



Ministero dell'Interno

*Dipartimento dei Vigili del Fuoco,
del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile*

Direzione Centrale per l'Emergenza, il Soccorso Tecnico e l'Antincendio Boschivo



LNG TRANSPORT EMERGENCY



Manuale Operativo ad uso squadre Vigili del Fuoco

INDICE

Premessa

1. Linee guida generali

1.1. Natura e caratteristiche GNL

1.2. Effetti fisici specifici del prodotto

1.3. Sicurezza degli operatori sugli scenari

2. Metodiche operative

2.1. Primo livello (squadra base)

2.2. Secondo livello (NBCR regionale)

2.3. Terzo livello (nucleo avanzato)

3. Istruzioni operative

3.1. Primo livello (squadra base)

3.2. Secondo livello (NBCR regionale)

3.3. Terzo livello (nucleo avanzato)

4. Formazione

3.1. Programma formazione primo livello (squadra base)

3.2. Programma formazione secondo livello (NBCR regionale)

3.3. Programma formazione terzo livello (nucleo NBCR avanzato)

5. Bibliografia

ALLEGATI

ALLEGATO 1

ATTREZZATURE

ALLEGATO 2

APPLICAZIONI

- **Serbatoi automezzi**
- **Autocisterne/ferrocisterne**
- **Stoccaggi**
- **Stazioni di rifornimento**

Premessa

Il presente manuale è frutto dell'attività svolta dal gruppo di lavoro di lavoro nominato con Decreto del capo del Corpo n.88 del 26.04.2018.

Scopo del manuale è quello di descrivere lo stato attuale della conoscenza sulle modalità di gestione di scenari incidentali coinvolgenti GNL da aperte delle squadre dei Vigili del Fuoco.

Le istruzioni operative sono in gran parte frutto delle sperimentazioni condotte dal nucleo NBCR Regionale Avanzato del Veneto in merito alla gestione di problematiche di GNL. E' stata raccolta inoltre l'esperienza a livello nazionale condotta sugli scenari incidentali che sono stati affrontati dal Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco.

Il manuale, proprio perchè frutto dell'esperienza negli interventi di soccorso, sarà nel tempo soggetto a necessari aggiornamenti dettati sia dall'aumento delle conoscenze nell'ambito degli scenari incidentali e delle relative modalità di gestione che dagli aggiornamenti e progressi tecnologici.

La definizione delle istruzioni operative è stata inoltre supportata da una ricerca bibliografica oltre che dal confronto diretto con altri operatori operanti a livello europeo nell'ambito dell'attività di soccorso tecnico.

Per quanto riguarda la parte formativa, l'esperienza di vari corsi sperimentali condotti nel biennio 2018-2020 permette di giustificare le scelte fatte.

Il coordinatore del gruppo di lavoro ringrazia tutti i componenti del gruppo di lavoro che con la loro attività hanno permesso il completamento del manuale e il Nucleo Regionale NBCR del Veneto per il fondamentale aiuto nella definizione delle istruzioni operative frutto dell'esperienza negli interventi e soprattutto di lunga attività di prove sperimentali.

Si ringrazia infine fin d'ora quanti, nell'impiego del presente manuale, vorranno segnalare eventuali elementi utili per una migliore comprensione e applicazione delle indicazioni contenute nel testo.

Venezia 09.04.21

IL COORDINATORE DEL GRUPPO DI LAVORO

Ing Francesco Pilo

1. Linee guida generali

1.1 Natura e caratteristiche del GNL

Il Gas Naturale Liquefatto (di seguito GNL) è costituito da una miscela¹ di idrocarburi, composta principalmente da metano e che può contenere piccole quantità di etano, propano e azoto: gli idrocarburi più complessi e le impurità presenti nel Gas dal quale il GNL deriva, vengono rimossi nel processo di liquefazione.

Caratteristiche del prodotto

Massa volumica

La massa volumica del GNL dipende dalla composizione della miscela, ed è abitualmente compresa tra 430 kg/m³ e 470 kg/m³, con valori che in alcuni casi si possono attestare anche sui 520 kg/m³. La massa volumica dipende ovviamente anche dalla temperatura del liquido, con un gradiente dell'ordine di -1,35 kg/m³°C⁻¹.

Temperatura

Il GNL ha una temperatura di ebollizione dipendente dalla composizione della miscela, solitamente compresa tra -166°C e -157°C a pressione atmosferica. La variazione della temperatura di ebollizione in funzione della pressione di vapore è dell'ordine di 1,25 x 10⁻⁴°C/Pa.

Composizione

Il GNL è costituito da miscele di idrocarburi: differenti composizioni portano a variazioni delle caratteristiche chimico fisiche. Nella tabella seguente vengono riportati tre esempi relativi a tipiche composizioni di GNL, evidenziando la variazione delle caratteristiche principali in funzione della concentrazione molare.

¹ La norma UNI EN 16903 "Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto - Caratteristiche generali del gas naturale liquefatto" prevede che il GNL abbia un contenuto di metano maggiore del 75% ed un contenuto di azoto minore del 5%

Caratteristiche al punto di ebollizione alla pressione normale	GNL Esempio 1	GNL Esempio 2	GNL Esempio 3
Concentrazione Molare (%)			
N ₂	0.5	1.79	0.36
CH ₄	97.5	93.9	87.20
C ₂ H ₆	1.8	3.26	8.61
C ₃ H ₈	0.2	0.69	2.74
i C ₄ H ₁₀	-	0.12	0.42
n C ₄ H ₁₀	-	0.15	0.65
C ₅ H ₁₂	-	0.09	0.02
Temperatura del punto di ebollizione (°C)	-162.6	-165.3	-161.3
Massa molare (kg/kmol)	16.41	17.07	18.52
Massa volumica (kg/m ³)	431.6	448.8	468.7
Volume di gas misurato a 0 °C e 101325 Pa/volume di liquido (m ³ /m ³) a 0 °C e 101325 Pa/massa di liquido (m ³ /10 ³ kg)	590 1367	590 1314	568 1211

Stato fisico

Il gas naturale non può essere liquefatto applicando una pressione a temperatura ambiente. Infatti, a qualsiasi pressione, la sua temperatura deve essere ridotta a valori minori di circa -80°C prima di potersi liquefare. Ciò significa che qualsiasi quantità di GNL contenuta, per esempio, tra due valvole o in recipiente senza alcuno sfiato o dispositivo di sicurezza, che è lasciata riscaldare, aumenta di pressione sino alla rottura del sistema di contenimento.

Processo di liquefazione del GNL

Il processo di liquefazione del gas naturale per l'ottenimento del GNL avviene secondo i seguenti punti:

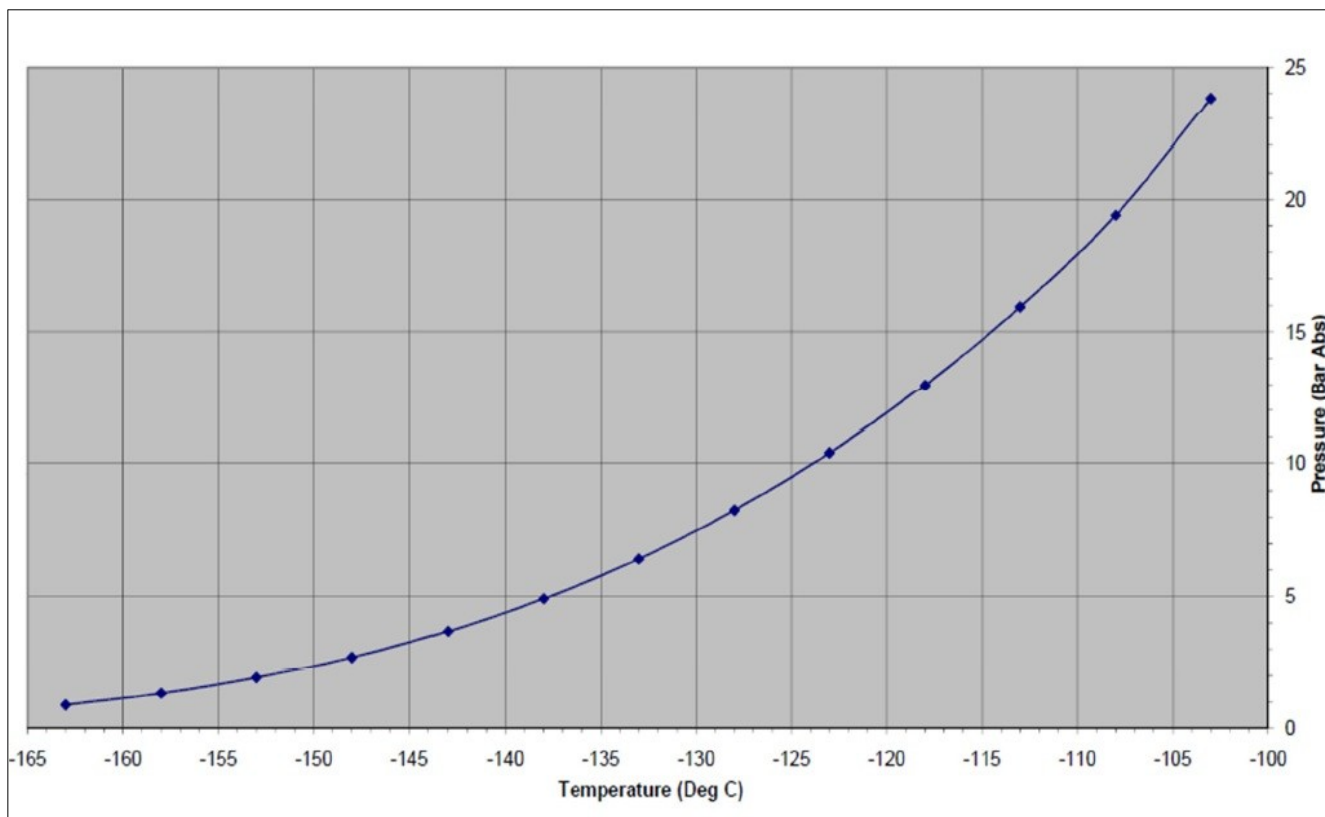
1. Il gas viene per prima estratto e trasportato al sito di trattamento
2. Successivamente il gas viene depurato per rimuovere eventuali condensati come acqua, olio, propano, butano, anidride carbonica e acido solfidrico
3. Il gas viene quindi raffreddato per stadi fino alla completa liquefazione
4. Il gas GNL viene pompato in serbatoi di stoccaggio per l'utilizzo
5. Per il trasporto si utilizzano appositi contenitori criogenici (navi metaniere) o autocisterne criogeniche

Durante il processo di liquefazione il volume del gas naturale si riduce di 600 volte facilitando lo stoccaggio di una quantità maggiore di energia in un volume ridotto

Il GNL ha una riduzione del volume molto più elevata rispetto al gas naturale compresso (CNG), quindi la densità energetica (volumetrica) dell'LNG è maggiore di quella del CNG

Il GNL non viene odorizzato e pertanto non ha odore e la sua rilevazione può avvenire solo tramite strumentazione. L'odorizzazione può avvenire solo a valle della fase di vaporizzazione quando viene trasformato in CNG negli impianti per l'immissione del gas nelle reti di distribuzione urbane.

Si riporta di seguito diagramma temperatura-tensione di vapore per il GNL



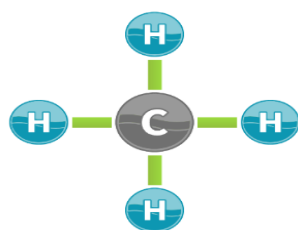
La densità del CNG dipende dalla temperatura: per temperatura di circa 20°C la densità è pari a 0,68 kg/m³, per temperature di circa 0°C la densità è pari a 0,71kg/m³ per temperature di -100°C la densità è pari a quella dell'aria.

Al di sotto dei -100°C il CNG ha densità maggiore rispetto all'aria e pertanto tende a stratificare.

Di seguito è riportata una tabella riassuntiva con le caratteristiche chimico fisiche principali

G.N.L. – GAS NATURALE LIQUEFATTO

Il **gas naturale** viene definito dalla Norma UNI EN ISO 14532 come una "miscela complessa di idrocarburi, composta principalmente da metano, ma che generalmente include, quantità sensibilmente minori di etano, propano e idrocarburi superiori e alcuni gas non combustibili come ad esempio azoto e **anidride carbonica**".



Il Gas Naturale Liquefatto non è **sinonimo** di Gas Naturale, ma ne eredita gran parte delle caratteristiche chimico-fisiche.



-161°C



LNG



- ▶ Liquido **INCOLORE E INODORE**
- ▶ Temperatura di ebollizione (T_{eb}) molto basso (-161 °C)
- ▶ Temperatura critica (T_c) di -82 °C a 45 bar;
- ▶ **Temperatura di accensione di 540 °C;**
- ▶ **Campo di Esplosività compreso tra 5÷15% in aria;**
- ▶ Potere Calorico molto elevato: 12.935 Kcal/Kg;
- ▶ **Asfissiante Semplice (NON E' TOSSICO, NON E' CANCEROGENO);**

Il vantaggio principale è che per la stessa quantità di gas, il volume occupato dal GNL è **600 volte inferiore** al volume della stessa quantità in forma gassosa.

1.2 Effetti specifici del prodotto

In questo capitolo verranno descritti i principali scenari incidentali che possono essere riscontrati in presenza di LNG, con lo scopo di informare l'utente sui rischi associati alla sostanza, cause, evoluzioni e conseguenze degli incidenti.

Evaporazione

Il GNL viene immagazzinato allo stato liquido a temperature tipiche inferiori a -130°C in serbatoi isolati termicamente. Lo scambio termico che genera un flusso di calore in ingresso avvia l'evaporazione di parte del liquido che passa in fase gassosa, il gas così ottenuto è conosciuto con il nome di gas di evaporazione ("Boil-off gas", a volte indicato semplicemente come BOG).

La conseguenza del riscaldamento inevitabile è quindi il naturale aumento della pressione del serbatoio, questo è protetto da valvole di sicurezza che vengono aperte quando la pressione interna raggiunge il limite di sicurezza costruttivo del serbatoio per evitarne la rottura.

La condotta di scarico a valle queste valvole può condurre ad un sistema di recupero, ma più generalmente libera il gas nell'ambiente esterno, tramite torce fredde negli impianti fissi, quindi ad una quota sufficiente a garantirne la dispersione senza generare atmosfere esplosive che possano essere innescate da fonti di calore, mentre nelle applicazioni mobili, cisterne e serbatoi di

combustibile a bordo di veicoli, lo scarico del gas può generare atmosfere esplosive, in particolar modo per gli ambienti chiusi e privi di sufficiente aerazione.

Fuoriuscite di GNL

Quando, a causa di una fuoriuscita accidentale della fase liquida, il GNL è disperso al suolo, dopo un periodo iniziale di intensa ebollizione, la velocità di evaporazione decresce rapidamente per poi stabilizzarsi. Quando invece la fuoriuscita avviene sull'acqua, lo scambio termico nell'acqua è così intenso che la velocità di evaporazione per unità di superficie rimane costante. Inizialmente il gas prodotto per evaporazione è alla temperatura del GNL ed è più denso dell'aria ambiente.

Tale gas all'inizio del rilascio si presenta come uno strato che lambisce il suolo estendendosi, fino a quando non si riscalda, la miscela gas-aria si innalza soltanto quando la sua temperatura è aumentata al punto che l'intera miscela è meno densa dell'aria ambiente. Il comportamento del GNL in fase iniziale, risulta essere quindi molto simile a quello del GPL, che "stratifica" al livello del terreno.

In seguito ad una fuoriuscita, il fenomeno immediatamente visibile è rappresentato dalle nuvole di "nebbia" che si formano per condensazione del vapore acqueo nell'atmosfera. Quando la nebbia è visibile rappresenta un utile indicatore della traiettoria del gas evaporato ma non è sufficiente a definire la zona in cui sono presenti atmosfere esplosive o miscele infiammabili, questa zona può essere molto più estesa della nube visibile.

Nel caso di rilascio della fase gas la traiettoria della nuvola è resa visibile dalla condensazione del vapore acqueo presente nell'atmosfera. Una nuvola di gas naturale-aria può bruciare qualora la concentrazione in volume del gas sia compresa tra il 5% ed il 15%.



Formazione di un getto incendiato (Jet fire)

Il rilascio a seguito di una perdita da contenitori o condotte in pressione, a meno di condizioni particolari (rilascio a bassa velocità, rilascio contro un ostacolo) vaporizza nella quasi totalità dei casi formando un getto bifase. Si tratta dello scenario più probabile a seguito di innesco presente nelle vicinanze del punto di rilascio.

La lunghezza del dardo infuocato è funzione delle caratteristiche geometriche della luce di efflusso e dalla pressione interna del contenitore o della tubazione. La direzionalità del fenomeno rende minima l'area sottoposta ad irraggiamento ma favorisce i possibili effetti domino.

Formazione di una nube di vapori e combustione rapida (Flash fire)

L'accensione ritardata di vapori in concentrazione entro i limiti di infiammabilità può dare luogo allo scenario di Flash Fire.

Il metano è un gas scarsamente reattivo e la possibilità di generare un'onda d'urto è limitata ai soli casi di nube confinata o di presenza di elevati gradi di congestione di impianto, i danni provocati sono di tipo termico.

La zona potenzialmente danneggiabile è limitata all'area in cui è presente una miscela ARIA GNL in concentrazioni superiori ad un valore corrispondente al 30% del limite inferiore di infiammabilità.

Pool Fire

L'incendio di pozza o pool fire è uno scenario probabile per rilasci della fase liquida anche se la vaporizzazione del GNL è rapida.



Il fenomeno è caratterizzato soprattutto dalle dimensioni della pozza e produce effetti dannosi soprattutto per irraggiamento.

La combustione di una pozza è in grado di sviluppare quantità di calore molto importanti che possono facilmente generare situazioni critiche per strutture in acciaio e in particolare per serbatoi in pressione.



UVCE - Unconfined Vapor Cloud Explosion

Esplosione di una nube di vapori infiammabili in ambiente non confinato con azioni meccaniche quali onda d'urto e termiche quali irraggiamento, tali da provocare effetto domino. L'evento è nella realtà poco probabile e si trasforma più facilmente in una combustione della miscela dando luogo a flash fire, data la velocità di evaporazione del GNL ed il peso specifico della sostanza il fenomeno può essere ritenuto meno probabile rispetto a casi di rilascio di GPL. Un criterio utilizzato per gas esplosivi di altra natura pone a 1500 kg la soglia di massa di gas in condizioni di infiammabilità sotto la quale non si ritiene possibile il fenomeno di UVCE.

Scenario improbabile per serbatoi atmosferici.

VCE - Vapor Cloud Explosion

In ambienti molto congestionati o confinati si possono invece verificare esplosioni che producono pressioni più elevate anche per concentrazioni dei vapori inferiori al 15%, determinando effetti più gravi. Anche in questo caso il fenomeno è possibile solo nel caso di rilascio massivo.

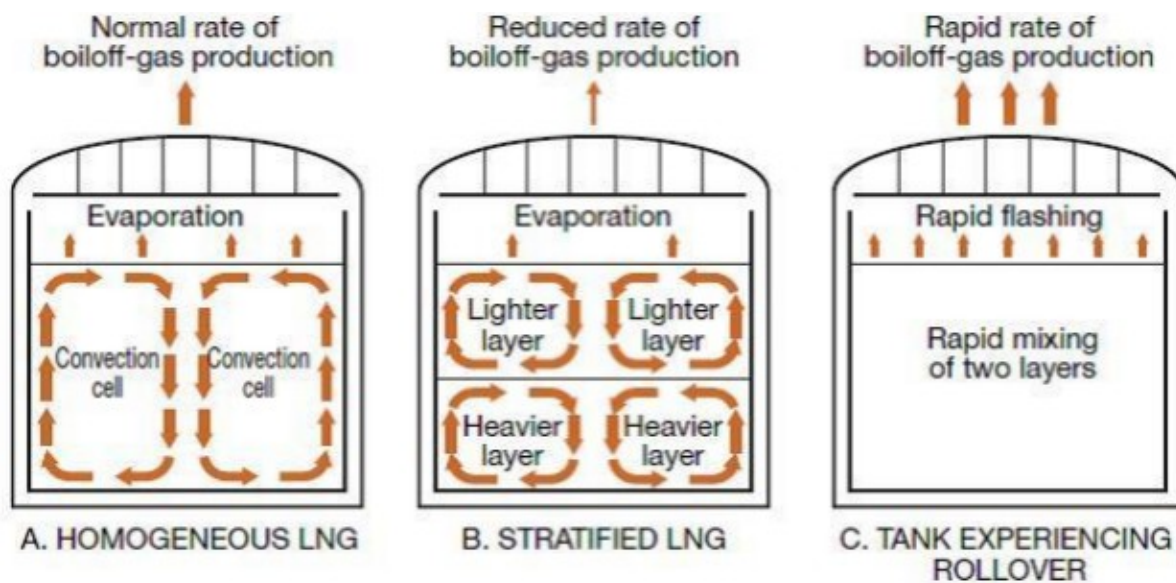
Scenario improbabile per serbatoi atmosferici.

Rollover

Il termine "rollover" si riferisce ad un fenomeno per il quale grandi quantità di gas possono essere emesse da un serbatoio di GNL in breve tempo.

In caso di miscelazione incompleta di GNL si formano, all'interno dei serbatoi, diversi strati o celle stabilmente stratificati. A causa di un naturale scambio termico che avviene tra le celle, le celle arrivano ad equalizzare la loro massa volumica miscelandosi spontaneamente (rollover). Se, come spesso accade, il liquido sulla cella inferiore è surriscaldato rispetto alle superiori, il rollover avviene provocando anche un aumento di vapore e il conseguente aumento delle pressioni.

Si tratta di una miscelazione spontanea accompagnata da un aumento nella formazione di vapore dovuta all'evaporazione istantanea del boil-off gas dello strato inferiore surriscaldato che fino a quel momento era stata impedita dallo strato sovrastante. Talvolta l'aumento è rapido e notevole. In pochi istanti l'aumento di pressione nel serbatoio è sufficiente a far aprire le valvole di sicurezza.



Questo è un fenomeno tipico di grandi recipienti nel caso di miscelazione di prodotti di origine diversa , prodotti a temperatura diversa oppure errori nelle procedure di messa in freddo dell'impianto prima del riempimento.

RPT – Transizione rapida di fase

Quando due liquidi a temperatura differente vengono a contatto, in determinate circostanze, possono generarsi reazioni esplosive. Questo fenomeno, chiamato transizione rapida di fase (Rapid phase transition ovvero RPT), può verificarsi quando vengono a contatto il GNL e l'acqua. Sebbene non si verifichi combustione, questo fenomeno ha tutte le altre caratteristiche tipiche di un'esplosione.

In alcune circostanze il liquido surriscaldato evapora rapidamente attraverso un complesso meccanismo di reazione a catena, producendo vapore a velocità esplosiva. Per esempio i liquidi possono essere portati a contatto diretto per impatto meccanico e questo si è rilevato essere l'innescò di transizioni rapide di fase in esperimenti con GNL o azoto liquido sull'acqua. E' possibile che si verifichi soltanto in presenza di elevate quantità d'acqua.



BLEVE

Esplosione derivante dalla rottura di un serbatoio contenente un liquido ad una temperatura significativamente al di sopra della sua temperatura di ebollizione a pressione atmosferica, tipica quindi dei gas liquefatti stoccati in pressione.

La rottura del contenitore causa una violenta depressurizzazione che porta all'evaporazione immediata di una grande quantità di liquido. La grande quantità di energia liberata provoca un'onda d'urto e una proiezione di frammenti anche di notevole dimensione ad elevata distanza con probabili effetti domino.

Gli scenari possibili sono tipici delle autocisterne tradizionali, queste sono dotate di singolo mantello di contenimento isolato termicamente:

1. incendio esterno che coinvolge il serbatoio
2. urto con un oggetto
3. corrosione
4. eccessiva pressione interna.

Nel caso di autocisterne più moderne, la struttura composta da doppio mantello e vuoto interposto permette di definire questi scenari come meno probabili ma non escludibili.

La conseguenza di un evento BLEVE è l'accensione immediata dei vapori fuoriusciti con la formazione di una fireball.

