

**ALLEGATO I.12**  
**METODO A INDICI**

## METODOLOGIA AD INDICI

basata su:

### DPCM 31 Marzo 1989, No. 27

Applicazione dell'art. 12 del decreto del Presidente della Repubblica  
17 Maggio 1988, n. 175, concernente rischi rilevanti  
connessi a determinate attività industriali

### Binetti et al. - ISPESL / Istituto Superiore della Sanità

Metodo indicizzato per l'analisi e la valutazione del rischio  
di determinate attività industriali

## CARATTERIZZAZIONE UNITA' LOGICHE

### Unità G1: Bracci di Scarico GNL, Bracci di Carico GNL e Banchina

<u>Data:</u>	Marzo 2016
<u>Installazione:</u>	Terminale GNL Rosignano
<u>Località:</u>	Rosignano
<u>Impianto:</u>	Terminale GNL Rosignano
<u>Unità:</u>	Unità G1: Bracci di Scarico GNL, Bracci di Carico GNL e Banchina
<u>Sostanza:</u>	METANO

## INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

<u>Pressione:</u>	0,15 barg
	2,176 psig
	0,153 Kgf/cm2 eff.
<u>Temperatura:</u>	-159 °C
<u>Sostanza o Miscela Chiave:</u>	METANO
<u>Fattore Sostanza "B":</u>	21

## CALCOLO DEI FATTORI DI PENALITA'

### 2.4 Individuazione dei Fattori di Penalizzazione

#### 2.4.1 Rischi Specifici delle Sostanze

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.1.1	Sostanze ossidanti	0/20	0	La sostanza non sviluppa ossigeno in caso di incendio.
2.4.1.2	Formazione di gas con acqua	0/30	0	La sostanza a temperature elevate non reagisce con l'acqua formando gas combustibile.
2.4.1.3	Caratteristiche di miscelazione e di dispersione: m		40	
2.4.1.3.1	Gas infiammabili di bassa densità	-60/0	0	Il valore raccomandato per il metano è -20 ma il gas è raffreddato fino a raggiungere lo stato liquido, a temperatura molto inferiore a 0°C.
2.4.1.3.2	Gas infiammabili liquefatti	30	0	Non applicabile in quanto non è stoccato come liquido sotto pressione.
2.4.1.3.3	Stoccaggio criogenico	0/60	40	La sostanza è mantenuta allo stato di liquido refrigerato ad una pressione pari circa alla pressione atmosferica. Il DPCM 31/3/89 ed il "Metodo Indicizzato per l'Analisi e la Valutazione del Rischio di Determinate Attività Industriali" (Binetti et al 1990), indicano per questo tipo di gas (stoccaggio criogenico) un fattore da 0 a 60. Se le temperature sono inferiori a -30°C è necessario per il contenimento di questi liquidi in condizioni di sicurezza, impiego di materiali da costruzione speciali. Per tenere conto di ciò si dovrà assegnare un fattore pari a 60 per i liquidi mantenuti a temperatura inferiore a -30 °C a contatto con acciaio dolce o bassoalegato. Fattori inferiori possono essere utilizzati qualora siano stati utilizzati materiali da costruzione alternativi. Considerato che il terminale è progettato secondo la UNI EN 1473, secondo quanto indicato nel Nulla Osta di Fattibilità, le apparecchiature e le tubazioni sono progettati per basse temperature. I materiali sono in accordo alla EN 1160. Si assegna comunque un fattore cautelativo pari a 40.
2.4.1.3.4	Sostanze ad alta viscosità	-20/0	0	Non Applicabile. Considerato conservativamente pari a 0.
2.4.1.3.5	Polveri combustibili ed infiammabili	0-100	0	Non applicabile.
2.4.1.4	Riscaldamento spontaneo	30/250	0	La sostanza non dà luogo a riscaldamento spontaneo.
2.4.1.5	Polimerizzazione spontanea	25/75	0	La sostanza non dà luogo a reazioni di polimerizzazione spontanea.
2.4.1.6	Suscettibilità di accensione	-75/150	-5	Il fattore indicato è riportato all'Allegato II, del DPCM 31/3/89, nella Tabella 5.1 Gas e Liquidi. Il fattore di suscettibilità all'ignizione in aria indicato per il metano è -5.

2.4.1.7	Tendenza a decomposizione esplosiva gassosa	75/125	0	La sostanza non ha tendenza a decomposizione esplosiva gassosa. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.8	Suscettibilità a detonazione gassosa	0/150	0	La detonazione della sostanza non è possibile nelle normali condizioni di processo. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.9	Esplosività in fase condensata	200/1500	0	La sostanza non ha comportamenti esplosivi in fase condensata. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.10	Altri comportamenti insoliti	0/150	0	La sostanza non presenta comportamenti insoliti. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
<b>Totale Rischi Specifici per le Sostanze M =</b>			<b>75</b>	

#### 2.4.2 Rischi generali di Processo

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.2.1	Manipolazione e cambiamenti solo di stato fisico	10/50	10	Lo stoccaggio è separato dalle operazioni di carico e scarico.
2.4.2.2	Fasi di reazione		0	
2.4.2.2.1	Caratteristiche di reazione	25/50	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.2	Reazioni in processi discontinui (batch)	10/60	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.3	Molteplicità di reazioni o di processi	25/75	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.3	Trasferimento delle sostanze	0/150	25	Operazioni che compongono allacciamento e distacco tubazioni (valvole PERC). Lo scarico del metano alla piattaforma comporta che alla stessa siano connessi i bracci di carico all'inizio dell'operazione e che terminata l'operazione siano sconnessi.
2.4.2.4	Contenitori trasportabili	10/100	0	Le attività di scarico del metano non comportano l'uso di contenitori trasportabili su strada o per ferrovia.
<b>Totale Rischi generali di Processo P =</b>			<b>35</b>	

**2.4.3 Rischi particolari di Processo**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.3.1	Bassa pressione	50/150	0	Le normali attività di processo non prevedono pressioni operative inferiori a quella atmosferica.
2.4.3.2	Alta pressione	0/160	1	La pressione all'interno della metaniera è pari a 0,150 bara. Il fattore è valutato mediante la Figura 3 riportata all'Allegato II al DPCM 31.03.1989.
2.4.3.3	Bassa temperatura	0/100	0	La temperatura di esercizio normale sarà sempre superiore di almeno 10°C alla temperatura di transizione dell'acciaio con cui è costruita l'unità.
2.4.3.4	Temperatura elevata			
2.4.3.4.1	Sostanze infiammabili	0/35	25	La temperatura di esercizio (-160°C) è superiore al punto di ebollizione.
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0/25	0	Le temperatura di esercizio è pari a circa -159 °C, e non provoca alcuna riduzione delle sollecitazioni ammissibili del materiale di costruzione.
2.4.3.5	Corrosione ed erosione		0	
2.4.3.5.1	Corrosione interna	0/150	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.
2.4.3.5.2	Corrosione esterna	0/250	0	I rivestimenti isolanti sono efficaci e c'è possibilità di ispezione e monitoraggio in atmosfere corrosive.
2.4.3.6	Perdite da giunti e guarnizioni	0/60	0	Costruzione saldata per la maggior parte dei giunti, utilizzo di idonei accoppiamenti flangiati che garantiscono la tenuta, premistoppa delle pompe e delle valvole a tenuta stagna.
2.4.3.7	Vibrazioni, carichi ciclici, etc.	0/100	0	L'Unità non è soggetta a vibrazioni o carichi ciclici causati da macchinari e le condizioni di processo possono essere considerate stabili.
2.4.3.8	Processo/reazione difficile da controllare	20/300	0	Non applicabile in quanto non è effettuato alcun tipo di processo o reazione chimica.
2.4.3.9	Funzionamento entro/vicino campo infiammabilità	25/450	25	Viene attribuito conservativamente un valore pari a 25 considerando che nello spazio vapore si possa entrare nel campo di infiammabilità in caso di fuoriuscita accidentale.
2.4.3.10	Rischio di esplosione superiore alla media	40/100	40	In caso di rilascio, possibile formazione di miscela infiammabile. Un eventuale rilascio di metano liquido ne produrrebbe la rapida vaporizzazione e la probabile formazione di una miscela infiammabile in una vasta zona dell'atmosfera circostante.
2.4.3.11	Rischio di esplosione di polveri/nebbie	30/70	30	La possibilità di formazione di una nebbia di metano, dovuta alla produzione di vapore freddo e denso, è possibile esclusivamente a seguito della rottura delle apparecchiature stesse.
2.4.3.12	Ossidanti ad alta potenza	0/400	0	Nell'unità non sono previsti processi che utilizzano sostanze ossidanti.
2.4.3.13	Suscettibilità all'accensione	0/100	0	Nell'unità non sono previsti processi suscettibili di accensione.
2.4.3.14	Rischi elettrostatici	10/200	200	Conservativamente viene adoperato il valore massimo attribuibile al fattore in esame.
<b>Totale Rischi particolari di Processo S =</b>			<b>321</b>	

**2.4.4 Rischi dovuti alle Quantità**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.4.1	Totale sostanze in tonnellate K =	--	63894	La quantità è calcolata considerando la massima capacità del vettore navale pari a 138.000 m <sup>3</sup> di GNL con densità pari a circa 463 kg/m <sup>3</sup> in ragione del fatto che la bettolina e la metaniera non sono presenti contemporaneamente sul pontile.
2.4.4.2	Fattore quantità Q =	--	800	Il valore è desunto dalla Figura VI dell'Allegato II al DPCM 31/03/1989.

**2.4.5 Rischi connessi al layout**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.5.1	Altezza in metri H =	--	35	Altezza stimata per i bracci di carico sul livello del mare
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	12000	Il vettore di maggiore dimensione che può attraccare alla piattaforma sarà una gasiera da 140.000 m <sup>3</sup> ; tale vettore presenta una superficie in pianta pari a circa 12000 m <sup>2</sup>
2.4.5.3	Progettazione struttura	0/200	30	
2.4.5.3.1	Unità di processo	0/100	0	Quantità compresa tra 1 e 5 t, altezza da terra <2 m.
2.4.5.3.2	Unità di stoccaggio	30/50	30	Pur non ritenendolo applicabile, si adopera 30 considerando un'altezza dal livello del mare superiore a 10 m.
2.4.5.3.3	Sale compressori	40/200	0	Non Applicabile.
2.4.5.3.4	Sostanze il cui vapore ha densità elevata	0/100	0	Non Applicabile.
2.4.5.4	Effetto domino	0/250	0	Altezza inferiore a 20 m.
2.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo	50/150	0	Non Applicabile.
2.4.5.6	Drenaggio superficiale	0/100	0	Considerando la superficie del mare molto estesa non si attribuisce alcuna penalità.
2.4.5.7	Altre caratteristiche	50/250	125	Area di lavoro superiore a 2000 m <sup>2</sup> .
<b>Totale Rischi Rischi connessi al layout L =</b>			<b>155</b>	

**2.4.6 Rischi per la salute in caso di incidente**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.6	s =	0/100	0	METANO

**2.5 Parametri relativi alla Tossicità**
**2.5.1 Indice intrinseco di Tossicità**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.5.1	IIT (Indice Intrinseco di Tossicità)	--	1,08	METANO
	Soglia da Decreto		200	Tonnellate

### CALCOLO DEI FATTORI DI COMPENSAZIONE

#### 3.1.1 Contenimento

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.1.1	Apparecchi a pressione		1,00	Si assume il valore di 1, pur se i serbatoi della nave sono costruiti secondo gli standard previsti dalle norme di riferimento dettate dalla IMO (International Maritime Organization), in particolare il "code for the construction and equipment of ships carrying liquefied gases in bulk".
3.1.1.2	Serbatoi di stoccaggio verticali non a pressione		1,00	Non Applicabile.
3.1.1.3	Condotte di trasferimento		0,90	Le condotte saranno interamente saldate, radiografate al 100%, senza flange ( escluse i punti di sezionamento con valvole ) come da "American National Standard for Gas Transmission and Distribution Piping Systems".
3.1.1.4	Involucri e argini supplementari		0,45	Esiste una seconda parete di contenimento estesa a tutta l'altezza del serbatoio e in grado di resistere al carico dovuto al cedimento della parete principale, nonché allo shock termico se necessario.
3.1.1.5	Rilevamento perdite e modalità di reazione		0,56	La perdita può essere rapidamente individuata e gli operatori della sala controllo sono in grado di procedere all'isolamento ed a una efficace depressurizzazione mediante valvole ad azione rapida comandate a distanza (0.7). Condotte di trasferimento con valvole di isolamento tutte comandabili a distanza da una sala di controllo presidiata in permanenza (0.8). (Rilevatori tarati al 10% del limite inferiore di infiammabilità).
3.1.1.6	Sfiati e scarichi di emergenza		0,90	Tutti gli scarichi delle valvole di sicurezza, gli sfiati di emergenza o altri rilasci di sostanze sono convogliati con tubazioni ad una torcia o ad un ricevitore chiuso (0,9). Liquidi scaricati attraverso tubazioni in serbatoio di scarico (0,95).
<b>Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 =</b>			<b>0,204</b>	

#### 3.1.2 Controllo del Processo

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.2.1	Sistemi di allarme e di blocco		0,90	Le deviazioni vengono segnalate da svariate indicazioni di allarme.
3.1.2.2	Fornitura energia elettrica di emergenza		0,90	Esiste la possibilità di commutazione automatica su una fonte di energia elettrica di emergenza per i servizi fondamentali.
3.1.2.3	Sistema di raffreddamento del processo		1,00	Non applicabile.
3.1.2.4	Sistemi a gas inerte		0,80	L'atmosfera è inertizzata permanentemente a livelli di ossigeno inferiori all'1% in volume.
3.1.2.5	Sistemi di arresto di sicurezza		0,56	Presenza di sistemi di blocco automatici, in grado di attivare ESD o LSD a seconda della deviazione. Sono previsti sistemi di protezione ad alta integrità (0.7). Le attrezzature di sicurezza e di controllo vengono verificate con l'impianto in marcia e con frequenza definita da uno studio di rischio (0.8)

3.1.2.6	Controllo con computer		0,85	Controllo del processo via DCS, che può arrestare il processo indipendentemente dalle considerazioni precedenti.
3.1.2.7	Protezione da esplosione		1,00	Cautelativamente non viene preso in considerazioni alcun fattore correttivo.
3.1.2.8	Istruzioni operative		0,75	Si prevede la presenza di istruzioni operative chiare esaurienti, circa: Marcia in attesa (1); Marcia a livello ridotto (1); Livello operativo maggiorato (2); Arresto di emergenza (3); Rimessa in marcia poco dopo l'arresto (2); Procedure di manutenzione, permessi di lavoro e decontaminazione (2); Rimessa in marcia dopo manutenzione (2); Procedure di controllo per modifica di apparecchi o linee (4); Procedura di controllo per modifica di istruzioni operative (3); Condizioni di guasto anomalo prevedibile (5).
3.1.2.9	Sorveglianza dell'impianto		0,67	Si prevede che: L'impianto di sorveglianza sia regolarmente presidiato giorno e notte, con l'impiego di televisione a circuito chiuso per l'osservazione da vicino delle parti principali (0,95); Sistema di sicurezza dell'impianto efficace e presidio del suo perimetro per impedirne l'accesso alle persone non autorizzate (0,9); Efficaci sistemi antiaccensione e antifumo e controllo accurato del movimento di veicoli in zone pericolose (0,9); Sistema cercapersona in dotazione ad operatori chiave e telefoni o altre apparecchiature di comunicazione sull'impianto (0,97); Tutti gli operatori possono comunicare con la sala di controllo mediante radio bidirezionale da qualunque parte del complesso (0,90).
<b>Prodotto Fattori Controllo del Processo K2 =</b>			<b>0,155</b>	

**3.1.3 Atteggiamento per la Sicurezza**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.3.1	Coinvolgimento dell'amministrazione		0,81	Non sono assolutamente consentiti compromessi tra fattori economici / produttivi e sicurezza (0,90). Sono rispettate le norme per l'ispezione degli apparecchi a pressione e si adempie alle prescrizioni in quanto facenti parte della politica di sicurezza, indipendentemente da fattori economici di produzione aggiuntivo (0,95). Gli accadimenti pericolosi, compresi i casi di incidenti evitati, vengono analizzati e registrati e vengono intrapresi i conseguenti necessari provvedimenti (0,95).
3.1.3.2	Addestramento alla sicurezza		0,85	E previsto un programma molto approfondito di corsi regolari di addestramento alla sicurezza rivolto a tutti gli operatori, al personale direttivo e ausiliario e alle imprese appaltatrici (0,85).
3.1.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza		0,71	Verrà osservato un sistema rigoroso di permessi di lavoro o di certificazioni di svincolo per i lavori di manutenzione e modifica, secondo procedure molto accurate (0,90); la manutenzione preventiva verrà eseguita su base programmata (0,97); verranno eseguite regolari ispezioni di sicurezza e controlli dello stato di conservazioni delle strutture per accertare l'assenza di residui, in particolare di sostanze infiammabili o combustibili e l'assenza di perdite di sostanze tossiche o infiammabili o di fluidi di servizio (0,90); Ispezioni, controlli non distruttivi e prove di pressione svolti da autorità indipendenti (0,90).
<b>Prodotto Fattori Atteggiamento Sicurezza K3 =</b>			<b>0,487</b>	

### 3.2.1 Protezioni antincendio

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.1.1	Protezione antincendio delle strutture		1,00	Non applicato cautelativamente.
3.2.1.2	Pareti e barriere antincendio		0,90	E' previsto l'impiego di cortine ad acqua a protezione di tutta l'altezza dell'unità con una densità di 0,9 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> , (0,90)
3.2.1.3	Protezione delle apparecchiature dall'incendio		0,61	Isolamento esterno dal fuoco, getto d'acqua fisso con monitori (0,95); Tutti i cavi strumenti, le linee di impulso e i cavi per l'energia elettrica necessari per le funzioni di controllo dell'unità, hanno una protezione contro l'incendio di almeno 3 h (0,85); La protezione è anche in grado di resistere ad agenti corrosivi e a fuoriuscite di liquidi (0,75).
<b>Prodotto Fattori Protezioni incendio K4 =</b>			<b>0,545</b>	

### 3.2.2 Isolamento delle Sostanze

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.2.1	Sistemi a valvole		0,51	Tutti gli apparecchi e i vari settori delle condotte principali all'interno dell'unità sono dotati di valvole di isolamento comandate a distanza, con linee di controllo e cavi rotetti dall'incendio, cosicché risulti possibile un rapido isolamento al verificarsi di una emergenza (0,80) l'unità è equipaggiata con valvole in grado di interrompere automaticamente l'eccesso o l'inversione di flusso ed è in grado di limitarne l'entità fino a meno del 200% del normale flusso massimo (0,80). Previste unità di accoppiamento autosigillanti e valvole di isolamento posizionate localmente in ogni punto di disinnesto (0,80).
3.2.2.2	Ventilazione		1,00	Non Applicabile.
<b>Prodotto Fattori Isolamento sostanze K5 =</b>			<b>0,512</b>	

### 3.2.3 Operazioni antincendio

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.3.1	Allarmi per l'incendio		0,81	Si prevede la presenza di: Rilevatori d'incendio o di fumo in grado di rispondere all'incendio in qualsiasi punto entro 1 minuto (0,90) Allarmi d'incendio fissi collegati direttamente ai vigili del fuoco di fabbrica (0,90)
3.2.3.2	Estintori portatili		0,76	Si prevede la presenza di: Provvista adeguata di estintori d'incendio specializzati (0,85) Supporto di apparecchiature carrellate specializzate di grandi dimensioni (0,90)

3.2.3.3	Riserva d'acqua		0,68	Si prevede che i valori di portata, pressione, e la capacità della riserva idrica siano pari ad almeno 0,45 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> a 8,5 bar eff. (0,75); Inoltre si prevedono tubazioni di risalita mantenute in secco per uso dei VV.F. (0,90).
3.2.3.4	Sistemi a spruzzo d'acqua o con monitor		0,90	Si prevede la presenza di monitori con direzione dello spruzzo comandata a distanza (0,90).
3.2.3.5	Installazioni a schiume e a inerti		0,81	In considerazione che le operazioni di scarico verranno effettuate con l'assistenza di rimorchiatori e che la nave possiede impianto con sistema a schiuma incorporati (0,90). Inoltre le scorte di composti schiumogeni saranno adeguate per fronteggiare un incendio per almeno 3 h (0,90)
3.2.3.6	Assistenza dei Vigili del Fuoco		0,63	Sono previsti almeno due mezzi di stabilimento con squadre adeguatamente addestrate (0,90). Inoltre, è normalmente previsto anche l'intervento di un mezzo specializzato del CNVVF antincendio a torretta, entro 15 minuti dalla chiamata (0,70)
3.2.3.7	Cooperazione di stabilimento		0,69	Si prevede che venga svolto: Addestramento regolare degli operatori all'uso degli estintori portatili e delle apparecchiature fisse (0,90) Esercitazioni regolari che coinvolgono contemporaneamente gli operatori dell'impianto e i vigili del fuoco di stabilimento e del Corpo Nazionale (0,90) Disponibilità nell'installazione di adeguate scorte di prodotti chimici specializzati antincendio (0,85)
<b>Prodotto Fattori Operazioni antincendio K6 =</b>			<b>0,132</b>	

### RIEPILOGO FATTORI E PARAMETRI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
	T	-159	Temperatura
	B	21	Fattore Sostanza
2.4.1	M	75	Rischi Specifici delle Sostanze
2.4.1.3	m	40	Caratteristiche di miscelazione
2.4.2	P	35	Rischi generali di Processo
2.4.3	S	321	Rischi particolari di Processo
2.4.3.2	p	1	Fattore di pressione
2.4.4.1	K	63894	Totale sostanze in tonnellate
2.4.4.2	Q	800	Fattore quantità
2.4.5	L	155	Rischi connessi al layout
2.4.5.1	H	35	Altezza in metri
2.4.5.2	N	12000	Area di lavoro in metri quadrati
2.4.6	s	0	Rischi per la salute in caso incidente
2.5.1	Tu	1,08	Indice di Tossicità
	D	682,67	Indice equivalente DOW

### RIEPILOGO FATTORI COMPENSATIVI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
3.1.1	K1	0,204	Contenimento
3.1.2	K2	0,155	Controllo del processo
3.1.3	K3	0,487	Atteggiamento riguardo alla sicurezza
3.2.1	K4	0,545	Protezione antincendio
3.2.2	K5	0,512	Isolamento/eliminazione sostanze
3.2.3	K6	0,132	Operazione antincendio

### CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO

#### INDICI DI RISCHIO INIZIALI

Indice	Valore	Categoria
F	111,81	grave
C	5,31	alto
A	3322,11	grave
G	442547,93	gravissimo
Tu	0,00	n.a.

#### INDICI DI RISCHIO COMPENSATI

Indice	Valore	Categoria Finale
$F' = F \cdot (K1 \cdot K3 \cdot K5 \cdot K6)$	0,75	lieve
$C' = C \cdot (K2 \cdot K3)$	0,40	lieve
$A' = A \cdot (K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K5)$	26,26	basso
$G' = G \cdot (K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K4 \cdot K5 \cdot K6)$	251,27	moderato
$Tu' = Tu \cdot (K2 \cdot K3)$	0,00	n.a.

## METODOLOGIA AD INDICI

basata su:

DPCM 31 Marzo 1989, No. 27  
Applicazione dell'art. 12 del decreto del  
Presidente della Repubblica  
17 Maggio 1988, n. 175, concernente rischi  
rilevanti  
connessi a determinate attività industriali

Binetti et al. - ISPESL / Istituto Superiore della  
Sanità  
Metodo indicizzato per l'analisi e la valutazione  
del rischio  
di determinate attività industriali

## CARATTERIZZAZIONE UNITA' LOGICHE

### Unità G2: Condotta di alimentazione del serbatoio GNL da nave gasiera.

Data:	Marzo 2016
Installazione:	Terminale GNL Rosignano
Località Installazione:	Rosignano Marittimo (LI)
Impianto:	Terminale GNL, Rosignano
Unità G2:	Condotta di alimentazione dei serbatoi GNL da nave gasiera
Sostanze:	METANO

### INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

Pressione:	3,72 barg 53,954 psig 3,793 Kgf/cm2 eff.
Temperatura:	-158,7 °C
Sostanza o Miscela Chiave:	Metano
Fattore Sostanza B:	21 (Metano)

<b>Riferim. Paragrafo</b>	<b>Argomento</b>	<b>Campo dei valori</b>	<b>Fattore adottato</b>	<b>Giustificazione parametri scelti</b>
<b>2.4</b>	<b>Individuazione dei fattori di penalizzazione</b>			
<b>2.4.1 Rischi Specifici delle Sostanze</b>				
2.4.1.1	Sostanze ossidanti	0 / 20	0	La sostanza non sviluppa ossigeno in caso di incendio.
2.4.1.2	Formazione di gas con acqua	0 / 30	0	La sostanza a temperature elevate non reagisce con l'acqua formando gas combustibile.
2.4.1.3	Caratteristiche di miscelazione e di dispersione: m			
2.4.1.3.1	Gas infiammabili di bassa densità	-60 / 0	0	Il gas è molto raffreddato, al di sotto di 0°C.
2.4.1.3.2	Gas infiammabili liquefatti	30	0	Non applicabile, in quanto non è stoccato come liquido sotto pressione.

2.4.1.3.3	Stoccaggio criogenico	0 / 60	40	La sostanza è mantenuta allo stato di liquido refrigerato ad una pressione pari o circa alla pressione atmosferica. Il DPCM 31/3/89 ed il “Metodo Indicizzato per l’Analisi e la Valutazione del Rischio di Determinate Attività Industriali” (Binetti et al 1990) indicano per questo tipo di gas (stoccaggio criogenico) un fattore da 0 a 60. Se le temperature sono inferiori a -30°C è necessario per il contenimento di questi liquidi in condizioni di sicurezza, l’impiego di materiali da costruzione speciali. Per tenere conto di ciò si dovrà assegnare un fattore pari a 60 per i liquidi mantenuti a temperatura inferiore a -30 °C a contatto con acciaio dolce o bassolegato. Fattori inferiori possono essere utilizzati qualora siano stati utilizzati materiali da costruzione alternativi. Considerato che il terminale è progettato secondo la UNI EN 1473, secondo quanto stabilito al punto 4.5.1 le apparecchiature e le tubazioni saranno progettati per basse temperature. I materiali saranno in accordo alla EN 1160. Si assegna malgrado ciò un fattore cautelativo pari a 40.
2.4.1.3.4	Sostanze ad alta viscosità	-20 / 0	0	Non applicabile
2.4.1.3.5	Polveri combustibili ed infiammabili	0 / 100	0	Non applicabile
2.4.1.4	Riscaldamento spontaneo	30 / 250	0	La sostanza non dà luogo a riscaldamento spontaneo.
2.4.1.5	Polimerizzazione spontanea	25 / 75	0	La sostanza non dà luogo a reazioni di polimerizzazione spontanea.
2.4.1.6	Suscettibilità di accensione	-75 / 150	-5	Il fattore indicato è riportato all’Allegato II, del DPCM 31/3/89, nella Tabella 5.1.

2.4.1.7	Tendenza a decomposizione esplosiva gassosa	75 / 125	0	La sostanza non ha tendenza a decomposizione esplosiva gassosa. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.8	Suscettibilità a detonazione gassosa	0 / 150	0	La detonazione della sostanza non è possibile nelle normali condizioni di processo. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.9	Esplosività in fase condensata	200 / 1500	0	La sostanza non ha comportamenti esplosivi in fase condensata. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.10	Altri comportamenti insoliti	0 / 150	0	La sostanza non presenta comportamenti insoliti.

				La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
<b>Totale Rischi Specifici delle Sostanze M = 35</b>				
<b>2.4.2 Rischi Generali di Processo</b>				
2.4.2.1	Manipolazione e cambiamenti solo di stato fisico	10 / 50	10	Lo stoccaggio è separato dalle operazioni di carico e scarico.
2.4.2.2	Fasi di reazione			
2.4.2.2.1	Caratteristiche di reazione	25 / 50	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.2	Reazioni in processi discontinui (batch)	10 / 60	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.3	Molteplicità di reazioni o di processi	25 / 75	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.3	Trasferimento delle sostanze	0 / 150	0	Il trasferimento del metano avviene con sistema di tubazioni permanenti e completamente chiuse.
2.4.2.4	Contenitori trasportabili	10 / 100	0	Le attività di scarico del metano non comportano l'uso di contenitori trasportabili su strada o per ferrovia.
<b>Totale Rischi Generali di Processo P = 10</b>				
<b>2.4.3 Rischi Particolari di Processo</b>				

2.4.3.1	Bassa pressione	50 / 150	0	Le normali attività di processo non prevedono pressioni operative inferiori a quella atmosferica.
2.4.3.2	Alta pressione	0 / 160	13	Viene considerata la pressione di pompaggio delle pompe della nave nella tubazione di carico pari a 5,17 barg. Il fattore è valutato mediante la Figura 3 riportata all'Allegato II al DPCM 31.03.1989.
2.4.3.3	Bassa temperatura	0 / 100	0	La temperatura di esercizio normale sarà sempre superiore di almeno 10°C alla temperatura di transizione dell'acciaio con cui è costruita l'unità.
2.4.3.4	Temperatura elevata			
2.4.3.4.1	Sostanze infiammabili	0 / 35	25	La temperatura di esercizio è pari a circa -159 °C, superiore alla sua temperatura di punto di infiammabilità..
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0 / 25	0	Le temperatura di esercizio è pari a circa -159°C, e non provoca alcuna riduzione delle sollecitazioni ammissibili del materiale di costruzione.
2.4.3.5	Corrosione ed erosione			
2.4.3.5.1	Corrosione interna	0 / 150	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.
2.4.3.5.2	Corrosione esterna	0 / 100	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.
2.4.3.6	Perdite da giunti e guarnizioni	0 / 60	0	Prevista la costruzione saldata per la maggior parte dei giunti, accoppiamenti flangiati di tipo noto.

