

***OLT* OFFSHORE LNG TOSCANA**

TERMINALE GALLEGGIANTE PER LA RIGASSIFICAZIONE DI GAS NATURALE LIQUEFATTO DI LIVORNO E OPERE CONNESSE



Offshore LNG Terminal (OLT) Toscana

15 Febbraio 2003



STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

SINTESI NON TECNICA

INDICE

- 1 INTRODUZIONE
- 2 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO
- 3 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE
 - 3.1 Il contesto energetico
 - 3.2 Motivazione del progetto
 - 3.3 Il sistema GNL
 - 3.4 Individuazione del sito
 - 3.5 Descrizione del progetto e caratteristiche costruttive e funzionali
- 4 QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE
 - 4.1 Ambiente terrestre
 - 4.2 Ambiente marino
- 5 IDENTIFICAZIONE ED ANALISI DEI RISCHI
- 6 MONITORAGGIO AMBIENTALE

1 INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la sintesi non tecnica dello Studio di Impatto Ambientale (SIA) di un terminale galleggiante di rigassificazione di Gas Naturale Liquefatto ormeggiato a 12 miglia dalla costa toscana, collegato a terra tramite una condotta sottomarina.

Il proponente è la società OLT Offshore LNG Toscana, società del gruppo CrossEnergy, con sede in via della Rotonda 36, 00186 Roma. OLT Offshore LNG Toscana possiede al suo interno e con le società consociate del Gruppo, organizzazione, conoscenza e know how idonei per sviluppare, realizzare e gestire moderni impianti tecnologici di rigassificazione offshore e onshore. Attualmente ha in avanzata fase di studio la realizzazione di alcuni impianti di rigassificazione in Italia. OLT Offshore LNG Toscana sarà proprietaria dell'impianto e ne gestirà la realizzazione ed il successivo esercizio.

L'opera in progetto rientra tra quelle assoggettate a procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) dal DPR n. 220 del 28.02.1992.

Relativamente all'iter autorizzativo dell'impianto, la legge 24 novembre 2000, n°340, "Disposizioni per la delegificazione di norme e per la semplificazione di procedimenti amministrativi – Legge di semplificazione 1999 all'art. 8 "Utilizzo di siti industriali per la sicurezza e l'approvvigionamento strategico dell'energia" prevede che:

1. l'uso o il riutilizzo di siti industriali per l'installazione di impianti destinati al miglioramento del quadro di approvvigionamento strategico dell'energia, della sicurezza e dell'affidabilità del sistema, nonché della flessibilità e della diversificazione dell'offerta, è soggetto ad autorizzazione del Ministero dell'Industria, Commercio e dell'Artigianato, di concerto con il Ministero dell'Ambiente, d'intesa con la Regione interessata;
2. il Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato svolge l'istruttoria nominando il responsabile unico del procedimento che convoca la conferenza di servizi di cui alla legge 7 agosto 1990, n°241, come modificata dalla presente legge. L'istruttoria si conclude in ogni caso nel termine di centottanta giorni dalla data di presentazione della richiesta;
3. il soggetto richiedente l'autorizzazione, contemporaneamente alla presentazione del progetto preliminare di cui al Comma 1, presenta al Ministero dell'Ambiente uno studio di impatto ambientale.

In ambito europeo è stata approvata il 27 giugno 1985 la direttiva comunitaria 85/337/CEE concernente la "Valutazione di Impatto Ambientale (V.I.A.) di determinati progetti pubblici e privati", modificata ed integrata dalla direttiva 97/11/CE del 3 marzo 1997. I principali atti legislativi emanati al riguardo sono i seguenti:

D.P.C.M. 10 agosto 1988 n°377 – Regolamentazione della pronunce di compatibilità ambientale di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n°349, recante istituzione del Ministero dell'Ambiente e norme in materia di danno ambientale;

D.P.C.M. 27 dicembre 1988 – Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n°349, adottate ai sensi dell'art. 3 del D.P.C.M. 10 agosto 1988, n°377;

DPR 2 settembre 1999 n°348 – Regolamento recante norme tecniche concernenti gli studi di impatto ambientale per talune categorie di opere.

L'impianto sarà ubicato in mare a 12 miglia circa dalla costa al largo del litorale tra Livorno e Pisa e sarà collegato alla costa tramite gasdotto sottomarino.

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto di ricezione e rigassificazione di GNL della capacità nominale di 3 miliardi di Sm³/anno, ampliabili in una seconda fase fino a 6 miliardi di Sm³/anno.

Il Terminale galleggiante di ricezione di gas naturale liquefatto è costituito da:

una nave terminale permanentemente ancorata;

una condotta sottomarina di collegamento con la costa, che prosegue sul terreno fino ad innestarsi con la rete nazionale di distribuzione;

navi gasiere che si accostano alla nave terminale per rifornirla di GNL.

Motivazioni dell'opera proposta Il progetto si inquadra nel nuovo scenario energetico nazionale che prevede:

la graduale liberalizzazione del mercato del gas naturale, prevista dal Decreto Legislativo del Governo n° 164 del 23/05/2000 (cosiddetto "Decreto Letta"), in attuazione della direttiva europea 98/30/CE recante norme comuni per il mercato interno del gas naturale;

la graduale liberalizzazione del mercato dell'energia elettrica, iniziata nel febbraio 1999 a seguito dell'approvazione del decreto legislativo 79/99, noto come Decreto Bersani, che ha segnato la fine del monopolio ENEL e l'ingresso dei nuovi "Soggetti Produttori";

il raggiungimento degli obiettivi del protocollo di Kyoto sulla riduzione dell'immissione di CO₂ in atmosfera. La combustione del Gas Naturale immette in atmosfera circa la metà della CO₂ mediamente immessa da altri combustibili;

la riduzione delle emissioni degli Ossidi di Azoto e l'annullamento di quelle degli Ossidi di Zolfo e delle polveri;

l'utilizzo di siti industriali per la sicurezza e l'approvvigionamento strategico dell'energia;

previsione di forte incremento nella domanda di gas naturale in Italia, in contrapposizione con il previsto declino della capacità produttiva dal paese.

Si ritiene che il terminale di rigassificazione di Livorno sia in linea con gli indirizzi di politica energetica nazionale richiamati.

Individuazione del sito La necessità di scegliere tra impianto On Shore (terminale con impianto di rigassificazione e serbatoi posti a terra) e Off Shore (con impianti, serbatoi e sistemi ausiliari a bordo della nave terminale) posto al largo della costa è stata così affrontata:

- L'impianto a terra, per rispettare le normative di sicurezza del DPR 334 e gli aspetti ambientali, necessita di una superficie variabile tra i 400.000 e 500.000 mq. e di un pontile a mare per l'accesso delle navi gasiere di stazza fino a 137.000 m³ di GNL e circa 290 m di lunghezza, o di un accesso diretto al porto con darsena dedicata, nonché di tre condotte e una di riserva coibentate, di notevole ingombro complessivo, per il trasferimento del GNL al sistema di stoccaggio a terra e agli annessi impianti di rigassificazione.

La difficoltà di reperire un'area libera di tali dimensioni, in una zona già impegnata dalla presenza di importanti insediamenti produttivi e oggetto di un Piano di Risanamento e bonifica di rilevante importanza da parte del Ministero Ambiente (Legge di sanatoria del 19 maggio 1997 n°137), ha spinto la scelta verso la possibilità di realizzare un terminale off-shore al largo della costa, sito che offre maggiori garanzie sotto molteplici aspetti.

E' noto, infatti, dalle statistiche che il trasporto del gas via nave, offre le stesse ampie garanzie di sicurezza e affidabilità complessiva del trasporto via gasdotto.

Individuazione del sito per terminale off shore Per l'individuazione del sito in mare idoneo alla installazione di un Terminale GNL della potenzialità prevista sono state esaminate varie alternative sull'intero territorio nazionale tenendo particolarmente conto:

area a mare con buone condizioni meteo-marine;

contenimento della lunghezza della sealine sottomarina ed approdo della stessa sulla costa in un'area dove esistono già impianti industriali;

aspetti generali di sicurezza largamente rispettati;

rapidità e raggiungibilità del sito da parte dei rimorchiatori portuali per le manovre di ormeggio e disormeggio delle navi metaniere GNL che avranno una frequenza media di una nave a settimana nell'estensione del terminale fino a 6 (sei) miliardi m³;

prossimità di una linea della rete nazionale dei gasdotti con grande capacità di trasporto.

Tra le alternative prese in esame è particolarmente rispondente ai requisiti sopra elencati il sito ubicato in mare al largo tra la costa di Livorno e Pisa nel Mar Ligure Orientale.

La scelta dell'ubicazione in prossimità della costa di Livorno è inoltre giustificata dai seguenti aspetti generali: partecipazione della Società Municipalizzata per la vendita del gas di Livorno ASA (Azienda Servizi Ambientali del Comune di Livorno) al Progetto come da Convenzione siglata in data 6 settembre 2002 con possibilità di fornire gas a prezzi convenienti a tutto il comprensorio industriale e sociale di Livorno e della Toscana centrale, nel rispetto delle normative vigenti;

possibilità di fornire gas, per la conversione della centrale ENEL di Livorno;

possibile utilizzo dei Cantieri Navali di Livorno per l'installazione di tutti gli impianti necessari per la trasformazione da nave carrier in terminale galleggiante;

disponibilità di un bacino di carenaggio (dry dock) di grandi dimensioni, adatte per i lavori di installazione della torretta di ancoraggio e le eliche direzionali di poppa;
possibilità di utilizzare servizi di un grande porto per le attività marittime di supporto al personale viaggiante, uso di navi appoggio e rimorchiatori, catering, attività di manutenzione ordinaria e straordinaria per 25 anni (bunkeraggio, ecc.).

Scelta del gas naturale (GNL) Le caratteristiche del gas naturale lo fanno, ormai da tempo, ritenere il combustibile più pregiato per impiego sia domestico che industriale.

La bontà della combustione e la facilità di miscelazione e dosaggio con l'aria comburente consentono, inoltre, di ridurre la formazione di monossido di carbonio.

Per tali caratteristiche la richiesta di metano in ambito mondiale è progressivamente aumentata negli anni, passando, ad esempio in Italia, dai 56,2 miliardi di metri cubi nel 1996 a circa 70,4 miliardi nel 2000, valore che rappresenta il 32% circa del consumo nazionale complessivo di energia.

In previsione dell'aumento della richiesta di gas sopraindicata e tenendo conto dei seguenti fattori:

difficoltà a realizzare nuovi collegamenti internazionali;

molti dei paesi in possesso di ingenti scorte di gas sono geograficamente distanti e non collegabili con gasdotti;

il collegamento attraverso tubazione si presenta estremamente vincolante e strategicamente "debole";

sembra indispensabile ricercare metodologie di trasporto che consentano di superare i vincoli strutturali determinati dal trasporto gas per gasdotto.

Valida risposta alla esigenza di cui sopra offre il trasporto di gas naturale liquefatto (GNL) per le seguenti caratteristiche:

- il gas naturale liquefatto si presenta come un liquido alla temperatura di -161 °C;
- il processo di riconversione da liquido a gas avviene per semplice somministrazione di calore a temperatura ambiente, senza necessità di reazioni chimiche o apparecchiature meccaniche complicate;
- durante la trasformazione il volume di un metro cubo di liquido origina seicento metri cubi di gas;
- i costi di origine del gas, che è disponibile in grandi quantità in località non in grado di sfruttare la risorsa e non collegabili tramite gasdotti, sono molto bassi;
- da punto di vista della sicurezza e dell'ambiente, il GNL presenta caratteristiche abbastanza favorevoli in quanto non è tossico ed è soggetto ad una rapida evaporazione a temperatura ambiente e pressione atmosferica, non dando pertanto luogo ad inquinamento in caso di accidentali perdite in mare.

Per tali ragioni lo sviluppo dei sistemi di trasporto di gas naturale liquefatto, che attualmente copre circa il 25% del quantitativo totale di gas scambiato nel mondo, è la via seguita attualmente da molti paesi utilizzatori per effettuare lo scambio internazionale del combustibile.

2 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

GENERALITA'

Nel Quadro di Riferimento Programmatico, in conformità con quanto riportato all'art. 3 del D.P.C.M. 27/12/1988, vengono forniti gli elementi conoscitivi sulle relazioni tra l'opera progettata e gli atti di pianificazione e programmazione territoriale e settoriale.

STATO DELLA PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE EUROPEA

Pianificazione energetica Europea Gli aspetti fondamentali di quella che sarà la politica energetica della Comunità Europea sono tracciati nel "Green Paper" (Libro Verde della Commissione Europea del 29 Novembre 2000 "Verso una strategia di sicurezza dell'approvvigionamento energetico").

Tale documento pone l'accento sull'attuale carenza energetica dell'Unione Europea poiché essa è in continuo aumento. In assenza di interventi si prevede da qui a 20 - 30 anni che l'unione coprirà il suo fabbisogno energetico al 70% con prodotti importati, rispetto all'attuale 50%.

Trattando tale problema l'UE è chiamata a fare fronte anche a numerose sfide, delle quali è necessario tenere conto nell'elaborazione di una strategia. Le due principali nuove sfide sono:

le preoccupazioni ambientali che influenzano le scelte energetiche e segnatamente la lotta contro il cambiamento climatico;

la realizzazione del mercato interno, che assegna un posto ed un ruolo nuovi alla domanda e che può condurre a tensioni nella politica: il calo dei prezzi si contrappone, per esempio, alla lotta contro il cambiamento climatico.

Liberalizzazione dei mercati dell'energia elettrica e del gas In questi recenti anni l'Europa ha avviato importanti modifiche nella regolamentazione del settore dell'energia, caratterizzate dalla liberalizzazione dei servizi energetici a rete, in altre parole, quelli relativi alla fornitura dell'energia elettrica e del gas. Le reti dell'elettricità e del gas hanno caratteristiche di monopolio naturale e hanno determinato, in tutto il mondo, la formazione di monopoli dei relativi servizi in aree territoriali anche a scala nazionale.

Due fondamentali direttive dell'UE hanno avviato negli stati membri un processo di trasformazione delle regole di mercato tendente a eliminare questi monopoli allo scopo di rimuovere possibili ostacoli al libero scambio di elettricità e gas nell'ambito della UE così come avviene per tutti gli altri prodotti.

Le due direttive sono le seguenti:

Direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica;

Direttiva 98/30/CE recante norme comuni per il mercato interno del gas.

STATO DELLA PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE NAZIONALE

Il documento di pianificazione energetica nazionale più recente è il PEN Piano Energetico Nazionale, approvato dal Consiglio dei Ministri il 10 agosto 1988, che enuncia i principi strategici e le soluzioni operative atte a soddisfare le esigenze energetiche del Paese fino al 2000.