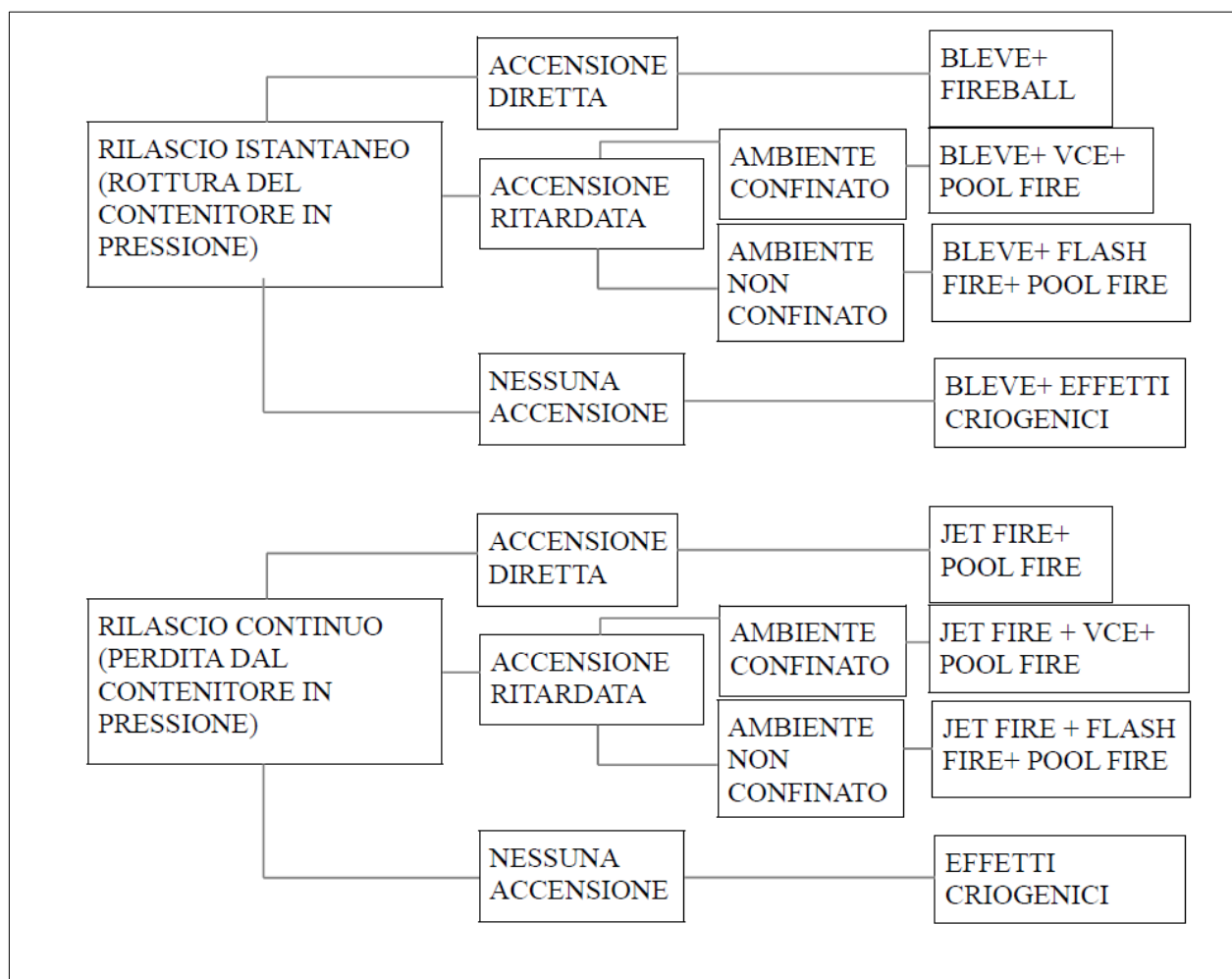
Scenario escludibile per serbatoi atmosferici.

1.2.1 Ulteriori fattori di rischio

Indipendentemente dalla sua infiammabilità, la bassa temperatura alla quale viene trattato il GNL può costituire un pericolo causando danni al personale che venga accidentalmente a contatto con esso (ustioni da contatto, congelamento, ipotermia).

1.2.2 Possibili evoluzioni degli scenari

Di seguito viene riportato l'albero degli eventi per rilascio GNL da serbatoio



1.3 SICUREZZA DEGLI OPERATORI SUGLI SCENARI

RISCHI DA ESPOSIZIONE

Come si evince dalla scheda di sicurezza, il GNL è un prodotto i cui vapori ad elevate concentrazioni possono causare asfissia.

Non esistono evidenze relative ai seguenti effetti: tossicità cronica potere sensibilizzante, cancerogenesi, mutagenesi, teratogenesi. L'autorespiratore pertanto deve essere indossato quando si hanno perdite in atto con rischio di basse concentrazioni d'ossigeno.

Ulteriore rischio è determinato dal contatto della pelle con la fase liquida o gas e di eventuali lesioni da freddo conseguenti.

I rischi legati alle attività con la presenza di metano liquido (GNL) sono i seguenti:

1. Rischio da esposizione al freddo
2. Rischi da irraggiamento
3. Rischi da esplosione
4. Rischi di asfissia

Rischio da Esposizione al freddo

Le basse temperature associate al GNL possono determinare vari effetti sulle parti del corpo esposte. Se una persona non è adeguatamente protetta contro le basse temperature ambiente, le sue reazioni e capacità possono essere gravemente compromesse.

Manipolazione, ustioni da contatto con il freddo

Il contatto con il GNL può produrre la formazione di vesciche sulla pelle simili ad una ustione o bruciatura. Anche il gas rilasciato dal GNL è estremamente freddo e può provocare ustioni o bruciature. I tessuti delicati, quali quelli degli occhi, possono essere danneggiati dall'esposizione a questo gas freddo anche quando questa esposizione risultasse troppo breve per danneggiare la pelle del viso e delle mani.

È opportuno evitare che le parti del corpo non protette possano venire a contatto con tubazioni o recipienti non isolati contenenti GNL. Il metallo estremamente freddo può aderire alla pelle e i tessuti possono lacerarsi nel tentativo di staccarsi da esso.

Congelamento

Un'intensa o prolungata esposizione ai vapori e gas freddi può causare congelamento.

Il dolore localizzato è generalmente sintomo di congelamento, ma a volte il dolore può non essere avvertito.

Effetto del freddo sui polmoni

La prolungata inspirazione di aria estremamente fredda può danneggiare i polmoni. Una breve esposizione può provocare disturbi respiratori.

Ipotermia

Il pericolo di ipotermia può verificarsi a temperature fino a 10° C, le persone che manifestino ipotermia dovrebbero essere allontanate dall'area fredda, e rapidamente riscaldate in un bagno caldo a temperatura compresa tra 40 °C e 42 °C. Non deve essere utilizzato calore secco per il riscaldamento.

Rischi da irraggiamento

I rischi da irraggiamento sono conseguenti dei vari scenari incidentali per innesco successivo al rilascio della sostanza.

Rischi da esplosione

Per la valutazione dei rischi e relativa protezione degli operatori e si rimanda al contenuto del “MANUALE LPG TRANSPORT EMERGENCY – versione 0.4 - agosto 2007” e successive modifiche.

Rischi di asfissia

Nel caso di perdite con conseguente bassa concentrazione di ossigeno si configura il rischio di asfissia.

DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE NECESSARI

Per interventi coinvolgenti GNL dovranno essere indossati i seguenti dispositivi di protezione:

Dispositivi per la protezione da freddo

Durante la manipolazione del GNL è opportuno che gli occhi siano protetti con apposite protezioni facciali, visiera o occhiali di sicurezza, se è ragionevolmente prevedibile l'esposizione al GNL.

I GUANTI CRIOGENICI – EN 511 DEVONO SEMPRE ESSERE INDOSSATI durante le operazioni di travaso o disconnessione della manichetta, e ogni qualvolta si manipola qualsiasi cosa che è o può essere stata a contatto con il liquido o il gas freddo.



I guanti dovrebbero calzare leggermente larghi, in modo da poter essere rapidamente sfilati se il liquido dovesse schizzare su di essi o all'interno di essi. Anche se si indossano i guanti, si raccomanda di manipolare per breve tempo un'apparecchiatura esposta al GNL.

I capi contaminati da liquido o vapore freddo dovrebbero essere arieggiati prima che la persona che li indossa entri in uno spazio confinato o si avvicini ad una sorgente di ignizione.

Il personale operativo deve essere consapevole che l'abbigliamento protettivo fornisce protezione solo contro schizzi occasionali di GNL, e che il contatto con il GNL dovrebbe essere evitato.

Dispositivi per protezione da irraggiamento

Per il rischio irraggiamento dovranno seguirsi scrupolosamente le indicazioni riportate nella Circolare n° 11 del 17 Settembre 2004 - Prot. N°. 2167 / 4301 – avente per oggetto: “Uniforme della componente operativa del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco”. Della stessa si riporta l’estratto pertinente alla precitata tipologia di rischio.

A. UNIFORME PER I SERVIZI DI SOCCORSO

A.1 L’uniforme estiva per i servizi di soccorso (vedi Foto n. 1) è costituita dai seguenti capi:

- a) *Elmo protettivo*
- b) *Sotto casco*
- c) *Completo antifiamma (giaccone con fregio identificativo di qualifica e sovrapantalone)*
- d) *Giubba estiva completa dei cinque fregi posizionati come da foto*
- e) *Maglietta polo ignifuga*
- f) *Pantaloni estivi*
- g) *Cintura di cotone*
- h) *Calze estive*
- i) *Calzature da intervento*
- j) *Guanti da intervento*

A.2 L’uniforme invernale per i servizi di soccorso (vedi Foto n. 1) è uguale a quella estiva con le seguenti varianti:

-
- k) *Giubba invernale completa dei cinque fregi posizionati come da foto*
 - l) *Maglia ignifuga (in sostituzione della polo)*
 - m) *Pantaloni invernali*
 - n) *Calze invernali*

...

Il personale specialista e quello comunque operante in specifiche situazioni farà riferimento alle apposite direttive.

Una particolare attenzione è doveroso richiamare sull'uso dell'uniforme e dei dispositivi di protezione individuale (DPI) da parte di tutto il personale operativo, a qualsiasi titolo presente sullo scenario d'intervento. A tal fine si ribadisce che tutto il personale inserito nel "dispositivo di soccorso", predisposto per ogni turno di servizio, è tenuto ad indossare l'uniforme e a predisporre i DPI per l'eventuale immediato utilizzo in caso di intervento.

I Sigg. Dirigenti nella qualità di datori di lavoro sono tenuti, ai sensi del D. Lgs. 81/08 e successive modifiche, ad informare e formare il personale dipendente in merito all'uso dei dispositivi di protezione (art. 4) richiamando l'obbligo del personale stesso all'autotutela (art.5).

Per una migliore conoscenza delle caratteristiche dei vari capi di vestiario e di equipaggiamento la presente circolare viene completata da un allegato con il quale vengono forniti importanti elementi conoscitivi sui nuovi materiali che hanno consentito il miglioramento delle dotazioni.

Viene inoltre riportata una nomenclatura dei vari capi di vestiario costituenti l'uniforme.



IL PERCORSO EVOLUTIVO DEI CAPI DI VESTIARIO E DELLE DOTAZIONI DI EQUIPAGGIAMENTO

I capi di vestiario e le dotazioni di equipaggiamento per il personale del C.N.VVF hanno subito nel corso degli ultimi anni alcune sostanziali modifiche conseguenti a studi e ricerche effettuati da parte di apposite commissioni che hanno verificato e recepito i vari suggerimenti ed esperienze sia interne che esterne all'Amministrazione ,connessi sia all'esigenza di ottemperare alle disposizioni emanate in ambito Comunitario in ordine ai dispositivi di protezione individuale per la tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori (D.Leg.vo 626/94 modificato dal D.L.vo 242/96 e dal D.Leg.vo 81/08, D.L.vo 475/92 e 10/97 ed UNI EN 471/95 e relativi aggiornamenti) sia per conseguire ,attraverso il contributo fornito dal mercato in materia di nuove tecnologie concernenti i tessuti ed altri materiali ,una oggettiva maggior praticità e comfort nelle operazioni di soccorso.

...

...

La maglietta polo ignifuga è un dispositivo di protezione individuale (DPI) certificato a norma EN 531 A B1 C1.

...

Per la stagione invernale si realizza il progetto della maglia ignifuga realizzata in fibra aramidica/viscosa/lana nelle rispettive percentuali 50/25/25, in colore verde scuro (è in fieri un prototipo di colore rosso identico alla polo estiva che sarà studiato per realizzare un capo che potrà dare uniformità cromatica estate/inverno alla divisa VF) composto dal corpo e dalle maniche ,con collo a listino ed un'apertura al centro del davanti, nella parte superiore chiusa con lampo, caratterizzato con il logo VF sul davanti e con scritta vigili del fuoco sul retro , anch'esso dispositivo di protezione individuale (DPI) certificato a norma EN 531 A B1 C1 .

Entrambi questi capi sono adatti per proteggere la parte del corpo, da essi ricoperta, da eventuali ed accidentali contatti con fiamme libere. I materiali con i quali sono stati realizzati garantiscono che l'indumento stesso non prenda fuoco se viene accidentalmente in contatto con fiamme libere ,da qui la maggior protezione per il personale Vigile del Fuoco di cui si è detto.

Entrambi i capi possono quindi essere utilizzati esclusivamente per la prevenzione da ustioni causate da contatti accidentali e non prevedibili con fiamme libere.

Entrambi i capi non devono essere utilizzati da soli per interventi di spegnimento incendi ma devono essere usati congiuntamente agli altri appositi DPI in dotazione.

...

Si realizzano i sottocaschi in tessuto a maglia in fibra meta-aramidica (Nomex) para-aramidica (Kevlar) e fibra antistatica a protezione integrale del capo e con apertura frontale bordata, realizzati in modo da garantire la massima protezione, un livello di comfort elevato e l'assoluta assenza di limitazioni del campo visivo e uditivo certificati a norma EN 531 A B2 C .

...

Si realizza il completo da intervento antifiamma EN 469 certificato come DPI di III categoria . E' composto da un giaccone e da un sovrapantalone in tessuto ignifugo da indossare rigorosamente in abbinamento, sopra all'uniforme da intervento, nell'attività di soccorso svolta in circostanze nelle quali non possa comunque escludersi il rischio di incendio.

La protezione dal calore è realizzata mediante l'utilizzo di un assemblaggio di materiali, tessuto esterno (64% aramidica e 36 % para-aramidica),strato termoisolante (feltro 100 % aramidica) e fodera (50% aramidica e 50% viscosa F.R.) tali da soddisfare i requisiti minimi della norma di prodotto Uni EN 469/97 EN 469/95.

Nella confezione del capo è stata prevista una zona con prestazioni inferiori a quelle offerte dal resto dell'indumento che è confinata sul dietro dei pantaloni; tale zona ha principalmente lo scopo di permettere all'utilizzatore di percepire in tempo il raggiungimento della soglia di pericolo oltre

la quale l'indumento non offre più l'adeguata protezione, da qui deriva l'obbligo di indossare il sovrapantalone sopra la divisa.

Il giaccone è dotato di cappuccio del tipo staccabile, ancorato con tre bottoni automatici alla parte posteriore del collo. Sul giaccone sono applicate due scritte Vigili del Fuoco, una sull'aletta quadrata al petto sinistro, l'altra sul dorso, al di sopra delle bande verticali di colore giallo. Per questo capo è in corso uno studio di fattibilità circa la problematica della rispondenza alla norma degli indumenti di segnalazione ad alta visibilità (norma armonizzata En 471 che è una norma volontaria).

...

Il nuovo elmo: completamente rinnovato nella foggia e nei materiali utilizzati. Costituito da una calotta esterna di forma convessa realizzata in Kevlar, fibre composite e speciali resine, una controcalotta interna realizzata in EPS, una semicalotta realizzata in ABS, una bardatura imbottita, una visiera trasparente a scomparsa per proteggere la zona oculare dalla proiezione di particelle solide e liquide, uno schermo riflettente a scomparsa per avvicinamento al calore radiante, predisposizioni per sistemi di radiocomunicazione, di illuminazione e dispositivi per la protezione del collo e delle spalle. Inoltre è realizzato per consentire l'utilizzazione delle maschere degli autoprotettori e a filtro sia dotate di aggancio standard a cinque punti che di innesto rapido a due punti in dotazione ai Comandi.

...

I nuovi guanti da intervento conformi alla norma EN 659 emessa per guanti di protezione per vigili del fuoco. Sono realizzati completamente con materiali ignifughi e sono conformati in modo da agevolare i movimenti della mano durante le fasi di intervento pur assicurando la necessaria protezione da rischi di carattere sia meccanico che termico. I guanti da intervento proteggono fino a circa metà dell'avambraccio, sono completamente impermeabili ai liquidi ed assicurano la massima permeabilità al vapore acqueo in modo da garantire il necessario comfort nell'impiego anche in condizioni estreme. Una elasticizzazione applicata nella parte interna permette una buona tenuta del guanto in corrispondenza del polso mentre un sistema di regolazione dell'estremità, con alamaro, permette un sicuro fissaggio del dispositivo alla manica dell'indumento protettivo da intervento. Una banda in tessuto fluroretroreflettente di tipo ignifugo è applicata sul guanto in posizione dorsale e il logo Vigili del Fuoco è applicato tra il polso e l'alamaro di regolazione. Di recente è stato redatto il capitolato per l'individuazione di guanti da intervento con caratteristiche tecnico-merceologiche ed estetico-funzionali migliorative secondo la EN 659/2003, se ne prevede l'assegnazione entro la fine dal prossimo anno.

...

Si ricorda che la confezione di ogni DPI è dotata della “nota informativa” dove sono posti in evidenza ogni informazione relativa all’uso e l’impiego raccomandato all’operatore. In detta nota sono riportate le informazioni sulle caratteristiche, categoria di appartenenza, l’idoneità d’impiego del DPI e le relative limitazioni.

La legislazione vigente attribuisce al datore di lavoro (utilizzatore) la responsabilità dell’identificazione e della scelta del DPI adeguato al tipo di rischio presente nell’ambiente di lavoro. Pertanto è opportuno che venga verificata l’idoneità delle caratteristiche del modello scelto alle proprie esigenze prima dell’impiego. Il datore di lavoro deve inoltre provvedere ad informare

preliminarmente il lavoratore dei rischi dai quali il DPI lo protegge assicurando, se necessario, una formazione e/o addestramento circa l’uso corretto e l’utilizzo pratico del DPI. Tale nota informativa rientra nella procedura d’informazione del lavoratore.

Il presente manuale è parte integrante da quanto stabilito all’art. 1, comma 3, del Decreto Ministeriale 14 giugno 1999, n. 450 *Regolamento recante norme per l’individuazione delle particolari esigenze connesse al servizio espletato nelle strutture della Polizia di Stato, del Corpo nazionale dei vigili del fuoco e degli uffici centrali e periferici dell’Amministrazione della pubblica sicurezza, comprese le sedi delle autorità aventi competenze in materia di ordine e sicurezza pubblica, di protezione civile e di incolumità pubblica, delle quali occorre tener conto nell’applicazione delle disposizioni concernenti il miglioramento della sicurezza e salute dei lavoratori nei luoghi di lavoro.*

Art. 1

...

3. Fatto salvo il dovere di intervento degli appartenenti alla Polizia di Stato e al Corpo nazionale dei vigili del fuoco anche in situazioni di personale esposizione al pericolo, il predetto personale deve adottare le misure di sicurezza e di protezione anche individuale predisposte per lo specifico impiego.

...

Il controlli preliminari, l’utilizzo e le avvertenze sono parte integrante del programma di formazione o di addestramento eventualmente organizzati dal datore di lavoro. Le note informative dei DPI

come i manuali tecnici delle attrezzature sono da considerarsi impianto formativo/informativo così come previsto dal disposto 626/94 e successive modifiche.

Dispositivi per protezione attiva

Si raccomanda che gli estintori del tipo a polvere secca (preferibilmente carbonato di potassio) siano opportunamente disponibili durante la manipolazione del GNL.

È opportuno che il personale coinvolto nella manipolazione del GNL sia addestrato all'uso degli estintori a polvere su liquidi in fiamme.

La schiuma ad elevata espansione può essere utile nel ricoprire gli incendi di pozze di GNL e quindi nel ridurre fortemente le radiazioni da essi emesse.

L'alimentazione di acqua dovrebbe essere disponibile per il raffreddamento, e per la formazione di schiuma, se l'equipaggiamento è disponibile.

SI RACCOMANDA DI NON USAR L'ACQUA PER LO SPEGNIMENTO DI INCENDI DI GNL.

GLI ESTINTORI DA USARE SONO DEL TIPO A POLVERE CHIMICA SECCA.



2. METODICHE OPERATIVE

2.1 Metodiche operative primo livello (squadra base)

Compiti della squadra base sono quelli di seguito elencati:

- Contenere e controllare lo scenario con l'obiettivo di evitare rischi di propagazione o effetto domino alle attività circostanti.
- Allertare i nuclei NBCR Regionali qualora siano necessarie operazioni specifiche di controllo serbatoi/impianti o attività di messa in sicurezza degli stessi

Si riportano di seguito del schede relative alle metodiche operative previste per la squadra base:

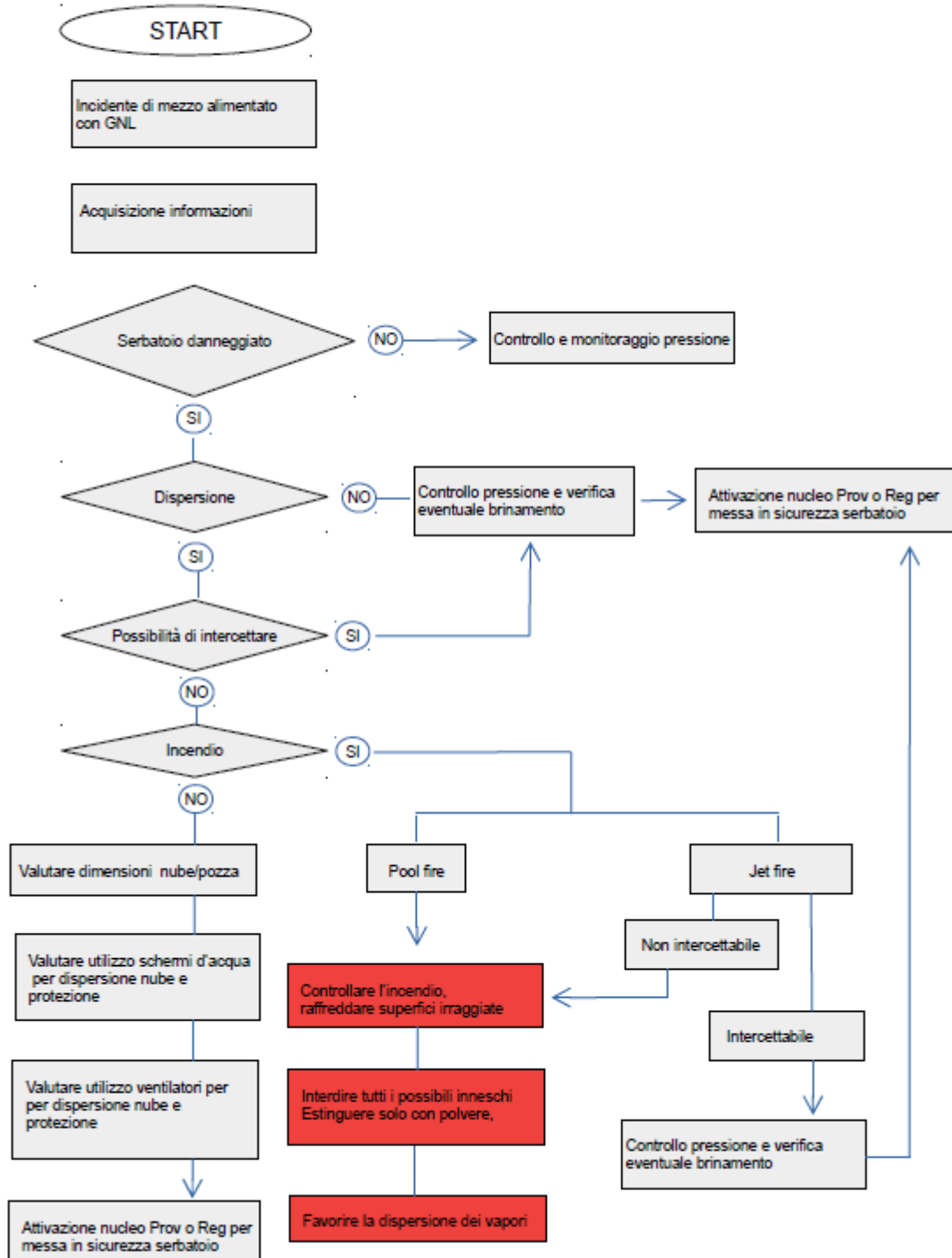
1. Incidente veicolo alimentato/trasportante GNL
2. Incidente veicolo alimentato/trasportante GNL con incendio del mezzo
3. Incidente veicolo alimentato/trasportante GNL con incendio serbatoio
4. Incidente veicolo alimentato/trasportante GNL con dispersione senza incendio
5. Incidente veicolo alimentato/trasportante GNL con coinvolgimento del serbatoio

Si evidenzia che gli scenari sopra elencati sono riferiti a problematiche legate al trasporto dell'LNG cui questo manuale è specificatamente dedicato, è comunque possibile estendere gli scenari anche a serbatoi componenti di impianti fissi secondo il seguente schema corrispondente:

- a) Criticità su impianto con serbatoio GNL
- b) Criticità su impianto con serbatoio GNL con incendio nell'impianto (aree limitrofe al serbatoio)
- c) Criticità su impianto con serbatoio GNL con incendio diretto del serbatoio
- d) Criticità su impianto con serbatoio GNL con dispersione
- e) Criticità su impianto con serbatoio GNL con coinvolgimento del serbatoio

METODOLOGIA OPERATIVA 1

Incidente di mezzo alimentato con GNL



2.2 Metodiche operative secondo livello (NBCR regionale)

I compiti della squadra NBCR Regionale, relativamente alle problematiche legate a scenari coinvolgenti serbatoi GNL, sono quelli di:

- Contribuire con le squadre base a contenere e controllare lo scenario con l'obiettivo di evitare rischi di propagazione o effetto domino alle attività circostanti.
- Provvedere alla messa in sicurezza di serbatoi (o parti di impianto) di piccole dimensioni (esempio serbatoi per alimentazione veicoli)
- Allertare i nuclei Regionali avanzati qualora lo scenario sia superiore alle proprie capacità di risposta

Si riportano di seguito del schede relative alle metodiche operative previste per la squadra NBCR Regionale:

1. Incidente veicolo alimentato/trasportante GNL
2. Incidente veicolo alimentato/trasportante GNL con incendio del mezzo
3. Incidente veicolo alimentato/trasportante GNL con incendio serbatoio
4. Incidente veicolo alimentato/trasportante GNL con dispersione senza incendio
5. Incidente veicolo alimentato/trasportante GNL con coinvolgimento del serbatoio
6. Gestione e messa di serbatoi di dimensioni medio piccole impiegati per uso autotrazione

Si evidenzia che gli scenari sopra elencati sono riferiti a problematiche legate al trasporto dell'GNL cui questo manuale è specificatamente dedicato; è comunque possibile estendere gli scenari anche alla condizione di serbatoi o componenti di impianti fissi secondo il seguente schema corrispondente:

- a) Criticità su impianto con serbatoio GNL
- b) Criticità su impianto con serbatoio GNL con incendio nell'impianto (aree limitrofe al serbatoio)
- c) Criticità su impianto con serbatoio GNL con incendio diretto del serbatoio

-
- d) Criticità su impianto con serbatoio GNL con dispersione
 - e) Criticità su impianto con serbatoio GNL con coinvolgimento del serbatoio
 - f) Gestione e messa in sicurezza serbatoi per autotrazione

2.3 Metodiche operative terzo livello (nucleo NBCR Avanzato)

I compiti della squadra NBCR Regionale, relativamente alle problematiche legate a scenari coinvolgenti serbatoi GNL, sono quelli di:

- Contribuire con le squadre base a contenere e controllare lo scenario con l'obiettivo di evitare rischi di propagazione o effetto domino alle attività circostanti.
- Provvedere alla messa in sicurezza di serbatoi (o parti di impianto) di piccole dimensioni (esempio serbatoi per alimentazione veicoli)
- Gestire per il controllo e la messa in sicurezza di serbatoi contenenti grandi quantità di GNL in ambito stradale, ferroviario, navale, impianti industriali in genere

Si riportano di seguito del schede relative alle metodiche operative previste per la squadra NBCR Regionale:

1. Incidente veicolo alimentato/trasportante GNL
2. Incidente veicolo alimentato/trasportante GNL con incendio del mezzo
3. Incidente veicolo alimentato/trasportante GNL con incendio serbatoio
4. Incidente veicolo alimentato/trasportante GNL con dispersione senza incendio
5. Incidente veicolo alimentato/trasportante GNL con coinvolgimento del serbatoio
6. Gestione di serbatoi per autotrazione
7. Gestione e messa in sicurezza di serbatoi anche di grandi dimensioni nell'ambito del trasporto (stradale, ferroviaria, navale) e nel settore industriale. Messa in sicurezza di linee e impianti in genere.