2.4.3.7	Vibrazioni, carichi ciclici, etc.	0 / 100	0	non applicabile in quanto le strutture di sostegno non costituiranno sorgenti potenziali di rischio, perchè progettate per sollecitazioni ben superiori a quelle prevedibili.
2.4.3.8	Processo/reazione difficile da controllare	20 / 300	0	Non applicabile in quanto non è effettuato alcun tipo di processo o reazione chimica.
2.4.3.9	Funzionamento entro/vicino campo infiammabilità	25 / 450	25	Viene attribuito conservativamente un valore pari a 25 considerando che nello spazio vapore si possa entrare nel campo di infiammabilità in caso di fuoriuscita accidentale.
2.4.3.10	Rischio di esplosione superiore alla media	40 / 100	40	Un eventuale rilascio di GNL ne produrrebbe la rapida vaporizzazione e la probabile formazione di una concentrazione infiammabile in una vasta zona dell'atmosfera circostante.
2.4.3.11	Rischio di esplosione di polveri nebbie	30 / 70	30	La possibilità di formazione di una nebbia di metano, dovuta alla produzione di vapore freddo e denso, è possibile esclusivamente a seguito della rottura delle apparecchiature stesse.
2.4.3.12	Ossidanti ad alta potenza	0 / 400	0	Nell'unità non sono previsti processi utilizzando sostanze ossidanti.
2.4.3.13	Suscettibilità all'accensione	0 / 100	0	Nell'unità non sono previsti processi suscettibili di accensione.
2.4.3.14	Rischi elettrostatici	10 / 200	200	Conservativamente viene adoperato il valore massimo attribuibile al fattore in esame.
<b>Totale Rischi Particolari di Processo S = 333</b>				
<b>2.4.4 Rischi Dovuti alla Quantità</b>				
2.4.4.1	Totale sostanze in tonnellate K =		2300	La quantità è arrotondata per eccesso, considerando una lunghezza delle due tubazioni (da 36" ) pari a circa 4000 m e densità pari a circa 460 kg/m <sup>3</sup> .

2.4.4.2	Fattore quantità Q =		200	Il valore è desunto dalla figura 7 dell'Allegato II al DPCM 31.03.1989.
<b>2.4.5 Rischi Connessi al Layout</b>				
2.4.5.1	Altezza in metri H =	--	5	Altezza stimata per il ponte di tubazioni sul livello del mare.
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	20000	Si considera una lunghezza di 4000 m per una larghezza di 5 m.
2.4.5.3	Progettazione struttura	0 / 200		
2.4.5.3.1	Unità di processo		0	Non applicabile.
2.4.5.3.2	Unità di stoccaggio		50	Pur non ritenendolo applicabile, si adopera 50 considerando un'altezza dal livello del mare superiore a 2 m.
2.4.5.3.3	Sale compressori		0	Non applicabile.
2.4.5.3.4	Sostanze il cui vapore ha densità elevata		0	Non applicabile.
2.4.5.4	Effetto domino	0 / 250	0	Non applicabile.
2.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo	50 / 150	0	Non applicabile.
2.4.5.6	Drenaggio superficiale	0 / 100	0	Considerando la superficie del mare molto estesa non si attribuisce alcuna penalità.
2.4.5.7	Altre caratteristiche	50 / 250	125	Area di lavoro superiore a 2000 m <sup>2</sup> .
<b>Totale Rischi Layout L = 175</b>				
<b>2.4.6 Rischi per la salute in caso di incidente</b>				
	s =	0 / 100	0	Come indicato nella Tabella 9 dell'Allegato II D.P.C.M. 31/3/89 per le sostanze infiammabili conformi all'allegato IV) c) i) del DPR 175 del 17/05/1988 (essendo indicati PT =0, PET =0 e IIT=1.08).

<b>2.5 Parametri Relativi alla Tossicità</b>				
2.5.1	Indice Intrinseco di Tossicità (IIT)		1,08	Come indicato nella Tabella 9 dell'Allegato II D.P.C.M. 31/3/89 per le sostanze infiammabili conformi all'allegato IV) c) i) del DPR 175 del 17/05/1988 (essendo indicati PT =0, PET =0 e IIT=1.08).

<b>Eventuali Valori di Compensazione per Configurazioni di Sicurezza e Misure Preventive</b>				
<b>3.1.1 Contenimento</b>				
3.1.1.1	Apparecchi a pressione		0,8	Le tubazioni saranno a doppio tubo saldate e costruite in acciaio secondo standard equivalenti o superiori a quelli previsti nella la categoria I di cui alla Raccolta S dell'ex ANCC.
3.1.1.2	Serbatoi di stoccaggio verticali non a pressione		1	Non applicabile
3.1.1.3	Condotte di trasferimento		0,9	Le condotte saranno a doppio tubo interamente saldate, radiografate al 100%, senza flange ( escluse i punti di sezionamento con valvole ) come da “American National Standard for Gas Transmission and Distribution Piping Systems”.
3.1.1.4	Involucri e argini supplementari		1	Non applicabile
3.1.1.5	Rilevamento perdite e modalità di reazione		0,56	<p>La perdita può essere rapidamente individuata e gli operatori della sala controllo sono in grado di procedere all'isolamento ed a una efficace depressurizzazione mediante valvole ad azione rapida comandate a distanza (0.7)</p> <p>Condotte di trasferimento con valvole di isolamento tutte comandabili a distanza da una sala di controllo presidiata in permanenza (0.8)</p>

				(Rilevatori tarati al 10% del limite inferiore di infiammabilità).
3.1.1.6	Sfiati e scarichi di emergenza		0,9	Tutti gli scarichi delle valvole di sicurezza, gli sfiati di emergenza o altri rilasci di sostanze siano convogliati con tubazioni ad una torcia o ad un ricevitore chiuso.
<b>Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 = 0,362</b>				
<b>3.1.2 Controllo del Processo</b>				
3.1.2.1	Sistemi di allarme e di blocco		0,9	Le deviazioni vengono segnalate da svariate indicazioni di allarme.
3.1.2.2	Fornitura energia elettrica di emergenza		0,9	Esiste la possibilità di commutazione automatica su una fonte di energia elettrica di emergenza per i servizi fondamentali.
3.1.2.3	Sistema di raffreddamento del processo		1	Non applicabile.
3.1.2.4	Sistemi a gas inerte		0,8	L'atmosfera è inertizzata permanentemente a livelli di ossigeno inferiori all'1% in volume
3.1.2.5	Sistemi di arresto di sicurezza		0,56	Sono previsti sistemi di protezione ad alta integrità (0.7)  Le attrezzature di sicurezza e di controllo vengono verificate con l'impianto in marcia e con frequenza definita da uno studio di rischio (0.8)
3.1.2.6	Controllo con computer		0,85	Il computer in linea controlla sempre il funzionamento ed ha la capacità di arrestare il processo indipendente dalle considerazioni precedenti
3.1.2.7	Protezione da esplosione		1	Cautelativamente non viene preso in considerazione alcun fattore correttivo.

3.1.2.8	Istruzioni operative		0,75	<p>Si prevede la presenza di istruzioni operative chiare esaurienti, circa:</p> <p>Marcia in attesa (1);          Marcia a livello ridotto (1);          Livello operativo maggiorato (2);          Arresto di emergenza (3);          Rimessa in marcia poco dopo l'arresto (2);          Procedure di manutenzione, permessi di lavoro e decontaminazione (2);          Rimessa in marcia dopo manutenzione (2);          Procedure di controllo per modifica di apparecchi o linee (4);          Procedura di controllo per modifica di istruzioni operative (3);          Condizioni di guasto anomalo prevedibile (5).</p>
3.1.2.9	Sorveglianza dell'impianto		0,67	<p>Si prevede che:</p> <p>L'impianto di sorveglianza sia regolarmente presidiato giorno e notte, con l'impiego di televisione a circuito chiuso per l'osservazione da vicino delle parti principali (0,95);          Sistema di sicurezza dell'impianto efficace e presidio del suo perimetro per impedirne l'accesso alle persone non autorizzate (0,9);          Efficaci sistemi antiaccensione e antifumo e controllo accurato del movimento di veicoli in zone pericolose (0,9);          Sistema cercapersone in dotazione ad operatori chiave e telefoni o altre apparecchiature di comunicazione sull'impianto (0,97);          Tutti gli operatori possono comunicare con la sala di controllo mediante radio bidirezionale da qualunque parte del complesso (0,90);</p>
<b>Prodotto Totale Fattori Controllo del Processo K2 =0,155</b>				
3.1.3	Atteggiamento per la Sicurezza			

3.1.3.1	Coinvolgimento dell'amministrazione		0,81	<p>Non sono assolutamente consentiti compromessi tra fattori economici / produttivi e sicurezza (0,90);</p> <p>Sono rispettate le norme per l'ispezione degli apparecchi a pressione e si adempie alle prescrizioni in quanto facenti parte della politica di sicurezza, indipendentemente da fattori economici di produzione aggiuntivo (0,95);</p> <p>Gli accadimenti pericolosi, compresi i casi di incidenti evitati, vengono analizzati e registrati e vengono intrapresi i conseguenti necessari provvedimenti (0,95).</p>
3.1.3.2	Addestramento alla sicurezza		0,85	<p>E previsto un programma molto approfondito di corsi regolari di addestramento alla sicurezza rivolto a tutti gli operatori, al personale direttivo e ausiliario e alle imprese appaltatrici (0,85).</p>

3.1.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza		0,707	<p>Verrà osservato un sistema rigoroso di permessi di lavoro o di certificazioni di svincolo per i lavori di manutenzione e modifica, secondo procedure molto accurate (0,90);</p> <p>La manutenzione preventiva verrà eseguita su base programmata (0,97);</p> <p>Verranno eseguite regolari ispezioni di sicurezza e controlli dello stato di conservazioni delle strutture per accertare l'assenza di residui, in particolare di sostanze infiammabili o combustibili e l'assenza di perdite di sostanze tossiche o infiammabili o di fluidi di servizio (0,90);</p> <p>Verranno effettuate ispezioni, controlli non distruttivi e prove di pressione degli apparecchiature da autorità indipendenti (0,90).</p>
<b>Prodotto Totale Fattori Atteggimento Sicurezza K3 = 0,487</b>				
<b>3.2.1 Protezioni Antincendio</b>				
3.2.1.1	Protezione antincendio delle strutture		1	Non applicato cautelativamente
3.2.1.2	Pareti e barriere antincendio		1	Non sono previste pareti, barriere edispositivi similari antincendio a protezione della tubazione.
3.2.1.3	Protezione delle apparecchiature dall'incendio		0,606	<p>Isolamento esterno dal fuoco, getto d'acqua fisso con monitori (0,95);</p> <p>Tutti i cavi strumenti, le linee di impulso e i cavi per l'energia elettrica necessari per le funzioni di controllo dell'unità, hanno una protezione contro l'incendio di almeno 3 h (0,85);</p> <p>La protezione è anche in grado di resistere ad agenti corrosivi e a fuoriuscite di liquidi (0,75).</p>

<b>Prodotto Totale Fattori Protezione Incendio K4 = 0,606</b>				
<b>3.2.2 Isolamento delle Sostanze</b>				
3.2.2.1	Sistemi a valvole		0,512	Tutti gli apparecchi e i vari settori delle condotte principali all'interno dell'unità sono dotati di valvole di isolamento comandate a distanza, con linee di controllo e cavi protetti dall'incendio, cosicché risulti possibile un rapido isolamento al verificarsi di una emergenza (0,80) l'unità è equipaggiata con valvole in grado di interrompere automaticamente l'eccesso o l'inversione di flusso ed è in grado di limitarne l'entità fino a meno del 200% del normale flusso massimo (0,80) Previste unità di accoppiamento autosigillanti e valvole di isolamento posizionate localmente in ogni punto di disinnesto (0,80)
3.2.2.2	Ventilazione		1	Non applicabile
<b>Prodotto Totale Fattori Isolamento Sostanze K5 = 0,512</b>				
<b>3.2.3 Operazioni Antincendio</b>				
3.2.3.1	Allarmi per l'incendio		0,81	Si prevede la presenza di: Rilevatori d'incendio o di fumo in grado di rispondere all'incendio in qualsiasi punto entro 1 minuto (0,90) Allarmi d'incendio fissi collegati direttamente ai vigili del fuoco di fabbrica (0,90)
3.2.3.2	Estintori portatili		0,76	Si prevede la presenza di: Provvista adeguata di estintori d'incendio specializzati (0,85) Supporto di apparecchiature carrellate specializzate di grandi dimensioni (0,90)

3.2.3.3	Riserva d'acqua		0,675	Si prevede che i valori di portata, pressione, e la capacità della riserva idrica siano pari ad almeno 0,45 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> a 8,5 bar eff. (0.75); Inoltre si prevedono tubazioni di risalita mantenute in secco per uso dei VV.F. (0.90).
3.2.3.4	Sistemi a spruzzo d'acqua o con monitori		0,9	Si prevede la presenza di monitori con direzione dello spruzzo comandata a distanza (0,90)
3.2.3.5	Installazioni a schiume e a inerti		0,81	In considerazione che le operazioni di scarico verranno effettuate con l'assistenza di rimorchiatori e che la nave possiede impianto con sistema a schiumo incorporati (0,90). Inoltre le scorte di composti schiumogeni saranno adeguate per fronteggiare un incendio per almeno 3 h (0,90)
3.2.3.6	Assistenza dei Vigili del Fuoco		0,63	Sono previsti almeno due mezzi di stabilimento con squadre adeguatamente addestrate (0.90). Inoltre, è normalmente previsto anche l'intervento di un mezzo specializzato del CNVVF antincendio a torretta, entro 15 minuti dalla chiamata (0,70)
3.2.3.7	Cooperazione di stabilimento		0,69	Si prevede che venga svolto: Addestramento regolare degli operatori all'uso degli estintori portatili e delle apparecchiature fisse (0,90) Esercitazioni regolari che coinvolgono contemporaneamente gli operatori dell'impianto e i vigili del fuoco di stabilimento e del Corpo Nazionale (0,90) Disponibilità nell'installazione di adeguate scorte di prodotti chimici specializzati antincendio (0,85)
<b>Prodotto Totale Fattori Operazioni Antincendio K6 = 0,132</b>				

<b>Riepilogo fattori e parametri</b>		
Temperatura	T	-159
Fattore sostanza	B	21
Rischi specifici delle sostanze (2.4.1)	M	35
Caratteristiche di miscelazione (2.4.1.3)	m	40
Rischi generali di processo (2.4.2)	P	10
Rischi particolari di processo (2.4.3)	S	333
Fattore di pressione (2.4.3.2)	p	13
Totale sostanze (tonnellate) (2.4.4.1)	K	2300
Fattore quantità (2.4.4.2)	Q	200
Rischi connessi al layout (2.4.5)	L	175
Altezza in metri (2.4.5.1)	H	5
Area di lavoro in metri quadrati (2.4.5.2)	N	20000
Rischi per la salute in caso di incidente (2.4.6)	s	0
Indice di rischio tossico dell'unità (2.5.1)	Tu	1.08
Indice equivalente DOW	D	278

<b>Riepilogo fattori compensativi</b>		
Contenimento (3.1.1)	K1	0,362
Controllo del processo (3.1.2)	K2	0,155
Atteggiamento nei riguardi della sicurezza (3.1.3)	K3	0,487
Protezione antincendio (3.2.1)	K4	0,606
Isolamento ed eliminazione delle sostanze (3.2.2)	K5	0,512
Operazione antincendio (3.2.3)	K6	0,132

<b>Calcolo degli indici di rischio</b>		
F	2,4	Basso
C	4,8	Alto
A	748	Molto Alto
G	10488	Molto Alto
T	0	n.a.

<b>Calcolo degli indici di rischio compensati</b>		
$F' = F \times (K1 \times K3 \times K5 \times K6)$	0.03	Lieve
$C' = C \times (K2 \times K3)$	0.36	Lieve
$A' = A \times (K1 \times K2 \times K3 \times K5)$	10	Lieve
$G' = G \times (K1 \times K2 \times K3 \times K4 \times K5 \times K6)$	12	Lieve
$T' = T \times (K2 \times K3)$	0	n.a.

## METODOLOGIA AD INDICI

basata su:

DPCM 31 Marzo 1989, No. 27  
Applicazione dell'art. 12 del decreto del  
Presidente della Repubblica  
17 Maggio 1988, n. 175, concernente rischi  
rilevanti  
connessi a determinate attività industriali

Binetti et al. - ISPESL / Istituto Superiore della  
Sanità  
Metodo indicizzato per l'analisi e la valutazione  
del rischio  
di determinate attività industriali

## CARATTERIZZAZIONE UNITA' LOGICHE

### Unità G3: Stoccaggio Gas Naturale Liquefatto GNL.

Data:	Marzo 2016
Installazione:	Terminale GNL Rosignano
Località Installazione:	Rosignano Marittimo (LI)
Impianto:	Terminale GNL – Etilene, Rosignano
Unità G3:	Stoccaggio Gas Naturale Liquefatto GNL
Sostanze:	METANO

## INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

Pressione:	0,290 barg 3,626 psig 0,255 Kgf/cm2 eff.
Temperatura:	-161 °C
Sostanza o Miscela Chiave:	Metano
Fattore Sostanza B:	21 (Metano)

<b>Riferim. Paragrafo</b>	<b>Argomento</b>	<b>Campo dei valori</b>	<b>Fattore adottato</b>	<b>Giustificazione parametri scelti</b>
<b>2.4</b>	<b>Individuazione dei fattori di penalizzazione</b>			
<b>2.4.1 Rischi Specifici delle Sostanze</b>				
2.4.1.1	Sostanze ossidanti	0 / 20	0	La sostanza non sviluppa ossigeno in caso di incendio.
2.4.1.2	Formazione di gas con acqua	0 / 30	0	La sostanza a temperature elevate non reagisce con l'acqua formando gas combustibile.
2.4.1.3	Caratteristiche di miscelazione e di dispersione: m			
2.4.1.3.1	Gas infiammabili di bassa densità	-60 / 0	0	Il gas è molto raffreddato, al di sotto di 0°C.
2.4.1.3.2	Gas infiammabili liquefatti	30	0	Non applicabile, in quanto non è stoccato come liquido sotto pressione.

2.4.1.3.3	Stoccaggio criogenico	0 / 60	40	La sostanza è mantenuta allo stato di liquido refrigerato ad una pressione pari a circa alla pressione atmosferica. Il DPCM 31/3/89 ed il “Metodo Indicizzato per l’Analisi e la Valutazione del Rischio di Determinate Attività Industriali” (Binetti et al 1990) indicano per questo tipo di gas (stoccaggio criogenico) un fattore da 0 a 60. Se le temperature sono inferiori a -30°C è necessario per il contenimento di questi liquidi in condizioni di sicurezza, l’impiego di materiali da costruzione speciali. Per tenere conto di ciò si dovrà assegnare un fattore pari a 60 per i liquidi mantenuti a temperatura inferiore a -30 °C a contatto con acciaio dolce o bassolegato. Fattori inferiori possono essere utilizzati qualora siano stati utilizzati materiali da costruzione alternativi. Considerato che il terminale è progettato secondo la UNI EN 1473, secondo quanto stabilito al punto 4.5.1 le apparecchiature e le tubazioni saranno progettati per basse temperature. I materiali saranno in accordo alla EN 1160. Si assegna malgrado ciò un fattore cautelativo pari a 40.
2.4.1.3.4	Sostanze ad alta viscosità	-20 / 0	0	Non applicabile
2.4.1.3.5	Polveri combustibili ed infiammabili	0 / 100	0	Non applicabile
2.4.1.4	Riscaldamento spontaneo	30 / 250	0	La sostanza non dà luogo a riscaldamento spontaneo.
2.4.1.5	Polimerizzazione spontanea	25 / 75	0	La sostanza non dà luogo a reazioni di polimerizzazione spontanea.
2.4.1.6	Suscettibilità di accensione	-75 / 150	-5	Il fattore indicato è riportato all’Allegato II, del DPCM 31/3/89, nella Tabella 5.1.

2.4.1.7	Tendenza a decomposizione esplosiva gassosa	75 / 125	0	La sostanza non ha tendenza a decomposizione esplosiva gassosa. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.8	Suscettibilità a detonazione gassosa	0 / 150	0	La detonazione della sostanza non è possibile nelle normali condizioni di processo. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.9	Esplosività in fase condensata	200 / 1500	0	La sostanza non ha comportamenti esplosivi in fase condensata. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.10	Altri comportamenti insoliti	0 / 150	0	La sostanza non presenta comportamenti insoliti.

				La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
<b>Totale Rischi Specifici delle Sostanze M = 35</b>				
<b>2.4.2 Rischi Generali di Processo</b>				
2.4.2.1	Manipolazione e cambiamenti solo di stato fisico	10 / 50	10	Lo stoccaggio è separato dalle operazioni di carico e scarico.
2.4.2.2	Fasi di reazione			
2.4.2.2.1	Caratteristiche di reazione	25 / 50	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.2	Reazioni in processi discontinui (batch)	10 / 60	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.3	Molteplicità di reazioni o di processi	25 / 75	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.3	Trasferimento delle sostanze	0 / 150	0	Il trasferimento del metano avviene con sistema di tubazioni permanenti e completamente chiuse.
2.4.2.4	Contenitori trasportabili	10 / 100	0	Le attività di scarico del metano non comportano l'uso di contenitori trasportabili su strada o per ferrovia.
<b>Totale Rischi Generali di Processo P = 10</b>				
<b>2.4.3 Rischi Particolari di Processo</b>				

2.4.3.1	Bassa pressione	50 / 150	0	Le normali attività di processo non prevedono pressioni operative inferiori a quella atmosferica.
2.4.3.2	Alta pressione <b>p</b>	0 / 160	1	La pressione all'interno del serbatoio è al massimo 0,290 barg. Il fattore è valutato mediante la Figura 3 riportata all'Allegato II al DPCM 31.03.1989
2.4.3.3	Bassa temperatura	0 / 100	0	La temperatura di esercizio normale sarà sempre superiore di almeno 10°C alla temperatura di transizione dell'acciaio con cui è costruita l'unità.
2.4.3.4	Temperatura elevata			
2.4.3.4.1	Sostanze infiammabili	0 / 35	25	La temperatura di esercizio è pari a circa -161 °C, superiore alla sua temperatura di punto di infiammabilità..
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0 / 25	0	Le temperatura di esercizio è pari a circa -161°C, e non provoca alcuna riduzione delle sollecitazioni ammissibili del materiale di costruzione.
2.4.3.5	Corrosione ed erosione			
2.4.3.5.1	Corrosione interna	0 / 150	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.
2.4.3.5.2	Corrosione esterna	0 / 100	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.
2.4.3.6	Perdite da giunti e guarnizioni	0 / 60	0	Prevista la costruzione saldata per la maggior parte dei giunti, accoppiamenti flangiati di tipo noto.

2.4.3.7	Vibrazioni, carichi ciclici, etc.	0 / 100	50	Pur se le strutture di sostegno non costituiranno sorgenti potenziali di rischio, perchè progettate per sollecitazioni ben superiori a quelle prevedibili si assume in via cautelativa il valore 50.
2.4.3.8	Processo/reazione difficile da controllare	20 / 300	0	Non applicabile in quanto non è effettuato alcun tipo di processo o reazione chimica.
2.4.3.9	Funzionamento entro/vicino campo infiammabilità	25 / 450	25	Viene attribuito conservativamente un valore pari a 25 considerando che nello spazio vapore si possa entrare nel campo di infiammabilità in caso di fuoriuscita accidentale.
2.4.3.10	Rischio di esplosione superiore alla media	40 / 100	40	Un eventuale rilascio di GNL ne produrrebbe la rapida vaporizzazione e la probabile formazione di una concentrazione infiammabile in una vasta zona dell'atmosfera circostante.
2.4.3.11	Rischio di esplosione di polveri nebbie	30 / 70	30	La possibilità di formazione di una nebbia di metano, dovuta alla produzione di vapore freddo e denso, è possibile esclusivamente a seguito della rottura delle apparecchiature stesse.
2.4.3.12	Ossidanti ad alta potenza	0 / 400	0	Nell'unità non sono previsti processi utilizzando sostanze ossidanti.
2.4.3.13	Suscettibilità all'accensione	0 / 100	0	Nell'unità non sono previsti processi suscettibili di accensione.
2.4.3.14	Rischi elettrostatici	10 / 200	200	Conservativamente viene adoperato il valore massimo attribuibile al fattore in esame.
<b>Totale Rischi Particolari di Processo S = 371</b>				
<b>2.4.4 Rischi Dovuti alla Quantità</b>				
2.4.4.1	Totale sostanze in tonnellate K =		73600	La quantità è calcolata considerando la massima capacità di un serbatoio pari a 160.000 m <sup>3</sup> di metano con densità pari a circa 460 kg/m <sup>3</sup> .

2.4.4.2	Fattore quantità $Q =$		775	Il valore è desunto dalla figura 7 dell'Allegato II al DPCM 31.03.1989.
<b>2.4.5 Rischi Connessi al Layout</b>				
2.4.5.1	Altezza in metri $H =$	--	50	Altezza del serbatoio dal livello del terreno.
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati $N =$	--	6600	Pari alla superficie in pianta del serbatoio.
2.4.5.3	Progettazione struttura	0 / 200		
2.4.5.3.1	Unità di processo		0	Non applicabile.
2.4.5.3.2	Unità di stoccaggio		30	Pur non ritenendolo applicabile, si adopera 30 considerando un'altezza dal livello del mare superiore a 10 m.
2.4.5.3.3	Sale compressori		0	Non applicabile.
2.4.5.3.4	Sostanze il cui vapore ha densità elevata		0	Non applicabile.
2.4.5.4	Effetto domino	0 / 250	0	Il serbatoio ha la base a livello del terreno
2.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo	50 / 150	0	Non applicabile.
2.4.5.6	Drenaggio superficiale	0 / 100	0	Non applicabile essendo presente un sistema di convogliamento degli spandimenti verso una rete di raccolta separata
2.4.5.7	Altre caratteristiche	50 / 250	125	Area di lavoro superiore a 2000 m <sup>2</sup> .
<b>Totale Rischi Layout L = 155</b>				
<b>2.4.6 Rischi per la salute in caso di incidente</b>				
	$s =$	0 / 100	0	Come indicato nella Tabella IX dell'Allegato II D.P.C.M. 31/3/89 per le sostanze infiammabili conformi all'allegato IV) c) i) del DPR 175 del 17/05/1988 (essendo indicati PT =0, PET =0 e IIT=1.08).

<b>2.5 Parametri Relativi alla Tossicità</b>				
2.5.1	Indice Intrinseco di Tossicità (IIT)		1,08	Come indicato nella Tabella IX dell'Allegato II D.P.C.M. 31/3/89 per le sostanze infiammabili conformi all'allegato IV) c) i) del DPR 175 del 17/05/1988 (essendo indicati PT =0, PET =0 e IIT=1.08).

<b>Eventuali Valori di Compensazione per Configurazioni di Sicurezza e Misure Preventive</b>				
<b>3.1.1 Contenimento</b>				
3.1.1.1	Apparecchi a pressione		0,8	Il serbatoio sarà in acciaio saldato e costruito secondo standard equivalenti o superiori a quelli previsti nella la categoria I di cui alla Raccolta S dell'ex ANCC.
3.1.1.2	Serbatoi di stoccaggio verticali non a pressione		1	Non applicabile
3.1.1.3	Condotte di trasferimento		0,90	Le condotte saranno interamente saldate, radiografate al 100%, senza flange ( escluse i punti di sezionamento con valvole ) come da “American National Standard for Gas Transmission and Distribution Piping Systems”.
3.1.1.4	Involucri e argini supplementari		0,40	Serbatoio dotato di un secondo involucro all'esterno del primo in grado di resistere alla pressione (0,50); Serbatoio dotato di bacino di contenimento a tenuta tale che la sostanza versatasi non possa disperdersi o permeare il terreno (0,80).
3.1.1.5	Rilevamento perdite e modalità di reazione		0,56	La perdita può essere rapidamente individuata e gli operatori della sala controllo sono in grado di procedere all'isolamento ed a una efficace depressurizzazione mediante valvole ad azione rapida comandate a distanza (0.7)  Condotte di trasferimento con valvole di isolamento tutte comandabili a distanza da una sala di controllo presidiata in permanenza (0.8)

				(Rilevatori tarati al 10% del limite inferiore di infiammabilità).
3.1.1.6	Sfiati e scarichi di emergenza		1	Non applicabile
<b>Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 = 0,161</b>				
<b>3.1.2 Controllo del Processo</b>				
3.1.2.1	Sistemi di allarme e di blocco		0,9	Le deviazioni vengono segnalate da svariate indicazioni di allarme.
3.1.2.2	Fornitura energia elettrica di emergenza		0,9	Esiste la possibilità di commutazione automatica su una fonte di energia elettrica di emergenza per i servizi fondamentali.
3.1.2.3	Sistema di raffreddamento del processo		1	Non applicabile non essendo previsti sistemi di raffreddamento.
3.1.2.4	Sistemi a gas inerte		0,8	L'atmosfera è inertizzata permanentemente a livelli di ossigeno inferiori all'1% in volume
3.1.2.5	Sistemi di arresto di sicurezza		0,56	Sono previsti sistemi di protezione ad alta integrità (0.7)  Le attrezzature di sicurezza e di controllo vengono verificate con l'impianto in marcia e con frequenza definita da uno studio di rischio (0.8)
3.1.2.6	Controllo con computer		0,85	Il computer in linea controlla sempre il funzionamento ed ha la capacità di arrestare il processo indipendente dalle considerazioni precedenti
3.1.2.7	Protezione da esplosione		1	Cautelativamente non viene preso in considerazione alcun fattore correttivo.

