

## LA RIDUZIONE DEL RISCHIO DI UN OLEODOTTO/GASDOTTO CON PERCORSO A VISTA: UN'APPLICAZIONE PRATICA

Autori: *Ing. Giampietro Boscaino* – Ispettorato Regionale VV.F. Campania : Via Manzoni, 44 80123 Napoli  
*Ing. Carlo Filippo Incorvaia* – IN.SI. Srl : Centro Mercato 2 -Via F. Imperato, 198 80146 Napoli  
e-mail: insisrl@tin.it

### 1.0) SOMMARIO

Il polo energetico di una città del Sud Italia viene rifornito via mare attraverso un fascio di tubazioni (oleodotti e gasdotti) che si sviluppa prevalentemente a vista in aree a elevata vulnerabilità per la presenza di un territorio urbanizzato caratterizzato da strade rotabili, strade ferrate, abitazioni, industrie.

Gli studi orientati verso soluzioni che offrissero una maggiore sicurezza intrinseca degli oleodotti, quali varianti del percorso verso aree a minore vulnerabilità e/o tipologie realizzative con tubazioni interrato o protette da cunicoli, hanno evidenziato l'inattuabilità di tali progetti a causa dei tempi realizzativi estremamente lunghi e dei conseguenti tempi di fuori servizio delle linee non compatibili con l'esigenza di assicurare i rifornimenti di prodotti petroliferi, il tutto amplificato dall'aspetto connesso agli elevati investimenti nonché alla necessità di acquisire una miriade di pareri ed autorizzazioni non solo delle pubbliche autorità, ma anche da parte di Consorzi e privati.

La tematica di sicurezza del fascio tubiero è stata quindi affrontata compensando, attraverso interventi mirati, il rischio dell'esistente installazione e limitando gli interventi strutturali solo a particolari aree in cui il rischio non poteva essere diversamente ridotto.

### 2.0) DESCRIZIONE DELL'OLEODOTTO

L'oleodotto di che trattasi interconnette n. 11 depositi costieri di idrocarburi liquidi e GPL di n. 10 differenti operatori assicurando la ricezione di prodotti via mare e i trasferimenti deposito/deposito (rif. figura n. 1).

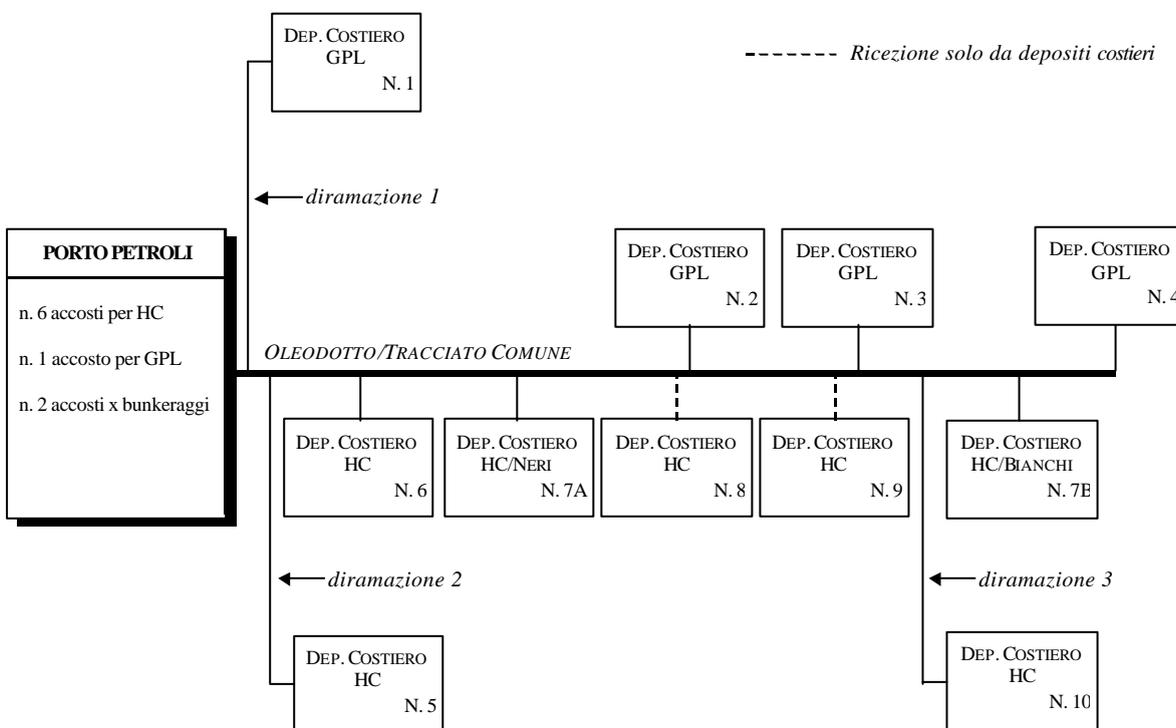


Figura n. 1 – Funzionale oleodotto

L'oleodotto è costituito da un tracciato comune e da diramazioni di collegamento tra il tracciato comune ed i singoli depositi costieri.