Si evidenzia che gli scenari sopra elencati sono riferiti a problematiche legate al trasporto dell'GNL cui questo manuale è specificatamente dedicato; è comunque possibile estendere gli scenari anche alla condizione di serbatoi o componenti di impianti fissi secondo il seguente schema corrispondente:

- a) Criticità su impianto con serbatoio GNL
- b) Criticità su impianto con serbatoio GNL con incendio nell'impianto (aree limitrofe al serbatoio)
- c) Criticità su impianto con serbatoio GNL con incendio diretto del serbatoio
- d) Criticità su impianto con serbatoio GNL con dispersione
- e) Criticità su impianto con serbatoio GNL con coinvolgimento del serbatoio
- f) Gestione e messa in sicurezza serbatoi industriali

3. ISTRUZIONI OPERATIVE

3.1 Istruzioni operative primo livello (squadra base)

1) Incidente coinvolgente mezzo alimentato a GNL (serbatoio integro)

- Fermarsi a distanza di sicurezza(50 mt. minimo) possibilmente sopravento
- Monitorare area incidente con esplosimetro (zona rossa, metano inodore)
- Valutare la possibile presenza di perdite
- Verifica coinvolgimento serbatoio nella dinamica incidentale
- Controllo visivo serbatoio (eventuale brinamento, ammaccature ecc)
- Controllo manometro per verifica pressione
- Verifica integrità e stato operativo valvole di sicurezza. (sigillo rosso/tubo bianco di collegamento sfiato, ecc)
- Monitoraggio successivo della pressione

ATTENZIONE pericolo ustioni da freddo (temp. -130°/-160°)

2) Incidente coinvolgente mezzo alimentato a GNL (serbatoio danneggiato)

- Fermarsi a distanza di sicurezza(50 mt. minimo) possibilmente sopravento
- Monitorare area incidente con esplosimetro (zona rossa, metano inodore)
- Valutare la possibile presenza di perdite
- Verifica coinvolgimento serbatoio nella dinamica incidentale
- Controllo visivo serbatoio (eventuale brinamento, ammaccature ecc)
- Monitoraggio aumento della pressione tramite manometro per verificare possibile perdita vuoto e/o danneggiamenti vari tra serbatoi e intercapedine di isolamento (brinamento).
- Verifica operatività/danneggiamento valvole di sicurezza (sigillo rosso/tubo bianco di collegamento sfiato, ecc)
- Valutare richiesta nucleo NBCR Regionale per degasaggio e/o svuotamento serbatoio
- Stabilire una zona di sicurezza ed allontanarsi se aumento repentino ed incontrollato della pressione (minimo 50 mt di raggio)

ATTENZIONE pericolo ustioni da freddo (temp. -130°/-160°)

3) incidente coinvolgente mezzo alimentato a GNL con dispersione senza incendio

- Valutare la direzione del vento per la disposizione delle squadre (sopravento)
- Fermarsi a distanza di sicurezza (minimo 50mt)
- Valutare l'entità della dispersione o pozza (fase gas , fase liquida)
- Monitorare area con esplosimetro e definire la zona rossa
- Eliminare tutte le possibili fonte di innesco
- Se possibile liberare la zona da altri veicoli
- Valutare la possibilità di intercettare la perdita
- Valutare l'utilizzo di schermi d'acqua per protezione.
- Valutare utilizzo ventilatori per disperdere e/o indirizzare la nube.
- Valutare il possibile utilizzo di acqua nebulizzata per disperdere i vapori di metano
- **ATTENZIONE NON IMMETTERE MAI ACQUA ALL'INTERNO DI UN SERBATOIO O A CONTATTO DIRETTO CON IL LIQUIDO (effetto RPT pericolo)**

ATTENZIONE: pericolo ustioni da freddo (-130/ -160)

4) incidente coinvolgente mezzo alimentato a GNL con dispersione ed incendio

- Tenere in considerazione il tempo trascorso tra l'inizio dell'incendio e l'arrivo delle squadre sul posto per valutare la strategia d'intervento(attacco o difesa)
- Valutare la direzione del vento per la disposizione delle squadre
- Fermarsi a distanza di sicurezza e garantire un raggio di sicurezza di 100 mt
- Eliminare tutte le possibili fonte di innesco e se possibile liberare la zona da altri veicoli
- Jet Fire: non spegnere l'incendio se il flusso non è intercettabile
- Mantenere raffreddato le superfici irraggiate e controllare l'incendio
- Valutare la possibilità di intercettare la perdita
- Mantenere monitorata l' area con esplosimetro

Nota: l'estinzione dei gas che fuoriescono senza interrompere il flusso di gas crea un alto rischio di riaccensione

-
- Pool Fire: non spegnere l'incendio se il flusso non è intercettabile
 - Mantenere raffreddato le superfici irraggiate e controllare l'incendio
 - Valutare la possibilità di intercettare la perdita
 - Mantenere monitorata l' area con esplosimetro
 - Se possibile l'estinzione utilizzare polvere

Nota: l'acqua non deve entrare in contatto con il metano liquido. L'acqua produce energia, che aumenta l'evaporazione e può a sua volta aumentare l'intensità del fuoco.

5) Incendio coinvolgente automezzo alimentato a GNL

- Tenere in considerazione il tempo trascorso tra l'inizio dell'incendio e l'arrivo delle squadre sul posto per valutare la strategia d'intervento(attacco o difesa)
- Valutare la direzione del vento per la disposizione delle squadre
- Fermarsi a distanza di sicurezza e garantire un raggio di sicurezza di 50 mt minimo
- Se possibile liberare la zona da altri veicoli
- Mantenere raffreddato con acqua il serbatoio di GNL
- Spegnere l'incendio dell'automezzo
- Ad estinzione avvenuta verificare le condizioni del serbatoio, pressione, operatività dispositivi di sicurezza e equipaggiamenti, condizioni generali del serbatoio.
- Valutare richiesta nucleo provinciale per degasaggio e/o svuotamento serbatoio

3.2 Istruzioni operative secondo livello (NBCR regionale)

Istruzioni operative 2° livello

1° Incidente coinvolgente mezzo alimentato a GNL (serbatoio integro)

- Fermarsi a distanza di sicurezza(50 mt. minimo) possibilmente sopravento
- Monitorare area incidente con esplosimetro (zona rossa, metano inodore)

-
- Valutare la possibile presenza di perdite
 - Verifica coinvolgimento serbatoio nella dinamica incidentale
 - Controllo visivo serbatoio (eventuale brinamento, ammaccature ecc)
 - Controllo manometro per verifica pressione
 - Verifica integrità e stato operativo valvole di sicurezza. (sigillo rosso/tubo bianco di collegamento sfiato, ecc)
 - Monitoraggio successivo della pressione

ATTENZIONE pericolo ustioni da freddo (temp. -130°/-160°)

2° Incidente coinvolgente mezzo alimentato a GNL (serbatoio danneggiato)

- Fermarsi a distanza di sicurezza(50 mt. minimo) possibilmente sopravento
- Monitorare area incidente con esplosimetro (zona rossa, metano inodore)
- Valutare la possibile presenza di perdite
- Verifica coinvolgimento serbatoio nella dinamica incidentale
- Controllo visivo serbatoio (eventuale brinamento, ammaccature ecc)
- Monitoraggio aumento della pressione tramite manometro per verificare possibile perdita vuoto e/o danneggiamenti vari tra serbatoi e intercapedine di isolamento (brinamento).
- Verifica operatività/danneggiamento valvole di sicurezza (sigillo rosso/tubo bianco di collegamento sfiato, ecc)
- Valutare richiesta nucleo nber Regionale per degasaggio e/o svuotamento serbatoio
- Stabilire una zona di sicurezza ed allontanarsi se aumento repentino ed incontrollato della pressione (minimo 50 mt di raggio)

ATTENZIONE pericolo ustioni da freddo (temp. -130°/-160°)

3° Incidente coinvolgente mezzo alimentato a GNL con dispersione senza incendio

-
- Valutare la direzione del vento per la disposizione delle squadre (sopravento)
 - Fermarsi a distanza di sicurezza (minimo 50mt)
 - Valutare l'entità della dispersione o pozza (fase gas , fase liquida)
 - Monitorare area con esplosimetro e definire la zona rossa
 - Eliminare tutte le possibili fonte di innesco
 - Se possibile liberare la zona da altri veicoli
 - Valutare la possibilità di intercettare la perdita
 - Valutare l'utilizzo di schermi d'acqua per protezione.
 - Valutare utilizzo ventilatori per disperdere e/o indirizzare la nube.
 - Valutare il possibile utilizzo di acqua nebulizzata per disperdere i vapori di metano
 - ATTENZIONE NON IMMETTERE MAI ACQUA ALL'INTERNO DI UN SERBATOIO O A CONTATTO DIRETTO CON IL LIQUIDO (effetto RPT pericolo)

ATTENZIONE: pericolo ustioni da freddo (-130/ -160)

4 ° Incidente coinvolgente mezzo alimentato a GNL con dispersione ed incendio

- Tenere in considerazione il tempo trascorso tra l'inizio dell'incendio e l'arrivo delle squadre sul posto per valutare la strategia d'intervento(attacco o difesa)
- Valutare la direzione del vento per la disposizione delle squadre
- Fermarsi a distanza di sicurezza e garantire un raggio di sicurezza di 100 mt
- Eliminare tutte le possibili fonte di innesco e se possibile liberare la zona da altri veicoli
- Jet Fire: non spegnere l'incendio se il flusso non è intercettabile
- Mantenere raffreddato le superfici irraggiate e controllare l'incendio
- Valutare la possibilità di intercettare la perdita
- Mantenere monitorata l' area con esplosimetro

Nota: l'estinzione dei gas che fuoriescono senza interrompere il flusso di gas crea un alto rischio di riaccensione

-
- Pool Fire: non spegnere l'incendio se il flusso non è intercettabile
 - Mantenere raffreddato le superfici irraggiate e controllare l'incendio
 - Valutare la possibilità di intercettare la perdita
 - Mantenere monitorata l'area con esplosimetro
 - Se possibile l'estinzione utilizzare polvere

Nota: l'acqua non deve entrare in contatto con il metano liquido. L'acqua produce energia, che aumenta l'evaporazione e può a sua volta aumentare l'intensità del fuoco.

5° Incendio coinvolgente automezzo alimentato a GNL

- Tenere in considerazione il tempo trascorso tra l'inizio dell'incendio e l'arrivo delle squadre sul posto per valutare la strategia d'intervento (attacco o difesa)
- Valutare la direzione del vento per la disposizione delle squadre
- Fermarsi a distanza di sicurezza e garantire un raggio di sicurezza di 50 mt minimo
- Se possibile liberare la zona da altri veicoli
- Mantenere raffreddato con acqua il serbatoio di GNL
- Spegnere l'incendio dell'automezzo
- Ad estinzione avvenuta verificare le condizioni del serbatoio, pressione, operatività dispositivi di sicurezza e equipaggiamenti, condizioni generali del serbatoio.
- **Valutare richiesta nucleo provinciale per degassaggio e/o svuotamento serbatoio**

6° Gestione e messa in sicurezza di serbatoi GNL per autotrazione

Le seguenti procedure per il degassaggio/svuotamento dei serbatoi, vanno messe in atto dopo una attenta valutazione dello scenario con protezione degli operatori anche da ustioni da freddo, monitoraggio continuo con esplosimetro, mitigare gli eventuali possibili inneschi e risorse antincendio dimensionate in maniera adeguata.



La procedura si divide principalmente in due operazioni:

1) Decremento della pressione del serbatoio

2) Svuotamento del serbatoio della fase liquida

1 Decremento della pressione del serbatoio

Anomalia : Sovrappressione del serbatoio per irraggiamento o perdita del vuoto.

Effetto ___ : Apertura delle valvole di sovrappressione con fuoriuscita di gas (16/24 bar)

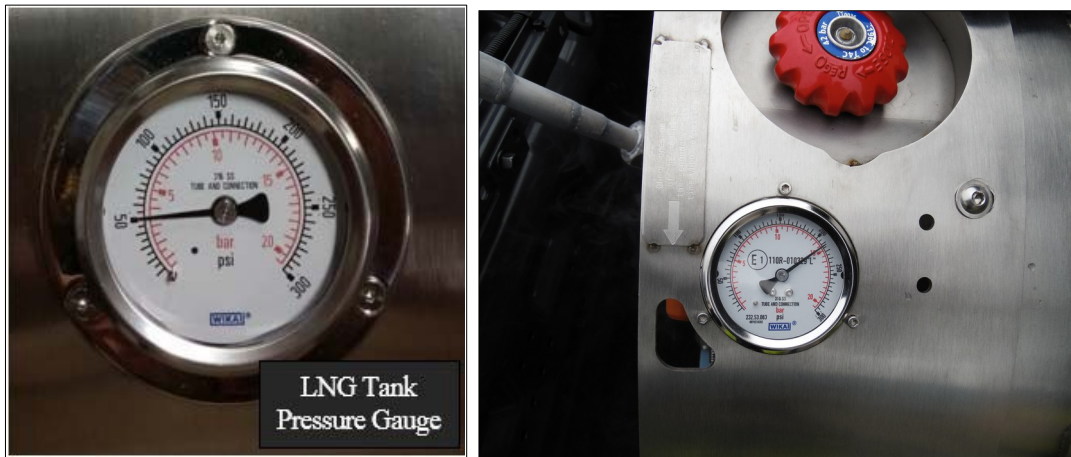
Obiettivo : Decrementare la pressione per evitare dispersioni.

Strumenti : Attacco fase vapore (vent) con tubazione con attacco maschio Acme(mt5), prolunga tubazione criogenica doppio attacco femmina Acme (mt 25), torcia fase gas con attacco Acme maschio e sistema di ignizione.



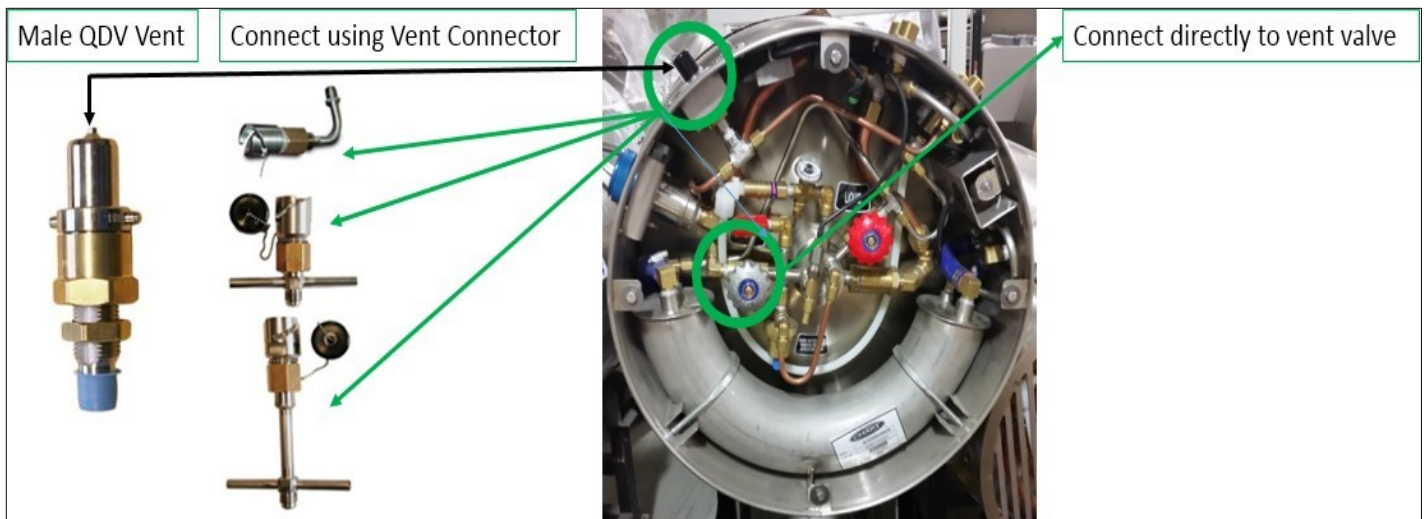
Esecuzione :

- 1) Controllo integrità serbatoio e controllo manometro. (Eventualmente di entrambi i serbatoi)



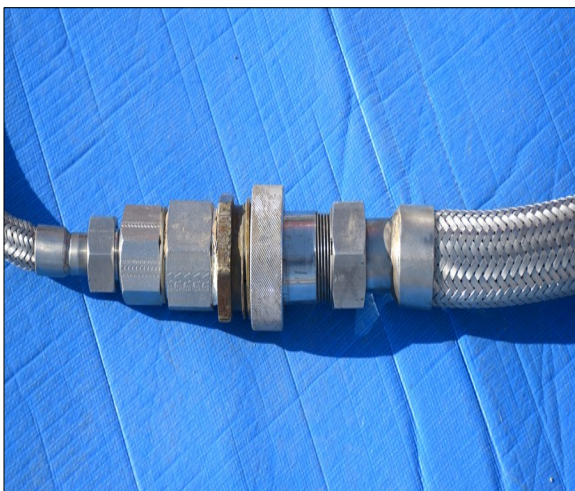
- 2) Controllo chiusura delle valvole fase vapore e chiusura delle valvole fase liquida.

- 3) Individuazione attacco vapore. (vent)



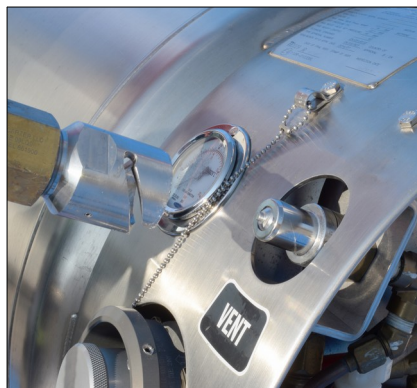
4) Montare l'impianto verificando la direzione del vent.

5) Connettere la tubazione vent con la prolunga 25 mt e con la torcia, serrare senza ausilio di attrezzi (controllare la presenza e lo stato delle guarnizioni).



6) Predisporre due linee antincendio, una vicino al serbatoio e una nelle vicinanze della torcia.

7) Agganciare facendo attenzione al senso di rotazione l'attacco vent sul serbatoio.



- 8) Preparare il sistema di accensione della torcia.
- 9) Ruotare la valvola della fase vapore e iniziare il degassaggio di uno oppure entrambi i serbatoi se necessario.
- 10) Se necessità il successivo svuotamento della fase liquida, mantenere una pressione di esercizio (8 bar).
- 11) In caso contrario portare la pressione allo zero manometrico se le circostanze lo richiedono.
- 12) Richiudere le valvole fase vapore.

2 Svuotamento del serbatoio della fase liquida

Anomalia : Danneggiamento serbatoio per urto e/o perdita del vuoto con brinamento esterno.

Effetto : Aumento della pressione e perdita delle caratteristiche di resistenza del tank

Obiettivo : Vuotare completamente il serbatoio dalla fase liquida e successivamente degasarlo completamente.

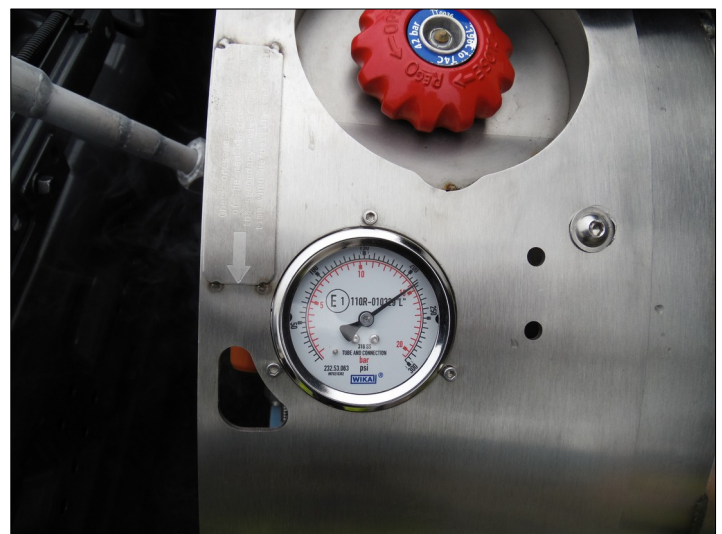
Materiale : Curva da 3/8 maschio/femmina,manicotto doppia femmina conico da 3/8,

nipple conico 3/8, tubazione criogenica 3/8 con attacco Acme 5 mt, prolunga 3/8 (25 mt) con doppio attacco femmina Acme, torcia per fase liquida con attacco Acme maschio e sistema di accensione.
Cassetta attrezzi antideflagranti e nastro teflon.



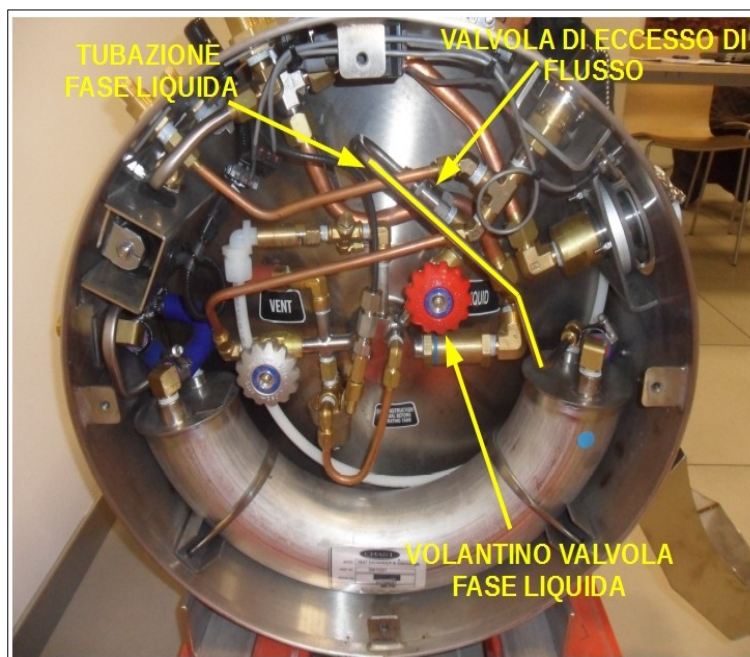
Esecuzione :

- 1) Controllare la pressione dei manometri, se prossima ai 16 bar degasare come procedura 1, mantenendo una pressione residua min. 6/8 bar.



- 2) Controllare la chiusura di tutte le valvole (fase gas e liquida).

3) Smontare il coperchio protettivo .



4) Individuare il punto di prelievo fase liquida.

(In alcuni serbatoi esiste un punto di prelievo fase liquida dedicato e usato per lo scarico in manutenzione , questo esclude il punto 5 e 6)

5) Svitare la tubazione che connette la valvola di prelievo fase liquida con il vaporizzatore.

(Nel fare questa operazione attenzione a scaricare eventuale pressione residua)

6) Svitare la valvola di eccesso di flusso (se presente).

7) Utilizzare la raccorderia da 3/8 (curve,nipples ecc.) in possesso per collegare la valvola fase liquida con sistema di scarico. (Dove necessario guarnire con teflon.)



- 8) Collegare la tubazione da 5 e metri e successivamente la prolunga da 25 mt.
(Si ricorda che il serraggio del sistema acme non viene effettuato con attrezzi)



- 9) Controllare la presenza e lo stato delle guarnizioni.
- 10) Collegare la torcia fase liquida considerando la direzione del vento.
- 11) Predisporre 2 linee antincendio, una vicino al serbatoio e una vicino alla torcia.
- 12) Preparare il sistema di accensione torcia e cominciare a ruotare la valvola fase liquida.