3.1.2.8	Istruzioni operative		0,75	<p>Si prevede la presenza di istruzioni operative chiare esaurienti, circa:</p> <p>Marcia in attesa (1);          Marcia a livello ridotto (1);          Livello operativo maggiorato (2);          Arresto di emergenza (3);          Rimessa in marcia poco dopo l'arresto (2);          Procedure di manutenzione, permessi di lavoro e decontaminazione (2);          Rimessa in marcia dopo manutenzione (2);          Procedure di controllo per modifica di apparecchi o linee (4);          Procedura di controllo per modifica di istruzioni operative (3);          Condizioni di guasto anomalo prevedibile (5).</p>
3.1.2.9	Sorveglianza dell'impianto		0,67	<p>Si prevede che:</p> <p>L'impianto di sorveglianza sia regolarmente presidiato giorno e notte, con l'impiego di televisione a circuito chiuso per l'osservazione da vicino delle parti principali (0,95);          Sistema di sicurezza dell'impianto efficace e presidio del suo perimetro per impedirne l'accesso alle persone non autorizzate (0,9);          Efficaci sistemi antiaccensione e antifumo e controllo accurato del movimento di veicoli in zone pericolose (0,9);          Sistema cercapersone in dotazione ad operatori chiave e telefoni o altre apparecchiature di comunicazione sull'impianto (0,97);          Tutti gli operatori possono comunicare con la sala di controllo mediante radio bidirezionale da qualunque parte del complesso (0,90);</p>
<b>Prodotto Totale Fattori Controllo del Processo K2 =0,155</b>				
3.1.3	Atteggiamento per la Sicurezza			

3.1.3.1	Coinvolgimento dell'amministrazione		0,81	<p>Non sono assolutamente consentiti compromessi tra fattori economici / produttivi e sicurezza (0,90);</p> <p>Sono rispettate le norme per l'ispezione degli apparecchi a pressione e si adempie alle prescrizioni in quanto facenti parte della politica di sicurezza, indipendentemente da fattori economici di produzione aggiuntivo (0,95);</p> <p>Gli accadimenti pericolosi, compresi i casi di incidenti evitati, vengono analizzati e registrati e vengono intrapresi i conseguenti necessari provvedimenti (0,95).</p>
3.1.3.2	Addestramento alla sicurezza		0,85	<p>E previsto un programma molto approfondito di corsi regolari di addestramento alla sicurezza rivolto a tutti gli operatori, al personale direttivo e ausiliario e alle imprese appaltatrici (0,85).</p>

3.1.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza		0,707	<p>Verrà osservato un sistema rigoroso di permessi di lavoro o di certificazioni di svincolo per i lavori di manutenzione e modifica, secondo procedure molto accurate (0,90);</p> <p>La manutenzione preventiva verrà eseguita su base programmata (0,97);</p> <p>Verranno eseguite regolari ispezioni di sicurezza e controlli dello stato di conservazioni delle strutture per accertare l'assenza di residui, in particolare di sostanze infiammabili o combustibili e l'assenza di perdite di sostanze tossiche o infiammabili o di fluidi di servizio (0,90);</p> <p>Verranno effettuate ispezioni, controlli non distruttivi e prove di pressione degli apparecchiature da autorità indipendenti (0,90).</p>
<b>Prodotto Totale Fattori Atteggimento Sicurezza K3 = 0,487</b>				
<b>3.2.1 Protezioni Antincendio</b>				
3.2.1.1	Protezione antincendio delle strutture		1	Non applicato cautelativamente
3.2.1.2	Pareti e barriere antincendio		1	Non applicato cautelativamente
3.2.1.3	Protezione delle apparecchiature dall'incendio		0,606	<p>Isolamento esterno dal fuoco, getto d'acqua fisso con monitori (0,95);</p> <p>Tutti i cavi strumenti, le linee di impulso e i cavi per l'energia elettrica necessari per le funzioni di controllo dell'unità, hanno una protezione contro l'incendio di almeno 3 h (0,85);</p> <p>La protezione è anche in grado di resistere ad agenti corrosivi e a fuoriuscite di liquidi (0,75).</p>

<b>Prodotto Totale Fattori Protezione Incendio K4 = 0,606</b>				
<b>3.2.2 Isolamento delle Sostanze</b>				
3.2.2.1	Sistemi a valvole		0,512	Tutti gli apparecchi e i vari settori delle condotte principali all'interno dell'unità sono dotati di valvole di isolamento comandate a distanza, con linee di controllo e cavi protetti dall'incendio, cosicché risulti possibile un rapido isolamento al verificarsi di una emergenza (0,80); l'unità è equipaggiata con valvole in grado di interrompere automaticamente l'eccesso o l'inversione di flusso ed è in grado di limitarne l'entità fino a meno del 200% del normale flusso massimo (0,80); Previste unità di accoppiamento autosigillanti e valvole di isolamento posizionate localmente in ogni punto di disinnesto (0,80).
3.2.2.2	Ventilazione		1	Non applicabile
<b>Prodotto Totale Fattori Isolamento Sostanze K5 = 0,512</b>				
<b>3.2.3 Operazioni Antincendio</b>				
3.2.3.1	Allarmi per l'incendio		0,81	Si prevede la presenza di: Rilevatori d'incendio o di fumo in grado di rispondere all'incendio in qualsiasi punto entro 1 minuto (0,90) Allarmi d'incendio fissi collegati direttamente ai vigili del fuoco di fabbrica (0,90)
3.2.3.2	Estintori portatili		0,76	Si prevede la presenza di: Provvista adeguata di estintori d'incendio specializzati (0,85); Supporto di apparecchiature carrellate specializzate di grandi dimensioni (0,90);

3.2.3.3	Riserva d'acqua		0,675	Si prevede che i valori di portata, pressione, e la capacità della riserva idrica siano pari ad almeno 0,45 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> a 8,5 bar eff. (0.75); Inoltre si prevedono tubazioni di risalita mantenute in secco per uso dei VV.F. (0.90).
3.2.3.4	Sistemi a spruzzo d'acqua o con monitori		0,9	Si prevede la presenza di monitori con direzione dello spruzzo comandata a distanza (0,90)
3.2.3.5	Installazioni a schiume e a inerti		0,81	Si prevede la presenza di impianto con sistemi a schiume incorporati (0,90); Inoltre le scorte di composti schiumogeni saranno adeguate per fronteggiare un incendio per almeno 3 h (0,90).
3.2.3.6	Assistenza dei Vigili del Fuoco		0,63	Sono previsti almeno due mezzi di stabilimento con squadre adeguatamente addestrate (0.90). Inoltre, è normalmente previsto anche l'intervento di un mezzo specializzato del CNVVF antincendio a torretta, entro 15 minuti dalla chiamata (0,70)
3.2.3.7	Cooperazione di stabilimento		0,69	Si prevede che venga svolto: Addestramento regolare degli operatori all'uso degli estintori portatili e delle apparecchiature fisse (0,90); Esercitazioni regolari che coinvolgono contemporaneamente gli operatori dell'impianto e i vigili del fuoco di stabilimento e del Corpo Nazionale (0,90); Disponibilità nell'installazione di adeguate scorte di prodotti chimici specializzati antincendio (0,85)
<b>Prodotto Totale Fattori Operazioni Antincendio K6 = 0,132</b>				

<b>Riepilogo fattori e parametri</b>		
Temperatura	T	-161
Fattore sostanza	B	21
Rischi specifici delle sostanze (2.4.1)	M	35
Caratteristiche di miscelazione (2.4.1.3)	m	40
Rischi generali di processo (2.4.2)	P	10
Rischi particolari di processo (2.4.3)	S	371
Fattore di pressione (2.4.3.2)	p	1
Totale sostanze (tonnellate) (2.4.4.1)	K	73600
Fattore quantità (2.4.4.2)	Q	775
Rischi connessi al layout (2.4.5)	L	155
Altezza in metri (2.4.5.1)	H	50
Area di lavoro in metri quadrati (2.4.5.2)	N	6600
Rischi per la salute in caso di incidente (2.4.6)	s	0
Indice di rischio tossico dell'unità (2.5.1)	Tu	1.08
Indice equivalente DOW	D	437

<b>Riepilogo fattori compensativi</b>		
Contenimento (3.1.1)	K1	0,161
Controllo del processo (3.1.2)	K2	0,155
Atteggiamento nei riguardi della sicurezza (3.1.3)	K3	0,487
Protezione antincendio (3.2.1)	K4	0,606
Isolamento ed eliminazione delle sostanze (3.2.2)	K5	0,512
Operazione antincendio (3.2.3)	K6	0,132

<b>Calcolo degli indici di rischio</b>		
F	234	Grave
C	5,2	Alto
A	4389	Grave
G	457565	Gravissimo
T	0	n.a.

<b>Calcolo degli indici di rischio compensati</b>		
$F' = F \times (K1 \times K3 \times K5 \times K6)$	1.24	Lieve
$C' = C \times (K2 \times K3)$	0.39	Lieve
$A' = A \times (K1 \times K2 \times K3 \times K5)$	27	Basso
$G' = G \times (K1 \times K2 \times K3 \times K4 \times K5 \times K6)$	228	Moderato
$T' = T \times (K2 \times K3)$	0	n.a.

## METODOLOGIA AD INDICI

basata su:

DPCM 31 Marzo 1989, No. 27  
Applicazione dell'art. 12 del decreto del  
Presidente della Repubblica  
17 Maggio 1988, n. 175, concernente rischi  
rilevanti  
connessi a determinate attività industriali

Binetti et al. - ISPESL / Istituto Superiore della  
Sanità  
Metodo indicizzato per l'analisi e la valutazione  
del rischio  
di determinate attività industriali

## CARATTERIZZAZIONE UNITA' LOGICHE

### Unità G4: Pompe Primarie pompaggio GNL.

Data:	Marzo 2016
Installazione:	Terminale GNL Rosignano
Località Installazione:	Rosignano Marittimo (LI)
Impianto:	Terminale GNL Rosignano
Unità G4:	Pompe Primarie pompaggio GNL
Sostanze:	METANO

## INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

Pressione:	10,13 barg 146,92 psig Kgf/cm2 10,329 eff.
Temperatura:	-161 °C
Sostanza o Miscela Chiave:	Metano
Fattore Sostanza B:	21 (Metano)

<b>Riferim. Paragrafo</b>	<b>Argomento</b>	<b>Campo dei valori</b>	<b>Fattore adottato</b>	<b>Giustificazione parametri scelti</b>
<b>2.4</b>	<b>Individuazione dei fattori di penalizzazione</b>			
<b>2.4.1 Rischi Specifici delle Sostanze</b>				
2.4.1.1	Sostanze ossidanti	0 / 20	0	La sostanza non sviluppa ossigeno in caso di incendio.
2.4.1.2	Formazione di gas con acqua	0 / 30	0	La sostanza a temperature elevate non reagisce con l'acqua formando gas combustibile.
2.4.1.3	Caratteristiche di miscelazione e di dispersione: m			
2.4.1.3.1	Gas infiammabili di bassa densità	-60 / 0	0	Il gas è molto raffreddato, al di sotto di 0°C.
2.4.1.3.2	Gas infiammabili liquefatti	30	0	Non applicabile, in quanto non è stoccato come liquido sotto pressione.

2.4.1.3.3	Stoccaggio criogenico	0 / 60	40	La sostanza è mantenuta allo stato di liquido refrigerato ad una pressione pari a circa alla pressione atmosferica. Il DPCM 31/3/89 ed il “Metodo Indicizzato per l’Analisi e la Valutazione del Rischio di Determinate Attività Industriali” (Binetti et al 1990) indicano per questo tipo di gas (stoccaggio criogenico) un fattore da 0 a 60. Se le temperature sono inferiori a -30°C è necessario per il contenimento di questi liquidi in condizioni di sicurezza, l’impiego di materiali da costruzione speciali. Per tenere conto di ciò si dovrà assegnare un fattore pari a 60 per i liquidi mantenuti a temperatura inferiore a -30 °C a contatto con acciaio dolce o bassolegato. Fattori inferiori possono essere utilizzati qualora siano stati utilizzati materiali da costruzione alternativi. Considerato che il terminale è progettato secondo la UNI EN 1473, secondo quanto stabilito al punto 4.5.1 le apparecchiature e le tubazioni saranno progettati per basse temperature. I materiali saranno in accordo alla EN 1160. Si assegna malgrado ciò un fattore cautelativo pari a 40.
2.4.1.3.4	Sostanze ad alta viscosità	-20 / 0	0	Non applicabile
2.4.1.3.5	Polveri combustibili ed infiammabili	0 / 100	0	Non applicabile
2.4.1.4	Riscaldamento spontaneo	30 / 250	0	La sostanza non dà luogo a riscaldamento spontaneo.
2.4.1.5	Polimerizzazione spontanea	25 / 75	0	La sostanza non dà luogo a reazioni di polimerizzazione spontanea.
2.4.1.6	Suscettibilità di accensione	-75 / 150	-5	Il fattore indicato è riportato all’Allegato II, del DPCM 31/3/89, nella Tabella 5.1.

2.4.1.7	Tendenza a decomposizione esplosiva gassosa	75 / 125	0	La sostanza non ha tendenza a decomposizione esplosiva gassosa. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.8	Suscettibilità a detonazione gassosa	0 / 150	0	La detonazione della sostanza non è possibile nelle normali condizioni di processo. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.9	Esplosività in fase condensata	200 / 1500	0	La sostanza non ha comportamenti esplosivi in fase condensata. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.10	Altri comportamenti insoliti	0 / 150	0	La sostanza non presenta comportamenti insoliti.

				La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
<b>Totale Rischi Specifici delle Sostanze M = 35</b>				
<b>2.4.2 Rischi Generali di Processo</b>				
2.4.2.1	Manipolazione e cambiamenti solo di stato fisico	10 / 50	10	Lo stoccaggio è separato dalle operazioni di carico e scarico.
2.4.2.2	Fasi di reazione			
2.4.2.2.1	Caratteristiche di reazione	25 / 50	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.2	Reazioni in processi discontinui (batch)	10 / 60	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.3	Molteplicità di reazioni o di processi	25 / 75	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.3	Trasferimento delle sostanze	0 / 150	0	Il trasferimento del metano avviene con sistema di tubazioni permanenti e completamente chiuse.
2.4.2.4	Contenitori trasportabili	10 / 100	0	Le attività di scarico del metano non comportano l'uso di contenitori trasportabili su strada o per ferrovia.
<b>Totale Rischi Generali di Processo P = 10</b>				
<b>2.4.3 Rischi Particolari di Processo</b>				

2.4.3.1	Bassa pressione	50 / 150	0	Le normali attività di processo non prevedono pressioni operative inferiori a quella atmosferica.
2.4.3.2	Alta pressione <b>p</b>	0 / 160	28	La pressione massima data dalle pompe primarie del serbatoio è pari a 10 barg. Il fattore è valutato mediante la Figura III riportata all'Allegato II al DPCM 31.03.1989
2.4.3.3	Bassa temperatura	0 / 100	0	La temperatura di esercizio normale sarà sempre superiore di almeno 10°C alla temperatura di transizione dell'acciaio con cui è costruita l'unità.
2.4.3.4	Temperatura elevata			
2.4.3.4.1	Sostanze infiammabili	0 / 35	25	La temperatura di esercizio è pari a circa -161 °C, superiore alla sua temperatura di punto di infiammabilità..
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0 / 25	0	Le temperatura di esercizio è pari a circa -161°C, e non provoca alcuna riduzione delle sollecitazioni ammissibili del materiale di costruzione.
2.4.3.5	Corrosione ed erosione			
2.4.3.5.1	Corrosione interna	0 / 150	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.
2.4.3.5.2	Corrosione esterna	0 / 100	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.
2.4.3.6	Perdite da giunti e guarnizioni	0 / 60	0	Prevista la costruzione saldata per la maggior parte dei giunti, accoppiamenti flangiati di tipo noto.

2.4.3.7	Vibrazioni, carichi ciclici, etc.	0 / 100	50	Si assume in via cautelativa il valore 50 per tenere in considerazione il rischio di fatica delle pompe.
2.4.3.8	Processo/reazione difficile da controllare	20 / 300	0	Non applicabile in quanto non è effettuato alcun tipo di processo o reazione chimica.
2.4.3.9	Funzionamento entro/vicino campo infiammabilità	25 / 450	0	Non applicabile in quanto le pompe movimenteranno esclusivamente metano liquido.
2.4.3.10	Rischio di esplosione superiore alla media	40 / 100	40	Un eventuale rilascio di GNL ne produrrebbe la rapida vaporizzazione e la probabile formazione di una concentrazione infiammabile in una vasta zona dell'atmosfera circostante.
2.4.3.11	Rischio di esplosione di polveri nebbie	30 / 70	30	La possibilità di formazione di una nebbia di metano, dovuta alla produzione di vapore freddo e denso, è possibile esclusivamente a seguito della rottura delle apparecchiature stesse.
2.4.3.12	Ossidanti ad alta potenza	0 / 400	0	Nell'unità non sono previsti processi utilizzando sostanze ossidanti.
2.4.3.13	Suscettibilità all'accensione	0 / 100	0	Nell'unità non sono previsti processi suscettibili di accensione.
2.4.3.14	Rischi elettrostatici	10 / 200	200	Conservativamente viene adoperato il valore massimo attribuibile al fattore in esame.
<b>Totale Rischi Particolari di Processo S = 373</b>				
<b>2.4.4 Rischi Dovuti alla Quantità</b>				
2.4.4.1	Totale sostanze in tonnellate K =		20	La quantità viene valutata conservativamente in 20 tonnellate tenendo in considerazione la tubazione di mandata e l'hold-up delle pompe.

2.4.4.2	Fattore quantità $Q =$		53	Il valore è desunto dalla figura VI dell'Allegato II al DPCM 31.03.1989.
<b>2.4.5 Rischi Connessi al Layout</b>				
2.4.5.1	Altezza in metri $H =$	--	50	Altezza del serbatoio dal livello del terreno.
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati $N =$	--	20	Cautelativamente viene considerata una area di lavoro di 5 m. per 4 m.
2.4.5.3	Progettazione struttura	0 / 200		
2.4.5.3.1	Unità di processo		0	Non applicabile.
2.4.5.3.2	Unità di stoccaggio		0	Non applicabile.
2.4.5.3.3	Sale compressori		0	Non applicabile.
2.4.5.3.4	Sostanze il cui vapore ha densità elevata		0	Non applicabile.
2.4.5.4	Effetto domino	0 / 250	250	Anche se non è ritenuto applicabile si considera cautelativamente il massimo fattore applicabile.
2.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo	50 / 150	0	Non applicabile.
2.4.5.6	Drenaggio superficiale	0 / 100	0	Non applicabile essendo presente un sistema di convogliamento degli spandimenti verso una rete di raccolta separata
2.4.5.7	Altre caratteristiche	50 / 250	0	Non applicabile.
<b>Totale Rischi Layout <math>L = 250</math></b>				
<b>2.4.6 Rischi per la salute in caso di incidente</b>				

	s =	0 / 100	0	Come indicato nella Tabella IX dell'Allegato II D.P.C.M. 31/3/89 per le sostanze infiammabili conformi all'allegato IV) c) i) del DPR 175 del 17/05/1988 (essendo indicati PT =0, PET =0 e IIT=1.08).
<b>2.5 Parametri Relativi alla Tossicità</b>				
2.5.1	Indice Intrinseco di Tossicità (IIT)		1,08	Come indicato nella Tabella IX dell'Allegato II D.P.C.M. 31/3/89 per le sostanze infiammabili conformi all'allegato IV) c) i) del DPR 175 del 17/05/1988 (essendo indicati PT =0, PET =0 e IIT=1.08).

Eventuali Valori di Compensazione per Configurazioni di Sicurezza e Misure Preventive				
<b>3.1.1 Contenimento</b>				
3.1.1.1	Apparecchi a pressione		1	Non viene applicato alcun fattore anche se nella progettazione e la realizzazione delle pompe verranno integralmente rispettate le norme di riferimento.
3.1.1.2	Serbatoi di stoccaggio verticali non a pressione		1	Non applicabile
3.1.1.3	Condotte di trasferimento		0,90	Le condotte saranno interamente saldate, radiografate al 100%, senza flange ( escluse i punti di sezionamento con valvole ) come da “American National Standard for Gas Transmission and Distribution Piping Systems”.
3.1.1.4	Involucri e argini supplementari		0,5	Viene conservativamente applicato il fattore di contenimento 0,5 dato che eventuali perdite restano all'interno del serbatoio.
3.1.1.5	Rilevamento perdite e modalità di reazione		1	Non viene conservativamente applicato alcun fattore di contenimento pur se eventuali perdite restano all'interno del serbatoio.

3.1.1.6	Sfiati e scarichi di emergenza		0,9	Eventuali perdite del sistema di pompaggio restano all'interno del serbatoio.
<b>Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 = 0,405</b>				
<b>3.1.2 Controllo del Processo</b>				
3.1.2.1	Sistemi di allarme e di blocco		0,9	Le deviazioni vengono segnalate da svariate indicazioni di allarme.
3.1.2.2	Fornitura energia elettrica di emergenza		0,9	Esiste la possibilità di commutazione automatica su una fonte di energia elettrica di emergenza per i servizi fondamentali.
3.1.2.3	Sistema di raffreddamento del processo		1	Non applicabile non essendo previsti sistemi di raffreddamento.
3.1.2.4	Sistemi a gas inerte		1	Non applicabile.
3.1.2.5	Sistemi di arresto di sicurezza		0,56	Sono previsti sistemi di protezione ad alta integrità (0.7)  Le attrezzature di sicurezza e di controllo vengono verificate con l'impianto in marcia e con frequenza definita da uno studio di rischio (0.8)
3.1.2.6	Controllo con computer		0,85	Il computer in linea controlla sempre il funzionamento ed ha la capacità di arrestare il processo indipendente dalle considerazioni precedenti
3.1.2.7	Protezione da esplosione		1	Cautelativamente non viene preso in considerazione alcun fattore correttivo.

3.1.2.8	Istruzioni operative		0,75	<p>Si prevede la presenza di istruzioni operative chiare esaurienti, circa:</p> <p>Marcia in attesa (1);          Marcia a livello ridotto (1);          Livello operativo maggiorato (2);          Arresto di emergenza (3);          Rimessa in marcia poco dopo l'arresto (2);          Procedure di manutenzione, permessi di lavoro e decontaminazione (2);          Rimessa in marcia dopo manutenzione (2);          Procedure di controllo per modifica di apparecchi o linee (4);          Procedura di controllo per modifica di istruzioni operative (3);          Condizioni di guasto anomalo prevedibile (5).</p>
3.1.2.9	Sorveglianza dell'impianto		0,67	<p>Si prevede che:</p> <p>L'impianto di sorveglianza sia regolarmente presidiato giorno e notte, con l'impiego di televisione a circuito chiuso per l'osservazione da vicino delle parti principali (0,95);          Sistema di sicurezza dell'impianto efficace e presidio del suo perimetro per impedirne l'accesso alle persone non autorizzate (0,9);          Efficaci sistemi antiaccensione e antifumo e controllo accurato del movimento di veicoli in zone pericolose (0,9);          Sistema cercapersone in dotazione ad operatori chiave e telefoni o altre apparecchiature di comunicazione sull'impianto (0,97);          Tutti gli operatori possono comunicare con la sala di controllo mediante radio bidirezionale da qualunque parte del complesso (0,90);</p>
<b>Prodotto Totale Fattori Controllo del Processo K2 =0,194</b>				
3.1.3	Atteggiamento per la Sicurezza			

3.1.3.1	Coinvolgimento dell'amministrazione		0,81	<p>Non sono assolutamente consentiti compromessi tra fattori economici / produttivi e sicurezza (0,90);</p> <p>Sono rispettate le norme per l'ispezione degli apparecchi a pressione e si adempie alle prescrizioni in quanto facenti parte della politica di sicurezza, indipendentemente da fattori economici di produzione aggiuntivo (0,95);</p> <p>Gli accadimenti pericolosi, compresi i casi di incidenti evitati, vengono analizzati e registrati e vengono intrapresi i conseguenti necessari provvedimenti (0,95).</p>
3.1.3.2	Addestramento alla sicurezza		0,85	<p>E previsto un programma molto approfondito di corsi regolari di addestramento alla sicurezza rivolto a tutti gli operatori, al personale direttivo e ausiliario e alle imprese appaltatrici (0,85).</p>
3.1.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza		0,707	<p>Verrà osservato un sistema rigoroso di permessi di lavoro o di certificazioni di svincolo per i lavori di manutenzione e modifica, secondo procedure molto accurate (0,90);</p> <p>La manutenzione preventiva verrà eseguita su base programmata (0,97);</p> <p>Verranno eseguite regolari ispezioni di sicurezza e controlli dello stato di conservazioni delle strutture per accertare l'assenza di residui, in particolare di sostanze infiammabili o combustibili e l'assenza di perdite di sostanze tossiche o infiammabili o di fluidi di servizio (0,90);</p> <p>Verranno effettuate ispezioni, controlli non distruttivi e prove di pressione degli apparecchi a pressione da autorità indipendenti (0,90).</p>

<b>Prodotto Totale Fattori Atteggiamento Sicurezza K3 = 0,487</b>				
<b>3.2.1 Protezioni Antincendio</b>				
3.2.1.1	Protezione antincendio delle strutture		1	Non applicato cautelativamente
3.2.1.2	Pareti e barriere antincendio		1	Non applicabile
3.2.1.3	Protezione delle apparecchiature dall'incendio		0,606	Isolamento esterno dal fuoco, getto d'acqua fisso con monitori (0,95); cavi strumenti, linee di impulso e cavi per l'energia elettrica necessari per le funzioni di controllo dell'unità, hanno una protezione contro l'incendio di almeno 3h (0,85); protezione anche in grado di resistere ad agenti corrosivi e a fuoriuscite di liquidi (0,75).
<b>Prodotto Totale Fattori Protezione Incendio K4 = 0.606</b>				
<b>3.2.2 Isolamento delle Sostanze</b>				
3.2.2.1	Sistemi a valvole		0,640	Tutti gli apparecchi e i vari settori delle condotte principali all'interno dell'unità sono dotati di valvole di isolamento comandate a distanza, con linee di controllo e cavi protetti dall'incendio, cosicché risulti possibile un rapido isolamento al verificarsi di una emergenza (0,80); Previste unità di accoppiamento autosigillanti e valvole di isolamento posizionate localmente in ogni punto di disinnesto (0,80).
3.2.2.2	Ventilazione		0,9	Si applica il fattore correttivo essendo il sistema pompa immerso nel serbatoio
<b>Prodotto Totale Fattori Isolamento Sostanze K5 = 0,576</b>				
<b>3.2.3 Operazioni Antincendio</b>				

3.2.3.1	Allarmi per l'incendio		0,81	Si prevede la presenza di: rilevatori d'incendio o di fumo in grado di rispondere all'incendio in qualsiasi punto entro 1 min. (0,90); allarmi d'incendio fissi collegati direttamente ai vigili del fuoco di fabbrica (0,90).
3.2.3.2	Estintori portatili		0,76	Si prevede la presenza di: Provvista adeguata di estintori d'incendio specializzati (0,85); Supporto di apparecchiature carrellate specializzate di grandi dimensioni (0,90);
3.2.3.3	Riserva d'acqua		0,675	Si prevede che i valori di portata, pressione, e la capacità della riserva idrica siano pari ad almeno 0,45 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> a 8,5 bar eff. (0.75); Inoltre si prevedono tubazioni di risalita mantenute in secco per uso dei VV.F. (0.90).
3.2.3.4	Sistemi a spruzzo d'acqua o con monitori		1	Non applicabile
3.2.3.5	Installazioni a schiume e a inerti		1	Non applicabile
3.2.3.6	Assistenza dei Vigili del Fuoco		0,63	Sono previsti almeno due mezzi di stabilimento con squadre adeguatamente addestrate (0.90). Inoltre, è normalmente previsto anche l'intervento di un mezzo specializzato del CNVVF antincendio a torretta, entro 15 minuti dalla chiamata (0,70)

3.2.3.7	Cooperazione di stabilimento		0,69	<p>Si prevede che venga svolto:          Addestramento regolare degli operatori all'uso degli estintori portatili e delle apparecchiature fisse (0,90);          Esercitazioni regolari che coinvolgono contemporaneamente gli operatori dell'impianto e i vigili del fuoco di stabilimento e del Corpo Nazionale (0,90);          Disponibilità nell'installazione di adeguate scorte di prodotti chimici specializzati antincendio (0,85)</p>
<b>Prodotto Totale Fattori Operazioni Antincendio K6 = 0,180</b>				

<b>Riepilogo fattori e parametri</b>		
Temperatura	T	-161
Fattore sostanza	B	21
Rischi specifici delle sostanze (2.4.1)	M	35
Caratteristiche di miscelazione (2.4.1.3)	m	40
Rischi generali di processo (2.4.2)	P	10
Rischi particolari di processo (2.4.3)	S	373
Fattore di pressione (2.4.3.2)	p	28
Totale sostanze (tonnellate) (2.4.4.1)	K	20
Fattore quantità (2.4.4.2)	Q	53
Rischi connessi al layout (2.4.5)	L	250
Altezza in metri (2.4.5.1)	H	50
Area di lavoro in metri quadrati (2.4.5.2)	N	20
Rischi per la salute in caso di incidente (2.4.6)	s	0
Indice di rischio tossico dell'unità (2.5.1)	Tu	1.08
Indice equivalente DOW	D	242

<b>Riepilogo fattori compensativi</b>		
Contenimento (3.1.1)	K1	0,405
Controllo del processo (3.1.2)	K2	0,194
Atteggiamento nei riguardi della sicurezza (3.1.3)	K3	0,487
Protezione antincendio (3.2.1)	K4	0,606
Isolamento ed eliminazione delle sostanze (3.2.2)	K5	0,576
Operazione antincendio (3.2.3)	K6	0,180

<b>Calcolo degli indici di rischio</b>		
F	21	Alto gr. I
C	5,2	Alto
A	4369	Grave
G	76185	Grave
T	0	n.a.