Esso però ha perso di valore come riferimento per il nostro progetto non solo per il fatto che è scaduto nel 2000 ma per l'emanazione dei Decreti di liberalizzazione dei mercati dell'energia elettrica e del gas naturale che attribuiscono al mercato piuttosto che alla programmazione lo sviluppo dei relativi sistemi.

il Decreto Legislativo n°79 del 16 Marzo 1999 (noto come Decreto Bersani) traduce le raccomandazioni espresse nel Libro Verde e nel PEN in merito allo sviluppo delle fonti rinnovabili;

Il D.P.C.M. del 4 Agosto 1999 che approva il piano per la cessione delle centrali dell'ENEL S.p.a, contiene indicazioni programmatiche importanti quando prevede per molte delle centrali la conversione in centrali a ciclo combinato.

Il Programma triennale di sviluppo della rete di trasmissione nazionale emanato il 24 Gennaio 2001 dal Gestore Rete Trasmissione Nazionale (GRTN) fornisce le previsioni dell'incremento del carico sul territorio nazionale fino al 2010.

STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE A CARATTERE NAZIONALE

Gli strumenti di pianificazione energetica analizzati in questa sede sono:

1. la Legge 9 Gennaio 1991 n°9, concernente la parziale liberalizzazione della produzione di energia elettrica;
2. il Decreto Legislativo del Governo n°79 del 16/03/1999 (cosiddetto "Decreto Bersani").
3. Il Piano Energetico Nazionale, approvato dal Consiglio dei Ministri il 10 agosto 1988, che enuncia i principi strategici e le soluzioni operative atte a soddisfare le esigenze energetiche del Paese fino al 2000, individuando i seguenti cinque obiettivi della programmazione energetica nazionale:
 - il risparmio dell'energia;
 - la protezione dell'ambiente;
 - lo sviluppo delle risorse nazionali e la riduzione della dipendenza energetica dalle fonti estere;
 - la diversificazione geografica e politica delle aree di approvvigionamento;
 - la competitività del sistema produttivo.

Sebbene tale piano sia superato dai tempi, alcuni degli aspetti trattati continuano ad essere attuali e alcuni degli obiettivi proposti non sono stati raggiunti, in particolare la riduzione della dipendenza energetica dalle fonti estere.

4. Il Decreto Legge n°7 del 7 febbraio 2002 – Misure urgenti per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale, è stato emanato per far fronte alla crescita prevista del fabbisogno nazionale di energia elettrica, al fine di potenziare il parco di generazione.

3 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

3.1 Il contesto energetico

IL MERCATO DEL GAS NATURALE IN EUROPA

Il gas naturale sta sempre più acquisendo un ruolo leader in Europa fra le fonti energetiche, anche grazie all'attuazione di politiche volte all'uso più efficiente dell'energia nel rispetto dell'ambiente.

In sostanza, negli ultimi 25 anni il consumo di questa fonte in Europa (esclusa l'ex URSS e gli stati nei quali si è suddivisa) si è incrementato di oltre tre volte, fornendo un contributo sempre maggiore alla copertura della domanda di energia dell'area, contributo che giungeva appena al 7% nel 1970.

Domanda per settore di utilizzazione Il gas naturale è presente in Europa nei grandi settori di consumo dell'energia, anche se con un ruolo marginale nel settore dei trasporti e sia pure con una forte dispersione delle quote di penetrazione nei differenti Paesi.

Attualmente il consumo di gas nei Paesi dell'Europa occidentale si concentra per l'80% in due soli settori di utilizzo. In particolare il 50% circa dei consumi viene assorbito dagli usi residenziali, commerciali e del terziario e il 30% dal settore industriale, mentre solo il 15% circa va alla produzione termoelettrica.

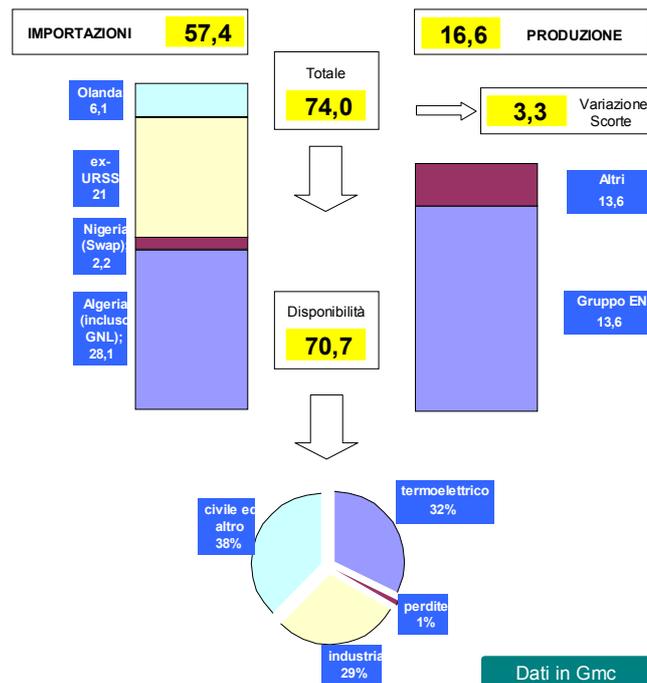
Evoluzione della domanda La quota di mercato raggiunta dal gas naturale sui fabbisogni energetici del continente è del 22% circa. Si può ritenere senz'altro che il mercato del gas europeo nel complesso non abbia ancora raggiunto la maturità, anche sulla base del confronto con gli Stati Uniti, dove il ruolo di questa fonte è dell'ordine del 25%, e con i paesi più maturi nello stesso ambito europeo, quali l'Olanda, l'Italia e la Gran Bretagna.

Recenti stime prevedono che la crescita della domanda di gas naturale in Europa Occidentale sarà pari a circa 130 miliardi di m³ al 2010 e si realizzerà per circa il 70% entro il 2005 (88 miliardi di m³).

In particolare, solo nel medio termine Russia e Norvegia rappresentano, per la consistenza delle loro riserve, le aree di probabile provenienza delle ulteriori quote di gas necessarie. Si profila un aumento della dipendenza degli approvvigionamenti da paesi extra europei: dall'attuale 40% al 60% nel 2010, per raggiungere il 70% nel 2020.

IL MERCATO DEL GAS NATURALE IN ITALIA

Domanda per settore di utilizzazione Nel 2000 il consumo interno lordo di gas è stato di **70,7 miliardi di m³**, di cui oltre il 76% di provenienza estera e circa il 24% di produzione nazionale (al netto delle variazioni delle scorte e delle esportazioni). Come si vede rappresentato nella figura seguente (Fig.4) buona parte del gas consumato è di importazione (57,4 Gm³), ma sussiste una produzione nazionale significativa (16,6 Gm³). La quota del gruppo ENI all'interno della produzione è preponderante e pari ad oltre l'80% del totale, altre società che sono importanti sono: Edison Gas; British Gas RiMi; British Gas Italia; British Gas plc; Canada Northwest Italiana; Enel; ELF Italiana Idrocarburi.



Struttura della domanda di gas naturale in Italia.

Evoluzione della domanda Il gas viene consumato in Italia come vettore energetico particolarmente ecologico, infatti il gas naturale è essenzialmente composto da METANO (CH₄) che nella combustione completa genera anidride carbonica (CO₂) e acqua sotto forma di vapore (H₂O) che sono composti naturali presenti in natura.

L'applicazione della metodologia di analisi del ciclo di vita dimostra che i vantaggi ambientali del gas naturale rispetto agli altri combustibili, nella fase di utilizzo finale, aumentano ulteriormente se si prendono in considerazione tutte le fasi del ciclo di vita dei diversi combustibili, dalla produzione al consumo finale.

In particolare, nella produzione di energia elettrica, il ciclo di vita del gas naturale presenta le migliori prestazioni ambientali con una riduzione del contributo all'aumento dell'effetto serra (Potenziale di Riscaldamento Globale) del 53-65% rispetto al carbone e del 47-60% rispetto al petrolio, e una riduzione del contributo alle piogge acide (Potenziale di Acidificazione) dell'81-93% rispetto al carbone e del 79-92% rispetto al petrolio (Fig.5). Gli intervalli di riduzione dipendono dai confini del ciclo di vita e dalle fonti dei dati considerati.

I settori industriale e civile sono invece in fase di progressiva saturazione.

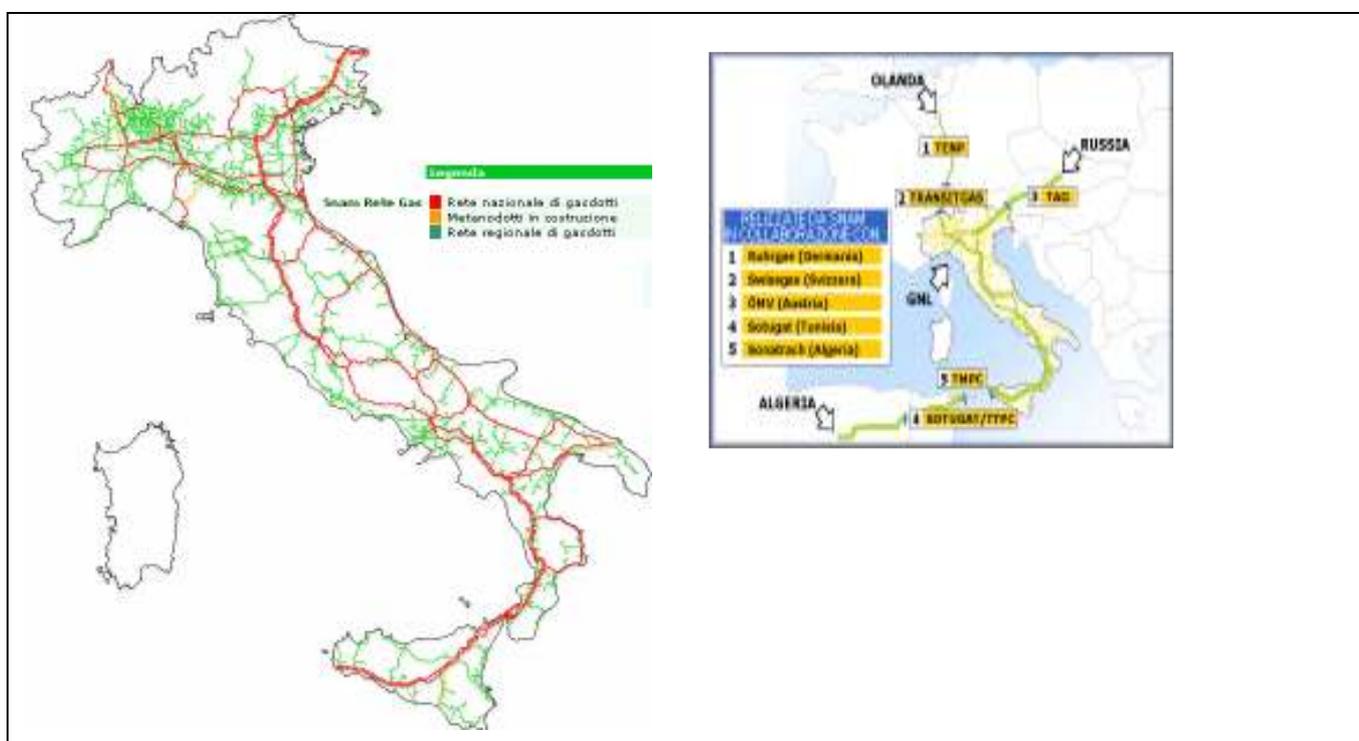
Il gas nel 2010 contribuirà per il 37% circa alla copertura del fabbisogno energetico nazionale.

A causa della progressiva riduzione della capacità di produzione nazionale, sarà dunque necessario aumentare la quantità di gas naturale proveniente dalle importazioni, accentuando la dipendenza dall'estero dell'Italia per quanto riguarda l'approvvigionamento di gas.

3.2 Motivazione del progetto

Per quanto detto precedentemente è chiaro che nei prossimi anni la domanda di gas naturale in Italia subirà un forte incremento, che contrasta con il previsto declino della capacità produttiva del Paese. Ciò comporta la nascita di nuovi progetti di importazione, con relativi pesanti impegni finanziari e commerciali.

Elementi critici per lo sviluppo del mercato del gas Il gas naturale viene attualmente distribuito sul territorio nazionale da una rete di gasdotti con sviluppo di circa 30.000 km, alimentati prevalentemente dai collegamenti internazionali con l'Olanda, la Russia e l'Algeria, in minore misura dai pozzi di produzione nazionali (circa 15 miliardi di metri cubi nel 2000) ed in parte minima dall'unico impianto italiano di ricezione del GNL (Gas Naturale Liquefatto), situato a Panigaglia, che ha una capacità massima di ricezione di 3,5 miliardi di metri cubi annui.



Rete di trasporto e di importazione del gas naturale in Italia.

Fattori per la scelta del GNL Da quanto detto in precedenza si può dedurre che diversi ordini di fattori giocano in favore della scelta di realizzare almeno una parte delle nuove importazioni utilizzando la tecnologia del GNL.

La realizzazione di un progetto internazionale di approvvigionamento di gas naturale comporta complesse problematiche di tipo tecnico, economico, finanziario, legislativo, contrattuale e commerciale.

L'entità delle distanze e degli investimenti corrispondenti obbliga i promotori di un progetto di importazione di gas a ricercare le economie di scala che caratterizzano il trasporto dei grandi volumi.

Sotto questo aspetto l'opzione GNL presenta elementi particolarmente interessanti, in quanto risulta ridotto il numero dei partners coinvolti e quindi si semplificano gli aspetti giuridici, amministrativi e operativi.

3.3 Il sistema GNL

Caratteristiche del gas naturale Il gas naturale liquefatto si presenta come un liquido alla temperatura di -161 °C , tensione di vapore di circa 1 bar e peso specifico pari a circa 465 kg/m³ trasportabile senza grossi problemi nei serbatoi criogenici di metaniere appositamente attrezzate. Il processo di riconversione da liquido a gas avviene per semplice somministrazione di calore a temperatura ambiente, senza necessità di reazioni chimiche o apparecchiature meccaniche complicate: durante la trasformazione il volume di un metro cubo di liquido origina ben seicento metri cubi di gas, giustificando in tal modo trasferimenti del liquido su rilevanti distanze.

L'industria del GNL L'industria del GNL utilizza il gas naturale sia come materia prima sia come prodotto: il passaggio intermedio del processo è proprio la liquefazione a GNL. Gli elementi fondamentali dell'industria del GNL sono:

1. i terminali di esportazione;
2. le navi metaniere;
3. i terminali di importazione.

Una tipologia particolare degli impianti è destinata al livellamento dei picchi.

Terminali di esportazione I terminali di esportazione si trovano per la loro natura sulle coste e sono destinati a liquefare il gas naturale che viene successivamente caricato sulle navi metaniere. Accanto alle operazioni di liquefazione possono avvenire altre operazioni, quali:

- estrazione di gas acidi, acqua, idrocarburi pesanti e mercurio dal gas;
- estrazione di etano, propano, butano, idrocarburi pesanti ed azoto in fase di liquefazione;
- stoccaggio GNL e GPL.