Il tracciato comune sviluppa una lunghezza complessiva di 3,3 Km e lungo lo stesso, prevalentemente a vista, sono installate le seguenti tubazioni:

- n. 21 tubazioni per prodotti bianchi, di size compreso tra 4" e 30", con prevalenza di tubazioni da 12";
- n. 8 tubazioni per prodotti neri, di size compreso tra 6" e 12";
- n. 8 tubazioni per GPL (gasdotti) con size da 6" a 10";
- n. 7 tubazioni di prodotti non petroliferi (acqua reflue, azoto, acqua antincendio, etc).

Il tracciato principale, un alveo della larghezza massima di 13 m, è interessato esclusivamente da tubazioni, da organi di giunzione (flange), da organi di sezionamento (valvole) e non sono previste altre attività, lavorazioni o impianti di processo se non la movimentazione dei prodotti.

Solo in particolari punti sono installate delle piccole pompe di aggettamento che rinviando l'acqua accumulatasi agli impianti di trattamento acque dei depositi, lungo le linee di slops.

La movimentazione dei prodotti avviene esclusivamente con le pompe nave, nel caso di scarica prodotti dal Porto Petroli, o con le pompe dei singoli depositi costieri per quanto riguarda le movimentazioni interne (trasferimenti deposito/ deposito), le cariche navi ed i bunkeraggi, ovvero senza pompe di rilancio intermedie.

Le massime pressioni operative che si raggiungono, in corrispondenza del manifold nave, risultano :

- di 12 bar per i prodotti petroliferi;
- di 16 bar per il GPL.

Tutti i prodotti sono trasferiti a temperatura ambiente a meno:

- del paraxilene che richiede una temperatura superiore a quella di fusione (13 °C);
- degli oli combustibili che, data l'elevata viscosità, richiedono temperature di pompaggio comprese tra i 40 °C e i 70 °C;
- del GPL trasferito a temperatura superiore allo 0°C quando ricevuto con navi totalmente refrigerate;
- del bitume che richiede una temperatura di pompaggio massima di 150°C.

Non vi sono comunque impianti di riscaldamento in quanto è la nave a provvedere affinché il prodotto venga scaricato alla temperatura desiderata.

### 3.0 L'ANALISI DI RISCHIO

L'analisi di rischio del fascio tubiero è stata condotta lungo due direttrici principali ed in particolare (rif. figura n. 2):

A) attraverso le banche dati componenti, l'analisi storica di installazioni similari, l'esperienza riferita all'esercizio dell'oleodotto di che trattasi, ed i dati storici periodicamente pubblicati dal CONCAWE, ed inerenti gli oleodotti europei, sono state individuate le cause di rilascio.

La discreta estensione del fascio di tubazioni e la variabilità del tracciato e delle condizioni al contorno ha reso necessario sviluppare l'analisi di rischio per tratte omogenee.

Definito quindi il rischio nelle condizioni attuali sono stati individuati gli interventi atti a ridurlo, quantificandone i benefici in termini di frequenza di rilascio.

B) definiti poi gli interventi di rilevazione e contenimento dei rilasci nonché le misure di contenimento delle conseguenze, di cui al successivo punto 4.0), attraverso le teorie di reliability sono stati individuate le prestazioni che ogni componente deve garantire al fine di essere funzionante all'occorrenza.

Per le varie fasi di cui sopra è stata sviluppata l'analisi degli eventi incidentali/conseguenze al fine di evidenziare, in termini di contenimento delle aree di danno, i benefici degli interventi previsti.