13) Quando la fase liquida finisce di bruciare, si udirà un sibilo ben distinto indicatore che sta fuoriuscendo solo fase gas.



14) Arrestare la valvola fase liquida, aspettare lo spegnimento della fiamma, collegare la torcia fase gas, riaprire la valvola e riaccendere la torcia fino a pressione manometrica zero.

15) A fine operazioni, richiudere le valvole e rimontare l'impianto. Per velocizzare lo sbrinamento delle connessioni usare molta acqua. Ripetere l'operazione sull'altro serbatoio se necessario

3.3 Istruzioni operative terzo livello (nucleo avanzato)

Istruzioni operative 3° livello

1° Incidente coinvolgente mezzo alimentato a GNL (serbatoio integro)

- Fermarsi a distanza di sicurezza(50 mt. minimo) possibilmente sopravento
- Monitorare area incidente con esplosimetro (zona rossa, metano inodore)
- Valutare la possibile presenza di perdite
- Verifica coinvolgimento serbatoio nella dinamica incidentale
- Controllo visivo serbatoio (eventuale brinamento, ammaccature ecc)
- Controllo manometro per verifica pressione
- Verifica integrità e stato operativo valvole di sicurezza. (sigillo rosso/tubo bianco di collegamento sfiato, ecc)
- Monitoraggio successivo della pressione

ATTENZIONE pericolo ustioni da freddo (temp. -130°/-160°)

2° Incidente coinvolgente mezzo alimentato a GNL (serbatoio danneggiato)

- Fermarsi a distanza di sicurezza(50 mt. minimo) possibilmente sopravento
- Monitorare area incidente con esplosimetro (zona rossa, metano inodore)
- Valutare la possibile presenza di perdite
- Verifica coinvolgimento serbatoio nella dinamica incidentale
- Controllo visivo serbatoio (eventuale brinamento, ammaccature ecc)

-
- Monitoraggio aumento della pressione tramite manometro per verificare possibile perdita vuoto e/o danneggiamenti vari tra serbatoi e intercapedine di isolamento (brinamento).
 - Verifica operatività/danneggiamento valvole di sicurezza (sigillo rosso/tubo bianco di collegamento sfiato, ecc)
 - Valutare richiesta nucleo nbc Regionali per degasaggio e/o svuotamento serbatoio
 - Stabilire una zona di sicurezza ed allontanarsi se aumento repentino ed incontrollato della pressione (minimo 50 mt di raggio)

ATTENZIONE pericolo ustioni da freddo (temp. -130°/-160°)

3° incidente coinvolgente mezzo alimentato a GNL con dispersione senza incendio

- Valutare la direzione del vento per la disposizione delle squadre (sopravento)
- Fermarsi a distanza di sicurezza (minimo 50mt)
- Valutare l'entità della dispersione o pozza (fase gas , fase liquida)
- Monitorare area con esplosimetro e definire la zona rossa
- Eliminare tutte le possibili fonte di innesco
- Se possibile liberare la zona da altri veicoli
- Valutare la possibilità di intercettare la perdita
- Valutare l'utilizzo di schermi d'acqua per protezione.
- Valutare utilizzo ventilatori per disperdere e/o indirizzare la nube.
- Valutare il possibile utilizzo di acqua nebulizzata per disperdere i vapori di metano
- ATTENZIONE NON IMMETTERE MAI ACQUA ALL'INTERNO DI UN SERBATOIO O A CONTATTO DIRETTO CON IL LIQUIDO (effetto RPT pericolo)

ATTENZIONE: pericolo ustioni da freddo (-130/ -160)

4 °incidente coinvolgente mezzo alimentato a GNL con dispersione ed incendio

- Tenere in considerazione il tempo trascorso tra l'inizio dell'incendio e l'arrivo delle squadre sul posto per valutare la strategia d'intervento(attacco o difesa)
- Valutare la direzione del vento per la disposizione delle squadre
- Fermarsi a distanza di sicurezza e garantire un raggio di sicurezza di 100 mt
- Eliminare tutte le possibili fonte di innesco e se possibile liberare la zona da altri veicoli
- Jet Fire: non spegnere l'incendio se il flusso non è intercettabile
- Mantenere raffreddato le superfici irraggiate e controllare l'incendio
- Valutare la possibilità di intercettare la perdita
- Mantenere monitorata l' area con esplosimetro

Nota: l'estinzione dei gas che fuoriescono senza interrompere il flusso di gas crea un alto rischio di riaccensione

- Pool Fire: non spegnere l'incendio se il flusso non è intercettabile
- Mantenere raffreddato le superfici irraggiate e controllare l'incendio
- Valutare la possibilità di intercettare la perdita
- Mantenere monitorata l' area con esplosimetro
- Se possibile l'estinzione utilizzare polvere
-

Nota: l'acqua non deve entrare in contatto con il metano liquido. L'acqua produce energia, che aumenta l'evaporazione e può a sua volta aumentare l'intensità del fuoco.

5°Incendio coinvolgente automezzo alimentato a GNL

-
- Tenere in considerazione il tempo trascorso tra l'inizio dell'incendio e l'arrivo delle squadre sul posto per valutare la strategia d'intervento(attacco o difesa)
 - Valutare la direzione del vento per la disposizione delle squadre
 - Fermarsi a distanza di sicurezza e garantire un raggio di sicurezza di 50 mt minimo
 - Se possibile liberare la zona da altri veicoli
 - Mantenere raffreddato con acqua il serbatoio di GNL
 - Spegnerne l'incendio dell'automezzo
 - Ad estinzione avvenuta verificare le condizioni del serbatoio, pressione, operatività dispositivi di sicurezza e equipaggiamenti, condizioni generali del serbatoio.
 - **Valutare richiesta nucleo provinciale per degassaggio e/o svuotamento serbatoio**

6° Gestione e messa in sicurezza di serbatoi GNL per autotrazione

Le seguenti procedure per il degassaggio/svuotamento dei serbatoi, vanno messe in atto dopo una attenta valutazione dello scenario con protezione degli operatori anche da ustioni da freddo, monitoraggio continuo con esplosimetro, mitigare gli eventuali possibili inneschi e risorse antincendio dimensionate in maniera adeguata.



La procedura si divide principalmente in due operazioni:

- 1) Decremento della pressione del serbatoio
- 2) Svuotamento del serbatoio della fase liquida

Procedura N°1 Decremento della pressione del serbatoio

Anomalia : Sovrappressione del serbatoio per irraggiamento o perdita del vuoto.

Effetto : Apertura delle valvole di sovrappressione con fuoriuscita di gas (16/24 bar)

Obiettivo : Decrementare la pressione per evitare dispersioni.

Strumenti : Attacco fase vapore (vent) con tubazione con attacco maschio Acme(mt5), prolunga tubazione criogenica doppio attacco femmina Acme (mt 25), torcia fase gas con attacco Acme maschio e sistema di ignizione.



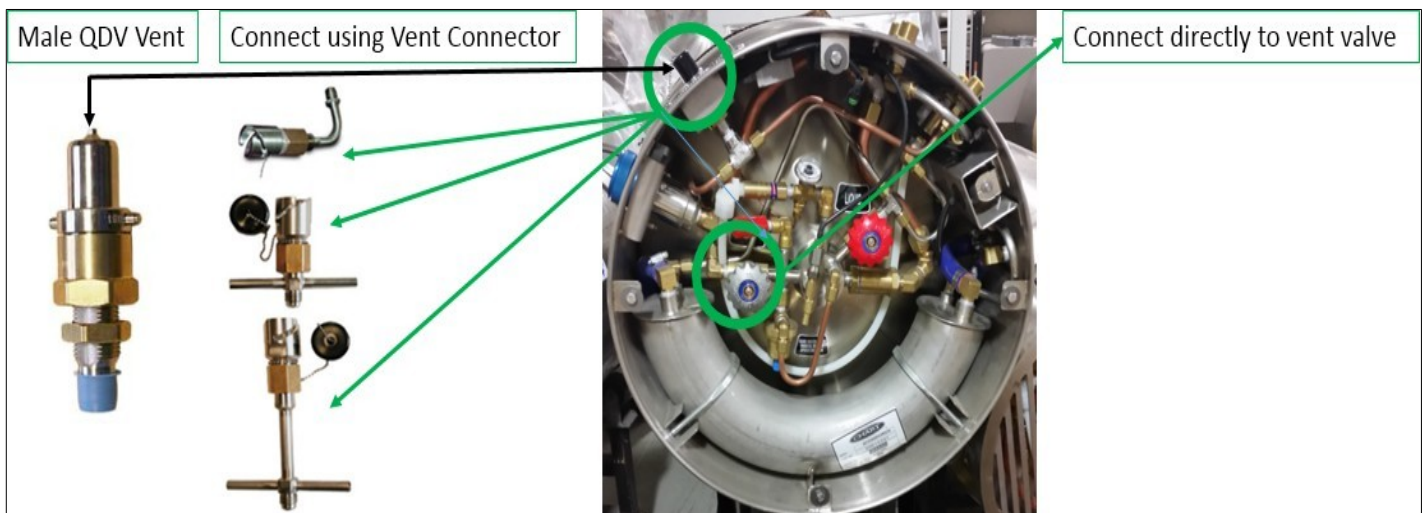
Esecuzione :

- 1) Controllo integrità serbatoio e controllo manometro. (Eventualmente di entrambi i serbatoi)



- 2) Controllo chiusura delle valvole fase vapore e chiusura delle valvole fase liquida.

- 3) Individuazione attacco vapore. (vent)



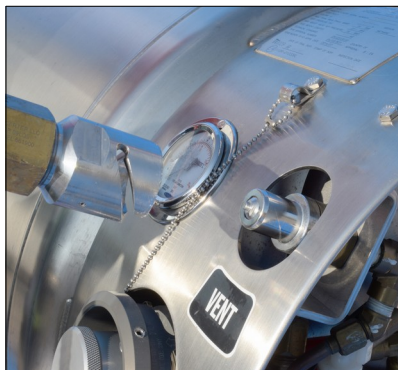
4) Montare l'impianto verificando la direzione del vent.

5) Connettere la tubazione vent con la prolunga 25 mt e con la torcia, serrare senza ausilio di attrezzi (controllare la presenza e lo stato delle guarnizioni).



6) Predisporre due linee antincendio, una vicino al serbatoio e una nelle vicinanze della torcia.

7) Agganciare facendo attenzione al senso di rotazione l'attacco vent sul serbatoio.



-
- 8) Preparare il sistema di accensione della torcia.
 - 9) Ruotare la valvola della fase vapore e iniziare il degassaggio di uno oppure entrambi i serbatoi se necessario.
 - 10) Se necessità il successivo svuotamento della fase liquida, mantenere una pressione di esercizio (8 bar).
 - 11) In caso contrario portare la pressione allo zero manometrico se le circostanze lo richiedono.
 - 12) Richiudere le valvole fase vapore.

2 Svuotamento del serbatoio della fase liquida

Anomalia : Danneggiamento serbatoio per urto e/o perdita del vuoto con brinamento esterno.

Effetto : Aumento della pressione e perdita delle caratteristiche di resistenza del tank

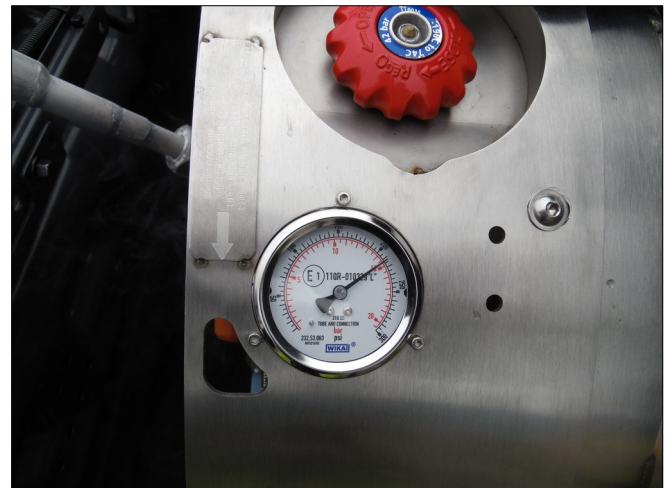
Obiettivo : Vuotare completamente il serbatoio dalla fase liquida e successivamente degasarlo completamente.

Materiale : Curva da 3/8 maschio/femmina,manicotto doppia femmina conico da 3/8, nipple conico 3/8, tubazione criogenica 3/8 con attacco Acme 5 mt, prolunga 3/8 (25 mt) con doppio attacco femmina Acme, torcia per fase liquida con attacco Acme maschio e sistema di accensione.
Cassetta attrezzi antideflagranti e nastro teflon.



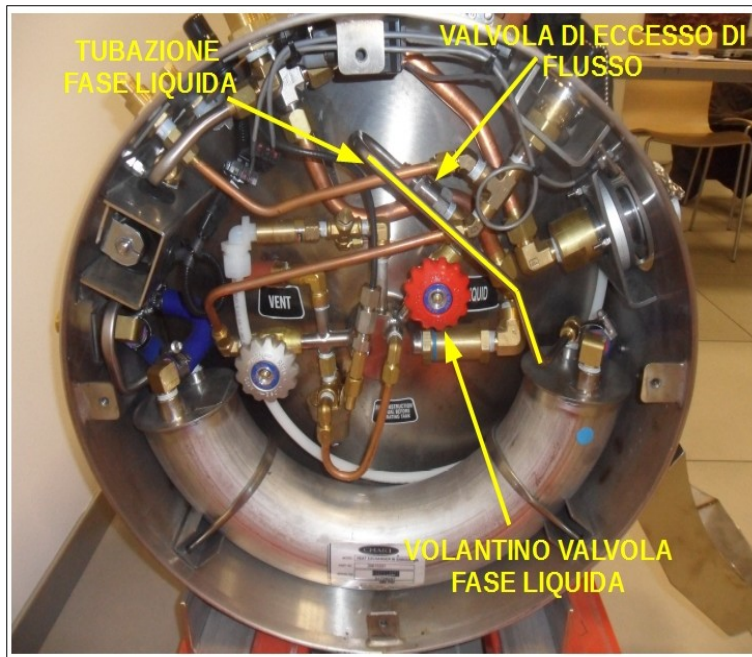
Esecuzione :

- 1) Controllare la pressione dei manometri, se prossima ai 16 bar degasare come procedura 1, mantenendo una pressione residua min. 6/8 bar.



- 2) Controllare la chiusura di tutte le valvole (fase gas e liquida).

3) Smontare il coperchio protettivo .



4) Individuare il punto di prelievo fase liquida.

(In alcuni serbatoi esiste un punto di prelievo fase liquida dedicato e usato per lo scarico in manutenzione , questo esclude il punto 5 e 6)

5) Svitare la tubazione che connette la valvola di prelievo fase liquida con il vaporizzatore.

(Nel fare questa operazione attenzione a scaricare eventuale pressione residua)

6) Svitare la valvola di eccesso di flusso (se presente).

7) Utilizzare la raccorderia da 3/8 (curve,nipples ecc.) in possesso per collegare la valvola fase liquida con sistema di scarico. (Dove necessario guarnire con teflon.)



- 8) Collegare la tubazione da 5 e metri e successivamente la prolunga da 25 mt.
(Si ricorda che il serraggio del sistema acme non viene effettuato con attrezzi)



- 9) Controllare la presenza e lo stato delle guarnizioni.
- 10) Collegare la torcia fase liquida considerando la direzione del vento.
- 11) Predisporre 2 linee antincendio, una vicino al serbatoio e una vicino alla torcia.
- 12) Preparare il sistema di accensione torcia e cominciare a ruotare la valvola fase liquida.



13) Quando la fase liquida finisce di bruciare, si udirà un sibilo ben distinto indicatore che sta fuoriuscendo solo fase gas.



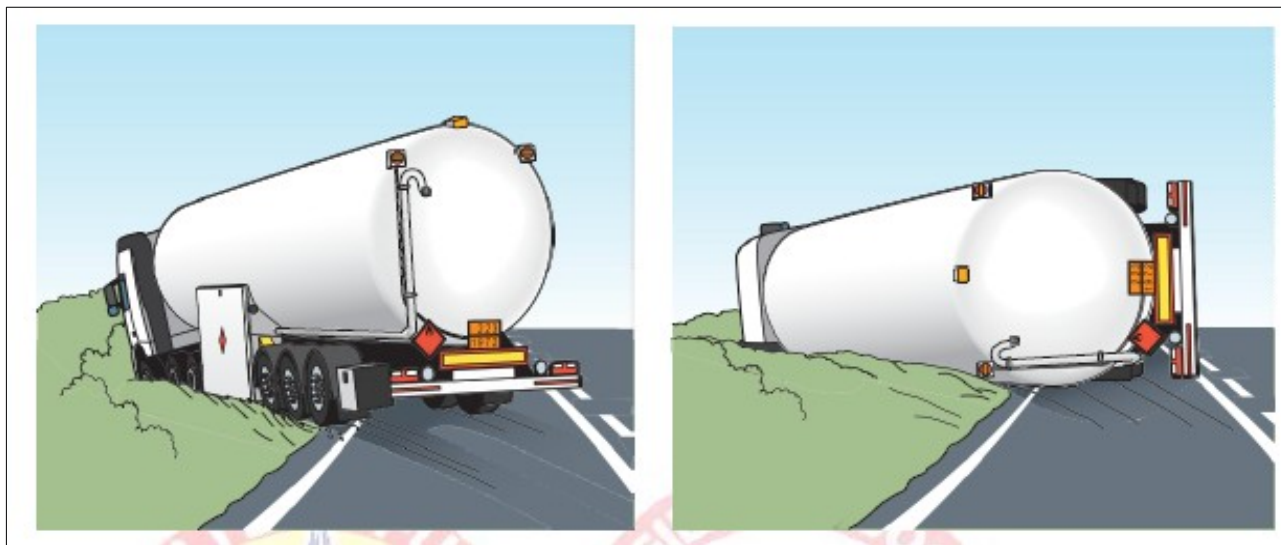
14) Arrestare la valvola fase liquida, aspettare lo spegnimento della fiamma, collegare la torcia fase gas, riaprire la valvola e riaccendere la torcia fino a pressione manometrica zero.

15) A fine operazioni, richiudere le valvole e rimontare l'impianto. Per velocizzare lo sbrinamento delle connessioni usare molta acqua. Ripetere l'operazione sull'altro serbatoio se necessario

7° Scenari incidentali coinvolgenti ATB adibite al trasporto di GNL

Scenario A

L'unità di trasporto/ cisterna in ordine di marcia o ribaltata (90°- 180°) con cisterna integra.



Azioni:

- Sigillare un'area con un raggio di circa 100 m attorno all'unità di trasporto. (La distanza può essere modificata dopo le verifiche di integrità della cisterna con l'eventuale collaborazione del responsabile della sicurezza trasporti della ditta).
- Eliminare tutte le fonti di accensione. (attività preventiva alla verifica sulla presenza di perdite o condizioni critiche)
- Se possibile, rimuovere altri veicoli in particolar modo se contenenti carichi pericolosi dalla zona a rischio.
- Avvicinarsi al mezzo sempre muniti di analizzatore di esplosività e possibilmente sopravento (il gnl è inodore)

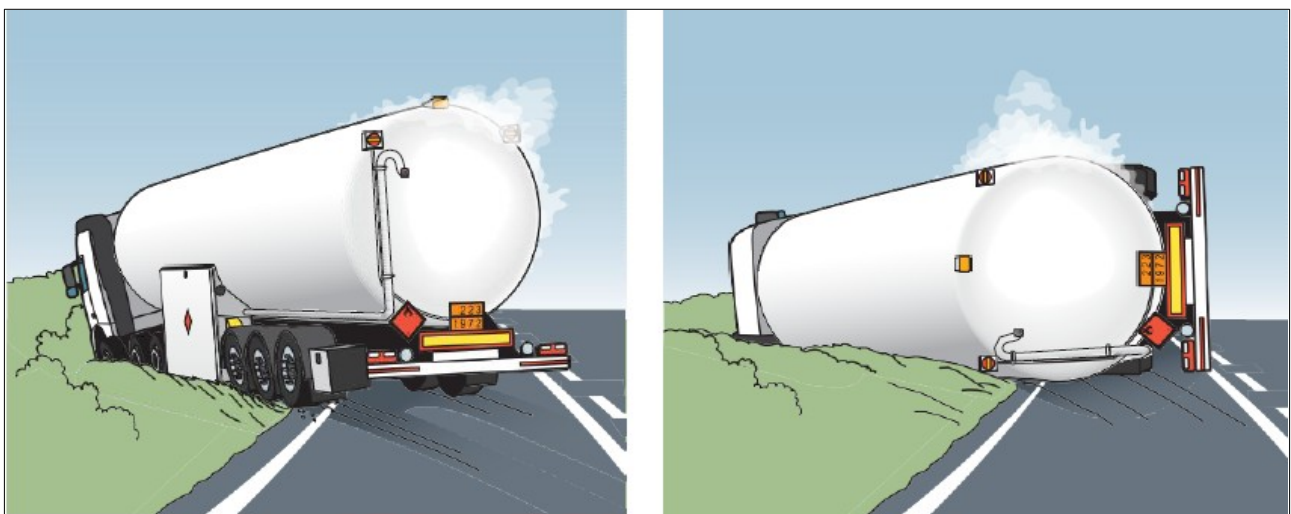
-
- Controllare se l'unità di trasporto è danneggiata o perde.
 - Controllare il livello del liquido e le letture della pressione.
 - Verificare se l'unità di trasporto può essere recuperata senza la necessità di misure speciali.
 - Se le condizioni dell'unità di trasporto ne consentono il recupero, questa operazione deve essere eseguita con estrema cautela.
 - Se l'unità di trasporto è in sicurezza ma le sue condizioni non ne consentono il sollevamento o il rimorchio, considerate la possibilità di eseguire il travaso.
 - Consultare il responsabile della sicurezza della ditta e/o l'autista per determinare il danno all'unità di trasporto e la conseguente strategia d'intervento. (recupero, travaso)
 - Se è necessario svuotare l'unità di trasporto, la procedura deve essere determinata congiuntamente dal ROS e responsabile sicurezza e trasporti della ditta.
 - Il fornitore deve fornire eventuali procedure scritte da attuare per le operazioni di recupero e/o travaso dell'unità di trasporto.

ATTENZIONE: pericolo ustioni da freddo (-130/ -160)

ATTENZIONE: il GNL è inodore

Scenario B

L'unità di trasporto/cisterna è in ordine di marcia o ribaltata (90° - 180°) con perdita accertata di gas metano ma non di metano liquido



Azioni:

- Delimitare un'area con un raggio di almeno 100 m attorno all'unità di trasporto.(La distanza può essere modificata solo dopo attenta valutazione dello scenario).

Nelle operazioni di valutazione munirsi sempre di analizzatore di esplosività per monitorare l'estensione dell'area di pericolo. (il GNL è inodore). Valutare la direzione del vento per la disposizione delle squadre (sopravento)

- Eliminare tutte le fonti d'innesco.(attività preventiva alla verifica sulla presenza di perdite o condizioni critiche)

- Se possibile, rimuovere altri veicoli in particolar modo se contenenti carichi pericolosi dalla zona a rischio.

- Spruzzare la nube di gas con acqua per controllare e dissipare il gas, in alternativa si può valutare l'utilizzo di schermi idrici o ventilatori.

- Determinare se la perdita può essere arrestata interrompendo l'alimentazione del gas.

- Nota: il gas viene trasportato nella direzione del vento, il che può creare un rischio di ignizione. Per questo motivo, solo il personale autorizzato deve rimanere all'interno dell'area sigillata.

- Determinare l'area di emissione e la concentrazione di gas e, se necessario, modificare il perimetro dell'area sigillata.

- Se è necessario svuotare l'unità di trasporto, la procedura deve essere determinata congiuntamente dal ROS e responsabile sicurezza e trasporti della ditta

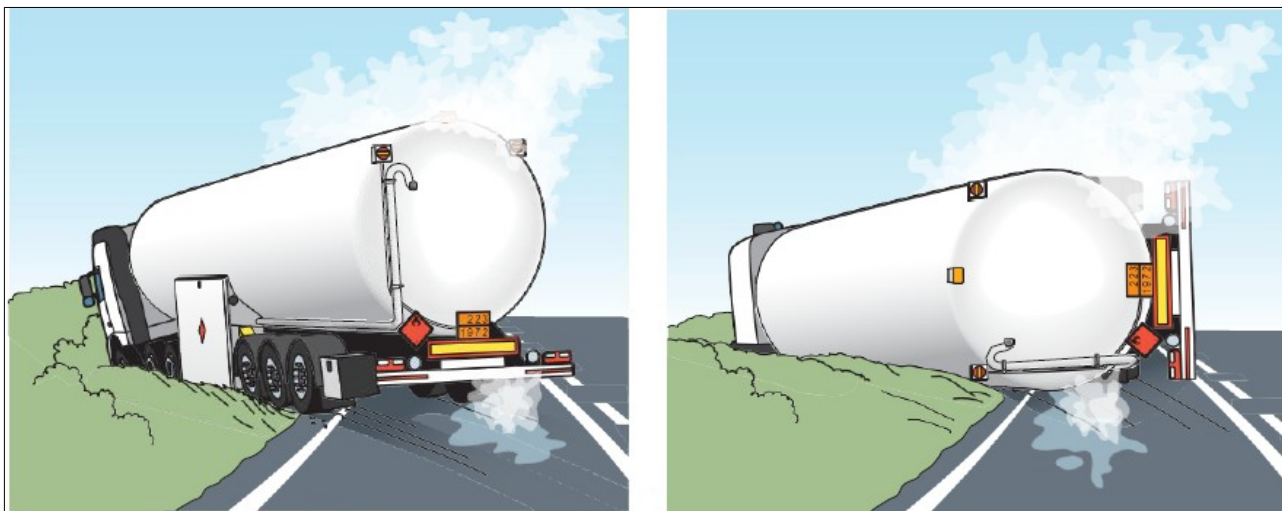
- Il fornitore deve fornire eventuali procedure da attuare per le operazioni di travaso e recupero dell'unità di trasporto.