Navi metaniere Il trasporto del GNL avviene per mare in apposite navi metaniere (aventi solitamente una capacità di carico compresa tra 40.000-140.000 m³) che sono imbarcazioni a doppio scafo e sono probabilmente i più sofisticati mercantili attualmente in esercizio (aventi un costo anche doppio rispetto a quello di petroliere di analoga dimensione).

I serbatoi di stoccaggio del GNL sono vincolati allo scafo interno al quale viene demandata la funzione di resistenza strutturale secondaria agli urti, mentre la funzione di resistenza strutturale principale è assegnata alla struttura stessa dello scafo.

Le modalità costruttive e la lunga esperienza acquisita anche in situazioni incidentali reali hanno dimostrato che i serbatoi di stoccaggio sono sufficientemente affidabili per scongiurare il rischio di incendi o di rottura degli stessi a seguito di eventi che possano determinarsi all'interno della nave (incendi o esplosioni aventi cause indipendenti dalla merce trasportata). I serbatoi infatti sono stagni, ignifughi e inertizzati, cioè circondati da atmosfera priva di ossigeno.

Terminali di importazione (on shore e off shore) I terminali di importazione (o ricezione) sia a terra che in mare, quale quello in progetto, sono progettati per ricevere il GNL dalle navi metaniere, scaricarlo, stoccarlo, trasformarlo in fase gassosa e quindi immetterlo nelle reti di trasporto o di distribuzione.

Le funzioni essenziali di un terminale di ricezione sono le seguenti:

- scarico e stoccaggio del GNL;
- recupero e pressurizzazione del GNL;

rigassificazione del GNL;
regolazione della qualità del gas.
Trasporto del gas dal terminale alla rete principale di distribuzione.

3.4 Individuazione del sito

Per la individuazione del sito idoneo alla installazione di un terminale galleggiante per la rigassificazione di gas naturale liquido (GNL) sono state esaminate varie alternative sull'intero territorio nazionale tenendo particolarmente conto delle seguenti principali prerogative:

possibilità di agevole collegamento alla rete dei principali metanodotti nazionali;

posizione geografica congruente con le rotte transoceaniche delle navi provenienti dai terminali di caricamento GNL;

condizioni meteomarine adeguate al tipo di installazione;

Presenza di infrastrutture e mezzi capaci di supportare le attività di realizzazione e di manutenzione.

Alternative di sito Per la determinazione del sito si è innanzitutto preferito restringere la ricerca all'area centrale della penisola italiana, sia perché le aree del nord che corrispondono ai suddetti requisiti sono maggiormente congestionate, sia per la presenza, nelle poche aree disponibili, di analoghe iniziative o di altre ipotesi di utilizzazione, non compatibili con la presente.

Tra le alternative prese in esame è risultato particolarmente rispondente ai requisiti elencati in precedenza l'area ubicata a 12 miglia al largo della costa toscana.

La scelta dell'ubicazione è giustificata in particolare da:

la vicinanza ad un gasdotto della rete nazionale di trasporto del gas naturale;

l'opportunità di incrementare l'occupazione industriale nella zona, tramite il contributo che la costruzione e l'esercizio dell'impianto potranno dare in modo diretto ed indiretto;

la convenienza per le strutture pubbliche e le industrie presenti nell'area e per quelle di futuro insediamento di stipulare contratti di fornitura di gas a costi inferiori nei rispetti delle leggi vigenti;

possibilità di fornire gas con linea dedicata, per la conversione della centrale ENEL di Livorno, con un sostanziale miglioramento del quadro ambientale della città come prescritto nel Protocollo d'intesa tra Regione Toscana, Provincia di Livorno, comune di Livorno e Enel Produzione del 18-06-2002 e come prescritto nel Piano Energetico Regionale della Toscana;

partecipazione della Società Municipalizzata per la vendita del gas di Livorno ASA (Azienda Servizi Ambientali del Comune di Livorno) al Progetto come da Convenzione siglata in data 6 settembre 2002 con possibilità di fornire gas a prezzi convenienti a tutto il comprensorio industriale e sociale di Livorno e della Toscana centrale, nel rispetto delle normative vigenti.

Analisi di possibili rotte ed individuazione del tracciato ottimale della condotta subacquea e a terra

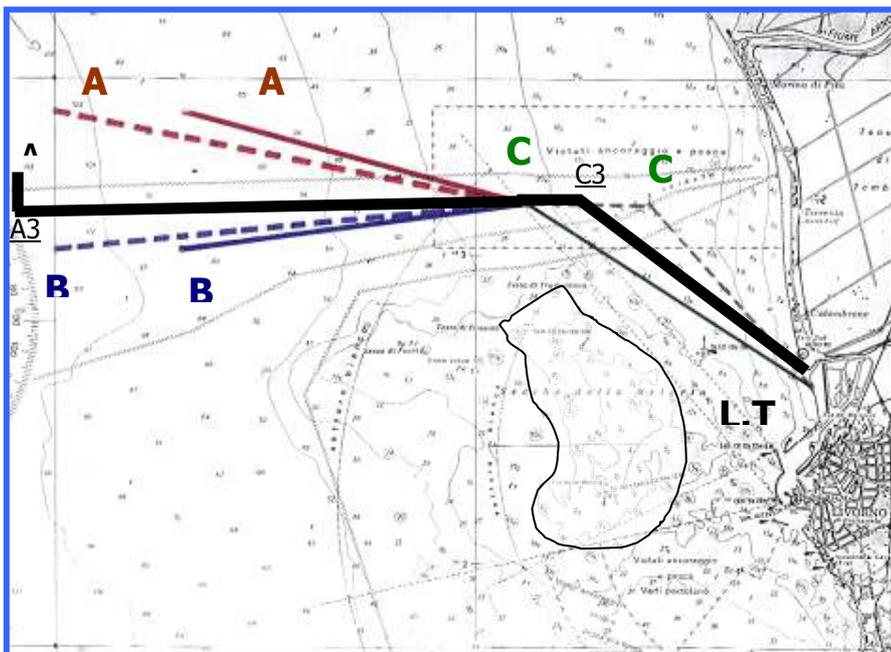
Criteri di scelta delle possibili rotte

I possibili corridoi di posa della condotta subacquea e del posizionamento del terminale, sono stati scelti considerando i seguenti aspetti:

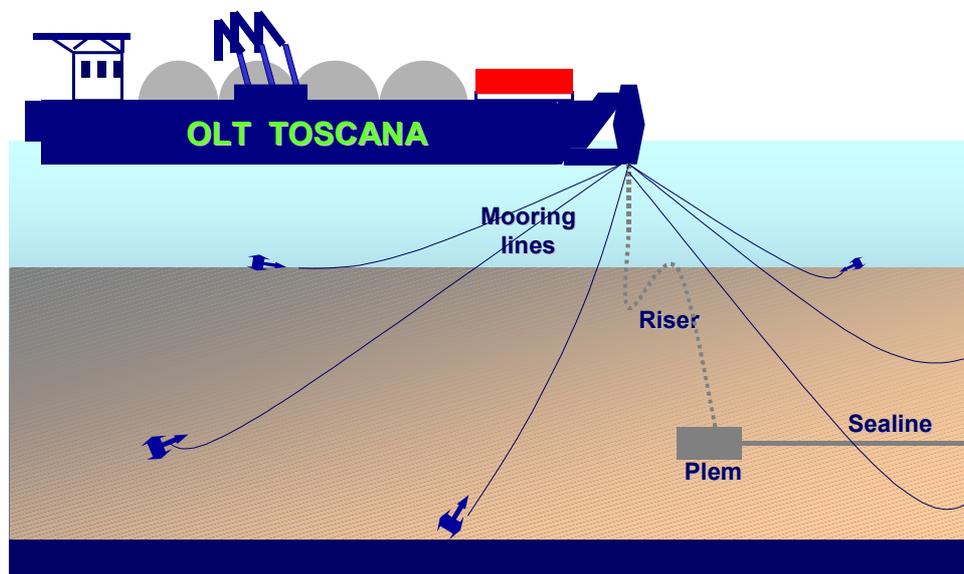
arrivo della condotta a terra presso la foce del Canale Scolmatore, dove inizia il tratto di condotta a terra.
 posizione off-shore di partenza: ubicati ai vertici di un'area di forma rettangolare, posta a circa 20 Km ad ovest della foce d'Arno, già adibita nel passato allo sversamento dei sedimenti dragati nel Porto di Livorno e attualmente non interessata da attività di pesca. Tale fatto comporta una notevole facilitazione dal punto di vista ambientale e legislativo;
 necessità di evitare le Secche della Meloria, sia per la presenza di biocenosi pregiate, sia perché area di frangimento delle onde estreme, sia perché area del costituendo futuro parco marino;
 tracciati delle rotte fuori dai limiti dell'area interessata dalla realizzazione del Parco Marino (area non ancora totalmente definita ma i tracciati prescelti si estendono oltre l'eventuale limite nord del Parco);
 il tracciato prescelto tiene conto degli indirizzi di programmazione relativi alla perimetrazione del sito di interesse Nazionale di "Livorno" facente parte del Programma Nazionale di Bonifica.

Le coordinate dei punti della rotta individuata, denominata rotta 7, sono le seguenti:

	NORD	EST
LTE	43°35'00"	10°18'12"
P1	43°34'30"	10°17'24"
C3	43°37'50"	10°12'50"
A3	43°37'50"	09°59'30"
A4	43°38'40"	09°59'20"



3.5 Descrizione del progetto e caratteristiche costruttive funzionali.



Descrizione del progetto Il progetto per la realizzazione di un terminale galleggiante per la rigassificazione di gas naturale liquido ancorato in maniera fissa a circa 12 miglia al largo della costa toscana consiste principalmente dei seguenti elementi:

Una nave da trasporto di gas liquido (GNL) modificata tramite l'installazione di una torretta di ancoraggio e ancorata a circa 12 miglia dalla costa toscana in 100-120 metri di profondità, tramite un sistema di sei ancore e relative catene. Una condotta discendente verticale flessibile che tramite la torretta di ancoraggio si connette ad una condotta sottomarina per il trasporto del gas naturale dal galleggiante alla rete nazionale di distribuzione, prima tramite una condotta posata e interrata sul fondo del mare poi attraverso un tratto a terra anche questo interrato.

Il sistema così descritto può essere identificato come un galleggiante stabilmente ancorato in maniera continua al fondo marino e utilizzato come unità per il ricevimento, stoccaggio temporaneo e rigassificazione di gas liquido (GNL).

Descrizione generale Il terminale di rigassificazione GNL galleggiante proposto è basato sulla trasformazione di una nave da trasporto GNL, del tipo a doppio scafo in acciaio, dotato di 4 cisterne sferiche per lo stoccaggio di un volume totale di 137,000 m³ di GNL.

I sistemi per la gestione del GNL e per la produzione del gas sono costituiti in parte da impianti già esistenti sulla nave metaniera che sarà trasformata in terminale galleggiante ed in parte da impianti necessari al processo di rigassificazione che saranno aggiunti durante i lavori di trasformazione.

Gli impianti per la gestione del GNL consentiranno di:

caricare il GNL attraverso i bracci di carico da metaniere collegate al fianco del terminale;

stoccare il GNL e fornirlo agli impianti di vaporizzazione per la trasformazione del gas naturale da liquido a gassoso;

trasferire il GNL da una cisterna all'altra;

ventilare (con aria secca o gas), inertizzare, raffreddare o riscaldare come richiesto le cisterne del carico e gli spazi sottocoperta adiacenti alle cisterne;

drenare le linee liquido, le cisterne e gli spazi sottocoperta adiacenti alle cisterne;

raffreddamento delle linee di carico e dei bracci del carico prima di una operazione di trasferimento di GNL.

Ormeaggio del terminale Il terminale galleggiante sarà ancorato al fondo del mare mediante una torretta esterna d'ormeaggio installata a prua dell'unità. La torretta d'ormeaggio consente di ormeggiare il terminale mediante 6 catene di ormeaggio lunghe circa 1000 metri. L'unità può ruotare intorno a questo sistema di ormeaggio disponendosi secondo il vento, le correnti e le onde prevalenti.

Il terminale galleggiante sarà collegato alla tavola delle catene (cioè il sistema rotante al quale sono collegate le catene e la condotta discendente verticale) mediante un cuscinetto rotante (del tipo di quelli impiegati per le gru).

Le catene d'ormeaggio saranno equidistanti e faranno capo a punti d'ancoraggio fissi.

La torretta d'ormeaggio e le catene di ancoraggio saranno progettate in accordo a quanto prescritto dagli enti di Classe e di Certificazione in modo tale da garantire un ormeaggio permanente, che consente cioè di tenere l'unità in loco anche nelle condizioni ambientali previste più estreme (tempesta con periodo di ritorno di 100 anni), anche nell'eventualità di avere una linea d'ormeaggio danneggiata.

Il collegamento tra gli impianti di spedizione del gas e la condotta sottomarina del gas sarà realizzato mediante uno snodo girevole installato sull'asse del cuscinetto della torretta (swivel) da 18 pollici, dimensionato per resistere alla pressione massima di progetto e collegato (dal lato della tavola delle catene) con una manichetta flessibile composita (riser), che, al fondo, sarà a sua volta collegato con la condotta di trasporto del gas. La condotta flessibile discendente sarà progettata per resistere ai movimenti imposti di moto dell'unità nelle condizioni ambientali più estreme e per resistere a fatica per un servizio di 20 anni.

La torretta di ormeaggio sarà progettata per consentire un accesso agevole per ispezioni e manutenzione e sarà dotata di una monorotaia per il sollevamento e la manutenzione/sostituzione dei componenti più critici (valvole, swivel).

Ormeaggio della metaniera al terminale Il terminale consentirà l'approdo e l'ormeaggio al fianco di metaniera aventi una taglia massima di 137.000 m³ ed una taglia minima di 41.000 m³.



Ai fini della verifica della disponibilità del terminale si prevede la seguente frequenza di arrivo delle metaniere:

	Capacità [m³]	Frequenza di arrivo
1	137.500	OGNI 9 GIORNI
2	41.000	OGNI 6 GIORNI

Opere connesse: gasdotto lato mare e gasdotto lato terra Il gasdotto, costituito di una parte a mare e una parte a terra, serve a trasportare il gas dal terminale galleggiante alla condotta della rete nazionale di distribuzione del gas (Rete Gas Italia) e alle varie utenze locali (rete del gas delle municipalizzate della regione Toscana ed eventuali altri grossi consumatori di gas locali).

Gasdotto a mare L'opera è costituita da una condotta sottomarina che collega il terminale galleggiante e la costa, il relativo approccio costiero ed il collegamento al gasdotto di terra.

I vari elementi che costituiscono l'opera sono qui di seguito riportati:

discendente verticale flessibile dalla torretta di ormeggio del terminale galleggiante alla flangia di collegamento con il PLEM posto sul fondo marino. Il PLEM è la struttura sottomarina per il raccordo di discendenti verticali e tubazioni; da questo giunto posto su un PLEM parte la condotta sottomarina posata sul fondale e interrata, seguendo il tracciato indicato nelle mappe allegate.