Per quanto inerente il punto A), con riferimento alle singole tratte in cui è stato suddiviso il tracciato principale, sono state valutate:

- le cause primarie di rilascio. Sono state ritenute tali:
  - i rilasci dal piping dovuti a cause intrinseche (errori di progettazione, corrosione, sovrappressioni, etc) le cui principali misure di contenimento sono illustrate al punto 5.0) nell'ambito delle misure gestionali;
  - i rilasci dal piping conseguenti a urto da correlare alla presenza di strade al contorno del tracciato o sovrastanti il tracciato.  
L'esperienza storica riferita all'installazione in esame metteva in evidenza la caduta di automezzi delle strade sovrastanti il tracciato tubazioni.
  - le perdite dalle connessioni di piccolo diametro quali prese manometriche, spurghi, prelievi campione, etc.
  - l'esposizione del fascio tubiero a danneggiamenti vandalici.

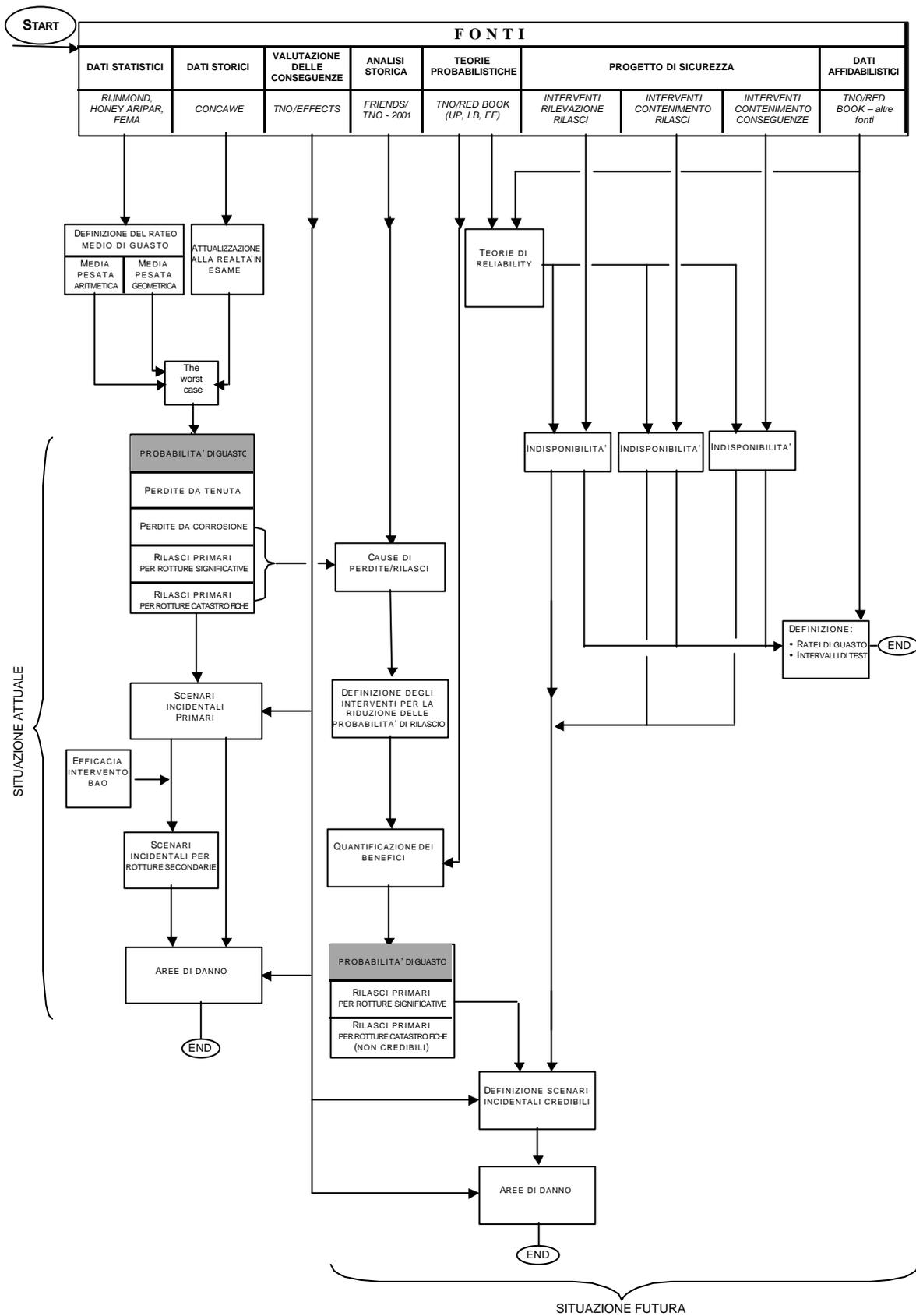


Figura n. 2- Analisi di rischio – Flow chart

- le cause secondarie di rilascio sostanzialmente da riferirsi alle conseguenze (pool-fire, sovrappressioni e proiezioni di frammenti) di scenari incidentali correlati a rilasci primari.
- le condizioni di aggravamento di scenari incidentali primari, quali:
  - presenza di ambienti confinati/parzialmente confinati;
  - fonti di innesco dovuti, ad esempio, ad impianti elettrici esterni al tracciato ma non conformi alla classificazione elettrica dell'area;
  - assenza di confinamenti;
  - presenza di corsi d'acqua, potenziali veicolatori di rilasci;
  - accessibilità limitata in talune tratte.
- la vulnerabilità del territorio circostante con particolare riferimento agli elementi territoriali vulnerabili definiti dal DMA 15/5/96 e DMA 20/10/98.

Per quanto sopra espresso le conclusioni sono state:

- il tracciato principale dell'oleodotto è stato suddiviso in 14 tratte omogenee. Il criterio di omogeneità ha comportato un'estensione delle tratte estremamente variabile: la più corta è di 17 m; la più lunga di 810 m.

E' stato comunque possibile operare una suddivisione del tracciato in tratte che rispecchiano la configurazione geografica della viabilità stradale rendendo quindi agevole l'individuazione delle stesse.

Anche ai fini dello sviluppo dei progetti, degli interventi manutentivi, dell'intervento antincendio etc è ormai in uso da parte di tutti gli operatori individuare le aree di interesse del tracciato attraverso il numero di tratta/progressivo, individuato in campo attraverso targhette installate ogni 10 m.

