47\_MDC\_R00).

## **8.5. SISTEMI ANTINCENDIO**

(SEZIONE 6 – PROGETTO ANTINCENDIO)

### COMPOSIZIONE E COMPONENTI DELL'IMPIANTO

L'impianto ad idranti sarà del tipo ordinario a protezione di una attività che si svolge prevalentemente all'interno di un edificio.

La rete di idranti comprenderà i seguenti componenti principali:

- alimentazione idrica,
- rete di tubazioni fisse, ad anello, permanentemente in pressione, ad uso esclusivo antincendio,
- n° 3 attacchi di mandata per autopompa,
- valvole di intercettazione,
- uni 45, Uni 70, Monitore.

Tutti i componenti saranno costruiti, collaudati e installati in conformità alla specifica normativa vigente, con una pressione nominale relativa sempre superiore a quella massima che il sistema può raggiungere in ogni circostanza e comunque non minore di 1,2 MPa (12 bar).

### VALVOLE DI INTERCETTAZIONE

Le valvole di intercettazione, qualunque esse siano, saranno di tipo indicante la posizione di apertura/chiusura e conformi alle UNI EN 1074 ove applicabile. Per tubazioni maggiori di DN 100 non saranno installate valvole con azionamento a leva (90°) prive di riduttore.

## TERMINALI UTILIZZATI

- Idranti a muro DN 45

Gli idranti a muro saranno conformi alla UNI EN 671-2, adeguatamente protetti. Le cassette saranno complete di rubinetto DN 40, lancia a getto regolabile con ugello da 13 e tubazione flessibile da 20 m completa di relativi raccordi. Le attrezzature saranno permanentemente collegate alla valvola di intercettazione.

- Idranti UNI 70

Essi saranno apposti esternamente alla struttura del deposito in modo da non ostacolare il più possibile la normale attività di parcheggio, carico e scarico degli automezzi. Saranno dotati di relative cassette per esterno facilmente accessibili. Ogni cassetta sarà completa di almeno una lancia a getto regolabile con ugello da 16, tubazione flessibile in nylon da 30 m completa di relativi raccordi regolamentari.

## TUBAZIONI PER IDRANTI E NASPI

Le tubazioni flessibili antincendio saranno conformi alla UNI EN 14540 (DN 45) e alla UNI 9487 (DN 70).

## ATTACCHI DI MANDATA PER AUTOPOMPA

Ogni attacco per autopompa comprenderà i seguenti elementi:

- uno o più attacchi di immissione conformi alla specifica normativa di riferimento, con diametro non inferiore a DN 70, dotati di attacchi a vite con girello UNI 804 e protetti contro l'ingresso di corpi estranei nel sistema; nel caso di due o più attacchi saranno previste valvole di sezionamento per ogni attacco,
- valvola di intercettazione, aperta, che consenta l'intervento sui componenti senza svuotare l'impianto,
- valvola di non ritorno atto ad evitare fuoriuscita d'acqua dall'impianto in pressione,
- valvola di sicurezza tarata a 12 bar, per sfogare l'eventuale sovra-pressione dell'autopompa.

Esso sarà accessibile dalle autopompe in modo agevole e sicuro, anche durante l'incendio: nel caso fosse necessario installarli sottosuolo, il pozzetto sarà apribile senza difficoltà ed il collegamento agevole; inoltre sarà protetto da urti o altri danni meccanici e dal gelo e ancorato al suolo o ai fabbricati.

L'attacco sarà contrassegnato in modo da permettere l'immediata individuazione dell'impianto che alimenta e sarà segnalato mediante cartelli o iscrizioni riportanti la seguente targa: Attacco di mandata per autopompa  
Pressione massima 1.2 MPa

## INSTALLAZIONE

### TUBAZIONI

Le tubazioni saranno installate tenendo conto dell'affidabilità che il sistema deve offrire in qualunque condizione, anche in caso di manutenzione e in modo da non risultare esposte a danneggiamenti per urti meccanici.

## ANCORAGGIO

Le tubazioni fuori terra saranno ancorate alle strutture dei fabbricati a mezzo di adeguati sostegni, come indicati al paragrafo 3.2 della presente relazione.

## DRENAGGI

Tutte le tubazioni saranno svuotabili senza dovere smontare componenti significative dell'impianto.

## PROTEZIONE DAL GELO

Nei luoghi con pericolo di gelo, le tubazioni permanentemente con acqua in pressione, saranno installate in ambienti riscaldati o comunque tali che la temperatura non scenda mai al di sotto di 4°C. In ogni caso saranno previste e adottate le necessarie protezioni, tenendo conto delle particolari condizioni climatiche.

## ALLOGGIAMENTO DELLE TUBAZIONI FUORI TERRA

Le tubazioni fuori terra saranno installate in modo da essere sempre accessibili per interventi di manutenzione. In generale esse non attraverseranno aree con carico di incendio superiore a 100 MJ/m<sup>2</sup> che non siano protette dalla rete idranti stessa. In caso contrario si provvederà ad adottare le necessarie protezioni.

## ATTRAVERSAMENTO DI STRUTTURE VERTICALI E ORIZZONTALI

Nell'attraversamento di strutture verticali e orizzontali, quali pareti o solai, saranno previste le necessarie precauzioni atte ad evitare la deformazione delle tubazioni o il danneggiamento degli elementi costruttivi derivanti da dilatazioni o da cedimenti strutturali.

## TUBAZIONI INTERRATE

Le tubazioni interrato saranno installate tenendo conto della necessità di protezione dal gelo e da possibili danni meccanici e in modo tale che la profondità di posa non sia minore di 0.8 m dalla generatrice superiore della tubazione. Se in qualche punto tale profondità non è possibile, si provvederà ad adottare le necessarie precauzione contro urti e gelo. Particolare cura sarà posta nei riguardi della protezione delle tubazioni contro la corrosione anche di origine elettrochimica.

**Tabella 18** - Diametri tubazioni antincendio

<b>DN</b>	<b>Minima sezione netta mm<sup>2</sup></b>	<b>Spessore minimo mm</b>	<b>Dimensioni barre filettate</b>
<b>Fino a 50</b>	15	2.5	M 8
<b>50 – 100</b>	25	2.5	M 10
<b>100 – 150</b>	35	2.5	M 12
<b>150 – 200</b>	65	2.5	M 16
<b>200 - 250</b>	75	2.5	M 20

## SOSTEGNI

Il tipo il materiale ed il sistema di posa dei sostegni delle tubazioni saranno tali da assicurare la stabilità dell'impianto nelle più severe condizioni di esercizio ragionevolmente prevedibili.

In particolare:

- i sostegni saranno in grado di assorbire gli sforzi assiali e trasversali in fase di erogazione,
- il materiale utilizzato per qualunque componente del sostegno sarà non combustibile,
- i collari saranno chiusi attorno ai tubi,
- non saranno utilizzati sostegni aperti (come ganci a uncino o simili),
- non saranno utilizzati sostegni ancorati tramite graffe elastiche,
- non saranno utilizzati sostegni saldati direttamente alle tubazioni né avvitati ai relativi raccordi.

## POSIZIONAMENTO

Ciascun tronco di tubazione sarà supportato da un sostegno, ad eccezione dei tratti di lunghezza minore di 0.6 m, dei montanti e delle discese di lunghezza minore a 1 m per i quali non sono richiesti sostegni specifici. In generale, a garanzia della stabilità del sistema, la distanza tra due sostegni non sarà maggiore di 4 m per tubazioni di dimensioni minori a DN 65 e 6 m per quelle di diametro maggiore.

## DIMENSIONAMENTO

Le dimensioni dei sostegni saranno appropriate e rispetteranno i valori minimi indicati dal prospetto 4 della UNI 10779.

## VALVOLE DI INTERCETTAZIONE

Le valvole di intercettazione della rete di idranti saranno installate in posizione facilmente accessibile e segnalata. La loro distribuzione nell'impianto sarà accuratamente studiata in modo da consentire l'esclusione di parti di impianto per manutenzione o modifica, senza dovere ogni volta metterlo completamente fuori servizio.

Una, primaria, sarà posizionata in ogni collettore di alimentazione, onde garantire la possibilità di chiudere l'intero impianto in caso di necessità. Tutte le valvole di intercettazione saranno bloccate mediante apposito sigillo nella posizione di normale funzionamento, oppure sorvegliate mediante dispositivo di controllo a distanza.

## TERMINALI

I terminali saranno posizionati in posizioni ben visibili e facilmente raggiungibili. Per la protezione interna, inoltre:

- ogni parte dell'attività avrà una distanza geometrica di massimo 20 m da almeno un terminale,
- ogni punto protetto sarà raggiungibile (regola del filo teso) entro 25 m dagli idranti.

Per la protezione esterna, invece, gli idranti saranno installati a distanza massima di 60 m l'uno dall'altro e di

5-10 m dalle pareti perimetrali del fabbricato da proteggere.

Su tutti gli idranti terminali di diramazioni aperte su cui ci sono almeno due idranti, sarà installato un manometro di prova, completo di valvola porta manometro, così che si possa individuare la presenza di pressione all'interno della rete installata e, soprattutto, il valore di pressione residua al terminale di riferimento. In ogni caso il manometro sarà installato al terminale più sfavorito.

## SEGNALAZIONI

Ogni componente della rete sarà adeguatamente segnalato, secondo le normative vigenti, fornendo le necessarie avvertenze e modalità d'uso di tutte le apparecchiature presenti per l'utilizzo in totale sicurezza. Tutte le valvole di intercettazione riporteranno chiaramente indicata la funzione e l'area controllata dalla valvola stessa. Nel locale antincendio sarà esposto un disegno "as built" della rete antincendio con particolari indicazioni relativamente alle valvole di intercettazioni delle varie sezioni della rete antincendio.

## PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO

La misurazione e la natura del carico di incendio, l'estensione delle zone da proteggere, la probabile velocità di propagazione e sviluppo dell'incendio, il tipo e la capacità dell'alimentazione disponibile e la presenza di una rete idrica pubblica predisposta per il servizio antincendio sono i fattori di cui si è tenuto conto nella progettazione della rete di idranti.

## 8.6. VERNICE INTUMESCENTE A PROTEZIONE DEI SERBATOI.

(SEZIONE 6 – PROGETTO ANTINCENDIO)

Le caratteristiche dell'acciaio criogenico utilizzato per i serbatoi garantisce l'integrità dei serbatoi eventualmente coinvolti in un incidente per un tempo pari a 60 minuti.

Ai serbatoi verrà applicata, per tutta la superficie, una vernice epossidica intumescente, che garantirà una resistenza la fuoco dei serbatoi per un tempo di almeno 90 minuti.

## 9. OPERE CIVILI

### 9.1. TERMINALE OFF-SHORE E CONDOTTA MARINA

Il Terminale di ricezione del GNL Off-Shore è costituito da una piattaforma operativa realizzata da una struttura principale di ormeggio e scarico delle metaniere di lunghezza pari a 70 m e larghezza pari a 37 m, alla quale sono collegati due ponticelli di ormeggio (Bridge) simmetrici di lunghezza pari a 76 m ciascuno in acciaio.

Sia la struttura principale che i due ponticelli di ormeggio saranno realizzati in cantiere e trasportati al sito di localizzazione finale con l'ausilio di rimorchiatori. Non saranno previsti né infissione di pali, né gettate di calcestruzzo, ma solamente l'occupazione del fondale marino limitato alla vita utile delle strutture.

Il Terminale ospita n° 4 ganci a scocco a tre bracci (Mooring Dolphins), il Ko-drum vapore di ritorno, la sala controllo quadri elettrici, l'area strumenti, la cabina di fornitura elettrica, un braccio di carico/scarico GNL, un

braccio di carico per il ritorno del BOG, n°4 ganci a scocco a due bracci (Breasting Dolphins), un motore alimentato a BOG per la produzione di energia elettrica, un generatore di emergenza, cavi di ormeggio e pozzetti di raccolta GNL.

La struttura principale di ormeggio e scarico delle metaniere è formata da una base (un parallelepipedo in cemento armato che poggia sul fondo marino ad una profondità analizzata nel dettaglio nelle fasi più avanzate della progettazione esecutiva) sormontata da quattro colonne in cemento armato collegate tra loro. Il fatto che la posa della struttura principale non richieda l'infissione di pali contribuirà a ridurre i quantitativi di sedimenti sollevati.

I Mooring Dolphins and Bridge hanno lo scopo di consentire l'ormeggio in sicurezza delle navi metaniere, non sono dotati di macchinari ad eccezione dei sistemi di segnalazione luminosa necessari per assicurare l'adeguato livello di sicurezza per la navigazione. Le strutture in questione, una volta in esercizio, non saranno origine di interazione con l'ambiente circostante se non per quanto concerne la loro presenza fisica in termini di occupazione del fondale e di potenziale interazione con le correnti: non ci saranno infatti emissioni in atmosfera, emissioni sonore, scarichi idrici e produzione di rifiuti. La struttura dei ponti di ormeggio è formata da una base (un parallelepipedo in cemento armato che poggia sul fondo marino ad una profondità analizzata nel dettaglio nelle fasi più avanzate della progettazione esecutiva) sormontata da due colonne in cemento armato collegate tra loro da un ponte in acciaio di lunghezza pari a 76 m.

L'impatto derivante dalla struttura centrale del terminale caratterizzata da dimensioni maggiori rispetto a quella dei ponticelli di ormeggio se pur protratto per l'intera vita utile dell'opera, risulta contenuto a scala locale e trascurabile a scala vasta in quanto, rispetto all'ampiezza dei fenomeni ondosi e delle correnti, entrambe le strutture non determinano sensibili alterazioni sia del moto ondoso che delle correnti marine alla grande scala. Per quanto riguarda gli aspetti a micro scala, localizzati in una regione di mare di estensione estremamente limitata immediatamente circostante l'opera, risulta evidente che le strutture non interferiranno con il regime mareografico dell'area anch'esso dominato da fenomeni a grande scala.

La struttura principale di ormeggio e scarico delle metaniere costituente la piattaforma operativa di scarico del Terminale off-shore, posta ad una distanza di 5 m dalla linea di accosto, verrà realizzata in modo tale da essere strutturalmente indipendente dalle opere di accosto e ormeggio metaniere così che la nave non possa trasmetterle azioni.

La piattaforma di scarico è formata da due piani:

- piano inferiore, avente dimensioni in pianta di 70×37 m corredata da ponticelli di ormeggio di dimensioni cadauno di 76 × 12, posto ad una quota di +7.00 m sul l.m.m. così da assicurare un franco di 0.5 m tra la cresta dell'onda massima e l'intradosso delle travi dell'impalcato;
- piano superiore, avente dimensioni in pianta 23.8×28.5 m, posto ad una quota di +14.00 sul l.m.m. e raggiungibile per mezzo di tre scale a struttura metallica.

Sul piano superiore della piattaforma è collocato un cordolo in c.a. per delimitare l'area di pertinenza dei bracci di scarico. Tale area verrà inoltre realizzata, per mezzo di uno strato di finitura superiore in calcestruzzo, con una pendenza media di 1 su 100 in modo tale da convogliare eventuali perdite di GNL dai bracci di carico

verso il perimetro e permettere lo scolo dell'acqua piovana.

Inoltre sulla piattaforma inferiore, parallelamente alla linea di accosto, è posto un canale di raccolta del GNL largo 3 m così da raccogliere eventuali rilasci di GNL dai bracci di scarico ed evitare che si riversino in mare.

Il canale verrà realizzato in pendenza verso una vasca di raccolta posto sulla piattaforma.

Le strutture in c.a. del canale e della vasca di contenimento dei GNL verranno realizzate con calcestruzzo trattato al fine di ridurre l'evaporazione di GNL.

Le strutture in elevazione della piattaforma sono realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera o parzialmente prefabbricate, poggianti su pali tubolari in acciaio.

Per la linea di trasferimento del GNL dalla costa ionica al Terminale Off-Shore sarà realizzato l'attraversamento sotterraneo marino per mezzo di trivellazione controllata al fine di poter consentire l'alloggiamento delle tubazioni criogeniche che si svilupperà in linea retta dalla costa fino al Terminale Off-Shore in modo da minimizzare il percorso e i conseguenti costi associati.

La tubazione marina dalla costa si svilupperà fino al Terminale per una lunghezza di ca. 1.800 m. È previsto l'alloggiamento della tubazione criogenica principale e delle tubazioni aggiuntive all'interno di "foro TOC" poggiato sul fondale marino.

#### **9.1.1. Modalità di posa della condotta sottomarina**

La trivellazione in oggetto, della lunghezza di circa 1800 metri, ricade interamente all'interno del territorio comunale di Crotona.

Il collegamento si stacca dal deposito costiero fino a giungere al terminale off-shore, attraversando dunque l'area marina per circa 2,4 km.

I lavori prevedono n°4 perforazioni a servizio del metanodotto mediante l'utilizzo di tecnologie Trechless ed in particolare quello della Trivellazione Orizzontale Teleguidata.

Nello specifico trattasi di:

- 1 perforazione con foro TOC da circa 550 mm per il collettore da 12" per GNL che verrà utilizzato per lo scarico del GNL verso l'impianto;
- 1 perforazione con foro TOC da circa 550 mm per il collettore da 12" per il ricircolo del GNL in modo da permettere il trasferimento del liquido criogenico e consentire la massima flessibilità dell'impianto;
- 1 perforazione con foro TOC da circa 550 mm per i seguenti collettori:
  - il collettore da 8" per il GNL per bunkeraggio e operazioni di raffreddamento;
  - la tubazione da 6" per il BOG, necessaria per l'equilibrio delle pressioni durante le operazioni di carico e scarico;
- 1 perforazione con foro TOC da circa 400 mm seguenti servizi:
  - corrugati da 4" in PEAD per passaggio di cavi elettrici e di segnale;
  - tubazioni acqua potabile da 5";

Il cantiere viene suddiviso in due aree distinte:

- Area uno (nei pressi della costa - Area RIG) in cui viene posizionato l'impianto di perforazione (RIG)

con le varie attrezzature ausiliarie e di supporto alla perforatrice (miscelatore, vasca, riciclatore, GE, pompe, ecc..).