ATTENZIONE: pericolo ustioni da freddo (-130/ -160)

ATTENZIONE: il GNL è inodore

Scenario C

L'unità di trasporto/ cisterna in ordine di marcia o ribaltata (90° - 180°) e perde metano liquido.



Azioni:

- Delimitare un'area con un raggio di almeno 300 m attorno all'unità di trasporto..(La distanza può essere modificata solo dopo attenta valutazione dello scenario).

-Nelle operazioni di valutazione munirsi sempre di analizzatore di esplosività per monitorare l'estensione dell'area di pericolo. (il GNL è inodore)

-Valutare la direzione del vento per la disposizione delle squadre (sopravento)

-Eliminare tutte le fonti d'innescio.(attività preventiva alla verifica sulla presenza di perdite o condizioni critiche)

Se possibile, rimuovere altri veicoli in particolar modo se contenenti carichi pericolosi dalla zona a rischio

-Valutare l'entità della pozza di liquido

-
- Usare acqua solamente sulla nube di gas per controllare e dissipare il gas. (no contatto gnl - acqua)
 - Determinare se la perdita può essere arrestata interrompendo l'alimentazione del liquido.
 - *Se i gas del metano liquido si sono accesi, smettere di spruzzare acqua sulla perdita. L'acqua produce calore e aumenta l'evaporazione, che a sua volta può aumentare l'intensità del fuoco.*
 - Nota: il gas viene trasportato nella direzione del vento, il che può creare un rischio di ignizione. Per questa ragione, solo il personale autorizzato deve rimanere all'interno dell'area sigillata.
 - Determinare l'area di emissione e la concentrazione di gas e, se necessario, modificare il perimetro dell'area sigillata.
 - Se è necessario svuotare l'unità di trasporto, la procedura deve essere determinata congiuntamente dal ROS e responsabile sicurezza e trasporti della ditta
 - Il fornitore deve fornire eventuali procedure da attuare per le operazioni di travaso e recupero dell'unità di trasporto

ATTENZIONE NON IMMETTERE MAI ACQUA ALL'INTERNO DI UN SERBATOIO O A CONTATTO DIRETTO CON IL LIQUIDO (effetto RPT pericolo)

ATTENZIONE: pericolo ustioni da freddo (-130/ -160)

ATTENZIONE: il GNL è inodore

Istruzioni operative per interventi su autobotti GNL

Di seguito sono riportate le istruzioni operative per la gestione di scenari incidentali che coinvolgono autobotti che trasportano GNL.

L'attività di svuotamento del serbatoio risulta necessaria per garantire il recupero in sicurezza del veicolo. Il sollevamento del mezzo carico non è ammesso dalla maggior parte dei costruttori ed inoltre un'eventuale danneggiamento delle strutture della cisterna rende ancora più critiche movimentazioni della stessa con prodotto all'interno. Fuoriuscite di prodotto durante l'operazione di movimentazione potrebbero generare gravi rischi anche per le squadre impiegate nelle attività di soccorso

Si evidenzia comunque come tali procedure operative possono essere impiegate anche per la gestione del prodotto presente all'interno di serbatoi fissi in caso di eventi coinvolgenti impianti .

L'istruzione operativa s1 risulta particolarmente lunga in termini temporali ed è da impiegare in linea di massima

Tutte le attività sono sempre precedute da una fase preliminare

1. Istruzione operativa **s1**: Attività di svuotamento serbatoio per combustione
2. Istruzione operativa **a1**: svuotamento atb ordine di marcia con pompa criogenica
3. Istruzione operativa **a2**: svuotamento atb ordine di marcia per differenza di pressione
4. Istruzione operativa **b1**: svuotamento atb posta a 90° con pompa criogenica
5. Istruzione operativa **b2**: svuotamento atb posta a 90° per differenza di pressione
6. Istruzione operativa **c1**: svuotamento atb posta a 180° con pompa criogenica
7. Istruzione operativa **c2**: svuotamento atb posta a 180° per differenza di pressione

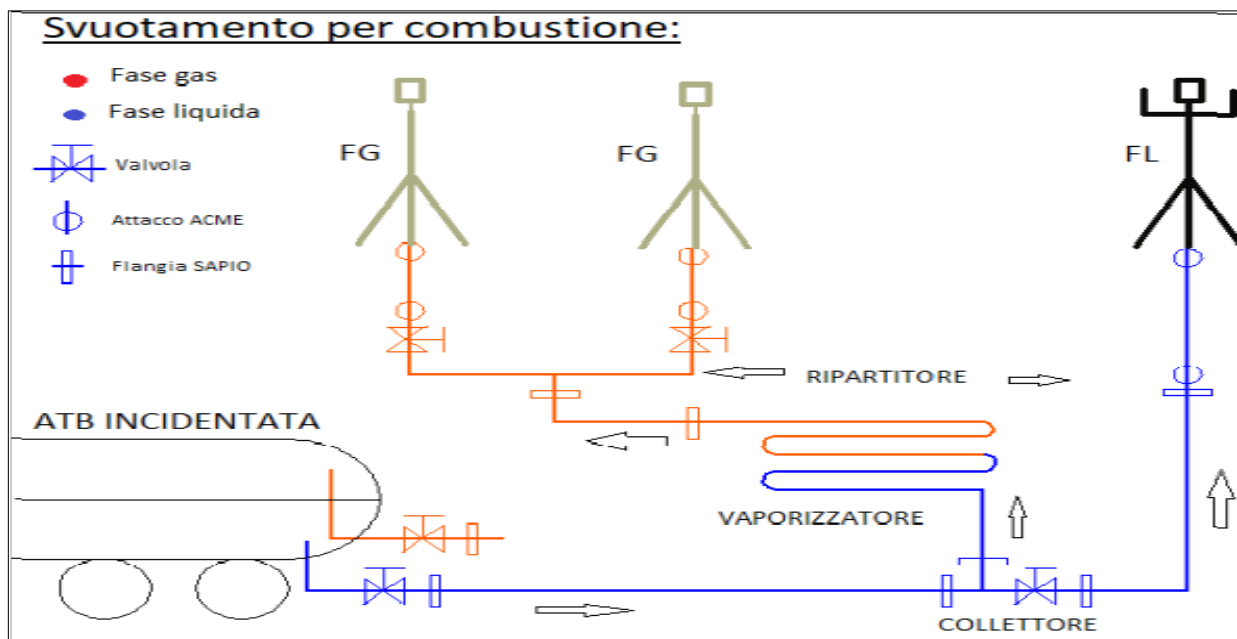
Fase preliminare:

- Prima dell'esecuzione di ogni fase/operazione finalizzata al travaso, la cisterna dovrà essere accuratamente verificata per comprendere se tutti i suoi elementi costruttivi sono integri e funzionali (mantello, valvole, tubazioni, ecc.)
- Verifica condizioni mantello esterno, ammaccature, formazione macchie di ghiaccio, pressione interna e pressione massima di esercizio, accessibilità al gruppo valvolare, efficienza del vaporizzatore per la rimessa in pressione e posizione della cisterna
- Avvicinarsi al veicolo per le verifiche possibilmente sopravento e con analizzatore portatile di esplosività/cerca-fughe in funzione. (GAS INODORE)
- Se necessario il travaso confrontarsi con il costruttore/trasportatore per comprensione schema di flusso impianto, individuazione punti di prelievo ed eventuale predisposizione al sollevamento (totalmente carica, parzialmente carica, vuota)
- Predisporre cisterna di soccorso di uguale o superiore capacità possibilmente in freddo
- Richiedere squadre di supporto antincendio da posizionare nei punti di collegamento cisterne e unità di trasferimento
- Organizzare posizioni operatori squadre specialistiche (coordinatore, cisterna inc. e di socc., unità di trasferimento, vaporizzatore, monitoraggio)
- Secondo strategia adottata richiedere autobotte azoto liquido possibilmente ad alta pressione (7 bar) e comunque in funzione della pressione massima ammissibile dell'autobotte incidentata
- Dotare gli operatori di contatto di DPI criogenici (guanti visiera) e utilizzo completo antifiamma integrale.
- Creare un' area rossa in cui devono rimanere solo le persone autorizzate e impegnate nelle operazioni di travaso e messa in sicurezza.
- Liberare per quanto possibile l'area circostante da personale non strettamente necessario alle operazioni di supporto.
- Predisporre eventuali sistemi di protezione utili a fronteggiare un'eventuale emergenza durante le operazioni di travaso (squadre antincendio, estintori a polvere, ventilatori, schermi idrici).
- Nella scelta della strategia da adottare verificare se è possibile posizionare la pompa sottobattente, se la pressione è sufficiente per mantenerla invasata, utili almeno 2/3 bar, (NO CAVITAZIONE).

-
- Valutare quindi le operazioni di rimessa in pressione per utilizzo pompa o trasferimento per Delta P (vaporizzatore di dotazione mezzo, vaporizzatore esterno VVF o vaporizzazione azoto liquido).
 - Richiedere sempre se possibile cisterna di soccorso in freddo.

SCENARIO s1 (svuotamento per combustione)

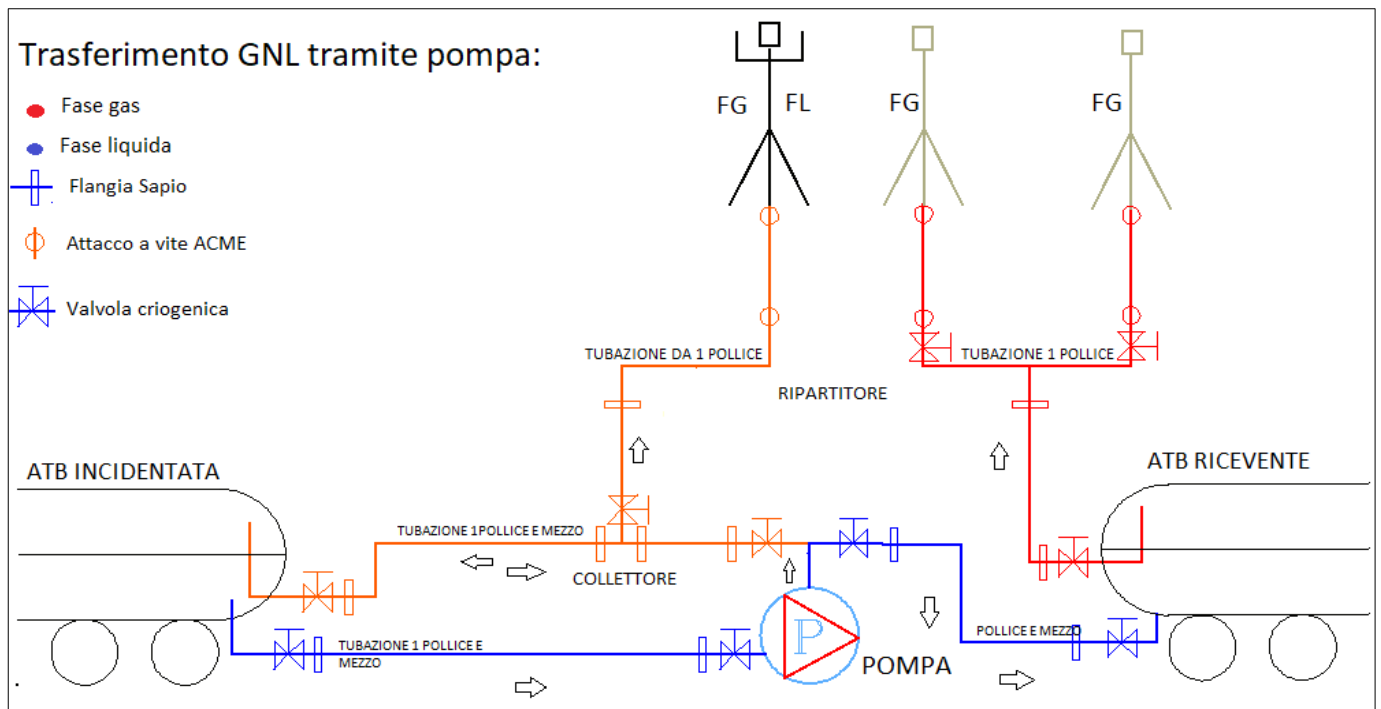
- Individuare il punto di prelievo fase liquida cisterna incidentata.
- Predisporre flangia universale DN 65/Sapio (in sostituzione dei raccordi spagnoli, francesi, olandesi attualmente conosciuti e non uniformati) posizionando con cura la guarnizione.
- Collegare manichetta 1'' e ½ attacco Sapio tra cisterna inc. e entrata pompa criogenica.
- Predisporre flangia DN 65/Sapio FL su cisterna di soccorso (posizionare con cura la guarnizione)
- Collegare tubazione 1'' e 1/2 attacco Sapio tra cisterna socc. e mandata pompa criogenica
- Predisporre precedentemente vaporizzatore VVF (possibilmente a terra sotto-battente)
- Collegare tubazione criogenica By-pass pompa con entrata vaporizzatore/combustore
- Collegare uscita vaporizzatore con collettore fase gas (multi torcia /attacco sapio), fase liquida combustore.
- Collegare infine torce calde mediante tubazione criogenica 20 mt 1'' (attacco gas)
- Predisporre tutte le attrezzature in equipotenziale
- Verifica eventuali perdite e se necessario stringere i raccordi con cautela
- A consenso avvenuto avviare la pompa, procedere al trasferimento del prodotto fino allo svuotamento totale della cisterna.
- Al termine delle operazioni di trasferimento è possibile inertizzare la cisterna incidentata con azoto (compresso o liquido)
- Ad operazioni concluse bonificare l'impianto di travaso inviando tutto il contenuto (GNL) al combustore o tramite inertizzazione con azoto.



SCENARIO a1 (ordine di marcia con pompa)

- Individuare il punto di prelievo fase liquida cisterna incidentata.
- Predisporre flangia universale DN 65/Sapio (in sostituzione dei raccordi spagnoli, francesi, olandesi attualmente conosciuti e non uniformati) posizionando con cura la guarnizione.
- Collegare manichetta 1'' e ½ attacco Sapio tra cisterna inc. e entrata pompa criogenica.
- Predisporre flangia DN 65/Sapio FL su cisterna di soccorso (posizionare con cura la guarnizione)
- Collegare tubazione 1'' e 1/2 attacco Sapio tra cisterna socc. e mandata pompa criogenica
- Predisporre precedentemente vaporizzatore VVF (possibilmente a terra sotto-battente)
- Collegare tubazione criogenica By-pass pompa con entrata vaporizzatore/combustore
- Collegare uscita vaporizzatore con collettore fase gas (multi torcia /attacco sapio), fase liquida combustore.
- Collegare infine torce calde mediante tubazione criogenica 20 mt 1''(attacco gas)
- Predisporre tutte le attrezzature in equipotenziale
- Avviare la messa in freddo della pompa criogenica in dotazione
- Verifica eventuali perdite e se necessario stringere i raccordi con cautela
- A consenso avvenuto avviare la pompa, procedere al trasferimento del prodotto fino allo svuotamento totale della cisterna.
- Al termine delle operazioni di trasferimento è possibile inertizzare la cisterna incidentata con azoto (compresso o liquido)

- Ad operazioni concluse bonificare l'impianto di travaso inviando tutto il contenuto (GNL) al combustore o tramite inertizzazione con azoto.

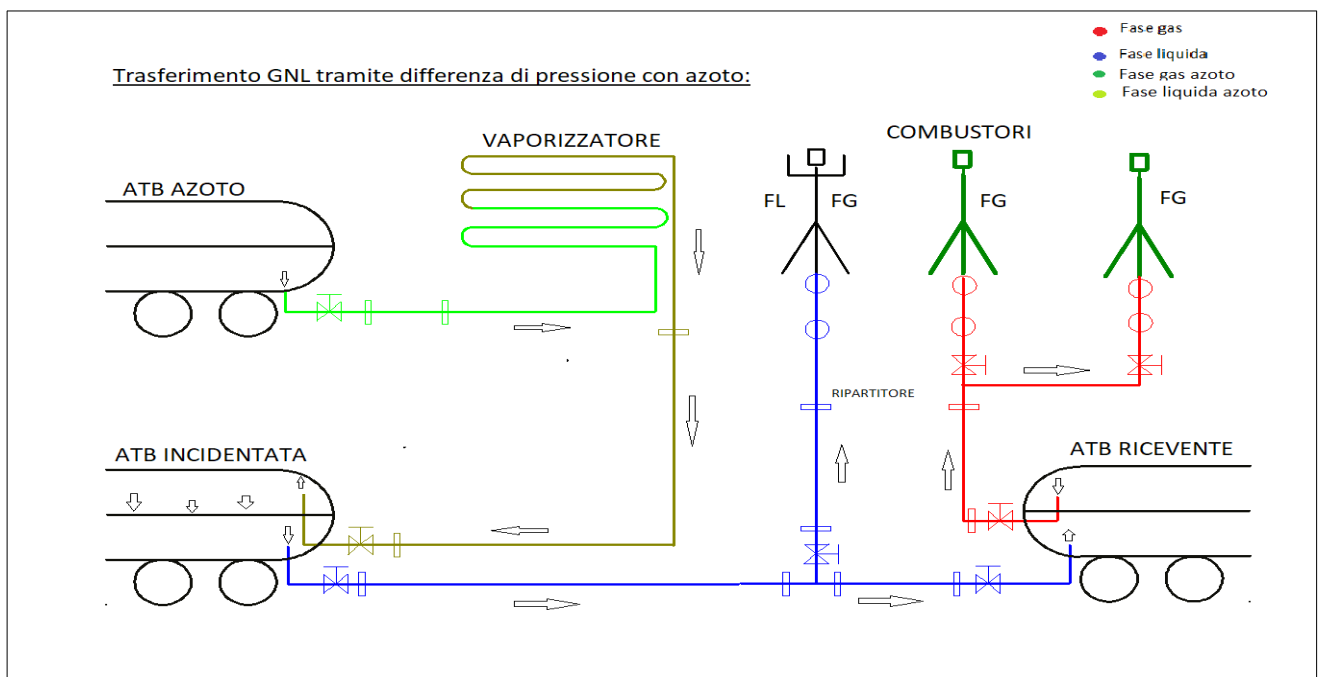


SCENARIO b1 (ordine di marcia con vaporizzatore Delta P)

- Valutare pressione cisterna incidentata, deve essere superiore di 2/3 bar rispetto a quella di soccorso compatibilmente con le specifiche di progetto (taratura valvole sicurezza)
- 1° Opzione valutare funzionalità vaporizzatore rimessa in pressione cisterna
- Se funzionante seguire schema impianto e pressurizzare cisterna tramite valvole apposite
- 2° Opzione utilizzo vaporizzatore VVF con prelievo fase liquida e immissione fase gas cisterna di soccorso (sostituzione pratica vaporizzatore in dotazione agli automezzi liquidi criogenici)
- E' possibile utilizzare il sistema by-pass della pompa per prelevare e pressurizzare la cisterna incidentata. (vedi manuale pompa)
- 3° opzione utilizzare vaporizzatore VVF con prelievo azoto liquido e pressurizzazione cisterna incidentata con azoto gassoso
- Per l'opzione 3 richiedere una cisterna di azoto liquido in alta pressione (7 bar)
- Collegare quindi la fase liquida della cisterna di azoto (raccordo adattatore azoto/Sapio) all'ingresso del vaporizzatore VVF tramite tubazione criogenica con attacchi Sapio, quindi

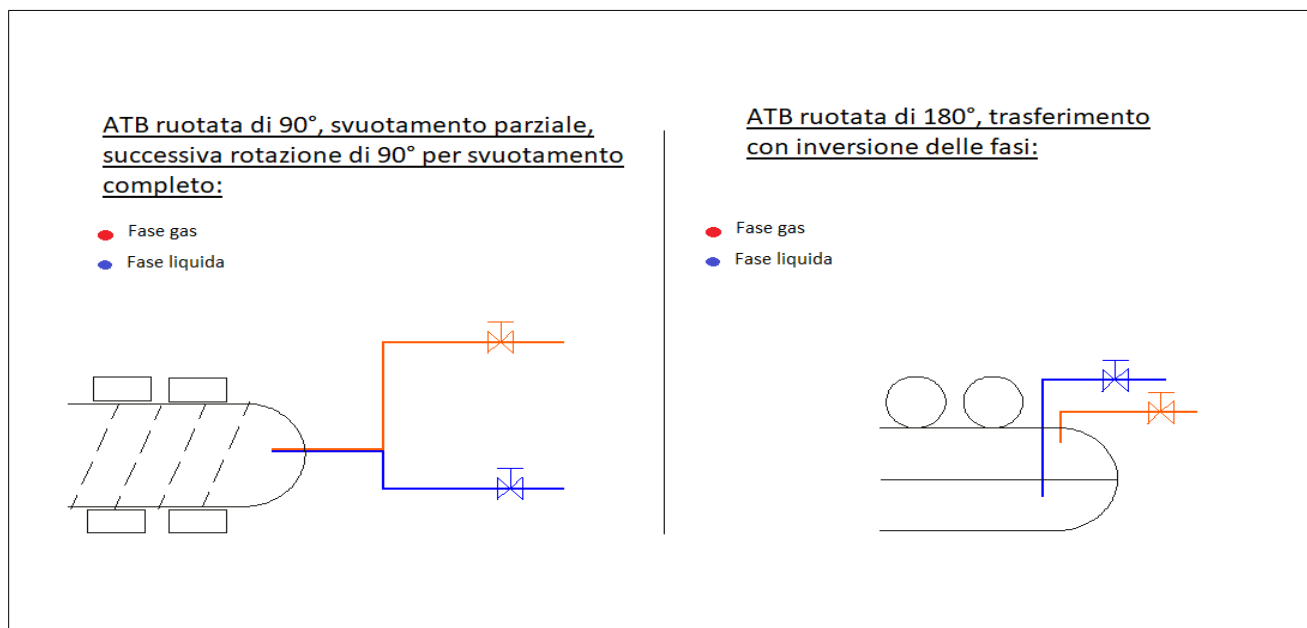
collegare l'uscita del vaporizzatore VVF alla fase gas della cisterna incidentata ed avviare la pressurizzazione.

- La cisterna di soccorso possibilmente deve essere in freddo (mantenimento bassa pressione)
- Pressurizzare utilizzando una delle tre opzioni la cisterna incidentata.
- Individuare punto di prelievo fase liquida cisterna incidentata e di soccorso
- Predisporre flange DN 65/Sapio FL in entrambe le cisterne
- Collegare tramite tubazione criogenica da 1" e ½ Sapio le due fasi liquide
- Se necessario mantenere la pressione della cisterna di soccorso a bassa inviando il gas in eccesso alla torcia calda collegata direttamente alla fase gas
- Aprire gradualmente le valvole di apertura (valvola di fondo e manuale) ed iniziare il trasferimento
- Verificare eventuali perdite nei raccordi dell'impianto ed eventualmente stringere con cautela gli stessi.
- Mantenere il delta P di almeno 2 bar fino al termine delle operazioni di travaso.
- Al termine bonificare l'impianto tramite invio al combustore ed eventualmente inertizzare con azoto .



SCENARIO a2 (cisterna a 90° con pompa)

-
- In questa situazione si possono applicare le procedure dello scenario 1/1 valutando a seconda della posizione della cisterna (superiore a 90° o inferiore) se è conveniente o meno invertire le fasi
 - Individuare il punto di prelievo fase liquida cisterna incidentata.
 - Predisporre flangia universale DN 65/Sapio (in sostituzione dei raccordi spagnoli, francesi, olandesi attualmente conosciuti e non uniformati) posizionando con cura la guarnizione.
 - Collegare manichetta 1" e ½ attacco Sapio tra cisterna inc. e entrata pompa criogenica.
 - Predisporre flangia DN 65/Sapio FL su cisterna di soccorso (posizionare con cura la guarnizione)
 - Collegare tubazione 1" e 1/2 attacco Sapio tra cisterna socc. e mandata pompa criogenica
 - Predisporre precedentemente vaporizzatore VVF (possibilmente a terra sotto-battente)
 - Collegare tubazione criogenica By-pass pompa con entrata vaporizzatore/combustore.
 - Collegare uscita vaporizzatore con collettore fase gas (multi torcia /attacco sapio) o fase liquida combustore
 - Collegare infine torce calde mediante tubazione criogenica 20 mt 1" (attacco gas)
 - Predisporre tutte le attrezzature in equipotenziale
 - Avviare la messa in freddo della pompa criogenica in dotazione
 - Verifica eventuali perdite e se necessario stringere i raccordi con cautela
 - A consenso avvenuto avviare la pompa, procedere al trasferimento del prodotto che sarà possibile solo per il 50% circa della cisterna.
 - La cisterna dovrà essere recuperata parzialmente carica e svuotata nella fase successiva al recupero. (vedi procedure casa costruttrice)
 - Al termine delle operazioni di trasferimento è possibile inertizzare la cisterna incidentata con azoto (compresso o liquido)
 - Ad operazioni concluse bonificare l'impianto di travaso inviando tutto il contenuto (GNL) al combustore o tramite inertizzazione con azoto.