La condotta sottomarina giungerà in prossimità della foce del Canale Scolmatore.

La condotta che verrà installata a terra seguirà per gran parte della sua lunghezza la direzione del Canale Scolmatore, sarà interrata sia nelle parti del canale sommerse dalle acque, sia in quelle parti che non sono

sommerse. Nei tratti in cui il tubo verrà posato all'interno dello Scolmatore questo verrà posto in una posizione laterale tale da non pregiudicare il futuro progetto di navigabilità del canale e verrà comunque interrato.

I criteri di base da adottarsi per la messa in opera della condotta sottomarina e le caratteristiche principali delle attrezzature, e delle attività da svolgere nei vari punti del tracciato verranno più avanti descritti seguendo la sequenza delle operazioni da effettuare e qui di seguito riportata:

a) Approdo a terra

- preparazione dello scavo di approccio
- preparazione della base per il verricello lineare di tiro,
- tiro a terra del primo tratto di sealine,
- rinterro dello scavo di approccio.

b) Sealine sino al terminale marino

- posa della condotta sottomarina
- interrimento della tubazione

c) Terminale marino

- installazione degli ancoraggi e delle relative catene di ormeggio,
- installazione della condotta flessibile tra torretta e sealine.
- Installazione della PLEM per la connessione della condotta discendente verticale e del gasdotto sottomarino

I tempi di installazione previsti sono i seguenti:

- Approdo a terra della condotta: 7 giorni
- Posa della condotta dall'approdo sino al terminale marino : 10 giorni
- Installazione degli ancoraggi e relative catene : 6 giorni
- Installazione della condotta discendente verticale: 2 giorni
- Installazione della PLEM: 3 giorni

Gasdotto lato terra (condotta di prima specie) L'opera connessa, è costituita dal gasdotto di collegamento alla rete nazionale di trasporto del gas naturale, alla rete della municipalizzata ASA di Livorno e agli altri eventuali consumatori locali di gas. Esso sarà effettuato tramite un raccordo di circa 7 km. L'opera sarà completamente interrata e a fine lavori saranno ripristinate le condizioni geomorfologiche delle aree attraversate. Alla fine dei lavori, lungo tutta la fascia interessata, nei terreni agricoli sarà possibile effettuare le normali pratiche colturali mentre nelle altre aree potrà riprendere la crescita della vegetazione erbacea ed arbustiva tipica della zona.

Il metanodotto in progetto ha un diametro nominale di 18 pollici ed una pressione di esercizio di circa 75 bar.

L'opera è stata progettata e verrà realizzata in conformità alla normativa vigente in materia, nello specifico il DM 24/11/1984, ed alle specifiche tecniche nazionali ed internazionali vigenti in materia.

Scelta del punto di allacciamento e criteri progettuali di base del Gasdotto Lato Terra Il metanodotto in progetto, collegherà il punto di approdo della condotta sottomarina con la stazione a terra più vicina nei pressi di Suese del gasdotto della rete nazionale esistente, costituito dal metanodotto di prima specie con DN 500 (20 pollici), di proprietà della società SNAM Rete Gas Italia che transita nei pressi del sito. Sarà inoltre collegato alla locale rete ASA. Prima di collegarsi alla stazione di Suese sarà prevista lungo il tracciato l'installazione di una valvola laterale. Da tale connessione laterale (connessione a T) sarà possibile andare ad alimentare, tramite un gasdotto di circa 3 chilometri, eventuali grossi consumatori di gas presenti nell'area industriale portuale. Per la scelta della localizzazione del tracciato, compiuta nell'ottica di minimizzare l'impatto dell'opera sul territorio e, al tempo stesso, di accelerare il processo di recupero ambientale, sono stati adottati i seguenti criteri:

- collegamento del punto di partenza e arrivo in modo da ridurre al minimo la lunghezza della condotta, compatibilmente con il rispetto del territorio attraversato e con gli utenti da servire, e nel rispetto della sicurezza e norme in vigore;
- mantenimento della distanza di sicurezza dai centri abitati e dalle aree industriali;
- esclusione di attraversamenti di zone a sviluppo urbanistico, esistenti oppure previste dalla Amministrazione del Comune di Livorno;
- percorrenza di aree stabili non interessate da fenomeni di dissesto o da frane;
- riduzione, per quanto possibile, degli attraversamenti dei corsi d'acqua e della rete viaria, ecc.;
- ricerca, per le percorrenza e gli attraversamenti dei corsi d'acqua, di un'ubicazione della condotta in sicurezza, mediante, se necessario, la realizzazione di interventi di difesa e di regimazione idraulica;
- esclusione delle zone di interesse paesaggistico, boschi con alberi pregiati di alto fusto e, comunque, ogni altra situazione in cui i lavori di apertura della pista di lavoro potrebbero arrecare modifiche permanenti al territorio.

Scelta delle alternative del tracciato della condotta del gas Il gasdotto dal punto di approdo posto all'interno della foce del Canale Scolmatore verrà posato all'interno del canale stesso o sulle sue rive in secca. Dopo circa 4 chilometri la condotta uscirà dall'area del Canale e tramite un percorso di circa 2/3 chilometri arriverà passando parallelamente a strade di campagna alla stazione di collegamento di Suese.

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

4.1 Ambiente terrestre

Momento fondamentale dell'evoluzione del progetto è stata la scelta del tracciato del percorso a terra del metanodotto per i suoi evidenti effetti che le alternative poteva ingenerare sull'ambiente e sull'uomo in termini di impatto e di disagi.

I criteri di scelta del tracciato sono stati ispirati a :

1. Minimizzare la lunghezza della condotta mantenendo il più possibile un tratto rettilineo;
2. Garantire la distanza di sicurezza dai centri abitati, infrastrutture civili ed industriali oltre che la distanza di rispetto da zone particolari;
3. Evitare zone di sviluppo urbanistico esistenti e/o previste dagli strumenti urbanistici dei comuni interessati;
4. Ridurre al minimo gli attraversamenti (di corsi d'acqua, di strade e ferrovie);
5. Ridurre le interferenze con altri servizi esistenti;
6. Evitare il passaggio in zone da colture specializzate;
7. Evitare zone a elevato valore ambientale e paesaggistico;
8. Garantire il rispetto della vincolistica;
9. Minimizzare i disagi alla popolazione ed alla mobilità in fase di costruzione.

Sono stati presi in considerazione due ipotesi principali, la prima che, dopo aver lambito la zona industriale, interessa aree ad intenso traffico (SS1 Aurelia); l'altra, più a nord, che si sviluppa lungo il percorso terminale dello Scolmatore dell'Arno, per poi dirigersi, all'altezza dello svincolo di Stagno e lungo il viadotto del raccordo con la SGA FI-PI-LI, verso la stazione del gas della SNAM, in Suese, recapito comunque di ogni tracciato.

L'analisi comparativa dei due percorsi, alla luce dei criteri sopra esposti ha portato a preferire la seconda ipotesi, sulla quale sono stati proposti ed analizzati tre varianti, sicché può affermarsi che il tracciato proposto è stato prescelto valutando quattro alternative.

Il percorso della condotta prescelto è risultato compatibile con i vincoli delle leggi specifiche e normative che disciplinano il settore della costruzione dei metanodotti, con i vincoli ambientali e paesistici, con gli strumenti urbanistici di pianificazione del territorio.

Inoltre il tracciato non va ad interessare le perimetrazioni dell'area ad alta concentrazione di attività industriali di Livorno nord-Collesalveti, né le aree soggette a bonifica, né aree protette o di particolare pregio, né siti archeologici.

Per descrivere le **interferenze sull'ambiente** connesse alla realizzazione dell'opera sono considerate le **azioni** nelle fasi di:

Preparazione del sito

Costruzione

Operatività e manutenzione

Smantellamento e ripristino

in relazione alle **componenti ambientali**:

Aria

Fattori climatici

Acqua

Suolo e sottosuolo

Vegetazione e flora

Fauna

Ecosistemi

Paesaggio e patrimonio culturale

Assetto demografico

Assetto igienico-sanitario

Assetto territoriale

Assetto socio-economico.

Si ritiene che le maggiori interferenze sono individuabili, relativamente alla posa in opera del metanodotto sul continente, nelle fasi dell'approntamento del cantiere e della costruzione della condotta.

In particolare la **fase di preparazione del sito**, che prevede la realizzazione di una pista in corrispondenza del percorso della condotta, provocherà immissioni in atmosfera e rumore a causa dell'operatività dei mezzi, un'occupazione temporanea di aree logistiche a supporto dello stoccaggio delle tubazioni, un danneggiamento della vegetazione golenale, peraltro di scarso valore, un disturbo alla fauna locale. Considerazioni del tutto analoghe possono riproporsi per **la fase di costruzione**, nella quale, in concomitanza soprattutto degli attraversamenti dei corsi d'acqua, si provocherà della torbidità in concomitanza delle operazioni di scavo e posa in opera della tubazione.

La condotta non avrà impatto sul paesaggio, in quanto interrata, né condiziona la morfologia, l'idrologia, la idrogeologia e la pedologia. L'uso del suolo sarà garantito anche nelle zone (piuttosto limitate) di attraversamento di aree coltivate, che potranno continuare ad avere la loro funzione agricola.

Non si ravvedono, inoltre, modifiche al patrimonio culturale, agli assetti sociali, mentre la costruzione avrà un effetto positivo sull'attività lavorativa.

La funzionalità dell'opera non presenta necessità di interventi, o consumi di materie ed energia: anche gli interventi manutentivi sono molto limitati, ed in **fase di esercizio** potranno avvenire limitate immissioni in atmosfera dal funzionamento degli sfiati, o in caso di incidente per rottura o perdite, da fughe di sostanze allo stato aeriforme.

L'analisi sullo stato dell'ambiente si è soffermata con particolare attenzione su:

L'ecosistema del padule della Contessa, che viene lambito dal percorso della condotta nel tratto finale

Le emergenze archeologiche rilevate nella zona, seppur ampiamente distanti dal percorso della condotta

Il suolo e il sottosuolo

L'ambiente idrico

La piccola palude presente nell'area denominata "**la Contessa**", è nel comune di Collesalveti e ha un'estensione di circa 100 Ha. Dal 1982 è destinata a riserva naturale parziale dal Piano Regolatore Generale del Comune di Collesalveti, anche se essendo di proprietà dell'Azienda Suese, è tuttora inaccessibile alla fruizione pubblica. L'Oasi della Contessa, nonostante le dimensioni limitate dello specchio d'acqua (circa 18 ettari) rappresenta un punto di sosta e di svernamento importante per molte specie di uccelli acquatici.

Di origine artificiale, trattandosi di un bacino creato per esigenze di irrigazione agricola, ha subito nel tempo un processo di colonizzazione da parte delle esigenze vegetali tipiche degli ambienti palustri, che hanno riprodotto condizioni naturali favorevoli alla vita di moltissime specie animali, dagli uccelli invertebrati fino ai rettili, anfibi, piccoli mammiferi e uccelli.

Proprio dalla evidente ricchezza naturalistica che nel tempo si è accumulata in questo lembo di zona umida, nasce la candidatura a Sito di Importanza Comunitaria (SIC) sulla base del Regolamento di attuazione della Direttiva "Habitat" 92/43/CEE, D.P.R. 8 settembre 1997 n.357 di cui alla Deliberazione di Consiglio della regione Toscana del 10.11.98 n. 342 "Approvazione siti individuati nel progetto Bioitaly".

L'ipotesi di tracciato della condotta ha rispettato questo sito, non interferendo con l'attraversamento; il metanodotto rientra infatti nella fascia di rispetto del viadotto di collegamento con la SGC FI-PI-LI, non considerata quindi nella perimetrazione dell'istituenda area protetta.

D'altronde i disturbi (rumorosità) che potrebbero essere causati all'avifauna nei giorni della posa della tubazione, sono limitati, e comunque secondari rispetto alla rumorosità connessa ai flussi di traffico dei viadotti stradali.

Nell'intorno della zona di studio, in concomitanza a scavi della SNAM nel 1993 per la posa di un metanodotto in **località Pratini dell'Argin Traverso**, tra le frazioni di Stagno e Guasticce, nel Comune di Collesalveti, sono stati riportati alla luce (ed in seguito a classificazione riscoperti), alcune tracce di un vasto abitato protostorico. Tutti gli studi paleo- ambientali confermano che l'area in quel tempo era interessata da un ambiente lagunare salmastro ben separato dal mare; le strutture vennero probabilmente impiantate sulla sponda di questa laguna.

La zona si trova difatti agli estremi meridionali dell'ex padule di Stagno, a circa 7 km dalla linea di costa attuale, ai margini meridionali della pianura di Pisa, proprio in prossimità dei rilievi di Suese. Le strutture lignee scoperte si estendono, per quanto si è potuto accertare attraverso una serie di saggi operati ai lati della trincea del metanodotto, per una superficie di circa 4.500 mq. Il sito archeologico in località Pratini dell'Argin Traverso, trovasi a notevole distanza dal percorso della nuova condotta del gas, è vincolato dal Ministero per i Beni Culturali ed Ambientali ai sensi della L. 1089/1939.

Il vincolo non è stato posto per una seconda area considerata dal PRG del Comune di Collesalveti, ed inserita tra le "altre aree di interesse archeologico" e denominate "Stagno, Suese, Vallelunga. Quest'area è caratterizzata da piccoli ritrovamenti o segnalazioni con presenza di manufatti preistorici (paleolitico inferiore, medio, superiore, neolitico, età dei metalli) e storici (ellenistico e romano). Il percorso della condotta non interessa nemmeno questa seconda area.

In riferimento al sistema **suolo e sottosuolo**, la realizzazione dello scavo previsto della profondità di circa 1,5 m. dal piano campagna va ad interessare spesso l'interno dell'orizzonte 0 antropico ed altre volte nell'orizzonte 1 costituito da materiale organico recente con sabbie limose. A tal proposito non si ravvedono

particolari problematiche legate ai cedimenti, ma eventualmente un moderatissimo impatto geomorfico durante i lavori di costruzione causato dal rimaneggiamento di questo sia pur modesto spessore, di tipo reversibile e mitigabile con le attività previste per il ripristino dei luoghi.

In sede di progettazione esecutiva si segnala la necessità di prevedere un approfondimento della posa della condotta nella zona d'arenile presso la foce dello Scolmatore dell'Arno, che dovrà essere in sicurezza geomorfologia sia dal regime dei moti del mare che dalle dinamiche di trasporto, erosione e sedimentazione proprio dei deflussi del Canale dello Scolmatore; sono infatti ipotizzabili nel futuro dei lavori tesi all'eliminazione dell'interrimento della foce del Canale

Sotto il profilo sismologico, la condotta sarà progettata tenendo conto della classe di sismicità del comune di Livorno (Classe 3); tuttavia riteniamo utile segnalare una certa discontinuità tra lo sviluppo della condotta che attraversa terreni alluvionali, palustri e di colmata con i terreni appartenenti al Terrazzo. Proprio questa discontinuità rappresenta a nostro avviso un elemento di delicatezza di cui dovrà tenersi conto ipotizzando una maggiore elasticità strutturale nel tratto di passaggio laterale tra le diverse formazioni.