- Area due (nei pressi della piattaforma off-shore - Area Colonna di Varo) è da considerarsi al contorno del punto di uscita della perforazione dove avviene l'ancoraggio della colonna di varo ossia della tubazione la quale, al termine delle operazioni di scavo, sarà alloggiata all'interno del foro realizzato.

L'installazione mediante TOC verrà realizzata procedendo dapprima alla perforazione guidata di un foro pilota, di diametro pari a 4" – 6", secondo l'andamento plano-altimetrico dell'area.

Viste e analizzate le profondità di progetto e il contesto ambientale del sito ove dovranno svolgersi le lavorazioni si procederà per questo tipo di installazione con un sistema di guida di tipo MGS. Terminata la perforazione pilota si procederà all'alesatura del foro (allargamento) onde ottenere un diametro del foro di dimensioni adeguate a garantire un agevole tiro/infilaggio della tubazione finale. In particolare l'allargamento (sovralesatura) sarà non inferiore a :

- 550 mm, sufficiente per la installazione delle tubazioni criogeniche per uno sviluppo complessivo di circa 1800 ml;
- 400 mm, sufficiente per l'installazione delle tubazioni di servizio per uno sviluppo complessivo di circa 1800 ml.

#### **ATTRAVERSAMENTO IN T.O.C.**

La perforazione verrà realizzata a partire dai pressi dell'area costiera nei pressi di Via Enrico De Mattei fino ai pressi del terminale off-shore per una lunghezza complessiva di circa 1800,00 metri.

L'attraversamento in TOC attraversa parte del mar ionio in direzione Sud-Est.

La profondità massima della perforazione rispetto al fondo marino è pari a circa 7,00 metri.

#### **DESCRIZIONE DELLE FASI LAVORATIVE**

Le principali fasi di perforazione orizzontale teleguidata (T.O.C.) sono le seguenti:

- a) Installazione cantiere RIG
- b) Apertura delle buche di partenza e arrivo
- c) Esecuzione foro pilota
- d) Alesaggio del foro
- e) Varo tubazione
- f) Rimozione impianto RIG

#### **Installazione cantiere RIG**

Nei pressi del foro di ingresso (Area Rig) alla perforazione è individuata un'area cantiere la quale, opportunamente recintata e custodita, ospiterà tutti i materiali e le attrezzature necessarie per l'esecuzione dei lavori, nonché i mezzi d'opera di cui l'impresa si serve per l'esecuzione delle opere.

L'area prevedrà un fondo stabile e sufficientemente rinforzato in modo da assicurare accessibilità e possibilità di manovra dei mezzi presenti nelle fasi di lavoro.

All'interno dell'area di cantiere valgono le prescrizioni del Decreto del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare n. 10 del 10 gennaio 2008 riguardanti le precauzioni contro i rischi di sversamenti di sostanze oleose e/o inquinanti, il convogliamento, la raccolta e il trattamento delle acque di lavaggio e di prima pioggia, la movimentazione di gru mobili, autocarri, l'uso di attrezzature necessarie alla saldatura e ai controlli radiografici dei tubi, la bagnatura periodica della pavimentazione al fine di evitare il sollevamento di polveri per il transito e la manovra degli automezzi e macchine operatrici, la limitazione dei lavori di cantiere al di fuori dei periodi di riproduzione e transito migratorio dell'avifauna nelle aree umide.

Al termine dei lavori l'area logistica di cantiere, dovrà essere ripulita completamente, rimuovendo tutte le opere provvisorie realizzate (basamenti, bancali, vie a rulli, baraccamenti, pavimentazioni in pietrisco, ecc), tutte le macchine e le attrezzature di servizio, tutti i materiali e gli sfridi di lavorazione, attuando tutti gli interventi di ripristino e rinaturalizzazione prescritti nel Decreto n. 10/2008 del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare.

Per tutti gli interventi di sistemazione a verde, si farà ricorso all'approvvigionamento del materiale genetico ecotipico, rivolgendosi con priorità a vivai specializzati che trattino piante autoctone. A questo, fine si farà riferimento al manuale ANPA - Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente - e Comitato per la Lotta alla Siccità e Desertificazione, di cui al DPCM 26.9.1997, Propagazione per seme di alberi ed arbusti della flora mediterranea - Roma 2001 ed al capitolato per le opere di ingegneria naturalistica redatto a cura del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare. I piani esecutivi di tutti gli interventi di sistemazione a verde saranno inviati al Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare e al Ministero dei Beni e le attività culturali secondo quanto prescritto nel Decreto n. 10/2008 del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare.

In relazione a tutto quanto sopra descritto in merito alle criticità ambientali è prescritto che, prima di procedere a qualsiasi operazione sia a terra che a mare lungo le fasce di fondale marino interessate dai lavori di scavo e posa della condotta, ovvero in sede di progettazione esecutiva, sia presentato all'approvazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare un manuale operativo contenente, ma non in modo limitativo, almeno le seguenti principali informazioni e documentazioni:

- a) logistica del cantiere e caratteristiche dei mezzi ed attrezzature di scavo e di posa in opera (pianificazione dei lavori, ubicazione delle aree di lavoro a terra e mare, attrezzature di montaggio e posa quali caratteristiche della linea di varo a mare (lay-barge) o a terra (bancali di appoggio, sistema rotabile, sistema frenante, blocchi di ancoraggio, mezzi di sollevamento e traslazione, ecc.), attrezzature ausiliarie per procedure particolari o di emergenza, sistema di aggancio dei cavi di tiro, sistema di trazione, caratteristiche dei pantani e mezzi navali (tipo di scafo, dimensioni, pescaggio, sistema di ormeggio, limiti operativi, ecc.), tipo e caratteristiche dei verricelli, campo ancore, ecc.
- b) procedure di lavoro e di posa, incluse quelle relative ad operazioni accessorie allo scavo (rinterro e ripristino delle aree, protezione della condotta), procedure di posa (normali, particolari e/o di emergenza), procedure di ispezione e di controllo durante le operazioni di posa, ecc. Il Manuale operativo dovrà fare parte integrante dei Capitolati di appalto per le imprese esecutrici dei lavori

c) in sede di progetto esecutivo dovranno essere elaborati:

- un Piano di sicurezza
- un Piano di emergenza
- un Piano dei sistemi di controllo periodico

da far approvare alle rispettive autorità competenti. Tali Piani dovranno essere integrati da un'analisi degli effetti ambientali derivanti da eventuali malfunzionamenti e incidenti di rottura alla condotta, anche in considerazione della natura climalterante del gas metano.

L'installazione del cantiere RIG prevede le seguenti sottofasi principali:

- Posizionamento e Montaggio Macchina Perforatrice
- Posizionamento e installazione gruppo pompe
- Posizionamento ed installazione gruppo miscelatore fluido bentonitico
- Posizionamento ed installazione gruppo separatore fanghi
- Posa condotte per circuito bentonite
- Preparazione e rivestimento vasche per stoccaggio provvisorio bentonite

Tale fase risulta completata quando verranno ultimati tutti i montaggi e i collegamenti tra macchine e impianti di cantiere e la macchina perforatrice sarà posizionata ed allineata secondo le indicazioni progettuali.

### **Esecuzione foro pilota (Pilot hole)**

La fase di foro pilota prevede le seguenti sottofasi principali:

- Montaggio/Smontaggio aste di trivellazione su buca di ingresso
- Trivellazione

La perforazione pilota o pre-foro di piccolo diametro (in genere 4-6 pollici) è effettuata lungo il tracciato piano altimetrico definito in fase progettuale (profilo di perforazione) compreso tra il punto di entrata "entry" ed un punto di uscita "exit" definiti rispetto al posizionamento della perforatrice.

Il preforo è realizzato con l'utilizzo di attrezzatura idonea costituita dallo scalpello o bit che avrà il compito di "tagliare" meccanicamente e/o idraulicamente il terreno. Tutti i tipi di scalpello utilizzati hanno un diametro superiore al diametro esterno del manicotto (Tool Joint) dell'asta di perforazione che dovrà essere infilata successivamente e tale da determinare un interspazio anulare che faciliti, in ogni condizione, il passaggio del fango e l'evacuazione del materiale di smarino.

Mediante successivi step prima di rotazione-spinta e poi solo di spinta si imposta la direzione di avanzamento necessaria alla realizzazione del profilo di perforazione stabilito progettualmente.

Per determinare la posizione precisa dello scalpello lungo il preforo si impiegano apposite sonde di misurazione (Probe) collocate immediatamente dietro al bit. L'ultima componente dell'assemblamento fondo foro (Bottom Hole Assembly - BHA) appena descritto è l'asta di perforazione stessa (Drill pipe rod). Questa ultima dovrà essere in buono stato di manutenzione ed usura specialmente per quanto riguarda i filetti, e dovrà avere caratteristiche di qualità e resistenza necessarie alla trasmissione delle forze di compressione, di trazione

e delle coppie avviate dalla perforatrice.

Avanzando dopo ciascuna asta è determinata la precisa posizione del bit fondo foro tramite lettura diretta (sistema Walkover) o lettura indiretta (sistema Paratrack MGS) e si confronta con il valore predefinito assegnato del profilo di progetto. L'operatore del sistema di teleguida ottiene così dei valori calcolati di destinazione per la successiva asta al fine di rispettare il tracciato predeterminato progettualmente.

L'operatore del sistema di teleguida è dotato di strumento ricevitore in grado di conoscere:

- direzione del bit rispetto al nord magnetico Azimut;
- inclinazione del bit rispetto all'orizzontale di riferimento Inclination;
- orientazione del bit in base all'angolo di rotazione Tool Face.

### **Alesaggio (Reaming)**

La fase di alesaggio prevede le seguenti sottofasi principali:

- Montaggio/Smontaggio aste di trivellazione su buca di ingresso
- Trivellazione
- Spostamento aste da foro di ingresso a foro di uscita
- Montaggio aste di trivellazione su punto di uscita

Tale fase consiste nell'allargamento del foro pilota. Per fare ciò si impiega uno specifico utensile di alesatura dotato di denti, rulli conici oppure dischi atti al taglio meccanico del terreno, nonché ugelli per la trasmissione del fango. In considerazione della caratterizzazione del terreno di scavo si adotta un utensile tipo Barrel reamer (indicato per terreni incoerenti sabbioso-limosi) o il Fly cutter (indicato per terreni argillosi).

L'alesatore nella configurazione standard è collegato al tronco di aste di perforazione e tirato dal punto di uscita verso il punto di entrata lato Drilling Rig. Al termine del passaggio di alesatura il foro pilota risulterà allargato ad un diametro circa equivalente a quello dell'alesatore utilizzato. Lo smarino meccanico del terreno è costantemente coadiuvato da quello idraulico pompando il fango di perforazione idoneo all'incapsulamento dei detriti di perforazione (Cutting) ed al trasporto all'esterno del foro. Il fango di perforazione risulta indispensabile specialmente nelle formazioni incoerenti sabbioso-limose e in argilla non consolidata. In considerazione del diametro della tubazione da installare sono eseguiti successivi passaggi di allargamento con alesatori di diametro maggiori fino al raggiungimento del diametro finale del foro ideale per il varo della tubazione in sicurezza.

Al fine dell'assemblaggio delle aste lato "uscita TOC", si disporrà una struttura galleggiante di lavoro sufficientemente larga tale da ospitare mezzo cingolato tipo escavatore adibito all'accoppiamento delle aste di perforazione nonché il personale operativo che si occuperà della fase di lavoro. Per tale fase si istituirà un sicuro collegamento radiofonico tra gli operatori operanti lato Rig e lato varo.

### **Tiro-varo della condotta (Pipe pulling)**

Terminata l'alesatura del foro si procede alla delicata fase del varo della condotta nel foro pre-alesato. La condotta è preparata a formare un unico tronco della lunghezza effettiva dell'installazione (sigaro di circa 1800

m), allineato in asse alla perforazione e stabilizzato con appositi ancoraggi in modo consono all'inserimento nel foro senza che subisca sollecitazioni non conformi.

Secondo quanto in progetto, non vi sono impedimenti di carattere logistico al fine di preassemblare la condotta in più tronchi distinti. In questo caso il varo avverrà in un'unica fase senza interruzioni per eseguire le necessarie operazioni di collegamento (accoppiamento, saldatura e controlli).

La procedura di varo della condotta all'interno del foro prevede dei mezzi quali imbarcazioni ad accompagnare il sigaro all'interno del foro in corrispondenza della rampa di ingresso lato exit point.

Il sigaro è saldato ad una apposita testata di tiro (Pulling Head) collegata ad un giunto girevole reggispinta (swivel) di dimensioni idonee alla sforzo calcolato per il varo, a sua volta collegato ad un alesatore (Back reamer). Lo swivel è collegato alla testa di tiro tramite elementi di collegamento altamente resistenti.

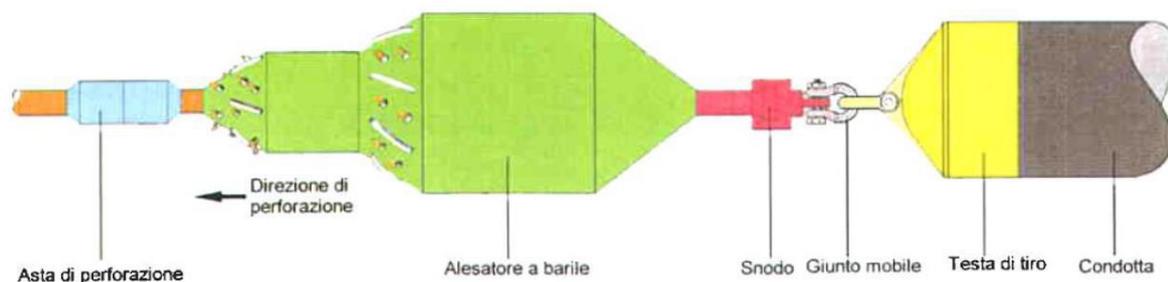
Il back reamer di norma dovrà essere costituito dall'ultimo o dal penultimo alesatore utilizzato nella fase di allargamento del foro e serve a mantenere il passaggio libero da eventuali frammenti di materiale e o detriti di perforazione.

La fase di varo prevede le seguenti sottofasi principali:

- Aggancio colonna di varo alle aste
- Varo tubazione mediante trascinamento ed avvvitamento entro foro con macchina perforatrice
- Smontaggio aste su buca di ingresso TOC

La catenaria di varò sarà così composta:

- un alesatore conico, che ha lo scopo di rimuovere del terreno eventualmente franato in foro dopo il passaggio dell'ultimo treno di alesatura;
- un giunto anti-rotazione, interposto tra l'alesatore e la testa di tiro, che impedisce alla condotta di ruotare durante le operazioni di tiro-posa ed essere sollecitata a torsione;
- la testa di tiro, saldata alla condotta.



La colonna di varo, così approntata e disposta, viene tirata dentro al foro dal Rig di perforazione. Quando la testa di varo fuoriesce dall'altro lato (lato RIG), la fase può ritenersi conclusa.

### **Rimozione impianto RIG**

La fase di rimozione impianto RIG prevede le seguenti sottofasi principali:

- Smontaggio Macchina Perforatrice
- Smontaggio gruppo pompe
- Smontaggio gruppo miscelatore fluido bentonitico

- Smontaggio gruppo separatore fanghi
- Recupero e smaltimento fanghi bentonitici

Al termine della fase di tiro le attrezzature ed i mezzi utilizzati per l'esecuzione della T.O.C. saranno opportunamente dismessi, lasciando lo stato dei luoghi libero da ogni elemento a servizio del cantiere Rig. Tale operazione si svolgerà in collaborazione e nel rispetto delle altre attività connesse ai lavori in progetto.

### **PROCEDURA DI SICUREZZA – COLLEGAMENTO LATO RIG/LATO VARO**

Come precedentemente, dopo aver completato la fase di foro pilota, operando in senso inverso, vengono effettuate le fasi di alesaggio e tiro della tubazione.

In fase di alesaggio la macchina perforatrice richiama le aste e trascina l'alesatore verso il punto di ingresso TOC allargando il foro fino al diametro desiderato; in fase di tiro l'operazione è simile, ma contemporaneamente viene effettuata la posa della tubazione.

In tali fasi, ed in particolare durante l'attività di alesaggio, per garantire la traiettoria principale del foro pilota e per dare continuità ai successivi step di alesaggio, vengono collegate dietro al retroalesatore le aste di perforazione: tale attività viene seguita manualmente dagli operatori addetti con l'ausilio di un mezzo di sollevamento.

Prerogativa fondamentale per operare in condizioni di sicurezza è che il collegamento Aste-Retroalesatore e i successivi collegamenti asta-asta debbano avvenire improrogabilmente quando tutti gli organi meccanici del RIG sono completamente fermi.

Per assicurare tale condizione si attueranno in campo le seguenti MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE:

- **Comunicazione:**  
collegamento radiofonico: installazione di un sicuro e costante collegamento radiofonico attraverso radiotrasmittenti tra operatore lato RIG e operatore lato Varo ; in particolare tutti gli addetti operanti al lato varo saranno dotati di auricolare in modo tale da sentire (ed eventualmente partecipare) in maniera costante tutte le comunicazioni che intercorrono tra operatore lato RIG e Operatore lato varo. In caso di problemi si sospenderanno le attività sino al normale ripristino delle comunicazioni via radiotrasmittenti.
- **Installazione impianto video:** al lato varo verranno installate almeno n°2 telecamere o le minime necessarie a coprire un raggio di visuale che copra tutta l'area di attività, in modo tale che l'operatore RIG oltre che comunicare verbalmente con i colleghi presenti al lato varo possa anche osservare visivamente in real- time quanto accade nell'area di lavoro opposta.
- **Barriere:** in corrispondenza dell'area di varo sarà predisposta una doppia barriera di protezione ed in particolare: una prima realizzata rete metallica mobile, disposta in corrispondenza del perimetro del punto di uscita delle aste e comunque ad una distanza tale che permetta agli addetti di muoversi all'interno agevolmente ed una seconda posta ad una distanza di circa 3 metri dalla precedente che assolve alla funzione di creare un ulteriore cordone tra le aree esterne e gli organi in movimento. La

prima barriera verrà realizzata interponendo a chiusura un vero e proprio cancello il quale sarà lasciato aperto durante i periodi di attività manuale (ovvero di collegamento manuale delle aste, alesatori ecc) e sarà di volta in volta chiuso nel momento in cui tutti gli addetti, terminate le operazioni, lasciano l'area per consentire l'attivazione meccanica degli organi di trivellazione.

