



# IL G.P.L. NELL'UTILIZZO NAUTICO, ULTIMA FRONTIERA

COME ABBATTERE L'INQUINAMENTO ATMOSFERICO IN ITALIA E  
NELLA LAGUNA VENETA PRODOTTO DALL'ATTIVITÀ NAUTICA  
GENERALE. APPLICAZIONI E PROPOSTE STRATEGICHE

**Francesca Galeotti**

In memoria di  
Renzo Zucchi  
(1928-2020)  
Un sognatore

«After life there is more. The end is just the beginning.»

*What Dreams May Come*

## INDICE

1	INTRODUZIONE.....	3
1.1	Obiettivo.....	3
2	PANORAMICA SUI COMBUSTIBILI FOSSILI MARINI .....	4
2.1	Bunker oil.....	4
3	IMPATTO AMBIENTALE DEI COMBUSTIBILI MARINI .....	6
3.1	CO <sub>2</sub> .....	8
3.2	So <sub>x</sub> .....	8
3.3	Nox.....	9
3.4	Particolato .....	10
4	CLASSIFICAZIONE NAVALE .....	12
5	PROCESSO DI COMBUSTIONE NEI MOTORI DIESEL MARINI E FORMAZIONE DEGLI INQUINANTI ATMOSFERICI.....	15
5.1	Motori marini .....	15
5.2	Motore diesel marino: tipo e principi di funzionamento .....	16
5.3	La reazione di combustione.....	18
5.3.1	Temperatura di fiamma adiabatica .....	20
5.4	Il processo di combustione nei motori diesel marini .....	20
5.5	Formazione di inquinanti atmosferici durante il processo di combustione nel motore diesel marino <sup>22</sup>	
5.5.1	NO <sub>x</sub> .....	23
5.5.2	SO <sub>x</sub> .....	25
5.5.3	CO e HC.....	26
5.5.4	CO <sub>2</sub> .....	27
5.5.5	Particolato (PM).....	28
6	QUADRO NORMATIVO [22] .....	30
6.1	Allegato VI.....	31
7	La qualità dell'aria in Italia [23] .....	34
7.1	La qualità dell'aria per Venezia .....	35
7.1.1	L'Autorità Portuale di Venezia.....	36
7.1.2	Venice Blue Flag e le grandi navi .....	38
8	Il GPL come combustibile alternativo per il trasporto marittimo .....	41

## INDICE

8.1	Premessa .....	41
8.2	Proprietà del GPL.....	41
8.3	Il GPL come carburante. Vantaggi .....	42
8.3.1	Emissioni.....	43
8.3.2	GPL vs GNL e GNC.....	44
8.3.3	Vantaggi.....	47
8.4	Perché il GPL per le navi? .....	48
8.5	Le applicazioni e la sicurezza .....	50
8.6	Il motore. Tecnologia e applicazioni.....	51
8.7	Cosa succede in Italia?.....	55
8.8	Logistica, distribuzione e stoccaggio. Quali infrastrutture? .....	57
8.8.1	Un case study - Venezia.....	58
9	Lo studio di un caso: un deposito strategico nella laguna di Venezia .....	60
9.1	Il porto di Chioggia.....	60
9.1.1	Descrizione del sito.....	60
9.2	Perché Chioggia per la realizzazione di un deposito costiero strategico .....	61
9.2.1	Vantaggi.....	61
10	Studio di fattibilità di un deposito costiero .....	62
10.1	Relazione introduttiva all'analisi preliminare.....	63
10.2	Preraffronto delle risultanze in applicazione dm 15 maggio 1996 e 20 ottobre 1998.....	64
10.3	Cogenza al D.M. 13.10.94.....	67
10.3.1	Il D.M. 13.10.94 .....	67
10.3.2	Ubicazione e disposizione dell'impianto: titolo III D.M. 13.10.94.....	67
10.3.3	Elementi del deposito e distanze di sicurezza titolo IV D.M 13.10.94 .....	71
10.3.4	SERBATOI FISSI ED ACCESSORI: Titolo V D.M. 13.10.94 .....	72
10.3.5	IMPIANTI PER IL TRAVASO: Titolo VI D.M 13.10.94.....	73
10.3.6	ALTRE ATREZZATURE PER GPL : Titolo VII D.M. 13.10.94 .....	75
10.3.7	DEPOSITI DI RECIPIENTI MOBILI: Titolo VIII D.Lgs 13.10.94.....	75
10.3.8	CARATTERISTICHE DELLE COSTRUZIONI: Titolo IX D.Lgs 13.10.94.....	75
10.3.9	IMPIANTI ELETTRICI DI PROTEZIONE CATODICA E DI TERRA: Titolo X D.M.13.10.94 .....	75
10.3.10	PROTEZIONE ANTINCENDIO: Titolo XI D.M. 13.10.94 .....	79
10.3.11	DIVIETI E LIMITAZIONI: Titolo XII D.M. 13.10.94.....	81
10.3.12	DISPOSIZIONI DI ESERCIZIO: Titolo XIII D.M.13.10.94.....	81
10.3.13	DISPOSIZIONI COMPLEMENTARI: Titolo XIV D.M. 13.10.94 .....	81
10.3.14	DEPOSITI ESISTENTI: Titolo XV D.M. 13.10.94.....	81
10.4	Reparto gasoli e lubrificanti.....	83

## INDICE

10.4.1	serbatoi per lo stoccaggio del Gasolio marino .....	83
10.4.2	Impianto Scarico Gasolio senza Imposta Fiscale (di seguito Gsif) in arrivo .....	84
10.4.3	Impianto di Denaturazione in linea Gsif-Gasolio Marino (di seguito GM) .....	84
10.4.4	Impianto per carico Gsif -GM via terra .....	85
10.4.5	Impianto per il rifornimento del GM .....	85
10.5	Impianto per recupero e stoccaggio olio esausto: .....	86
10.6	Impianto Elettrico Generale Reparto Gasoli e Lubrificanti .....	86
10.6.1	impianto antincendio Reparto Gasoli e Lubrificanti .....	87
10.6.2	Attrezzature di Piazzale per le Zone di Carico e di Scarico Prodotti .....	87
10.7	Analisi preliminare di sicurezza .....	88
10.7.1	COMPATIBILITÀ TERRITORIALE.....	91
10.7.2	Schede di calcolo secondo DM 15 maggio 1996 e DM 20 ottobre 1998.....	92
11	CONCLUSIONI .....	131
12	Decreto Ministeriale del 13/10/1994.....	132
13	BIBLIOGRAFIA .....	179

## 1 INTRODUZIONE

Con le imminenti regole sempre più severe sulle emissioni da parte del traffico marittimo, è inevitabile aspettarsi delle proposte alternative e migliorative sul tipo di carburante che si dovrà utilizzare in futuro.

Questi ineluttabili cambiamenti sono guidati dalla consapevolezza che la maggior parte dei problemi di salute odierni sono associati alle emissioni di inquinanti atmosferici provenienti dai mezzi di trasporto, che contribuiscono altresì alle emissioni di gas ad effetto serra causa del riscaldamento globale correlabile ad attività di origine antropica.

Il considerevole sforzo che dovrà essere posto in atto per ridurre i rischi del global warming prevede alcuni scenari, a volte estremi, di decarbonizzazione che necessiteranno di importanti sviluppi tecnologici su modelli per gran parte non disponibili in tempi brevi, senza contare l'impatto sull'economia e il sistema energetico attuale, con i suoi paradigmi di consumo, mobilità e condizioni di supply chain.

Il periodo di transizione dai combustibili fossili alle fonti energetiche rinnovabili, i cui target finali sono oramai scelte politiche sempre più ineludibili, dovranno invece identificare quel mix di tecnologie e il loro specifico contributo alla struttura del sistema energetico futuro, definendone gli indicatori più idonei per misurarne e attestarne, anche in corso d'opera, il raggiungimento degli obiettivi.

I combustibili fossili a basso contenuto di carbonio, quale il GPL, costituiscono la soluzione ottimale per assicurare a questa fondamentale fase di trasformazione energetica una contestuale evoluzione sostenibile del mercato nel rispetto del cambiamento richiesto e dovuto, garantendone tempi certi e ravvicinati.

### 1.1 Obiettivo

L'obiettivo di questa tesi è quello di esplorare il potenziale futuro del GPL come combustibile alternativo in un particolare settore: quello marino, essendo peraltro già sostenibile nel contesto del mercato italiano.

Questa tesi indaga le sostanze chimiche nocive che sono presenti nei gas di scarico, seguita da un'introduzione sul GPL come carburante marino. Tipologie di motori esistenti e nuove tecnologie adatte per una strategia mono, dual o tri-fuel.

A conclusione di questo studio, la proposta di un'infrastruttura costiera strategica, sufficiente e adatta per deposito e distribuzione del carburante.

È probabile che la disponibilità, il basso prezzo, e la versatilità del GPL possano indurre gli armatori a investire in flotte alimentate a gas. Lo scopo di questo documento è proprio quello di promuovere e sensibilizzare l'industria a lanciarsi verso questo mercato ed "aprire la strada" all'adozione delle rotte marittime.

.

## 2 PANORAMICA SUI COMBUSTIBILI FOSSILI MARINI

La maggior parte dei combustibili marini esistenti sono della stessa origine. Lo stesso carburante può essere disponibile da fonti rinnovabili (es. gas naturale - biogas, metano). Qui verranno presi in considerazione solo i più comuni.

### 2.1 Bunker oil

Il *Bunker oil* è generalmente qualsiasi tipo di olio combustibile marino usato a bordo delle navi.

In generale possiamo distinguere tra due tipi principali di olio combustibile:

- combustibili distillati: derivano esclusivamente da processi di distillazione;
- combustibili residui: da residui di distillazione o da processi di cracking.

L' *American Society for Testing Materials* (ASTM [1]) classifica gli oli combustibili sulla base della loro viscosità (oli fluidissimi, fluidi, semifluidi, densi) e sul contenuto in zolfo che, in Italia, per la "legge antismog" [2] non deve essere superiore per l'olio fluido al 3%, per l'olio denso ATZ (alto tenore di zolfo) al 4%, per l'olio denso BTZ (basso tenore di zolfo) all'1%.

Negli Stati Uniti gli oli combustibili sono classificati, secondo i "gradi", con i numeri 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Gli oli combustibili distillati rientrano nei gradi n. 1, 2, 3, 4; gli oli combustibili residui nei gradi n. 5 e 6.

Il combustibile n. 1 è un olio combustibile leggero usato per il riscaldamento e cottura dei cibi; il n. 2 ed il n. 3 sono oli medio-leggeri per riscaldamento domestico centralizzato; il n. 4 è un distillato più pesante o una miscela di oli distillati e di oli residui, utilizzato per riscaldamento commerciale a piccola scala; il n. 5 e il n. 6 sono oli residui medio-pesanti che richiedono preriscaldamento, utilizzati per riscaldamento commerciale a grande scala. L'olio combustibile n. 6 è detto anche *Bunker oil*.

**Tabella 1** Caratteristiche fisiche e termodinamiche dell'olio combustibile [3]

Caratteristiche fisiche e termodinamiche dell'olio combustibile					
Caratteristiche	Unita di Misura	Fluidissimo	Fluido	Semifluido	Denso
<b>Aspetto</b>	.	opacità	opacità	opacità	opacità
<b>Denaturante</b>	.	Regolam.	.	.	.
<b>Viscosità a 50°C</b>	mm <sup>3</sup> /s	21,2 a 37,4	37,5 a 91,0	> 91	> 91
<b>Acqua e sedimenti</b>	% v/v	0,5 max	1,0 max	1,0 max	.
<b>Acqua</b>	% v/v	.	.	.	1,5 max
<b>Sedimenti</b>	% v/v	.	.	.	0,5 max
<b>Zolfo</b>	% m/m	2,5 max	3,0 max	4,0 max	4,0 max
<b>Ceneri</b>	% m/m	0,05 max	0,10 max	0,15 max	0,20 max

Caratteristiche fisiche e termodinamiche dell'olio combustibile					
<b>Distillato</b>					
a 300 °C	% v/v	60 max	60 max	60 max	60 max
a 350 °C	% v/v	85 max	85 max	85 max	85 max

Entrando nello specifico, per poter classificare gli oli combustibili marini si utilizza il metodo "Bunker ABC"[4]:

- Il *bunker A* corrisponde all'olio combustibile distillato n. 2
- Il *Bunker B* è un olio combustibile n. 4 o n. 5
- Il *bunker C* corrisponde all'olio combustibile residuo n. 6

Il n. 6 è l'olio più diffuso, e spesso quando si parla di combustibile marino (*navy fuel*) si intende prevalentemente il n. 6. Questo olio combustibile residuo necessita di essere riscaldato prima di essere pompato. Il n. 5 è anche chiamato "*navy special*". Il N. 5 o il N. 6 sono anche oli combustibili per forni (FFO).