SCENARIO b2 (cisterna a 90° con vaporizzatore differenza di pressione)

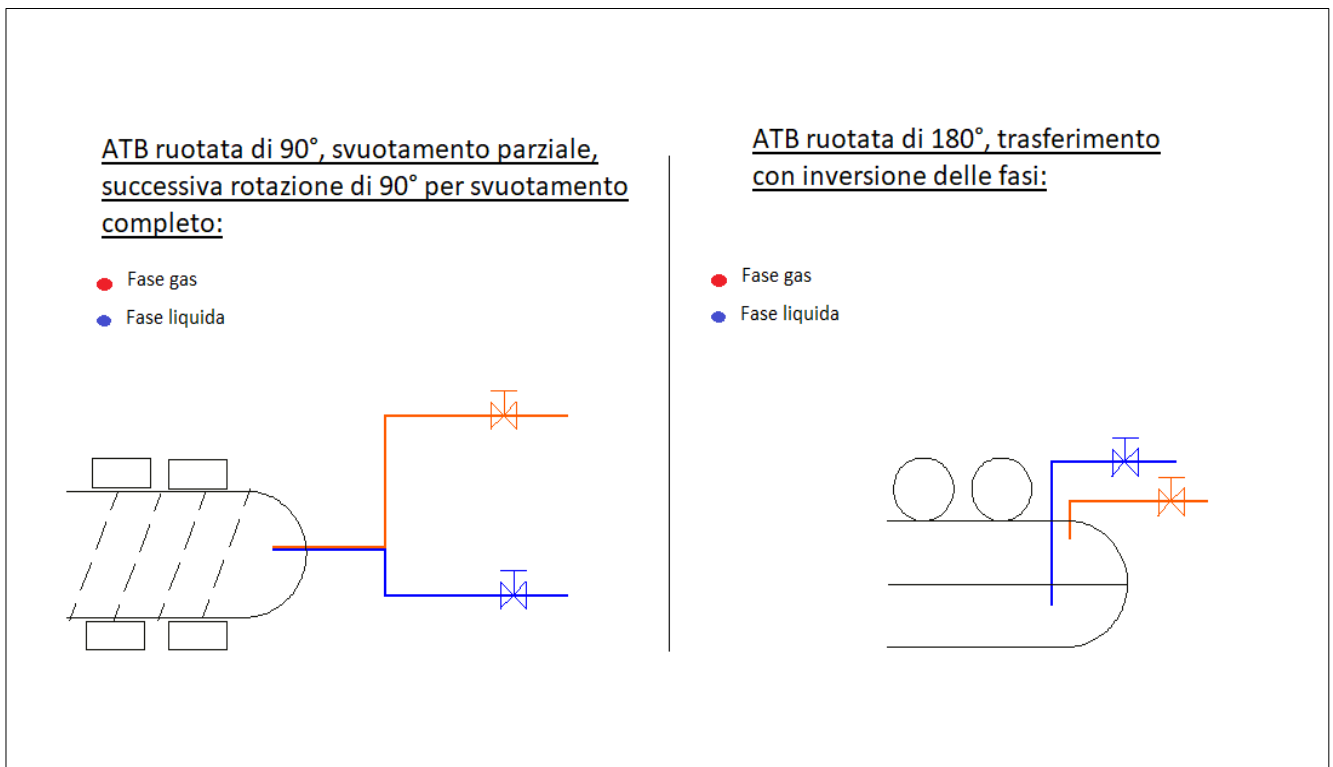
- In questa situazione si possono applicare le procedure dello scenario 1/2 valutando a seconda della posizione della cisterna (superiore a 90° o inferiore) se è conveniente o meno invertire le fasi
- Individuare il punto di prelievo fase liquida cisterna incidentata.
- Valutare pressione cisterna incidentata, deve essere superiore di 2/3 bar rispetto a quella di soccorso compatibilmente con le specifiche di progetto (taratura valvole sicurezza)
- Se funzionante seguire schema impianto e pressurizzare cisterna tramite valvole apposite
- 1° Opzione utilizzo vaporizzatore VVF con prelievo fase liquida e immissione fase gas cisterna di soccorso (sostituzione pratica vaporizzatore in dotazione agli automezzi liquidi criogenici)
- E' possibile utilizzare il sistema by-pass della pompa per prelevare e pressurizzare la cisterna incidentata. (vedi manuale pompa)
- 2° Opzione utilizzare vaporizzatore VVF con prelievo azoto liquido e pressurizzazione cisterna incidentata con azoto gassoso
- Per l'opzione 3 richiedere una cisterna di azoto liquido in alta pressione (7 bar)
- Collegare quindi la fase liquida della cisterna di azoto (raccordo adattatore azoto/Sapio) all'ingresso del vaporizzatore VVF tramite tubazione criogenica con attacchi Sapio, quindi collegare l'uscita del vaporizzatore VVF alla fase gas della cisterna incidentata ed avviare la pressurizzazione.

-
- La cisterna di soccorso possibilmente deve essere in freddo (mantenimento bassa pressione)
 - Pressurizzare utilizzando una delle tre opzioni la cisterna incidentata.
 - Individuare punto di prelievo fase liquida cisterna incidentata e di soccorso
 - Predisporre flange DN 65/Sapio FL in entrambe le cisterne
 - Collegare tramite tubazione criogenica da 1'' e ½ Sapio le due fasi liquide
 - Se necessario mantenere la pressione della cisterna di soccorso a bassa inviando il gas in eccesso alla torcia calda collegata direttamente alla fase gas
 - Aprire gradualmente le valvole di apertura (valvola di fondo e manuale) ed iniziare il trasferimento che sarà possibile solo per il 50% del prodotto
 - Verificare eventuali perdite nei raccordi dell'impianto ed eventualmente stringere con cautela gli stessi.
 - Mantenere il delta P di almeno 2 bar fino al termine delle operazioni di travaso che saranno possibili solo per il 50% del prodotto
 - La cisterna dovrà essere recuperata parzialmente carica e svuotata nella fase successiva al recupero. (vedi procedure casa costruttrice)
 - Al termine bonificare l'impianto tramite invio al combustore ed eventualmente inertizzare con azoto.

SCENARIO a3 (cisterna a 180° con pompa)

- In questa situazione si possono applicare le procedure dello scenario 1/1 invertendo le fasi.
- Individuare il punto di prelievo fase liquida cisterna incidentata.
- Predisporre flangia universale DN 65/Sapio (in sostituzione dei raccordi spagnoli, francesi, olandesi attualmente conosciuti e non uniformati) posizionando con cura la guarnizione.
- Collegare manichetta 1'' e ½ attacco Sapio tra cisterna inc. e entrata pompa criogenica.
- Predisporre flangia DN 65/Sapio FL su cisterna di soccorso (posizionare con cura la guarnizione)
- Collegare tubazione 1'' e 1/2 attacco Sapio tra cisterna socc. e entrata pompa criogenica
- Predisporre precedentemente vaporizzatore VVF (possibilmente a terra sotto-battente)
- Collegare tubazione criogenica By-pass pompa con entrata vaporizzatore/combustore
- Collegare uscita vaporizzatore con collettore fase gas (multi torcia /attacco sapio), fase liquida combustore.

- Collegare infine torce calde mediante tubazione criogenica 20 mt 1''(attacco gas)
- Predisporre tutte le attrezzature in equipotenziale
- Avviare la messa in freddo della pompa criogenica in dotazione (VEDI MANUALE ALLEGATO)
- Verifica eventuali perdite e se necessario stringere i raccordi con cautela
- A consenso avvenuto avviare la pompa, procedere al trasferimento del prodotto fino allo svuotamento totale della cisterna.
- Al termine delle operazioni di trasferimento è possibile inertizzare la cisterna incidentata con azoto (compresso o liquido)
- Ad operazioni concluse bonificare l'impianto di travaso inviando tutto il contenuto (GNL) al combustore o tramite inertizzazione con azoto



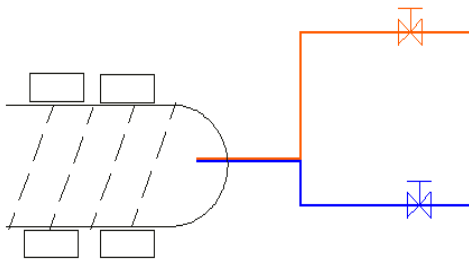
SCENARIO b3 (cisterna a 180° con vaporizzatore Delta P)

- In questa situazione si possono applicare le procedure dello scenario 1/2 invertendo le fasi
- Valutare pressione cisterna incidentata, deve essere superiore di 2/3 bar rispetto a quella di soccorso compatibilmente con le specifiche di progetto (taratura valvole sicurezza)
- Se funzionante seguire schema impianto e pressurizzare cisterna tramite valvole apposite

-
- 1° Opzione utilizzo vaporizzatore VVF con prelievo fase liquida e immissione fase gas cisterna di soccorso (sostituzione pratica vaporizzatore in dotazione agli automezzi liquidi criogenici)
 - E' possibile utilizzare il sistema by-pass della pompa per prelevare e pressurizzare la cisterna incidentata. (vedi manuale pompa)
 - 2° opzione utilizzare vaporizzatore VVF con prelievo azoto liquido e pressurizzazione cisterna incidentata con azoto gassoso
 - Per l'opzione 3 richiedere una cisterna di azoto liquido in alta pressione (7 bar)
 - Collegare quindi la fase liquida della cisterna di azoto (raccordo adattatore azoto/Sapio) all'ingresso del vaporizzatore VVF tramite tubazione criogenica con attacchi Sapio, quindi collegare l'uscita del vaporizzatore VVF alla fase gas della cisterna incidentata ed avviare la pressurizzazione.
 - La cisterna di soccorso possibilmente deve essere in freddo (mantenimento bassa pressione)
 - Pressurizzare utilizzando una delle tre opzioni la cisterna incidentata.
 - Individuare punto di prelievo fase liquida cisterna incidentata e di soccorso
 - Predisporre flange DN 65/Sapio FL in entrambe le cisterne
 - Collegare tramite tubazione criogenica da 1'' e ½ Sapio le due fasi liquide
 - Se necessario mantenere la pressione della cisterna di soccorso a bassa inviando il gas in eccesso alla torcia calda collegata direttamente alla fase gas
 - Aprire gradualmente le valvole di apertura (valvola di fondo e manuale) ed iniziare il trasferimento
 - Verificare eventuali perdite nei raccordi dell'impianto ed eventualmente stringere con cautela gli stessi.
 - Mantenere il delta P di almeno 2 bar fino al termine delle operazioni di travaso.
 - Al termine bonificare l'impianto tramite invio al combustore ed eventualmente inertizzare con azoto .

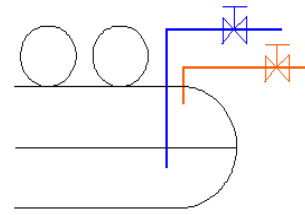
ATB ruotata di 90°, svuotamento parziale, successiva rotazione di 90° per svuotamento completo:

- Fase gas
- Fase liquida



ATB ruotata di 180°, trasferimento con inversione delle fasi:

- Fase gas
- Fase liquida



4. FORMAZIONE

La formazione delle squadre è strutturata in funzione della capacità di risposta richiesta. I livelli di risposta proposti sono 3: Squadra base, Squadra NBCR Regionale, Squadra NBCR Regionale Avanzata.

La presente proposta ha lo scopo di individuare un programma formativo sperimentale su tre livelli:

- **PRIMO LIVELLO** seminario articolato su 1 giornata (per la formazione di squadra base)
- **SECONDO LIVELLO** corso articolato su 5 giornate (per la formazione del nucleo NBCR regionale)
- **TERZO LIVELLO** corso articolato su 10 giornate (per la formazione dei nuclei regionali avanzati)

Al fine di mantenere la capacità operativa e' consigliata una attività di retraining almeno biennale per tutti i livelli.

La formazione pratica deve essere fatta presso idonei campi prove in condizioni di sicurezza.

E' previsto l'impiego di attrezzature quali stoccaggi di GNL e serbatoi di automezzi per il contenimento di GNL per l'esecuzione delle prove.

4.1 PROGRAMMA DI FORMAZIONE PRIMO LIVELLO

Primo livello (squadra base)

1 giornata 8 h

8.30-10.30

- natura e caratteristiche GNL
- effetti fisici specifici del prodotto
- sicurezza degli operatori sugli scenari

10.30-13.30

- serbatoi automezzi
- metodiche operative
- istruzioni operative

14.30-17.30

- test di spegnimento pozza LNG
- prove fenomeno RPT
- test bonifica serbatoi
- messa in sicurezza serbatoi

Le prove previste dalle ore 14.30 alle 17.30 devono essere eseguite presso idoneo campo prove

Ipotesi di costo del seminario:

n° 3 relatori per ciascun seminario 30 ore straordinario

100 kg di gas per ciascun seminario al costo di 100 Euro complessivi

4.2 PROGRAMMA DI FORMAZIONE SECONDO LIVELLO

secondo livello (NBCR regionale)

durata 5 gg 36 h

nucleo NBCR Regionale formazione minima 2° livello NBCR 24 discenti massimo

lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì
<ul style="list-style-type: none">natura e caratteristiche GNLeffetti fisici specifici del prodottosicurezza degli operatori sugli scenari	<ul style="list-style-type: none">Serbatoi automezziAutocisterne/ferrocisterneDistributori stradalivisita azienda costruttrice serbatoi	<ul style="list-style-type: none">metodiche operativeistruzioni operativestrumentazioni necessarie per l'attivitàmanutenzione strumentazioni	<ul style="list-style-type: none">test di spegnimento pozzante LNGprove fenomeno RPTtest bonifica serbatoimessa in sicurezza serbatoi	<ul style="list-style-type: none">Debriefing finaleTest fine corso

Il quarto giorno del corso dovrà essere svolto presso campo prove

Ipotesi di costo del corso:

n° 5 relatori per ciascun seminario 50 ore straordinario

200 kg di gas per ciascun seminario al costo di 200 Euro complessivi

4.3 PROGRAMMA DI FORMAZIONE TERZO LIVELLO

terzo livello (nucleo avanzato)

durata 10 gg 72 h

nuclei NBCR avanzati max 20 discenti

n° 1 corso previsto in Veneto novembre 2019

lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì
<ul style="list-style-type: none">natura e caratteristiche GNLeffetti fisici specifici del prodottosicurezza degli operatori sugli scenari	<ul style="list-style-type: none">Serbatoi automezziAutocisterne/ferrocisterneStoccaggiStazioni di rifornimento	<ul style="list-style-type: none">Sopralluogo azienda costruttrice serbatoiSopralluogo distributori stradali	<ul style="list-style-type: none">Scenari incidentalimetodiche operativeistruzioni operative	<ul style="list-style-type: none">Attrezzature gestione interventiManutenzione attrezzature

lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì
<ul style="list-style-type: none">test di spegnimento pozza LNGAttivazione	<ul style="list-style-type: none">test di spegnimento pozza LNG	<ul style="list-style-type: none">➤ Prove di travaso	<ul style="list-style-type: none">➤ Prove di travaso	<ul style="list-style-type: none">➤ Debriefing finale➤ Test fine corso

cortine ad acqua • Sistemi di ventilazione • prove fenomeno RPT • test bonifica serbatoi • messa in sicurezza serbatoi	• prove fenomeno RPT • test bonifica serbatoi • messa in sicurezza serbatoi			
---	---	--	--	--

Lo svolgimento della seconda settimana di corso è prevista presso campo prove

Ipotesi di costo del corso:

n° 5 relatori per ciascun seminario 100 ore straordinario

1000 kg di gas per ciascun seminario al costo di 1000 Euro complessivi

Bibliografia

1. D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 Testo coordinato con il D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106 - Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro - rev. Gennaio 2020
2. D.Lgs 19 maggio 2016, n. 85 - Attuazione della direttiva 2014/34/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva
3. Z. Gyenes, M.H. Wood, M. Struckl, Handbook of Scenarios for Assessing Major Chemical Accident Risks, EUR 28518, 2017.
http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC106029/jrc106029_online.pdf
4. J.M.B. Martinez, Liquefied natural gas road tanker explosion, IGT Int. Liq. Nat. Gas Conf. Proc. 1 (2013) 26–38
5. E. Planas-Cuchi, N. Gasulla, A. Ventosa, J. Casal, Explosion of a road tanker containing liquified natural gas, J. Loss Prev. Process Ind. 17 (2004) 315–321. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2004.05.005>.
6. U. DoT, Risk assessment of LNG surface transport, J. Chem. Inf. Model. (2019)
7. CTIF, Accident involving LNG Truck, (2017)

8. Chart Industries, LNG Operations Manual
http://files.chartindustries.com/LNG_Operations_Manual_New.pdf

9. HVM, Caratteristiche e sicurezza dei serbatoi criogenici per GNL <http://www.hvm-li.com/>

10. IEC 60079:2020 SER - Explosive atmospheres

11. UNI EN 1473:2016 - Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto (GNL) - Progettazione delle installazioni di terra

12. UNI EN 469:2020 - Indumenti di protezione per vigili del fuoco - Requisiti prestazionali per indumenti di protezione per le attività di lotta contro l'incendio

13. UNI EN 511:2006 - Guanti di protezione contro il freddo

14. UNI EN 659:2008 - Guanti di protezione per vigili del fuoco

15. UNI EN ISO 11612:2015 - Indumenti di protezione - Indumenti per la protezione contro il calore e la fiamma - Requisiti prestazionali minimi

16 UNI EN ISO 16903:2015 - Industrie del petrolio e del gas naturale - Caratteristiche del GNL che influenzano la progettazione e scelta dei materialiBibliografia

ALLEGATO 1

Attrezzature di primo livello

- Estintore a polvere, unico mezzo efficiente per lo spegnimento del GNL, di varie capacità, 6 kg – 9 kg – 12 kg portatili, da 50 kg a 100 kg carrellati.



- Lancia idrica tipo americano, permette una migliore nebulizzazione dell'acqua e ne riduce i consumi. Da utilizzare per abbattimento e dispersione, raffreddamento contenitori irraggiati protezione personale.



-
- schermi idrici portatili, utili per formare barriere di protezione contro la diffusione del gas metano, per la protezione del personale anche contro l'irraggiamento, favoriscono la dispersione della nube .



- Elettro ventilatore in EX o ventilatore idraulico, utile come sistema di protezione, dispersione della nube



- Analizzatore portatile di esplosività multicanale, utile per identificare la presenza di GNL (inodore) stabilire l'area rossa e monitorare l'evolversi dello scenario.

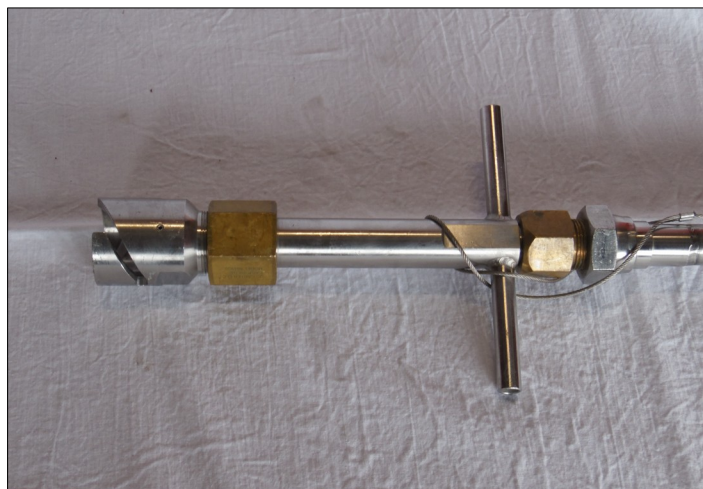


Attrezzature di secondo livello (Nuclei Regionali)

Consistono in tutte quelle attrezzature necessarie per le operazioni di messa in sicurezza, in particolare di serbatoi per autotrazione (camion), quali degasaggio, svuotamento e inertizzazione.

DEGASAGGIO

- Attacco prelievo fase gas (VENT)



- tubazione criogenica da 1/2" 20 mt



- Torcia necessaria per abbassare la pressione di un serbatoio di GNL mediante combustione del metano in fase gas



SVUOTAMENTO

- tubazione criogenica collegamento fase liquida con raccordi da 3/8" mpt mt 5 a 1/2"



-
- tubazione criogenica da 1/2" a 1" 20 mt e combustore fase liquida



INERTIZZAZIONE

- bombole azoto con riduttore di pressione.



Attrezzature di terzo livello (nuclei regionali avanzati)

-
- Pompa skid per travaso prodotti criogenici



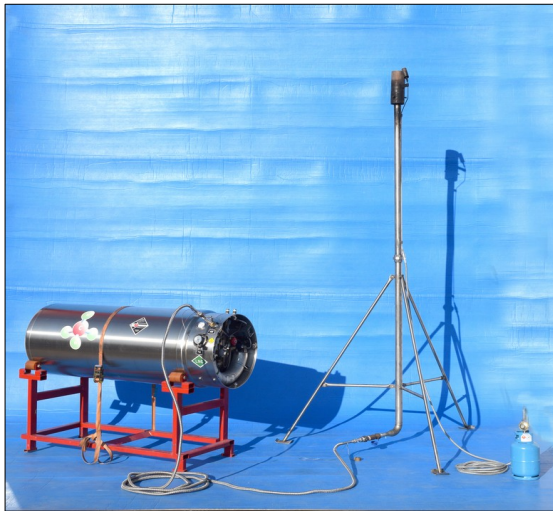
- tubazioni criogeniche



- raccordi ed adattatori per cisterne vario tipo



- torcia e combustore



- vaporizzatore



ALLEGATO 2.1

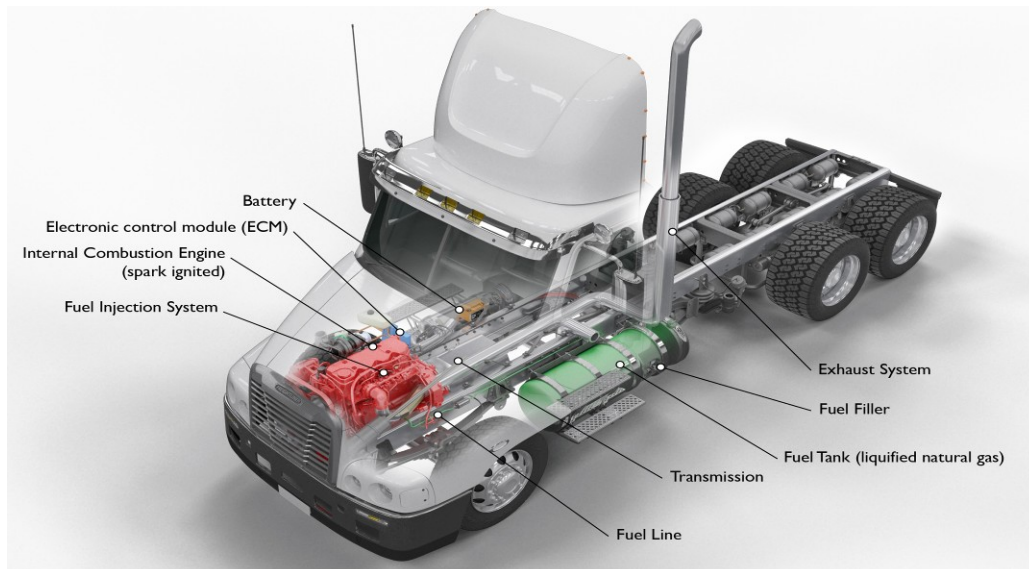
SERBATOI AUTOMEZZI

MODALITA' DI COSTRUZIONE

Serbatoi criogenici di forma prevalentemente cilindrica sono installati a bordo dei veicoli che utilizzano LNG come carburante.

L'impiego più comune dei serbatoi LNG è negli autocarri, autobus e autoarticolati, su cui possono essere alloggiati:

- in posizione orizzontale longitudinale sul lato sinistro o destro del telaio, dietro la ruota del primo asse:



- in posizione orizzontale trasversale, dietro la cabina:
- in posizione orizzontale longitudinale, sul fianco del veicolo:



IL SERBATOIO CRIGENICO: IL SISTEMA COSTRUTTIVO

Materiale involucro	Acciaio inox per applicazioni criogeniche
Pressione di esercizio	6-8 bar
Temperatura di stoccaggio	-130°C
Capacità LNG	250 kg



Isolamento termico

La differenza di temperatura tra l'ambiente esterno e il fluido contenuto è molto alta, con valori di circa 150°C, questa condizione genera un flusso termico che trasferisce il calore al prodotto riscaldandolo, con conseguente aumento di pressione.



Il fenomeno può essere limitato tramite l'applicazione di un super isolamento, è costituito da strati di materiale isolante con interposto uno strato di vuoto pneumatico.

Per i motivi descritti i serbatoi criogenici di alimentazione sono sempre dotati di un sistema di limitazione della pressione per evitare la rottura del recipiente, una valvola di sicurezza automatica che azionata a 16 bar scarica il prodotto all'esterno, viene detto in gergo impiantistico venting.