- **Dispositivi AS look:** E' un dispositivo di sicurezza (di solito in dotazione ai RIG di nuova generazione) che permette di azionare a distanza alcuni componenti del RIG, in particolare Spegnimento ed Accensione.



Figura 42 - Dispositivi as look

Tali dispositivi sono progettati per far sì che l'operatore che si trovi a lavorare a distanza dal RIG (quindi fuori dal controllo diretto dell'operatore posto nella cabina di guida), possa disattivare ovvero spegnere il RIG (quindi bloccare qualsiasi movimento) quando egli stesso si trova ad operare direttamente sui vari organi di trivellazione e quindi svolgere il lavoro in totale sicurezza; allo stesso modo quando il suo intervento manuale è terminato con un comando di sblocco, consente di rimettere in accensione il RIG e quindi l'operatore in cabina di guida ha la possibilità di continuare la lavorazione.

- **“Operatore Start/Stop”:** il comando di via (start), cioè quando attivare gli organi di trivellazione e quando arrestarli (stop) viene assegnata ad un operatore presente nell'area di lavoro lato varo, ma che non prende parte attiva alle attività manuali; si tratta in particolare di una figura nominata dallo staff tecnico dell'azienda, pubblicizzata alla DL e che avrà il compito di coordinare tutte le attività tra lato varo e lato RIG ovvero impartire ordini all'operatore RIG.

Tale figura avrà l'onere di (prima dell'inizio delle lavorazioni):

- verificare il corretto funzionamento del collegamento radio – fonico
- verificare il corretto funzionamento dell'impianto video
- verificare la corretta costruzione delle Barriere con relativi ingombri e chiusure
- verificare che almeno due operai abbiano in dotazione il dispositivo AS-look

A seguito di tutte le verifiche preliminari, a lavori in corso il responsabile svolgerà la sua funzione nel seguente modo:

- impartisce ordine di START solo dopo aver (in maniera consequenziale):
  - 1) verificato che il collegamento asta/alesatore o asta/asta sia stato correttamente realizzato e concluso
  - 2) verificato che tutti gli operai abbiano lasciato l'area di lavoro ed in particolare che il cancello

della barriera interna sia correttamente chiuso e quindi che nessun operaio o mezzo si trovi all'interno di tale perimetro

- 3) dato l'ok allo sblocco del dispositivo AS-look all'addetto (lato varo) che lo abbia in dotazione;
- impartisce ordine di STOP a conclusione dello step di lavoro (tiro n°1 asta) e consente accesso agli addetti solo dopo aver ( in maniera consequenziale ):
    - 1) verificato che lo step di lavoro sia correttamente terminato e concluso
    - 2) che ogni organo del RIG sia completamente bloccato
    - 3) verificato che il dispositivo AS-look sia attivato (Cioè RIG bloccato motore spento)

## **PROGETTAZIONE**

Sulla scorta di tutte le informazioni acquisite e dei vincoli presenti (presenza eventuali sottoservizi., interferenze varie, ecc) si procede alla determinazione delle caratteristiche geometriche della traiettoria di perforazione, e quindi essenzialmente allo sviluppo del tracciato, con i relativi raggi di curvatura sia in planimetria che altimetria e che sono il risultato di un calcolo, in cui ulteriore fattore predominante tenuto in considerazione, è il valore della percentuale di curvatura massima che il tubo può assorbire durante l'avanzamento. Pertanto alla batteria di aste di perforazione fatte avanzare nel foro, si assegnerà una deviazione percentuale opportuna al fine di rispettare le condizioni progettuali ( $R_{curv} \geq 1000m$ ).

La progettazione avverrà secondo la normativa di riferimento.

In particolare sarà calcolato il tiro massimo della tubazione e saranno verificate le condizioni di stress analysis per lo snervamento garantendo uno stato tensionale massimo pari al 90% SMYS.

Le verifiche effettuate per la tubazione da 550 mm inerenti calcolo a tiro ( ai fini della scelta dell'impianto di perforazione RIG) nonché da determinazione dei raggi di curvatura, saranno certamente idonee anche per la tubazione da 400 mm.

### **Calcolo del Tiro**

Allo scopo di determinare lo sforzo necessario al tiro della tubazione, è necessario considerare tutte le forze che si oppongono al moto della tubazione nella predetta fase di varo quali:

1. attrito di contatto tra tubo e terreno fuori dal foro;
2. attrito di contatto tra superficie esterna del tubo e le pareti interne del foro;
3. reazioni elastiche del tubo nei tratti curvilinei;
4. resistenza all'inflessione del tubo nei tratti curvilinei del foro;
5. azione idrocinetica esercitata dal fluido di perforazione;
6. componenti parallele all'asse del tubo del peso immerso (equiverse od opposte al tiro in funzione della geometria dell' asse del foro).

Pertanto, prima di procedere al calcolo del tiro esaminando le predette componenti della resistenza al moto, è opportuno definire la geometria del foro alesato.

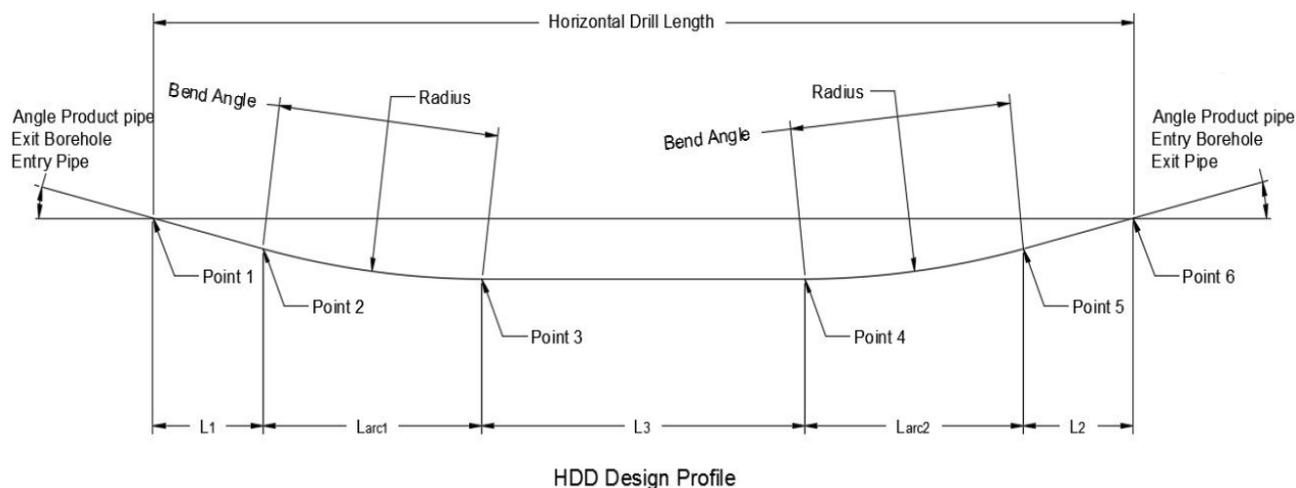
Si riporta a titolo esemplificativo il calcolo per una tubazione tipo DN 500 Sp. 11,1 mm in acciaio Grado EN

L415 NB/MB.

Dall' esame della documentazione di progetto, l'asse del foro alesato è suddiviso in n.5 tratti di cui n.2 tratti in curva elastica con raggio di curvatura pari a 1000 m e n. 3 tratti rettilinei così come segue:

- TRATTO 1: RETTILINEO 44,46 metri (L1)
- TRATTO 1: CURVILINEO 139,63 metri (Larc1)
- TRATTO 2: RETTILINEO 593,58 metri (L3)
- TRATTO 3: CURVILINEO 139,63 metri (Larc2)
- TRATTO 4: RETTILINEO 44,32 metri (L2)

Graficamente rappresentato come segue:



**Figura 43** – Asse di perforazione

## INQUADRAMENTO GEOLOGICO E CONTROLLO DEL FLUIDO DI PERFORAZIONE

Il fluido di perforazione confezionato per tale tipo di lavorazione, sarà a base di acqua (wet boring) cosiddetto "fango bentonitico" preparato in opportuni impianti di miscelazione, aggiungendo all'acqua (con precise caratteristiche fisico-chimiche), bentonite ed additivi tipo polimeri per conferire al fango particolari proprietà per ovviare ai sopracitati problemi legati alla lavorazione in terreni ghiaiosi.

Il fluido di perforazione sarà tenuto costantemente sotto controllo durante le fasi operative esaminando: viscosità, densità, contenuto in solidi, contenuto sabbia, PH cloruri e durezza dell'acqua di miscelazione. Affinchè il fango bentonitico possa esplicare tutte le sue funzioni per cui è stato confezionato (rimozione e trasporto detrito, sostentamento del foro, ecc.) è importante la costante circolazione del fluido attraverso un circuito idraulico formato da:

- unità miscelazione fanghi (mixing unit)
- vasche di accumulo
- aste di perforazione (canale di mandata)
- foro o anulus (spazio tra le pareti del foro e l'asta di perforazione - canale di ritorno)
- unità di ricircolo dei fanghi (recycling unit).

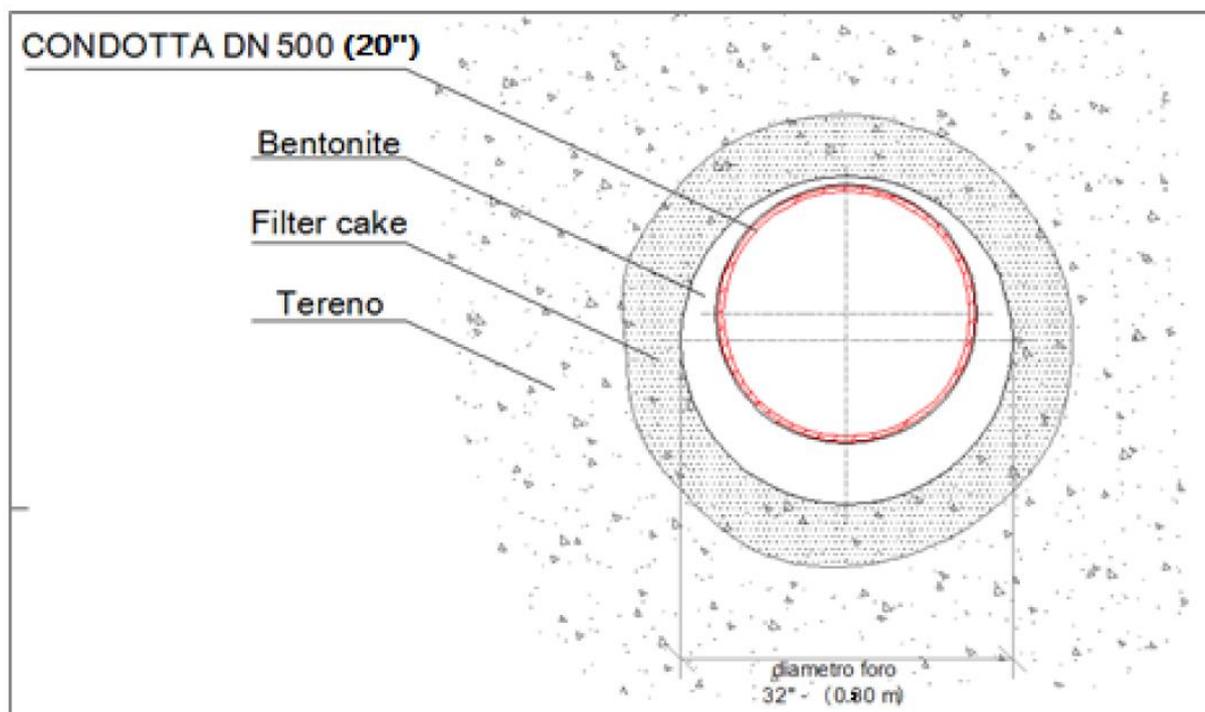
L'importanza della circolazione dei fanghi nel circuito descritto è fondamentale per la riuscita delle lavorazioni in quanto è possibile che il circuito possa interrompersi a causa di un cedimento del foro con conseguente

aumento della pressione nel tratto ostruito del circuito e possibilità di fuoriscita di bentonite (frac-out) a piano campagna. Evitare frac-out significa monitorare anche di continuo visivamente la corretta circolazione dei fanghi. L'operatore o suo assistente, ha il compito di monitorare il ritorno del fluido all'interno della buca di partenza di perforazione e sospendere immediatamente le operazioni di trivellazione qualora non abbia certezza del corretto corso dei fanghi.

Importante ruolo gioca nel caso in esame l'azione di sostentamento esercitata sulle pareti del foro, fondamentale per tutto il processo.

Il controllo della pressione del fluido di perforazione sarà monitorato in maniera continua variando il valore in funzione principalmente del tipo di terreno al fine di evitare l'interruzione della circolazione fanghi nell'anulus con conseguente frac-out.

Per quanto possibile l'effetto del fango bentonitico sarà quello di creare una sorta di pannello solido (filter-cake) ossia il colloide tende a depositarsi sulle pareti del foro andando ad occludere gli spazi tra un clastro e l'altro.



**Figura 44** -sezione tipo con Filter cake

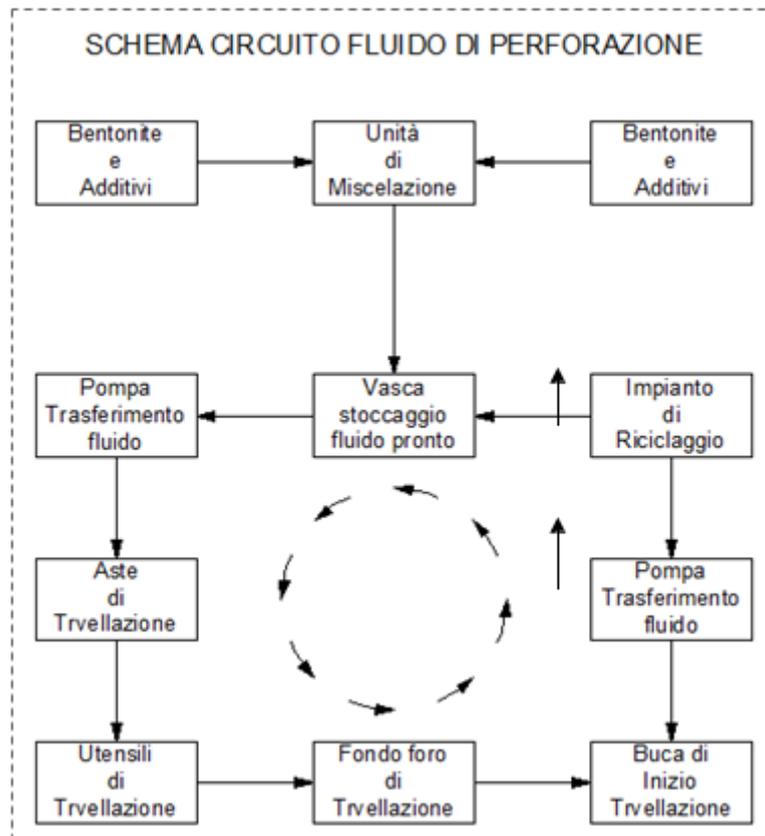
Saranno quindi utilizzati additivi tipo viscosizzanti, di controllo del filtrato, inibenti, lubrificanti, intasanti, ecc. Le modalità di confezionamento in cantiere sono a cura della Scrivente Ditta con operatori qualificati e di esperienza pluriennale. Sarà rispettata una precisa sequenza di miscelazione dei componenti iniziando con la correzione dei parametri dell'acqua e successivamente dosaggi di bentonite ed additivi. Si farà richiesta ad autorità competente per il prelievo dell'acqua nell'adiacente corso fluviale qualora ve ne fosse necessità, provvedendo ad effettuare opportune analisi fisico-chimiche. Qualora dette analisi dovessero risultare non idonee (causa eventuale inquinamento), si procederà con il prelievo presso altra fonte individuata dalla Scrivente. L'effettiva composizione di tali fanghi verrà definita soltanto in fase di perforazione dopo un'attenta

analisi dei parametri e grazie alle analisi sui fanghi di ritorno eseguita direttamente in situ.

Poiché il fluido di perforazione attraverso le aste raggiunge il fondo foro e mescolandosi con il detrito dell'escavazione del terreno (cutting) torna in superficie attraverso il canale anulare, sarà calcolato in funzione del tipo di terreno il rapporto tra portata del circuito e velocità di avanzamento degli utensili ossia il rispetto di un rapporto volumetrico minimo tra fluido e terreno affinché il trasporto abbia luogo in maniera efficace.

Il corretto dosaggio e confezionamento del fango sarà a carico della Festa SpA.

Di seguito schema del circuito dei fanghi:



Schema circuito fango bentonitico

In conclusione a seguito delle caratteristiche verificate ed in seguito all'analisi della documentazione in possesso inerente la litologia del terreno, è possibile ritenere perseguibile l'applicazione della tecnica TOC in considerazione comunque delle criticità riscontrate.

Qualora aggiudicatari dei lavori in oggetto, si ritiene opportuno effettuare ulteriori indagini con sondaggi profondi rispetto a quanto riportato nel progetto preliminare.