In ambito marittimo viene utilizzata anche un'altra classificazione:

- MGO (*Marine Gas Oil*): un olio combustibile distillato (n. 2, Bunker A)
- MDO (*Marine Diesel Oil*): una miscela di MGO e HFO
- IFO (*Intermediate Fuel Oil*): una miscela di MGO e HFO, con meno gasolio rispetto a MDO
- MFO (*Medium Fuel Oil*): una miscela di MGO e HFO, con meno gasolio rispetto all'IFO
- HFO (*Heavy Fuel Oil*): un olio combustibile residuo (n. 6, Bunker C)

I combustibili marini sono tradizionalmente classificati in base alla loro viscosità cinematica. Questo è un criterio valido per la qualità dell'olio fintanto che l'olio è prodotto solo per distillazione atmosferica. Oggi, quasi tutti i combustibili marini si basano su frazioni di processi di raffinazione più avanzati e la stessa viscosità dice poco sulla qualità dell'olio come combustibile. Nonostante ciò, i carburanti marini sono ancora quotati sui mercati bunker internazionali con la loro viscosità massima fissata dalla ISO 8217 [5] poiché i motori marini sono progettati per utilizzare diverse viscosità del carburante. La densità è anche un parametro importante per gli oli combustibili poiché i combustibili marini vengono purificati prima dell'uso per rimuovere acqua e sporco. Pertanto, l'olio deve avere una densità sufficientemente diversa dall'acqua.



Figura 1: Petroliera per bunkeraggio ["Blends in beeld; een analyse van de bunkerolieketen"]

### 3 IMPATTO AMBIENTALE DEI COMBUSTIBILI MARINI

Sei principali inquinanti prodotti direttamente o indirettamente dalla combustione di combustibili fossili (oltre ad altre attività umane) devono essere regolamentati dall'EPA ai sensi del Clean Air Act: monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), ossidi di zolfo (SO<sub>x</sub>) ozono (O<sub>3</sub>), particolato (PM) e piombo (Pb) [6] .

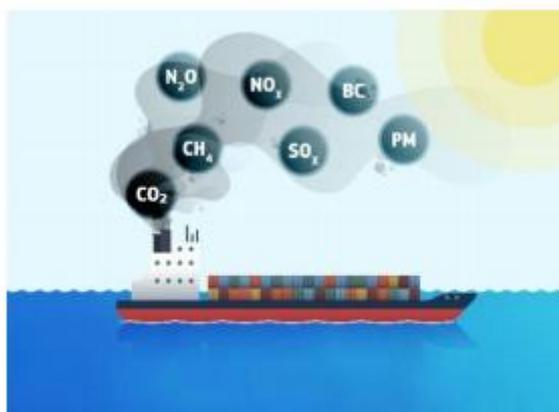
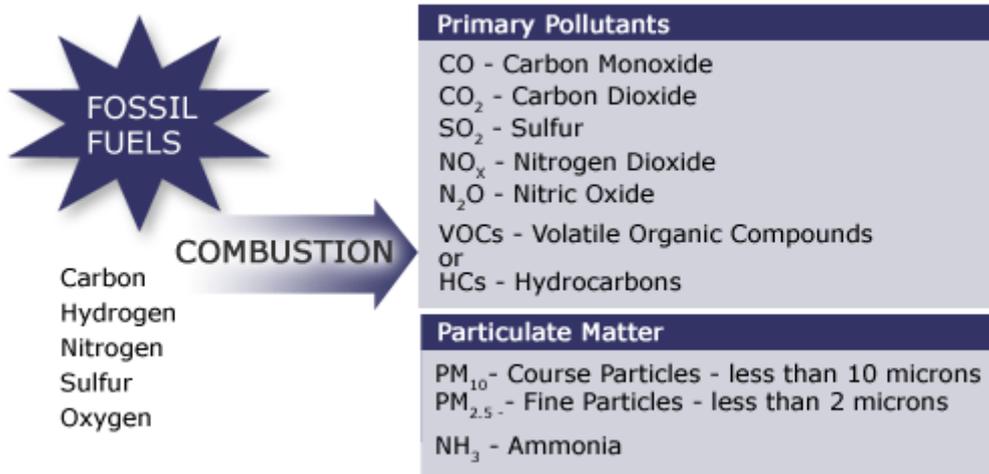


Figura 2: principali inquinanti prodotti dalla combustione dell'olio combustibile marino

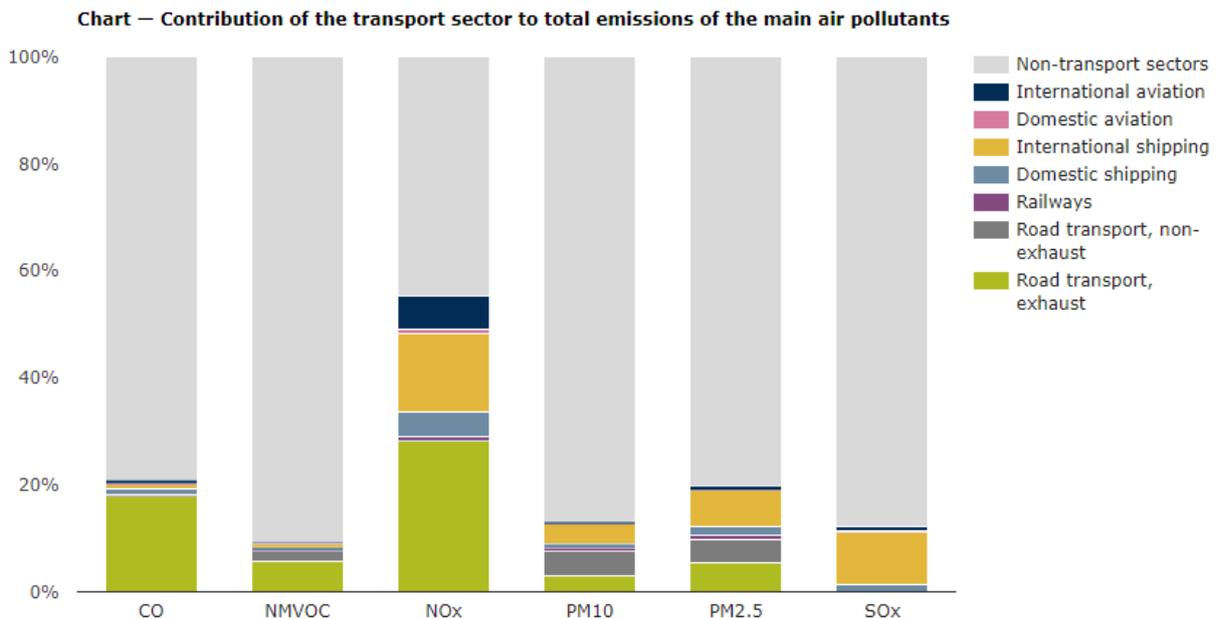
Le particelle di NO<sub>x</sub>, ozono, SO<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> possono essere classificate come inquinanti primari o secondari.

"Inquinanti primari" è un termine usato per indicare gli inquinanti che si formano durante l'effettivo processo di combustione, mentre gli "inquinanti secondari" si formano nell'atmosfera sotto forma di conseguenza delle reazioni chimiche che muovono le specie primarie.

### 3 - IMPATTO AMBIENTALE DEI COMBUSTIBILI MARINI



**Figura 3:** Inquinanti prodotti da combustibili fossili [<https://www.e-education.psu.edu/egee102/node/1951>]



**Figura 4:** Contributo del settore dei trasporti alle emissioni totali dei principali inquinanti atmosferici in Europa [9]

Il potenziale impatto che le categorie influenzate dall'inquinamento atmosferico derivante dalla combustione di petrolio sono:

- problemi di salute,
- acidificazione,
- eutrofizzazione,
- formazione di fotoossidanti,
- cambiamento climatico,

per citare i più importanti [7].

Viene presentata una panoramica di questi inquinanti e delle rispettive categorie di impatto:

### 3 - IMPATTO AMBIENTALE DEI COMBUSTIBILI MARINI

Impact categories	Pollutant					
	Particles	SO <sub>2</sub>	Nox	CO <sub>2</sub>	HC	CO
Health effects	X	X	X			X
Acidification		X	X			
Photo-oxidant formation			X		X	
Eutrophication			X			
Climate change				X	X (CH <sub>4</sub> )	

Source: (Winnes 2010)

Figura 5: Inquinanti primari della combustione dell'olio e loro principali impatti potenziali

#### 3.1 CO<sub>2</sub>

La CO<sub>2</sub> contribuisce al riscaldamento globale intrappolando il calore nell'atmosfera e influisce negativamente sugli ecosistemi in quanto aumenta l'acidità dell'acqua di mare. [8]

Attualmente [Dati 2019], le emissioni di CO<sub>2</sub> dalle spedizioni internazionali ammontano a circa 800 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> per anno, rendendo il settore marittimo un sostanziale contribuente al cambiamento climatico. Queste emissioni di CO<sub>2</sub> rappresentano circa il 2-3% della CO<sub>2</sub> globale totale emissioni e circa il 97% di tutte le emissioni di GHG (greenhouse gases) proveniente da spedizioni internazionali.

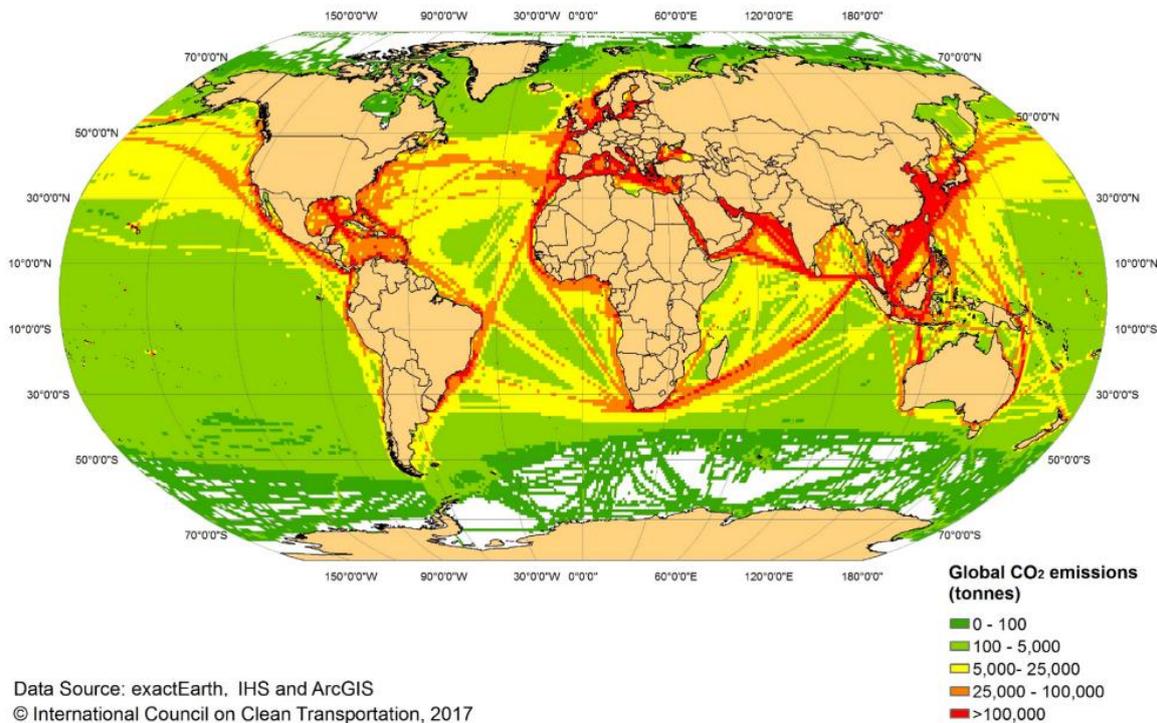


Figura 6: Distribuzione di Emissioni di CO<sub>2</sub> in ambito marittimo (internazionale + nazionale + pesca) per il 2015.