<b>Calcolo degli indici di rischio compensati</b>		
$F' = F \times (K1 \times K3 \times K5 \times K6)$	1.06	Lieve
$C' = C \times (K2 \times K3)$	0.49	Lieve
$A' = A \times (K1 \times K2 \times K3 \times K5)$	96	Moderato
$G' = G \times (K1 \times K2 \times K3 \times K4 \times K5 \times K6)$	183	Moderato
$T' = T \times (K2 \times K3)$	0	n.a.

## METODOLOGIA AD INDICI

basata su:

DPCM 31 Marzo 1989, No. 27  
Applicazione dell'art. 12 del decreto del  
Presidente della Repubblica  
17 Maggio 1988, n. 175, concernente rischi  
rilevanti  
connessi a determinate attività industriali

Binetti et al. - ISPESL / Istituto Superiore della  
Sanità  
Metodo indicizzato per l'analisi e la valutazione  
del rischio  
di determinate attività industriali

## CARATTERIZZAZIONE UNITA' LOGICHE

### Unità G5: Pompe GNL Alta Pressione.

Data:	Marzo 2016
Installazione:	Terminale GNL Rosignano
Località Installazione:	Rosignano Marittimo (LI)
Impianto:	Terminale GNL Rosignano
Unità G5:	Pompe GNL Alta Pressione
Sostanze:	METANO

### INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

Pressione:	84,6 barg 1227,019 psig 86,267 Kgf/cm2 eff.
Temperatura:	-152 °C
Sostanza o Miscela Chiave:	Metano
Fattore Sostanza B:	21 (Metano)

<b>Riferim. Paragrafo</b>	<b>Argomento</b>	<b>Campo dei valori</b>	<b>Fattore adottato</b>	<b>Giustificazione parametri scelti</b>
<b>2.4</b>	<b>Individuazione dei fattori di penalizzazione</b>			
<b>2.4.1 Rischi Specifici delle Sostanze</b>				
2.4.1.1	Sostanze ossidanti	0 / 20	0	La sostanza non sviluppa ossigeno in caso di incendio.
2.4.1.2	Formazione di gas con acqua	0 / 30	0	La sostanza a temperature elevate non reagisce con l'acqua formando gas combustibile.
2.4.1.3	Caratteristiche di miscelazione e di dispersione: m			
2.4.1.3.1	Gas infiammabili di bassa densità	-60 / 0	0	Il gas è molto raffreddato, al di sotto di 0°C.
2.4.1.3.2	Gas infiammabili liquefatti	30	0	Non applicabile, in quanto non è stoccato come liquido sotto pressione.

2.4.1.3.3	Stoccaggio criogenico	0 / 60	40	La sostanza è mantenuta allo stato di liquido refrigerato ad una pressione pari a circa alla pressione atmosferica. Il DPCM 31/3/89 ed il “Metodo Indicizzato per l’Analisi e la Valutazione del Rischio di Determinate Attività Industriali” (Binetti et al 1990) indicano per questo tipo di gas (stoccaggio criogenico) un fattore da 0 a 60. Se le temperature sono inferiori a -30°C è necessario per il contenimento di questi liquidi in condizioni di sicurezza, l’impiego di materiali da costruzione speciali. Per tenere conto di ciò si dovrà assegnare un fattore pari a 60 per i liquidi mantenuti a temperatura inferiore a -30 °C a contatto con acciaio dolce o bassolegato. Fattori inferiori possono essere utilizzati qualora siano stati utilizzati materiali da costruzione alternativi. Considerato che il terminale è progettato secondo la UNI EN 1473, secondo quanto stabilito al punto 4.5.1 le apparecchiature e le tubazioni saranno progettati per basse temperature. I materiali saranno in accordo alla EN 1160. Si assegna malgrado ciò un fattore cautelativo pari a 40.
2.4.1.3.4	Sostanze ad alta viscosità	-20 / 0	0	Non applicabile
2.4.1.3.5	Polveri combustibili ed infiammabili	0 / 100	0	Non applicabile
2.4.1.4	Riscaldamento spontaneo	30 / 250	0	La sostanza non dà luogo a riscaldamento spontaneo.
2.4.1.5	Polimerizzazione spontanea	25 / 75	0	La sostanza non dà luogo a reazioni di polimerizzazione spontanea.
2.4.1.6	Suscettibilità di accensione	-75 / 150	-5	Il fattore indicato è riportato all’Allegato II, del DPCM 31/3/89, nella Tabella 5.1.

2.4.1.7	Tendenza a decomposizione esplosiva gassosa	75 / 125	0	La sostanza non ha tendenza a decomposizione esplosiva gassosa. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.8	Suscettibilità a detonazione gassosa	0 / 150	0	La detonazione della sostanza non è possibile nelle normali condizioni di processo. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.9	Esplosività in fase condensata	200 / 1500	0	La sostanza non ha comportamenti esplosivi in fase condensata. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.10	Altri comportamenti insoliti	0 / 150	0	La sostanza non presenta comportamenti insoliti.

				La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
<b>Totale Rischi Specifici delle Sostanze M = 35</b>				
<b>2.4.2 Rischi Generali di Processo</b>				
2.4.2.1	Manipolazione e cambiamenti solo di stato fisico	10 / 50	10	Lo stoccaggio è separato dalle operazioni di carico e scarico.
2.4.2.2	Fasi di reazione			
2.4.2.2.1	Caratteristiche di reazione	25 / 50	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.2	Reazioni in processi discontinui (batch)	10 / 60	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.3	Molteplicità di reazioni o di processi	25 / 75	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.3	Trasferimento delle sostanze	0 / 150	0	Il trasferimento del metano avviene con sistema di tubazioni permanenti e completamente chiuse.
2.4.2.4	Contenitori trasportabili	10 / 100	0	Le attività di scarico del metano non comportano l'uso di contenitori trasportabili su strada o per ferrovia.
<b>Totale Rischi Generali di Processo P = 10</b>				
<b>2.4.3 Rischi Particolari di Processo</b>				

2.4.3.1	Bassa pressione	50 / 150	0	Le normali attività di processo non prevedono pressioni operative inferiori a quella atmosferica.
2.4.3.2	Alta pressione <b>p</b>	0 / 160	80	La pressione massima data dalle pompe primarie del serbatoio è pari a 85 barg. Il fattore è valutato mediante la Figura IV riportata all'Allegato II al DPCM 31.03.1989
2.4.3.3	Bassa temperatura	0 / 100	0	La temperatura di esercizio normale sarà sempre superiore di almeno 10°C alla temperatura di transizione dell'acciaio con cui è costruita l'unità.
2.4.3.4	Temperatura elevata			
2.4.3.4.1	Sostanze infiammabili	0 / 35	25	La temperatura di esercizio è pari a circa -152 °C, superiore alla sua temperatura di punto di infiammabilità..
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0 / 25	0	Le temperatura di esercizio è pari a circa -152°C, e non provoca alcuna riduzione delle sollecitazioni ammissibili del materiale di costruzione.
2.4.3.5	Corrosione ed erosione			
2.4.3.5.1	Corrosione interna	0 / 150	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.
2.4.3.5.2	Corrosione esterna	0 / 100	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.
2.4.3.6	Perdite da giunti e guarnizioni	0 / 60	0	Prevista la costruzione saldata per la maggior parte dei giunti, accoppiamenti flangiati di tipo noto.

2.4.3.7	Vibrazioni, carichi ciclici, etc.	0 / 100	50	Si assume in via cautelativa il valore 50 per tenere in considerazione il rischio di fatica delle pompe.
2.4.3.8	Processo/reazione difficile da controllare	20 / 300	0	Non applicabile in quanto non è effettuato alcun tipo di processo o reazione chimica.
2.4.3.9	Funzionamento entro/vicino campo infiammabilità	25 / 450	0	Non applicabile in quanto le pompe movimenteranno esclusivamente metano liquido.
2.4.3.10	Rischio di esplosione superiore alla media	40 / 100	40	Un eventuale rilascio di GNL ne produrrebbe la rapida vaporizzazione e la probabile formazione di una concentrazione infiammabile in una vasta zona dell'atmosfera circostante.
2.4.3.11	Rischio di esplosione di polveri nebbie	30 / 70	30	La possibilità di formazione di una nebbia di metano, dovuta alla produzione di vapore freddo e denso, è possibile esclusivamente a seguito della rottura delle apparecchiature stesse.
2.4.3.12	Ossidanti ad alta potenza	0 / 400	0	Nell'unità non sono previsti processi utilizzando sostanze ossidanti.
2.4.3.13	Suscettibilità all'accensione	0 / 100	0	Nell'unità non sono previsti processi suscettibili di accensione.
2.4.3.14	Rischi elettrostatici	10 / 200	200	Conservativamente viene adoperato il valore massimo attribuibile al fattore in esame.
<b>Totale Rischi Particolari di Processo S = 425</b>				
<b>2.4.4 Rischi Dovuti alla Quantità</b>				
2.4.4.1	Totale sostanze in tonnellate K =		10	La quantità viene valutata conservativamente in 10 tonnellate tenendo in considerazione la tubazione di mandata e l'hold-up delle pompe.

2.4.4.2	Fattore quantità $Q =$		40	Il valore è desunto dalla figura IV dell'Allegato II al DPCM 31.03.1989.
<b>2.4.5 Rischi Connessi al Layout</b>				
2.4.5.1	Altezza in metri $H =$	--	2	Altezza dell'unità dal livello del terreno.
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati $N =$	--	40	Cautelativamente viene considerata una area di lavoro di 10 m. per 4 m.
2.4.5.3	Progettazione struttura	0 / 200		
2.4.5.3.1	Unità di processo		0	Non applicabile.
2.4.5.3.2	Unità di stoccaggio		0	Non applicabile.
2.4.5.3.3	Sale compressori		0	Non applicabile.
2.4.5.3.4	Sostanze il cui vapore ha densità elevata		0	Non applicabile.
2.4.5.4	Effetto domino	0 / 250	0	Non applicato essendo la altezza inferiore ai 20 m.
2.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo	50 / 150	0	Non applicabile.
2.4.5.6	Drenaggio superficiale	0 / 100	0	Non applicabile essendo presente un sistema di convogliamento degli spandimenti verso una rete di raccolta separata
2.4.5.7	Altre caratteristiche	50 / 250	0	Non applicabile.
<b>Totale Rischi Layout <math>L = 0</math></b>				
<b>2.4.6 Rischi per la salute in caso di incidente</b>				
	$s =$	0 / 100	0	Come indicato nella Tabella 9 dell'Allegato II D.P.C.M. 31/3/89 per le sostanze infiammabili conformi all'allegato IV) c) i) del DPR 175 del 17/05/1988 (essendo indicati $PT = 0$ , $PET = 0$ e $IIT = 1.08$ ).

<b>2.5 Parametri Relativi alla Tossicità</b>				
2.5.1	Indice Intrinseco di Tossicità (IIT)		1,08	Come indicato nella Tabella 9 dell'Allegato II D.P.C.M. 31/3/89 per le sostanze infiammabili conformi all'allegato IV) c) i) del DPR 175 del 17/05/1988 (essendo indicati PT =0, PET =0 e IIT=1.08).

<b>Eventuali Valori di Compensazione per Configurazioni di Sicurezza e Misure Preventive</b>				
<b>3.1.1 Contenimento</b>				
3.1.1.1	Apparecchi a pressione		1	Non viene applicato alcun fattore anche se nella progettazione e la realizzazione delle pompe verranno integralmente rispettate le norme di riferimento.
3.1.1.2	Serbatoi di stoccaggio verticali non a pressione		1	Non applicabile
3.1.1.3	Condotte di trasferimento		0,90	Le condotte saranno interamente saldate, radiografate al 100%, senza flange ( escluse i punti di sezionamento con valvole ) come da “American National Standard for Gas Transmission and Distribution Piping Systems”.
3.1.1.4	Involucri e argini supplementari		1	Non viene applicato alcun fattore di contenimento.
3.1.1.5	Rilevamento perdite e modalità di reazione		0.56	L'eventuale perdita è rilevabile rapidamente e gli operatori in sala controllo sono in grado di procedere all'isolamento e ad una efficace depressurizzazione mediante valvole ad azione rapida comandate a distanza (0.7). Condotte di trasferimento con valvole di isolamento tutte comandabili a distanza da una sala di controllo presidiata in permanenza (0.8). Rilevatori tarati al 10 % del limite inferiore di infiammabilità.

3.1.1.6	Sfiati e scarichi di emergenza		1	Non applicabile
<b>Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 = 0,504</b>				
<b>3.1.2 Controllo del Processo</b>				
3.1.2.1	Sistemi di allarme e di blocco		0,9	Le deviazioni vengono segnalate da svariate indicazioni di allarme.
3.1.2.2	Fornitura energia elettrica di emergenza		0,9	Esiste la possibilità di commutazione automatica su una fonte di energia elettrica di emergenza per i servizi fondamentali.
3.1.2.3	Sistema di raffreddamento del processo		1	Non applicabile non essendo previsti sistemi di raffreddamento.
3.1.2.4	Sistemi a gas inerte		1	Non applicabile.
3.1.2.5	Sistemi di arresto di sicurezza		0,56	Sono previsti sistemi di protezione ad alta integrità (0.7)  Le attrezzature di sicurezza e di controllo vengono verificate con l'impianto in marcia e con frequenza definita da uno studio di rischio (0.8)

3.1.2.6	Controllo con computer		0,85	Il computer in linea controlla sempre il funzionamento ed ha la capacità di arrestare il processo indipendente dalle considerazioni precedenti
3.1.2.7	Protezione da esplosione		1	Cautelativamente non viene preso in considerazione alcun fattore correttivo.
3.1.2.8	Istruzioni operative		0,75	Si prevede la presenza di istruzioni operative chiare esaurienti, circa: Marcia in attesa (1); Marcia a livello ridotto (1); Livello operativo maggiorato (2); Arresto di emergenza (3); Rimessa in marcia poco dopo l'arresto (2); Procedure di manutenzione, permessi di lavoro e decontaminazione (2); Rimessa in marcia dopo manutenzione (2); Procedure di controllo per modifica di apparecchi o linee (4); Procedura di controllo per modifica di istruzioni operative (3); Condizioni di guasto anomalo prevedibile (5).

3.1.2.9	Sorveglianza dell'impianto		0,67	<p>Si prevede che:  L'impianto di sorveglianza sia regolarmente presidiato giorno e notte, con l'impiego di televisione a circuito chiuso per l'osservazione da vicino delle parti principali (0,95);  Sistema di sicurezza dell'impianto efficace e presidio del suo perimetro per impedirne l'accesso alle persone non autorizzate (0,9);  Efficaci sistemi antiaccensione e antifumo e controllo accurato del movimento di veicoli in zone pericolose (0,9);  Sistema cercapersone in dotazione ad operatori chiave e telefoni o altre apparecchiature di comunicazione sull'impianto (0,97);  Tutti gli operatori possono comunicare con la sala di controllo mediante radio bidirezionale da qualunque parte del complesso (0,90);</p>
<b>Prodotto Totale Fattori Controllo del Processo K2 =0,194</b>				
<b>3.1.3 Atteggiamento per la Sicurezza</b>				
3.1.3.1	Coinvolgimento dell'amministrazione		0,81	<p>Non sono assolutamente consentiti compromessi tra fattori economici / produttivi e sicurezza (0,90);  Sono rispettate le norme per l'ispezione degli apparecchi a pressione e si adempie alle prescrizioni in quanto facenti parte della politica di sicurezza, indipendentemente da fattori economici di produzione aggiuntivo (0,95);  Gli accadimenti pericolosi, compresi i casi di incidenti evitati, vengono analizzati e registrati e vengono intrapresi i conseguenti necessari provvedimenti (0,95).</p>

3.1.3.2	Addestramento alla sicurezza		0,85	E previsto un programma molto approfondito di corsi regolari di addestramento alla sicurezza rivolto a tutti gli operatori, al personale direttivo e ausiliario e alle imprese appaltatrici (0,85).
3.1.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza		0,707	Verrà osservato un sistema rigoroso di permessi di lavoro o di certificazioni di svincolo per i lavori di manutenzione e modifica, secondo procedure molto accurate (0,90); La manutenzione preventiva verrà eseguita su base programmata (0,97); Verranno eseguite regolari ispezioni di sicurezza e controlli dello stato di conservazioni delle strutture per accertare l'assenza di residui, in particolare di sostanze infiammabili o combustibili e l'assenza di perdite di sostanze tossiche o infiammabili o di fluidi di servizio (0,90); Verranno effettuate ispezioni, controlli non distruttivi e prove di pressione degli apparecchiature da autorità indipendenti (0,90).
<b>Prodotto Totale Fattori Atteggiamento Sicurezza K3 = 0,487</b>				
<b>3.2.1 Protezioni Antincendio</b>				
3.2.1.1	Protezione antincendio delle strutture		1	Non applicato cautelativamente
3.2.1.2	Pareti e barriere antincendio		1	Non applicabile

3.2.1.3	Protezione delle apparecchiature dall'incendio		1	Non applicabile
<b>Prodotto Totale Fattori Protezione Incendio K4 = 1.000</b>				
<b>3.2.2 Isolamento delle Sostanze</b>				
3.2.2.1	Sistemi a valvole		0,640	Tutti gli apparecchi e i vari settori delle condotte principali all'interno dell'unità sono dotati di valvole di isolamento comandate a distanza, con linee di controllo e cavi protetti dall'incendio, cosicché risulti possibile un rapido isolamento al verificarsi di una emergenza (0,80); Previste unità di accoppiamento autosigillanti e valvole di isolamento posizionate localmente in ogni punto di disinnesto (0,80).
3.2.2.2	Ventilazione		1	Non applicabile
<b>Prodotto Totale Fattori Isolamento Sostanze K5 = 0,640</b>				
<b>3.2.3 Operazioni Antincendio</b>				
3.2.3.1	Allarmi per l'incendio		0.9	Sono presenti rilevatori di incendio in grado di rispondere all'incendio in qualsiasi punto entro 1 minuto.

3.2.3.2	Estintori portatili		0,76	Si prevede la presenza di: Provvista adeguata di estintori d'incendio specializzati (0,85); Supporto di apparecchiature carrellate specializzate di grandi dimensioni (0,90);
3.2.3.3	Riserva d'acqua		0,675	Si prevede che i valori di portata, pressione, e la capacità della riserva idrica siano pari ad almeno 0,45 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> a 8,5 bar eff. (0.75); Inoltre si prevedono tubazioni di risalita mantenute in secco per uso dei VV.F. (0.90).
3.2.3.4	Sistemi a spruzzo d'acqua o con monitori		1	Non applicato conservativamente anche se sono presenti monitori orientabili a distanza.
3.2.3.5	Installazioni a schiume e a inerti		1	Non applicabile
3.2.3.6	Assistenza dei Vigili del Fuoco		0,70	È previsto l'intervento di un mezzo specializzato del CNVVF antincendio a torretta, entro 15 minuti dalla chiamata (0,70)

3.2.3.7	Cooperazione di stabilimento		0,765	<p>Si prevede che venga svolto:          Addestramento regolare degli operatori all'uso degli estintori portatili e delle apparecchiature fisse (0,90);          Disponibilità nell'installazione di adeguate scorte di prodotti chimici specializzati antincendio (0,85)</p>
<b>Prodotto Totale Fattori Operazioni Antincendio K6 = 0,247</b>				

<b>Riepilogo fattori e parametri</b>		
Temperatura	T	-152
Fattore sostanza	B	21
Rischi specifici delle sostanze (2.4.1)	M	35
Caratteristiche di miscelazione (2.4.1.3)	m	40
Rischi generali di processo (2.4.2)	P	10
Rischi particolari di processo (2.4.3)	S	425
Fattore di pressione (2.4.3.2)	p	80
Totale sostanze (tonnellate) (2.4.4.1)	K	10
Fattore quantità (2.4.4.2)	Q	40
Rischi connessi al layout (2.4.5)	L	0
Altezza in metri (2.4.5.1)	H	2
Area di lavoro in metri quadrati (2.4.5.2)	N	40
Rischi per la salute in caso di incidente (2.4.6)	s	0
Indice di rischio tossico dell'unità (2.5.1)	Tu	1.08
Indice equivalente DOW	D	176

<b>Riepilogo fattori compensativi</b>		
Contenimento (3.1.1)	K1	0,504
Controllo del processo (3.1.2)	K2	0,194
Atteggiamento nei riguardi della sicurezza (3.1.3)	K3	0,487
Protezione antincendio (3.2.1)	K4	1,000
Isolamento ed eliminazione delle sostanze (3.2.2)	K5	0,640
Operazione antincendio (3.2.3)	K6	0,247

<b>Calcolo degli indici di rischio</b>		
F	5,25	Moderato
C	5,7	Alto
A	438	Molto Alto
G	9808	Molto Alto
T	0	n.a.

<b>Calcolo degli indici di rischio compensati</b>		
$F' = F \times (K1 \times K3 \times K5 \times K6)$	0.2	Lieve
$C' = C \times (K2 \times K3)$	0.54	Lieve
$A' = A \times (K1 \times K2 \times K3 \times K5)$	13	Basso
$G' = G \times (K1 \times K2 \times K3 \times K4 \times K5 \times K6)$	74	Basso
$T' = T \times (K2 \times K3)$	0	n.a.

## METODOLOGIA AD INDICI

basata su:

DPCM 31 Marzo 1989, No. 27  
Applicazione dell'art. 12 del decreto del  
Presidente della Repubblica  
17 Maggio 1988, n. 175, concernente rischi  
rilevanti  
connessi a determinate attività industriali

Binetti et al. - ISPESL / Istituto Superiore della  
Sanità  
Metodo indicizzato per l'analisi e la valutazione  
del rischio  
di determinate attività industriali

## CARATTERIZZAZIONE UNITA' LOGICHE

### Unità G6: Tubazione tra Pompe GNL Alta Pressione e Vaporizzatori.

Data:	Marzo 2016
Installazione:	Terminale GNL Rosignano
Località Installazione:	Rosignano Marittimo (LI)
Impianto:	Terminale GNL Rosignano
Unità G6:	Tubazione tra Pompe GNL Alta Pressione e Vaporizzatori
Sostanze:	METANO

### INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

Pressione:	84,6 barg 1227,019 psig 86,267 Kgf/cm2 eff.
Temperatura:	-152 °C
Sostanza o Miscela Chiave:	Metano
Fattore Sostanza B:	21 (Metano)

<b>Riferim. Paragrafo</b>	<b>Argomento</b>	<b>Campo dei valori</b>	<b>Fattore adottato</b>	<b>Giustificazione parametri scelti</b>
<b>2.4</b>	<b>Individuazione dei fattori di penalizzazione</b>			
<b>2.4.1 Rischi Specifici delle Sostanze</b>				
2.4.1.1	Sostanze ossidanti	0 / 20	0	La sostanza non sviluppa ossigeno in caso di incendio.
2.4.1.2	Formazione di gas con acqua	0 / 30	0	La sostanza a temperature elevate non reagisce con l'acqua formando gas combustibile.
2.4.1.3	Caratteristiche di miscelazione e di dispersione: m			
2.4.1.3.1	Gas infiammabili di bassa densità	-60 / 0	0	Il gas è molto raffreddato, al di sotto di 0°C.
2.4.1.3.2	Gas infiammabili liquefatti	30	0	Non applicabile, in quanto non è stoccato come liquido sotto pressione.

2.4.1.3.3	Stoccaggio criogenico	0 / 60	40	La sostanza è mantenuta allo stato di liquido refrigerato ad una pressione pari a circa alla pressione atmosferica. Il DPCM 31/3/89 ed il “Metodo Indicizzato per l’Analisi e la Valutazione del Rischio di Determinate Attività Industriali” (Binetti et al 1990) indicano per questo tipo di gas (stoccaggio criogenico) un fattore da 0 a 60. Se le temperature sono inferiori a -30°C è necessario per il contenimento di questi liquidi in condizioni di sicurezza, l’impiego di materiali da costruzione speciali. Per tenere conto di ciò si dovrà assegnare un fattore pari a 60 per i liquidi mantenuti a temperatura inferiore a -30 °C a contatto con acciaio dolce o bassolegato. Fattori inferiori possono essere utilizzati qualora siano stati utilizzati materiali da costruzione alternativi. Considerato che il terminale è progettato secondo la UNI EN 1473, secondo quanto stabilito al punto 4.5.1 le apparecchiature e le tubazioni saranno progettati per basse temperature. I materiali saranno in accordo alla EN 1160. Si assegna malgrado ciò un fattore cautelativo pari a 40.
2.4.1.3.4	Sostanze ad alta viscosità	-20 / 0	0	Non applicabile
2.4.1.3.5	Polveri combustibili ed infiammabili	0 / 100	0	Non applicabile
2.4.1.4	Riscaldamento spontaneo	30 / 250	0	La sostanza non dà luogo a riscaldamento spontaneo.
2.4.1.5	Polimerizzazione spontanea	25 / 75	0	La sostanza non dà luogo a reazioni di polimerizzazione spontanea.
2.4.1.6	Suscettibilità di accensione	-75 / 150	-5	Il fattore indicato è riportato all’Allegato II, del DPCM 31/3/89, nella Tabella 5.1.

2.4.1.7	Tendenza a decomposizione esplosiva gassosa	75 / 125	0	La sostanza non ha tendenza a decomposizione esplosiva gassosa. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.8	Suscettibilità a detonazione gassosa	0 / 150	0	La detonazione della sostanza non è possibile nelle normali condizioni di processo. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.9	Esplosività in fase condensata	200 / 1500	0	La sostanza non ha comportamenti esplosivi in fase condensata. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.10	Altri comportamenti insoliti	0 / 150	0	La sostanza non presenta comportamenti insoliti.

				La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
<b>Totale Rischi Specifici delle Sostanze M = 35</b>				
<b>2.4.2 Rischi Generali di Processo</b>				
2.4.2.1	Manipolazione e cambiamenti solo di stato fisico	10 / 50	10	Pur se le operazioni di processo non comportano cambiamenti di stato fisico e sono eseguite in sistemi chiusi che utilizzano tubazioni di processo fisse, si attribuisce, conservativamente un fattore pari a 10.
2.4.2.2	Fasi di reazione			
2.4.2.2.1	Caratteristiche di reazione	25 / 50	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.2	Reazioni in processi discontinui (batch)	10 / 60	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.3	Molteplicità di reazioni o di processi	25 / 75	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.3	Trasferimento delle sostanze	0 / 150	0	Il trasferimento del metano avviene con sistema di tubazioni permanenti e completamente chiuse.
2.4.2.4	Contenitori trasportabili	10 / 100	0	Le attività di scarico del metano non comportano l'uso di contenitori trasportabili su strada o per ferrovia.
<b>Totale Rischi Generali di Processo P = 10</b>				

<b>2.4.3 Rischi Particolari di Processo</b>				
2.4.3.1	Bassa pressione	50 / 150	0	Le normali attività di processo non prevedono pressioni operative inferiori a quella atmosferica.
2.4.3.2	Alta pressione <b>p</b>	0 / 160	85	La pressione massima data dalle pompe alta pressione è pari a 85 barg. Il fattore è valutato mediante la Figura IV riportata all'Allegato II al DPCM 31.03.1989
2.4.3.3	Bassa temperatura	0 / 100	0	La temperatura di esercizio normale sarà sempre superiore di almeno 10°C alla temperatura di transizione dell'acciaio con cui è costruita l'unità.
2.4.3.4	Temperatura elevata			
2.4.3.4.1	Sostanze infiammabili	0 / 35	25	La temperatura di esercizio è pari a circa -152 °C, superiore alla sua temperatura di punto di infiammabilità..
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0 / 25	0	Le temperatura di esercizio è pari a circa -152°C, e non provoca alcuna riduzione delle sollecitazioni ammissibili del materiale di costruzione.
2.4.3.5	Corrosione ed erosione			
2.4.3.5.1	Corrosione interna	0 / 150	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.
2.4.3.5.2	Corrosione esterna	0 / 100	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.