#### **MEZZI, ATTREZZATURE e PERSONALE UTILIZZATO IN CANTIERE**

La squadra che si occuperà della perforazione in oggetto, è composta da operatori qualificati con diversi anni di esperienza nel campo della trivellazione controllata. In cantiere saranno presenti, oltre allo Staff Tecnico (ASPP, Direttore tecnico di cantiere, ecc.) almeno:

- n.1 Caposquadra

DEPOSITO COSTIERO GNL NEL COMUNE DI CROTONE  
RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

- n.1 Operatore macchina perforatrice
- n.1 Ingegnere per la guida della perforazione (fase di foro pilota)
- Operatore fanghi
- Operai generici di supporto
- n.1 Operaio specializzato

I principali mezzi ed attrezzature sono:

- Perforatrice tipo American Augers DD220T comprensiva di batteria di aste per una lunghezza totale pari a c.a 2000 metri
- Impianto miscelatore fanghi
- Impianto riciclaggio fanghi
- Pompe trasferimento fanghi e acqua
- Alesatori ed utensili di perforazione (bit, mud motor, barrel, swivel, ecc.)
- Vari Escavatori/autogru per accantieramento e montaggio/smontaggio aste di perforazione
- Autocarro per trasporto attrezzature e mezzi
- Sistema di Guida Vector Magnetics Mod. ParaTrack 2
- Vasche a tenuta stagna per stoccaggio bentonite

Relativamente a:

- schede tecniche dei mezzi e relative conformità,
- lista dettagliata personale in cantiere e mansioni,
- schede fanghi di perforazioni ed additivi utilizzati,
- procedure di sicurezza.

Si rimanda al Piano Operativo Sicurezza della FESTA SpA redatto ed approvato presso ufficio sicurezza interno qualora la Festa SpA risultasse aggiudicataria dei lavori.

In particolare si riportano le seguenti attrezzature principali impiegate: macchina perforatrice (RIG) e sistema di guida:

Mezzo/attrezzatura	Marca	Modello	Dati tecnici
Perforatrice	American Augers	DD220T	Perforatrice teleguidata completa di n. 158 aste di perforazione da c.a 9,5 metri; <ul style="list-style-type: none"><li>• Pot motrice 272 kW</li><li>• Max coppia: 40674 Nm</li><li>• Forza tiro 100 T</li><li>• Peso 27669 kg</li></ul>

SISTEMA DI CONTROLLO	Vector Magnetics	Para Track 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• accuratezza misura: inclinazione +/- 0.1° Azimuth +/- 0.4°</li> <li>• temperature d'impiego: -20°/60°C</li> <li>• massima lunghezza linea-cavo 5000 metri</li> </ul> <p>unità d'interfaccia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Input: 85-265 VAC 50-60 HZ</li> <li>• Output: 48VDC, 50 mA</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sistema di guida</li> <li>• unico cavo di segnale a terra a ciascuna estremità o con cavo di ritorno per</li> <li>• chiudere il circuito.</li> <li>• unità di guida Input: 85-265 VAC 50-60 HZ</li> <li>• unità di guida Output: 34 VRMS, 6 Amps p-p max.</li> <li>• accuratezza della posizione: ±2% di distanza dal cavo di segnale</li> </ul>
----------------------	------------------	--------------	---

### SISTEMA DI GUIDA

Per l'attraversamento in oggetto, sarà utilizzato un sistema di guida magnetico MGS ( Magnetic Guidance System) che permette di restituire da stazione remota tutte le misure posizionali della sonda di fondo foro, essendo in grado di misurare l'angolo azimutale, ovvero l'angolo che l'asse della sonda forma rispetto al piano orizzontale rispetto ad una direzione di riferimento.

Le misure di campo magnetico, di inclinazione e dell'orientamento (tool face) vengono trasmesse in superficie mediante un cavo elettrico steso all'interno delle aste di perforazione; le letture di campo magnetico permettono di misurare l'azimut e quindi, insieme con le letture inclinometriche, di calcolare le coordinate x,y,z della sonda.

Il campo magnetico artificiale viene realizzato stendendo sulla superficie del terreno, al di sotto della quale si sviluppa la perforazione, un cavo elettrico che sarà poi richiuso su apposito generatore. Il cavo elettrico forma sulla superficie una spira chiusa il cui andamento plano-altimetrico deve essere rilevato topograficamente per poi essere elaborato da software di guida.

### STIMA DEL VOLUME e PRESSIONE DEI FANGHI

La stima del volume dei fanghi di perforazione, calcolata in maniera preliminare alle lavorazioni, può essere considerata come segue:

Foro TOC da 550 mm

Lunghezza TOC: 1800 metri

Diametro foromax: 550 mm

Natura del suolo: Argille

Foro pilota: 5 inch

Alesaggio: 10 inch / 18 inch / 32 inch / 24 inch (pullback)

Stima portata di fluido pompato per la perforazione medio (Flow rate): 450 l/m

Stima volume fanghi prodotti: 900 m<sup>3</sup>

## **PROCEDURE PARTICOLARI**

Procedure particolari operative potrebbero esser messe in atto qualora si venissero a creare delle situazioni di instabilità del foro che potrebbero causare l'aumento della forza di tiro ed in particolare della coppia di rotazione con conseguente bloccaggio dell'attività di tiro tubazione. In tal caso estremo, si richiede dunque lo sfilaggio della tubazione già inserita nel foro. A tale scopo vengono resi mezzi navali idonei, posizionati lungo l'asse di catenaria di varo che, inizieranno a tirare la condotta in senso opposto a quello di varo. Al contempo la batteria di aste di perforazione verrà fatta ruotare e l'operatore RIG continuerà ad iniettare fango bentonitico opportunamente confezionato per la delicata situazione, al fine di lubrificare gli utensili nonché il foro stesso minimizzando i coefficienti di attrito. Dal lato Rig potrà essere esercitata anche una leggera spinta in contemporanea ed in accordo con il tiro dei mezzi meccanici. Spinta lieve in quanto vi è tra tubazione ed utensili di tiro, la presenza di un giunto rotante (Swivel) testato a trazione e non a compressione.

Fondamentale per l'esecuzione delle operazioni di sfilamento è che esso avvenga in maniera continua e lineare. Operando con macchine ed mezzi meccanici è sempre possibile incappare in rotture o malfunzionamenti degli impianti che possono risultare, a seconda della fase operativa affrontata, anche fondamentali per l'esito del lavoro. Per tale ragione prima di ogni operazione si disporrà controllo macchinari e dotazioni parti di ricambio da utilizzare prontamente in caso di avarie. In ogni modo, data la particolare tipologia di macchine nonché dell'impianto, risulterebbe impossibile avere disponibilità di tutte le parti di componentistica degli impianti; pertanto in caso di mancanza in cantiere del componente di ricambio, la casa madre delle attrezzature principali (American Augers/Ditch Witch Italia) garantisce assistenza e ricambi in 48 ore.

## **RIPRISTINI**

Al termine delle lavorazioni tutte le aree di cantiere saranno sgomberate e ripristinate allo stato originale. L'impianto RIG sarà rimosso così come ogni attrezzatura, materiale ed struttura temporanea utilizzata nel corso della realizzazione dell'attraversamento.

Saranno demolite le vasche di accumulo e stoccaggio del fango di perforazione ed eseguite tutte le opere di sistemazione e di ripristino delle zone danneggiate in conseguenza dell'eventuale frac-out come descritto in precedenza.

I fanghi e tutti i materiali di risulta dei lavori eseguiti andranno smaltiti in accordo con la normativa vigente

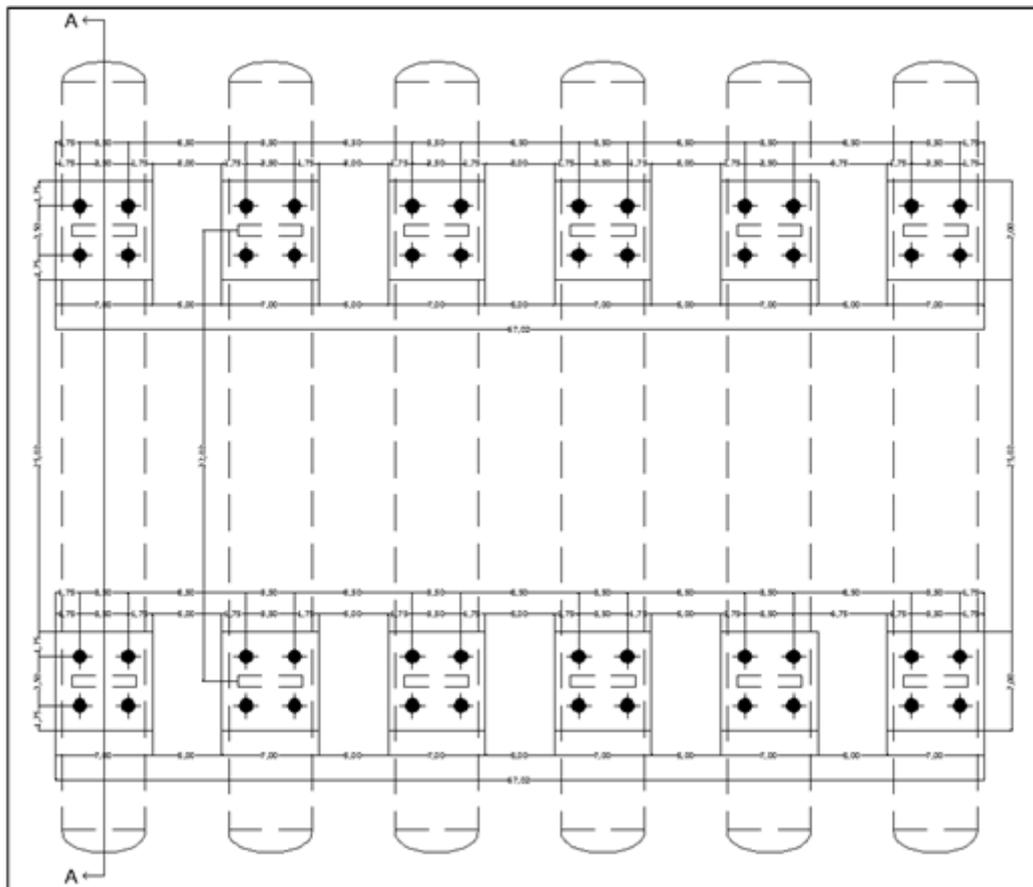
## **9.2. OPERE GEOTECNICHE**

I serbatoi criogenici, costituiti da una serbatoio interno ed un serbatoio esterno verranno forniti prefabbricati, con due selle d'appoggio in acciaio ancorate al guscio, di dimensione pari a 4x0.8m.nella base inferiore, distanziate tra loro di 32m.

I serbatoi hanno un peso a vuoto di 251 tonnellate, riempiti con 1.104 mc di GNL (densità media del GNL di 483 kg/m<sup>3</sup>) peseranno circa 753 tonnellate.

Per il dimensionamento delle fondazioni sono state tuttavia stimate le condizioni di carico massimo con i coefficienti di sicurezza secondo normativa. Le selle d'appoggio verranno a loro volta installate su appositi

tirafondi collegati ai plinti di fondazione.



**Figura 45 - Pianta fondazioni serbatoi**

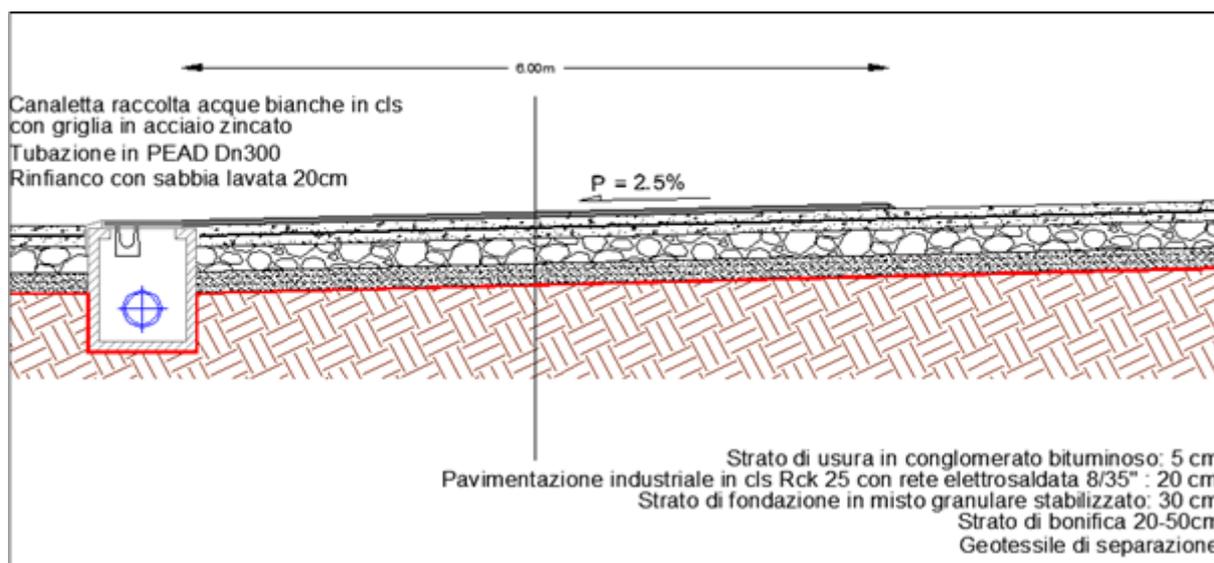
Ogni serbatoio poggerà quindi su plinti che a loro volta saranno gettati su appositi pali di fondazione trivellati in cls armato. Ogni plinto avrà al di sotto 4 pali di fondazione dal diametro di 1m con lunghezza totale di 30m.

### **9.3. VIABILITÀ INTERNA – ACCESSI**

(Rif. Elaborato P\_05\_UR\_01\_VIA\_R02 )

La viabilità interna sarà costituita principalmente da una strada a doppio senso di marcia che permette di percorrere l'impianto lungo tutto il perimetro e raggiungere senza ostacoli e eventuali manovre pericolose i due accessi durante le operazioni di evacuazione.

I raggi di curvatura sono adeguati alle manovre dei mezzi pesanti e non saranno presenti ostacoli alla visuale. La viabilità interna sarà quindi costituita da una strada a 2 corsie larghe 3m separate dalla classica segnaletica orizzontale bianca con striscia continua.



**Figura 46 - Pacchetto Stradale**

Il pacchetto stradale prevede essenzialmente lo scotico di 20 cm di profondità, che verrà riempito con idoneo materiale di bonifica, previa separazione con geotessile.

Al di sopra dello strato di bonifica si prevede un'ulteriore strato da 30 cm di rilevato in misto granulare stabilizzato. Lo strato di base della sovrastruttura stradale verrà invece costruito da un getto in calcestruzzo Rck 25 con armatura in rete elettrosaldata 8"35.

Il pacchetto della sovrastruttura si completa con uno strato in conglomerato bituminoso chiuso, con tipica granulometria di uno strato di usura.

Si prevede di realizzare la strada con una sola pendenza trasversale del 2,5% che permette di convogliare l'acqua nelle canalette in cls con grigliato in acciaio zincato e trasferirle al sistema di trattamento delle acque bianche.

Oltre al percorso stradale perimetrale è previsto di posare la sovrastruttura stradale completa di conglomerato bituminoso tutta la zona di carico delle autocisterne in modo tale da avere spazio e facilità di manovra per i mezzi pesanti in ingresso nell'impianto.

Inoltre è necessario prevedere la creazione di un piazzale parcheggi a ridosso degli edifici uffici e magazzino, di facile accesso dalla strada principale, con 20 parcheggi in linea di dimensione pari a 2,5x6. È stato quindi calcolato uno spazio sufficiente per l'ingresso e l'uscita delle autocisterne criogeniche facilitandone le manovre in entrambi i sensi di percorrenza.



DEPOSITO COSTIERO GNL NEL COMUNE DI CROTONE  
 RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

passaggio dell'impianto elettrico, previsti tramite corrugati flessibili in PVC DN 200. A ridosso degli edifici principali quali uffici magazzini, sulle pensiline delle baie di carico, e sulle pensiline di acceso/uscita dall'impianto, saranno installati dei corpi illuminanti tramite ancoraggio sulle pareti o strutture metalliche di supporto e saranno comandati dai quadri elettrici propri degli edifici.