#### 3.2 So<sub>x</sub>

### 3 - IMPATTO AMBIENTALE DEI COMBUSTIBILI MARINI

Normalmente gli ossidi di zolfo presenti in atmosfera sono l'anidride solforosa ( $\text{SO}_2$ ) e l'anidride solforica ( $\text{SO}_3$ ); questi composti vengono anche indicati con il termine comune  $\text{SO}_x$ . [9]

L'anidride solforosa o biossido di zolfo è un gas incolore, irritante, non infiammabile, molto solubile in acqua e dall'odore pungente. Dato che è più pesante dell'aria tende a stratificarsi nelle zone più basse.

Dall'ossidazione dell'anidride solforosa si origina l'anidride solforica o triossido di zolfo che reagendo con l'acqua, sia liquida che allo stato di vapore, origina rapidamente l'acido solforico, responsabile in gran parte del fenomeno delle piogge acide. Dato che la reazione di ossidazione che conduce alla formazione dell'anidride solforica è molto lenta, e data la reattività di questo composto con l'acqua, in genere la concentrazione del triossido di zolfo varia fra l'1 e il 5% della concentrazione del biossido di zolfo (che viene considerato l'inquinante di riferimento).

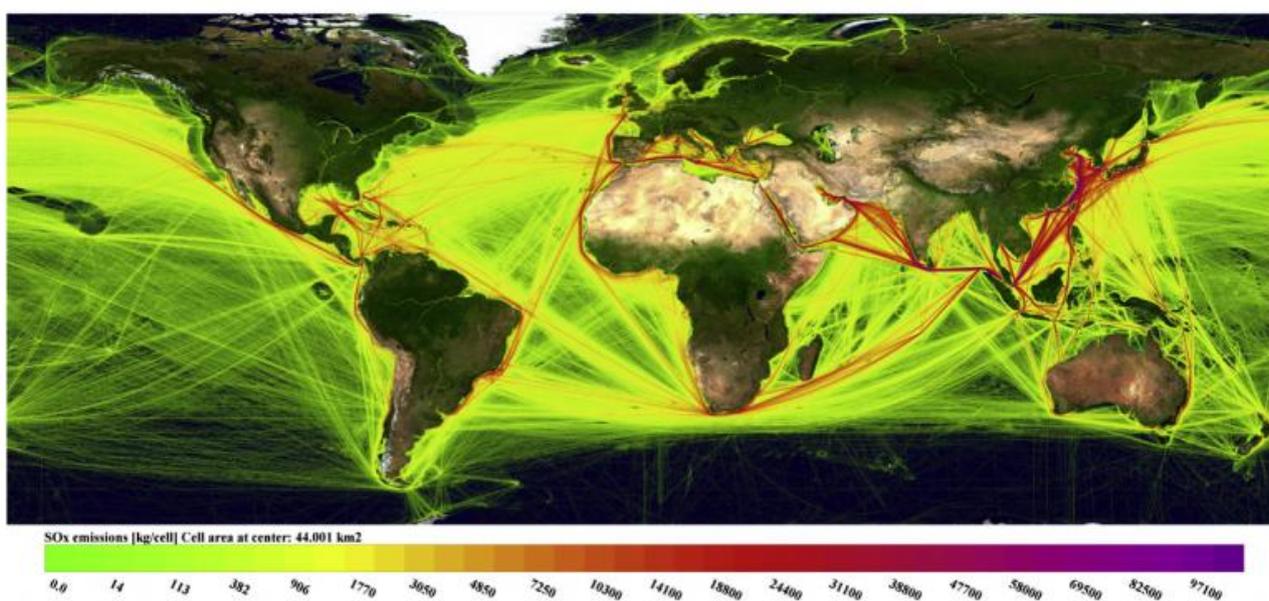


Figura 7: Distribuzione di Emissioni di  $\text{SO}_x$  in ambito marittimo (internazionale + nazionale + pesca) per il 2015

### 3.3 Nox

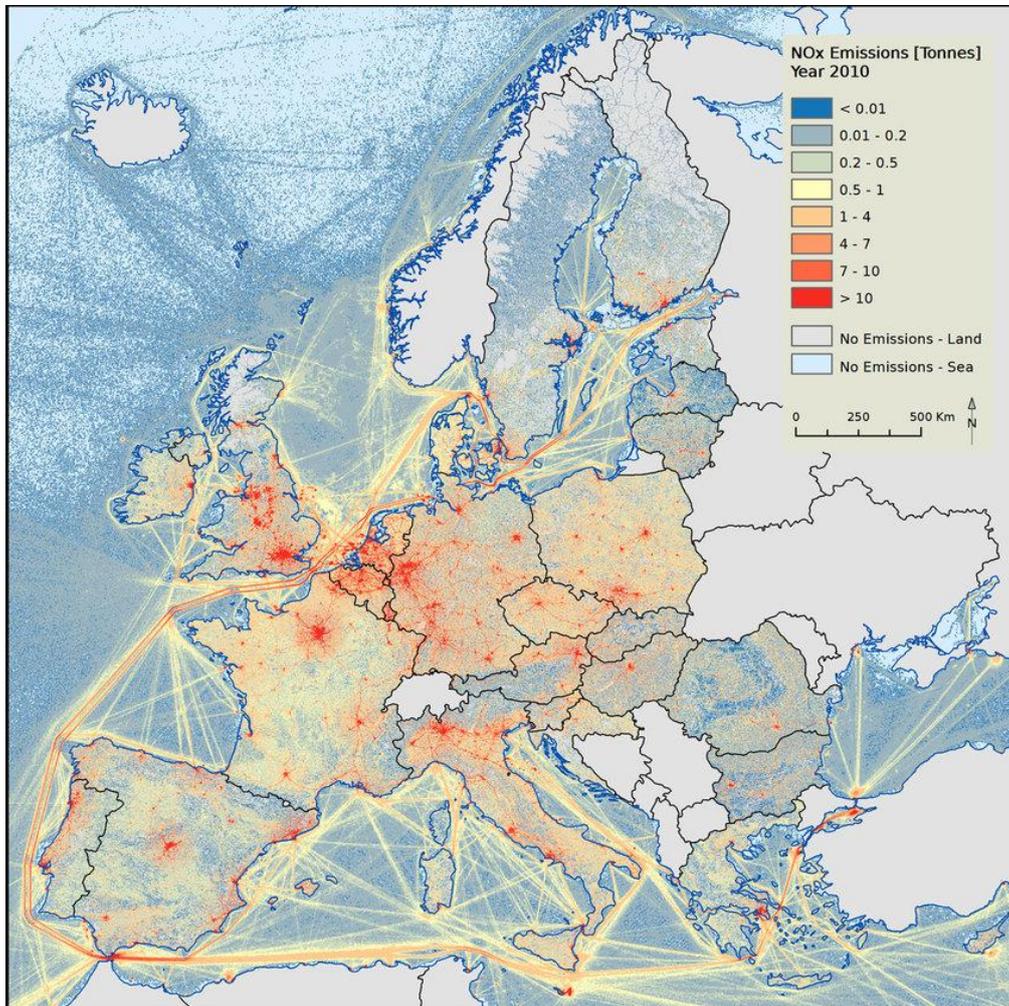
Il termine  $\text{NO}_x$  sta principalmente ad indicare la somma pesata del monossido di azoto ( $\text{NO}$ ) e del biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ).

L'ossido di azoto ( $\text{NO}$ ) è un gas incolore, insapore ed inodore; è anche chiamato ossido nitrico. E' prodotto soprattutto nel corso dei processi di combustione ad alta temperatura assieme al biossido di azoto (che costituisce meno del 5% degli  $\text{NO}_x$  totali emessi). Viene poi ossidato in atmosfera dall'ossigeno e più rapidamente dall'ozono producendo biossido di azoto. La tossicità del monossido di azoto è limitata, al contrario di quella del biossido di azoto che risulta invece notevole.

Il biossido di azoto è un energico ossidante, molto reattivo e quindi altamente corrosivo. Esiste nelle due forme  $\text{N}_2\text{O}_4$  (forma dimera) e  $\text{NO}_2$  che si forma per dissociazione delle molecole dimere. Il colore rossastro dei fumi è dato dalla presenza della forma  $\text{NO}_2$  (che è quella prevalente). Il ben noto colore giallognolo delle foschie che ricoprono le città ad elevato traffico è dovuto per l'appunto al biossido di azoto. Rappresenta un inquinante secondario dato che deriva, per lo più, dall'ossidazione in atmosfera del monossido di azoto. Il biossido di azoto svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico in quanto costituisce l'intermedio di base per la produzione di tutta una serie di inquinanti secondari molto pericolosi come l'ozono, l'acido nitrico, l'acido nitroso, gli alchilnitriti, i perossiacetilnitriti, ecc.

### 3 - IMPATTO AMBIENTALE DEI COMBUSTIBILI MARINI

Si stima che gli ossidi di azoto contribuiscano per il 30% alla formazione delle piogge acide (il restante è imputabile al biossido di zolfo e ad altri inquinanti). Da notare che gli NO<sub>x</sub> vengono per lo più emessi da sorgenti al suolo e sono solo parzialmente solubili in acqua, questo influenza notevolmente il trasporto e gli effetti a distanza.



**Figura 8:** Distribuzione di Emissioni di NO<sub>x</sub> in ambito marittimo (internazionale + nazionale + pesca) per il 2010 [10]

#### 3.4 Particolato

Spesso il particolato rappresenta l'inquinante a maggiore impatto ambientale nelle aree urbane, tanto da indurre le autorità competenti a disporre dei blocchi del traffico per ridurre il fenomeno.

Le particelle sospese sono sostanze allo stato solido o liquido che, a causa delle loro piccole dimensioni, restano sospese in atmosfera per tempi più o meno lunghi; le polveri totali sospese o PTS vengono anche indicate come PM (Particulate Matter).

In base alla natura e alle dimensioni delle particelle possiamo distinguere:

- gli aerosol, costituiti da particelle solide o liquide sospese in aria e con un diametro inferiore a 1 micron (1 μm);
- le foschie, date da goccioline con diametro inferiore a 2 micron;
- le esalazioni, costituite da particelle solide con diametro inferiore ad 1 micron e rilasciate solitamente da processi chimici e metallurgici;

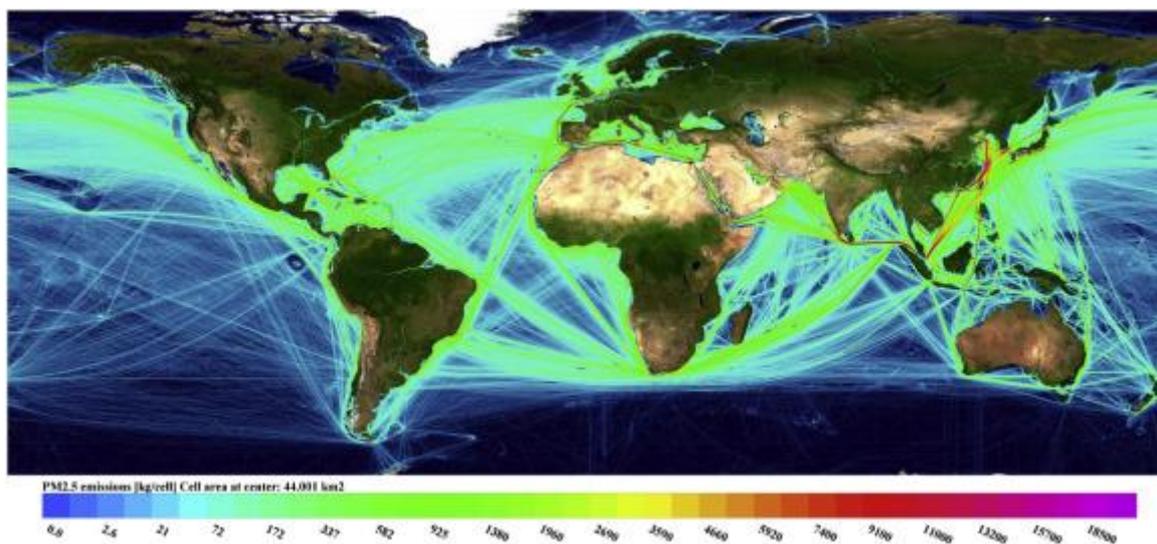
### 3 - IMPATTO AMBIENTALE DEI COMBUSTIBILI MARINI

- il fumo, dato da particelle solide di solito con diametro inferiore ai 2  $\mu\text{m}$  e trasportate da miscele di gas;
- le polveri (vere e proprie), costituite da particelle solide con diametro fra 0,25 e 500 micron;
- le sabbie, date da particelle solide con diametro superiore ai 500  $\mu\text{m}$ .