Riguardo alla parte **idraulica ed idrogeologica**, sotto il profilo della sicurezza idraulica riteniamo l'opera proposta ininfluente ad eccezione del momento della sua costruzione in cui gli scavi dovranno essere predisposti in modo da non far perdere solidità e consistenza idraulica alle bancate e agli argini di pertinenza del Canale dello Scolmatore lungo i quali è previsto lo stendimento della condotta.

Anche rispetto agli attraversamenti idraulici, non si ravvisano problematiche particolari di riduzione di sezione idraulica od altro poiché l'attraversamento avverrà al di sotto dell'attuale fondo alveo. Riteniamo tuttavia che per un discorso di sicurezza nelle fasi di manutenzione e possibili escavi della parte terminale del Canale dei Navicelli debba essere concordata con l'Autorità competente la quota al di sotto del fondo alveo attuale su cui poggiare la condotta.

In ultima analisi non dovranno essere trascurate in fase di costruzione, le condizioni in cui si troveranno gli scavi; infatti l'elevato stato di saturazione dei terreni e talvolta la presenza della lama d'acqua in superficie lascia ipotizzare la presenza di acqua durante l'alloggiamento nello scavo della condotta.

Sono stati ritenuti non soggetti ad impatti significativi le componenti ambientali aria e rumore (limitati ai momenti di realizzazione dell'opera), paesaggio, assetto territoriale e socio-economico.

Gli impatti evidenziati sono per lo più relativi alle fasi di approntamento del cantiere e della realizzazione dell'opera; per queste sono state proposti interventi di **mitigazione e monitoraggio** per la minimizzazione degli effetti e dei disagi.

Essendo la condotta interrata, particolare attenzione sarà posta al ripristino dello scavo e delle aree di pertinenza che sono state interessate dalla operatività dei mezzi.

Pertanto le specifiche operative sulle **modalità di svolgimento dei ripristini** costituiscono le buone norme atte a garantire la mitigazione dell'intervento, in maniera da riportare lo stato dei luoghi allo stato originario, nel più breve tempo possibile. In questa maniera gli impatti della costruzione saranno limitati al solo periodo dei lavori, ed i segni delle operazioni e quindi della presenza del metanodotto, tenderanno a scomparire piuttosto rapidamente.

Il tracciato della tubazione interessa aree coltivate, aree con vegetazione spontanea e ripariale, corsi d'acqua, e manufatti quali argini e strade.

Le *aree coltivate* di un qualche valore agronomico sono riconducibili ad un brevissimo tratto tra la rampa di raccordo con la SGC FI-PI-LI e la strada che conduce alla stazione SNAM del gas, nella parte finale del tracciato, nella tenuta di Suese. In questo caso, nella fase di ritombamento del tubo, si avrà cura di eliminare eventuali materiali litoidi presenti, ripristinando il terreno agricolo inizialmente asportato ed accuratamente provvisoriamente stoccato. La riprofilatura avverrà ricostruendo la profilatura preesistente.

Buona parte del percorso del metanodotto interessa *zone con vegetazione spontanea e ripariale*, lungo lo Scolmatore dell'Arno e i suoi affluenti terminali in riva sinistra; tali canali e le sponde non sono rivestite e quindi è presente una vegetazione e una fauna tipica degli ambienti umidi. Ricoprendo i cavi con il materiale di scavo inizialmente asportato, ed avendo cura di posizionare nella parte superiore la cotica erbosa preesistente, in breve potrà ricostruirsi lo stato iniziale. Tuttavia, qualora possano evidenziarsi difficoltà di ripristino del manto erboso (è prevista l'ispezione –monitoraggio- in seguito alle operazioni di ricoprimento degli scavi), è possibile aiutare la ricostruzione della cotica erbosa con specie erbacee ad apparato radicale sviluppato e fascicolato, possibilmente rizomatoso, anche al fine di diminuire i fenomeni di erosione nei punti critici.

Il progetto prevede l'attraversamento di alcuni *piccoli corsi d'acqua*, mediante posizionamento della condotta, sempre interrata, opportunamente sagomata. Ciò comporta lo scavo in alveo, che avverrà con la massima attenzione, onde limitare la dispersione di fango con conseguente temporanea torbidità.

Al proposito si rileva che le informazioni disponibili circa la qualità delle acque dello Scolmatore sottolineano un rilevante inquinamento industriale e civile, inquinamento tanto più marcato quanto più ci si allontana dalla foce; la metodologia del C.I. indica una qualità delle acque che varia tra sufficiente e mediocre.

Il maggiore contributo al degrado della qualità delle acque deriva dai parametri COD e Conducibilità; inoltre il parametro Coliformi totali rimane sempre ben oltre i limiti naturali, con notevoli oscillazioni dei valori, sia da stazione a stazione (evidentemente in conseguenza di immissioni fortemente inquinanti immediatamente a monte della posizione considerata); per il Canale Scolmatore d'inverno, forse in conseguenza di un maggiore carico inquinante in tale stagione.

L'opera non porterà pregiudizio alcuno alla sezione idraulica, né alle caratteristiche di deflusso, e i punti delle sponde interessate dall'attraversamento saranno riprofilati come in origine, anche se in alcuni casi potrà essere necessario piccoli interventi di protezione spondale onde assicurare la stabilità della condotta e delle sponde. Tali interventi, quando necessari, faranno riferimento a tecniche di ingegneria naturalistica.

Infine la condotta interesserà, in situazioni limitate, *manufatti stradali*, anche se il tracciato individuato intercetta i principali (autostrada, SGC FI-PI-LI, SS1 Aurelia, strade provinciali) in corrispondenza di svincoli sopraelevati e viadotti. Tale situazioni non creano situazioni di conflitto al percorso sotterraneo della tubazione. In ogni caso si provvederà al ripristino di eventuali servizi o opere esistenti.

In estrema sintesi si può concludere che l'attento esame del territorio e dell'ambiente svolto in concomitanza delle diverse ipotesi (4) per la scelta del tracciato ottimale, è risultata la migliore garanzia di prevenzione degli impatti sui sistemi ambientali interessati. Peraltro una buona conduzione dei lavori di costruzione costituisce, nel caso specifico, condizione indispensabile per evitare e/o mitigare effetti sui sistemi suolo,

acque, vegetazione e fauna, che appaiono essere i "bersagli" potenzialmente interessati, comunque da impatti con caratteristiche di veloce reversibilità.

4.2 Ambiente Marino

Inquadramento fisico dell'area

L'area di studio presenta un andamento batimetrico decisamente disomogeneo per la presenza di una zona di bassi fondali caratterizzata dalle Secche della Meloria, che si estendono per circa 30-40 Km² con una profondità che varia da 20-25 m fino a 2-3 m. In particolare il limite orientale verso la costa degrada uniformemente fino a raggiungere fondi fangosi a circa 10 m di profondità; il fondale tende poi a risalire gradualmente fino ad arrivare alla linea di costa, formando quindi un vero e proprio canale largo 1 Km e lungo 6-7 Km. A nord-ovest le Secche presentano una forma allungata ricoperta alternativamente da sedimenti organogeni fino a circa 17 m di profondità, nella Secca di Fuori, oltre la quale il fondo risale costantemente fino all'area di ubicazione del terminale in progetto. Il limite nord della Secca corrisponde al faro (detto ship-light) con una profondità di 8 m che raggiunge i 20-25 m dove inizia un fondale fangoso che si estende verso nord e verso il litorale.

Elementi di pregio

Santuario dei Cetacei. Nel triangolo marino compreso fra le coste ligure, corsa e provenzale sono presenti, in numero consistente, capodogli e balenottere comuni, delfini, grampi, globicefali, all'interno di un ecosistema pelagico di notevole ricchezza specifica e che presenta condizioni di temperatura ed alimentazione ottimali.

Secche della Meloria. L'area marina denominata Secche della Meloria risultava inserita tra le venti aree di reperimento elencate nella legge 979/82 "Disposizioni per la difesa del mare" che prevedeva l'istituzione di Riserve Marine. Poiché nella Secca non sono state rilevate risorse naturali a *valore eccezionale* tale da giustificare una riserva integrale, è stata proposta recentemente l'istituzione di una **ZONA DI TIPO 2** per tutta l'area con all'interno una piccola area da destinare a **ZONA DI TIPO 1**.

Componenti ambientali di potenziale interesse

Sulla base delle indicazioni provenienti dal quadro di riferimento programmatico, che analizza le relazioni del progetto con gli strumenti di pianificazione territoriale o di settore in vigore o in fase di attuazione e dal quadro di riferimento progettuale, che analizza il progetto in relazione al suo inserimento nel territorio, evidenziando i potenziali fattori di impatto, le attività e le risorse indotte, e con riferimento alla normativa vigente, in particolare agli allegati I e II del DPCM 27 dicembre 1988 "Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui l'art. 6 della legge 8 luglio 1988 n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del DPCM 10 agosto 1988 n. 377" sono state individuate le principali componenti ambientali interessate da un'opera come quella proposta (terminale galleggiante off-shore e tubazioni sottomarine).

Risulta interessante osservare che le componenti "atmosfera", "salute pubblica" e "radiazioni ionizzanti e non ionizzanti" non risultano significative né in fase di costruzione né in fase di esercizio dell'opera pertanto non verranno prese in considerazione.

Per un'analisi completa ed organica che la realizzazione del gasdotto proposto può esercitare vengono descritte tutte le azioni dell'intero progetto ed analizzati i relativi impatti sulle componenti ambientali interessate.

Risulta opportuno distinguere due fasi principali: la fase di costruzione delle strutture a mare e la fase di esercizio. Durante la prima si verificano principalmente effetti ambientali di tipo acuto e transitorio (circa 2 settimane), mentre la seconda è caratterizzata soprattutto dai processi di progressiva compensazione dei vari impatti indotti dalla costruzione.

Dall'esame del quadro progettuale le interazioni con la componente "vegetazione flora e fauna" sono state ritenute significative soltanto le opere a mare relative al terminale galleggiante ed alla tubazione sottomarina; per la componente "ecosistemi" sono stati analizzati sia gli ambienti terrestri che marini. Le considerazioni conseguenti sono trattate nell'analisi della componente "ambiente terrestre" e "ambiente marino".

Le componenti ambientali interessate dalla realizzazione e dall'esercizio dell'opera sono le seguenti:

- *ambiente marino*, per gli effetti correlati all'ancoraggio sul fondo marino del terminale tramite 6 ancore e relative catene ed alla realizzazione delle tubazioni sottomarine.

In particolare, durante la fase di costruzione delle strutture a mare si osserverà il fenomeno dell'intorbidimento delle acque.

- *morfodinamica costiera*, in rapporto alle possibili interferenze delle opere provvisorie (es. moletti di approdo in sabbia di circa 20 metri, se necessari per la posa delle tubazioni). In relazione alla natura dei fondali presenti nell'area interessata per lo scavo della trincea sottomarina per la posa degli oleodotti, non sono attesi effetti sulla morfodinamica costiera.
- *Suolo e sottosuolo*, in rapporto principalmente agli aspetti relativi all'"uso del suolo", fornendo elementi in merito alla compatibilità del percorso delle tubazioni sia a mare che a terra. Lo svolgimento delle attività di cantiere previste dal progetto comportano una occupazione transitoria di suolo a terra, identificato in un'area all'interno dell'area portuale. Per quanto riguarda il fondale marino in corrispondenza della trincea, oltre al fondale occupato dalla trincea stessa, è necessario considerare una ulteriore fascia per il provvisorio deposito di materiali di scavo, che verrà poi riutilizzato per la ricopertura delle tubazioni
- *Rumore e vibrazioni*, soprattutto per l'aspetto rumore connesso alla sola fase di posa delle tubazioni a mare e dell'installazione delle sei ancore e relative catene. Si deve sottolineare che i tubi verranno cianfrinati nell'apposita area posta all'interno della zona portuale, per cui durante l'installazione della condotta a bordo della nave posatubi si salderanno solamente i tubi.
- *Paesaggio*, in rapporto ai possibili effetti della presenza dell'opera posta a 12 miglia dalla costa, relativamente alle caratteristiche percettive sia dalla costa che dai natanti in transito.

Aspetti sedimentologici ed oceanografici

Nella maggior parte dell'area il fondale è costituito da una superficie relativamente piatta, inclinata verso occidente. Nella parte meridionale, coincidente con l'area di studio, questa morfologia semipianeggiante è complicata dalla presenza di importanti elementi geomorfologici quali le Secche della Meloria .

I sedimenti che si accumulano sulla piattaforma continentale derivano dal materiale trasportato dai fiumi dalle terre emerse vicine, prodotti *in situ* dagli organismi, creati dall'attività dell'uomo ecc.

Da uno studio recente è stato possibile determinare la classificazione granulometrica di un'area di circa 3 chilometri quadrati lungo un tratto di costa di circa 6 km nella zona a sud di Tirrenia (Pisa), a profondità comprese tra 2 e 4 m. Le percentuali di sabbia media (0,3 – 1 mm), sabbia grossa (1 – 2 mm) e ghiaia fine (< 2 mm) non variano molto lungo tutto il tratto di costa e si attestano attorno all'1 – 2%. Oltre il 95% del sedimento è composto da limo (< 0,075 mm) e sabbia fine (0,075 – 0,3 mm). La sabbia fine aumenta passando dalle zone Nord a quelle Sud (da circa il 79% al 88%) e diminuisce passando da 2 a 4 m di profondità (dal 87% al 61%). Inversamente il limo diminuisce passando da Nord a Sud (dal 17% al 8%) e aumenta passando da 2 a 4 m di profondità (dal 9% al 16%).

La qualità delle acque della porzione marina che include il paraggio interessato dal gasdotto in progetto, è influenzata principalmente dagli apporti dei principali fiumi e torrenti che sfociano in quest'area contenenti il carico tossico complessivo degli scarichi provenienti dagli impianti di depurazione, sia civili che industriali. La salinità che non mostra variazioni rilevanti.

La percentuale di Ossigeno disciolto mostra un massimo in corrispondenza della fine delle fioriture algali primaverili. Per quanto concerne il contenuto di ossigeno disciolto nelle acque occasionalmente si verificano delle fioriture di fitoplancton e anche di alghe potenzialmente tossiche senza però che sia mai stata rilevata una presenza significativa di tossine nei bivalvi e nei pesci. Sia i nitriti che i nitrati presentano i massimi di concentrazione in inverno.

Un importante indicatore di qualità delle acque costiere è lo stato trofico (Indice TRIX, D. lgs 152/99). Le stazioni a nord del Porto di Livorno presentano un indice TRIX situato tra il mediocre e il buono, con la stazione situata in prossimità della Foce del fiume Arno che presenta valori al limite dello scadente.