- l'analisi effettuata per le singole tratte, sulla base degli elementi sopra elencati, ha portato, a valle degli interventi riassunti nella tabella in figura n. 3, ad una valutazione del rischio omogenea per le singole tratte pur partendo da situazioni abbastanza difformi.

Ciò ha consentito di adottare misure impiantistiche di sicurezza e di compensazione del rischio residuo, omogenee per l'intero tracciato.

- solo circoscritte tratte che mostravano un rischio elevato, rispetto alla media delle altre tratte, si è optato per interventi di carattere strutturale al fine di ridurre il rischio.

L'estensione di tali tratte rappresenta il 30% dell'estensione totale del tracciato tubazioni ed in particolare:

- i cunicoli soggetti ad interventi sulle tubazioni, seguenti alle verifiche ispettive, sono stati completamente riempiti con materiale inerte al fine di evitare il formarsi di nubi infiammabili in ambienti confinati.
- per un'intera tratta, che per lunghezza rappresenta il 50% di quelle soggette ad interventi strutturali, è stato sviluppato un progetto di ristrutturazione inteso ad abbattere il rischio principalmente connesso a:
  - inaccessibilità delle tubazioni e conseguente impossibilità di eseguire verifiche ed ispezioni: è prevista la realizzazione di una nuova trincea con piping accessibile posato su pipe-racks;
  - assenza di confinamenti con corsi d'acqua: la nuova trincea sarà confinata rispetto ai corsi d'acqua;
  - presenza di civili abitazioni prospicienti la trincea: il piping in corrispondenza delle civili abitazioni sarà realizzato intrinsecamente sicuro prevedendo:
    - ✓ un rating più elevato delle linee;
    - ✓ l'assenza di flangie e valvole, ovvero piping interamente saldato;
    - ✓ l'intercettazione con valvole motorizzate automatiche delle linee di GPL ed un profilo altimetrico delle linee per idrocarburi liquidi tale da limitare i volumi sversati, in caso di perdita;
    - ✓ un sistema di rilevazione gas e incendi con attivazione automatica di un impianto schiuma ad Alta Espansione del tipo Total Flooding.
  - coesistenza tra tubazioni di prodotto ed un raccordo ferroviario per il transito e la manovra di ferrocisterne di GPL: la nuova trincea tubazioni ed il raccordo ferroviario seguiranno un percorso parallelo confinato da muro di schermo in c.a.
  - transitabilità di area: il nuovo raccordo ferroviario verrà reso carrabile.

Con riferimento a quanto accennato nel sommario in merito al costo degli interventi strutturali si evidenzia che la stima economica del progetto porta a valutare un investimento di € 10.000 per il solo riassetto della trincea/piping.