Le particelle primarie sono quelle che vengono emesse come tali dalle sorgenti naturali ed antropiche, mentre le secondarie si originano da una serie di reazioni chimiche e fisiche in atmosfera. Le particelle fini sono quelle che hanno un diametro inferiore a 2,5  $\mu\text{m}$ , le altre sono dette grossolane. Da notare che il particolato grossolano è costituito esclusivamente da particelle primarie.

Le polveri PM10 rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 10 micron, mentre le PM2,5, che costituiscono circa il 60% delle PM10, rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 2,5 micron.

Vengono dette polveri inalabili quelle in grado di penetrare nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (dal naso alla laringe). Le polveri toraciche sono quelle in grado di raggiungere i polmoni. Le polveri respirabili possono invece penetrare nel tratto inferiore dell'apparato respiratorio (dalla trachea fino agli alveoli polmonari).



**Figura 9:** Distribuzione di Emissioni di Particolato PM2.5 in ambito marittimo (internazionale + nazionale + pesca) per il 2015

## 4 CLASSIFICAZIONE NAVALE

Secondo le regole dell'Ente di classificazione navale [11] (*Ship Classification Society*), una nave viene definita come "un'unità galleggiante destinata al servizio di navigazione con lunghezza maggiore di 12 metri e con GT (*gross tonnage*, stazza lorda<sup>1</sup>) maggiore di 15, o che trasporta più di 12 passeggeri. L'attuale definizione non si applica alle navi da guerra e alle truppe ". Le navi marine oceaniche sono generalmente navi molto grandi progettate per la navigazione in acque profonde. A seconda della natura del loro carico, le navi possono essere suddivise in diverse categorie, classi e tipi. La maggior parte di queste navi può essere classificata come una delle seguenti:

- petroliera,
- portarinfuse,
- portacontainer,
- nave ro-ro,
- nave da carico generale,
- nave refrigerata,
- nave passeggeri.

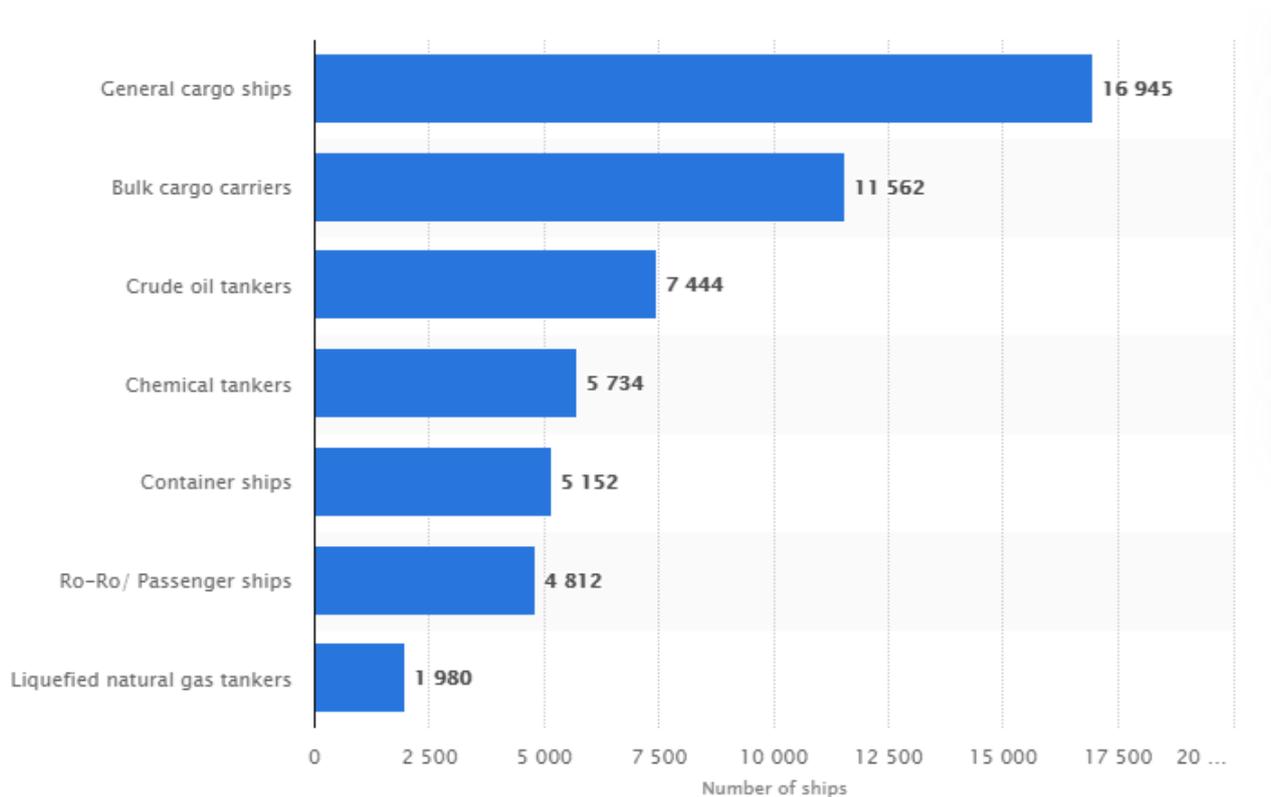
Esistono anche tipi di navi più piccole, che non sono incluse nelle categorie più grandi di navi, come:

- navi da pesca destinate ed attrezzate per la pesca o lo sfruttamento di altre risorse viventi del mare; rimorchiatori, una nave appositamente costruita e attrezzata per il traino e / o il salvataggio e il salvataggio di navi o altre unità galleggianti;
- navi utilizzate dalle autorità che includono i seguenti tipi: barche pilota, navi di soccorso, barche della polizia, barche personalizzate, ecc. ;
- navi da addestramento fornite per l'addestramento del personale marittimo che acquisisce formazione ed esperienza pratica in mare per sviluppare abilità marinesche idonee a una carriera professionale in mare e dotate di attrezzature e disposizioni speciali adatte a tale scopo (aule didattiche, alloggi per insegnanti e tirocinanti, ecc.) ;
- nave da ricerca, una nave senza spazi per il carico, impegnata in ricerche scientifiche, spedizioni e indagini non commerciali, che trasporta scienziati, tecnici e membri di spedizioni, e dotata di attrezzature e disposizioni speciali adatte a tale scopo (ad esempio laboratori, alloggi per il personale di ricerca, ecc. );
- nave di rifornimento, una nave principalmente destinata e attrezzata per il trasporto di personale speciale, materiali e attrezzature speciali utilizzati per fornire strutture alle unità offshore e altre installazioni marittime, nonché per fornire assistenza nello svolgimento di attività speciali;
- navi rompighiaccio e da diporto come gli yacht classificati come imbarcazioni da diporto per uso personale o commerciale, con lunghezza dello scafo superiore a 12 m, dotati di strutture e alloggi per la navigazione estesa, autorizzati a trasportare non più di 12 passeggeri, escluso l'equipaggio.

---

<sup>1</sup> Tonnellaggio di stazza lorda (tsl o GRT): Misura volumetrica pari a 100 piedi cubici (cioè metri cubi pari a 2,832).

#### 4 - CLASSIFICAZIONE NAVALE



**Figura 10:** Numero di navi nella flotta mercantile mondiale, per tipo, al 1 gennaio 2019 [Statista.it]

Di seguito una breve descrizione delle caratteristiche dei principali tipi di navi d'alto mare:

**Tanker** è una nave mercantile progettata per il trasporto di liquidi o gas alla rinfusa. I principali tipi di nave cisterna includono petroliere e gasiere o navi per trasporto prodotti chimici.

La petroliera è una nave costruita principalmente per trasportare petrolio alla rinfusa ed è disponibile in due tipi fondamentali: il vettore di greggio, che trasporta petrolio greggio, e la nave cisterna di prodotti puliti, che trasporta i prodotti raffinati, come benzina, gasolio, avio, cherosene etc. Le petroliere includono anche tipi di navi come i vettori combinati. Il vettore combinato è un termine generale applicato alle navi destinate principalmente a trasportare petrolio o carichi secchi, incluso il minerale, alla rinfusa (minerali / navi petrolifere, petrolio / rinfuse / minerali). Questi carichi non vengono trasportati contemporaneamente. Generalmente sono costruiti con un unico ponte, due paratie longitudinali e un doppio fondo per tutta la lunghezza del carico e destinati principalmente a trasportare carichi di minerali nelle stive centrali o di carichi petroliferi nelle stive centrali e nei serbatoi alari.

Le navi cisterna chimiche sono destinate principalmente al trasporto di prodotti chimici alla rinfusa.

Le gasiere possono essere suddivise in due tipi: navi cisterna refrigerate (come ad esempio GNL - gas naturale liquefatto) e navi cisterna non refrigerate (esempio GPL - gas di petrolio liquefatto).

Le **navi portarinfuse** sono navi semoventi marittime costruite e destinate principalmente a trasportare carichi secchi alla rinfusa come minerali, carbone, polpa, roccia, cemento, rottami metallici, grano, farina, riso, fertilizzanti, zucchero o qualsiasi carico che viaggia alla rinfusa.

Le **navi portacontainer** sono un tipo di navi da carico secco appositamente progettate e dotate di strutture adeguate per il trasporto di container.

#### 4 - PROCESSO DI COMBUSTIONE NEI MOTORI DIESEL MARINI E FORMAZIONE DEGLI INQUINANTI ATMOSFERICI

La **Ro-ro (roll on / roll off)** è una nave da carico (traghetto) specificatamente progettata per il trasporto di veicoli, che si imbarcano e sbarcano con le proprie ruote, e / o merci su pallet o in container che possono essere caricati o scaricati da mezzi di veicoli a ruote.

La **nave da carico refrigerata o la nave refrigerata** è una nave (escluse le navi da trasporto di gas liquefatto e le navi da pesca) appositamente destinata a trasportare carichi refrigerati permanentemente come frutta, verdura, latticini, pesce e carne e dispone di impianti di refrigerazione fissi e stive isolate. Escludendo il controllo della temperatura, i reefers sono simili ad altre navi o container da carico secco.

La **nave passeggeri** secondo le regole della società di classificazione della nave è una nave semovente autorizzata a trasportare più di 12 passeggeri, appositamente progettata e attrezzata a tale scopo, con scafo e sovrastruttura a uno o più ponti e con sistemazione in cabina per i passeggeri .

## 5 PROCESSO DI COMBUSTIONE NEI MOTORI DIESEL MARINI E FORMAZIONE DEGLI INQUINANTI ATMOSFERICI

### 5.1 Motori marini

La potenza necessaria per muovere le navi viene generata attraverso motori denominati principali (chiamati anche primi) e ausiliari, del tipo diesel, turbina a gas, turbina a vapore e motore elettrico. Il motore diesel è il motore primo più comune nella marina mercantile, principalmente a causa del suo basso consumo di carburante rispetto ad altri motori primi. La potenza varia tra 0,25 MW per i più piccoli motori ad alta velocità e 100 MW per i più grandi motori diesel marini a bassa velocità. I principali vantaggi dei motori diesel sono i seguenti [11]:

- è relativamente insensibile alla qualità del carburante;
- può funzionare sia con combustibili leggeri che con combustibili residui più pesanti;
- ha alta affidabilità e alta efficienza.

D'altra parte, i principali svantaggi dei motori diesel sono:

- le emissioni inquinanti,
- il basso rapporto peso / potenza rispetto alla turbina a gas;
- le vibrazioni;
- il rumore.

Dal punto di vista dell'applicazione, sono disponibili tre tipi principali di motori diesel:

- motori diesel a bassa velocità (rpm <200),
- motori diesel a velocità media (200 <rpm <1000),
- motori diesel ad alta velocità (rpm > 1000).

Dal punto di vista costruttivo si possono distinguere due tipologie: motori a due tempi a bassa velocità e motori a quattro tempi (a media o alta velocità).

I motori diesel a **bassa velocità** sono dominanti nei settori delle navi cisterna per acque profonde, portarinfuse e portacontainer. Questi motori sono attualmente i più efficienti in termini di consumo specifico di carburante, ma il livello di emissioni di NOx di questi motori è molto alto rispetto ai motori diesel marini a velocità media o alta (vedi **Figura 11b**).