Biocenosi bentoniche

Nel tratto di costa toscana compreso tra il Gombo e Antignano, sulla base delle Biocenosi presenti, sono riconoscibili 2 ecotipi fondamentali 1) Secche della Meloria – Isola di Gorgona 2) fondali del tratto antistante il litorale tra le foci del Fiume Arno e della Magra. La Testa di tramontana rappresenta il limite settentrionale della Secca oltre il quale degrada su un fondale che ospita la biocenosi del Detritico Infangato.

Oltre i cento metri di profondità, in concomitanza con fenomeni di infangamento, il Detritico Costiero viene sostituito dal Detritico Infangato che si instaura su sedimenti composti da una matrice di fango sabbioso o di sabbia fangosa con elementi grossolani.

Più a nord, nel secondo ecotipo, dominano le coste basse sabbiose legate a pianure alluvionali costiere e, sulla platea sedimenti terrigeni a tessitura più o meno fine. I popolamenti biologici sono principalmente riconducibili alla seriazione evolutiva SFBC-VTC (Biocenosi delle Sabbie Fini Ben Classate – Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri). Quest'ultima viene sostituita dalla Biocenosi dei Fanghi Batiali sulla scarpata continentale. Gli apporti fluviali in questa zona marina originano una situazione di disequilibrio sedimentario che comporta un'irregolare seriazione SFBC-VTC. Essa si presenta, infatti, come un mosaico di facies differenziate presumibilmente non in equilibrio con i fattori edafici e climatici della zona.

La Biocenosi delle Sabbie Fini Ben Classate occupa la fascia infralitorale instaurandosi da pochi metri di profondità fino a circa 15-20 metri su sedimenti costituiti prevalentemente da sabbie fini a classatura omogenea, talvolta leggermente infangati. In prossimità della Foce d'Arno il popolamento mostra evidenti segni di impoverimento a testimonianza di uno stato di perturbazione dell'area. A circa 25 metri di profondità iniziano i Fanghi Terrigeni costieri facies a forme pivotanti. Questa facies, nota anche come fanghi compatti, indica una situazione di sedimentazione lenta caratterizzata dalla presenza di forme sessili. Nella transizione VTC Fanghi Batiali (VB) che si instaura a circa 150 di profondità sono presenti i fanghi a *Leptometra phalangium*. I Fanghi Batiali presentano un popolamento poco diversificato.

Caratterizzazione dei popolamenti demersali e dell'attività di pesca

L'area di studio è stata ed è attualmente oggetto di una serie di ricerche che hanno avuto lo scopo di caratterizzare qualitativamente e quantitativamente il popolamento demersale dell'area e di valutare l'attività di pesca professionale esercitata su di esso.

Nella fascia più costiera dell'area in oggetto, fino ad un massimo di 40 m di profondità, e in prossimità delle Secche della Meloria risulta particolarmente sviluppata la pesca artigianale, condotta principalmente con reti da posta fissa, come tramagli e reti ad imbrocco. La flottiglia artigianale che esercita la pesca in quest'area appartiene quasi esclusivamente alla marineria del porto di Livorno ed è rappresentata, secondo l'ultimo censimento, da circa 60 imbarcazioni.

Sebbene l'area di pesca della flotta artigianale sia abbastanza estesa le caratteristiche della maggior parte delle imbarcazioni determinano una concentrazione dello sforzo di pesca nelle aree limitrofe al porto. In particolare, questa flottiglia frequenta l'area a nord del porto, che presenta bassi fondali prevalentemente sabbio-fangosi fino alla profondità di circa 40 m. Tale zona risulta estremamente importante per quest'attività di pesca per gli elevati rendimenti di specie commerciali di alto valore economico che si catturano abbondantemente in alcuni periodi dell'anno.

L'area in questione risulta particolarmente importante per il tramaglio, l'attrezzo più utilizzato dalla marineria Livornese (oltre l'80% delle imbarcazioni). La composizione specifica delle catture operate con le tre reti da posta da parte della marineria livornese nel corso del biennio 1999 – 2000 è caratterizzata da un'elevata diversità; nonostante ciò, gran parte dei rendimenti di pesca sono a carico di un numero ristretto di specie che possono essere definite bersaglio per i differenti tipi di rete utilizzati. Particolarmente importanti per il tramaglio risultano la seppia, il polpo di scoglio, la mormora, le triglie e la sogliola.

Tra le pesche speciali della pesca artigianale, nell'area in oggetto nel periodo invernale opera un sensibile numero di imbarcazioni con la sciabica per la cattura del rossetto. Tale attività è limitata alla zona costiera esterna alle Secche della Meloria ed a profondità massime di 20 m.

L'area di studio è oggetto di un intenso sfruttamento anche da parte delle imbarcazioni operanti con reti a strascico di fondo. Oltre le tre miglia dalla costa a profondità maggiori di circa 15 m svolgono la loro attività le imbarcazioni della flottiglia di Livorno che conta 27 pescherecci. Su tali fondi operano un certo numero di imbarcazioni con porto base a Viareggio. Sebbene le strascicanti di Viareggio esercitino la loro attività prevalentemente a nord-ovest del porto fino a 400 - 500 m di profondità, con una zona di maggior

concentrazione sui bassi fondali della piattaforma continentale, una parte della flotta esercita la pesca sui fondi dell'area oggetto di indagine fino all'Isola di Gorgona.

E' stato stimato che nel sito di studio un'imbarcazione a strascico della marineria viareggina effettua in media 4 giornate di pesca su di un totale di circa 150 uscite annuali. Per quanto riguarda la marineria a strascico di Livorno le stime della distribuzione spaziale dello sforzo di pesca, riferite al biennio 1987-88, evidenziano che il sito di indagine non rientra tra le zone maggiormente sfruttate da questa flotta. Per quanto riguarda il sito di indagine, questo risulta interessato principalmente da imbarcazioni che operano con rete volante, mentre quelle che utilizzano la tartana e il rapido pescano solo sporadicamente su questo fondale.

Indagini sperimentali con reti a strascico commerciale hanno permesso di caratterizzare la cattura con tale tipo di attrezzo a varie profondità nell'area in questione. Sui fondali compresi tra 10 e 20 m di profondità sono state rinvenute un totale di 76 specie (9 cefalopodi, 6 crostacei e 61 pesci) per la maggior parte tipiche del popolamento demersale di fondi fangoso-sabbiosi della fascia costiera.

Nello strato batimetrico 30 - 45 m la composizione specifica è risultata costituita da specie tipiche di fondi sabbio-fangosi comunemente presenti a tali profondità. In totale sono state campionate 54 specie suddivise tra pesci (30), crostacei (15) e cefalopodi (9).

A maggiori profondità, nell'intervallo batimetrico compreso tra 100 e 129 m, sono state effettuate alcune cale sperimentali negli scorsi anni. La composizione specifica della cattura è risultata tipica di organismi del popolamento demersale appartenente ai fondi fangosi della piattaforma continentale. Il fondale indagato presenta le caratteristiche del detrito con abbondante presenza del crinoide *Leptometra phalangium*, specie tipica dei fondali del Mediterraneo Occidentale compresi tra 100 e 130 m di profondità. Tra le specie catturate sono risultate particolarmente abbondanti il triglide *L. cavillone*, il serranide *S. hepatus* ed il cefalopode *E. cirrhosa*, tutte specie tipiche di questa fascia batimetrica. Su questi fondali sono presenti, seppur con minore abbondanza, altre specie di notevole importanza commerciale come il nasello, *M. merluccius*, la triglia di fango, *M. barbatus*, la rana pescatrice, *L. budegassa*, e il gattuccio, *S. canicula*.

Nell'area in oggetto, inoltre, esercitano la pesca imbarcazioni che utilizzano il "rapido" e le reti a circuizione. Il rapido viene attualmente impiegato da due imbarcazioni della marineria di Viareggio. Tali imbarcazioni possono effettuare alcune cale nell'area su fondali compresi tra 30 e 40 m per la cattura di sogliole, seppie e razze. Le reti a circuizione vengono utilizzate da una decina di imbarcazioni della flotta livornese e da altrettante provenienti dalla marineria viareggina. Questo sistema di pesca viene esercitato su fondali fino a 100 m anche se l'interazione con il fondo è limitata trattandosi di reti operanti principalmente nella colonna d'acqua e rivolte alla cattura di pesce pelagico principalmente acciughe e sardine.

Le ricerche condotte sulle risorse demersali oggetto di pesca a strascico hanno inoltre permesso di identificare le aree di concentrazione degli esemplari giovani (nursery areas). In prossimità del sito di indagine compaiono sui fondi pescabili a partire dai mesi primaverili grosse concentrazioni di esemplari giovani di *E. cirrhosa* che si concentrano su fondali tra 50 e 150 m.

Un altro particolare tipo di pesca caratteristico dell'area interessata dal progetto è la pesca al cannolicchio (*Solen marginatus*); mollusco bivalve appartenente all'ordine Chamidae (famiglia Solenidae) molto abbondante lungo la costa toscana dalla foce dello Scolmatore d'Arno fino a Tirrenia.

Questo tipo di pesca viene effettuato manualmente per mezzo di un'asta metallica comandata da un subacqueo dotato di attrezzatura A.R.A.. Nel Compartimento Marittimo di Livorno sono forniti di licenza circa dieci pescatori subacquei professionisti, che operano principalmente nella zona a sud di Tirrenia (Pisa), per un tratto di costa lungo circa 6 km. La pesca viene svolta a profondità comprese tra i 2 e i 4 m e, quindi, la zona interessata da quest'attività risulta essere complessivamente di circa 3 chilometri quadrati.

Da recenti indagini sulla presenza di mammiferi marini e loro rotte di spostamento, si può affermare che tra la Foce del Serchio e le Secche della Meloria si concentrano il maggior numero di osservazioni di branchi di tursiopi ad una batimetria compresa tra 30 e 80 m (5 e 12 miglia dalla costa). Tali avvistamenti sono costanti durante l'anno con riunioni in gruppi più numerosi in primavera ed estate, stagioni che corrispondono al periodo degli accoppiamenti e dello svezzamento. Dalle osservazioni condotte tra il 1997 e il 2002 gli avvistamenti di balene (*Balaenoptera physalus*) sono risultati occasionali e sporadici.

Considerazioni conclusive

I dati disponibili sull'area in esame sulla qualità delle acque, le componenti planctoniche, le biocenosi bentoniche e le risorse demersali indicano che l'ecosistema marino locale è influenzato principalmente da rapporti provenienti dall'area portuale di Livorno e dai corsi d'acqua, principalmente del fiume Arno.

Per quanto riguarda la zona di ubicazione del terminale galleggiante non sono segnalate particolari biocenosi bentoniche; si ricorda che tale zona è stata utilizzata nel passato come area di sversamento dei sedimenti del porto di Livorno. Per quanto riguarda la zona di ubicazione del terminale galleggiante non sono segnalate particolari biocenosi bentoniche; si ricorda che tale zona è stata utilizzata nel passato come area di sversamento dei sedimenti del porto di Livorno. Studi condotti nel settembre 1996 prima delle operazioni di sversamento avevano rivelato che l'area era colonizzata da un popolamento povero in specie, dominato da Anellidi Policheti. Le specie maggiormente diffuse erano *Marphysa bellii* e *S. scutata*. Fra i crostacei, *G. rhomboides* risultava la specie più ampiamente distribuita, sebbene presente con un modesto numero di individui. Parallelamente *Nucula nitidosa* e *Leptometra phalangium* erano le specie più diffuse fra i molluschi e gli echinodermi.

Da un punto di vista bionomico, il conteggio faunistico, annoverava elementi appartenenti a diverse biocenosi tipo. Tuttavia, quella dominante è risultata la Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri (VTC) alla quale appartiene un numero consistente di specie fra le quali *Goniada maculata*, *Trachythyone tergestina*, *Labodoplax digitata*, oltre alle già citate *S. scutata* e *G. rhomboides*. Merita, inoltre, sottolineare la presenza di numerose specie indicatrici di materia organica (MO) quali *Corbula gibba*, *Amphiura filiformis*, *Notomastus aberans*, *Aphaelochaeta marioni*. L'anno successivo, un'indagine di monitoraggio aveva mostrato un generale impoverimento delle comunità bentoniche. Inoltre, l'incremento delle specie misticole era stato interpretato come uno stato generale di instabilità del popolamento. La medesima indagine aveva anche messo in risalto l'elevato numero di specie indicatrici (*Lumbrineris latreilli*, *Glycera rouxii* e *C. gibba*).

I monitoraggi protratti per i due anni successivi (1998 - 1999) non hanno evidenziato particolari segni di stress ad eccezione di una riduzione della ricchezza del popolamento.

Per quanto riguarda l'area marina interessata dalla rotta del gasdotto è caratterizzata dalle biocenosi delle sabbie fine ben classate fino a circa 25 m di profondità, dalle biocenosi a fanghi terrigeni costieri *facies* a forme pivotanti fino ai 50 m di profondità oltre i quali si rinvergono le biocenosi dei fanghi terrigeni costieri. L'approdo a terra del gasdotto insiste in una zona con linea costiera artificiale a difesa delle opere portuali. Andrà indagata l'eventuale presenza di fanerogame marine lungo il tracciato del gasdotto fino alla batimetrica dei 50 m.

Nel complesso le biocenosi descritte corrispondono a quelle di habitat analoghi del Mediterraneo Occidentale e, al di fuori dell'area delle Secche della Meloria, non è stata riscontrata la presenza di specie particolarmente interessanti. Anche i popolamenti ittici non presentano situazioni diverse da quelle tipiche della piattaforma continentale delle coste occidentali dell'Italia.

Analisi degli effetti dell'opera proposta

L'analisi dell'impatto che la messa in opera del terminale galleggiante e del gasdotto può esplicare sulle comunità biologiche marine deve essere considerato per le due fasi principali che caratterizzano la realizzazione del progetto: la fase di posizionamento del terminale galleggiante e dell'interramento del gasdotto e la successiva fase di esercizio delle strutture.

Nella prima fase si possono verificare effetti ambientali di tipo acuto e transitorio della durata di due settimane; nella seconda fase i processi saranno principalmente di compensazione dei vari impatti prodotti dalla fase di costruzione.

Fase di costruzione

Le attività previste che possono indurre diversi effetti sulle biocenosi marine dell'area interessata durante questa fase sono quelle dell'interramento del gasdotto, specialmente nel tratto costiero terminale che prevede la messa in opera di palancole per circa 100m, il movimento di navi per il trasporto dei tubi e delle ancore e la posa di 6 ancore e relative catene per l'ancoraggio del terminale galleggiante.

Di seguito sono elencati gli effetti previsti:

a) Effetti delle attività per l'interramento del gasdotto

L'intorbidamento della colonna d'acqua per le operazioni di scavo, accantonamento e ricoprimento della trincea, la rumorosità subacquea prodotta dai macchinari e dai navigli utilizzati per l'escavazione e la sottrazione di tratti di fondale marino ai popolamenti bentonici, sono le principali interferenze potenziali di queste attività. L'interramento del gasdotto, avverrà ad una profondità di circa 1 m sopra la generatrice superiore del tubo. In questo caso la sottrazione di spazio alle comunità bentoniche riguarderà esclusivamente il percorso del tracciato per una larghezza di circa 5 m. Si può ritenere quindi che tale sottrazione sia compatibile con la conservazione della biocenosi locali.