2.4.3.6	Perdite da giunti e guarnizioni	0 / 60	0	Prevista la costruzione saldata per la maggior parte dei giunti, accoppiamenti flangiati di tipo noto.
2.4.3.7	Vibrazioni, carichi ciclici, etc.	0 / 100	50	Si assume in via cautelativa il valore 50 per tenere in considerazione il rischio di fatica eventualmente generato dalle pompe.
2.4.3.8	Processo/reazione difficile da controllare	20 / 300	0	Non applicabile in quanto non è effettuato alcun tipo di processo o reazione chimica.
2.4.3.9	Funzionamento entro/vicino campo infiammabilità	25 / 450	0	Non applicabile in quanto le pompe movimenteranno esclusivamente metano liquido.
2.4.3.10	Rischio di esplosione superiore alla media	40 / 100	40	Un eventuale rilascio di GNL ne produrrebbe la rapida vaporizzazione e la probabile formazione di una concentrazione infiammabile in una vasta zona dell'atmosfera circostante.
2.4.3.11	Rischio di esplosione di polveri nebbie	30 / 70	30	La possibilità di formazione di una nebbia di metano, dovuta alla produzione di vapore freddo e denso, è possibile esclusivamente a seguito della rottura delle apparecchiature stesse.
2.4.3.12	Ossidanti ad alta potenza	0 / 400	0	Nell'unità non sono previsti processi utilizzando sostanze ossidanti.
2.4.3.13	Suscettibilità all'accensione	0 / 100	0	Nell'unità non sono previsti processi suscettibili di accensione.
2.4.3.14	Rischi elettrostatici	10 / 200	200	Conservativamente viene adoperato il valore massimo attribuibile al fattore in esame.
<b>Totale Rischi Particolari di Processo S = 430</b>				

<b>2.4.4 Rischi Dovuti alla Quantità</b>				
2.4.4.1	Totale sostanze in tonnellate K =		10	La quantità viene valutata conservativamente in 5 tonnellate tenendo in considerazione le tubazioni di mandata e l'hold-up delle pompe.
2.4.4.2	Fattore quantità Q =		40	Il valore è desunto dalla figura V dell'Allegato II al DPCM 31.03.1989.
<b>2.4.5 Rischi Connessi al Layout</b>				
2.4.5.1	Altezza in metri H =	--	5	Altezza dell'unità dal livello del terreno.
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	300	Cautelativamente viene considerata una area di lavoro di 60 m. per 5 m.
2.4.5.3	Progettazione struttura	0 / 200		
2.4.5.3.1	Unità di processo		0	Non applicabile.
2.4.5.3.2	Unità di stoccaggio		0	Non applicabile.
2.4.5.3.3	Sale compressori		0	Non applicabile.
2.4.5.3.4	Sostanze il cui vapore ha densità elevata		0	Non applicabile.
2.4.5.4	Effetto domino	0 / 250	0	Non applicato essendo la altezza inferiore ai 20 m.
2.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo	50 / 150	0	Non applicabile.

2.4.5.6	Drenaggio superficiale	0 / 100	0	Non applicabile essendo presente un sistema di convogliamento degli spandimenti verso una rete di raccolta separata
2.4.5.7	Altre caratteristiche	50 / 250	0	Non applicabile.
<b>Totale Rischi Layout L = 0</b>				
<b>2.4.6 Rischi per la salute in caso di incidente</b>				
	s =	0 / 100	0	Come indicato nella Tabella IX dell'Allegato II D.P.C.M. 31/3/89 per le sostanze infiammabili conformi all'allegato IV) c) i) del DPR 175 del 17/05/1988 (essendo indicati PT =0, PET =0 e IIT=1.08).
<b>2.5 Parametri Relativi alla Tossicità</b>				
2.5.1	Indice Intrinseco di Tossicità (IIT)		1,08	Come indicato nella Tabella IX dell'Allegato II D.P.C.M. 31/3/89 per le sostanze infiammabili conformi all'allegato IV) c) i) del DPR 175 del 17/05/1988 (essendo indicati PT =0, PET =0 e IIT=1.08).

<b>Eventuali Valori di Compensazione per Configurazioni di Sicurezza e Misure Preventive</b>				
<b>3.1.1 Contenimento</b>				
3.1.1.1	Apparecchi a pressione		1	Non viene applicato alcun fattore anche se nella progettazione e la realizzazione delle tubazioni verranno integralmente rispettate le norme di riferimento.
3.1.1.2	Serbatoi di stoccaggio verticali non a pressione		1	Non applicabile
3.1.1.3	Condotte di trasferimento		0,90	Le condotte saranno interamente saldate, radiografate al 100%, senza flange ( escluse i punti di sezionamento con valvole ) come da “American National Standard for Gas Transmission and Distribution Piping Systems”.
3.1.1.4	Involucri e argini supplementari		1	Non viene applicato alcun fattore di contenimento.
3.1.1.5	Rilevamento perdite e modalità di reazione		0.56	L'eventuale perdita è rilevabile rapidamente e gli operatori in sala controllo sono in grado di procedere all'isolamento e ad una efficace depressurizzazione mediante valvole ad azione rapida comandate a distanza (0.7). Condotte di trasferimento con valvole di isolamento tutte comandabili a distanza da una sala di controllo presidiata in permanenza (0.8). Rilevatori tarati al 10 % del limite inferiore di infiammabilità.
3.1.1.6	Sfiati e scarichi di emergenza		1	Non applicabile

<b>Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 = 0,504</b>				
<b>3.1.2 Controllo del Processo</b>				
3.1.2.1	Sistemi di allarme e di blocco		0,9	Le deviazioni vengono segnalate da svariate indicazioni di allarme.
3.1.2.2	Fornitura energia elettrica di emergenza		0,9	Esiste la possibilità di commutazione automatica su una fonte di energia elettrica di emergenza per i servizi fondamentali.
3.1.2.3	Sistema di raffreddamento del processo		1	Non applicabile non essendo previsti sistemi di raffreddamento.
3.1.2.4	Sistemi a gas inerte		1	Non applicabile.
3.1.2.5	Sistemi di arresto di sicurezza		0,56	Sono previsti sistemi di protezione ad alta integrità (0.7)  Le attrezzature di sicurezza e di controllo vengono verificate con l'impianto in marcia e con frequenza definita da uno studio di rischio (0.8)
3.1.2.6	Controllo con computer		0,85	Il computer in linea controlla sempre il funzionamento ed ha la capacità di arrestare il processo indipendente dalle considerazioni precedenti
3.1.2.7	Protezione da esplosione		1	Cautelativamente non viene preso in considerazione alcun fattore correttivo.

3.1.2.8	Istruzioni operative		0,75	<p>Si prevede la presenza di istruzioni operative chiare esaurienti, circa:          Marcia in attesa (1);          Marcia a livello ridotto (1);          Livello operativo maggiorato (2);          Arresto di emergenza (3);          Rimessa in marcia poco dopo l'arresto (2);          Procedure di manutenzione, permessi di lavoro e decontaminazione (2);          Rimessa in marcia dopo manutenzione (2);          Procedure di controllo per modifica di apparecchi o linee (4);          Procedura di controllo per modifica di istruzioni operative (3);          Condizioni di guasto anomalo prevedibile (5).</p>
3.1.2.9	Sorveglianza dell'impianto		0,67	<p>Si prevede che:          L'impianto di sorveglianza sia regolarmente presidiato giorno e notte, con l'impiego di televisione a circuito chiuso per l'osservazione da vicino delle parti principali (0,95);          Sistema di sicurezza dell'impianto efficace e presidio del suo perimetro per impedirne l'accesso alle persone non autorizzate (0,9);          Efficaci sistemi antiaccensione e antifumo e controllo accurato del movimento di veicoli in zone pericolose (0,9);          Sistema cercapersone in dotazione ad operatori chiave e telefoni o altre apparecchiature di comunicazione sull'impianto (0,97);          Tutti gli operatori possono comunicare con la sala di controllo mediante radio bidirezionale da qualunque parte del complesso (0,90);</p>
<b>Prodotto Totale Fattori Controllo del Processo K2 =0,194</b>				

<b>3.1.3 Atteggiamento per la Sicurezza</b>				
3.1.3.1	Coinvolgimento dell'amministrazione		0,81	<p>Non sono assolutamente consentiti compromessi tra fattori economici / produttivi e sicurezza (0,90);</p> <p>Sono rispettate le norme per l'ispezione degli apparecchi a pressione e si adempie alle prescrizioni in quanto facenti parte della politica di sicurezza, indipendentemente da fattori economici di produzione aggiuntivo (0,95);</p> <p>Gli accadimenti pericolosi, compresi i casi di incidenti evitati, vengono analizzati e registrati e vengono intrapresi i conseguenti necessari provvedimenti (0,95).</p>
3.1.3.2	Addestramento alla sicurezza		0,85	<p>E previsto un programma molto approfondito di corsi regolari di addestramento alla sicurezza rivolto a tutti gli operatori, al personale direttivo e ausiliario e alle imprese appaltatrici (0,85).</p>
3.1.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza		0,707	<p>Verrà osservato un sistema rigoroso di permessi di lavoro o di certificazioni di svincolo per i lavori di manutenzione e modifica, secondo procedure molto accurate (0,90);</p> <p>La manutenzione preventiva verrà eseguita su base programmata (0,97);</p> <p>Verranno eseguite regolari ispezioni di sicurezza e controlli dello stato di conservazioni delle strutture per accertare l'assenza di residui, in particolare di sostanze infiammabili o combustibili e l'assenza di perdite di sostanze tossiche o infiammabili o di fluidi di servizio (0,90);</p> <p>Verranno effettuate ispezioni, controlli non distruttivi e prove di pressione degli apparecchi a pressione da autorità indipendenti (0,90).</p>

<b>Prodotto Totale Fattori Atteggimento Sicurezza K3 = 0,487</b>				
<b>3.2.1 Protezioni Antincendio</b>				
3.2.1.1	Protezione antincendio delle strutture		1	Non applicato cautelativamente
3.2.1.2	Pareti e barriere antincendio		1	Non applicabile
3.2.1.3	Protezione delle apparecchiature dall'incendio		1	Non applicabile
<b>Prodotto Totale Fattori Protezione Incendio K4 = 1.000</b>				
<b>3.2.2 Isolamento delle Sostanze</b>				
3.2.2.1	Sistemi a valvole		0,80	Tutti gli apparecchi e i vari settori delle condotte principali all'interno dell'unità sono dotati di valvole di isolamento comandate a distanza, con linee di controllo e cavi protetti dall'incendio, cosicché risulti possibile un rapido isolamento al verificarsi di una emergenza (0,80);
3.2.2.2	Ventilazione		1	Non applicabile
<b>Prodotto Totale Fattori Isolamento Sostanze K5 = 0,800</b>				

<b>3.2.3 Operazioni Antincendio</b>				
3.2.3.1	Allarmi per l'incendio		0,9	Sono presenti rilevatori di incendio in grado di rispondere all'incendio in qualsiasi punto entro 1 minuto.
3.2.3.2	Estintori portatili		0,76	Si prevede la presenza di: Provvista adeguata di estintori d'incendio specializzati (0,85); Supporto di apparecchiature carrellate specializzate di grandi dimensioni (0,90);
3.2.3.3	Riserva d'acqua		0,675	Si prevede che i valori di portata, pressione, e la capacità della riserva idrica siano pari ad almeno 0,45 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> a 8,5 bar eff. (0.75); Inoltre si prevedono tubazioni di risalita mantenute in secco per uso dei VV.F. (0.90).
3.2.3.4	Sistemi a spruzzo d'acqua o con monitori		1	Non applicato conservativamente anche se sono presenti monitori orientabili a distanza.
3.2.3.5	Installazioni a schiume e a inerti		1	Non applicabile
3.2.3.6	Assistenza dei Vigili del Fuoco		0,70	È previsto l'intervento di un mezzo specializzato del CNVVF antincendio a torretta, entro 15 minuti dalla chiamata (0,70)

3.2.3.7	Cooperazione di stabilimento		0,765	<p>Si prevede che venga svolto:          Addestramento regolare degli operatori all'uso degli estintori portatili e delle apparecchiature fisse (0,90);          Disponibilità nell'installazione di adeguate scorte di prodotti chimici specializzati antincendio (0,85)</p>
<b>Prodotto Totale Fattori Operazioni Antincendio K6 = 0,247</b>				

<b>Riepilogo fattori e parametri</b>		
Temperatura	T	-152
Fattore sostanza	B	21
Rischi specifici delle sostanze (2.4.1)	M	35
Caratteristiche di miscelazione (2.4.1.3)	m	40
Rischi generali di processo (2.4.2)	P	10
Rischi particolari di processo (2.4.3)	S	430
Fattore di pressione (2.4.3.2)	p	85
Totale sostanze (tonnellate) (2.4.4.1)	K	10
Fattore quantità (2.4.4.2)	Q	40
Rischi connessi al layout (2.4.5)	L	0
Altezza in metri (2.4.5.1)	H	5
Area di lavoro in metri quadrati (2.4.5.2)	N	300
Rischi per la salute in caso di incidente (2.4.6)	s	0
Indice di rischio tossico dell'unità (2.5.1)	Tu	1.08
Indice equivalente DOW	D	179

<b>Riepilogo fattori compensativi</b>		
Contenimento (3.1.1)	K1	0,504
Controllo del processo (3.1.2)	K2	0,194
Atteggiamento nei riguardi della sicurezza (3.1.3)	K3	0,487
Protezione antincendio (3.2.1)	K4	1,000
Isolamento ed eliminazione delle sostanze (3.2.2)	K5	0,800
Operazione antincendio (3.2.3)	K6	0,247

<b>Calcolo degli indici di rischio</b>		
F	0,7	Lieve
C	5,8	Alto
A	1183	Molto Alto
G	6165	Molto Alto
T	0	n.a.

<b>Calcolo degli indici di rischio compensati</b>		
$F' = F \times (K1 \times K3 \times K5 \times K6)$	0,03	Lieve
$C' = C \times (K2 \times K3)$	0,55	Lieve
$A' = A \times (K1 \times K2 \times K3 \times K5)$	45	Moderato
$G' = G \times (K1 \times K2 \times K3 \times K4 \times K5 \times K6)$	58	Basso
$T' = T \times (K2 \times K3)$	0	n.a.

## METODOLOGIA AD INDICI

basata su:

DPCM 31 Marzo 1989, No. 27  
Applicazione dell'art. 12 del decreto del  
Presidente della Repubblica  
17 Maggio 1988, n. 175, concernente rischi  
rilevanti  
connessi a determinate attività industriali

Binetti et al. - ISPESL / Istituto Superiore della  
Sanità  
Metodo indicizzato per l'analisi e la valutazione  
del rischio  
di determinate attività industriali

## CARATTERIZZAZIONE UNITA' LOGICHE

### Unità G7: Compressione GNL di boil-off.

Data:	Marzo 2016
Installazione:	Terminale GNL Rosignano
Località Installazione:	Rosignano Marittimo (LI)
Impianto:	Terminale GNL Rosignano
Unità G7:	Compressione GNL di boil-off
Sostanze:	METANO

### INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

Pressione:	8 barg 116,03 psig 8,158 Kgf/cm2 eff.
Temperatura:	-30 °C
Sostanza o Miscela Chiave:	Metano
Fattore Sostanza B:	21 (Metano)

Riferim. Paragrafo	Argomento	Campo dei valori	Fattore adottato	Giustificazione parametri scelti
<b>2.4</b>	<b>Individuazione dei fattori di penalizzazione</b>			
<b>2.4.1 Rischi Specifici delle Sostanze</b>				
2.4.1.1	Sostanze ossidanti	0 / 20	0	La sostanza non sviluppa ossigeno in caso di incendio.
2.4.1.2	Formazione di gas con acqua	0 / 30	0	La sostanza a temperature elevate non reagisce con l'acqua formando gas combustibile.
2.4.1.3	Caratteristiche di miscelazione e di dispersione: m			
2.4.1.3.1	Gas infiammabili di bassa densità	-60 / 0	0	Conservativamente si assume il fattore 0.
2.4.1.3.2	Gas infiammabili liquefatti	30	0	Non applicabile, in quanto non è stoccato come liquido sotto pressione.
2.4.1.3.3	Stoccaggio criogenico	0 / 60	20	Non applicabile essendo le temperature non inferiori a -30°C conservativamente si assume un fattore 20.
2.4.1.3.4	Sostanze ad alta viscosità	-20 / 0	0	Non applicabile
2.4.1.3.5	Polveri combustibili ed infiammabili	0 / 100	0	Non applicabile
2.4.1.4	Riscaldamento spontaneo	30 / 250	0	La sostanza non dà luogo a riscaldamento spontaneo.
2.4.1.5	Polimerizzazione spontanea	25 / 75	0	La sostanza non dà luogo a reazioni di polimerizzazione spontanea.
2.4.1.6	Suscettibilità di accensione	-75 / 150	-5	Il fattore indicato è riportato all'Allegato II, del DPCM 31/3/89, nella Tabella 5.1.

2.4.1.7	Tendenza a decomposizione esplosiva gassosa	75 / 125	0	La sostanza non ha tendenza a decomposizione esplosiva gassosa. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.8	Suscettibilità a detonazione gassosa	0 / 150	0	La detonazione della sostanza non è possibile nelle normali condizioni di processo. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.9	Esplosività in fase condensata	200 / 1500	0	La sostanza non ha comportamenti esplosivi in fase condensata. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.10	Altri comportamenti insoliti	0 / 150	0	La sostanza non presenta comportamenti insoliti.

				La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
<b>Totale Rischi Specifici delle Sostanze M = 15</b>				
<b>2.4.2 Rischi Generali di Processo</b>				
2.4.2.1	Manipolazione e cambiamenti solo di stato fisico	10 / 50	10	Pur se le operazioni di processo sono eseguite in sistemi chiusi che utilizzano tubazioni di processo fisse, si attribuisce, conservativamente un fattore pari a 10.
2.4.2.2	Fasi di reazione			
2.4.2.2.1	Caratteristiche di reazione	25 / 50	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.2	Reazioni in processi discontinui (batch)	10 / 60	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.3	Molteplicità di reazioni o di processi	25 / 75	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.3	Trasferimento delle sostanze	0 / 150	0	Il trasferimento del metano avviene con sistema di tubazioni permanenti e completamente chiuse.
2.4.2.4	Contenitori trasportabili	10 / 100	0	Le attività di scarico del metano non comportano l'uso di contenitori trasportabili su strada o per ferrovia.
<b>Totale Rischi Generali di Processo P = 10</b>				

<b>2.4.3 Rischi Particolari di Processo</b>				
2.4.3.1	Bassa pressione	50 / 150	0	Le normali attività di processo non prevedono pressioni operative inferiori a quella atmosferica.
2.4.3.2	Alta pressione <b>p</b>	0 / 160	22	La pressione massima data dai compressori è pari a 8 barg. Il fattore è valutato mediante la Figura III riportata all'Allegato II al DPCM 31.03.1989
2.4.3.3	Bassa temperatura	0 / 100	0	La temperatura di esercizio normale sarà sempre superiore di almeno 10°C alla temperatura di transizione dell'acciaio con cui è costruita l'unità.
2.4.3.4	Temperatura elevata			
2.4.3.4.1	Sostanze infiammabili	0 / 35	25	La temperatura di esercizio è pari a circa -14 °C, superiore alla sua temperatura di punto di infiammabilità..
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0 / 25	0	Le temperatura di esercizio è pari a circa -14°C, e non provoca alcuna riduzione delle sollecitazioni ammissibili del materiale di costruzione.
2.4.3.5	Corrosione ed erosione			
2.4.3.5.1	Corrosione interna	0 / 150	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.
2.4.3.5.2	Corrosione esterna	0 / 100	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.

2.4.3.6	Perdite da giunti e guarnizioni	0 / 60	0	Prevista la costruzione saldata per la maggior parte dei giunti, accoppiamenti flangiati di tipo noto.
2.4.3.7	Vibrazioni, carichi ciclici, etc.	0 / 100	50	Si assume in via cautelativa il valore 50 per tenere in considerazione il rischio di fatica eventualmente generato dai compressori.
2.4.3.8	Processo/reazione difficile da controllare	20 / 300	0	Non applicabile in quanto non è effettuato alcun tipo di processo o reazione chimica.
2.4.3.9	Funzionamento entro/vicino campo infiammabilità	25 / 450	25	Viene attribuito conservativamente un valore pari a 25 considerando che nello spazio vapore si possa entrare nel campo di infiammabilità in caso di fuoriuscita accidentale
2.4.3.10	Rischio di esplosione superiore alla media	40 / 100	40	Un eventuale rilascio di metano produrrebbe la probabile formazione di una concentrazione infiammabile in una vasta zona dell'atmosfera circostante.
2.4.3.11	Rischio di esplosione di polveri nebbie	30 / 70	30	La possibilità di formazione di una nebbia di metano, dovuta alla produzione di vapore freddo e denso, è possibile esclusivamente a seguito della rottura delle apparecchiature stesse.
2.4.3.12	Ossidanti ad alta potenza	0 / 400	0	Nell'unità non sono previsti processi utilizzando sostanze ossidanti.
2.4.3.13	Suscettibilità all'accensione	0 / 100	0	Nell'unità non sono previsti processi suscettibili di accensione.
2.4.3.14	Rischi elettrostatici	10 / 200	200	Conservativamente viene adoperato il valore massimo attribuibile al fattore in esame.
<b>Totale Rischi Particolari di Processo S = 392</b>				

<b>2.4.4 Rischi Dovuti alla Quantità</b>				
2.4.4.1	Totale sostanze in tonnellate K =		0.1	La quantità viene valutata conservativamente in 0.1 tonnellate tenendo in considerazione le tubazioni di mandata e l'hold-up dei compressori.
2.4.4.2	Fattore quantità Q =		1	Il valore è desunto dalla figura V dell'Allegato II al DPCM 31.03.1989.
<b>2.4.5 Rischi Connessi al Layout</b>				
2.4.5.1	Altezza in metri H =	--	5	Altezza dell'unità dal livello del terreno.
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	150	Cautelativamente viene considerata una area di lavoro di 30 m. per 5 m.
2.4.5.3	Progettazione struttura	0 / 200		
2.4.5.3.1	Unità di processo		0	Non applicabile.
2.4.5.3.2	Unità di stoccaggio		0	Non applicabile.
2.4.5.3.3	Sale compressori		0	Non applicabile.
2.4.5.3.4	Sostanze il cui vapore ha densità elevata		0	Non applicabile.
2.4.5.4	Effetto domino	0 / 250	0	Non applicato essendo la altezza inferiore ai 20 m.
2.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo	50 / 150	0	Non applicabile.

2.4.5.6	Drenaggio superficiale	0 / 100	0	Non applicabile essendo presente un sistema di convogliamento degli spandimenti verso una rete di raccolta separata
2.4.5.7	Altre caratteristiche	50 / 250	0	Non applicabile.
<b>Totale Rischi Layout L = 0</b>				
<b>2.4.6 Rischi per la salute in caso di incidente</b>				
	s =	0 / 100	0	Come indicato nella Tabella 9 dell'Allegato II D.P.C.M. 31/3/89 per le sostanze infiammabili conformi all'allegato IV) c) i) del DPR 175 del 17/05/1988 (essendo indicati PT =0, PET =0 e IIT=1.08).
<b>2.5 Parametri Relativi alla Tossicità</b>				
2.5.1	Indice Intrinseco di Tossicità (IIT)		1,08	Come indicato nella Tabella 9 dell'Allegato II D.P.C.M. 31/3/89 per le sostanze infiammabili conformi all'allegato IV) c) i) del DPR 175 del 17/05/1988 (essendo indicati PT =0, PET =0 e IIT=1.08).

<b>Eventuali Valori di Compensazione per Configurazioni di Sicurezza e Misure Preventive</b>				
<b>3.1.1 Contenimento</b>				
3.1.1.1	Apparecchi a pressione		1	Non viene applicato alcun fattore anche se nella progettazione e la realizzazione delle tubazioni verranno integralmente rispettate le norme di riferimento.
3.1.1.2	Serbatoi di stoccaggio verticali non a pressione		1	Non applicabile
3.1.1.3	Condotte di trasferimento		0,90	Le condotte saranno interamente saldate, radiografate al 100%, senza flange ( escluse i punti di sezionamento con valvole ) come da “American National Standard for Gas Transmission and Distribution Piping Systems”.
3.1.1.4	Involucri e argini supplementari		1	Non viene applicato alcun fattore di contenimento.
3.1.1.5	Rilevamento perdite e modalità di reazione		0.56	L'eventuale perdita è rilevabile rapidamente e gli operatori in sala controllo sono in grado di procedere all'isolamento e ad una efficace depressurizzazione mediante valvole ad azione rapida comandate a distanza (0.7). Condotte di trasferimento con valvole di isolamento tutte comandabili a distanza da una sala di controllo presidiata in permanenza (0.8). Rilevatori tarati al 10 % del limite inferiore di infiammabilità.
3.1.1.6	Sfiati e scarichi di emergenza		0.9	Tutti gli scarichi delle valvole di sicurezza, gli sfiati di emergenza o altri rilasci di sostanze siano convogliati con tubazioni ad una torcia o a un ricevitore chiuso.

<b>Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 = 0,454</b>				
<b>3.1.2 Controllo del Processo</b>				
3.1.2.1	Sistemi di allarme e di blocco		0,9	Le deviazioni vengono segnalate da svariate indicazioni di allarme.
3.1.2.2	Fornitura energia elettrica di emergenza		0,9	Esiste la possibilità di commutazione automatica su una fonte di energia elettrica di emergenza per i servizi fondamentali.
3.1.2.3	Sistema di raffreddamento del processo		1	Non applicabile non essendo previsti sistemi di raffreddamento.
3.1.2.4	Sistemi a gas inerte		1	Non applicabile.
3.1.2.5	Sistemi di arresto di sicurezza		0,56	Sono previsti sistemi di protezione ad alta integrità (0.7)  Le attrezzature di sicurezza e di controllo vengono verificate con l'impianto in marcia e con frequenza definita da uno studio di rischio (0.8)
3.1.2.6	Controllo con computer		0,85	Il computer in linea controlla sempre il funzionamento ed ha la capacità di arrestare il processo indipendente dalle considerazioni precedenti
3.1.2.7	Protezione da esplosione		1	Cautelativamente non viene preso in considerazione alcun fattore correttivo.