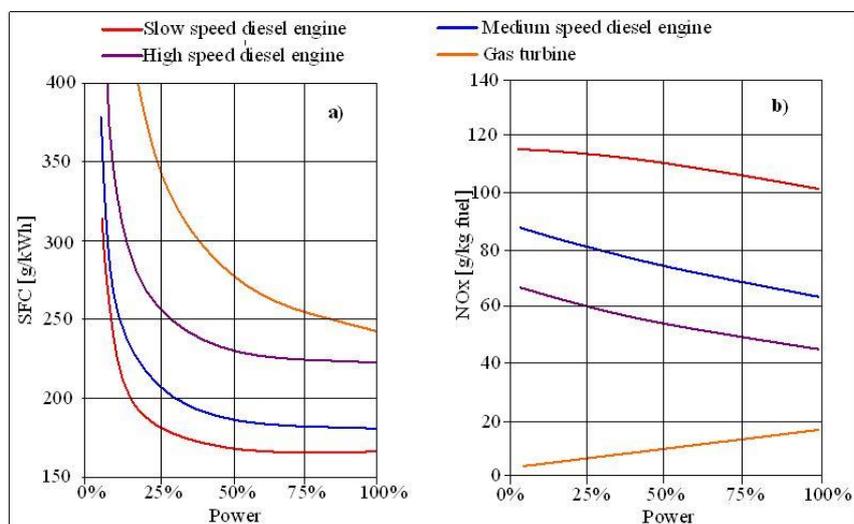


Figura 11: a) Consumo specifico di carburante di motori primi b) Rapporto di emissione di NOx per motori primi [11]

I motori diesel hanno consumi specifici di carburante intorno ai 160–185 g / kWh, contro i 220–240 g / kWh delle turbine a gas e 300 g / kWh delle turbine a vapore (vedi Figura 10a).

I motori a **velocità media** sono utilizzati per navi da carico più piccole, traghetti, navi da crociera passeggeri, vettori ro-ro, nave di rifornimento, rompighiaccio, ecc. , mentre i motori ad **alta velocità** sono usati in navi più piccole come navi da pesca, rimorchiatori, navi pilota, navi da diporto, ecc.

## 5.2 Motore diesel marino: tipo e principi di funzionamento

Il motore diesel è un motore alternativo a combustione interna in cui l'energia chimica del carburante viene convertita in energia termica mediante reazioni di combustione del carburante, quindi l'energia termica viene convertita in lavoro meccanico. Il ciclo vero e proprio all'interno del motore può essere eseguito in quattro tempi (due giri di albero motore) o in due tempi (un giro di albero motore) [12].

La denominazione “a quattro tempi” deriva dalle fasi caratteristiche della combustione che sono, per l'appunto, quattro: aspirazione, compressione, espansione e scarico. Vengono compiute in quattro corse del pistone. Per corsa del pistone si intende il suo spostamento da un punto estremo all'altro, cioè dove il pistone si ferma per un istante per invertire il suo movimento e sono chiamati “punti morti”, inferiore e superiore.

Quindi una corsa è definita come la distanza percorsa dal pistone tra il punto morto superiore (PMS) e il punto morto inferiore (PMI).

Il punto morto superiore (PMS) è quello in cui il pistone è più vicino alla testa del cilindro, mentre quando si trova alla minima distanza dal basamento è arrivato al punto morto inferiore (PMI). Il diametro del pistone, che è inferiore a quello del cilindro solo di alcuni centesimi di millimetro, si chiama alesaggio. Insieme alla corsa, che è lo spazio percorso dal pistone tra il PMI e il PMS, forma le cosiddette “misure caratteristiche” di un propulsore. La cilindrata, invece, è il volume che genera il pistone all'interno del cilindro quando si trova al PMI.

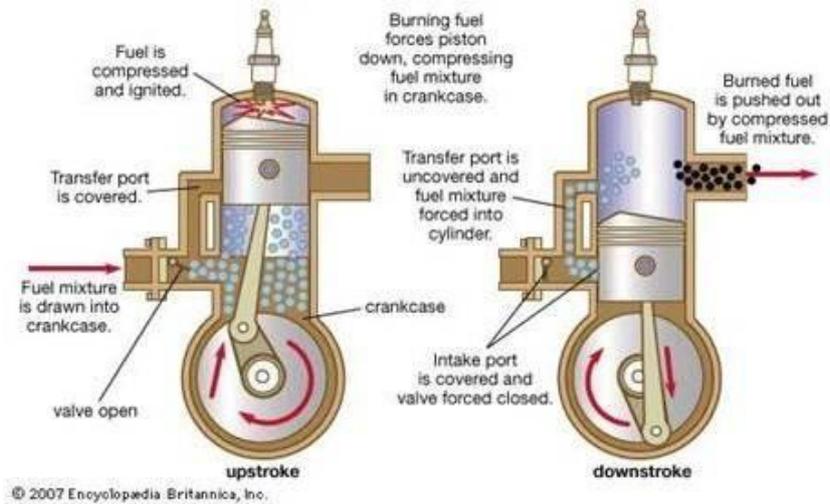
La prima fase del Ciclo (aspirazione) prevede che la miscela aria-carburante venga aspirata dentro al cilindro. La valvola di aspirazione si apre e, nello stesso tempo, il pistone scende dal PMS al PMI. In questa fase il pistone agisce come una pompa aspirante, ma non appena arriva al PMI inverte il suo moto, inizia a risalire verso il PMS e contemporaneamente si chiude la valvola di aspirazione. Mentre il pistone sale comprime la miscela aria-benzina (compressione), alza la pressione interna e aumenta il rendimento. Importantissimo è il rapporto di compressione, ovvero il rapporto tra volume massimo (pistone al PMI) e volume minimo (pistone al PMS) a disposizione dei gas all'interno del cilindro.

Quando la miscela aria-carburante è compressa al punto giusto, una scintilla scocca tra gli elettrodi della candela e avviene, con grande rapidità la combustione. Lo sviluppo di energia termica è ingente, la temperatura e la pressione dei gas all'interno del cilindro salgono, anche perché le valvole rimangono chiuse. In questo momento inizia la fase di espansione, in cui il pistone scende verso il PMI e una parte del calore generato dalla combustione diventa energia meccanica. Arrivato al PMI, il pistone risale verso il PMS e si apre contemporaneamente la valvola di scarico, permettendo di espellere dal cilindro tutti i gas.

Il motore diesel marino a bassa velocità (65–200 giri / min) funziona con ciclo a due tempi. Ciò significa che questo motore ha una corsa di lavoro o di potenza per ogni giro di albero motore. La differenza principale rispetto al ciclo a due tempi con il ciclo a quattro tempi è che l'aspirazione e lo scarico avvengono senza che il pistone imponga il processo.

## 5 - PROCESSO DI COMBUSTIONE NEI MOTORI DIESEL MARINI E FORMAZIONE DEGLI INQUINANTI ATMOSFERICI

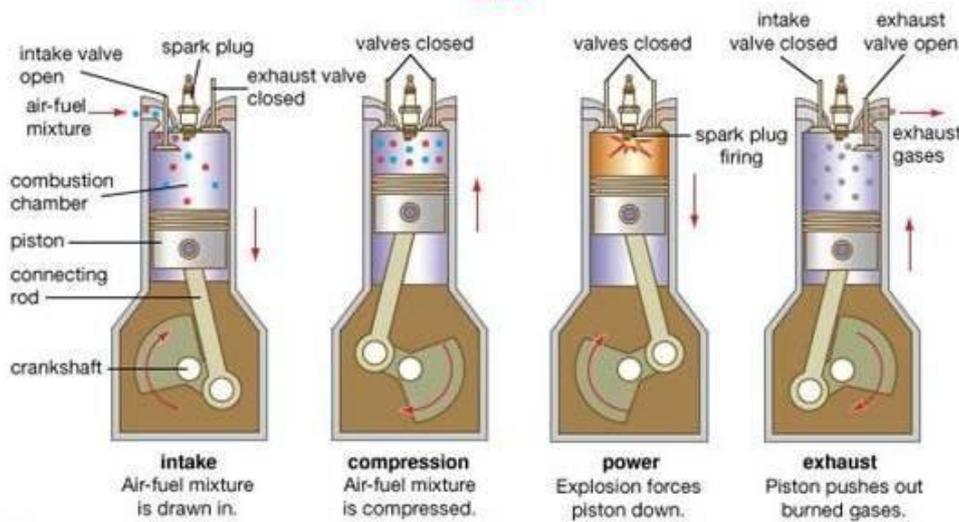
Il motore due tempi è più semplice rispetto al motore quattro tempi perché non ci sono le valvole e i meccanismi di distribuzione per far aprire o chiudere le valvole. Il carter, che racchiude l'albero motore, è l'involucro.



© 2007 Encyclopædia Britannica, Inc.

## Two Stroke

VS



© 2007 Encyclopædia Britannica, Inc.

## Four Stroke

Figura 12: Differenze tra motore a 2 tempi e motore a 4 tempi

Il pistone ha una specie di cresta, chiamata deflettore. Il passaggio tra carter e cilindro viene chiamato lavaggio o luci di travaso. Nella corsa di salita, il pistone determina una depressione nel carter, la quale richiama a sé la miscela di aria/benzina dalla luce di aspirazione (Fase di aspirazione). Nella fase di discesa, il pistone crea una pressione nel carter che determina il successivo travaso della miscela nel momento che si apre la luce di travaso (Fase di precompressione/travaso). Durante la risalita, dopo la chiusura delle luci di travaso e scarico, avviene la compressione vera e propria, che raggiunge il massimo nel punto morto superiore o meglio, allo scoccare della scintilla sulla candela (Fase di compressione). Arriva poi la fase di espansione. È l'unica fase attiva. A seguito dell'innesco della miscela avviene l'espansione dei gas, e successiva onda di pressione che tramite l'insieme pistone/"manovellismo" si trasforma in moto rotatorio

sull'albero motore. Durante la discesa nell'istante che viene scoperta la luce di scarico, termina la fase precedente, ossia quella di espansione, ed inizia quella di scarico. Sfruttando ancora l'energia dei gas, gli stessi vengono espulsi dalla camera di combustione e "buttati" verso l'esterno (Fase di scarico).

### 5.3 La reazione di combustione

Grazie alla stechiometria di combustione è possibile determinare la quantità di aria e carburante necessaria per ottenere una combustione completa. Una miscela stechiometrica contiene la quantità esatta di carburante e ossidante, in modo che, dopo che la combustione è completata, tutto il carburante e l'ossidante vengono consumati per formare i prodotti della combustione. Questa miscela stechiometrica ideale fornisce approssimativamente la temperatura massima della fiamma, poiché tutta l'energia liberata dalla combustione viene utilizzata per riscaldare i prodotti. La stechiometria di combustione per un combustibile idrocarburico generico ( $C_\alpha H_\beta O_\gamma$ ) può essere espressa dall'equazione (E1) e può essere applicata solo per idrocarburi monocomponenti (HC) [13]:

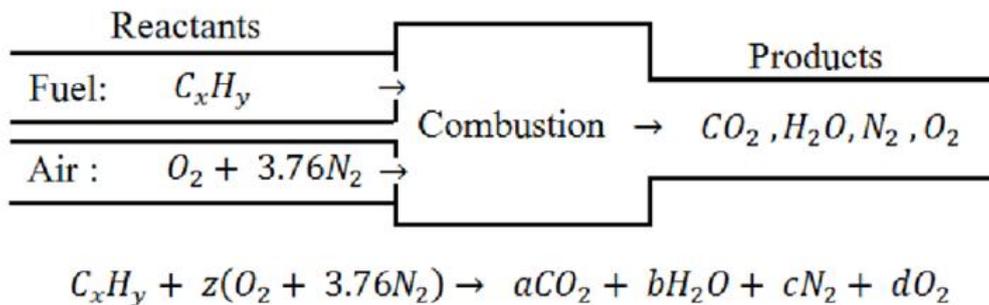
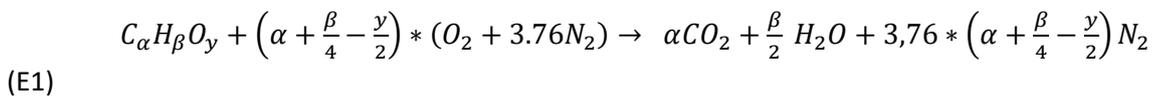
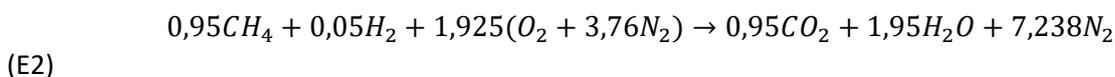


Figura 13: stechiometria della reazione di combustione

Per i combustibili multicomponenti si sviluppa la combustione stechiometrica utilizzando il principio generale dell'equilibrio atomico, assicurandosi che il numero totale di atomi di C, H, N e O sia lo stesso nei prodotti e nei reagenti (es. Miscela multicomponente di un 95% di metano ( $CH_4$ ) e 5% di idrogeno ( $H_2$ )):



Le equazioni sopra descritte sono equazioni ideali in quanto, nella realtà è difficile che il rapporto aria/combustibile sia stechiometrica. In genere, se viene utilizzata meno aria della quantità stechiometrica, la miscela viene descritta come combustibile ricco, se viene utilizzata aria in eccesso, la miscela viene

## 5 - PROCESSO DI COMBUSTIONE NEI MOTORI DIESEL MARINI E FORMAZIONE DEGLI INQUINANTI ATMOSFERICI

definita come miscela povera. Per questo motivo, è opportuno determinare la quantità di miscela combustibile utilizzando uno dei seguenti metodi:

- rapporto aria-carburante (FAR),
- rapporto di equivalenza ( $\Phi$ ),
- percentuale di aria in eccesso (% AE).