Le comunità bentoniche, infatti, essendo costituite da organismi sessili o comunque dotati di scarse capacità di movimento, risentono direttamente dei cambiamenti dell'ambiente circostante dando risposte sito-specifiche. Nel caso in esame le operazioni di escavo, oltre a sottrarre un limitato spazio alle specie suddette, provocano fenomeni, più o meno estesi, di intorbidimento della colonna d'acqua. Poiché le operazioni interesseranno fondi mobili si prevede che si verifichi localmente la risospensione delle componenti più fini

del sedimento. Queste alterazioni influiranno sulle comunità bentoniche con effetti prevalentemente sui filtratori con conseguente variazione del rapporto filtratori/detritivori.

Si prevede che le operazioni di rimozione e rideposizione dei sedimenti possano favorire, in particolare nelle zone di accumulo di sedimento, la colonizzazione degli opportunisti ossia delle specie a piccola taglia ed a rapido turn-over in grado di sfruttare rapidamente, più che con grande efficienza le risorse disponibili.

Il maggior cambiamento sarà causato dalla permanenza *in situ* del terminale galleggiante e delle ancore e relative catene per l'ormeggio permanente. Entrambi, infatti, rappresenteranno una zona di aggregazione per alcune specie ittiche ed un substrato duro artificiale che verrà utilizzato come sito di insediamento di larve planctoniche.

Ancora minori saranno le alterazioni conseguenti alla posa del gasdotto. In questo caso i fenomeni di risospensione saranno minimi.

Anche per quanto riguarda le attività di pesca in questa fase si verificherà la sottrazione di una limitata superficie a carico della piccola pesca costiera

b) Effetti del movimento del naviglio

Il posizionamento e l'ormeggio permanente del terminale galleggiante, le attività di superficie e subacquee necessarie all'installazione dei sistemi di ancoraggio, tutte le operazioni di posa del gasdotto eseguite dal naviglio specializzato per l'interramento, produrranno un incremento della rumorosità subacquea locale. Sono noti gli effetti delle perturbazioni sonore sugli animali marini, che possono alterare il loro comportamento e la loro biologia. Nella zona in esame la rumorosità di fondo è causata dall'idrodinamismo naturale, dal transito dei natanti da pesca e da diporto e dal traffico marittimo in genere. Nella fascia costiera stagionalmente si assiste ad un incremento della rumorosità dovuto alla presenza balneare antropica. Le attività previste dal progetto in questa fase, aumenteranno il livello di rumorosità subacquea solo nelle limitate aree di intervento per 2 settimane di tempo. Si ritiene pertanto che questo tipo di perturbazione fluttuante e temporanea comporterà un limitato effetto sulla comunità biologica del tutto trascurabile e completamente reversibile.

Al fine di tutelare l'ambiente marino è opportuno che le attività di movimentazione dei fondali marini siano effettuate in modo da mitigare gli effetti perturbativi che si vengono a creare. Questa situazione di alterazione permane fino a che, con la diluizione, non si stabiliscono nuove forme di equilibrio nella colonna d'acqua ed il particolato fine non è decantato sul fondale. L'immissione di eventuali contaminanti dei sedimenti nell'ecosistema è un aspetto da valutare attentamente.

Gli effetti di questi impatti sono generalmente limitati nel tempo e interessano comunque un'area relativamente piccola. L'impatto che può avere l'escavo della trincea per la posa della condotta si presume quindi abbastanza modesto.

Indagini specifiche sono previste dalle normative vigenti:

D.M. 24 gennaio 1996 (allegato B/2) del Ministero dell'Ambiente inerente le direttive per le attività istruttorie per gli interventi comportanti movimentazione di materiali in ambito marino (posa di cavi e condotte, costruzione di moli ecc.).

D. Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 inerente le disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento ed in particolare l'Articolo 35 riguardante "*l'immersione in mare di materiale derivante da attività di escavo e attività di posa in mare di cavi e condotte*".

Fase di esercizio

In questa fase gli effetti conseguenti alla risospensione del sedimento andranno minimizzandosi. I sedimenti movimentati nella fase di costruzione andranno incontro a dei processi di *recovery* sebbene le nuove comunità potranno presentare composizione e struttura differenti da quelle precedenti.

Più evidenti potranno essere i cambiamenti conseguenti all'immissione in mare di manufatti antropici estranei all'ecosistema marino. Le ancore, relative catene, condotta verticale discendente offriranno un nuovo substrato per l'insediamento di biocenosi di fondo duro. Queste a loro volta rappresenteranno una nuova fonte di cibo per le specie ittiche che pertanto potranno raggiungere localmente densità maggiori.

Gli effetti sull'eventuale presenza di praterie di fanerogame marine in questa fase saranno nulli.

Per quanto riguarda gli effetti del movimento del naviglio occorre considerare: lo stazionamento permanente del terminale galleggiante, la presenza di navi metaniere con una frequenza di circa 40 unità l'anno, la presenza permanente nelle acque circostanti il terminale di una nave appoggio e gli eventuali mezzi per i normali collegamenti con il porto di Livorno. A questo proposito possono valere le considerazioni riportate per la fase di costruzione.

Durante la fase di esercizio è previsto che il sistema di vaporizzazione costituito da scambiatori di calore impiegherà acqua di mare per il riscaldamento del GNL. L'acqua di mare subirà un raffreddamento e quindi sarà sversata nell'ambiente marino con una differenza termica negativa di circa 7 °C. Per il posizionamento della presa d'acqua e del successivo sversamento è stato elaborato un modello a getto, sulla base dei dati tecnici progettuali, con approfondimenti riguardanti la dispersione del flusso d'acqua, i tempi di riequilibrio della temperatura, l'individuazione del termoclino stagionale, i profili verticali della temperatura e le conseguenze di tale situazione sugli organismi marini della colonna d'acqua.

Dai dati di progetto risulta che la velocità dell'acqua scaricata è di circa 2,83 m/sec, mentre la corrente marina è di bassa intensità e perpendicolare allo scarico. L'alta velocità dello scarico indica un regime a getto, con mescolamento turbolento.

I risultati del modello hanno mostrato che l'isoterma dei 3 °C è confinata, entro i 10 metri dallo scarico, con una larghezza massima di circa 2 m. L'isoterma di 1 °C, che indica, nella pratica, la perturbazione nel suo totale, non scende sotto i -45 m e non supera la distanza di 5 m dall'asse dello scarico. È da considerare le condizioni estremamente conservative imposte nel modello.

Per quanto riguarda gli effetti sugli organismi marini si può ritenere che quelli pelagici, nectonici e bentonici non avranno interferenze. Per gli organismi planctonici non sono noti gli eventuali effetti di un raffreddamento delle acque, mentre sono stati studiati in numerosi casi gli effetti dell'immissione di acque riscaldate. Si ritiene pertanto che, in considerazione della limitata area di influenza del fenomeno, studiata con un modello di dispersione termica, gli effetti sul plancton siano di entità non significativa.

I fondali in prossimità del sito prescelto per l'installazione del terminale galleggiante sono frequentati da imbarcazioni che praticano la pesca a strascico; quest'area è anche interessata, anche se in maniera

saltuaria, dalla pesca praticata con imbarcazioni con rete a circuizione. Queste attività di pesca interessano anche il tratto di mare preposto per la posa della condotta di trasporto del gas a terra, dal sito di installazione della piattaforma fino alla batimetria di circa 50 m, coincidente con il limite esterno della zona delle Secche della Meloria. A partire da quest'area e fino alla linea di costa la pesca è pressoché esclusivamente di tipo artigianale, prevalentemente praticata con reti da posta.

L'opera in questione, pertanto, una volta in esercizio, sicuramente comporterà una limitata interferenza con l'attività di pesca esercitata dalla marinerie locali.

La piccola pesca costiera potrà riprendere le proprie normali attività in quanto gli attrezzi utilizzati (reti da posta, nasse e palamiti) non subiscono influenze relative ai manufatti immessi in mare. Mentre gli effetti sulla pesca a traino di fondo segnalati per la fase di costruzione rimarranno anche durante la fase di esercizio. Infatti nella zona di installazione del terminale galleggiante vi sarà una limitata sottrazione di areali di pesca, specialmente per le imbarcazioni che praticano la pesca a strascico a causa della presenza di un'area di rispetto intorno al terminale per tutti i sistemi di pesca. Inoltre, un certo disturbo all'esercizio della pesca potrà essere causato dall'aumentato traffico marittimo.

Conclusioni

Durante la fase di costruzione, specialmente per la messa in opera del tratto costiero del gasdotto, si sviluppano gli effetti più evidenti sulle biocenosi locali. Le interferenze principali riguardano la sottrazione temporanea ai popolamenti bentonici della zona dei sedimenti movimentati per l'interramento del gasdotto, l'instaurarsi di un comportamento di fuga degli organismi più sensibili alla rumorosità subacquea e alle vibrazioni del fondo e la diminuita operatività temporanea della piccola pesca costiera. Va evidenziata la quasi totale reversibilità degli effetti sopra citati e la limitata estensione spaziale interessata.

Nella fase di esercizio le interferenze riguarderanno una esigua sottrazione di spazi per la pesca a traino di fondo, peraltro già limitata dagli sversamenti di sedimenti portuali nell'area di stazionamento del terminale galleggiante, la comparsa di organismi tipici di fondi duri che colonizzeranno le strutture sommerse di ancoraggio. Il flusso di acqua raffreddata, considerata la rapida dispersione termica, non influenzerà i popolamenti planctonici. I sistemi di contenimenti dei rifiuti solidi e liquidi del terminale galleggiante e della nave appoggio evitano qualsiasi tipo di immissione nell'ambiente marino.

Si può concludere che la realizzazione delle opere comporterà effetti di limitata intensità senza causare alterazioni sostanziali nell'ecosistema marino.

Impatto sul sistema ambientale complessivo e sua prevedibile evoluzione

Gli effetti sui popolamenti bentonici avranno un'evoluzione verso una ricolonizzazione dei sedimenti perturbati con una dinamica temporale dell'ordine di 1 – 2 anni. L'eventuale presenza di fanerogame marine sul tracciato del gasdotto comporterà una più lenta ricostituzione della situazione precedente.

Per quanto riguarda le attività della pesca professionale va comunque considerato che l'estensione delle aree sottratte alla pesca sarà decisamente limitata, viste le caratteristiche del sistema di ancoraggio del terminale galleggiante. A mitigare ulteriormente l'impatto di questa struttura sulla pesca, va anche tenuto in considerazione che in quest'area la pesca a strascico è già limitata dalla presenza del sito di sversamento dei

fanghi di escavo del porto di Livorno. Sito che fu scelto, per lo sversamento dei fanghi, proprio perché interessato da non significative attività di pesca.

Per quanto riguarda il tratto di mare interessato dalla condotta sottomarina, dalla posizione di ancoraggio del terminale galleggiante fino alla linea di costa, si può verosimilmente ritenere che non vi sarà una significativa alterazione all'esercizio della pesca, in quanto questa viene attualmente esercitata con reti da posta, essendo lo strascico non praticato in questa zona, per la presenza delle Secche della Meloria (fondi duri, divieto di pesca) o per l'interdizione di questa attività entro le tre miglia dalla costa.

Viste le caratteristiche dell'opera in questione, sia tecnico-costruttive che funzionali, si ritiene che essa, durante la sua fase operativa, non costituisca una significativa sorgente di impatto negativo per i popolamenti ittici, sia di tipo pelagico che nectobentonico-demersale.

L'operatività dell'impianto comporterà l'utilizzo di considerevoli volumi di acqua per i sistemi di vaporizzazione, che verranno restituiti al mare ad una temperatura inferiore a quella del prelievo. Questo potrà comportare un raffreddamento delle acque situate in prossimità dell'impianto, con eventuali ricadute principalmente sulla composizione e sull'abbondanza dei popolamenti fito e zooplanctonici. Le acque verranno immesse ove non c'è alcuna limitazione del regime idrodinamico, assicurando quindi una sufficiente dispersione e diluizione, in maniera tale da mitigare considerevolmente le conseguenze di questo effetto.

5 IDENTIFICAZIONE ED ANALISI DEI RISCHI

LE SOSTANZE PERICOLOSE

Il Gas Naturale è l'unica sostanza movimentata nel terminale.

Il GNL è costituito per oltre il 90% da metano miscelato a piccole percentuali di altri idrocarburi gassosi, idrogeno e azoto. Il GNL, privo di mercaptani e idrogeno solforato, non è tossico ed è inodore. Il GN è infiammabile.

IDENTIFICAZIONE DEI POSSIBILI EVENTI INCIDENTALI

Le analisi storiche sugli incidenti avvenuti su navi che trasportano GNL sui terminali e sulle condotte dedicati a GNL, la letteratura tecnico-scientifica e l'esperienza acquisita nell'esame di sistemi analoghi hanno consentito di identificare una serie di eventi incidentali, che sono stati suddivisi in due gruppi:

- Eventi incidentali con causa interna al terminale
- Eventi incidentali con causa esterna al terminale

Gli eventi considerati sono gli incidenti che possono causare rilasci di GN liquido o gas, sono stati trascurati eventi che riguardano la navigazione o l'operatività del terminale senza coinvolgere il gas naturale.

EVENTI INCIDENTALI CON CAUSA INTERNA

Perdita di contenimento del serbatoio

La perdita di contenimento dell'involucro può essere dovuta a cricature, fori di piccole dimensioni, difetti di saldatura.

La non credibilità della rottura catastrofica del serbatoio è dichiarata dalla norma europea EN 1473 del 1997, quando i criteri di progettazione e di gestione seguono le norme contenute in quella direttiva.

Oscillazione dentro il serbatoio

Il GNL può oscillare all'interno del serbatoio parzialmente pieno in seguito al rollio o al beccheggio della nave terminale. Se la frequenza di rollio o di beccheggio è uguale alla frequenza di oscillazione propria del sistema liquido, si possono avere amplificazioni pericolose del fenomeno oscillatorio e quindi delle sollecitazioni sui punti delle pareti che presentano discontinuità geometriche (angoli di un serbatoio prismatico). Tali problemi meccanici sono del tutto eliminati in un serbatoio di forma sferica, tanto che, proprio per quel motivo, il loro impiego si sta diffondendo.

Rollover del serbatoio

Se un serbatoio è riempito con porzioni di GNL di densità diverse, il contenuto del contenitore può stratificare. La pressione idrostatica del serbatoio può comprimere il liquido e mantenere liquida qualche frazione, che normalmente vaporizzerebbe.