### **CAUSE PRIMARIE DI RILASCI DAL PIPING**

### **INTERVENTO**

- ROTTURE PER CAUSE INTRINSECHE
  - Definizione dei criteri progettuali (rating, flange, guarnizioni, supporteria, etc)
  - Stress Analysis
  - Ispezioni
  
- ROTTURE PIPING PER URTO
  - STRADE AL CONTORNO
    - Fascio tubiero protetto da muri in c.a. e guard-rail
  
  - STRADE SOVRASTANTI
    - Installazione di barriere stradali “Bordo Ponte” classe H4 secondo DM LL.PP. 7/8/99
  
- PERDITE DA CONNESSIONI
  - Eliminazione di tutte le connessioni dal tracciato. Quelle necessarie sono state spostate all’interno dei depositi
  
- RILASCI CONSEGUENTI AD ATTI VANDALICI
  - Servizio di Guardiania/Patrol
  - Recinzioni del trattato tubazioni con varchi di accesso normalmente chiusi

### **CAUSE SECONDARIE DI RILASCIO**

(conseguenze di scenari incidentali correlati a rilasci primari)

- Impianti di rilevazione, contenimento, spegnimento (vedi punto 4.0)
- Analisi di rischio per integrità linea in servizio/ a riposo
- Miglioramento hardware sistemi di lavaggio linee

### **CONDIZIONI DI AGGRAVAMENTO SCENARI INCIDENTALI**

- AMBIENTI CONFINATI (CUNICOLI/CVCE)
  - Analisi del rischio detonazione secondo NFPA 68 “Venting of Deflagrations”
  - Per i cunicoli a rischio detonazione:
    - ✓ Interventi strutturali in alternativa:
    - ✓ Monitoraggio (rilevatori gas)
    - ✓ Contenimento dei rilasci con installazione valvole motorizzate
    - ✓ Eliminazione impianti elettrici/impianti elettrici sovrabbondanti
  
- IMPIANTI ELETTRICI ESTERNI AL TRACCIATO
  - Contenimento estensione dei luoghi pericolosi secondo i criteri delle CEI 60079-10; CEI 31-35.
  
- ASSENZA CONFINAMENTI/PRESENZA CORSI D’ACQUA
  - Realizzazione di confinamenti
  
- ACCESSIBILITÀ LIMITATA
  - Interventi strutturali
  - Procedure per consentire l’avvicinamento al tracciato tubazioni accedendo dai depositi costieri dell’area

Figura n. 3 – Tabella degli interventi

#### 4.0 GLI IMPIANTI DI SICUREZZA

L'analisi di rischio, articolata secondo quanto anticipato al punto precedente, ha consentito di stimare i seguenti benefici conseguenti all'adozione delle misure impiantistiche prima descritte unitamente a quelle di carattere gestionale riassunte al punto successivo:

- l'evento di rottura catastrofica primaria del piping a sezione piena, quantificabile in  $10^{-4}$  o/a viene reso marginale;
- i rilasci dovuti a rottura significative del piping, collocati su una frequenza di  $10^{-3}$  o/a, si portano a  $10^{-4}$  o/a;
- i rilasci dovuti a corrosione assumono un rateo di  $10^{-5}$  o/a.

Nonostante i miglioramenti sopra stimati, ai rilasci conseguenti alle ipotesi incidentali elencate erano associate aree di danno giudicate non compatibili con il territorio circostante anche a causa delle probabili rotture secondarie del piping per effetti domino.

E' stato quindi sviluppato un progetto di sicurezza articolato come segue:

- misure di rilevazione dei rilasci: sono previsti rilevatori di gas ed incendio con attivazione automatica degli impianti di spegnimento.

I rilevatori di gas (in totale n. 68) sono stati posizionati:

- secondo i criteri delle norme CEI relativamente alle "atmosfera controllate" nella aree in cui era necessario contenere l'estensione delle aree classificate;
- per le zone di tracciato tubazioni a vista, secondo le risultanze dell'analisi di rischio correlando i rilasci attesi con le dimensioni della pozza e le distanze a cui si verificavano concentrazioni rilevabili;
- in tutti i cunicoli tubazioni ancora in linea con il criterio delle norme CEI sulle zone AD con atmosfera controllata.

La rilevazione incendi è prevista con cavo termosensibile posato lungo l'intero percorso del tracciato principale tubazioni e suddiviso in tratte che rispecchiano la suddivisione adottata per gli impianti di spegnimento schiuma.

- misure di contenimento dei rilasci: adozione di valvole motorizzate di intercettazione delle tubazioni a comando remoto/automatico da rilevatori di gas/incendio.