Il **rapporto aria-carburante (FAR)** o  $f_s$  è il rapporto effettivo tra massa di carburante  $m_f$  e massa d'aria  $m_a$  ed è espresso come:

$$f = \frac{m_f}{m_a}$$

(E3)

e il suo valore è limitato tra 0 e  $\infty$ . Per un'equazione stechiometrica l'Equazione (E3) diventa:

$$f_s = \frac{m_f}{m_a} \Big|_{ST} = \frac{M_f}{\left(\alpha + \frac{\beta}{4} - \frac{\gamma}{2}\right) * 4,76 M_a}$$

(E4)

dove:

$M_f$  è la massa molare stechiometrica del carburante;

$M_a$  la massa molare stechiometrica dell'aria che è di circa 28,96 kg / kmol.

Il rapporto stechiometrico della miscela carburante-aria della maggior parte dei combustibili idrocarburici è delimitato da 0,05 e 0,07. Il rapporto aria-carburante (AFR) è reciproco di FAR ed è espresso come  $AFR = f_s - 1$ .

Il **rapporto di equivalenza ( $\Phi$ )** è il rapporto effettivo tra il rapporto carburante-aria  $f$  e il rapporto stechiometrico aria-carburante  $f_s$ :

$$\Phi = \frac{f}{f_s} = \frac{m_{as}}{m_a}$$

(E5)

e il suo valore è limitato tra 0 e  $\infty$ . Per definizione:

- $\Phi < 1$  è una miscela magra;
- $\Phi = 1$  è una miscela stechiometrica;
- $\Phi > 1$  è una miscela ricca.

Il combustibile nel processo di combustione deve essere miscelato con una maggiore quantità di aria rispetto alla miscela stechiometrica perché non è possibile portare la quantità ideale di aria a ciascuna molecola di combustibile per miscelarle perfettamente in modo da ottenere una combustione completa. Nell'analisi della combustione, una variabile alternativa  $\lambda$  viene spesso utilizzata dagli ingegneri.  $\lambda$  è il rapporto tra il rapporto aria-carburante effettivo e il rapporto stechiometrico aria-carburante definito come:

$$\lambda = \frac{AFR}{AFR_s} = \frac{1}{f/f_s} = \frac{m_a}{m_{as}} = \frac{1}{\Phi}$$

(E6)

La **percentuale di aria in eccesso (% AE)** è la quantità di aria in eccesso rispetto alla quantità stechiometrica ed è definita come:

$$\%EA = 100 * \frac{m_a - m_{as}}{m_{as}} = 100 * \left( \frac{m_a}{m_{as}} - 1 \right) \quad \%$$

(E7)

### 5.3.1 Temperatura di fiamma adiabatica

Una delle caratteristiche più importanti di un processo di combustione è la più alta temperatura dei prodotti di combustione che può essere raggiunta. La temperatura dei prodotti della combustione sarà massima quando non ci sono perdite di calore nell'ambiente circostante e quando tutta l'energia liberata dalla combustione viene utilizzata per riscaldare i prodotti. Il calcolo della temperatura adiabatica a pressione costante, utilizzando un metodo della capacità termica specifica media, può essere eseguito per la miscela di combustione magra e ricca [13]:

Per una miscela magra ( $\Phi < 1$ ) si avrà:

$$T_{AFT} = T_R + \frac{\Phi * f_s * LHV}{(1 + \Phi * f_s) * \overline{c_{p,P}}}$$

(E8)

dove

$T_R$  rappresenta la temperatura dei reagenti, cioè il carburante che ha la temperatura di compressione ( $T_2$ ) dopo l'iniezione e il ritardo di accensione,

$\overline{c_{p,P}}$  è una capacità termica specifica media della miscela.

Per una miscela ricca ( $\Phi > 1$ ) si avrà:

$$T_{ATP} = T_R + \frac{f_s * LHV}{(1 + \Phi * f_s) * \overline{c_{p,P}}}$$

(E9)

## 5.4 Il processo di combustione nei motori diesel marini

Il processo di combustione del carburante comprende le seguenti fasi: ingresso del getto di carburante nella camera di combustione, disintegrazione del getto in goccioline, decomposizione di goccioline più grandi in goccioline più piccole, riscaldamento delle goccioline, evaporazione delle goccioline, miscelazione del vapore del carburante con l'aria circostante, simultanea autoaccensione della miscela di carburante in

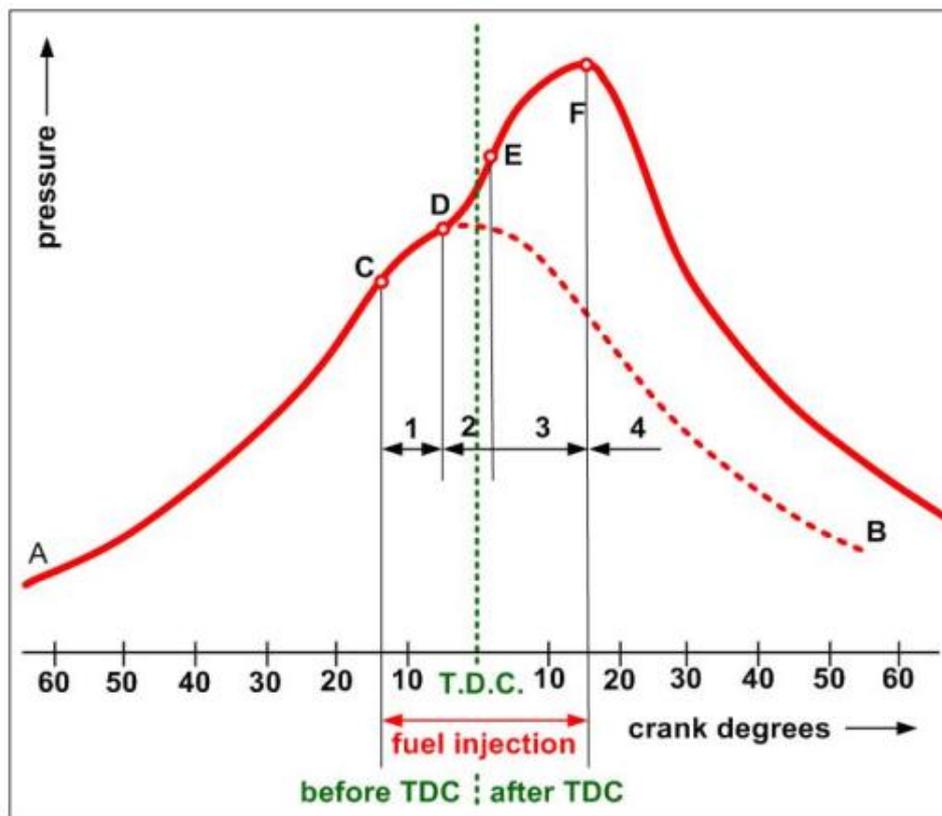
## 5 - PROCESSO DI COMBUSTIONE NEI MOTORI DIESEL MARINI E FORMAZIONE DEGLI INQUINANTI ATMOSFERICI

più punti, continua evaporazione delle goccioline e combustione intorno (combustione per diffusione), formazione di fuliggine durante la combustione in un'area vicino alle goccioline, calo di temperatura e reazione di rallentamento dovuta all'espansione nel cilindro.

Mentre la temperatura di combustione è ancora alta, è necessario che il particolato di fuliggine trovi i suoi reagenti (ossigeno) per completare la reazione di combustione. Le fasi fino alla contemporanea accensione della miscela di carburante rappresentano un'autoaccensione ritardata in più punti che può essere definita come il tempo o l'angolo dell'albero motore che trascorre dall'inizio dell'accensione del carburante all'autoaccensione della miscela.

Una buona distribuzione spaziale del carburante influisce sul corretto ed economico funzionamento del motore. Per ottenere una buona distribuzione spaziale del carburante, deve essere iniettato a una velocità di circa  $150-400 \text{ ms}^{-1}$ , che richiede una pressione di oltre 80 MPa.

La qualità della dispersione è determinata dalla velocità di iniezione, dalla tensione superficiale del carburante, dalla viscosità del carburante, dalla densità dell'aria nel cilindro, dalla turbolenza e dalla cavitazione nell'ugello. Una migliore turbolenza, miscelazione con aria e combustione possono essere ottenute mediante una migliore penetrazione e propagazione del carburante per aviogetti.



**Figura 14:** Fasi del processo di combustione all'interno di un motore marino diesel [11]

Nel motore diesel marino, l'iniezione viene eseguita da iniettori con gli ugelli che dirigono il carburante nello spazio del cilindro. Sotto l'influenza delle forze aerodinamiche dell'aria compressa, il getto di carburante si espande e si scompone in piccole goccioline. La qualità dell'atomizzazione del carburante è definita dal diametro medio delle goccioline e dalla loro uniformità. Una migliore dispersione del carburante si ottiene con i diametri più piccoli dei fori degli ugelli, una maggiore pressione di iniezione e

## 5 - PROCESSO DI COMBUSTIONE NEI MOTORI DIESEL MARINI E FORMAZIONE DEGLI INQUINANTI ATMOSFERICI

una maggiore pressione di compressione all'interno del cilindro. Il processo di combustione in un motore diesel può essere suddiviso in quattro fasi (vedi **Figura 14**).

La prima fase, "ritardo di accensione, curva C-D", definisce il periodo dall'inizio dell'iniezione fino all'avvio dell'accensione e ha un impatto sulla formazione dell'inquinante. Questo periodo definisce l'atomizzazione del carburante, l'evaporazione, la miscelazione e l'inizio della reazione. Con una turbolenza sufficientemente bassa, si creano fronti di fiamma locali che producono alte temperature senza fuliggine.

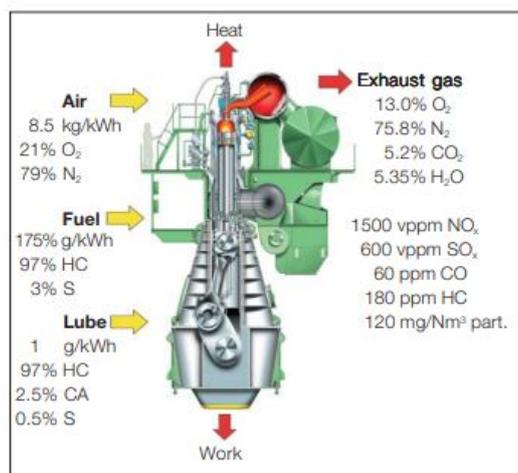
La seconda fase, "combustione incontrollata, curva D-E", è una fase omogenea di combustione. In questa fase si verificano improvvise accensioni e combustione della miscela di carburante già preparata durante la fase di accensione ritardata. La combustione inizia simultaneamente in più punti e conduce in modo intensivo, e c'è un improvviso aumento della pressione e della temperatura.

La terza fase, "combustione parzialmente controllata, curva E-F", è la combustione per diffusione quando le goccioline di carburante vaporizzano dalla superficie. Il carburante evaporato viene miscelato con l'aria e la velocità di combustione è limitata dalla velocità di evaporazione del carburante e dalla velocità di creazione della miscela di carburante.

La quarta fase, "dopo la combustione, curva F fino alla fine", è la parte finale della combustione e dura circa la metà del tempo di combustione totale. Durante questa fase, la reazione rallenta a causa dell'espansione e diminuisce la quantità di reagenti, e una parte di fuliggine che si crea durante la combustione lascia il cilindro come porzione di emissioni.