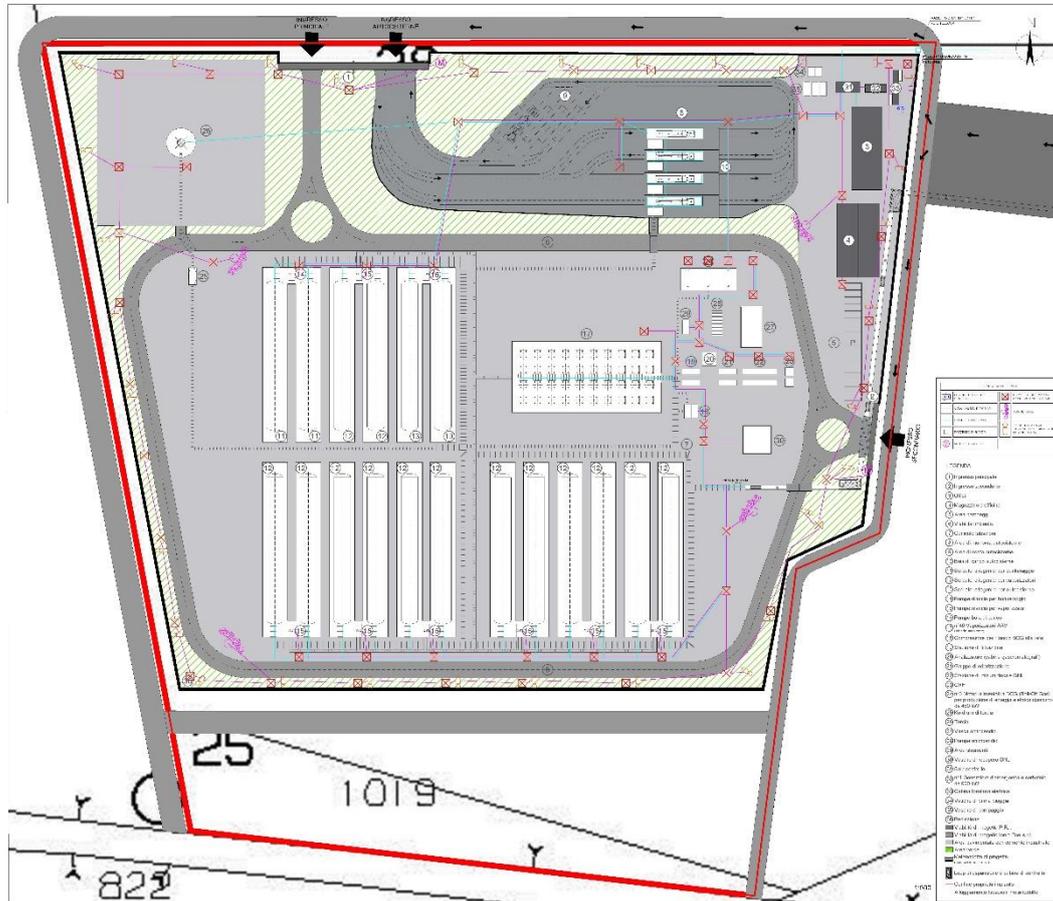


Figura 48 - Impianto elettrico e di illuminazione area deposito

DEPOSITO COSTIERO GNL NEL COMUNE DI CROTONE  
 RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

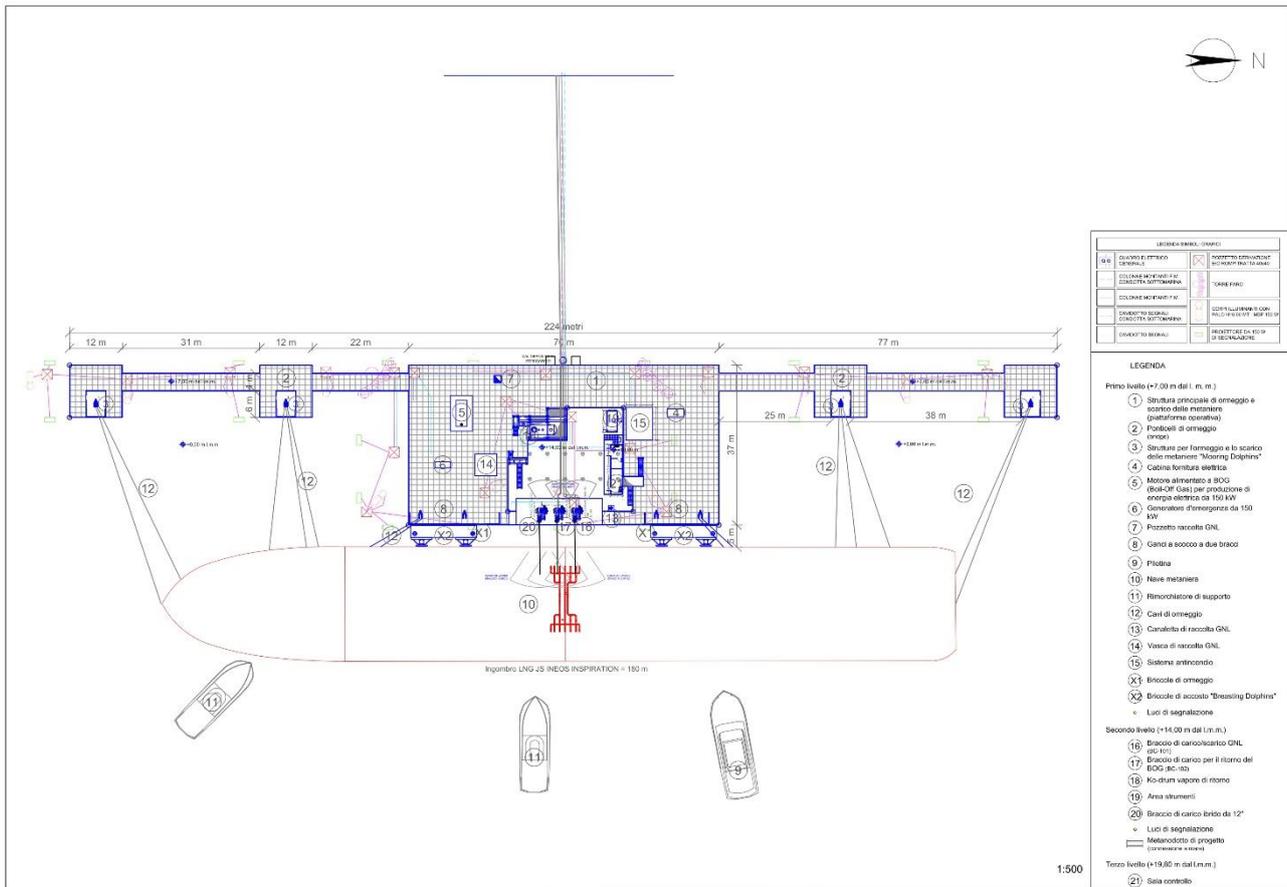


Figura 49 - Impianto elettrico e di illuminazione area Terminale

## 9.6. UFFICI E MAGAZZINI

(Rif. Elaborato P\_03\_PL\_09\_PUF\_R01 - Elaborato P\_03\_PL\_10\_POF\_R01)

### EDIFICIO AMMINISTRAZIONE

La struttura dell'edificio adibito ad uffici è costituito da travi e pilastri gettati in opera. L'edificio ha dimensioni in pianta pari a 26,75 m x 15,07 m e un'altezza media di circa 4,97 m (5,94 m nel punto più alto e 3,99 m nel punto più basso).

L'edificio realizzato su un livello ha copertura a doppia falda realizzata da un solaio gettato in opera bidirezionale il cui sistema di pendenze è garantito da una trave di colmo posta in maniera asimmetrica rispetto all'asse centrale della struttura.

E' inoltre previsto un cordolo perimetrale. I pilastri hanno sezione di 40 x 40 cm, le travi hanno sezione di 40 x 50 cm.

La copertura a falde ha uno spessore pari a 43 cm costituita da:

- uno strato da 1 cm di intonaco interno,
- una trave in c.a. dello spessore di 24 cm,
- uno strato da 5 cm di pannelli isolanti,
- uno strato da 1 cm di materiale impermeabilizzante,
- un manto di copertura in tegole portoghesi.

Il tamponamento esterno e i tramezzi interni sono previsti in laterizio.

DEPOSITO COSTIERO GNL NEL COMUNE DI CROTONE  
 RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

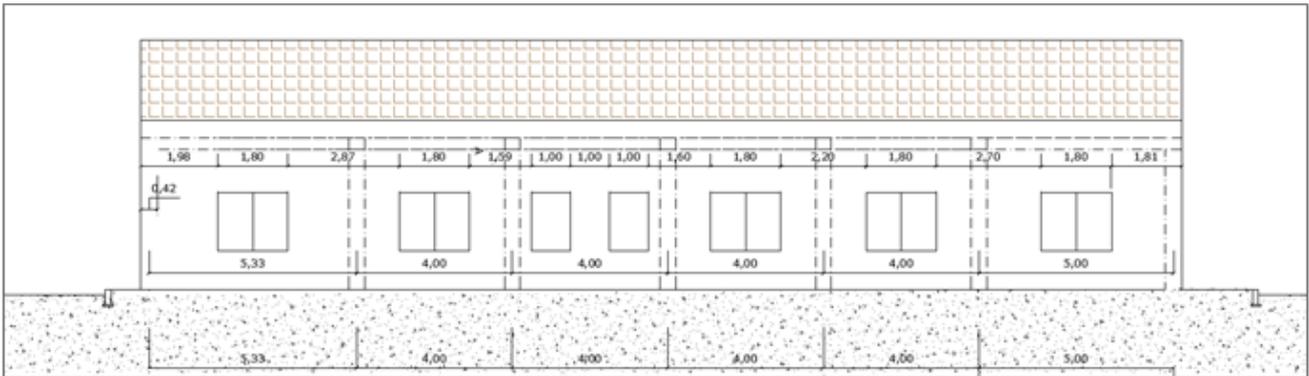


Figura 50 - Prospetto Ovest edificio amministrazione

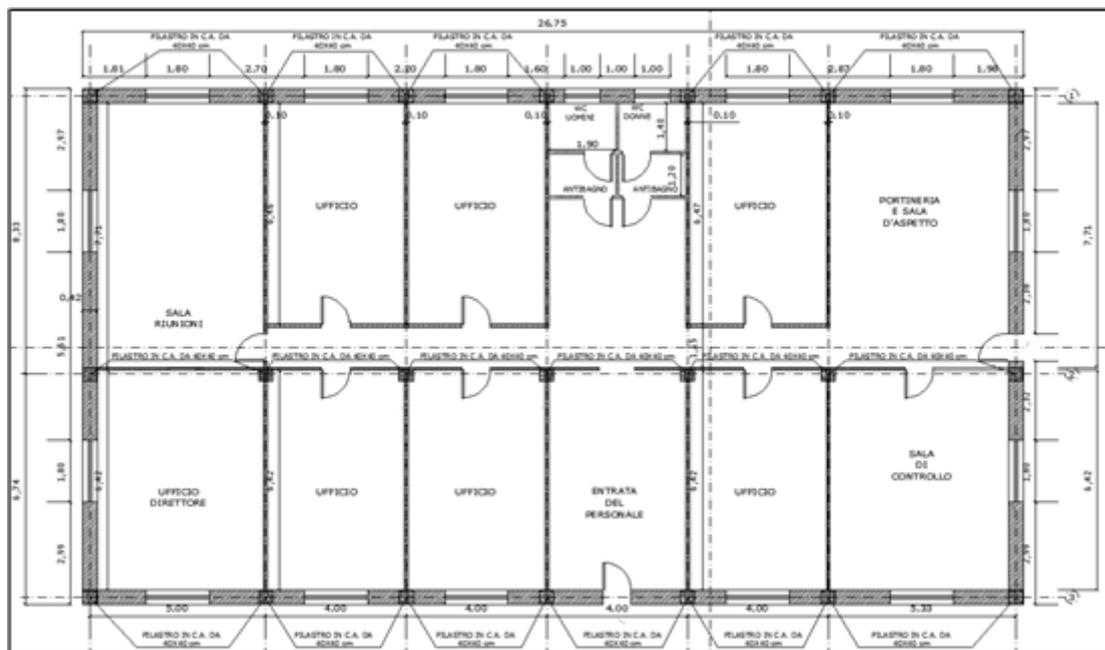
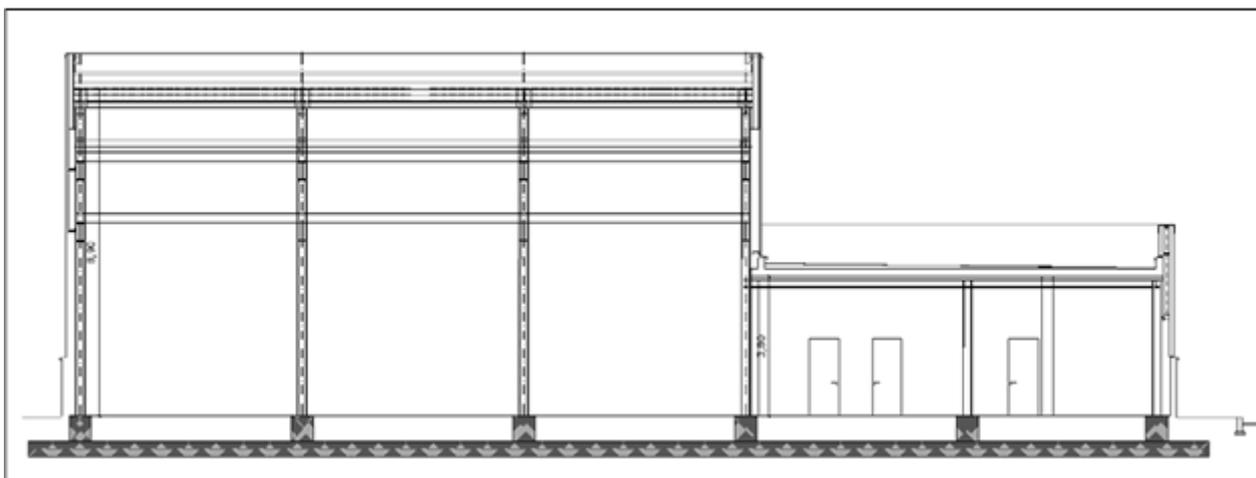


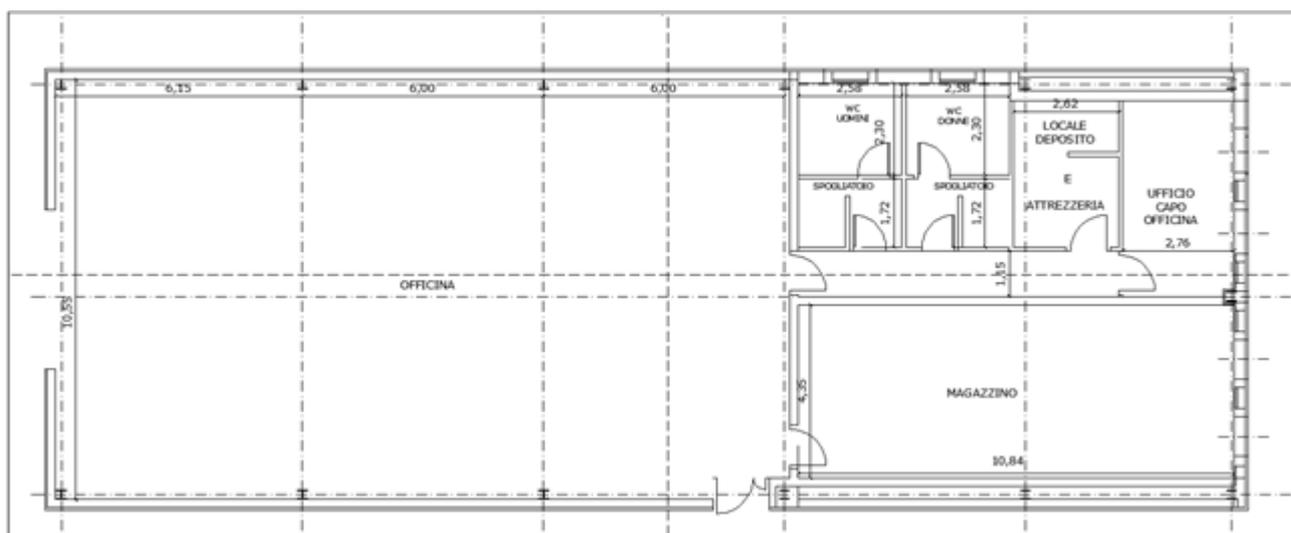
Figura 51 - Edificio amministrazione Pianta

## EDIFICIO OFFICINA E MAGAZZINO



**Figura 52** - Sezioni edificio officina e magazzino

L'edificio officina e magazzino ha struttura principale in carpenteria metallica con copertura piana. Le colonne sono costituite da profili tipo HEB240 ed HEA220, le capriate sono costituite da profili a doppio L. I tamponamenti perimetrali esterni e la copertura sono realizzati con pannelli metallici sandwich.



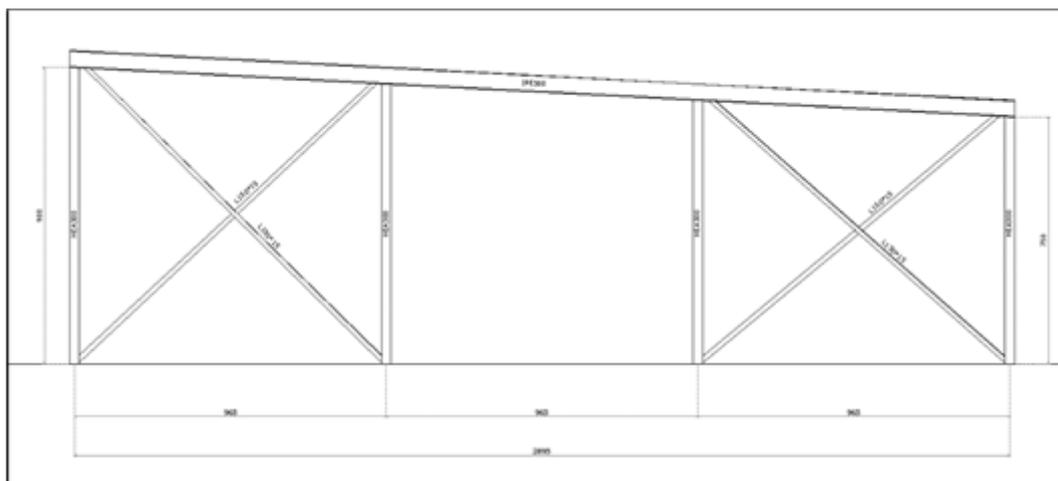
**Figura 53** - Pianta edificio magazzino e officina

### 9.7. PENSILINA - BAI A CARICO AUTOCISTERNE

(Rif. Elaborato P\_03\_PL\_13\_BAI\_R01)

La Pensilina delle baie di carico sarà costituita da una semplice struttura metallica su una fondazione continua a T rovescio in c.a. formata principalmente da:

- pilastri in HEA300 acciaio S275, di altezza fuori terra variabile dai 9 ai 7.5 m
- travi e IPE360 e IPE 500 acciaio S275
- Controventature tipologia croce Sant'Andrea con profilati a L 150x15 acciaio S275



**Figura 54** - Prospetto struttura pensilina di copertura della baia di carico

La struttura avrà quindi dimensioni in pianta di 29x16m con un'altezza massima di 9,5m con copertura in lamiera grecata. La struttura presenterà 3 file di 4 pilastri sull'asse maggiore, la fila centrale sorgerà in mezzeria e dividerà i due differenti punti di ricarica.

## **9.8. SISTEMA DI RACCOLTA ACQUE PIOVANE**

(Rif. Elaborato P\_03\_PL\_11\_PVR\_R01)

L'impianto di trattamento è costituito da un manufatto monoblocco realizzato in vetroresina (PRFV resina poliestere rinforzata con fibra di vetro).