La situazione può continuare finché il serbatoio diviene instabile e le frazioni compresse risalgono improvvisamente alla superficie e vaporizzano, generando così una grande quantità di gas che deve sfiatare. Le conseguenze sono lo sfiato di quantità di gas che può provocare l'interruzione delle operazioni nel terminale.

Sovrariempimento del serbatoio

Se è trasferito un volume di GNL più grande della capacità ricettiva del serbatoio, questo potrebbe trascinare. In caso di sovrariempimento si ha certo uno sfiato anomalo che provoca l'interruzione delle normali operazioni nel terminale.

Apertura delle valvole di sicurezza

Se il sistema di sfiato non riesce a disperdere tutto il gas iniettogli, la pressione cresce e provoca l'apertura delle valvole di sicurezza (PSV pressure safety valve). Nel caso l'uscita dalle PSV subisca un innesco si ha un getto incendiato. Le valvole di sicurezza sono poste in posizione tale che l'irraggiamento causato dall'eventuale getto incendiato non provochi danni ai serbatoi ed alle persone.

Perdita dalle tubazioni di scarico

La perdita può dar luogo a un getto che genera una nube che si disperde in aria se non trova innesco, nonché ad una pozza che evapora rapidamente contribuendo alla formazione della nube. Se la perdita trova un innesco si può avere un getto incendiato oppure l'incendio di una nube di vapore o di una pozza di liquido.

Si può tuttavia affermare che un simile incidente, per la sua limitata durata (che potrebbe prolungarsi anche ad alcuni minuti), per le dimensioni contenute del getto della nube e della pozza, per il raffreddamento ad acqua delle superfici esterne dei serbatoi sferici attivabile istantaneamente, per la distanza di altri impianti di servizi e tubazioni dal sistema di scarico, non innesca altri scenari incidentali per effetto domino.

Perdita dal sistema di compressione e ricondensazione del GNL

Il sistema di compressione del gas evaporato (Boil-of-gas) è costituito da un insieme di tubazione e valvole che collegano i serbatoi ai compressori e questi ultimi al ricondensatore.

Il sistema sarà protetto isolandolo dalle altre apparecchiature e dai serbatoi, nonché con un raffreddamento a pioggia. Più importanti sono le eventuali perdite dal ricondensatore perché in quella sezione il gas è liquefatto, la pressione è alta, ed il condensatore contiene una quantità non trascurabile di prodotto. Sulle conseguenze che possono avere i getti incendiati generati dal ricondensatore si rimanda a quanto sarà detto per i vaporizzatori.

Il ricondensatore, molto importante nelle gasiere che trasportano GNL, lo è molto meno nella nave terminale in quanto il GNL vaporizzato nei serbatoi può essere spedito direttamente all'utilizzatore. Esso è tuttavia presente per svolgere la sua funzione nei momenti di interruzione dell'invio del gas agli utilizzatori. La protezione dei serbatoi e delle apparecchiature vicine al ricondensatore è fatta con raffreddamento a pioggia d'acqua.

Perdita dalle pompe di rilancio

Dalla perdita si può formare una nube di gas infiammabile, un getto di liquido atomizzato che vaporizza ovvero una pozza di liquido criogenico che vaporizza sul ponte mentre è drenato in mare. La protezione dei serbatoi e delle apparecchiature vicine è fatta con raffreddamento a pioggia d'acqua, la protezione delle tubazioni vicine può essere fatta con vernici o intonaci intumescenti.

Perdita dai vaporizzatori

Dal rilascio si può formare un getto di una miscela bifase che vaporizza formando una nube infiammabile. La nube può disperdersi senza danno se non trova un innesco oppure può dar luogo ad un incendio in fase gas così rapido da non provocare danni catastrofici alle apparecchiature investite, oppure ad una esplosione con sovra-pressioni che non provocano danni gravi ai serbatoi. La protezione delle strutture vicine e dei serbatoi è costituita dal raffreddamento a pioggia.

Perdita dalle tubazioni di sfiato della torcia spenta

Le perdite dalle tubazioni di sfiato e l'uscita dalla torcia è costituita da gas a bassa pressione.

Le tubazioni e la torcia sono posti in alto al di sopra del culmine dei serbatoi sferici in modo da favorire la dispersione del gas. Un eventuale innesco della perdita dalle tubazioni o della torcia non provoca flussi radianti che possono danneggiare le strutture.

Perdita nel giunto snodato e nel discendente della tubazione di invio del GNL

La perdita nel giunto snodato (swivel) e nella condotta discendente verticale è costituita da gas ad alta pressione, come nel vaporizzatore. Il rilascio forma un getto che in caso di innesco può colpire una delle catene e la superficie esterna della prua per il tempo necessario per bloccare il sistema di invio del gas agli utilizzatori tramite la valvola di blocco automatica (Shut-down valve).

Distacco non previsto dei bracci di scarico

Il distacco dei bracci di scarico è regolato da procedure operative ben definite, sia in condizioni di normale esercizio, sia in condizioni di emergenza.

Si possono avere tuttavia condizioni operative ovvero condizioni meteorologiche tali da provocare un imprevisto distacco o rottura dei bracci di scarico con fuoriuscita di GNL che invade il ponte, drena in mare e vaporizza per formare una nube infiammabile.

Se la quantità di GNL versato è notevole, nello spazio compreso fra la nave terminale e la nave approvvigionatrice, si può formare una nube infiammabile per evaporazione del GNL drenato in mare.

La nube, se innescata, può incendiare o esplodere danneggiando lo scafo esterno della nave, ma non innescando effetti domino sui serbatoi di GNL che sono protetti dal doppio scafo e dal loro involucro.

EVENTI INCIDENTALI CON CAUSA ESTERNA

Impatto di una nave con il terminale

La nave terminale può essere collusa dalla nave approvvigionatrice o da una nave di passaggio.

La collisione della nave approvvigionatrice è evitata dalle procedure di accosto e dalle manovre compiute con bassa velocità, e se necessario con l'aiuto di rimorchiatori e spingitori, come già visto.

La collisione di una nave di passaggio con il terminale galleggiante è evitata collocando quest'ultimo lontano dalle rotte seguite dalle navi per i loro spostamenti, segnalando opportunamente la presenza del terminale e garantendo costantemente intorno al terminale galleggiante una nave guardiana.

Anche comunque in caso di una eventuale collisione il terminale galleggiante, essendo ancorata a prua tramite un sistema che permette la rotazione ed essendo dotata di eliche orizzontali di poppa (aft tunnel thrusters), potrà ruotare sulla sua prua disponendosi con un angolo tale da limitare la forza dell'impatto. Per le ragioni già esposte anche una collisione eventuale non provocherebbe danni ai serbatoi sferici, tali da far loro perdere il carico.

Si può assumere che la frequenza di collisione è bassa, quindi la rottura catastrofica di un serbatoio sferico è ragionevolmente non credibile.

Getto incendiato originato nella nave da trasporto accostata

La pressione non alta, le schermature che proteggono i compressori, la distanza, nonché gli interventi di blocco, fanno sì che un getto incendiato originato nella nave da trasporto accostata non sia in grado di innescare incidenti nella nave terminale per effetto domino.

Rilascio di una nube di GNL nella nave da trasporto accostata

La quantità di gas che forma la nube non è grande e le distanze dei serbatoi e delle apparecchiature della nave terminale (alcune decine di metri) evitano conseguenze gravi sulle strutture, sui serbatoi e sulle apparecchiature del terminale, non innescando alcun effetto domino sulla nave terminale stessa.

Rottura dell'ormeggio per maltempo

In presenza di maltempo, le procedure operative garantiscono, all'occorrenza, l'immediato bloccaggio dell'invio del gas nella tubazione marina. La rottura dell'ormeggio è considerata non credibile, considerando che il terminale ed il sistema di ormeggio sono stati dimensionati e verificati tramite prove in vasca per resistere alla tempesta cosiddetta dei cento anni (peggior caso statistico immaginabile).

LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Tre esempi significativi possono chiarire il metodo utilizzato in fase di progettazione per la valutazione del rischio e dei sistemi utilizzati per la mitigazione dello stesso: rottura del serbatoio, troncatura della condotta sottomarina, collisione con nave trasporto gas.

I serbatoi del tipo a sfera (brevetto Moss Maritime) sono costituiti da quattro sfere in lega di alluminio di 40 metri di diametro, vincolate allo scafo della nave. Lo stesso doppio scafo della nave assolve la funzione

protettiva del serbatoio. La parte superiore di ogni sfera è coperta con una struttura di acciaio. Tra la copertura di acciaio e la struttura della sfera in lega di alluminio si trova uno strato di isolante costituito da aria secca. I serbatoi sono realizzati seguendo di fatto le specifiche indicate dalla norma europea, già citata, EN 1473 del 1997 "Installation and equipment of liquefied natural gas - Design of onshore installations".

Il design delle cisterne sferiche di tipo MOSS è basato sul concetto di "perdita prima della rottura" che, sulla base dell'esperienza di laboratorio accettati dagli enti di Classe Internazionali, consente di affermare che in caso di avaria, prima di una eventuale rottura catastrofica, le cisterne di tipo MOSS sarebbero soggette ad un difetto localizzato che provocherebbe perdite limitate, che permettendo la rilevazione dell'avaria, consentono di adottare contromisure per prevenire la rottura catastrofica.

La zona di mare interessata dalla condotta verrà segnalata nelle carte nautiche e sarà vietato l'ancoraggio. Nell'ipotesi del non rispetto di questa disposizione, a vantaggio della sicurezza, è previsto l'interramento della tubazione di trasferimento a quota di 1 mt al di sotto del fondo marino.

La nave terminale e le navi da trasporto sono a doppio scafo, il che garantisce la sostanziale integrità del carico in caso di collisione.

A ciò si aggiunga che la manovra di accosto della nave da trasporto al terminale è eseguita dai rimorchiatori o dagli "spingitori" a bassa velocità (2-3 nodi), alla quale qualsiasi collisione non dà luogo a penetrazione nel contenitore interno del serbatoio protetto dal doppio scafo.

I tre eventi, rottura catastrofica del serbatoio, troncatura della tubazione sottomarina, penetrazione nel serbatoio del terminale sono ritenuti inverosimili.

Altri tipi di incidenti, dei quali si è trovato un esempio nelle indagini storiche e per i quali saranno approntati i migliori sistemi di prevenzione, sono considerati rari.

6 MONITORAGGIO AMBIENTALE

Ai fini di un approfondimento delle conoscenze fisiche e biologiche sui fondali delle zone marine interessate dall'opera è stata condotta nel mese di febbraio 2003 una indagine tramite Side Scan Sonar e Remote Operative Vehicle.

Rilievo Morfologico Side Scan Sonar .

La morfologia dei fondali lungo la rotta P1-C3-A3 e sulla zona di ormeggio A3 è stata indagata con un sonar a scansione laterale Side Scan Sonar a tecnologia digitale, doppia frequenza, utilizzando un range di 100 metri per canale.

La copertura è stata di 200 metri lungo la rotta del pipeline, mentre nella zona intorno a A3 è stata realizzata una copertura di circa 1.5x1.5 Km.

Transetto : Rotta P1 - C3 – A3

L'interpretazione delle immagini S.S.S. ha permesso di individuare aree con diversa risposta acustica riconducibili a zone litologicamente differenti.

Tratto P1-C3

Il primo tratto parte da una batimetrica di circa 5 metri (P1) e termina sul punto C3 ad una batimetrica di circa 17.50 metri. E' caratterizzato da una riflettività media interpretabile con la presenza di sedimenti di natura prevalentemente sabbiosa a granulometria media e medio-fine (ripple marks), zone con Posidonia e alcune zone subcircolari di detritico costiero.

Tratto C3-A3

La batimetrica parte da 17.50 metri (C3) e termina a 105 metri (A3).

Nel primo tratto fino a circa la batimetrica dei 50 metri continuano probabilmente i sedimenti di natura sabbiosa passanti a sabbie limose/limi sabbiosi.

Sono frequenti lungo tutto il transetto alcune zone dove affiorano rocce sparse del largo.

Zona di ormeggio A3 :

Si colloca all'interno del sito di scarico a mare dei sedimenti scavati dal Porto di Livorno, ed è stata indagata per un'area di circa 1.5x1.5 km., eseguendo dei transetti paralleli tra loro.

Come si evidenzia dalla cartografia sono ancora visibili sul fondale aree dove sono stati scaricati questi sedimenti. Gli spessori di questi materiali non sono importanti, raggiungono circa 20 –30 cm.

Riprese video mediante ROV.

Le riprese video dei fondali presenti nei transetti P1 C3 e C3 A3 A4 sono state realizzate mediante veicoli filoguidati.

La trasparenza delle acque è risultata discreta in tutta la parte iniziale del transetto costiero per peggiorare notevolmente una volta entrati nell'area di influenza della foce dell'Arno.

Il fondale è stato ispezionato per punti ai diversi intervalli batimetrici successivi ai 20 metri essendo risultata evidente l'assenza di vegetali e/o di formazioni legate ad un bioconcrezionamento che notoriamente hanno una distribuzione funzione di fattori importanti quali tipo di substrato, granulometria dei sedimenti, illuminazione, ecc..

Transetto P1 C3

Il fondale esaminato è caratterizzato da un ridotto gradiente batimetrico nei suoi circa nove km di estensione, a causa della sua direzione quasi parallela alla costa. Inizia a circa 7 metri di profondità con sabbia e rocce basse intervallate da matte morta di Posidonia. Questi elementi rimangono caratterizzanti per buona metà del transetto. Periodiche ampie aree sabbiose uniformi si alternano a zone di matte morta più o meno insabbiata e rocce basse. Soltanto sporadicamente si osservano fasci isolati di Posidonia viva. Solo per pochi metri quadri è stata osservata presenza di Posidonia riconducibile ad una vera e propria prateria a bassa densità. Il resto dell'area è caratterizzata dalla dominanza di matte morta tipica delle aree limite per la sopravvivenza della fanerogama.

Le caratteristiche qualitative delle acque cambiano entrando nella zona di influenza dell'Arno. Più ci si inoltra più si afferma una frazione di sedimento sabbio-fangoso con presenze saltuarie di matte morta che progressivamente tendono a scomparire tra i 17,5 e i 19 metri.

Transetto C3 A4

Questo fondale parte dalla fine del precedente e si spinge fino ai 115 m di profondità. E' risultato sempre costituito da sedimenti mobili privi di concrezionamento e presenza vegetale. La granulometria si sposta progressivamente verso frazioni più fini man mano che si procede verso il largo. Ripple marks ancora presenti nelle zone iniziali, scompaiono presto per lasciare il posto ai tipici fondali fangosi costieri fortemente influenzati in questo caso dagli apporti terrigeni provenienti dalla foce dell'Arno.

I risultati ottenuti indicano una omogeneità di caratteristiche generali del fondale: sono queste le condizioni in cui il popolamento animale è quello della cosiddetta biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri (VTC) assai comune nella porzione centrale della platea continentale tirrenica.

Analoga condizione è stata osservata nel punto finale del transetto (ormeggio) ripreso alla profondità di 115 metri.