### 5.5 Formazione di inquinanti atmosferici durante il processo di combustione nel motore diesel marino

I principali inquinanti nelle emissioni di gas di scarico diesel sono un risultato diretto del processo di combustione stesso.



**Figura 15:** concentrazioni tipiche delle emissioni di gas di scarico [14]

Le concentrazioni tipiche delle emissioni di gas di scarico dai motori diesel marini comprendono in gran parte azoto, circa il 76%, ossigeno, circa, 13%, anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) ca. 5% e vapore acqueo ca. 5%, con minori quantità di inquinanti: ossido di azoto (NO<sub>x</sub>) ca. 1200 ppm, ossido di zolfo (SO<sub>x</sub>) ca. 640 ppm, monossido di carbonio (CO) ca. 60 ppm, idrocarburi (HC) parzialmente reagiti e non combustibili ca. 180 ppm e particolato (PM) ca. 120 mg / Nm<sup>3</sup> [14]. La composizione di questa miscela di gas, liquidi e solidi effettivamente emessi nell'aria varierà a seconda del tipo di motore, della potenza del motore, delle

condizioni operative, nonché del tipo di carburante e olio lubrificante e dipende anche dalla presenza o meno del sistema di controllo delle emissioni.

### 5.5.1 NO<sub>x</sub>

Gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) si generano dall'ossigeno dell'azoto atmosferico presente nell'aria di aspirazione o di lavaggio. L'ossidazione dell'azoto atmosferico è influenzata dalle condizioni locali nella camera di combustione, come la pressione massima del cilindro, le temperature di picco locali e il rapporto locale aria-carburante. Il prodotto di reazione primario è il monossido di azoto (NO) per circa il 90% del volume, ma circa il 5% di esso viene convertito in biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) successivamente nel ciclo di combustione, durante l'espansione e durante il flusso attraverso il sistema di scarico. Allo stesso tempo, si forma anche una percentuale molto limitata di protossido di azoto N<sub>2</sub>O. L'ulteriore ossidazione di NO a NO<sub>2</sub> prosegue successivamente a temperatura ambiente dopo che i gas di scarico sono passati nell'atmosfera. L'ossido di azoto è particolarmente preoccupante a causa dei suoi effetti dannosi sulla respirazione e sulla vita delle piante, nonché per il suo contributo significativo alle piogge acide. Inoltre, NO<sub>x</sub>, insieme ai composti organici volatili (VOC), è anche coinvolto in una serie di reazioni fotochimiche che portano ad un aumento dell'ozono nella troposfera che, a sua volta, influisce negativamente sulla salute umana e sulla vegetazione naturale. Questi problemi sono evidenti a terra e soprattutto nelle aree urbane.

L'analisi del processo di combustione nel cilindro e delle reazioni che sono coinvolte nella formazione di NO ha identificato tre principali fonti di formazione di NO di cui, come accennato in precedenza, alcune vengono convertite in NO<sub>2</sub> per dare la miscela di NO<sub>x</sub>. Queste fonti sono la formazione di NO termico, la formazione di NO pronto e la formazione di NO da combustibile. La maggior parte delle emissioni di NO è generata dai motori a combustione interna attraverso il processo termico.

#### Formazione di monossido di azoto termico

Durante il processo di combustione nel motore diesel, si raggiungono temperature elevate. Intorno a 1700 K, e oltre fino a 2500 K, è disponibile energia termica sufficiente per dissociare ossigeno, azoto e anche altre molecole formate durante il processo di combustione stesso. La ricombinazione degli elementi porta alla formazione di NO. I processi di reazione sono piuttosto lenti per cui la maggior parte degli ossidi di azoto si formano durante la miscelazione dei gas di combustione stechiometrici con l'aria in eccesso nel cilindro. Nei motori diesel a bassa e media velocità, la parte di gran lunga più importante di NO<sub>x</sub> viene generata nel processo termico NO.

La formazione di monossido d'azoto può essere rappresentata con tre reazioni chimiche basate sul meccanismo di Zeldovich [15]:



Le prime due reazioni mostrano la formazione di monossido d'azoto per la miscela magra e la terza per la miscela ricca. La prima reazione è la fase di limitazione della velocità a causa della sua attivazione a temperatura molto elevata. L'elevata energia di attivazione è necessaria per rompere il triplo legame nella molecola di azoto (: N≡N :), che si verifica ad alta temperatura di combustione; questo è chiamato monossido di azoto termico (NO). La velocità di formazione dell'NO termico è praticamente insignificante se la temperatura è inferiore a 1700 K. D'altra parte, se la temperatura sale, soprattutto oltre i 2000 K, la

## 5 - PROCESSO DI COMBUSTIONE NEI MOTORI DIESEL MARINI E FORMAZIONE DEGLI INQUINANTI ATMOSFERICI

formazione di NO termico è fortemente accelerata. La formazione di NO termico può essere ridotta abbassando e controllando i picchi di temperatura e riducendo al minimo la permanenza dei fumi ad alte temperature. L'equazione per la velocità di formazione totale degli ossidi di azoto termico (NOx) è [16]:

$$\frac{d[NO_x]}{dt} = \frac{6 \cdot 10^{16}}{T^{0,5}} * e^{\left(\frac{-69090}{T}\right)} * [N_2] * [O_2]^{0,5}$$

(E13)

Dove:

$T$  è la temperatura assoluta della fiamma (K),

$[N_2]$  è la molarità di azoto  $N_2$  (mol/cm<sup>3</sup>),

$[O_2]$  è la molarità di di ossigeno  $O_2$  (mol/ cm<sup>3</sup>)

$\frac{d[NO_x]}{dt}$  la velocità di formazione dell'ossido di azoto (mol/cm<sup>3</sup>).

### Formazione di monossido di azoto pronto

Il monossido di azoto può essere formato sul fronte di fiamma a causa della presenza di radicali idrocarburici prodotti a temperatura relativamente bassa. Generalmente questa reazione avviene all'inizio della combustione in cui si è in forte presenza di sostanze intermedie molto aggressive che quindi attaccano anche l'azoto. In linea generale la quantità di produzione di NOx pronto è nettamente inferiore rispetto al termico o da combustibile. I radicali idrocarburi (HC) reagiscono con le molecole di azoto con la seguente sequenza di fasi di reazione [16]:

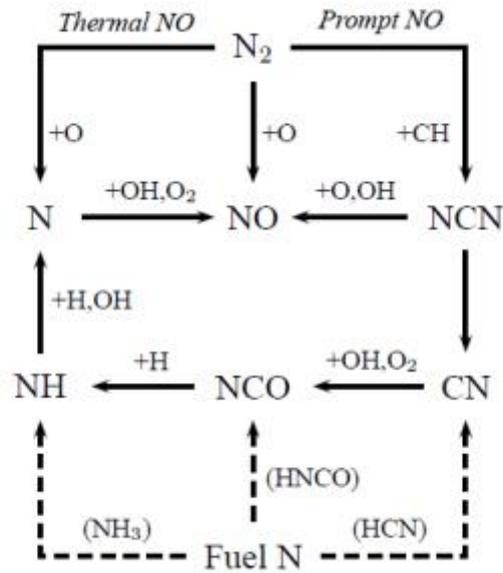


L'azoto reagisce con un radicale HC per produrre acido cianidrico HCN e, inoltre, HCN reagisce con l'azoto per produrre monossido di azoto attraverso una serie di fasi intermedie. In contrasto con i meccanismi di NO termico che hanno una temperatura di attivazione superiore a 1700 K, un NO pronto può essere formato a partire da una bassa temperatura, intorno a 1000 K .

### Formazione di monossido di azoto da combustibile

Sono gli ossidi di azoto prodotti a partire dall'azoto presente nel combustibile.

La formazione di NO da combustibile diventa importante quando si utilizza olio combustibile pesante perché tali combustibili contengono più azoto organico rispetto ad altri più leggeri. L'olio combustibile pesante può contenere fino allo 0,5% di azoto, il che aumenta l'emissione totale di NOx fino al 10%.



**Figura 16:** Diagramma del percorso di reazione semplificato che illustra le fasi principali di formazione di NO termico, NO pronto e NO da combustibile. [17]

### 5.5.2 SO<sub>x</sub>

La formazione di ossidi di zolfo (SO<sub>x</sub>) nei gas di scarico è causata dall'ossidazione dello zolfo elementare presente nel carburante in monossido di zolfo (SO), anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) e anidride solforica (SO<sub>3</sub>) durante il processo di combustione. Le emissioni di SO<sub>x</sub> nei gas di scarico dei motori diesel comprendono principalmente anidride solforosa e una piccola quantità di anidride solforica. I prodotti stabili come l'anidride solforosa (SO<sub>2</sub>), il solfuro di idrogeno (H<sub>2</sub>S), il disolfuro di carbonio (CS<sub>2</sub>) e il disolfuro (S<sub>2</sub>) vengono creati durante la combustione delle miscele ricche. Il monossido di zolfo radicalico (SO) reagisce con l'ossigeno (O<sub>2</sub>) per produrre anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) ad alte temperature. La quantità di emissioni di anidride solforosa dipende dal contenuto di zolfo del carburante utilizzato e non può essere controllata dal processo di combustione. Inoltre, il triossido di zolfo (SO<sub>3</sub>) non può essere creato nella combustione in condizioni di carburante ricco, anche quando la combustione è prossima al punto stechiometrico. Tuttavia, se c'è anche un eccesso d'aria dell'1%, l'anidride solforica aumenta rapidamente nella sua quantità. Tipicamente, la quantità di SO<sub>3</sub> è il 5% della quantità di ossidi di zolfo (SO<sub>2</sub> e SO<sub>3</sub>). Ad esempio, se il combustibile contiene il 3% di zolfo, il volume di SO<sub>x</sub> generato è di circa 64 kg per tonnellata di combustibile bruciato; se si utilizza carburante con contenuto di zolfo dell'1%, la quantità di emissioni di SO<sub>x</sub> è di circa 21 kg per tonnellata di carburante bruciato [18]. SO<sub>x</sub> formato dallo scarico diesel è corrosivo ed è parzialmente neutralizzato dall'olio lubrificante di un motore che viene utilizzato come base tipica. Inoltre, gli ossidi di zolfo (SO<sub>x</sub>) si combinano con l'umidità per formare acido solforico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), che viene poi riversato sotto forma di pioggia acida. Ha un effetto dannoso sulle piante e sulla salute umana e può danneggiare molti oggetti, compresi gli edifici. Anche le emissioni di anidride solforosa hanno un impatto negativo sulla salute umana; le particelle di solfato in particolare possono indurre asma, bronchite e malattie cardiache.

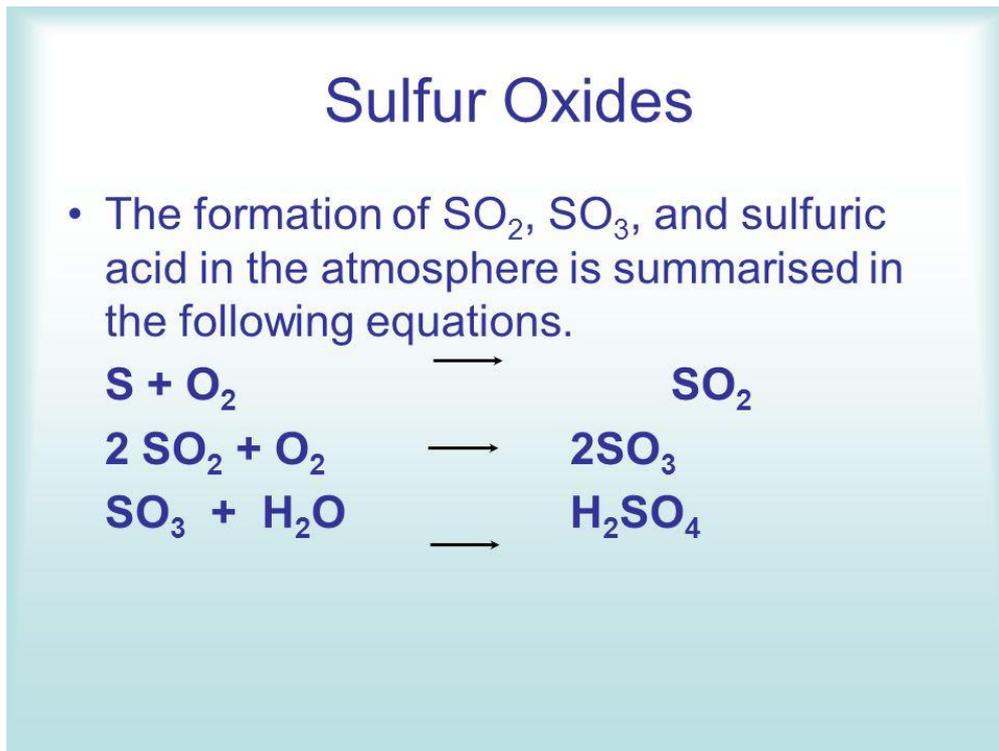


Figura 17: Semplificazione delle reazioni degli SOx

### 5.5.3 CO e HC

La formazione di monossido di carbonio (CO) deriva dalla combustione incompleta di materiale organico, che è dovuta alla mancanza di ossigeno o alla bassa temperatura in alcuni punti della camera di combustione. Lo stesso processo alla formazione anche di idrocarburi (HC). Nei motori diesel, la formazione di monossido di carbonio è determinata dalla miscela aria / carburante nella camera di combustione e poiché il carburante ha un rapporto con l'aria costantemente minimo e un processo di combustione efficiente, la formazione di questo gas tossico è minima. Tuttavia, può verificarsi una combustione insufficiente se le gocce di carburante in un motore diesel sono troppo grandi o il livello di turbolenza è insufficiente o si crea un vortice nella camera di combustione. Quando si brucia olio combustibile pesante, le emissioni di idrocarburi sono inferiori rispetto alla combustione di olio combustibile leggero a causa del livello di evaporazione inferiore.