Il sistema di trattamento permette di trattare in continuo le acque di dilavamento separando dall'acqua i fanghi, gli oli minerali e le benzine eventualmente presenti, producendo un'acqua di scarico controllata. L'impianto infatti è costituito da una vasca di prima pioggia o di sedimentazione e un disoleatore posto in serie, il quale separa i liquidi a basso peso specifico (olio combustibile, benzina, gasolio, ecc...).

Il disoleatore potrà essere previsto di filtro a pacco lamellare e filtro a coalescenza munito di dispositivo di scarico con otturatore a galleggiante con la funzione di chiudere il sistema ed impedire la fuoriuscita di oli quando la camera di raccolta è completamente piena.

Il funzionamento dell'impianto di trattamento è il seguente:

- Le acque di prima pioggia subiscono una prima sedimentazione per un certo periodo di tempo al fine di consentire la separazione delle sostanze sedimentabili.
- Successivamente le acque così pre-trattate, vengono avviate verso la sezione di disoleazione, ove subiscono un processo di flottazione delle sostanze leggere (oli) in sospensione.
- L'aggregazione delle particelle in emulsione si completa nell'ultima parte dell'impianto con la filtrazione. Le micro-particelle di olio aderiscono al filtro e, dopo essersi aggregate fra loro, accrescono la loro dimensione (processo di coalescenza); le aggregazioni di particelle, ora di dimensioni superiori, subiscono l'effetto di flottazione in superficie.

Quando viene superata la massima concentrazione di oli ammissibile dall'impianto, in caso di mal

funzionamento dei filtri o di sversamenti accidentali in vasca, interviene un sistema automatico di otturazione a galleggiante che chiude l'uscita dell'impianto evitando così lo sversamento dell'inquinante nel ricettore.

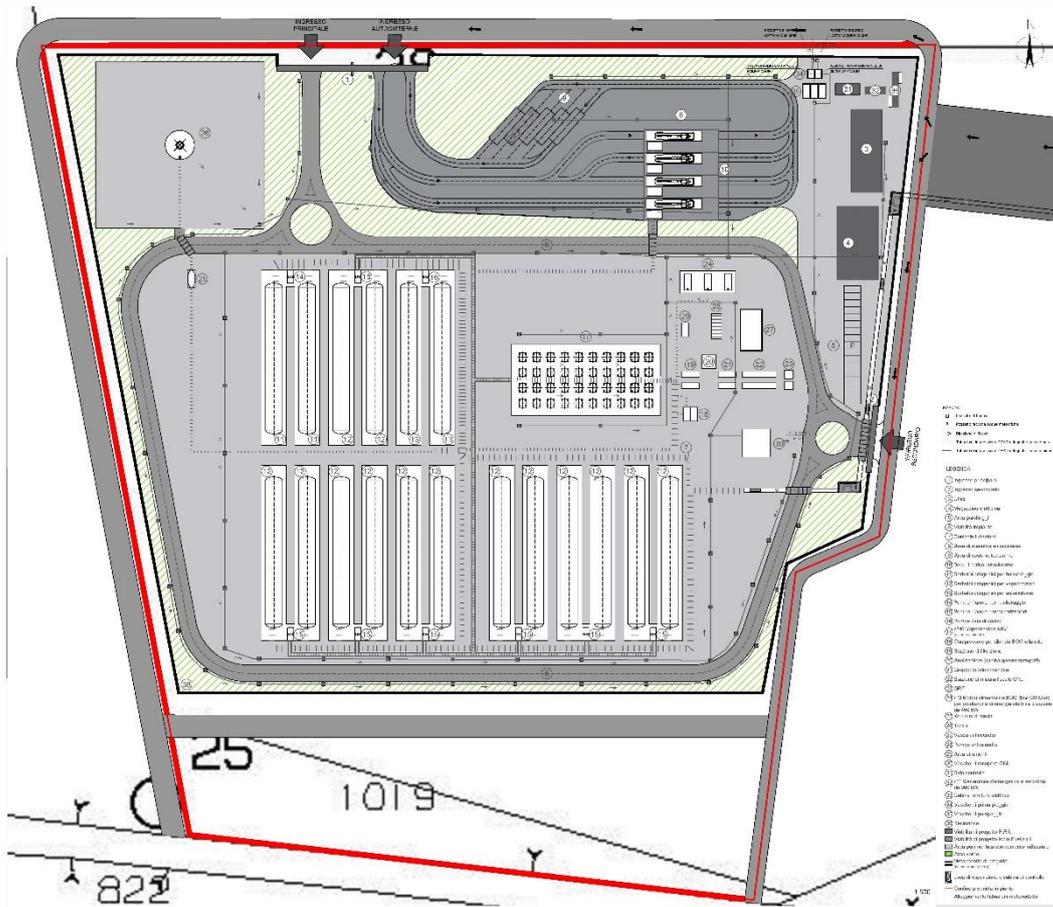


Figura 55 - Planimetria rete di raccolta acque meteoriche

L'impianto è perfettamente stagno e resistente agli agenti corrosivi grazie alle caratteristiche della vetroresina; inoltre può essere interrato senza deformarsi sotto la spinta del terreno o dei sovraccarichi esterni. Di seguito si dà una rappresentazione dell'impianto. Si prevede l'impiego di due impianti in parallelo.

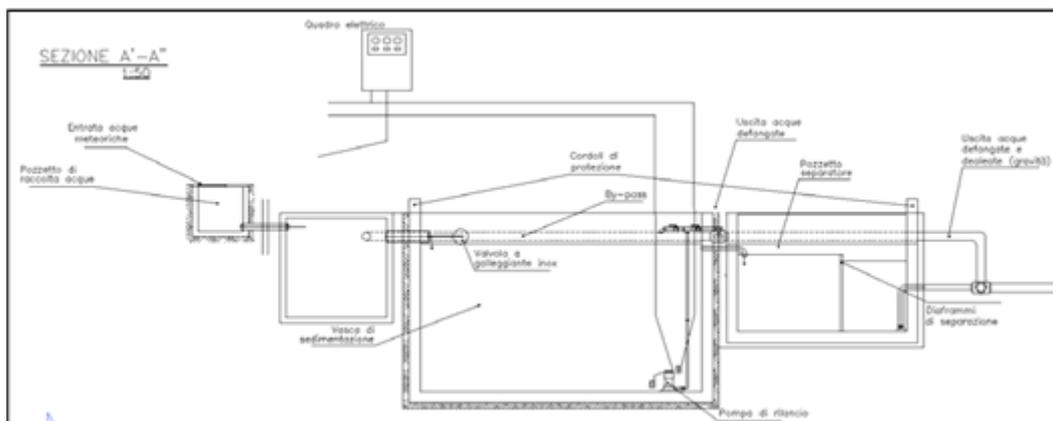


Figura 56 - Sezione dell'impianto di trattamento previsto

## 9.9. RECINZIONE E CANCELLI

E' prevista lungo tutto l'impianto una recinzione in calcestruzzo armato prefabbricato nella parte superiore ancorato ad una fondazione continua in calcestruzzo armato di altezza pari a 2,5m. La fondazione in cls Rck 25 continua alta 30 larga 90 cm poggerà su magrone da 10 cm in cls magro (Rck 10). Al di sopra della fondazione si effettuerà un getto di ripresa continuo con 50 cm di altezza e 40 di larghezza.

Sul getto continuo, che risulterà in parte interrato verranno installati dei pilastrini prefabbricati di forma quadrata che avranno la funzione di accogliere le lastre prefabbricate in cls, che verranno installate per semplice scivolamento dall'alto con posa tramite autogru. Le lastre saranno quindi agganciate tra di loro solidali con i pilastrini.

Il Deposito sarà dotato inoltre di cancelli elettrici automatici scorrevoli, sia nell'ingresso principale sia nell'ingresso secondario, e l'accesso sarà regolato anche da barre automatiche ad azionamento manuale da parte di un operatore addetto al controllo degli accessi.

## 10. FASI DI COSTRUZIONE

Le lavorazioni sono previste in parallelo con l'utilizzo simultaneo di più squadre capaci di procedere nello stesso arco temporale.

La realizzazione del Deposito potrebbe anche essere prevista in due fasi distinte. In una prima fase verrebbe realizzato un impianto con una capacità di 6 serbatoi criogenici. In una fase successiva verrebbe realizzato il secondo lotto costituito dagli altri 12 serbatoi. Tuttavia in una ipotesi realizzativa comprendente un primo lotto si terrebbe conto di tutte le predisposizioni necessarie per la realizzazione delle restanti parti dell'impianto. Segue una breve descrizione delle fasi di realizzazione delle opere.

### 10.1. FASE DI CANTIERE

(Rif. Elaborato P\_11\_CC\_02\_CAN\_R01)

#### 10.1.1. FASE DI CANTIERE DEPOSITO A TERRA

- Fase 1a – Accantieramento

La fase di accantieramento prevede la preparazione dell'area per l'installazione delle aree operative. Vengono utilizzati essenzialmente mezzi di cantiere per le movimentazioni terre.

- Fase 1b - Rimozione della vegetazione e decespugliamento

L'area in esame è caratterizzata dalla presenza di vegetazione costituita essenzialmente da erbe e cespugli di basso valore floristico e vegetazionale. Si provvederà pertanto alla rimozione ed asportazione degli stessi a al trasporto presso idonei impianti di recupero.

- Fase 1c - Preparazione del piano di posa (livellamento di quota)

Si procederà quindi al livellamento dei terreni a una quota prestabilita. L'area in esame essendo costituita da riporti antropici risulta pianeggiante con quote comprese tra 3,40 e 4,30 m s.l.m. Si procederà al livellamento delle quote e si realizzeranno le adeguate pendenze nelle aree previste per il convogliamento delle acque di

prima pioggia. Nelle lavorazioni si utilizzeranno principalmente mezzi di cantiere per la movimentazione terre.

- Fase 2 - Realizzazione della viabilità interna, sottoservizi e adeguamento sottoservizi esistenti

La realizzazione della viabilità interna all'area di impianto verrà eseguita congiuntamente ai sottoservizi principali (approvvigionamento idrico ed elettrico, acque bianche e acque nere). Si dovrà tenere conto dei punti di allaccio esistenti più vicini.

Verrà realizzata la messa in opera della rete di drenaggio (pozzetti, caditoie e collettori).

- Fase 3a - Preparazione scavo per posa tubazioni criogeniche

La tubazione che dall'area del Terminale arriva al Deposito si sviluppa per una lunghezza di ca. 4770 m. È previsto l'alloggiamento delle tubazioni criogeniche principali e delle tubazioni aggiuntive all'interno di un trincea interrata a profondità variabile compresa tra 1,5 e 3,0m.

- Fase 3b - Preparazione dei piani di fondazione delle strutture civili e industriali (edifici, stoccaggi, vaporizzatori, torcia, vasche)

Successivamente alla fase di spianamento si prevedono i movimenti terra necessari alla realizzazione degli scavi di fondazioni dei serbatoi e delle strutture principali dell'impianto. Le fondazioni saranno di tipo superficiale e profondo. Si procederà alla realizzazione degli scavi minori, a sezione obbligata, necessari per la creazione del piano di posa delle opere di fondazione sia degli edifici che delle opere minori. Si procederà alla realizzazione del piano di fondazione degli uffici, dell'officina e alla preparazione del piano di imposta delle fondazioni dell'area delle vasche, dei serbatoi e della torcia. Il materiale proveniente da tali operazioni di scavo, nell'ambito delle attività di costruzione, sarà temporaneamente accantonato all'interno del cantiere e riutilizzato per le successive operazioni di rinterro, in linea con la vigente normativa (D.M. 161/12 e DLgs. 152/06). La frazione in eccesso sarà allontanata dal cantiere e conferita in discarica. Anche in tale fase è prevista la presenza in cantiere di mezzi per i movimenti terra.

- Fase 3c - Trivellazione dei pali di fondazione dei serbatoi

Le fondazioni profonde sono costituite da pali di fondazione gettati in opera. Saranno necessari per la realizzazione dei serbatoi criogenici e per la torcia. La profondità di trivellazione si attesterà nell'ordine dei 20 m.

Si procederà alla realizzazione dei pali di fondazione dei serbatoi mediante trivellazione ed impiego di fanghi bentonitici o polimeri biodegradabili. I pali saranno in conglomerato cementizio armato.

- Fase 4a - Elevazione delle opere edili

Tale fase sarà dedicata alla realizzazione degli uffici, dei magazzini delle vasche e di tutti gli edifici previsti in progetto. In tale fase, si completeranno gli edifici con la realizzazione del corpo d'opera in elevazione.

- Fase 4b - Realizzazione impianto (serbatoi, vasche, pompe, tubazioni, gruppi)

La fase di realizzazione impiantistica avverrà dopo la realizzazione delle opere fondazionali atte alla posa dei serbatoi, delle tubazioni interne all'impianto e delle varie componenti associate. In questa fase si procederà anche al completamento delle strutture prefabbricate mediante la messa in opera di strutture e il successivo getto di completamento. Si procederà, allo stesso tempo, alla messa in opera della struttura metallica della copertura delle baie di carico, sia delle opere prefabbricate necessarie alla rete di drenaggio dell'area (vasche

di prima pioggia).

- Fase 4c - Realizzazione delle tubazioni criogeniche

Le tubazioni criogeniche verranno alloggiare all'interno della trincea precedentemente predisposta. Le tubazioni criogeniche da 12" saranno posate congiuntamente alle altre tubazioni costituite dalla condotta in acciaio per la gestione del BOG da 8", la tubazione necessaria per i dragaggi e gli sfiati da 4", la tubazione criogenica necessaria per il bunkeraggio navale da 6" e i corrugati in PEAD per il passaggio dei cavi elettrici e di segnale.

- Fase 5a - Elevazione torcia

Tale fase sarà dedicata alla realizzazione della struttura esterna alta circa 35 m.

- Fase 5b - Realizzazione opere del Terminale (bracci di carico)

La realizzazione dei bracci di carico in Terminale comprenderà la predisposizione dell'area in funzione delle esigenze dell'impianto. L'area dei bracci di carico dovrà essere resa transennabile e inaccessibile durante le operazioni di esercizio.

- Fase 6 - Rinaturazione e opere di mitigazione ambientale e smobilitazione cantiere

La fase finale delle lavorazioni comprenderà tutte le opere di rinaturazione previste al fine di mitigare l'impatto visivo causato dalle opere, con l'impianto di specie arboree in prossimità dei confini dell'area dell'impianto. Tale fase comprenderà inoltre tutte le procedure atte alla smobilitazione del cantiere e alla risistemazione dello stato dei luoghi. I materiali residui delle lavorazioni e dei movimenti terre e qualsiasi forma di rifiuto dovranno essere conferiti a discarica e/o ad idoneo impianto di trattamento.

### **10.1.2. FASE DI CANTIERE TERMINALE OFF-SHORE**

- Fase 1a - Accantieramento

La fase di accantieramento prevede la preparazione di un'area idonea sulla costa ionica per l'installazione delle aree operative.

- Fase 1b - Scavo di preparazione per trivellazione orizzontale controllata (TOC)

Per la linea di trasferimento del GNL dalla costa ionica al Terminale Off-Shore sarà realizzato l'attraversamento sotterraneo marino per mezzo di trivellazione controllata al fine di poter consentire l'alloggiamento delle tubazioni criogeniche che si svilupperà in linea retta dalla costa fino al Terminale Off-Shore in modo da minimizzare il percorso e i conseguenti costi associati.

- Fase 1c - Posa tubazioni criogeniche marine

La tubazione marina dalla costa si svilupperà fino al Terminale per una lunghezza di ca. 1.800 m. È previsto l'alloggiamento delle tubazioni criogeniche principali e delle tubazioni aggiuntive all'interno di un "foro TOC" poggiato sul fondale marino.

- Fase 1d - Posa della condotta marina per le tubazioni criogeniche

- Fase 1e - Sistemazione delle opere di ancoraggio del Terminale

Si prevede il posizionamento della struttura di ormeggio che poggierà sul fondo marino.

- Fase 1f - Installazione della piattaforma operativa

La piattaforma operativa sarà costituita da una struttura principale di ormeggio e scarico delle metaniere di lunghezza pari a 70 m x 37 m alla quale si collegheranno due ponticelli di ormeggio simmetrici ciascuno di lunghezza pari a 76m

- Fase 1g – Installazione degli ancoraggi e delle relative catene di ormeggio di collegamento delle metaniere alla piattaforma operativa
- Fase 1h – Installazione di bracci di carico per GNL, bracci di carico per la fase vapore, sala controllo, sistemi antincendio, luci di segnalazione, sala strumenti, vasca di recupero GNL

## 11. GESTIONE DELLE MATERIE

### 11.1. SUDDIVISIONE DEI VOLUMI DI SCAVO

(P\_01\_ES\_04\_RGM\_R02)

I volumi di scavo risultano come prodotto di due tipologie principali di movimento terre: Scavi a sezione obbligata e Scavo a larga sezione. Gli scavi a sezione obbligata comprendono tutte le operazioni relative all'adeguamento e la realizzazione delle condotte previste in progetto. I quantitativi sono riassunti nella seguente tabella:

**Tabella 19** - Computo scavi a sezione obbligata

<i>SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA</i>	<i>Volume</i>
	<i>(mc)</i>
<b>Rete acque meteoriche</b>	1.973,89
<b>Rete elettrica</b>	1.338,68
<b>Impianto di illuminazione</b>	43,86
<b>Rete idrica impianto</b>	32,88
<b>Rete fognaria impianto</b>	65,74
<b>Rete idrica industriale</b>	56,04
<b>Canaletta recupero GNL</b>	76,44
<b>Totale</b>	<b>3.587,53</b>

Gli scavi a larga sezione comprendono gli ingenti movimenti terre derivanti dalla realizzazione delle opere fondazionali previste e dallo scavo della trincea per il passaggio delle tubazioni criogeniche.