La valutazione del rischio ha evidenziato la necessità di inserire valvole motorizzate ai limiti di batteria per le linee di idrocarburi liquidi infiammabili; ai limiti di batteria e lungo il percorso per i gasdotti: l'interdistanza è funzione del volume linea. Il progetto prevede l'installazione di n. 67 valvole motorizzate;

- misure di contenimento delle conseguenze: l'intero tracciato principale delle tubazioni sarà protetto con impianti fissi di spegnimento a schiuma a Media Espansione progettati secondo le British Standard Institution ed in particolare le BS5306.

Gli impianti schiuma, comandati in automatico dai rilevatori di gas e d'incendio, assicureranno sia l'inertizzazione delle pozze non infiammate che lo spegnimento delle stesse in caso d'incendio.

A tal fine il tracciato principale è stato suddiviso in aree di circa 2000 m<sup>2</sup>/cadauna e per ognuna verrà installato uno skid di erogazione schiuma (in totale n. 11), come da disegno in figura n. 4, costituito da :

] due valvole a diluvio rispettivamente per acqua e per liquido schiumogeno collegate con la rete antincendio della trincea principale tubazioni.

La valvola "acqua" è normalmente chiusa dalla pressione della rete acqua antincendio. La valvola "schiuma" è normalmente chiusa in assenza di pressione di acqua;

] in caso di intervento, automatico o manuale remoto, si disecca l'elettrosolenoido dalla valvola di comando e pertanto l'eiettore provvede a svuotare la testa dalla valvola a diluvio "acqua" provocandone l'apertura.

In tal modo la pressione a valle di tale valvola comanda l'apertura della valvola "schiuma" fornendo, attraverso il pressure switch (PS), la segnalazione in Sala Controllo di erogazione del gruppo;

] l'acqua e il liquido schiumogeno vengono inviati ad un miscelatore/proporzionatore tarato al 6% la cui uscita va ad alimentare i circuiti di distribuzione della miscela schiumogena. Al fine di garantire la maggiore efficacia del sistema di erogazione al variare della pressione di rete, la valvola a diluvio acqua è del tipo autopilotato ovvero tende a mantenere inalterato al valore di set della pressione a valle della stessa;

] per consentire l'attivazione locale ovvero le verifiche di manutenzione ogni skid è dotato di una valvola manuale di comando nonché della possibilità di intercettare manualmente i singoli rami delle utenze.

Ogni skid sarà alimentato da due tubazioni, posate lungo il tracciato principale, l'una idrica antincendio, l'altra di alimentazione schiuma.

Lo scenario massimo è caratterizzato da una richiesta idrica di circa 900 m<sup>3</sup>/h di acqua e di 50 m<sup>3</sup>/h di liquido schiumogeno assicurata:

- dalla centrale di pompaggio acqua di mare del Porto Petroli e/o ad acqua dolce, dalla centrale di pompaggio di un deposito costiero all'estremità opposta rispetto il Porto Petroli.
- dalla centrale di pompaggio/riserva schiuma (70.000 litri di concentrato) del Porto Petroli.

Ovviamente gli interventi sopra descritti hanno reso necessaria la realizzazione di un sistema di alimentazione elettrica e di monitoraggio/controllo a distanza di tutti i sistemi di sicurezza.

L'insieme dei sistemi sopra descritti è stato oggetto, in fase di basic design, di uno studio di "disponibilità" dei singoli componenti inteso a raggiungere l'obiettivo che i sistemi di sicurezza siano funzionanti all'occorrenza.

Lo studio ha consentito:

- di ottimizzare la progettazione dei sistemi di sicurezza apportando le modifiche necessarie ad incontrare l'affidabilità richiesta;
- a definire i parametri di affidabilità richiesti dalle singole apparecchiature e che saranno specificati in sede di "Richiesta d'offerta";
- ad emettere un "preliminare" di "Procedura di manutenzione degli impianti di sicurezza" precisando la tempistica dei tests e la loro tipologia ed apportando ulteriori integrazioni al basic design per tener conto delle future esigenze di manutenzione.

L'investimento stimato, correlato ai sistemi di sicurezza, è pari a €1.500,00/metro lineare.