3.1.2.8	Istruzioni operative		0,75	<p>Si prevede la presenza di istruzioni operative chiare esaurienti, circa:</p> <p>Marcia in attesa (1);          Marcia a livello ridotto (1);          Livello operativo maggiorato (2);          Arresto di emergenza (3);          Rimessa in marcia poco dopo l'arresto (2);          Procedure di manutenzione, permessi di lavoro e decontaminazione (2);          Rimessa in marcia dopo manutenzione (2);          Procedure di controllo per modifica di apparecchi o linee (4);          Procedura di controllo per modifica di istruzioni operative (3);          Condizioni di guasto anomalo prevedibile (5).</p>
3.1.2.9	Sorveglianza dell'impianto		0,67	<p>Si prevede che:</p> <p>L'impianto di sorveglianza sia regolarmente presidiato giorno e notte, con l'impiego di televisione a circuito chiuso per l'osservazione da vicino delle parti principali (0,95);          Sistema di sicurezza dell'impianto efficace e presidio del suo perimetro per impedirne l'accesso alle persone non autorizzate (0,9);          Efficaci sistemi antiaccensione e antifumo e controllo accurato del movimento di veicoli in zone pericolose (0,9);          Sistema cercapersone in dotazione ad operatori chiave e telefoni o altre apparecchiature di comunicazione sull'impianto (0,97);          Tutti gli operatori possono comunicare con la sala di controllo mediante radio bidirezionale da qualunque parte del complesso (0,90);</p>
<b>Prodotto Totale Fattori Controllo del Processo K2 =0,194</b>				

<b>3.1.3 Atteggiamento per la Sicurezza</b>				
3.1.3.1	Coinvolgimento dell'amministrazione		0,81	<p>Non sono assolutamente consentiti compromessi tra fattori economici / produttivi e sicurezza (0,90);</p> <p>Sono rispettate le norme per l'ispezione degli apparecchi a pressione e si adempie alle prescrizioni in quanto facenti parte della politica di sicurezza, indipendentemente da fattori economici di produzione aggiuntivo (0,95);</p> <p>Gli accadimenti pericolosi, compresi i casi di incidenti evitati, vengono analizzati e registrati e vengono intrapresi i conseguenti necessari provvedimenti (0,95).</p>
3.1.3.2	Addestramento alla sicurezza		0,85	<p>E previsto un programma molto approfondito di corsi regolari di addestramento alla sicurezza rivolto a tutti gli operatori, al personale direttivo e ausiliario e alle imprese appaltatrici (0,85).</p>
3.1.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza		0,707	<p>Verrà osservato un sistema rigoroso di permessi di lavoro o di certificazioni di svincolo per i lavori di manutenzione e modifica, secondo procedure molto accurate (0,90);</p> <p>La manutenzione preventiva verrà eseguita su base programmata (0,97);</p> <p>Verranno eseguite regolari ispezioni di sicurezza e controlli dello stato di conservazioni delle strutture per accertare l'assenza di residui, in particolare di sostanze infiammabili o combustibili e l'assenza di perdite di sostanze tossiche o infiammabili o di fluidi di servizio (0,90);</p> <p>Verranno effettuate ispezioni, controlli non distruttivi e prove di pressione degli apparecchi a pressione da autorità indipendenti (0,90).</p>

<b>Prodotto Totale Fattori Atteggimento Sicurezza K3 = 0,487</b>				
<b>3.2.1 Protezioni Antincendio</b>				
3.2.1.1	Protezione antincendio delle strutture		1	Non applicato cautelativamente
3.2.1.2	Pareti e barriere antincendio		1	Non applicabile
3.2.1.3	Protezione delle apparecchiature dall'incendio		1	Non applicabile
<b>Prodotto Totale Fattori Protezione Incendio K4 = 1.000</b>				
<b>3.2.2 Isolamento delle Sostanze</b>				
3.2.2.1	Sistemi a valvole		0,80	Tutti gli apparecchi e i vari settori delle condotte principali all'interno dell'unità sono dotati di valvole di isolamento comandate a distanza, con linee di controllo e cavi protetti dall'incendio, cosicché risulti possibile un rapido isolamento al verificarsi di una emergenza (0,80);
3.2.2.2	Ventilazione		1	Non applicabile
<b>Prodotto Totale Fattori Isolamento Sostanze K5 = 0,800</b>				

<b>3.2.3 Operazioni Antincendio</b>				
3.2.3.1	Allarmi per l'incendio		0.9	Sono presenti rilevatori di incendio in grado di rispondere all'incendio in qualsiasi punto entro 1 minuto.
3.2.3.2	Estintori portatili		0,76	Si prevede la presenza di: Provvista adeguata di estintori d'incendio specializzati (0,85); Supporto di apparecchiature carrellate specializzate di grandi dimensioni (0,90);
3.2.3.3	Riserva d'acqua		0,675	Si prevede che i valori di portata, pressione, e la capacità della riserva idrica siano pari ad almeno 0,45 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> a 8,5 bar eff. (0.75); Inoltre si prevedono tubazioni di risalita mantenute in secco per uso dei VV.F. (0.90).
3.2.3.4	Sistemi a spruzzo d'acqua o con monitori		1	Non applicato conservativamente anche se sono presenti monitori orientabili a distanza.
3.2.3.5	Installazioni a schiume e a inerti		1	Non applicabile

3.2.3.6	Assistenza dei Vigili del Fuoco		0,70	È previsto l'intervento di un mezzo specializzato del CNVVF antincendio a torretta, entro 15 minuti dalla chiamata (0,70)
3.2.3.7	Cooperazione di stabilimento		0,765	Si prevede che venga svolto: Addestramento regolare degli operatori all'uso degli estintori portatili e delle apparecchiature fisse (0,90); Disponibilità nell'installazione di adeguate scorte di prodotti chimici specializzati antincendio (0,85)
<b>Prodotto Totale Fattori Operazioni Antincendio K6 = 0,247</b>				

<b>Riepilogo fattori e parametri</b>		
Temperatura	T	-30
Fattore sostanza	B	21
Rischi specifici delle sostanze (2.4.1)	M	35
Caratteristiche di miscelazione (2.4.1.3)	m	20
Rischi generali di processo (2.4.2)	P	10
Rischi particolari di processo (2.4.3)	S	392
Fattore di pressione (2.4.3.2)	p	22
Totale sostanze (tonnellate) (2.4.4.1)	K	0.1
Fattore quantità (2.4.4.2)	Q	1
Rischi connessi al layout (2.4.5)	L	0
Altezza in metri (2.4.5.1)	H	5
Area di lavoro in metri quadrati (2.4.5.2)	N	150
Rischi per la salute in caso di incidente (2.4.6)	s	0
Indice di rischio tossico dell'unità (2.5.1)	Tu	1.08
Indice equivalente DOW	D	131

<b>Riepilogo fattori compensativi</b>		
Contenimento (3.1.1)	K1	0,454
Controllo del processo (3.1.2)	K2	0,194
Atteggiamento nei riguardi della sicurezza (3.1.3)	K3	0,487
Protezione antincendio (3.2.1)	K4	1,000
Isolamento ed eliminazione delle sostanze (3.2.2)	K5	0,800
Operazione antincendio (3.2.3)	K6	0,247

<b>Calcolo degli indici di rischio</b>		
F	0,01	Lieve
C	5	Alto
A	12	Basso
G	187	Moderato
T	0	n.a.

<b>Calcolo degli indici di rischio compensati</b>		
$F' = F \times (K1 \times K3 \times K5 \times K6)$	0	Lieve
$C' = C \times (K2 \times K3)$	0.5	Lieve
$A' = A \times (K1 \times K2 \times K3 \times K5)$	0	Lieve
$G' = G \times (K1 \times K2 \times K3 \times K4 \times K5 \times K6)$	2	Lieve
$T' = T \times (K2 \times K3)$	0	n.a.

## METODOLOGIA AD INDICI

basata su:

DPCM 31 Marzo 1989, No. 27  
Applicazione dell'art. 12 del decreto del  
Presidente della Repubblica  
17 Maggio 1988, n. 175, concernente rischi  
rilevanti  
connessi a determinate attività industriali

Binetti et al. - ISPESL / Istituto Superiore della  
Sanità  
Metodo indicizzato per l'analisi e la valutazione  
del rischio  
di determinate attività industriali

## CARATTERIZZAZIONE UNITA' LOGICHE

### Unità G8: Ricondensazione GNL di boil-off.

Data:	Marzo 2016
Installazione:	Terminale GNL Rosignano
Località Installazione:	Rosignano Marittimo (LI)
Impianto:	Terminale GNL Rosignano
Unità G8:	Ricondensazione GNL di boil-off
Sostanze:	METANO

### INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

Pressione:	8 barg 116,03 psig 8,158 Kgf/cm2 eff.
Temperatura:	-134 °C
Sostanza o Miscela Chiave:	Metano
Fattore Sostanza B:	21 (Metano)

Riferim. Paragrafo	Argomento	Campo dei valori	Fattore adottato	Giustificazione parametri scelti
<b>2.4</b>	<b>Individuazione dei fattori di penalizzazione</b>			
<b>2.4.1 Rischi Specifici delle Sostanze</b>				
2.4.1.1	Sostanze ossidanti	0 / 20	0	La sostanza non sviluppa ossigeno in caso di incendio.
2.4.1.2	Formazione di gas con acqua	0 / 30	0	La sostanza a temperature elevate non reagisce con l'acqua formando gas combustibile.
2.4.1.3	Caratteristiche di miscelazione e di dispersione: m			
2.4.1.3.1	Gas infiammabili di bassa densità	-60 / 0	0	Il gas è molto raffreddato molto al di sotto di 0°C.
2.4.1.3.2	Gas infiammabili liquefatti	30	0	Non applicabile, in quanto non è stoccato come liquido sotto pressione.
2.4.1.3.3	Stoccaggio criogenico	0 / 60	40	La sostanza nel separatore si trova sia allo stato gassoso che allo stato liquido refrigerato e viene movimentato ad una pressione massima pari a 9 bara. Il DPCM 31/3/89 ed il "Metodo Indicizzato per l'Analisi e la Valutazione del Rischio di Determinate Attività Industriali" (Binetti et al 1990) indicano per questo tipo di gas (stoccaggio criogenico) un fattore da 0 a 60. Se le temperature sono inferiori a -30°C è necessario per il contenimento di questi liquidi in condizioni di sicurezza, l'impiego di materiali da costruzione speciali. Per tenere conto di ciò si dovrà assegnare un fattore pari a 60 per i liquidi mantenuti a temperatura inferiore a -30 °C a contatto con acciaio dolce o bassolegato. Fattori inferiori possono essere utilizzati qualora siano stati utilizzati materiali da costruzione alternativi. Considerato che il terminale è progettato secondo la UNI EN 1473, secondo quanto stabilito al punto 4.5.1 le apparecchiature e le tubazioni saranno progettati

				per basse temperature. I materiali saranno in accordo alla EN 1160. Si assegna malgrado ciò un fattore cautelativo pari a 40.
2.4.1.3.4	Sostanze ad alta viscosità	-20 / 0	0	Non applicabile
2.4.1.3.5	Polveri combustibili ed infiammabili	0 / 100	0	Non applicabile
2.4.1.4	Riscaldamento spontaneo	30 / 250	0	La sostanza non dà luogo a riscaldamento spontaneo.
2.4.1.5	Polimerizzazione spontanea	25 / 75	0	La sostanza non dà luogo a reazioni di polimerizzazione spontanea.
2.4.1.6	Suscettibilità di accensione	-75 / 150	-5	Il fattore indicato è riportato all'Allegato II, del DPCM 31/3/89, nella Tabella 5.1.
2.4.1.7	Tendenza a decomposizione esplosiva gassosa	75 / 125	0	La sostanza non ha tendenza a decomposizione esplosiva gassosa. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.8	Suscettibilità a detonazione gassosa	0 / 150	0	La detonazione della sostanza non è possibile nelle normali condizioni di processo. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.9	Esplosività in fase condensata	200 / 1500	0	La sostanza non ha comportamenti esplosivi in fase condensata.

				La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.10	Altri comportamenti insoliti	0 / 150	0	La sostanza non presenta comportamenti insoliti. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
<b>Totale Rischi Specifici delle Sostanze M = 35</b>				
<b>2.4.2 Rischi Generali di Processo</b>				
2.4.2.1	Manipolazione e cambiamenti solo di stato fisico	10 / 50	10	Pur se le operazioni di processo sono eseguite in sistemi chiusi che utilizzano tubazioni di processo fisse, si attribuisce, conservativamente un fattore pari a 10.
2.4.2.2	Fasi di reazione			
2.4.2.2.1	Caratteristiche di reazione	25 / 50	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.2	Reazioni in processi discontinui (batch)	10 / 60	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.3	Molteplicità di reazioni o di processi	25 / 75	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.3	Trasferimento delle sostanze	0 / 150	0	Il trasferimento del metano avviene con sistema di tubazioni permanenti e completamente chiuse.

2.4.2.4	Contenitori trasportabili	10 / 100	0	Le attività di scarico del metano non comportano l'uso di contenitori trasportabili su strada o per ferrovia.
<b>Totale Rischi Generali di Processo P = 10</b>				
<b>2.4.3 Rischi Particolari di Processo</b>				
2.4.3.1	Bassa pressione	50 / 150	0	Le normali attività di processo non prevedono pressioni operative inferiori a quella atmosferica.
2.4.3.2	Alta pressione <b>p</b>	0 / 160	25	La pressione massima data dai compressori è pari a 8 barg. Il fattore è valutato mediante la Figura III riportata all'Allegato II al DPCM 31.03.1989
2.4.3.3	Bassa temperatura	0 / 100	0	La temperatura di esercizio normale sarà sempre superiore di almeno 10°C alla temperatura di transizione dell'acciaio con cui è costruita l'unità.
2.4.3.4	Temperatura elevata			
2.4.3.4.1	Sostanze infiammabili	0 / 35	25	La temperatura di esercizio è pari a circa -134 °C, superiore alla sua temperatura di punto di infiammabilità..
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0 / 25	0	Le temperatura di esercizio è pari a circa -134°C, e non provoca alcuna riduzione delle sollecitazioni ammissibili del materiale di costruzione.
2.4.3.5	Corrosione ed erosione			

2.4.3.5.1	Corrosione interna	0 / 150	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.
2.4.3.5.2	Corrosione esterna	0 / 100	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.
2.4.3.6	Perdite da giunti e guarnizioni	0 / 60	0	Prevista la costruzione saldata per la maggior parte dei giunti, accoppiamenti flangiati di tipo noto.
2.4.3.7	Vibrazioni, carichi ciclici, etc.	0 / 100	50	Si assume in via cautelativa il valore 50 per tenere in considerazione il rischio di fatica eventualmente generato dai compressori.
2.4.3.8	Processo/reazione difficile da controllare	20 / 300	0	Non applicabile in quanto non è effettuato alcun tipo di processo o reazione chimica.
2.4.3.9	Funzionamento entro/vicino campo infiammabilità	25 / 450	25	Viene attribuito conservativamente un valore pari a 25 considerando che nello spazio vapore si possa entrare nel campo di infiammabilità in caso di fuoriuscita accidentale
2.4.3.10	Rischio di esplosione superiore alla media	40 / 100	40	Un eventuale rilascio di metano produrrebbe la probabile formazione di una concentrazione infiammabile in una vasta zona dell'atmosfera circostante.
2.4.3.11	Rischio di esplosione di polveri nebbie	30 / 70	30	La possibilità di formazione di una nebbia di metano, dovuta alla produzione di vapore freddo e denso, è possibile esclusivamente a seguito della rottura delle apparecchiature stesse.

2.4.3.12	Ossidanti ad alta potenza	0 / 400	0	Nell'unità non sono previsti processi utilizzando sostanze ossidanti.
2.4.3.13	Suscettibilità all'accensione	0 / 100	0	Nell'unità non sono previsti processi suscettibili di accensione.
2.4.3.14	Rischi elettrostatici	10 / 200	200	Conservativamente viene adoperato il valore massimo attribuibile al fattore in esame.
<b>Totale Rischi Particolari di Processo S = 395</b>				
<b>2.4.4 Rischi Dovuti alla Quantità</b>				
2.4.4.1	Totale sostanze in tonnellate K =		30	La quantità viene valutata conservativamente in 30 tonnellate.
2.4.4.2	Fattore quantità Q =		60	Il valore è desunto dalla figura VI dell'Allegato II al DPCM 31.03.1989.
<b>2.4.5 Rischi Connessi al Layout</b>				
2.4.5.1	Altezza in metri H =	--	10	Altezza dell'unità dal livello del terreno.
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	100	Cautelativamente viene considerata una area di lavoro di 10 m. per 10 m.
2.4.5.3	Progettazione struttura	0 / 200		
2.4.5.3.1	Unità di processo		0	Non applicabile.
2.4.5.3.2	Unità di stoccaggio		0	Non applicabile.

2.4.5.3.3	Sale compressori		0	Non applicabile.
2.4.5.3.4	Sostanze il cui vapore ha densità elevata		0	Non applicabile.
2.4.5.4	Effetto domino	0 / 250	0	Non applicato essendo la altezza inferiore ai 20 m.
2.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo	50 / 150	0	Non applicabile.
2.4.5.6	Drenaggio superficiale	0 / 100	50	Eventuali fuoriuscite di GNL, spandimenti all'interno dell'area di lavoro, verranno convogliati verso una rete di raccolta che interseca l'area di lavoro.
2.4.5.7	Altre caratteristiche	50 / 250	0	Non applicabile.
<b>Totale Rischi Layout L = 50</b>				
<b>2.4.6 Rischi per la salute in caso di incidente</b>				
	s =	0 / 100	0	Come indicato nella Tabella 9 dell'Allegato II D.P.C.M. 31/3/89 per le sostanze infiammabili conformi all'allegato IV) c) i) del DPR 175 del 17/05/1988 (essendo indicati PT =0, PET =0 e IIT=1.08).
<b>2.5 Parametri Relativi alla Tossicità</b>				
2.5.1	Indice Intrinseco di Tossicità (IIT)		1,08	Come indicato nella Tabella 9 dell'Allegato II D.P.C.M. 31/3/89 per le sostanze infiammabili conformi all'allegato IV) c) i) del DPR 175 del 17/05/1988 (essendo indicati PT =0, PET =0 e IIT=1.08).

<b>Eventuali Valori di Compensazione per Configurazioni di Sicurezza e Misure Preventive</b>				
<b>3.1.1 Contenimento</b>				
3.1.1.1	Apparecchi a pressione		1	Non viene applicato alcun fattore anche se nella progettazione e la realizzazione delle tubazioni verranno integralmente rispettate le norme di riferimento.
3.1.1.2	Serbatoi di stoccaggio verticali non a pressione		1	Non applicabile
3.1.1.3	Condotte di trasferimento		0,90	Le condotte saranno interamente saldate, radiografate al 100%, senza flange ( escluse i punti di sezionamento con valvole ) come da “American National Standard for Gas Transmission and Distribution Piping Systems”.
3.1.1.4	Involucri e argini supplementari		1	Non viene applicato alcun fattore di contenimento.
3.1.1.5	Rilevamento perdite e modalità di reazione		0.56	L'eventuale perdita è rilevabile rapidamente e gli operatori in sala controllo sono in grado di procedere all'isolamento e ad una efficace depressurizzazione mediante valvole ad azione rapida comandate a distanza (0.7). Condotte di trasferimento con valvole di isolamento tutte comandabili a distanza da una sala di controllo presidiata in permanenza (0.8). Rilevatori tarati al 10 % del limite inferiore di infiammabilità.
3.1.1.6	Sfiati e scarichi di emergenza		0.9	Tutti gli scarichi delle valvole di sicurezza, gli sfiati di emergenza o altri rilasci di sostanze siano convogliati con tubazioni ad una torcia o a un ricevitore chiuso.

<b>Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 = 0,454</b>				
<b>3.1.2 Controllo del Processo</b>				
3.1.2.1	Sistemi di allarme e di blocco		0,9	Le deviazioni vengono segnalate da svariate indicazioni di allarme.
3.1.2.2	Fornitura energia elettrica di emergenza		0,9	Esiste la possibilità di commutazione automatica su una fonte di energia elettrica di emergenza per i servizi fondamentali.
3.1.2.3	Sistema di raffreddamento del processo		1	Non applicabile non essendo previsti sistemi di raffreddamento.
3.1.2.4	Sistemi a gas inerte		1	Non applicabile.
3.1.2.5	Sistemi di arresto di sicurezza		0,56	Sono previsti sistemi di protezione ad alta integrità (0.7)  Le attrezzature di sicurezza e di controllo vengono verificate con l'impianto in marcia e con frequenza definita da uno studio di rischio (0.8)
3.1.2.6	Controllo con computer		0,85	Il computer in linea controlla sempre il funzionamento ed ha la capacità di arrestare il processo indipendente dalle considerazioni precedenti
3.1.2.7	Protezione da esplosione		1	Cautelativamente non viene preso in considerazione alcun fattore correttivo.

3.1.2.8	Istruzioni operative		0,75	<p>Si prevede la presenza di istruzioni operative chiare esaurienti, circa:          Marcia in attesa (1);          Marcia a livello ridotto (1);          Livello operativo maggiorato (2);          Arresto di emergenza (3);          Rimessa in marcia poco dopo l'arresto (2);          Procedure di manutenzione, permessi di lavoro e decontaminazione (2);          Rimessa in marcia dopo manutenzione (2);          Procedure di controllo per modifica di apparecchi o linee (4);          Procedura di controllo per modifica di istruzioni operative (3);          Condizioni di guasto anomalo prevedibile (5).</p>
3.1.2.9	Sorveglianza dell'impianto		0,67	<p>Si prevede che:          L'impianto di sorveglianza sia regolarmente presidiato giorno e notte, con l'impiego di televisione a circuito chiuso per l'osservazione da vicino delle parti principali (0,95);          Sistema di sicurezza dell'impianto efficace e presidio del suo perimetro per impedirne l'accesso alle persone non autorizzate (0,9);          Efficaci sistemi antiaccensione e antifumo e controllo accurato del movimento di veicoli in zone pericolose (0,9);          Sistema cercapersone in dotazione ad operatori chiave e telefoni o altre apparecchiature di comunicazione sull'impianto (0,97);          Tutti gli operatori possono comunicare con la sala di controllo mediante radio bidirezionale da qualunque parte del complesso (0,90);</p>
<b>Prodotto Totale Fattori Controllo del Processo K2 =0,194</b>				

<b>3.1.3 Atteggiamento per la Sicurezza</b>				
3.1.3.1	Coinvolgimento dell'amministrazione		0,81	<p>Non sono assolutamente consentiti compromessi tra fattori economici / produttivi e sicurezza (0,90);</p> <p>Sono rispettate le norme per l'ispezione degli apparecchi a pressione e si adempie alle prescrizioni in quanto facenti parte della politica di sicurezza, indipendentemente da fattori economici di produzione aggiuntivo (0,95);</p> <p>Gli accadimenti pericolosi, compresi i casi di incidenti evitati, vengono analizzati e registrati e vengono intrapresi i conseguenti necessari provvedimenti (0,95).</p>
3.1.3.2	Addestramento alla sicurezza		0,85	<p>E previsto un programma molto approfondito di corsi regolari di addestramento alla sicurezza rivolto a tutti gli operatori, al personale direttivo e ausiliario e alle imprese appaltatrici (0,85).</p>
3.1.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza		0,707	<p>Verrà osservato un sistema rigoroso di permessi di lavoro o di certificazioni di svincolo per i lavori di manutenzione e modifica, secondo procedure molto accurate (0,90);</p> <p>La manutenzione preventiva verrà eseguita su base programmata (0,97);</p> <p>Verranno eseguite regolari ispezioni di sicurezza e controlli dello stato di conservazioni delle strutture per accertare l'assenza di residui, in particolare di sostanze infiammabili o combustibili e l'assenza di perdite di sostanze tossiche o infiammabili o di fluidi di servizio (0,90);</p> <p>Verranno effettuate ispezioni, controlli non distruttivi e prove di pressione degli apparecchi a pressione da autorità indipendenti (0,90).</p>

<b>Prodotto Totale Fattori Atteggimento Sicurezza K3 = 0,487</b>				
<b>3.2.1 Protezioni Antincendio</b>				
3.2.1.1	Protezione antincendio delle strutture		1	Non applicato cautelativamente
3.2.1.2	Pareti e barriere antincendio		1	Non applicabile
3.2.1.3	Protezione delle apparecchiature dall'incendio		1	Non applicabile
<b>Prodotto Totale Fattori Protezione Incendio K4 = 1.000</b>				
<b>3.2.2 Isolamento delle Sostanze</b>				
3.2.2.1	Sistemi a valvole		0,80	Tutti gli apparecchi e i vari settori delle condotte principali all'interno dell'unità sono dotati di valvole di isolamento comandate a distanza, con linee di controllo e cavi protetti dall'incendio, cosicché risulti possibile un rapido isolamento al verificarsi di una emergenza (0,80);
3.2.2.2	Ventilazione		1	Non applicabile
<b>Prodotto Totale Fattori Isolamento Sostanze K5 = 0,800</b>				

<b>3.2.3 Operazioni Antincendio</b>				
3.2.3.1	Allarmi per l'incendio		0.9	Sono presenti rilevatori di incendio in grado di rispondere all'incendio in qualsiasi punto entro 1 minuto.
3.2.3.2	Estintori portatili		0,76	Si prevede la presenza di: Provvista adeguata di estintori d'incendio specializzati (0,85); Supporto di apparecchiature carrellate specializzate di grandi dimensioni (0,90);
3.2.3.3	Riserva d'acqua		0,675	Si prevede che i valori di portata, pressione, e la capacità della riserva idrica siano pari ad almeno 0,45 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> a 8,5 bar eff. (0.75); Inoltre si prevedono tubazioni di risalita mantenute in secco per uso dei VV.F. (0.90).
3.2.3.4	Sistemi a spruzzo d'acqua o con monitori		1	Non applicato conservativamente anche se sono presenti monitori orientabili a distanza.
3.2.3.5	Installazioni a schiume e a inerti		1	Non applicabile

3.2.3.6	Assistenza dei Vigili del Fuoco		0,70	È previsto l'intervento di un mezzo specializzato del CNVVF antincendio a torretta, entro 15 minuti dalla chiamata (0,70)
3.2.3.7	Cooperazione di stabilimento		0,765	Si prevede che venga svolto: Addestramento regolare degli operatori all'uso degli estintori portatili e delle apparecchiature fisse (0,90); Disponibilità nell'installazione di adeguate scorte di prodotti chimici specializzati antincendio (0,85)
<b>Prodotto Totale Fattori Operazioni Antincendio K6 = 0,247</b>				

<b>Riepilogo fattori e parametri</b>		
Temperatura	T	-134
Fattore sostanza	B	21
Rischi specifici delle sostanze (2.4.1)	M	35
Caratteristiche di miscelazione (2.4.1.3)	m	40
Rischi generali di processo (2.4.2)	P	10
Rischi particolari di processo (2.4.3)	S	395
Fattore di pressione (2.4.3.2)	p	25
Totale sostanze (tonnellate) (2.4.4.1)	K	30
Fattore quantità (2.4.4.2)	Q	60
Rischi connessi al layout (2.4.5)	L	50
Altezza in metri (2.4.5.1)	H	10
Area di lavoro in metri quadrati (2.4.5.2)	N	100
Rischi per la salute in caso di incidente (2.4.6)	s	0
Indice di rischio tossico dell'unità (2.5.1)	Tu	1.08
Indice equivalente DOW	D	188

<b>Riepilogo fattori compensativi</b>		
Contenimento (3.1.1)	K1	0,454
Controllo del processo (3.1.2)	K2	0,194
Atteggiamento nei riguardi della sicurezza (3.1.3)	K3	0,487
Protezione antincendio (3.2.1)	K4	1,000
Isolamento ed eliminazione delle sostanze (3.2.2)	K5	0,800
Operazione antincendio (3.2.3)	K6	0,247

<b>Calcolo degli indici di rischio</b>		
F	6,3	Moderato
C	5.4	Alto
A	1148	Molto Alto
G	17514	Grave
T	0	n.a.

<b>Calcolo degli indici di rischio compensati</b>		
$F' = F \times (K1 \times K3 \times K5 \times K6)$	0.3	Lieve
$C' = C \times (K2 \times K3)$	0.5	Lieve
$A' = A \times (K1 \times K2 \times K3 \times K5)$	39	Moderato
$G' = G \times (K1 \times K2 \times K3 \times K4 \times K5 \times K6)$	148	Moderato
$T' = T \times (K2 \times K3)$	0	n.a.

## **METODOLOGIA AD INDICI**

basata su:

DPCM 31 Marzo 1989, No. 27  
Applicazione dell'art. 12 del decreto del  
Presidente della Repubblica  
17 Maggio 1988, n. 175, concernente rischi  
rilevanti  
connessi a determinate attività industriali

Binetti et al. - ISPESL / Istituto Superiore della  
Sanità  
Metodo indicizzato per l'analisi e la valutazione  
del rischio  
di determinate attività industriali

## **CARATTERIZZAZIONE UNITA' LOGICHE**

### **Unità G9: Vaporizzazione GNL.**

Data:	Marzo 2016
Installazione:	Terminale GNL Rosignano
Località Installazione:	Rosignano Marittimo (LI)
Impianto:	Terminale GNL Rosignano
Unità G9:	Vaporizzazione GNL
Sostanze:	METANO

### **INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI**

Pressione:	79 barg 1145.8 psig 116,03 Kgf/cm2 eff.
Temperatura:	-152 °C
Sostanza o Miscela Chiave:	Metano
Fattore Sostanza B:	21 (Metano)

Riferim. Paragrafo	Argomento	Campo dei valori	Fattore adottato	Giustificazione parametri scelti
<b>2.4</b>	<b>Individuazione dei fattori di penalizzazione</b>			
<b>2.4.1 Rischi Specifici delle Sostanze</b>				
2.4.1.1	Sostanze ossidanti	0 / 20	0	La sostanza non sviluppa ossigeno in caso di incendio.
2.4.1.2	Formazione di gas con acqua	0 / 30	0	La sostanza a temperature elevate non reagisce con l'acqua formando gas combustibile.
2.4.1.3	Caratteristiche di miscelazione e di dispersione: <b>m</b>			
2.4.1.3.1	Gas infiammabili di bassa densità	-60 / 0	0	Il gas è molto raffreddato molto al di sotto di 0°C.
2.4.1.3.2	Gas infiammabili liquefatti	30	0	Non applicabile, in quanto non è stoccato come liquido sotto pressione.
2.4.1.3.3	Stoccaggio criogenico	0 / 60	40	La sostanza nel vaporizzatore si trova sia allo stato gassoso che allo stato liquido refrigerato e viene movimentato ad una pressione massima pari a 80 bara. Il DPCM 31/3/89 ed il "Metodo Indicizzato per l'Analisi e la Valutazione del Rischio di Determinate Attività Industriali" (Binetti et al 1990) indicano per questo tipo di gas (stoccaggio criogenico) un fattore da 0 a 60. Se le temperature sono inferiori a -30°C è necessario per il contenimento di questi liquidi in condizioni di sicurezza, l'impiego di materiali da costruzione speciali. Per tenere conto di ciò si dovrà assegnare un fattore pari a 60 per i liquidi mantenuti a temperatura inferiore a -30 °C a contatto con acciaio dolce o bassolegato. Fattori inferiori possono essere utilizzati qualora siano stati utilizzati materiali da costruzione alternativi. Considerato che il terminale è progettato secondo la UNI EN 1473, secondo quanto stabilito al punto 4.5.1 le apparecchiature e le tubazioni saranno progettati

				per basse temperature. I materiali saranno in accordo alla EN 1160. Si assegna malgrado ciò un fattore cautelativo pari a 40.
2.4.1.3.4	Sostanze ad alta viscosità	-20 / 0	0	Non applicabile
2.4.1.3.5	Polveri combustibili ed infiammabili	0 / 100	0	Non applicabile
2.4.1.4	Riscaldamento spontaneo	30 / 250	0	La sostanza non dà luogo a riscaldamento spontaneo.
2.4.1.5	Polimerizzazione spontanea	25 / 75	0	La sostanza non dà luogo a reazioni di polimerizzazione spontanea.
2.4.1.6	Suscettibilità di accensione	-75 / 150	-5	Il fattore indicato è riportato all'Allegato II, del DPCM 31/3/89, nella Tabella 5.1.
2.4.1.7	Tendenza a decomposizione esplosiva gassosa	75 / 125	0	La sostanza non ha tendenza a decomposizione esplosiva gassosa. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.8	Suscettibilità a detonazione gassosa	0 / 150	0	La detonazione della sostanza non è possibile nelle normali condizioni di processo. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.9	Esplosività in fase condensata	200 / 1500	0	La sostanza non ha comportamenti esplosivi in fase condensata.