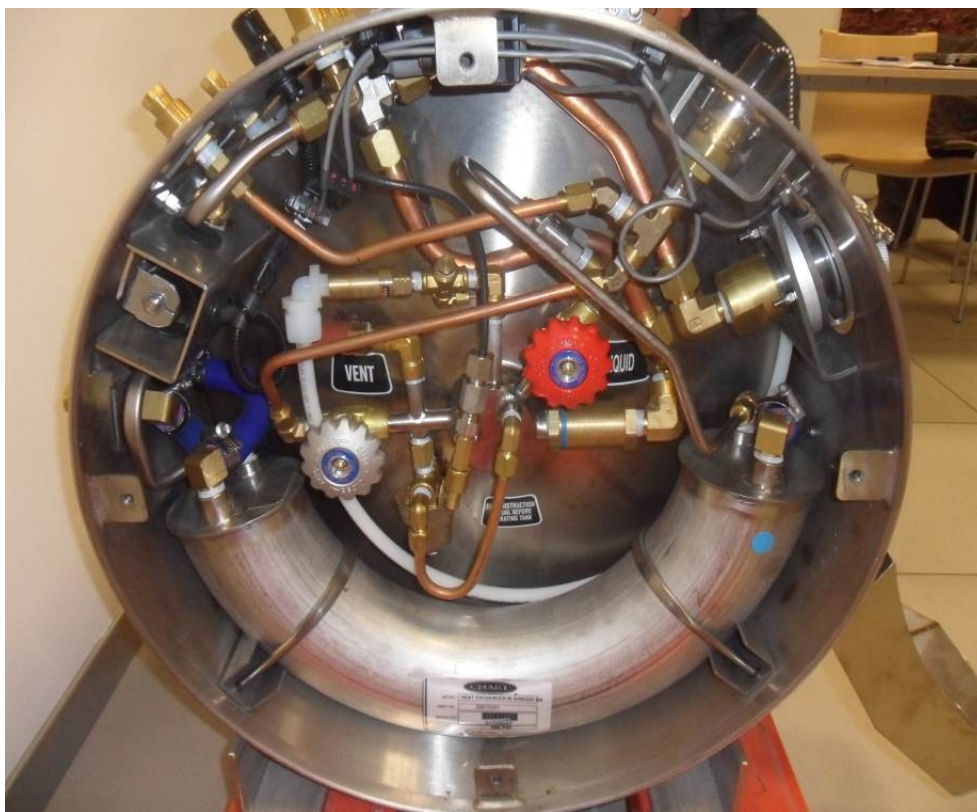
Può essere definito un tempo limite di permanenza del prodotto nel serbatoio, prima dell'intervento del sistema venting, normalmente stimato in circa 10 giorni, è necessario ricordare che il LNG è un prodotto non odorizzato.

Questo tempo limite, detto in gergo **holding time**, ha un valore riferito a condizioni normali, eventuali surriscaldamenti dovuti all'esposizione a sorgenti di calore ne riducono drasticamente la durata.

La condizione critica di esposizione all'incendio causa un rapido innalzamento della pressione nel serbatoio e la conseguente attivazione del sistema venting con scarico in atmosfera del prodotto in fase gassosa.

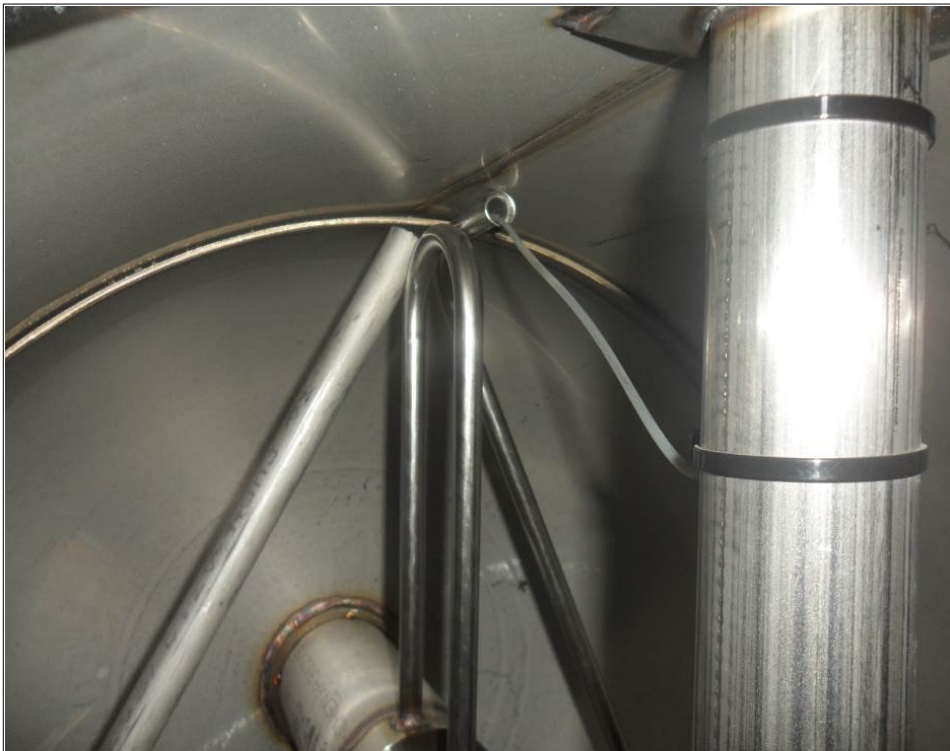
Aumento di pressione spontaneo	0.2/0.5 bar ogni 24 ore
Tempo limite (holding time)	10 gg

Tubazioni di carico





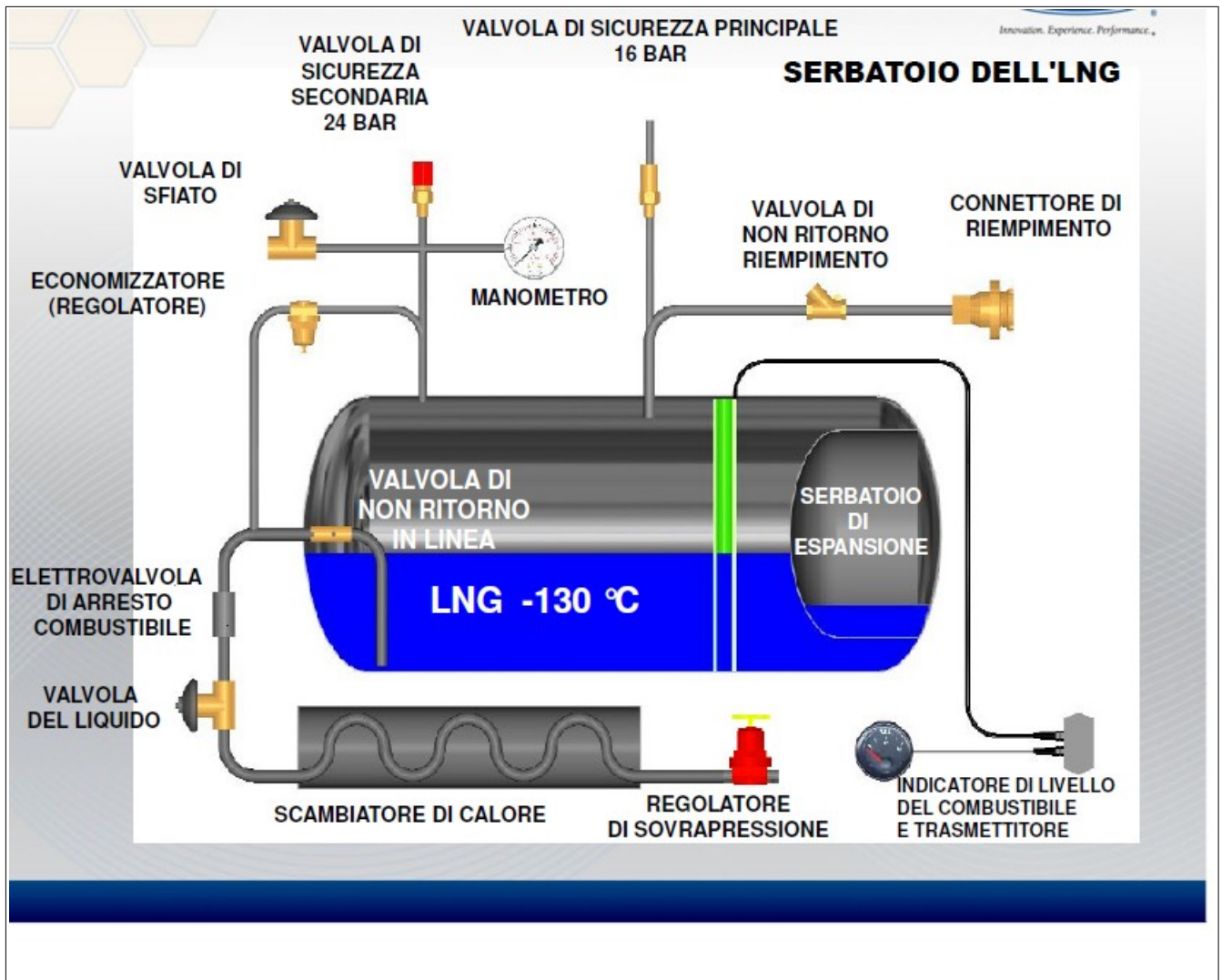
Tubazione fase gas e sonda livello



Tubazione fase liquida



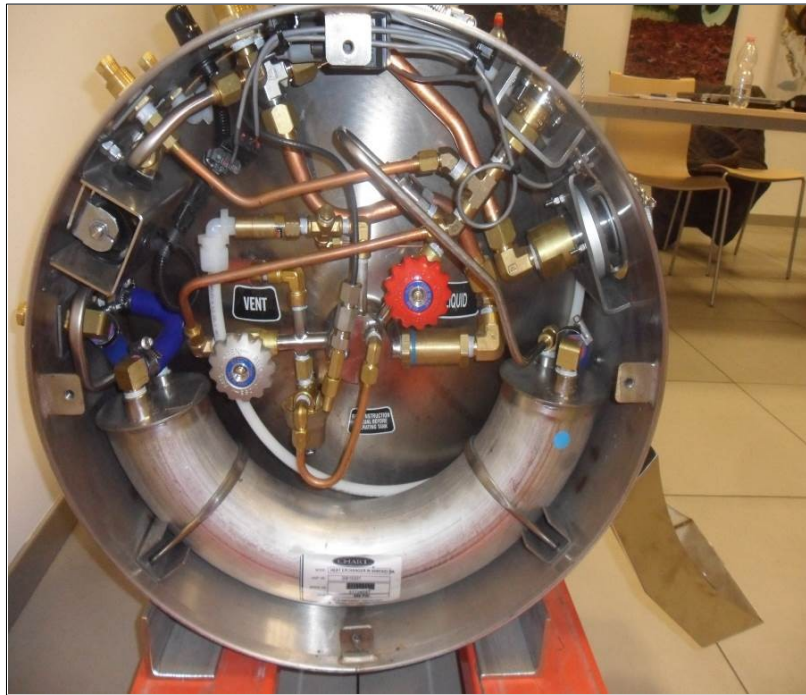
SCHEMA DI IMPIANTO E FUNZIONAMENTO



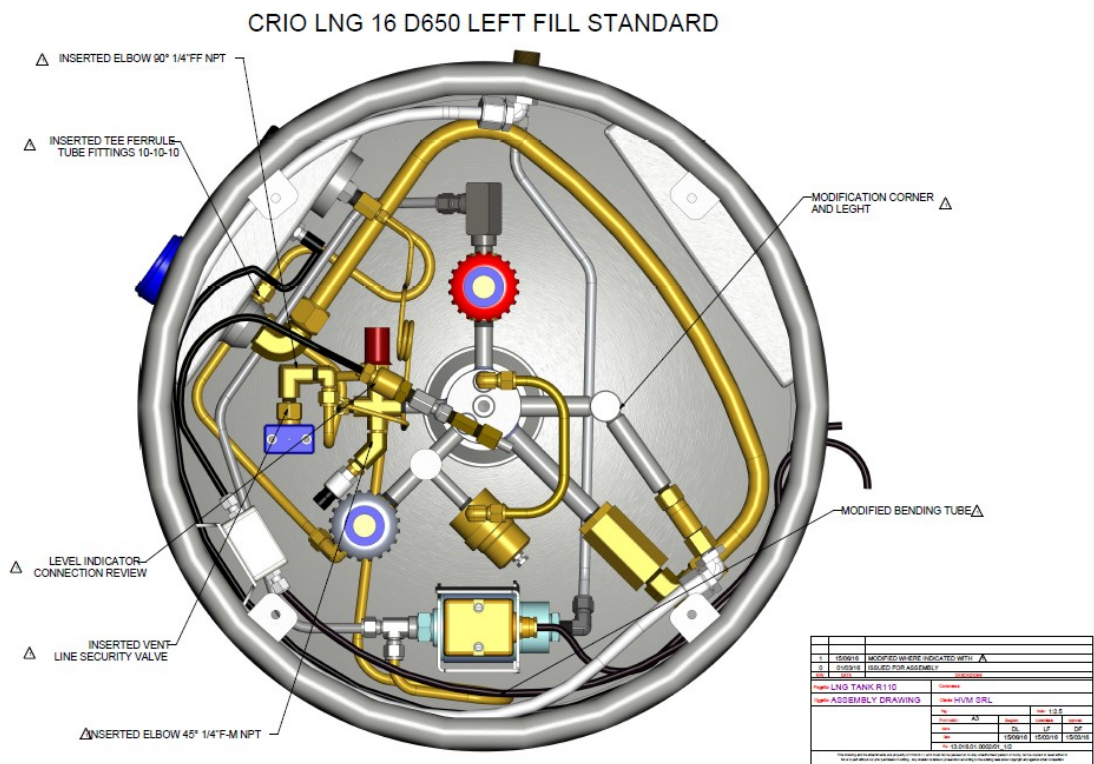
Il liquido contenuto nel serbatoio a pressione di circa 6/8 BAR e a -130°C gradi tramite l'apertura di elettrovalvola viene veicolato nello scambiatore di calore dove passa in fase gas.

Tramite tubazione un regolatore di pressione tarato a 8 bar che alimenta costantemente il motore endotermico per la propulsione del veicolo.

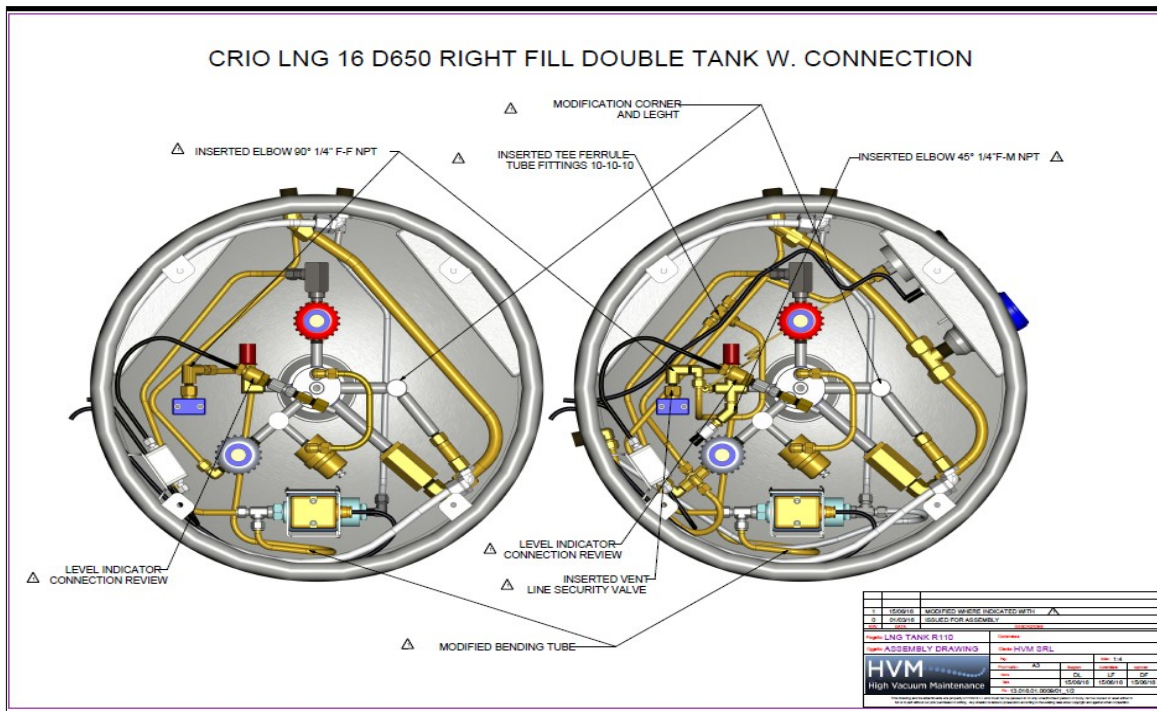
Vaporizzatore interno



Vaporizzatore esterno



Sistema con doppio serbatoio



Sistemi di sicurezza

LNG - Sicurezza del serbatoio veicolo

- Due valvole limitatrici di pressione (valvole di sicurezza) controllano la pressione di esercizio massima autorizzata (MAWP) del serbatoio. Dotate di collegamenti idraulici indipendenti.
- L'elettrovalvola di arresto del combustibile assicura che il contenuto del serbatoio sia protetto in caso di incidente.
- La valvola di non ritorno di riempimento protegge il contenuto del serbatoio in caso di rottura o danneggiamento del raccordo di riempimento.

Valvola limitatrice di pressione secondaria

Valvola limitatrice di pressione principale

Elettrovalvola di arresto combustibile

Valvola di non ritorno di riempimento

Valvole limitatrici della pressione

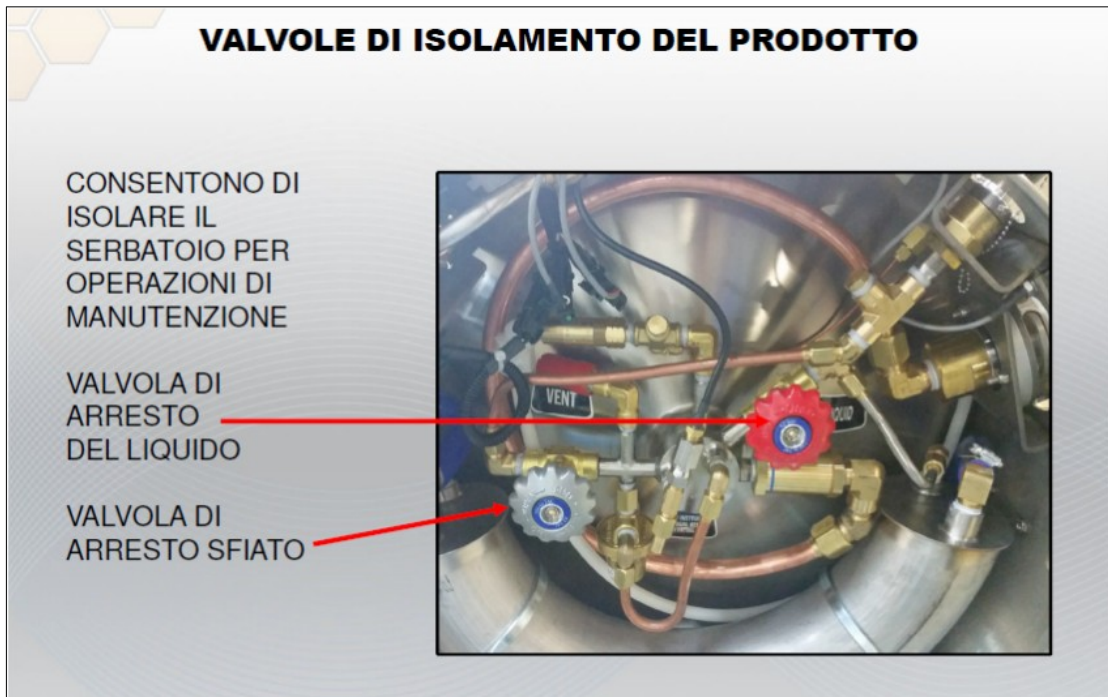
**DUPLICE VALVOLA LIMITATRICE
DI PRESSIONE (DI SICUREZZA)**

PRINCIPALE
16 BAR
CONVOGLIATA

SECONDARIA
24 BAR
CAPPuccio
ROSSO



Valvole di isolamento del prodotto



Tubazione di sfiato valvola 16 bar



Valvola di arresto del liquido



NON CHIUDERE QUESTA VALVOLA. In alcuni tipi di serbatoi chiudendo la valvola il prodotto in fase liquida potrebbe rimanere nel vaporizzatore, causando un rapido aumento della pressione. **CHIUDERE SOLO DOPO AVER SCARICATO IL PRODOTTO NEL TRATTO TRA VALVOLA ROSSA ED ELETTROVALVOLA.**

In qualsiasi caso manovrare le apparecchiature indossando **GUANTI CRIOGENICI** e **SCHERMO PROTETTIVO PER IL VISO.**

ALLEGATO 2.3

STOCCAGGI GNL

Gli elementi delle aree di stoccaggio sono essenzialmente i serbatoi criogenici e le pompe criogeniche al loro servizio. Spesso sono presenti vaporizzatori necessari per la gassificazione del GNL.

I serbatoi criogenici sono realizzati con materiali idonei a sopportare le basse temperature del prodotto. Un utile riferimento per i materiali da impiegare a contatto con il GNL è costituito dalla norma ISO EN UNI 16903/2015.

I serbatoi attualmente impiegati operano, normalmente, a pressioni operative che possono partire da pressione atmosferica fino a 9 bar. I serbatoi possono essere di tre diverse tipologie:

- Singolo Contenimento (single Containment)
- Doppio Contenimento (double Containment)
- Contenimento Totale (full Containment)

Il singolo contenimento prevede un unico recipiente di materiale opportuno, contornato da uno strato di coibentazione.

Il doppio contenimento prevede due contenitori uno interno all'altro, in cui il contenitore interno è costruito di materiale opportuno per contenere il GNL, mentre il secondo è costruito con materiale non in grado di contenere il GNL per lungo tempo. Tra i due contenitori è frapposta la coibentazione.

Il contenimento totale presenta, invece, un contenimento esterno costruito in materiale idoneo a contenere eventuali fuoriuscite di GNL in fase liquida dal contenitore interno.

Della presenza della coibentazione si tiene conto per le valutazioni degli impatti termici sui serbatoi dovuti agli incendi.

Per minimizzare lo scambio termico con l'esterno, è necessario che le connessioni siano ridotte al minimo tecnico.

Le pompe criogeniche possono essere installate all'esterno del serbatoio o al suo interno.

Le pompe sono a contatto con liquido criogenico e, quindi, sono condizionate alle temperature prima del loro funzionamento. Le pompe immerse non hanno necessità di essere condizionate prima dell'uso, essendo sempre immerse nel liquido criogenico. Il numero di connessioni non saldate tra tratti di tubazione delle linee di trasferimento del GNL deve essere il più possibile limitato, salvaguardando le necessità di gestione delle apparecchiature e di sezionamento di tratti di linea.

SISTEMA DI VAPORIZZAZIONE

Elemento fondamentale di questa area è costituito dal sistema di vaporizzazione che, in base alle necessità dell'utenza da alimentare, può essere atmosferico o basato su sistemi di riscaldamento forzato. In generale i sistemi di vaporizzazione sono tubazioni senza presenza di parti attive; normalmente si applica un criterio di ridondanza funzionale (se, a causa della formazione di condensa ghiacciata, il vaporizzatore in funzione perde efficienza entra in funzione il secondo) per consentire la continuità di vaporizzazione.

SISTEMA PER IL TRASFERIMENTO PRODOTTO

Il trasferimento prodotto dai serbatoi criogenici ai veicoli cisterna o iso-container e ferrocisterne Il travaso verso cisterne mobili (veicoli cisterna, iso-container e ferrocisterne) avviene, normalmente, attraverso idonei sistemi di collegamento per le due fasi del sistema. Sulle tubazioni di collegamento tra l'impianto ed i sistemi di collegamento sono presenti valvole di intercettazione, mentre un sistema di inertizzazione e drenaggio è previsto sulle tubazioni.

Inoltre, così come previsto dalla norma UNI EN 1473: 2016, per serbatoi atmosferici di GNL con pressioni inferiori a 0,5 bar, le tubazioni di collegamento devono avvenire esclusivamente dal tetto del serbatoio.

GESTIONE DEL BOIL OFF GAS

La gestione del BOG può essere costituita da due componenti principali. Il primo, se previsto, è un impianto di liquefazione capace di raffreddare il vapore o sottoraffreddare il liquido per ridurre la quantità di vapore nel sistema. Il secondo è composto da una o più stazioni di compressione che prelevando prodotto vaporizzato (BOG) lo comprimono a pressioni che possono essere identificate in due intervalli:

- un intervallo più basso relativo alla alimentazione di utenze locali (esempi: il generatore elettrico di impianto o utenze esterne)

-
- un intervallo più alto che può essere a servizio del rifornimento di pacchi bombole che vanno ad alimentare distributori di metano gassoso.

Per l'alimentazione di utenze locali o dei generatori elettrici, che richiedono caratteristiche di portata e pressione costanti nel tempo, può essere previsto l'impegno di uno o più sistemi di accumulo temporaneo. Poiché negli accumuli temporanei lo stoccaggio di prodotto è in fase vapore, il volume del contenitore può essere anche molto elevato.

Percentuali di riempimento dei serbatoi

Massima percentuale di riempimento dei serbatoi La norma UNI EN 1473:2016 non fornisce indicazioni sul limite al riempimento massimo di un serbatoio. Pertanto, ferme restando le indicazioni delle norme tecniche circa i sistemi di controllo e di blocco dei livelli dei serbatoi, il massimo grado di riempimento viene definito in fase progettuale dal progettista entro i limiti stabiliti dal costruttore.

Anche le norme armonizzate PED relative alla progettazione di apparecchi in pressione e pertanto da applicarsi ai serbatoi, che devono ottenere la relativa certificazione rilasciata da un organismo notificato (2014/68/EU), non fissano limiti sul massimo livello di riempimento. La UNI EN 13458-2:2004, relativa alla progettazione, fabbricazione, controlli e prove di recipienti criogenici fissi isolati sottovuoto progettati per una pressione massima ammissibile maggiore di 0,5 bar, che comunque può essere utilizzata come utile riferimento per i recipienti fissi isolati sottovuoto progettati per una pressione massima ammissibile non maggiore di 0,5 bar, indica come percentuale massima di riempimento della fase liquida il 98% del volume totale del serbatoio (punto 4.2.8), ridotto al 95% nel caso di serbatoi deputati a contenere liquidi infiammabili (annex G – punto G.2).