**Tabella 20** - Computo scavi a larga sezione

<i>SCAVI A LARGA SEZIONE</i>	<i>Volume</i>
	<i>(mc)</i>
<b>Fondazioni serbatoi</b>	2.646,00
<b>Vasche</b>	684,50
<b>Opere edili</b>	1.071,95
<b>Fondazione torcia</b>	13,50
<b>Rete acque meteoriche (pozzetti)</b>	728,00

<b>Impianto di illuminazione (fondazioni pali e pozzetti)</b>	18,00
<b>Viabilità interna all'impianto</b>	2.654,06
<b>Trincea rete criogenica (condotta terrestre)</b>	11.600,00
<b>Totale</b>	19.416,01

## 12. INTERAZIONI CON L'AMBIENTE

### 12.1. EMISSIONI IN ATMOSFERA

#### EMISSIONI IN FASE DI CANTIERE

Gli impatti sulla componente atmosferica relativa alla fase di cantiere sono essenzialmente riconducibili alle emissioni connesse al traffico veicolare dei mezzi in ingresso e in uscita dal cantiere (trasporto materiali, trasporto personale) e alle emissioni dei mezzi di cantiere in esercizio. Nell'area di cantiere sono in particolare prevedibili le seguenti emissioni in atmosfera come i gas di scarico dei mezzi di cantiere contenenti prodotti di combustione quali NOx, CO e polveri, polveri generate dalle attività di scavo o dovute al trasporto eolico del materiale più leggero (es. da stoccaggi in cumulo di terreno e altri materiali da costruzione). Tali volumi di emissione sono stati quantificati nella relazione specialistica.

Si precisa che le stime effettuate, cautelativamente, non tengono conto delle previste misure organizzative di minimizzazione del traffico delle attività di cantiere e dei previsti regolari controlli e manutenzioni dei mezzi.

#### EMISSIONI IN FASE DI ESERCIZIO

Si rimanda alla relazione specialistica relativa allo studio allo scopo di valutare le ricadute al suolo derivanti dalle emissioni dell'insediamento in progetto in termini di rispetto degli Standard di Qualità dell'Aria applicabili. Nell'analisi sono stati considerati: l'assetto di normale esercizio e l'assetto di emergenza costituito dall'attivazione della Torcia dell'installazione.

#### EMISSIONI DA TRAFFICO INDOTTO

Le emissioni indotte da traffico sono riconducibili a:

- Traffico navale (navi gasiere e bettoline) per approvvigionamento e distribuzione del GNL. Le emissioni sono state definite a partire dalle caratteristiche dei motori delle navi (potenza e numero di giri) e a partire dalle formule emissive indicate all'interno della MARPOL Annex VI. Per quanto concerne la taglia delle bettoline, ai fini della valutazione e a partire dal numero di arrivi/anno previsti, si è fatto riferimento a bettoline di capacità media pari a m3.
- Rimorchiatori. Si impiegherà un rimorchiatore per ciascuna nave in arrivo
- Autocisterne destinate alla distribuzione di GNL;
- Mezzi destinati al trasporto di merci e/o rifiuti e del personale impiegato.

### 12.2. EMISSIONI SONORE

La Valutazione di impatto acustico, redatta in ottemperanza ai disposti stabiliti dall'art. 8 della legge 26 ottobre

1995, n. 447, riguarda lo studio delle immissioni sonore connesse alla realizzazione del Deposito costiero di GNL da realizzarsi all'interno dell'agglomerato industriale CORAP di Crotone.

I dati di ingresso utilizzati sono stati i seguenti:

- rumorosità di riferimento, diurno e notturno;
- rumorosità residua misurata;
- numero e caratteristiche dei macchinari installati nell'ambiente esterno ed all'interno dei locali;
- rumorosità emessa dai macchinari installati LWA ;
- dati meteorologici (Taria = 20 °C; Velocità del vento max 5 m/sec)

I dati di output generati sono stati i seguenti:

- livello di rumore ambientale LA dovuto al contributo di ogni singolo macchinario nel punto considerato, nella condizione di flusso veicolare nullo (condizione peggiore);
- livello di rumore ambientale LA conseguente al contributo di tutti i macchinari azionati contemporaneamente, nella condizione di flusso veicolare nullo (condizione peggiore).

L'esame dei dati acustici ottenuti con l'ausilio delle istruzioni fornite dal costruttore dell'apparecchiatura o assunti per analogia, viene riassunta la pressione acustica di ciascuna sorgente secondo la tabella che segue.

**Tabella 21** - Dati acustici delle sorgenti esaminate

Apparecchiatura	Sorgente	N. Totali/ N. Esercizi	Regime di funzionamento	Localizzazione [Aperto/chiuso]	Lp a 1 m [dBA]
Pompe di carico GNL alle autocisterne	S1	2/1	Continuo (16 ore al giorno, 6 giorni su 7)	Aperto	80
Pompe GNL serbatoi	S2	18/9	Continuo	Aperto	80
Vaporizzatori ad aria	S3	40/20	Continuo	Aperto	70
Pompe vasche di pompaggio	S4	2/1	Continuo	Chiuso (in edificio realizzato in calcestruzzo)	80
MCI	S5	3/2	Continuo	Chiuso (in container insonorizzato)	80
Pompe Jockey firewater	S6	2/12/1	Discontinuo	Chiuso (in edificio realizzato in calcestruzzo)	85
Compressori	S7		Continuo	Chiuso (in edificio realizzato in calcestruzzo)	76

### 12.3. SINTESI DELLE ELABORAZIONI

Nelle seguenti tabelle si riportano i dati salienti derivanti dalle elaborazioni matematiche. Lo studio previsionale ha riguardato la quota piano campagna (nel quale si è assunta l'altezza del recettore pari a 4 m). Si rammenta che il livello di 40 dB(A) è livello minimo dell'immissione negli ambienti abitativi, durante il periodo di riferimento notturno, nelle condizioni di rilevamento a finestre aperte, per l'applicabilità del relativo valore limite differenziale di immissione (ex Art.4, comma 2 del DPCM 14/11/1997).

## VALUTAZIONE DELLE STIME PREVISIONALI OTTENUTE

Le stime conducono a ritenere l'installazione dei nuovi macchinari non realizzerà alcuna immissione di interesse, per gli aspetti stabiliti dalla norma. Infatti le immissioni riconducibili all'attività si prevedono inferiori ai limiti di zona del territorio circostante le pertinenze fondiarie del sito ospite.

## PREVISIONE RISPETTO AI VALORI LIMITE ASSOLUTI DI IMMISSIONE

I limiti di riferimento assunti, in relazione alle relative zone adiacenti le pertinenze fondiarie, sono stabiliti dai rispettivi Piani di Zonizzazione Acustica del Comune di Crotona. Nelle aree contigue alla pertinenza fondiaria dell'azienda, si prevedono pertanto livelli di immissione inferiori ai limiti stabiliti dall'art.3 del DPCM 14/11/1997.

## IMPATTO ACUSTICO IN FASE DI CANTIERE

La rumorosità prodotta durante questa fase di realizzazione sarà quella normalmente riscontrabile nei cantieri edili, quindi dovuta soprattutto all'utilizzo dei mezzi quali autocarri, pale meccaniche, asfaltatrici, rulli, escavatore, piattaforma semovente su ruote gommate, grader, terna, rullo, compattatore, gru telescopica, tagliapunti, trapani, sega elettrica, martello demolitore, betoniera.

Tutte le macchine e le attrezzature tecnologiche utilizzate dovranno essere conformi ai limiti di emissione sonora previsti dalla normativa europea e dovranno essere accompagnate da apposita certificazione.

Si prevede che le attività operative del cantiere impegneranno una fascia oraria continuativa compresa dalle ore 07:00 fino alle ore alle ore 17:00.

### **12.4. INTERVENTI ATTI ALLA MITIGAZIONE DEL RUMORE**

Relativamente alla logistica di cantiere, è inoltre possibile, già in questa fase, prevedere azioni atte a limitare, il più possibile alla fonte, il livello di rumorosità dei macchinari impiegati. A tale scopo si riportano le seguenti prescrizioni e attenzioni.

Scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramenti prestazioni:

- utilizzo di macchine ed attrezzature omologate in conformità alle direttive della Comunità Europea e ai successivi recepimenti nazionali,
- impiego, se possibile, di macchine movimento terra ed operatrici gommate piuttosto che cingolate,
- installazione, se già non previsti e in particolare sulle macchine di una certa potenza, di silenziatori sugli scarichi,
- utilizzo di gruppi elettrogeni e compressori insonorizzati. Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature:
- eliminazione degli attriti attraverso operazioni di lubrificazione e ingrassaggio,
- sostituzione dei pezzi usurati e che lasciano giochi,
- controllo e serraggio delle giunzioni,
- bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive,

- verifica della tenuta dei pannelli di chiusura dei motori,
- manutenzione delle sedi stradali interne alle aree di cantiere e delle piste esterne al fine di evitare la formazione di buche.

Transito dei mezzi pesanti:

- riduzione delle velocità di transito in presenza di residenze nelle immediate vicinanze delle piste di cantiere,
- limitazione dei transiti dei mezzi nelle prime ore della mattina e nelle ore serali.

Oltre alle azioni indicate, valide per l'intero tratto soggetto ad interventi, si ritiene necessario porre particolare attenzione ai tratti di lavorazioni ubicati in corrispondenza delle residenze. Si ritiene opportuno in tali aree, per quanto possibile, limitare le ore di funzionamento dei macchinari più rumorosi, ripartendo eventualmente le attività su di un maggior numero di giorni, evitando le fasce orarie maggiormente sensibili (prime ore della mattina, dalle ore 12.00 alle ore 14.00, ore serali).

Trattandosi di attività in deroga ai limiti acustici stabiliti dalle norme in materia di tutela della popolazione dall'inquinamento acustico, eventuali ulteriori interventi temporanei di bonifica potranno essere adottati, qualora necessari, in relazione alle eventuali disposizioni emanate dalla Pubblica Amministrazione.

## **12.5. TRAFFICO MEZZI**

### FASE DI REALIZZAZIONE

#### TRAFFICO TERRESTRE

Il traffico di mezzi terrestri, in ingresso e in uscita dall'area di cantiere durante la costruzione dell'impianto, è imputabile essenzialmente a:

- trasporti di materiale da cava e materiali di risulta che non potranno essere riutilizzati;
- trasporto delle cisterne criogeniche, (considerata la vicinanza con il porto e l'area del Terminale in cui andranno installati i bracci di carico, non causerà alcun disagio se non per il tempo utile che occorrerà per trasportare i serbatoi dalla nave all'area stoccaggio,
- trasporto dei vaporizzatori che non avrà invece nessun tipo di conseguenza se non per i viaggi dal Terminale all'area principale,
- trasporto di materiali da costruzione, conglomerati cementi e tubazioni e componenti,
- movimentazione degli addetti alle attività di costruzione e dei mezzi di costruzione.

La viabilità e gli accessi all'area di cantiere principale sono assicurati dalle strade esistenti che sono in grado di far fronte alle esigenze del cantiere in considerazione della localizzazione del Deposito in area industriale e data la vicinanza ad infrastrutture esistenti. Peraltro il Porto di Crotona è già considerevolmente interessato da traffici di mezzi pesanti senza alcun tipo di congestione veicolare.

#### TRAFFICO MARITTIMO

Il traffico marittimo sarà modificato dai soli mezzi utilizzati per il trasporto delle componenti principali (Serbatoi e Vaporizzatori).

## FASE DI ESERCIZIO

### TRAFFICO TERRESTRE

Il traffico di mezzi terrestri in fase di esercizio è imputabile essenzialmente all'operatività del Terminale GNL, con riferimento a:

- distribuzione del GNL tramite autocisterne criogeniche;
- approvvigionamento di materiali vari;
- invio a smaltimento dei rifiuti;
- movimentazione della manodopera di manutenzione, dell'amministrazione e dei tecnici dell'impianto

### TRAFFICO MARITTIMO

Il GNL verrà approvvigionato mediante navi metaniere come quelle descritte in precedenza e bettoline per il bunkeraggio Ship to Ship. Il numero di rifornimenti all'anno previsti è pari a 48. L'ingresso in porto e l'esecuzione delle operazioni di manovra delle LNG carrier verrà effettuato con il supporto dei rimorchiatori.

## **13. PERSONALE PER LA CONDUZIONE DELL'IMPIANTO**

Durante le fasi di esercizio è previsto l'impiego di personale tecnico quale:

- n° 1 responsabile impianto,
- n° 1 vice-responsabile impianto,
- n° 1 responsabile della logistica e dei trasporti,
- n° 1 responsabile della sicurezza e antincendio,
- n° 2 operatori per lo operazioni di carico e scarico GNL in Terminale Off-Shore,
- n° 2 operatori per lo operazioni di carico GNL sulle autocisterne,
- n° 1 impiegato amministrazione,
- n° 4 persone impiegate in control room con rotazione oraria h 24,
- n° 5 operatori specializzati per la manutenzione,
- n° 2 operatori di guardiania.

Il personale stimato nell'ordine di 19 unità che si alterneranno in modo da rendere possibile tutte le operazioni del terminal 24 ore su 24. Tutti i componenti dell'organigramma che gestiranno l'impianto dovranno preventivamente essere formati su tutte le operazioni che si svolgono durante le fasi di regolare esercizio e di emergenza e dovranno obbligatoriamente avere adeguata formazione sulla sicurezza.

Si stima inoltre che il sistema porterà ad un indotto di lavoratori dovuto alla distribuzione a all'approvvigionamento del GNL quando l'impianto sarà a pieno regime.

## **14. NORMATIVE E CODICI TECNICI DI RIFERIMENTO**

### STANDARD E NORMATIVE DI RIFERIMENTO

#### *Norme tecniche specifiche per GNL*

UNI EN 1473 “Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto (GNL) - Progettazione delle installazioni di terra”;

UNI EN 1474 “Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto (GNL) - Progettazione e prove dei bracci di carico/scarico”;

UNI EN 1532 “Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto –Interfaccia terra-nave”;

UNI EN 1160 “Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto -  
Caratteristiche generali del gas naturale liquefatto”;

UNI EN 12066 (1999) “Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto (GNL)  
Prove sui rivestimenti isolanti dei bacini di contenimento di gas naturale liquefatto”; ISO 8943 (1991)  
“Refrigerated light hydrocarbon fluids - Sampling of liquefied natural gas  
Continuous method”;

ISO 13398 (1997) “Refrigerated light hydrocarbon fluids - Liquefied natural gas – Procedure for custody transfer on board ship”.

UNI EN 12065 “Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto (GNL) – Prove degli emulsionanti per la produzione di schiuma media ed alta espansione e di polveri per l’estinzione di incendi di gas naturale liquefatto”;

UNI EN 13458-1 Recipienti criogenici - Recipienti fissi isolati sotto vuoto - Requisiti fondamentali.

#### ***American Petroleum Institute (API)***

API 5L/ISO 3183 - Line pipe specification 5 L e petroleum and natural gas industries – Steel pipe for pipeline transportation system, 2007

API RP 551 - Process Measurement Instrumentation API RP 552 - Transmission Systems

API RP 554 - Process Control Systems - Process Control System Design API Spc.1104 - Welding of pipeline and related facilities

API 6D/1994 - Specification for pipeline valves, and closures, connectors and Swivels

#### ***American Society of Mechanical Engineers (ASME)***

ASME B31.4 - Pipeline Transportation Systems for liquid Hydrocarbon and Other Liquids ASME B16.9 - Factory-made wrought steel buttwelded fittings

ASME B16.10 - Face-to-face and end-to-end dimensions valves ASME B16.47 - Large diameters steel flanges

ASME B18.21 - Square and Hex Bolts and screws inch Series ASME B18.22 - Square and Hex Nuts

#### ***International Standard Organization (ISO) International Electrotechnical Commission (IEC)***

IEC 60073 - Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indicators and actuators.

IEC 60228 - Conductor of insulated cable.

### ***Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI)***

CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica

CEI 3 - Segni grafici per gli schemi

CEI 3-32 - Raccomandazioni per la preparazione. degli schemi elettrici circuitali

### ***Cavi***

CEI 20-11 - Caratteristiche tecniche e specifiche e requisiti di prova delle mescole per isolanti e guaine per cavi energia e segnalamento

CEI 20-13 - Cavi isolati con gomma EPR con grado di isolamento 4

CEI 20-20 - Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore 450/750 V

CEI 20-22 - Prova dei cavi non propaganti l'incendio

CEI 20-27 - Sistema di designazione cavi per energia e segnalamento

CEI 20-33 - Giunzione e terminazioni per cavi di energia a tensione  $U_0/U$  non superiore a 600/1000 V in corrente alternata

CEI 20-35 - Prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco CEI 20-36 - Prove di resistenza al fuoco dei cavi elettrici

CEI 20-37 - Cavi elettrici: prove sui gas emessi durante la combustione

CEI 20-38 - Cavi isolati in gomma G7 non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi a tensione nominale  $U_0/U$  non superiore a 600/1000 V (parte prima)

### ***Sistemi BT***

CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) - Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata Parte 1: Prescrizioni comuni

CEI EN 50522 (CEI 99-3) - Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a

CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V CEI EN Serie 60947 - Apparecchiature a bassa tensione

### ***Compatibilità Elettromagnetica (EMC)***

IEC 6100-4/255-6 - Electromagnetic compatibility (EMC) - Testing and measurements technique

EN 50081/50082 - Compatibilità elettromagnetica - Norma generica sull'emissione/Norma generica sull'immunità

### ***Impianti in aree con pericolo di esplosione***

CEI EN 60079-1 (CEI 31-58) - Atmosfere esplosive Parte 1: Apparecchiature protette mediante custodie a prova d'esplosione "d"

CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87) - Atmosfere esplosive Parte 10-1: Classificazione dei luoghi. Atmosfere esplosive per la presenza di gas

CEI EN 60079-11 (CEI 31-78) - Atmosfere esplosive Parte 11: Apparecchiature con modo di protezione a sicurezza intrinseca

CEI EN 60079-14 (CEI 31-33) - Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 14: Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere)

CEI EN 60079-17 (CEI 31-34) - Atmosfere esplosive Parte 17: Verifica e manutenzione degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas

CEI EN 50281-1-2(CEI 31-36) - Costruzioni elettriche destinate in ambienti con presenza di polvere combustibile Parte 1-2: Costruzioni elettriche protette per mezzo di un involucro Scelta, installazione e manutenzione.