				La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.10	Altri comportamenti insoliti	0 / 150	0	La sostanza non presenta comportamenti insoliti. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
<b>Totale Rischi Specifici delle Sostanze M = 35</b>				
<b>2.4.2 Rischi Generali di Processo</b>				
2.4.2.1	Manipolazione e cambiamenti solo di stato fisico	10 / 50	10	Pur se le operazioni di processo sono eseguite in sistemi chiusi che utilizzano tubazioni di processo fisse, si attribuisce, conservativamente un fattore pari a 10.
2.4.2.2	Fasi di reazione			
2.4.2.2.1	Caratteristiche di reazione	25 / 50	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.2	Reazioni in processi discontinui (batch)	10 / 60	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.3	Molteplicità di reazioni o di processi	25 / 75	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.3	Trasferimento delle sostanze	0 / 150	0	Il trasferimento del metano avviene con sistema di tubazioni permanenti e completamente chiuse.

2.4.2.4	Contenitori trasportabili	10 / 100	0	Le attività di scarico del metano non comportano l'uso di contenitori trasportabili su strada o per ferrovia.
<b>Totale Rischi Generali di Processo P = 10</b>				
<b>2.4.3 Rischi Particolari di Processo</b>				
2.4.3.1	Bassa pressione	50 / 150	0	Le normali attività di processo non prevedono pressioni operative inferiori a quella atmosferica.
2.4.3.2	Alta pressione <b>p</b>	0 / 160	86	La pressione massima data dalle pompe è pari a 79 barg. Il fattore è valutato mediante la Figura IV riportata all'Allegato II al DPCM 31.03.1989
2.4.3.3	Bassa temperatura	0 / 100	0	La temperatura di esercizio normale sarà sempre superiore di almeno 10°C alla temperatura di transizione dell'acciaio con cui è costruita l'unità.
2.4.3.4	Temperatura elevata			
2.4.3.4.1	Sostanze infiammabili	0 / 35	25	La temperatura di esercizio è pari a circa -152 °C, superiore alla sua temperatura di punto di infiammabilità..
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0 / 25	0	Le temperatura di esercizio è pari a circa -152°C, e non provoca alcuna riduzione delle sollecitazioni ammissibili del materiale di costruzione.
2.4.3.5	Corrosione ed erosione			

2.4.3.5.1	Corrosione interna	0 / 150	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.
2.4.3.5.2	Corrosione esterna	0 / 100	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.
2.4.3.6	Perdite da giunti e guarnizioni	0 / 60	0	Prevista la costruzione saldata per la maggior parte dei giunti, accoppiamenti flangiati di tipo noto.
2.4.3.7	Vibrazioni, carichi ciclici, etc.	0 / 100	50	Si assume in via cautelativa il valore 50 per tenere in considerazione il rischio di fatica eventualmente generato dalle pompe.
2.4.3.8	Processo/reazione difficile da controllare	20 / 300	0	Non applicabile in quanto non è effettuato alcun tipo di processo o reazione chimica.
2.4.3.9	Funzionamento entro/vicino campo infiammabilità	25 / 450	0	All'interno dell'unità è presente unicamente metano al 100%, per cui non è possibile entrare nel campo di infiammabilità.
2.4.3.10	Rischio di esplosione superiore alla media	40 / 100	40	Un eventuale rilascio di metano produrrebbe la probabile formazione di una concentrazione infiammabile in una vasta zona dell'atmosfera circostante.
2.4.3.11	Rischio di esplosione di polveri nebbie	30 / 70	30	La possibilità di formazione di una nebbia di metano, dovuta alla produzione di vapore freddo e denso, è possibile esclusivamente a seguito della rottura delle apparecchiature stesse. Questo può avvenire se la perdita è di metano ancora nella fase liquida.
2.4.3.12	Ossidanti ad alta potenza	0 / 400	0	Nell'unità non sono previsti processi utilizzando sostanze ossidanti.

2.4.3.13	Suscettibilità all'accensione	0 / 100	0	Nell'unità non sono previsti processi suscettibili di accensione.
2.4.3.14	Rischi elettrostatici	10 / 200	200	Conservativamente viene adoperato il valore massimo attribuibile al fattore in esame.
<b>Totale Rischi Particolari di Processo S = 431</b>				
<b>2.4.4 Rischi Dovuti alla Quantità</b>				
2.4.4.1	Totale sostanze in tonnellate K =		15	L'hold-up del vaporizzatore e delle relative tubazioni viene assunto pari a 15 tonnellate.
2.4.4.2	Fattore quantità Q =		45	Il valore è desunto dalla figura VI dell'Allegato II al DPCM 31.03.1989.
<b>2.4.5 Rischi Connessi al Layout</b>				
2.4.5.1	Altezza in metri H =	--	15	Altezza dell'unità dal livello del terreno.
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	600	Cautelativamente viene considerata una area di lavoro di 30 m. per 20 m.
2.4.5.3	Progettazione struttura	0 / 200		
2.4.5.3.1	Unità di processo		0	Non applicabile.
2.4.5.3.2	Unità di stoccaggio		0	Non applicabile.
2.4.5.3.3	Sale compressori		0	Non applicabile.

2.4.5.3.4	Sostanze il cui vapore ha densità elevata		0	Non applicabile.
2.4.5.4	Effetto domino	0 / 250	0	Non applicato essendo la altezza inferiore ai 20 m.
2.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo	50 / 150	0	Non applicabile.
2.4.5.6	Drenaggio superficiale	0 / 100	50	Eventuali fuoriuscite di GNL, spandimenti all'interno dell'area di lavoro, verranno convogliati verso una rete di raccolta che interseca l'area di lavoro.
2.4.5.7	Altre caratteristiche	50 / 250	0	Non applicabile.
<b>Totale Rischi Layout L = 50</b>				
<b>2.4.6 Rischi per la salute in caso di incidente</b>				
	s =	0 / 100	0	Come indicato nella Tabella 9 dell'Allegato II D.P.C.M. 31/3/89 per le sostanze infiammabili conformi all'allegato IV) c) i) del DPR 175 del 17/05/1988 (essendo indicati PT =0, PET =0 e IIT=1.08).
<b>2.5 Parametri Relativi alla Tossicità</b>				
2.5.1	Indice Intrinseco di Tossicità (IIT)		1,08	Come indicato nella Tabella 9 dell'Allegato II D.P.C.M. 31/3/89 per le sostanze infiammabili conformi all'allegato IV) c) i) del DPR 175 del 17/05/1988 (essendo indicati PT =0, PET =0 e IIT=1.08).

<b>Eventuali Valori di Compensazione per Configurazioni di Sicurezza e Misure Preventive</b>				
<b>3.1.1 Contenimento</b>				
3.1.1.1	Apparecchi a pressione		1	Non viene applicato alcun fattore anche se nella progettazione e la realizzazione delle tubazioni verranno integralmente rispettate le norme di riferimento.
3.1.1.2	Serbatoi di stoccaggio verticali non a pressione		1	Non applicabile
3.1.1.3	Condotte di trasferimento		0,90	Le condotte saranno interamente saldate, radiografate al 100%, senza flange ( escluse i punti di sezionamento con valvole ) come da “American National Standard for Gas Transmission and Distribution Piping Systems”.
3.1.1.4	Involucri e argini supplementari		1	Non viene applicato alcun fattore di contenimento.
3.1.1.5	Rilevamento perdite e modalità di reazione		0.56	L'eventuale perdita è rilevabile rapidamente e gli operatori in sala controllo sono in grado di procedere all'isolamento e ad una efficace depressurizzazione mediante valvole ad azione rapida comandate a distanza (0.7). Condotte di trasferimento con valvole di isolamento tutte comandabili a distanza da una sala di controllo presidiata in permanenza (0.8). Rilevatori tarati al 10 % del limite inferiore di infiammabilità.
3.1.1.6	Sfiati e scarichi di emergenza		1	Non applicabile

<b>Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 = 0,504</b>				
<b>3.1.2 Controllo del Processo</b>				
3.1.2.1	Sistemi di allarme e di blocco		0,9	Le deviazioni vengono segnalate da svariate indicazioni di allarme.
3.1.2.2	Fornitura energia elettrica di emergenza		0,9	Esiste la possibilità di commutazione automatica su una fonte di energia elettrica di emergenza per i servizi fondamentali.
3.1.2.3	Sistema di raffreddamento del processo		1	Non applicabile non essendo previsti sistemi di raffreddamento.
3.1.2.4	Sistemi a gas inerte		1	Non applicabile.
3.1.2.5	Sistemi di arresto di sicurezza		0,56	Sono previsti sistemi di protezione ad alta integrità (0.7)  Le attrezzature di sicurezza e di controllo vengono verificate con l'impianto in marcia e con frequenza definita da uno studio di rischio (0.8)
3.1.2.6	Controllo con computer		0,85	Il computer in linea controlla sempre il funzionamento ed ha la capacità di arrestare il processo indipendente dalle considerazioni precedenti
3.1.2.7	Protezione da esplosione		1	Cautelativamente non viene preso in considerazione alcun fattore correttivo.

3.1.2.8	Istruzioni operative		0,75	<p>Si prevede la presenza di istruzioni operative chiare esaurienti, circa:          Marcia in attesa (1);          Marcia a livello ridotto (1);          Livello operativo maggiorato (2);          Arresto di emergenza (3);          Rimessa in marcia poco dopo l'arresto (2);          Procedure di manutenzione, permessi di lavoro e decontaminazione (2);          Rimessa in marcia dopo manutenzione (2);          Procedure di controllo per modifica di apparecchi o linee (4);          Procedura di controllo per modifica di istruzioni operative (3);          Condizioni di guasto anomalo prevedibile (5).</p>
3.1.2.9	Sorveglianza dell'impianto		0,67	<p>Si prevede che:          L'impianto di sorveglianza sia regolarmente presidiato giorno e notte, con l'impiego di televisione a circuito chiuso per l'osservazione da vicino delle parti principali (0,95);          Sistema di sicurezza dell'impianto efficace e presidio del suo perimetro per impedirne l'accesso alle persone non autorizzate (0,9);          Efficaci sistemi antiaccensione e antifumo e controllo accurato del movimento di veicoli in zone pericolose (0,9);          Sistema cercapersone in dotazione ad operatori chiave e telefoni o altre apparecchiature di comunicazione sull'impianto (0,97);          Tutti gli operatori possono comunicare con la sala di controllo mediante radio bidirezionale da qualunque parte del complesso (0,90);</p>
<b>Prodotto Totale Fattori Controllo del Processo K2 =0,194</b>				

<b>3.1.3 Atteggiamento per la Sicurezza</b>				
3.1.3.1	Coinvolgimento dell'amministrazione		0,81	<p>Non sono assolutamente consentiti compromessi tra fattori economici / produttivi e sicurezza (0,90);</p> <p>Sono rispettate le norme per l'ispezione degli apparecchi a pressione e si adempie alle prescrizioni in quanto facenti parte della politica di sicurezza, indipendentemente da fattori economici di produzione aggiuntivo (0,95);</p> <p>Gli accadimenti pericolosi, compresi i casi di incidenti evitati, vengono analizzati e registrati e vengono intrapresi i conseguenti necessari provvedimenti (0,95).</p>
3.1.3.2	Addestramento alla sicurezza		0,85	<p>E previsto un programma molto approfondito di corsi regolari di addestramento alla sicurezza rivolto a tutti gli operatori, al personale direttivo e ausiliario e alle imprese appaltatrici (0,85).</p>
3.1.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza		0,707	<p>Verrà osservato un sistema rigoroso di permessi di lavoro o di certificazioni di svincolo per i lavori di manutenzione e modifica, secondo procedure molto accurate (0,90);</p> <p>La manutenzione preventiva verrà eseguita su base programmata (0,97);</p> <p>Verranno eseguite regolari ispezioni di sicurezza e controlli dello stato di conservazioni delle strutture per accertare l'assenza di residui, in particolare di sostanze infiammabili o combustibili e l'assenza di perdite di sostanze tossiche o infiammabili o di fluidi di servizio (0,90);</p> <p>Verranno effettuate ispezioni, controlli non distruttivi e prove di pressione degli apparecchi a pressione da autorità indipendenti (0,90).</p>

<b>Prodotto Totale Fattori Atteggimento Sicurezza K3 = 0,487</b>				
<b>3.2.1 Protezioni Antincendio</b>				
3.2.1.1	Protezione antincendio delle strutture		1	Non applicato cautelativamente
3.2.1.2	Pareti e barriere antincendio		1	Non applicabile
3.2.1.3	Protezione delle apparecchiature dall'incendio		1	Non applicabile
<b>Prodotto Totale Fattori Protezione Incendio K4 = 1.000</b>				
<b>3.2.2 Isolamento delle Sostanze</b>				
3.2.2.1	Sistemi a valvole		0,80	Tutti gli apparecchi e i vari settori delle condotte principali all'interno dell'unità sono dotati di valvole di isolamento comandate a distanza, con linee di controllo e cavi protetti dall'incendio, cosicché risulti possibile un rapido isolamento al verificarsi di una emergenza (0,80);
3.2.2.2	Ventilazione		1	Non applicabile
<b>Prodotto Totale Fattori Isolamento Sostanze K5 = 0,800</b>				

<b>3.2.3 Operazioni Antincendio</b>				
3.2.3.1	Allarmi per l'incendio		0.9	Sono presenti rilevatori di incendio in grado di rispondere all'incendio in qualsiasi punto entro 1 minuto.
3.2.3.2	Estintori portatili		0,76	Si prevede la presenza di: Provvista adeguata di estintori d'incendio specializzati (0,85); Supporto di apparecchiature carrellate specializzate di grandi dimensioni (0,90);
3.2.3.3	Riserva d'acqua		0,675	Si prevede che i valori di portata, pressione, e la capacità della riserva idrica siano pari ad almeno 0,45 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> a 8,5 bar eff. (0.75); Inoltre si prevedono tubazioni di risalita mantenute in secco per uso dei VV.F. (0.90).
3.2.3.4	Sistemi a spruzzo d'acqua o con monitori		1	Non applicato conservativamente anche se sono presenti monitori orientabili a distanza.
3.2.3.5	Installazioni a schiume e a inerti		1	Non applicabile

3.2.3.6	Assistenza dei Vigili del Fuoco		0,70	È previsto l'intervento di un mezzo specializzato del CNVVF antincendio a torretta, entro 15 minuti dalla chiamata (0,70)
3.2.3.7	Cooperazione di stabilimento		0,765	Si prevede che venga svolto: Addestramento regolare degli operatori all'uso degli estintori portatili e delle apparecchiature fisse (0,90); Disponibilità nell'installazione di adeguate scorte di prodotti chimici specializzati antincendio (0,85)
<b>Prodotto Totale Fattori Operazioni Antincendio K6 = 0,247</b>				

<b>Riepilogo fattori e parametri</b>		
Temperatura	T	-152
Fattore sostanza	B	21
Rischi specifici delle sostanze (2.4.1)	M	35
Caratteristiche di miscelazione (2.4.1.3)	m	40
Rischi generali di processo (2.4.2)	P	10
Rischi particolari di processo (2.4.3)	S	431
Fattore di pressione (2.4.3.2)	p	86
Totale sostanze (tonnellate) (2.4.4.1)	K	15
Fattore quantità (2.4.4.2)	Q	45
Rischi connessi al layout (2.4.5)	L	50
Altezza in metri (2.4.5.1)	H	15
Area di lavoro in metri quadrati (2.4.5.2)	N	600
Rischi per la salute in caso di incidente (2.4.6)	s	0
Indice di rischio tossico dell'unità (2.5.1)	Tu	1.08
Indice equivalente DOW	D	195

<b>Riepilogo fattori compensativi</b>		
Contenimento (3.1.1)	K1	0,504
Controllo del processo (3.1.2)	K2	0,194
Atteggiamento nei riguardi della sicurezza (3.1.3)	K3	0,487
Protezione antincendio (3.2.1)	K4	1,000
Isolamento ed eliminazione delle sostanze (3.2.2)	K5	0,800
Operazione antincendio (3.2.3)	K6	0,247

<b>Calcolo degli indici di rischio</b>		
F	0.53	Lieve
C	5.8	Alto
A	4011	Grave
G	10515	Molto Alto
T	0	n.a.

<b>Calcolo degli indici di rischio compensati</b>		
$F' = F \times (K1 \times K3 \times K5 \times K6)$	0,03	Lieve
$C' = C \times (K2 \times K3)$	0.54	Lieve
$A' = A \times (K1 \times K2 \times K3 \times K5)$	153	Alto
$G' = G \times (K1 \times K2 \times K3 \times K4 \times K5 \times K6)$	99	Basso
$T' = T \times (K2 \times K3)$	0	n.a.

## METODOLOGIA AD INDICI

basata su:

DPCM 31 Marzo 1989, No. 27  
Applicazione dell'art. 12 del decreto del  
Presidente della Repubblica  
17 Maggio 1988, n. 175, concernente rischi  
rilevanti  
connessi a determinate attività industriali

Binetti et al. - ISPESL / Istituto Superiore della  
Sanità  
Metodo indicizzato per l'analisi e la valutazione  
del rischio  
di determinate attività industriali

## CARATTERIZZAZIONE UNITA' LOGICHE

### Unità G10: Condotta di Trasporto Gas Metano

Data:	Marzo 2016
Installazione:	Terminale GNL Rosignano
Località Installazione:	Rosignano Marittimo (LI)
Impianto:	Terminale GNL Rosignano
Unità G10:	Condotta di trasporto gas metano.
Sostanze:	METANO

### INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

Pressione:	76,5 barg 1109,53 psig Kgf/cm2 78,008 eff.
Temperatura:	2°C
Sostanza o Miscela Chiave:	Metano
Fattore Sostanza B:	21 (Metano)

Riferim. Paragrafo	Argomento	Campo dei valori	Fattore adottato	Giustificazione parametri scelti
<b>2.4</b>	<b>Individuazione dei fattori di penalizzazione</b>			
<b>2.4.1 Rischi Specifici delle Sostanze</b>				
2.4.1.1	Sostanze ossidanti	0 / 20	0	La sostanza non sviluppa ossigeno in caso di incendio.
2.4.1.2	Formazione di gas con acqua	0 / 30	0	La sostanza a temperature elevate non reagisce con l'acqua formando gas combustibile.
2.4.1.3	Caratteristiche di miscelazione e di dispersione: <b>m</b>			
2.4.1.3.1	Gas infiammabili di bassa densità	-60 / 0	-20	Essendo a temperatura superiore a 0°C, ed allo stato gassoso, il metano tende a salire verso l'alto e pertanto si disperde rapidamente ed è meno soggetto ai rischi di incendio o di esplosione.
2.4.1.3.2	Gas infiammabili liquefatti	30	0	Non applicabile, in quanto non è stoccato come liquido sotto pressione.
2.4.1.3.3	Stoccaggio criogenico	0 / 60	0	Non applicabile
2.4.1.3.4	Sostanze ad alta viscosità	-20 / 0	0	Non applicabile
2.4.1.3.5	Polveri combustibili ed infiammabili	0 / 100	0	Non applicabile
2.4.1.4	Riscaldamento spontaneo	30 / 250	0	La sostanza non dà luogo a riscaldamento spontaneo.
2.4.1.5	Polimerizzazione spontanea	25 / 75	0	La sostanza non dà luogo a reazioni di polimerizzazione spontanea.
2.4.1.6	Suscettibilità di accensione	-75 / 150	-5	Il fattore indicato è riportato all'Allegato II, del DPCM 31/3/89, nella Tabella 5.1.

2.4.1.7	Tendenza a decomposizione esplosiva gassosa	75 / 125	0	La sostanza non ha tendenza a decomposizione esplosiva gassosa. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.8	Suscettibilità a detonazione gassosa	0 / 150	0	La detonazione della sostanza non è possibile nelle normali condizioni di processo. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.9	Esplosività in fase condensata	200 / 1500	0	La sostanza non ha comportamenti esplosivi in fase condensata. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.10	Altri comportamenti insoliti	0 / 150	0	La sostanza non presenta comportamenti insoliti.

				La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
<b>Totale Rischi Specifici delle Sostanze M = -25</b>				
<b>2.4.2 Rischi Generali di Processo</b>				
2.4.2.1	Manipolazione e cambiamenti solo di stato fisico	10 / 50	10	Pur se le operazioni di processo sono eseguite in sistemi chiusi che utilizzano tubazioni di processo fisse, si attribuisce, conservativamente un fattore pari a 10.
2.4.2.2	Fasi di reazione			
2.4.2.2.1	Caratteristiche di reazione	25 / 50	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.2	Reazioni in processi discontinui (batch)	10 / 60	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.3	Molteplicità di reazioni o di processi	25 / 75	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.3	Trasferimento delle sostanze	0 / 150	0	Il trasferimento del metano avviene con sistema di tubazioni permanenti e completamente chiuse.
2.4.2.4	Contenitori trasportabili	10 / 100	0	Le attività di scarico del metano non comportano l'uso di contenitori trasportabili su strada o per ferrovia.
<b>Totale Rischi Generali di Processo P = 10</b>				

<b>2.4.3 Rischi Particolari di Processo</b>				
2.4.3.1	Bassa pressione	50 / 150	0	Le normali attività di processo non prevedono pressioni operative inferiori a quella atmosferica.
2.4.3.2	Alta pressione <b>p</b>	0 / 160	85	La pressione massima data dalle pompe è pari a 77 barg. Il fattore è valutato mediante la Figura IV riportata all'Allegato II al DPCM 31.03.1989
2.4.3.3	Bassa temperatura	0 / 100	15	La condotta sarà realizzata con acciaio al carbonio di tipo standard con temperatura di transizione considerata pari a 0°C
2.4.3.4	Temperatura elevata			
2.4.3.4.1	Sostanze infiammabili	0 / 35	25	La temperatura di esercizio è pari a circa 2 °C, superiore alla sua temperatura di ebollizione.
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0 / 25	0	Le temperatura di esercizio è pari a circa 2°C, e non provoca alcuna riduzione delle sollecitazioni ammissibili del materiale di costruzione.
2.4.3.5	Corrosione ed erosione			
2.4.3.5.1	Corrosione interna	0 / 150	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.
2.4.3.5.2	Corrosione esterna	0 / 100	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.

2.4.3.6	Perdite da giunti e guarnizioni	0 / 60	0	Prevista la costruzione saldata per la maggior parte dei giunti, accoppiamenti flangiati di tipo noto.
2.4.3.7	Vibrazioni, carichi ciclici, etc.	0 / 100	50	Si assume in via cautelativa il valore 50 pur se all'interno non sono presenti organi rotanti o dotati di moto alternato.
2.4.3.8	Processo/reazione difficile da controllare	20 / 300	0	Non applicabile in quanto non è effettuato alcun tipo di processo o reazione chimica.
2.4.3.9	Funzionamento entro/vicino campo infiammabilità	25 / 450	0	All'interno dell'unità è presente unicamente metano al 100%, per cui non è possibile entrare nel campo di infiammabilità.
2.4.3.10	Rischio di esplosione superiore alla media	40 / 100	40	Un eventuale rilascio di metano produrrebbe la probabile formazione di una concentrazione infiammabile in una vasta zona dell'atmosfera circostante.
2.4.3.11	Rischio di esplosione di polveri nebbie	30 / 70	30	La possibilità di formazione di una nebbia di metano, dovuta alla produzione di vapore freddo e denso, è possibile esclusivamente a seguito della rottura delle apparecchiature stesse. Questo può avvenire se la perdita è di metano ancora nella fase liquida.
2.4.3.12	Ossidanti ad alta potenza	0 / 400	0	Nell'unità non sono previsti processi utilizzando sostanze ossidanti.
2.4.3.13	Suscettibilità all'accensione	0 / 100	0	Nell'unità non sono previsti processi suscettibili di accensione.
2.4.3.14	Rischi elettrostatici	10 / 200	200	Conservativamente viene adoperato il valore massimo attribuibile al fattore in esame.

<b>Totale Rischi Particolari di Processo S = 420</b>				
<b>2.4.4 Rischi Dovuti alla Quantità</b>				
2.4.4.1	Totale sostanze in tonnellate K =		20	L'hold-up della tubazione viene assunto pari a 20 tonnellate.
2.4.4.2	Fattore quantità Q =		53	Il valore è desunto dalla figura VI dell'Allegato II al DPCM 31.03.1989.
<b>2.4.5 Rischi Connessi al Layout</b>				
2.4.5.1	Altezza in metri H =	--	1	Altezza dell'unità dal livello del terreno.
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	1000	Cautelativamente viene considerata una area di lavoro di 500 m. per 2 m.
2.4.5.3	Progettazione struttura	0 / 200		
2.4.5.3.1	Unità di processo		0	Non applicabile.
2.4.5.3.2	Unità di stoccaggio		0	Non applicabile.
2.4.5.3.3	Sale compressori		0	Non applicabile.
2.4.5.3.4	Sostanze il cui vapore ha densità elevata		0	Non applicabile.
2.4.5.4	Effetto domino	0 / 250	0	Non applicato essendo la altezza inferiore ai 20 m.
2.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo	50 / 150	0	Non applicabile.

2.4.5.6	Drenaggio superficiale	0 / 100	0	Non applicabile.
2.4.5.7	Altre caratteristiche	50 / 250	0	Non applicabile.
<b>Totale Rischi Layout L = 0</b>				
<b>2.4.6 Rischi per la salute in caso di incidente</b>				
	s =	0 / 100	0	Come indicato nella Tabella IX dell'Allegato II D.P.C.M. 31/3/89 per le sostanze infiammabili conformi all'allegato IV) c) i) del DPR 175 del 17/05/1988 (essendo indicati PT =0, PET =0 e IIT=1.08).
<b>2.5 Parametri Relativi alla Tossicità</b>				
2.5.1	Indice Intrinseco di Tossicità (IIT)		1,08	Come indicato nella Tabella IX dell'Allegato II D.P.C.M. 31/3/89 per le sostanze infiammabili conformi all'allegato IV) c) i) del DPR 175 del 17/05/1988 (essendo indicati PT =0, PET =0 e IIT=1.08).

<b>Eventuali Valori di Compensazione per Configurazioni di Sicurezza e Misure Preventive</b>				
<b>3.1.1 Contenimento</b>				
3.1.1.1	Apparecchi a pressione		1	Non viene applicato alcun fattore anche se nella progettazione e la realizzazione delle tubazioni verranno integralmente rispettate le norme di riferimento.
3.1.1.2	Serbatoi di stoccaggio verticali non a pressione		1	Non applicabile
3.1.1.3	Condotte di trasferimento		0,90	Le condotte saranno interamente saldate, radiografate al 100%, senza flange ( escluse i punti di sezionamento con valvole ) come da "American National Standard for Gas Transmission and Distribution Piping Systems".
3.1.1.4	Involucri e argini supplementari		1	Non viene applicato alcun fattore di contenimento.
3.1.1.5	Rilevamento perdite e modalità di reazione		0,90	Condotte di trasferimento con valvole di isolamento comandabili a distanza da una sala controllo presidiata in permanenza.
3.1.1.6	Sfiati e scarichi di emergenza		1	Non applicabile
<b>Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 = 0,810</b>				
<b>3.1.2 Controllo del Processo</b>				
3.1.2.1	Sistemi di allarme e di blocco		0,9	Le deviazioni vengono segnalate da svariate indicazioni di allarme.

3.1.2.2	Fornitura energia elettrica di emergenza		0,9	Esiste la possibilità di commutazione automatica su una fonte di energia elettrica di emergenza per i servizi fondamentali.
3.1.2.3	Sistema di raffreddamento del processo		1	Non applicabile non essendo previsti sistemi di raffreddamento.
3.1.2.4	Sistemi a gas inerte		1	Non applicabile.
3.1.2.5	Sistemi di arresto di sicurezza		0,56	Sono previsti sistemi di protezione ad alta integrità (0.7)  Le attrezzature di sicurezza e di controllo vengono verificate con l'impianto in marcia e con frequenza definita da uno studio di rischio (0.8)
3.1.2.6	Controllo con computer		0,85	Il computer in linea controlla sempre il funzionamento ed ha la capacità di arrestare il processo indipendente dalle considerazioni precedenti
3.1.2.7	Protezione da esplosione		1	Non applicabile.