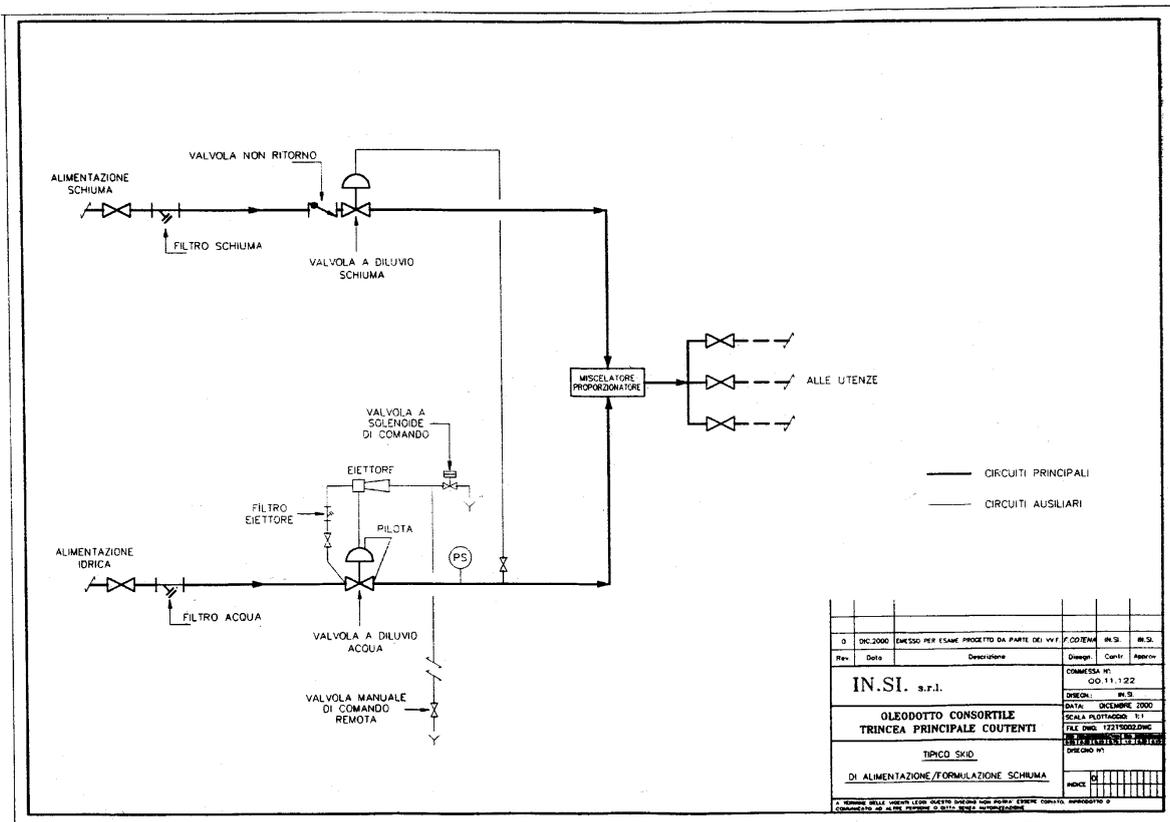


Figura n. 4 – Schema funzionale skid di erogazione schiuma

## 5.0 LE MISURE GESTIONALI

Come anticipato lungo l'oleodotto sono posate le tubazioni di n. 10 differenti operatori, il che ha richiesto di uniformare e omogeneizzare le procedure gestionali, differenti tra le singole società in quanto improntate ai relativi standards.

Tale fase di attività ha portato alla definizione di procedure unificate, adottate da tutti gli operatori, frutto non solo di un'opera di omogeneizzazione delle procedure esistenti, ma anche di definizione di procedure ad hoc correlate alla realtà dell'installazione.

Le Procedure Unificate Oleodotto sono differenziate in:

- Manuale Operativo: con particolare rilievo al presidio e alla sorveglianza delle operazioni nonché all'organizzazione delle unità di spedizione e di quella ric evente;
- Piano di Emergenza Interno: che ha portato alla costituzione di una Brigata Antincendio Oleodotto (BAO) in cui sono presenti figure di diverse società con spiccata professionalità sia nel campo delle emergenze connesse con i rilasci di idrocarburi liquidi che per i rilasci di GPL.

La soluzione adottata, ovvero di una BAO composta tra dipendenti di diverse Società, ottimale sotto il profilo di assicurare adeguate conoscenze per affrontare le emergenze, ha comunque evidenziato, alla luce delle vigenti normative di sicurezza e protezione del personale, delle problematiche di non facile soluzione per quanto attiene la supervisione ed il coordinamento delle emergenze.

Allo stato attuale il conferimento di deleghe e le suddivisioni delle attività in emergenza tra "lotta all'incendio", affidata alla BAO, e "Gestione operativa dell'emergenza" di competenza del personale operativo delle singole società, ha consentito di adottare un PEI comune.