CEI EN 60529 - Grado di protezione degli involucri (Codice IP)

CEI EN 61293 - Marcatura delle apparecchiature elettriche – prescrizioni di sicurezza.

### ***Direttive***

Direttiva 94/9/CE - per la regolamentazione di apparecchiature destinate all'impiego in zone a rischio di esplosione (ATEX)

Direttiva 2006/95/CE Direttiva Bassa Tensione (BT)

### ***Strutture***

DM 14/01/2008 – Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni

Circolare sulle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008

### ***Impianti Meccanici***

#### **Caldia e Contenitori in Pressione**

D.M. 21/11/1972 - Norme per la costruzione degli apparecchi in pressione

D.M. 21/5/1974 - Norme integrative del regolamento approvato con R.D. 15/5/1927, n° 824 e disposizioni per l'esonero da alcune verifiche e prove stabilite per gli apparecchi in pressione

D.M. 1/12/1975 - Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione D.Lgs. 25/2/2000, n° 93 - Attuazione della direttiva CEE 97/23 in materia di attrezzature in pressione

ISPESL - Raccolta R ISPESL - Raccolta S ISPESL - Raccolta E

ISPESL - Raccolta VSR ISPESL - Raccolta M ASME sect I - Power boilers

ASME sect VIII - Pressure vessels »

### **Materiali**

DIN - Deutsches Institut fur Normung

ASTM - American Society for Testing and Materials UNI - Ente Nazionale Unificazioni

### **Pompe di rilancio**

ASME - American Society of Mechanical Engineers HI - Hydraulic Institute

### **Sala controllo Terminale**

Direttiva ATEX 2014/34/UE

UNI EN 1127-1 Prevenzione dell'esplosione e protezione contro l'esplosione

CEI EN 60079-14 (CEI 31-33) costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas, impianti elettrici nei luoghi con pericoli di esplosioni per la presenza di gas (diverse dalle miniere) per la parte elettrica e di controllo.

Direttiva Macchine 89/392/EEC

### **Cabina cromatografi- Analizzatore**

CEI EN 61285 – Controllo dei processi industriali – Sicurezza degli ambienti di analisi Direttiva ATEX 2014/34/UE

UNI EN 1127-1 Prevenzione dell'esplosione e protezione contro l'esplosione

CEI EN 60079-14 (CEI 31-33) costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas, impianti elettrici nei luoghi con pericoli di esplosioni per la presenza di gas (diverse dalle miniere) per la parte elettrica e di controllo.

### **Odorizzazione**

UNI 7133 – Odorizzazione di gas per uso domestico e similare UNI 9463-1 – Impianti di odorizzazione

Direttiva ATEX 2014/34/UE

UNI EN 1127-1 Prevenzione dell'esplosione e protezione contro l'esplosione

CEI EN 60079 -14 (CEI 31- 33) costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas, impianti elettrici nei luoghi con pericoli di esplosioni per la presenza di gas (diverse dalle miniere) per la parte elettrica e di controllo

PED 2014/68/UE – Attrezzature a pressione

### **Stazione di Misura FIscale**

Direttiva 2004/22/CE - MID “Measuring Instruments Directive”

D.M. 17 Aprile 2008 – Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità superiore a 0,8.

UNI 9167:2009 - Impianti di ricezione, prima riduzione e misura del gas naturale, Progettazione, costruzione e collaudo.

UNI EN 1776:2004 - Trasporto e distribuzione di gas - Stazioni di misurazione del gas naturale - Requisiti

funzionali.

Direttiva ATEX 2014/34/UE.

UNI EN 1127-1 Prevenzione dell'esplosione e protezione contro l'esplosione.

CEI EN 60079-14 (CEI 31-33) costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas, impianti elettrici nei luoghi con pericoli di esplosioni per la presenza di gas (diverse dalle miniere) per la parte elettrica e di controllo PED 2014/68/UE – Attrezzature a pressione.

### **Scambiatori di Calore**

TEMA - Tubular Exchangers Manufacturers Association (class C) HEI - Heat Exchangers Institute

### **Serbatoi**

AWWA D100 - Steel tanks for water Storage

### **Vaporizzatori**

UNI EN 13445

### **Valvole**

ANSI B 16.34 - Steel butt-welding end valves

NSIB 16.10 - Face to face and end to end dimensions of ferrous valves

MSS-SP 25 - Standard marking systems for valves, fittings, flanges and unions MSS-SP 45 - By-pass and drain connection standards

MSS-SP 72 - Ball valves with flanged or butt-welding ends for general service MSS-SP 70 - Cast iron gate valves flanged and threaded ends

MSS-SP 71 - Cast iron swing check valves, flanged and threaded ends MSS-SP 85 - Cast iron globe and angle valves flanged and threaded ends MSS-SP 80 - Bronze gate, globe, angle and check valves

MSS- SP 84 - Steel valves- socket welding and threaded ends AWWA C500 - Gate valves for ordinary water works service

### **Valvole di sicurezza**

API standard 521 Pressure relieving and depressuring systems API standard 520 Pressure relieving devices

ISPESL - Raccolta E

### **Piping**

ANSI B31.1 - Power piping ANSI B31.2 - Fuel gas piping

ANSI B36.10 - Welded and seamless wrought steel pipe ANSI B36.19 - Stainless steel pipe

ANSI B16.5 - Steel pipe flanges and flanged fittings AWWA C207 - Steel pipe flanges for waterworks service

MSS-SP 44 - Steel pipe line flanges

ANSI B16.20 - Ring-joint gaskets and grooves for steel pipe flanges ANSI B18.2.1 - Square and ex bolts and screws

ANSI B18.2.2 - Square and ex nuts ANSI B1.1 - Unified inch screw threads ANSI B2.1 - Pipe threads

ANSI B16.9 - Factory-made wrought steel butt-welding fittings ANSI B16.11 - Forged steel fittings socket welding and threaded ANSI B16.25 - Butt-welding ends

ANSI B16.28 - Wrought steel butt welding short radius elbows and returns

### **Saldature e Prove non distruttive**

ASME IX - Welding and brazing qualification IMPIANTO / OPERA

ANSI B31.1 - Power piping ISPEL - Raccolta S

UNI 7278 - Gradi di difettosità nelle saldature di testa

UNI 7704 - Modalità generali per il controllo magnetoscopico' UNI 7679 - Modalità generali per il controllo con liquidi penetranti UNI 8956 - Modalità generali per il controllo radiografico

UNI 8387 - Controllo manuale mediante ultrasuoni

### **Verniciature**

SIS 05 5900-1967 - Svensk standard SSPC-SP3 - Power tooling cleaning SSPC-SP6 - Commercial blast cleaning SSPC-SP10 - Near white blast cleaning

UNI 5634-65P - Colori distintivi delle tubazioni convoglianti fluidi liquidi o gassosi

### **Vibrazioni e Bilanciamenti**

VDI - Verein Deutsche Ingenieur

### **Controllo & Strumentazione**

ISA - Standard and practices for instrumentation

ISA 51.1 - Standard process instrumentation terminology' ISA - Handbook of control valves

ANSI B16.104 - Control valves seat leakage

ISO 5167 - Measurement of fluid flow by means of orifice' ASME 19.5 - Fluid meters

IEC 144 - Degree of protection of enclosures

ISA RP 55.1 - Hardware testing of digital process computer IEC-751 - Resistance Temperature Detectors

EEC - 584 - Thermocouples

### **Rivelazione Incendi**

UNI 9795:2013 Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio Progettazione, installazione ed esercizio

UNI ISO 7240-19:2010 Sistemi fissi di rivelazione e di segnalazione allarme d incendio - Parte 19: Progettazione, installazione, messa in servizio, manutenzione ed esercizio dei sistemi di allarme vocale per

scopi d' emergenza

UNI EN 54-10:2006 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio, rivelatori di fiamma - Rivelatori puntiformi

EC 1-2009 UNI EN 54-20:2006 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d incendio - Parte 20: Rivelatori di fumo ad aspirazione

UNI EN 54-7:2007 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d incendio - Parte 7: Rivelatori di fumo - Rivelatori puntiformi funzionanti secondo il principio della diffusione della luce, della

### ***Impianti Antincendio***

Agli impianti idrici antincendio si applicano le seguenti norme tecniche: Norma UNI 10779:2014 “Impianti di estinzione incendi: Reti di Idranti”

Norma UNI EN 12845 "Installazioni fisse antincendio. Sistemi automatici a sprinkler" Norma UNI 11292 “Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio – Caratteristiche costruttive e funzionali”

D.M. 20/12/2012 “Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l’incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi”

D.M. 30/11/1983 Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi Sono state considerate inoltre le seguenti norme tecniche emanate dall’UNI:

UNI 804 Apparecchiature per estinzione incendi - Raccordi per tubazioni flessibili.

UNI 810 Apparecchiature per estinzione incendi - Attacchi a vite.

UNI 814 Apparecchiature per estinzione incendi - Chiavi per la manovra dei raccordi, attacchi e tappi per tubazioni flessibili.

UNI 7421 Apparecchiature per estinzione incendi - Tappi per valvole e raccordi per tubazioni flessibili.

UNI 7422 Apparecchiature per estinzione incendi - Requisiti delle legature per tubazioni flessibili.

UNI 9487 Apparecchiature per estinzione incendi - Tubazioni flessibili antincendio di DN 70 per pressioni di esercizio fino a 1.2 MPa.

UNI EN 671- 1 Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni Naspi antincendio con tubazioni semirigide.

UNI EN 671- 2 Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni Idranti a muro con tubazioni flessibili.

UNI EN 671- 3 Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni Manutenzione dei naspi antincendio con tubazioni semirigide ed idranti a muro con tubazioni flessibili.

UNI EN 694 Tubazioni semirigide per sistemi fissi antincendio.

UNI EN 1452 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di acqua – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U).

UNI EN 10224 Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi – Condizioni tecniche di fornitura.

UNI EN 10225 Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura – Condizioni tecniche di fornitura.

UNI EN 12201 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua  
– Polietilene (PE)

UNI EN 13244 Sistemi di tubazioni di materia plastica in pressione interrati e non per il trasporto di acqua per usi generali, per fognature e scarichi – Polietilene (PE)

UNI EN 14339 Idranti antincendio sottosuolo

UNI EN 14384 Idranti antincendio a colonna soprasuolo.

UNI EN 14540 Tubazioni antincendio – Tubazioni appiattibili impermeabili per impianti fissi.

UNI EN ISO 15493 Sistemi di tubazione plastica per applicazioni industriali (ABS, PVC- U e PVC-C). Specifiche per i componenti e il sistema. Serie metrica.

UNI EN ISO 15494 Sistemi di tubazione plastica per applicazioni industriali (PB, PE e PP). Specifiche per i componenti e il sistema. Serie metrica.

UNI EN ISO 14692 Industrie del petrolio e del gas naturale – Tubazioni in plastica vetro- rinforzata.

### ***Sicurezza***

Decreto Legge 31 Agosto 2013, No. 101, "Disposizioni Urgenti per il Perseguimento di Obiettivi di Razionalizzazione nelle Pubbliche Amministrazioni." Decreto-Legge convertito con modificazioni dalla L. 30 ottobre 2013, No. 125

Decreto del Presidente della Repubblica, No.151, del 1 Agosto 2011, "Regolamento Recante Semplificazione della Disciplina dei Procedimenti Relativi alla Prevenzione degli Incendi, a Norma dell'articolo 49, comma 4-Quater, del Decreto-legge 31 Maggio 2010, No.

78, Convertito, con Modificazioni, dalla Legge 30 Luglio 2010, No. 122."

Decreto 13 Luglio 2011, Approvazione della Regola Tecnica di Prevenzione Incendi per la Installazione di Motori a Combustione Interna Accoppiati a Macchina Generatrice

Elettrica o ad altra Macchina Operatrice e di unita' di Cogenerazione a Servizio di Attivita' Civili, Industriali, Agricole, Artigianali, Commerciali e di Servizi.

Decreto Legislativo No. 17, Gennaio 2010, "Attuazione della Direttiva 2006/42/CE, Relativa alle Macchine e che Modifica la Direttiva 95/16/CE Relativa agli Ascensori", (Direttiva Macchine)

Decreto Ministeriale, 19 Maggio 2010, "Modifica degli allegati al Decreto 22 Gennaio 2008, No. 37, Concernente il Regolamento in Materia di Attività di Installazione degli Impianti all'interno degli Edifici"

Decreto Legislativo No. 81, 9 Aprile 2008 "Attuazione dell'Articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, No. 233, in Materia di Tutela della Salute e della Sicurezza nei Luoghi di Lavoro" Decreto Ministeriale No. 37, 22 Gennaio 2008, "Regolamento Concernente l'attuazione dell'articolo 11-Quaterdecies, comma 13, lettera a) della Legge No. 248 del 2 Dicembre 2005, Recante Riordino delle Disposizioni in Materia di Attività di Installazione degli Impianti all'interno degli Edifici"

Decreto Ministeriale 17 Aprile 2008, "Regola Tecnica per la Progettazione, Costruzione, Collaudo, E World

Geodetic System 84 (WGS 84 servizio e Sorveglianza delle Opere e degli Impianti di Trasporto di Gas Naturale con Densità non Superiore e 0.8

Decreto Legislativo, No. 238, 21 Settembre 2005, “Attuazione della Direttiva 2003/105/CE, che Modifica la Direttiva 96/82/CE, sul Controllo dei Pericoli di Incidenti Rilevanti Connessi con Determinate Sostanze Pericolose”

Decreto Legislativo No. 233, 12 Giugno 2003, “Attuazione della Direttiva 1999/92/CE Relativa alle Prescrizioni Minime per il Miglioramento della Tutela della Sicurezza e della Salute dei Lavoratori Esposti al Rischio di Atmosfere Esplosive”.

Decreto Ministeriale 9 Maggio 2001, Requisiti Minimi di Sicurezza in Materia di Pianificazione Urbanistica e Territoriale per le Zone Interessate da Stabilimenti a Rischio di Incidente Rilevante.

Decreto Legislativo No. 93, Febbraio 2000, “Attuazione della Direttiva 97/23/CE, in Materia di Attrezzatura a Pressione”, (Direttiva PED)

### ***Emissioni in atmosfera***

D.M. 25/08/2000 - Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti, ai sensi del DPR 24/05/88

Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n°152e s.m.i. – Norme in materia ambientale

D.M. 21/12/1995 - Disciplina dei metodi di controllo delle emissioni in atmosfera degli impianti industriali.

### ***Rumore***

DM 24/7/06 - Modifiche all'allegato I - Parte b, del DLGS 262 4 settembre 2002 relativo all'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate al funzionamento all'esterno

Legge 26/10/1995. n° 477 – Legge quadro sull'inquinamento acustico DPCM 14/11/1997 – Valori limite delle sorgenti sonore

D.Lgs 4/09/02 n° 262 - Macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto - Emissione acustica ambientale - Attuazione della direttiva 2000/14/Ce

D.Lgs 27/01/10 n° 17 - Attuazione della direttiva 2006/42/CE, relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori

D.Lgs 09/04/08 n° 81 - Testo Unico in Materia di Salute e Sicurezza nei Luoghi di Lavoro

### ***Performance Tests***

EN DIN

ASME PTC

### ***Sistema di Ormeaggio e Analisi di Manovrabilità OCIMF, “Mooring Equipment Guidelines (MEG3)”***

PIANC, Harbour Approach Channels Design Guidelines

SIGTTO, Site Selection and Design for LNG Ports and Jetties

### ***Opere Civili***

Ministero delle Infrastrutture, “Decreto ministeriale (infrastrutture) 14 gennaio 2008 Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”, G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008;

Ministero delle Infrastrutture, Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 , “Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008”, GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27;

UNI EN 1991: Azioni sulle strutture

UNI EN 1992: Progettazione delle strutture in calcestruzzo UNI EN 1993: Progettazione delle strutture in acciaio

UNI EN 1994: Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo UNI EN 1997: Progettazione geotecnica

UNI EN 1998: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica

International Navigation Association, PIANC (1985) Underkeel clearance for large ships in maritime fairways with hard bottom.

International Navigation Association, PIANC (1995) Criteria for movements of moored ships in harbours, Report of working group 10.

British Standard BS 6349(1988) Maritime structures, part 2: design of quay walls, jetties and dolphins, London: BSI

British Standard BS 6349(1988) Maritime structures, part 4 (1944): Code of practice for design of fendering and mooring system, London: BSI

British Standard BS 6349(1988) Maritime structures, part 1 (1944): Code of practice for general criteria, London: BSI

### ***Aspetti Navali***

Regolamenti navali, Linee Guida e varie specifiche per il trasferimento di LNG Decreto dirigenziale 673/2007: Norme provvisorie per il trasporto marittimo alla rinfusa delle merci pericolose allo stato gassoso;

Leggi e regolamenti applicabili a navi e unità off-shore battenti bandiera Italiana The International Convention for the Safety of Life at Sea SOLAS

The International Code for Construction and Equipment of Ships carrying Liquefied Gases in Bulk "IGC Code" IMO Guidelines for the Provisional Assessment of Liquids Transported In Bulk

EN 13766: 2010 Thermoplastic multilayer (non-vulcanized) hoses and hose assemblies for the transfer of liquid petroleum gas and liquefied natural gas

I.E.C. Publication No.92 (electric part)

ICS Tankers Safety Guide (Liquefied Gas) (2nd Edition, 1996) ICS Safety in Liquefied Gas Carrier (1980)

SIGTTO Liquefied Gas Handling Principles on Ships and in Terminals (3rd Edition, 1999) SIGTTO Cargo firefighting on liquefied gas carrier (2nd Edition, 1996)

OCIMF/SIGTTO Inspection Guidelines for Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (3rd