3.1.2.8	Istruzioni operative		0,75	<p>Si prevede la presenza di istruzioni operative chiare esaurienti, circa:</p> <p>Marcia in attesa (1);          Marcia a livello ridotto (1);          Livello operativo maggiorato (2);          Arresto di emergenza (3);          Rimessa in marcia poco dopo l'arresto (2);          Procedure di manutenzione, permessi di lavoro e decontaminazione (2);          Rimessa in marcia dopo manutenzione (2);          Procedure di controllo per modifica di apparecchi o linee (4);          Procedura di controllo per modifica di istruzioni operative (3);          Condizioni di guasto anomalo prevedibile (5).</p>
3.1.2.9	Sorveglianza dell'impianto		0,67	<p>Si prevede che:</p> <p>L'impianto di sorveglianza sia regolarmente presidiato giorno e notte, con l'impiego di televisione a circuito chiuso per l'osservazione da vicino delle parti principali (0,95);          Sistema di sicurezza dell'impianto efficace e presidio del suo perimetro per impedirne l'accesso alle persone non autorizzate (0,9);          Efficaci sistemi antiaccensione e antifumo e controllo accurato del movimento di veicoli in zone pericolose (0,9);          Sistema cercapersone in dotazione ad operatori chiave e telefoni o altre apparecchiature di comunicazione sull'impianto (0,97);          Tutti gli operatori possono comunicare con la sala di controllo mediante radio bidirezionale da qualunque parte del complesso (0,90);</p>
<b>Prodotto Totale Fattori Controllo del Processo K2 =0,194</b>				

<b>3.1.3 Atteggiamento per la Sicurezza</b>				
3.1.3.1	Coinvolgimento dell'amministrazione		0,81	<p>Non sono assolutamente consentiti compromessi tra fattori economici / produttivi e sicurezza (0,90);</p> <p>Sono rispettate le norme per l'ispezione degli apparecchi a pressione e si adempie alle prescrizioni in quanto facenti parte della politica di sicurezza, indipendentemente da fattori economici di produzione aggiuntivo (0,95);</p> <p>Gli accadimenti pericolosi, compresi i casi di incidenti evitati, vengono analizzati e registrati e vengono intrapresi i conseguenti necessari provvedimenti (0,95).</p>
3.1.3.2	Addestramento alla sicurezza		0,85	<p>E previsto un programma molto approfondito di corsi regolari di addestramento alla sicurezza rivolto a tutti gli operatori, al personale direttivo e ausiliario e alle imprese appaltatrici (0,85).</p>
3.1.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza		0,707	<p>Verrà osservato un sistema rigoroso di permessi di lavoro o di certificazioni di svincolo per i lavori di manutenzione e modifica, secondo procedure molto accurate (0,90);</p> <p>La manutenzione preventiva verrà eseguita su base programmata (0,97);</p> <p>Verranno eseguite regolari ispezioni di sicurezza e controlli dello stato di conservazioni delle strutture per accertare l'assenza di residui, in particolare di sostanze infiammabili o combustibili e l'assenza di perdite di sostanze tossiche o infiammabili o di fluidi di servizio (0,90);</p> <p>Verranno effettuate ispezioni, controlli non distruttivi e prove di pressione degli apparecchi a pressione da autorità indipendenti (0,90).</p>

<b>Prodotto Totale Fattori Atteggimento Sicurezza K3 = 0,487</b>				
<b>3.2.1 Protezioni Antincendio</b>				
3.2.1.1	Protezione antincendio delle strutture		1	Non applicato cautelativamente
3.2.1.2	Pareti e barriere antincendio		1	Non applicabile
3.2.1.3	Protezione delle apparecchiature dall'incendio		1	Non applicabile
<b>Prodotto Totale Fattori Protezione Incendio K4 = 1.000</b>				
<b>3.2.2 Isolamento delle Sostanze</b>				
3.2.2.1	Sistemi a valvole		0,80	Condotta dotata di valvole di isolamento comandate a distanza, con linee di controllo e cavi protetti dall'incendio, cosicché risulti possibile un rapido isolamento al verificarsi di una emergenza (0,80);
3.2.2.2	Ventilazione		1	Non applicabile
<b>Prodotto Totale Fattori Isolamento Sostanze K5 = 0,800</b>				

<b>3.2.3 Operazioni Antincendio</b>				
3.2.3.1	Allarmi per l'incendio		1	Non sono presenti rilevatori di incendio in grado di rispondere all'incendio in qualsiasi punto entro 1 minuto.
3.2.3.2	Estintori portatili		0,76	Si prevede la presenza di: Provvista adeguata di estintori d'incendio specializzati (0,85); Supporto di apparecchiature carrellate specializzate di grandi dimensioni (0,90);
3.2.3.3	Riserva d'acqua		0,675	Si prevede che i valori di portata, pressione, e la capacità della riserva idrica siano pari ad almeno 0,45 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> a 8,5 bar eff. (0.75); Inoltre si prevedono tubazioni di risalita mantenute in secco per uso dei VV.F. (0.90).
3.2.3.4	Sistemi a spruzzo d'acqua o con monitori		1	Non sono presenti monitori orientabili a distanza.
3.2.3.5	Installazioni a schiume e a inerti		1	Non applicabile
3.2.3.6	Assistenza dei Vigili del Fuoco		0,70	È previsto l'intervento di un mezzo specializzato del CNVVF antincendio a torretta, entro 15 minuti dalla chiamata (0,70)

3.2.3.7	Cooperazione di stabilimento		0,765	<p>Si prevede che venga svolto:          Addestramento regolare degli operatori all'uso degli estintori portatili e delle apparecchiature fisse (0,90);          Disponibilità nell'installazione di adeguate scorte di prodotti chimici specializzati antincendio (0,85)</p>
<b>Prodotto Totale Fattori Operazioni Antincendio K6 = 0,275</b>				

<b>Riepilogo fattori e parametri</b>		
Temperatura	T	2
Fattore sostanza	B	21
Rischi specifici delle sostanze (2.4.1)	M	-25
Caratteristiche di miscelazione (2.4.1.3)	m	-20
Rischi generali di processo (2.4.2)	P	10
Rischi particolari di processo (2.4.3)	S	420
Fattore di pressione (2.4.3.2)	p	85
Totale sostanze (tonnellate) (2.4.4.1)	K	20
Fattore quantità (2.4.4.2)	Q	53
Rischi connessi al layout (2.4.5)	L	0
Altezza in metri (2.4.5.1)	H	1
Area di lavoro in metri quadrati (2.4.5.2)	N	1000
Rischi per la salute in caso di incidente (2.4.6)	s	0
Indice di rischio tossico dell'unità (2.5.1)	Tu	1.08
Indice equivalente DOW	D	99

<b>Riepilogo fattori compensativi</b>		
Contenimento (3.1.1)	K1	0,810
Controllo del processo (3.1.2)	K2	0,194
Atteggiamento nei riguardi della sicurezza (3.1.3)	K3	0,487
Protezione antincendio (3.2.1)	K4	1,000
Isolamento ed eliminazione delle sostanze (3.2.2)	K5	0,800
Operazione antincendio (3.2.3)	K6	0,275

<b>Calcolo degli indici di rischio</b>		
F	0.42	Lieve
C	5	Alto
A	354	Alto
G	1323	Alto gr.II
T	0	n.a.

<b>Calcolo degli indici di rischio compensati</b>		
$F' = F \times (K1 \times K3 \times K5 \times K6)$	0,04	Lieve
$C' = C \times (K2 \times K3)$	0.5	Lieve
$A' = A \times (K1 \times K2 \times K3 \times K5)$	22	Basso
$G' = G \times (K1 \times K2 \times K3 \times K4 \times K5 \times K6)$	22	Basso
$T' = T \times (K2 \times K3)$	0	n.a.

## METODOLOGIA AD INDICI

basata su:

### DPCM 31 Marzo 1989, No. 27

Applicazione dell'art. 12 del decreto del Presidente della Repubblica  
17 Maggio 1988, n. 175, concernente rischi rilevanti  
connessi a determinate attività industriali

### Binetti et al. - ISPESL / Istituto Superiore della Sanità

Metodo indicizzato per l'analisi e la valutazione del rischio  
di determinate attività industriali

## CARATTERIZZAZIONE UNITA' LOGICHE

### Unità G11: Area caricamento autocisterne

<u>Data:</u>	Marzo 2016
<u>Installazione:</u>	Terminale GNL Rosignano
<u>Località:</u>	Rosignano
<u>Impianto:</u>	Terminale GNL Rosignano
<u>Unità:</u>	Unità G11: Area caricamento autocisterne
<u>Sostanza:</u>	METANO

## INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

<u>Pressione:</u>	10,1 barg
	146,488 psig
	10,299 Kg/cm2 eff.
<u>Temperatura:</u>	-159 °C
<u>Sostanza o Miscela Chiave:</u>	METANO
<u>Fattore Sostanza "B":</u>	21

## CALCOLO DEI FATTORI DI PENALITA'

### 2.4 Individuazione dei Fattori di Penalizzazione

#### 2.4.1 Rischi Specifici delle Sostanze

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.1.1	Sostanze ossidanti	0/20	0	La sostanza non sviluppa ossigeno in caso di incendio.
2.4.1.2	Formazione di gas con acqua	0/30	0	La sostanza a temperature elevate non reagisce con l'acqua formando gas combustibile.
2.4.1.3	Caratteristiche di miscelazione e di dispersione: m			
2.4.1.3.1	Gas infiammabili di bassa densità	-60/0	0	Il valore raccomandato per il metano è -20 ma il gas è raffreddato fino a raggiungere lo stato liquido, a temperatura molto inferiore a 0°C.
2.4.1.3.2	Gas infiammabili liquefatti	30	0	Non applicabile in quanto non è stoccato come liquido sotto pressione.
2.4.1.3.3	Stoccaggio criogenico	0/60	40	La sostanza è mantenuta allo stato di liquido refrigerato ad una pressione pari circa alla pressione atmosferica. Il DPCM 31/3/89 ed il "Metodo Indicizzato per l'Analisi e la Valutazione del Rischio di Determinate Attività Industriali" (Binetti et al 1990), indicano per questo tipo di gas (stoccaggio criogenico) un fattore da 0 a 60. Se le temperature sono inferiori a -30°C è necessario per il contenimento di questi liquidi in condizioni di sicurezza, impiego di materiali da costruzione speciali. Per tenere conto di ciò si dovrà assegnare un fattore pari a 60 per i liquidi mantenuti a temperatura inferiore a -30 °C a contatto con acciaio dolce o bassolegato. Fattori inferiori possono essere utilizzati qualora siano stati utilizzati materiali da costruzione alternativi. Considerato che il terminale è progettato secondo la UNI EN 1473, secondo quanto indicato nel Nulla Osta di Fattibilità, le apparecchiature e le tubazioni sono progettati per basse temperature. I materiali sono in accordo alla EN 1160. Si assegna comunque un fattore cautelativo pari a 40.
2.4.1.3.4	Sostanze ad alta viscosità	-20/0	0	Non Applicabile. Considerato conservativamente pari a 0.
2.4.1.3.5	Polveri combustibili ed infiammabili	0-100	0	Non applicabile.
2.4.1.4	Riscaldamento spontaneo	30/250	0	La sostanza non dà luogo a riscaldamento spontaneo.
2.4.1.5	Polimerizzazione spontanea	25/75	0	La sostanza non dà luogo a reazioni di polimerizzazione spontanea.

2.4.1.6	Suscettibilità di accensione	-75/150	-5	Il fattore indicato è riportato all'Allegato II, del DPCM 31/3/89, nella Tabella 5.1 Gas e Liquidi. Il fattore di suscettibilità all'ignizione in aria indicato per il metano è -5.
2.4.1.7	Tendenza a decomposizione esplosiva gassosa	75/125	0	La sostanza non ha tendenza a decomposizione esplosiva gassosa. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.8	Suscettibilità a detonazione gassosa	0/150	0	La detonazione della sostanza non è possibile nelle normali condizioni di processo. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.9	Esplosività in fase condensata	200/1500	0	La sostanza non ha comportamenti esplosivi in fase condensata. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.10	Altri comportamenti insoliti	0/150	0	La sostanza non presenta comportamenti insoliti. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
<b>Totale Rischi Specifici per le Sostanze M =</b>			<b>35</b>	

#### 2.4.2 Rischi generali di Processo

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.2.1	Manipolazione e cambiamenti solo di stato fisico	10/50	10	Lo stoccaggio è separato dalle operazioni di carico e scarico.
2.4.2.2	Fasi di reazione		0	
2.4.2.2.1	Caratteristiche di reazione	25/50	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.2	Reazioni in processi discontinui (batch)	10/60	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.3	Molteplicità di reazioni o di processi	25/75	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.

2.4.2.3	Trasferimento delle sostanze	0/150	25	Operazioni che compongono allacciamento e distacco tubazioni (valvole PERC). Lo scarico del metano dalle pensiline di carico all'autocisterna comporta che alla stessa siano connessi i bracci di carico all'inizio dell'operazione e che terminata l'operazione siano sconnessi.
2.4.2.4	Contenitori trasportabili	10/100	100	Serbatoi stradali (fissi o smontabili).
<b>Totale Rischi generali di Processo P =</b>			<b>135</b>	

### 2.4.3 Rischi particolari di Processo

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.3.1	Bassa pressione	50/150	0	Le normali attività di processo non prevedono pressioni operative inferiori a quella atmosferica.
2.4.3.2	Alta pressione	0/160	30	La massima pressione dell'unità durante lo scarico è 10,1 barg. Il fattore è valutato mediante la Figura 3 riportata all'Allegato II al DPCM 31.03.1989.
2.4.3.3	Bassa temperatura	0/100	0	La temperatura di esercizio normale sarà sempre superiore di almeno 10°C alla temperatura di transizione dell'acciaio con cui è costruita l'Unità.
2.4.3.4	Temperatura elevata			
2.4.3.4.1	Sostanze infiammabili	0/35	25	La temperatura di esercizio (-160°C) è superiore al punto di ebollizione.
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0/25	0	La temperatura di esercizio normale sarà sempre superiore di almeno 10°C alla temperatura di transizione del materiale con cui è costruita l'unità.
2.4.3.5	Corrosione ed erosione		0	
2.4.3.5.1	Corrosione interna	0/150	0	A seguito delle previste verifiche continue il fattore non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.
2.4.3.5.2	Corrosione esterna	0/250	0	A seguito delle previste verifiche continue al terminale il fattore non dovrebbe essere applicabile.
2.4.3.6	Perdite da giunti e guarnizioni	0/60	0	Costruzione saldata per la maggior parte dei giunti, con, in più, accoppiamenti flangiati che garantiscono tenuta.
2.4.3.7	Vibrazioni, carichi ciclici, etc.	0/100	50	Operazioni di riempimento cisterne per il trasporto stradale o ferroviario. Il loro moto non provoca instabilità del serbatoio, ma si considera conservativamente un fattore pari a 50 come indicato nel Doc. ISPESL "Metodo Indicizzato per l'Analisi e la Valutazione del Rischio di Determinate Attività Industriali" (Binetti R et al, 1990).
2.4.3.8	Processo/reazione difficile da controllare	20/300	0	Non applicabile in quanto non è effettuato alcun tipo di processo o reazione chimica.
2.4.3.9	Funzionamento entro/vicino campo infiammabilità	25/450	25	Viene attribuito conservativamente un valore pari a 25 considerando che nello spazio vapore si possa entrare nel campo di infiammabilità in caso di fuoriuscita accidentale.

2.4.3.10	Rischio di esplosione superiore alla media	40/100	40	In caso di rilascio, possibile formazione di miscela infiammabile. Un eventuale rilascio di metano liquido ne produrrebbe la rapida vaporizzazione e la probabile formazione di una miscela infiammabile in una vasta zona dell'atmosfera circostante.
2.4.3.11	Rischio di esplosione di polveri/nebbie	30/70	30	La possibilità di formazione di una nebbia di metano, dovuta alla produzione di vapore freddo e denso, è possibile esclusivamente a seguito della rottura delle apparecchiature stesse.
2.4.3.12	Ossidanti ad alta potenza	0/400	0	Nell'unità non sono previsti processi utilizzando sostanze ossidanti.
2.4.3.13	Suscettibilità all'accensione	0/100	0	Nell'unità non sono previsti processi suscettibili di accensione.
2.4.3.14	Rischi elettrostatici	10/200	10	Sostanza a rischio elettrico minimo nelle condizioni di impianto. L'autobotte è allacciata al sistema di messa a terra della piattaforma durante le operazioni di carico.
<b>Totale Rischi particolari di Processo S =</b>			<b>210</b>	

#### 2.4.4 Rischi dovuti alle Quantità

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.4.1	Totale sostanze in tonnellate K =	--	71	Quantità totale di metano tenendo conto di autobotti con cisterna da 50000 litri e della presenza contemporanea alla zona di carico di 3 autobotti, per un totale di 71 t di GNL considerando una densità di 471 kg/m <sup>3</sup> .
2.4.4.2	Fattore quantità Q =	--	75	Il valore è desunto dalla figura 6 dell'Allegato II al DPCM 31/03/1989.

**2.4.5 Rischi connessi al layout**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.5.1	Altezza in metri H =	--	2,5	Altezza del baricentro geometrico dell'autobotte
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	5600	Valore pari all'area caricamento autobotti (80 m x 70 m circa).
2.4.5.3	Progettazione struttura	0/200	0	
2.4.5.3.1	Unità di processo	0/100	0	Non Applicabile.
2.4.5.3.2	Unità di stoccaggio	30/50	0	Non Applicabile.
2.4.5.3.3	Sale compressori	40/200	0	Non Applicabile.
2.4.5.3.4	Sostanze il cui vapore ha densità elevata	0/100	0	Non Applicabile.
2.4.5.4	Effetto domino	0/250	0	Non Applicabile.
2.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo	50/150	0	Non Applicabile. Non ci sono parti dell'Unità dotate di piani sotto il livello del suolo.
2.4.5.6	Drenaggio superficiale	0/100	0	In caso di sversamenti, la sostanza è convogliata verso una rete di raccolta separata.
2.4.5.7	Altre caratteristiche	50/250	125	Area di lavoro superiore a 2000 m <sup>2</sup> .
<b>Totale Rischi Rischi connessi al layout L =</b>			<b>125</b>	

**2.4.6 Rischi per la salute in caso di incidente**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.6	s =	0/100	0	METANO

**2,5 Parametri relativi alla Tossicità**
**2.5.1 Indice intrinseco di Tossicità**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.5.1	IIT	--	1,08	METANO
	Soglia da Decreto		200	Tonnellate

### CALCOLO DEI FATTORI DI COMPENSAZIONE

#### 3.1.1 Contenimento

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.1.1	Apparecchi a pressione		1,00	Si assume conservativamente il valore di 1
3.1.1.2	Serbatoi di stoccaggio verticali non a pressione		1,00	Non Applicabile.
3.1.1.3	Condotte di trasferimento		0,90	Le condotte saranno interamente saldate, radiografate al 100%, senza flange (escluse i punti di sezionamento con valvole).
3.1.1.4	Involucri e argini supplementari		1,00	
3.1.1.5	Rilevamento perdite e modalità di reazione		0,69	Gli operatori della sala controllo sono in grado di individuare rapidamente la parte del sistema su cui porre attenzione (0,9). La perdita può essere rapidamente individuata e gli operatori dalla sala controllo sono in grado di procedere alla fermata dell'impianto (0,85). Condotte di trasferimento con valvole di isolamento tutte comandabili a distanza da una sala di controllo presidiata in permanenza (0,9).
3.1.1.6	Sfiati e scarichi di emergenza		0,90	Tutti gli scarichi delle valvole di sicurezza, gli sfiati di emergenza o altri rilasci di sostanze sono convogliati con tubazioni ad una torcia.
<b>Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 =</b>			<b>0,558</b>	

#### 3.1.2 Controllo del Processo

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.2.1	Sistemi di allarme e di blocco		0,90	Le deviazioni sono segnalate da svariate indicazioni di allarme.
3.1.2.2	Fornitura energia elettrica di emergenza		0,90	Esiste commutazione automatica su una fonte di energia elettrica di emergenza (generatore di emergenza diesel) per i servizi fondamentali.
3.1.2.3	Sistema di raffreddamento del processo		1,00	Non Applicabile.
3.1.2.4	Sistemi a gas inerte		1,00	
3.1.2.5	Sistemi di arresto di sicurezza		0,56	Presenza di sistemi di blocco automatici, in grado di attivare ESD o LSD a seconda della deviazione. Sono previsti sistemi di protezione ad alta integrità (0,7). Le attrezzature di sicurezza e di controllo vengono verificate con l'impianto in marcia e con frequenza definita da uno studio di rischio (0,8).
3.1.2.6	Controllo con computer		0,96	Controllo del processo via DCS.
3.1.2.7	Protezione da esplosione		1,00	Cautelativamente non viene preso in considerazione alcun fattore correttivo.

3.1.2.8	Istruzioni operative		0,75	Si prevede la presenza di istruzioni operative chiare esaurienti, circa: Marcia in attesa (1); Marcia a livello ridotto (1); Livello operativo maggiorato (2); Arresto di emergenza (3); Rimessa in marcia poco dopo l'arresto (2); Procedure di manutenzione, permessi di lavoro e decontaminazione (2); Rimessa in marcia dopo manutenzione (2); Procedure di controllo per modifica di apparecchi o linee (4); Procedura di controllo per modifica di istruzioni operative (3); Condizioni di guasto anomalo prevedibile (5).
3.1.2.9	Sorveglianza dell'impianto		0,84	L'impianto si prevede sia regolarmente presidiato, giorno e notte, con impiego di televisione a circuito chiuso per l'osservazione da vicino delle parti principali (0,95). Sistema di sicurezza dell'impianto efficace e presidio del suo perimetro per impedirne l'accesso alle persone non autorizzate (0,9). Inoltre, per quanto riguarda il sistema di comunicazione, si prevede un sistema di comunicazione sonora dalla sala controllo principale (0,98).
<b>Prodotto Fattori Controllo del Processo K2 =</b>			<b>0,274</b>	

### 3.1.3 Atteggiamento per la Sicurezza

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.3.1	Coinvolgimento dell'amministrazione		0,81	Le procedure di impianto non dovranno consentire compromessi tra fattori economici / produttivi e sicurezza (0,90). Garantire il rispetto delle norme per l'ispezione degli apparecchi a pressione e adempiere alle prescrizioni in materia di salute e sicurezza, indipendentemente da fattori economici di produzione (0,95). Gli accadimenti pericolosi, compresi i casi di incidenti evitati, saranno analizzati e registrati e verranno intrapresi i conseguenti necessari provvedimenti (0,95).
3.1.3.2	Addestramento alla sicurezza		0,85	Si prevede un programma di corsi regolari di addestramento alla sicurezza rivolto a tutti gli operatori, al personale direttivo e ausiliario e alle imprese appaltatrici (0,85).

3.1.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza		0,71	Verrà osservato un sistema rigoroso di permessi di lavoro o di certificazioni di svincolo per i lavori di manutenzione e modifica, secondo procedure molto accurate (0,90); la manutenzione preventiva verrà eseguita su base programmata (0,97); verranno eseguite regolari ispezioni di sicurezza e controlli dello stato di conservazioni delle strutture per accertare l'assenza di residui, in particolare di sostanze infiammabili o combustibili e l'assenza di perdite di sostanze tossiche o infiammabili o di fluidi di servizio (0,90); Ispezioni, controlli non distruttivi e prove di pressione svolti da autorità indipendenti (0.90).
<b>Prodotto Fattori Atteggimento Sicurezza K3 =</b>			<b>0,487</b>	

### 3.2.1 Protezioni antincendio

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.1.1	Protezione antincendio delle strutture		1,00	Non applicato.
3.2.1.2	Pareti e barriere antincendio		1,00	Non applicato cautelativamente.
3.2.1.3	Protezione delle apparecchiature dall'incendio		0,97	Getto d'acqua fisso con impianto a raffreddamento manuale (0.97).
<b>Prodotto Fattori Protezioni incendio K4 =</b>			<b>0,970</b>	

### 3.2.2 Isolamento delle Sostanze

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.2.1	Sistemi a valvole		0,80	Tutti gli apparecchi e i vari settori delle condotte principali all'interno dell'unità sono dotati di valvole di isolamento comandate a distanza, con linee di controllo e cavi rotetti dall'incendio, cosicché risulti possibile un rapido isolamento al verificarsi di una emergenza (0,80).
3.2.2.2	Ventilazione		1,00	Non Applicabile.
<b>Prodotto Fattori Isolamento sostanze K5 =</b>			<b>0,800</b>	

### 3.2.3 Operazioni antincendio

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.3.1	Allarmi per l'incendio		0,90	Si prevede la presenza di rilevatori d'incendio in grado di rispondere all'incendio entro 1 minuto (0.95).
3.2.3.2	Estintori portatili		0,76	Si prevede la presenza di: Provista adeguata di estintori d'incendio specializzati (0,85); Supporto di apparecchiature carrellate specializzate di grandi dimensioni (0,90).

3.2.3.3	Riserva d'acqua		0,68	Si prevede che i valori di portata, pressione, e la capacità della riserva idrica siano pari ad almeno 0,45 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> a 8,5 bar eff. (0.75); Inoltre si prevedono tubazioni di risalita mantenute in secco per uso dei VV.F. (0.90).
3.2.3.4	Sistemi a spruzzo d'acqua o con monitor		1,00	Non applicato conservativamente anche se sono presenti monitori orientabili a distanza.
3.2.3.5	Installazioni a schiume e a inerti		1,00	Non applicabile
3.2.3.6	Assistenza dei Vigili del Fuoco		0,70	È previsto l'intervento di un mezzo specializzato del CNVVF antincendio a torretta, entro 15 minuti dalla chiamata (0,70)
3.2.3.7	Cooperazione di stabilimento		0,77	Si prevede che venga svolto: Addestramento regolare degli operatori all'uso degli estintori portatili e delle apparecchiature fisse (0.90). Disponibilità nell'installazione di adeguate scorte di prodotti chimici specializzati antincendio (0.85).
<b>Prodotto Fattori Operazioni antincendio K6 =</b>			<b>0,247</b>	

### RIEPILOGO FATTORI E PARAMETRI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
	<b>T</b>	<b>-159</b>	Temperatura
	<b>B</b>	<b>21</b>	Fattore Sostanza
2.4.1	<b>M</b>	<b>35</b>	Rischi Specifici delle Sostanze
2.4.1.3	<b>m</b>	<b>0</b>	Caratteristiche di miscelazione
2.4.2	<b>P</b>	<b>135</b>	Rischi generali di Processo
2.4.3	<b>S</b>	<b>210</b>	Rischi particolari di Processo
2.4.3.2	<b>p</b>	<b>30</b>	Fattore di pressione
2.4.4.1	<b>K</b>	<b>71</b>	Totale sostanze in tonnellate
2.4.4.2	<b>Q</b>	<b>75</b>	Fattore quantità
2.4.5	<b>L</b>	<b>125</b>	Rischi connessi al layout
2.4.5.1	<b>H</b>	<b>2,5</b>	Altezza in metri
2.4.5.2	<b>N</b>	<b>5600</b>	Area di lavoro in metri quadrati
2.4.6	<b>s</b>	<b>0</b>	Rischi per la salute in caso incidente
2.5.1	<b>Tu</b>	<b>1,08</b>	Indice di Tossicità
	<b>D</b>	<b>339,77</b>	Indice equivalente DOW

### RIEPILOGO FATTORI COMPENSATIVI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
3.1.1	<b>K1</b>	<b>0,558</b>	Contenimento
3.1.2	<b>K2</b>	<b>0,274</b>	Controllo del processo
3.1.3	<b>K3</b>	<b>0,487</b>	Atteggiamento riguardo alla sicurezza
3.2.1	<b>K4</b>	<b>0,970</b>	Protezione antincendio
3.2.2	<b>K5</b>	<b>0,800</b>	Isolamento/eliminazione sostanze
3.2.3	<b>K6</b>	<b>0,247</b>	Operazione antincendio

### CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO

#### INDICI DI RISCHIO INIZIALI

Indice	Valore	Categoria
<b>F</b>	0,27	lieve
<b>C</b>	4,80	alto
<b>A</b>	222,64	alto
<b>G</b>	2851,14	molto alto
<b>Tu</b>	0,00	n.a.

#### INDICI DI RISCHIO COMPENSATI

Indice	Valore	Categoria Finale
<b>F'</b> = F·(K1·K3·K5·K6)	0,01	lieve
<b>C'</b> = C·(K2·K3)	0,64	lieve
<b>A'</b> = A·(K1·K2·K3·K5)	13,23	basso
<b>G'</b> = G·(K1·K2·K3·K4·K5·K6)	40,64	basso
<b>Tu'</b> = Tu·(K2·K3)	0,00	n.a.