- Procedura di esecuzione lavori: prevede un modello unificato di Permesso di Lavoro Oleodotto definendo oltre che i compiti/responsabilità delle singole figure anche gli aspetti di coordinamento tra i responsabili delle varie Società.

Completano poi le Procedure Unificate Oleodotto le "Procedure di gestione delle modifiche e della documentazione" e le "Procedure di Ispezioni delle tubazioni".

In merito a quest'ultima è significativo sottolineare come i contenuti della stessa siano strettamente correlati alle risultanze dell'analisi storica inerente installazioni similari (rif. figura n. 2).

Notevole è stato infatti l'impegno indirizzato a remotizzare le cause di rilasci del piping definendo:

- i criteri progettuali, verificando di conseguenza, la conformità a tali criteri delle esistenti installazioni; ovvero definendo le modifiche da apportare.

E' da rilevare, infatti, che gli oleodotti non hanno normativa tecnica di riferimento ed inoltre, per molte tubazioni, sono trascorsi diversi anni dalla loro progettazione/installazione.

Particolare enfasi è stata posta sulle necessità di sviluppare una stress analysis da aggiornare in occasione di interventi/modifiche del piping.

- il piano di ispezioni al fine di garantire nel tempo le prestazioni originarie del piping.

Oltre la periodicità e contenuti tecnici del "controllo visivo" e della "prova idraulica" sono stati inoltre definiti il timing, gli standards di riferimento e i criteri di accettabilità per i controlli delle saldature (gammografici e difettoscopici con ultrasuoni) e per il rilievo di corrosioni distribuite e/o localizzate (spessimetrici ad ultrasuoni).

Infine, anche ad orientare la progettazione, è stata predisposta una "Procedura di gestione dei sistemi di sicurezza" per definire il coordinamento in merito tra i vari operatori.

Per superare le evidenti difficoltà di gestione, dato il numero discreto di operatori, si è optato per un sistema ad elevato grado di automazione le cui funzioni sono state definite di comune accordo tra le varie società contenti. L'interfaccia operatore del sistema di gestione dei sistemi di sicurezza del tracciato principale tubazioni è assicurata da tre Sale Controllo con terminali video interconnesse tra loro con cavo a fibre ottiche:

- └ una prima Sala Controllo si interfaccia completamente con tutti i sistemi di sicurezza dell'oleodotto e svolge le funzioni di sicurezza programmate;
- └ una seconda Sala Controllo è abilitata a "vedere" tutti i sistemi di sicurezza e ad agire su quelli inerenti i gasdotti;
- └ una terza Sala Controllo è di riserva alle prime due e posizionata all'estremità opposta del tracciato, rispetto le prime due Sale Controllo.

## **Bibliografia:**

- [1] Norme CEI EN 60079-10, *Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas – Parte 10: Classificazione dei luoghi pericolosi* – 1996.
- [2] Norme CEI 31-35, *Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas – Guida alla classificazione dei luoghi pericolosi* – 1999.
- [3] CONCAWE, “*Performance of cross – country oil pipelines in Western Europe*” – Report n. 7/97.
- [4] CONCAWE, “*Integrity of oil pipelines in Western Europe*” – Concawe Review volum 10 – Number 1 – April 2001.
- [5] The Cremer and Warner Report, “*Risk Analysis of six potentially hazardous industrial objects in the Rijnmond area, a pilot study – A report to the Rijnmond Public Authority*” – 1982.
- [6] GIOVANNI MARSILI, “*La valutazione del rischio d’area: il caso dell’area industriale di Mantova*” Franco Angeli/2000.
- [7] ARIPAR, “*Analisi e controllo dei Rischi Industriali e Portuali nell’Area di Ravenna*” – 1992.
- [8] Committee for the Prevention of Disasters/CPR 12 E “*Red Book, Methods for determining and processing probabilities*” – Second edition/1997.
- [9] API 521, “*Guide for Pressure – Relieving and Depressuring Systems*” – 1997.
- [10] Committee for the Prevention of Disasters/CPR 16 E, “*Green Book: Methods for the determination of possible damage*” – December 1989.
- [11] Committee for the Prevention of Disasters/CPR 14 E, “*Yellow Book: Methods for the calculation of physical Effects*” – Third Edition 1997.
- [12] BS 5306, section 6.2-1989 British Standard, “*Fire extinguishing installations and equipment on premises: specification for medium and high foam system*”.
- [13] NFPA 68 – “*Venting of Deflagration*”