L'operabilità dei serbatoi varia da sito a sito e la massima percentuale di riempimento non è un valore standard e dipende dalla tipologia di serbatoio impiegato e dalle scelte progettuali effettuate dal progettista necessarie per garantire la sicurezza. I serbatoi a fondo piatto operano, in generale, con percentuali di riempimento attorno all'80%: ad esempio il serbatoio atmosferico nell'impianto di Kollsnes II in Norvegia ha un'altezza interna di 16,87 metri ed un livello di riempimento di progetto pari a 13,5 m.

Torce

Negli impianti di stoccaggio di GNL la filosofia del buon funzionamento è, in generale, di minimizzare le emissioni in atmosfera, recuperando ed utilizzando tutto il BOG prodotto,

naturalmente nelle condizioni di esercizio in cui ciò è possibile. Tuttavia, poiché può essere necessario, sia in condizioni ordinarie che di emergenza, dover smaltire prodotto dal sistema, è necessario prevedere la realizzazione di un sistema di rilascio per raccogliere e smaltire in sicurezza gli scarichi provenienti da linee di spurgo, valvole limitatrici di pressione e valvole di protezione termica. La norma UNI EN 1473:2016 fornisce indicazioni di larga massima sugli obiettivi che un sistema di depressurizzazione deve garantire e fornisce una metodologia per il calcolo delle portate da smaltire. Possono essere previste, a seconda delle scelte progettuali, due sistemi:

- Torcia fredda
- Torcia calda

In entrambi i casi, il sistema di rilascio in torcia deve consentire lo smaltimento in sicurezza almeno degli scarichi che possono avvenire. A tale sistema di rilascio devono essere collegate:

- le valvole di controllo della pressione e le valvole di sicurezza dei serbatoi GNL;
- tutte le altre valvole di sicurezza dell'impianto;
- tutte le valvole di "espansione termica" dell'impianto;
- tutte le valvole (sia manuali e sia automatiche) di messa all'aria.

Il sistema di rilascio in torcia è utilizzato anche per la depressurizzazione dell'impianto al fine di predisporlo agli interventi di manutenzione.

Il sistema può essere costituito:

- da collettori per raccogliere gli scarichi delle valvole limitatrici di pressione;
- da un sistema per la raccolta dei drenaggi di processo e delle valvole di "espansione termica" dell'impianto;
- da sistemi di separazione per trattenere gli eventuali liquidi e inviare alla torcia la fase gassosa.

E' necessario che i materiali impiegati nella realizzazione del sistema di torcia siano idonei ai fluidi collettati e che siano predisposte idonee misure atte ad evitare l'ingresso, per diffusione, di aria alla torcia. Le torce devono essere installate in posizione di sicurezza, rispettando le distanze di sicurezza dagli altri elementi costitutivi dell'impianto, determinate dal calcolo dell'irraggiamento termico effettuato secondo quanto previsto dalle normative vigenti.

Torcia fredda

La torcia fredda è un dispositivo dedicato al raccoglimento degli scarichi delle valvole di sicurezza e degli spurghi dell'impianto di distribuzione o di una parte di questo, al fine di convogliare il gas naturale ad una quota ed una posizione considerata di sicurezza. La torcia fredda può essere anche talvolta denominata con i seguenti termini: candela fredda, colonna di scarico o di spurgo. In inglese: ventstack, coldflare. Il sistema deve essere progettato per raccogliere gli scarichi che per caratteristiche di frequenza, quantità e natura possono essere distinti tra controllati e di emergenza. Sono identificati quali scarichi controllati tutti quegli episodi di emissione alla torcia fredda collegati ad operazioni di manutenzione sulle apparecchiature e sulle linee dell'impianto.

Il dimensionamento della torcia fredda deve essere eseguito sul maggiore tra gli scenari incidentali di rilascio previsti per l'impianto. La torcia deve consentire lo smaltimento in sicurezza degli scarichi occasionali discontinui esclusivamente in fase gassosa.

Il collettore di scarico in atmosfera è collegato, attraverso una valvola di regolazione, al collettore del BOG. Tale valvola è normalmente chiusa in fase di normale operatività dell'impianto, e si apre in caso di incremento eccessivo della pressione del vapore nel collettore, permettendo il rilascio del gas in atmosfera.

Torcia calda

Le osservazioni sopra riportate per le torce fredde valgono anche per le torce calde, in quanto queste sono progettate per svolgere le stesse funzioni e seguono gli stessi criteri di dimensionamento della torcia fredda. A differenza della torcia fredda, la torcia calda è caratterizzata dal fatto che convoglia, sotto determinate condizioni di sicurezza, i rilasci gassosi nell'atmosfera previa combustione, limitando l'immissione in atmosfera di quantità significative di metano. Tali rilasci sono quindi bruciati per evitare un'emissione di gas naturale in atmosfera. Per realizzare la torcia calda e quindi la combustione, esistono 2 modi di operare:

- tramite bruciatore pilota sempre acceso;
- tramite bruciatore pilota ad accensione non continua.

Nel primo caso sarà presente un rilevatore di fiamma, che quindi deve segnalare sempre tale presenza. Nel secondo caso, oltre al rilevatore di fiamma, dovrà essere sempre presente un sistema che dovrà provocare l'accensione del bruciatore pilota.

Sistemi di vaporizzazione legati al sistema di controllo di temperatura

Collegamento tra il serbatoio criogenico e i vaporizzatori attraverso un altro serbatoio intermedio di buffer. Tale serbatoio può essere assimilato come capacità, caratteristiche ed equipaggiamento ai serbatoi normalmente installati a servizio di utenze di GNL. La sua pressione di esercizio è un parametro operativo importante e può essere superiore alla pressione del serbatoio criogenico, se richiesto dalle esigenze di pressione della rete a cui è collegato il sistema di vaporizzazione. La pressione è regolata dalla mandata delle pompe criogeniche e può essere incrementata, nel caso fosse necessario, mediante inserimento di prodotto proveniente dai vaporizzatori. Come descritto sopra, possono esserci impianti di stoccaggio di GNL in cui linee di fase gas vanno ad alimentare utenze esterne ai limiti di batteria dell'impianto; in tal caso il prodotto può essere prelevato o direttamente dalla fase gassosa, in equilibrio con la fase liquida, o da liquido, successivamente vaporizzato. Si evidenzia che anche il BOG, prelevato per la distribuzione, è a temperature fredde assimilabili a quelle del GNL e pertanto anche il BOG deve essere riscaldato tramite i vaporizzatori. In questi casi la temperatura del gas in uscita a portata nominale è tipicamente inferiore di circa 10 °C rispetto alla temperatura ambiente.

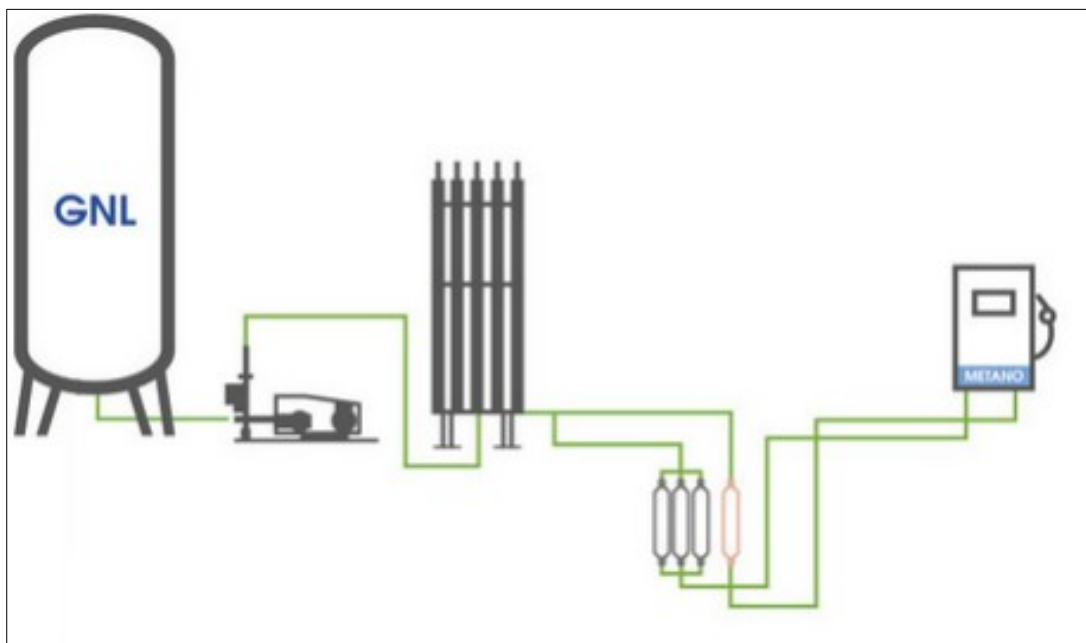
ALLEGATO 2.4

STAZIONI DI RIFORNIMENTO PER AUTOTRAZIONE

Nelle stazioni di rifornimento per automezzi **può essere presente il GNL**, è possibile non solo nel caso in cui il GNL viene venduto al pubblico, e dunque la presenza del prodotto è rilevabile nell'immediatezza tramite le indicazioni e i segnali grafici commerciali rivolti al pubblico, ma più in generale può essere presente **anche solamente uno stoccaggio** di gas naturale allo stato liquido da vaporizzare per la vendita come tradizionale carburante CNG.

In generale possono essere individuate tre configurazioni di impianto di distribuzione carburante con presenza di GNL:

1. impianti di distribuzione di **Gas Naturale Compresso (GNC)**, alimentati da serbatoi contenenti GNL, definiti anche come “**Impianti L-GNC**”:

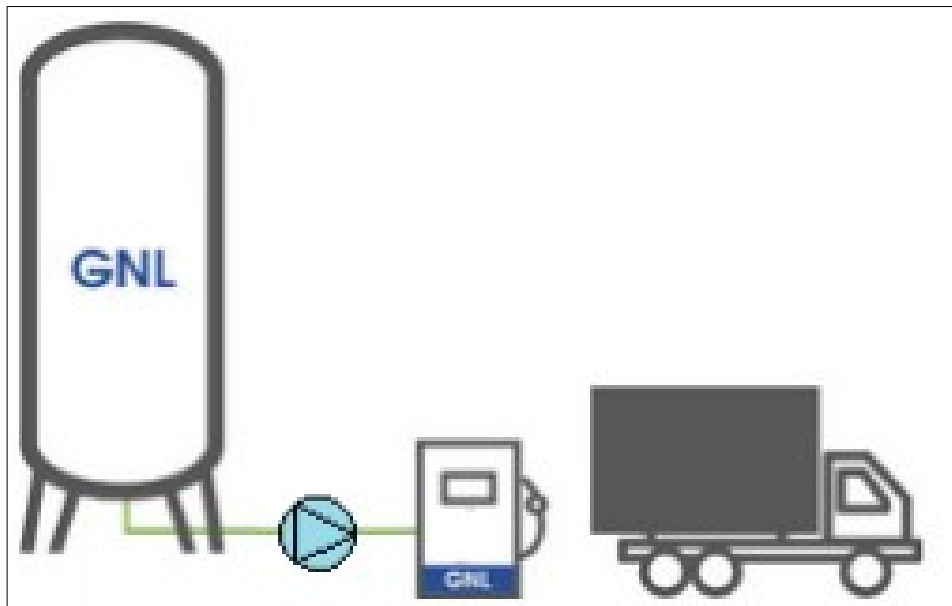


Gli elementi costitutivi fondamentali di questa tipologia di impianto sono:

- Serbatoio di stoccaggio GNL
- Pompa criogenica
- Evaporatore

-
- Pacco bombole GNC
 - Erogatore distribuzione GNC
 - Torcia fredda

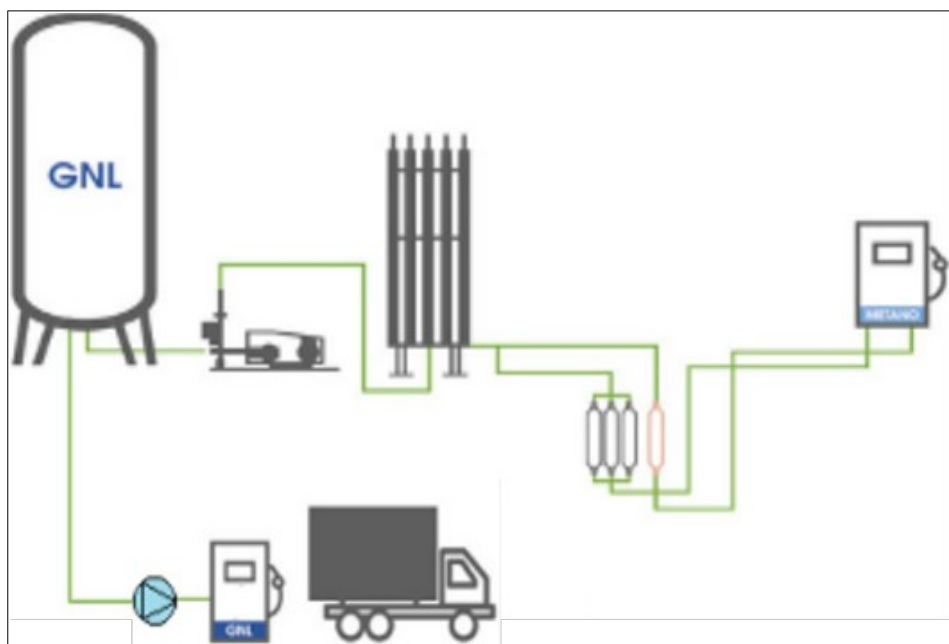
2. impianti di distribuzione di **Gas Naturale Liquefatto (GNL)**, alimentati da serbatoi fissi di GNL, definiti anche come “**Impianti L-GNL**”:



Gli elementi costitutivi fondamentali di questa tipologia di impianto sono:

- Serbatoio di stoccaggio GNL
- Pompa criogenica
- Erogatore distribuzione GNL
- Torcia fredda

3. impianti di distribuzione di **GNL e di GNC**, alimentati da serbatoi fissi di GNL, definiti anche come “**Impianti L-GNC/GNL**”:



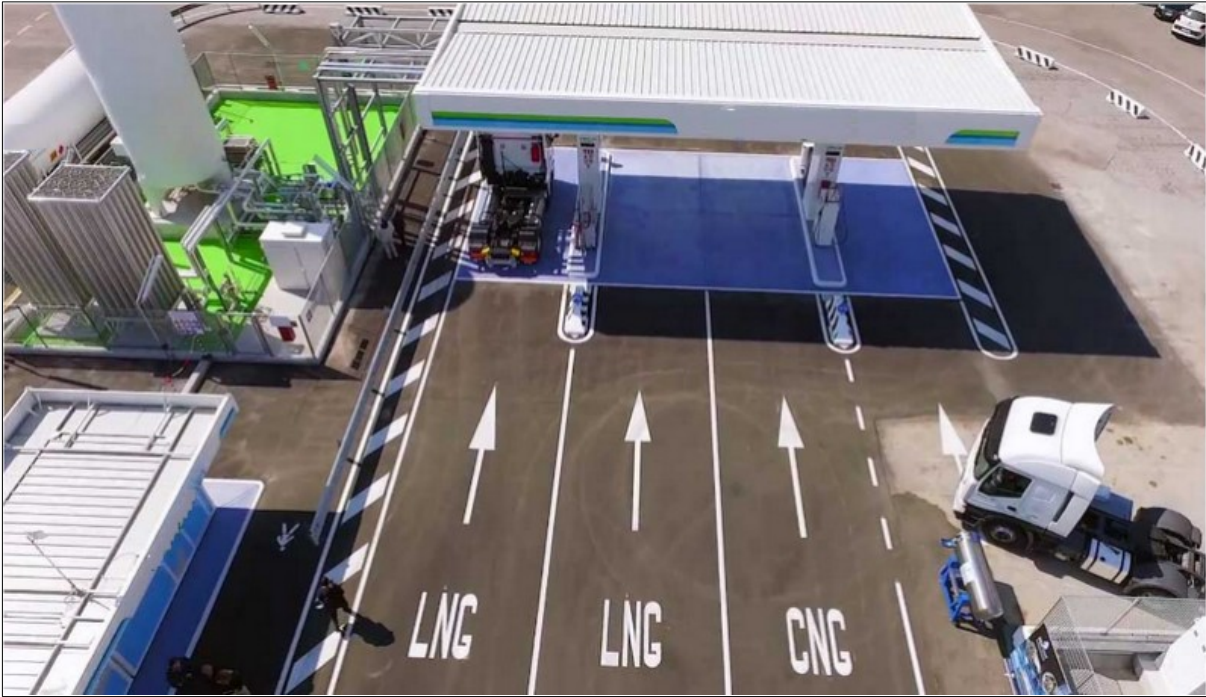
La parte di impianto a valle dello stoccaggio GNL comprende entrambe le configurazioni descritte precedentemente.

In tutti i casi elencati è presente almeno un serbatoio di gas naturale liquefatto e una torcia fredda.

E' importante ricordare che il GNL è un prodotto **privo di sostanza odorizzante**, dunque nel caso in cui un automezzo alimentato con tradizionale GNC abbia effettuato rifornimento in una stazione con stoccaggio liquido, una eventuale perdita di carburante non potrebbe essere rilevata tramite l'olfatto.

Per questo motivo è sempre necessario avvicinarsi a qualsiasi automezzo incidentato **utilizzando propriamente un esplosimetro.**

ELEMENTI COSTITUTIVI DEGLI IMPIANTI



Gli impianti di distribuzione possono comprendere i seguenti elementi:

a) serbatoi criogenici



I serbatoi criogenici per GNL sono contenitori ad asse verticale o orizzontale, termicamente isolati, a gruppi di due o più serbatoi.

Le linee di collegamento sono dotate di valvole di intercettazione, la prima delle quali manuale.

Il serbatoio è dotato di:

- un sistema di misura del livello in grado di attivare un preallarme di alto livello al raggiungimento del 95 % del livello massimo indicato dal costruttore;
- un sistema indipendente di blocco automatico del riempimento per il raggiungimento del massimo livello indicato dal costruttore;

b) i punti di riempimento

Punto di connessione della manichetta flessibile alle tubazioni fisse dell'impianto di riempimento del serbatoio criogenico.

c) pompe adibite alla movimentazione del GNL

Macchina operatrice in genere alternativa ed azionata meccanicamente da un motore elettrico tramite una trasmissione a cinghia, per la pressurizzazione e/o movimentazione del prodotto criogenico. Installazioni:

- 1) sommerse, interne o esterne rispetto ai serbatoi criogenici;

-
- 2) esterne, completamente all'aperto oppure sotto tettoia;
 - 3) all'interno di un box chiuso realizzato e ventilato conformemente a quanto previsto dal Decreto 24/05/2002, e corredato con rilevatore di presenza di gas naturale collegato al sistema di emergenza.



d) torcia fredda

Dispositivo dedicato al raccoglimento degli scarichi delle valvole di sicurezza e degli spurghi dell'impianto di distribuzione o di una parte dei questo, al fine di convogliare il gas naturale ad una quota ed una posizione considerata di sicurezza. La torcia fredda talvolta è rinominata con i termini di fiaccola fredda, colonna di scarico o di spurgo, etc. (vent stack, cold flare in inglese).

Le torce fredde sono dei condotti in acciaio resiliente alle temperature del GNL dislocati nell'impianto di alimentazione in posizioni ove sia ammessa una emissione temporanea e limitata nel tempo di Gas Naturale o uno scarico all'aria per emergenza.



e) scambiatore/regolatore di temperatura

(Trim heater) Scambiatore di calore che innalza la temperatura del combustibile fino ad un valore compatibile con la temperatura di esercizio delle attrezzature a valle o di funzionamento del sistema di alimentazione GNL del veicolo da rifornire.

f) pompe adibite al riempimento dei serbatoi fissi

g) tubazioni di collegamento

Tubazioni con rigidità ridotta utilizzate per il travaso che consentono di collegare il punto di scarico dell'autocisterna di fornitura del GNL con il punto di riempimento dell'impianto.



h) uno o più apparecchi di distribuzione GNL



i) locale compressore per recupero gas di evaporazione (boil-off)

A protezione del sistema in pressione è presente una valvola di sicurezza, una valvola limitatrice di pressione a funzionamento automatico avente un ingresso ed uno scarico, il cui scopo è quello di impedire che un impianto o parte di esso, contenente liquidi o gas/vapori, possa essere sottoposto ad una pressione superiore a quella di progetto.

L'apertura della valvola di sicurezza permette la limitazione del naturale incremento della pressione interna delle apparecchiature, dovuto al riscaldamento del prodotto, tramite lo scarico del cosiddetto gas di boil-off.

Può essere presente un circuito di recupero del gas di boil-off su cui agisce un compressore.

j) vaporizzatori di GNL

Sull'impianto possono essere installati più vaporizzatori, aventi diverse funzioni:

- a) Vaporizzatori per alimentazione dell'impianto di distribuzione (IN CASO DI distribuzione di GNC)
- b) Vaporizzatori per la pressurizzazione del serbatoio;
- c) Vaporizzatori per lo scarico delle autocisterne.

I vaporizzatori per l'alimentazione dell'utenza, possono essere eventualmente integrati da scambiatori-regolatori di temperatura.



k) locale contenente recipienti di accumulo (distribuzione di GNC)

uno o più recipienti di accumulo costituiti da bombole, supportate da idonea struttura, collegate fra loro e da collocarsi in locali normati dal D.M. 28/6/2002.

Può essere presente anche una capacità di smorzamento (dumper), volume geometrico contenente gas naturale in fase gassosa, destinato a livellare o ridurre le pulsazioni di pressione indotte da una macchina volumetrica alternativa.

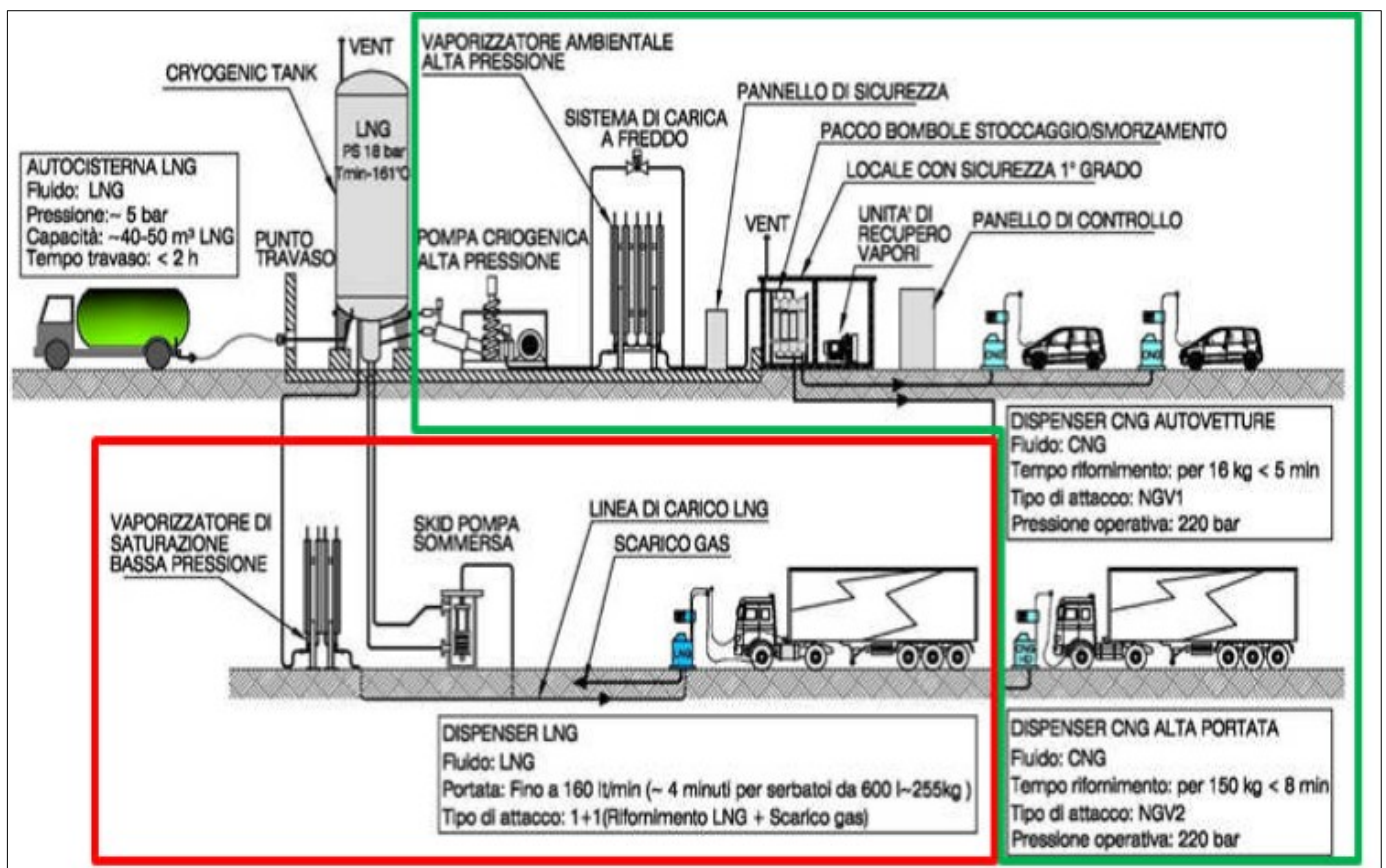


l) apparecchi di distribuzione GNC



CONFIGURAZIONI TIPICHE

IMPIANTO L-GNC/GNL



IMPIANTO L-GNC