## Carbon Monoxide (CO)

Produced in incomplete combustion of hydrocarbon fuels:

**Complete Combustion of Propane:**  
 $C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

**Incomplete Combustion of Propane:**  
 $2C_3H_8 + 7O_2 \rightarrow 2C + 2CO + 8H_2O + 2CO_2$

:**C**≡**O**:

**Harmful Effects:**

- very toxic to humans
- oxidised to  $CO_2$  in the atmosphere
- one of the primary pollutants of photochemical smog
- produces particulates

Figura 18: Esempio di combustione completa o parziale con propano

Le emissioni di idrocarburi (HC) come frazione dei gas di scarico dei motori diesel sono costituite prevalentemente da carburante incombusto o parzialmente bruciato a causa di una temperatura insufficiente. Ciò si verifica spesso vicino alla parete del cilindro dove la temperatura della miscela aria / carburante è notevolmente inferiore rispetto al centro del cilindro. Nell'atmosfera gli idrocarburi sono soggetti a reazioni fotochimiche con ossidi di azoto che formano l'ozono e lo smog. Le emissioni di idrocarburi (HC) sono rappresentate come idrocarburi totali (THC) o come idrocarburi non metanici (NMHC)[19].

#### 5.5.4 CO<sub>2</sub>

L'anidride carbonica è uno dei prodotti base della combustione e non è tossica; tuttavia, è una dei responsabili dell'"effetto serra" e del riscaldamento globale. È un prodotto dei gas di scarico dei motori diesel come risultato della combustione di carbonio presente nel carburante e ossigeno O<sub>2</sub>. La concentrazione massima di anidride carbonica sarà generata durante la combustione stechiometrica, cioè quando la quantità completa di carburante reagisce con l'ossigeno dell'aria durante la combustione. La concentrazione effettiva di CO<sub>2</sub> dipende dal contenuto relativo di carbonio (C), idrogeno (H) e altri elementi combustibili nel carburante. I valori massimi di anidride carbonica per i comuni tipi di carburante marino sono riportati nella **Tabella 2 [11]**, assumendo che il gas di scarico sia secco.

**Tabella 2:** Valori massimi di CO<sub>2</sub> per tipologia di carburante marino, assumendo che il gas di scarico sia secco.

Fuel	CO <sub>2</sub> max (%)
Natural gas	11.9
Light fuel oil	15.5
Heavy fuel oil	15.8

Il valore massimo di anidride carbonica ( $CO_2$  max) può essere calcolato secondo le seguenti equazioni [20]:

$$CO_{2max} = \frac{\text{Numero di molecole di } CO_2 \text{ prodotte durante una combustione completa}}{\text{Numero totale di molecole di prodotti di combustione}}$$

(E16)

Per gas di scarico umidi:

$$CO_{2max} = \frac{c}{c + \frac{h}{2} + \frac{79,1}{20,9} * \left(c + \frac{h}{4}\right)}$$

(E17)

Per gas di scarico secchi:

$$CO_{2max} = \frac{c}{c + \frac{79,1}{20,9} * \left(c + \frac{h}{4}\right)}$$

(E18)

La concentrazione di anidride carbonica ( $CO_2$ ) può essere calcolata nelle emissioni di gas di scarico secondo l'equazione (19), a condizione che siano noti la concentrazione di ossigeno ( $O_2$ ), la concentrazione massima di anidride carbonica ( $CO_2$ ) max e il tipo di carburante:

$$[CO_2] = \frac{CO_{2max} * (20,9 - [O_2])}{20,9}$$

(E19)

La riduzione delle emissioni di anidride carbonica può essere ottenuta riducendo il consumo specifico di olio combustibile (SFOC) poiché la quantità di  $CO_2$  prodotta è direttamente proporzionale al volume di carburante utilizzato e quindi all'efficienza del motore. Un'alternativa è usare carburante con un basso rapporto di carbonio rispetto all'idrogeno, il che aumenta notevolmente il prezzo degli oli combustibili marini.

### 5.5.5 Particolato (PM)

Il particolato è una miscela di sostanze organiche e inorganiche che comprende in gran parte carbonio elementare, minerali di cenere, metalli pesanti, ossidi di zolfo condensati, acqua e una varietà di componenti idrocarburi incombusti o parzialmente bruciati del carburante e oli lubrificanti. Più della metà della massa totale del particolato è fuliggine (particelle carboniose inorganiche), di cui l'evidenza visibile è il fumo. Alcune delle particelle di carburante non bruciano completamente e vengono emesse come goccioline di materiale liquido o carbonioso pesante. La combustione incompleta è il risultato di quantità localmente basse di aria in eccesso. Un'iniezione di carburante non corretta o comunque mal funzionante e

## 5 - PROCESSO DI COMBUSTIONE NEI MOTORI DIESEL MARINI E FORMAZIONE DEGLI INQUINANTI ATMOSFERICI

una cattiva miscelazione del carburante all'interno del cilindro provocano anche una combustione incompleta aumentano così le emissioni di particolato. Le particelle di fuliggine (incombusto - carbonio elementare) non sono di per sé tossiche, ma possono causare l'accumulo di idrocarburi acquosi (HC) e si ritiene che alcune di esse siano cancerogene. Il particolato costituisce non più dello 0,003% circa dei gas di scarico del motore. Quasi l'intera massa delle particelle di carburante è nell'intervallo delle particelle fini di 10 micron o meno di diametro (PM10). Circa il 94% della massa di queste particelle ha un diametro inferiore a 2,5 micron (PM2,5). Il PM è motivo di preoccupazione specifica perché rappresenta un rischio di cancro ai polmoni per gli esseri umani e un pericolo derivante da effetti respiratori non cancerosi come l'infiammazione polmonare. A causa delle loro piccole dimensioni, le particelle sono facilmente respirabili e possono raggiungere efficacemente le vie aeree più basse del polmone insieme ai composti adsorbiti, molti dei quali sono noti o sospetti mutageni e cancerogeni. Anche reazioni secondarie di NOx e SOx possono produrre PM.

Il metodo più efficace per ridurre le emissioni di particolato è utilizzare combustibili distillati più leggeri; tuttavia, questo comporta una spesa aggiuntiva. Ulteriori riduzioni delle emissioni di particolato possono essere ottenute aumentando la pressione di iniezione del carburante per garantire una miscelazione ottimale aria / carburante. Il terzo metodo per ridurre le emissioni di particolato consiste nell'utilizzare separatori a ciclone, che sono efficaci per particelle di dimensioni maggiori di 0,5 µm.

La **tabella 3** fornisce una sintesi degli inquinanti discussi sopra e loro derivazione [11]:

Emission	Source
NOx	Function of peak combustion temperature, oxygen content and residence time (function of engine speed in rpm)
SOx	Function of fuel oil sulphur content
CO	Function of the air excess ratio, combustion temperature and air/fuel mixture
HC	Function of the amount of fuel and lubricating oil left unburned during combustion process
PM	Originates from unburned fuel as well as ash content in fuel and lubricating oil
CO <sub>2</sub>	Function of combustion

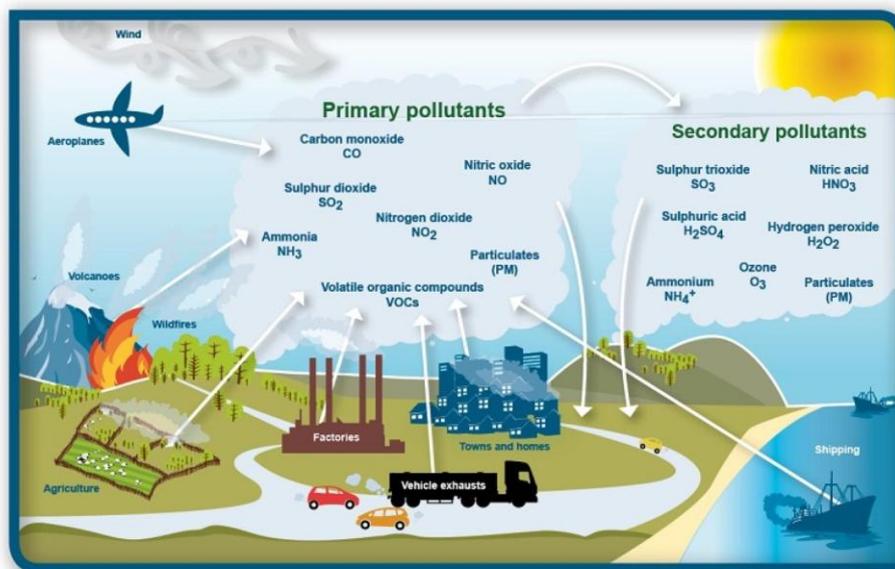


Figura 19: Inquinanti e loro derivazione

## 6 QUADRO NORMATIVO [22]

Le normative riguardanti l'inquinamento atmosferico causato dalla navigazione mercantile sono sviluppate a livello globale. Poiché la navigazione è intrinsecamente internazionale, è fondamentale che essa sia soggetta a normative uniformi su questioni come le emissioni atmosferiche delle navi.

L'Organizzazione marittima internazionale (IMO) è l'agenzia specializzata che agisce per conto delle Nazioni Unite (ONU). L'IMO ha la responsabilità del miglioramento internazionale di inquinamento marittimo e norme di sicurezza.

Nel 1973, l'IMO ha adottato la Convenzione internazionale per la prevenzione dell'inquinamento causato dalle navi, ora universalmente nota come MARPOL, che è stata modificata dai protocolli del 1978 e del 1997 e mantenuta aggiornata con le modifiche pertinenti. La convenzione MARPOL affronta l'inquinamento causato dalle navi da petrolio; da sostanze liquide nocive trasportate alla rinfusa; sostanze nocive trasportate via mare in forma imballata; acque luride, immondizia; e la prevenzione dell'inquinamento atmosferico provocato dalle navi.

MARPOL contiene 6 allegati relativi alla prevenzione delle diverse forme di inquinamento marino provocato dalle navi [IMO]:

- 1) L'allegato I tratta le norme per la prevenzione dell'inquinamento da idrocarburi.
- 2) L'allegato II specifica i criteri di scarico e le misure per il controllo dell'inquinamento da sostanze liquide nocive trasportate alla rinfusa.
- 3) L'allegato III contiene i requisiti generali per l'emissione di norme sull'imballaggio, la marcatura e l'etichettatura.
- 4) L'allegato IV contiene i requisiti per controllare l'inquinamento del mare causato dalle acque reflue.
- 5) L'allegato V tratta diversi tipi di rifiuti, inclusa la plastica, e specifica le distanze.
- 6) L'allegato VI riguarda le emissioni gassose dei motori e degli impianti delle navi: la Convenzione regola le emissioni di ossidi di zolfo, ossidi di azoto e particolato dagli scarichi delle navi e vieta l'emissione deliberata di sostanze che riducono lo strato di ozono. Contiene inoltre disposizioni che consentono la creazione di speciali aree di controllo delle emissioni (ECA) con controlli ancora più rigorosi sulle emissioni di inquinanti atmosferici. L'Allegato VI vieta anche qualsiasi emissione

(deliberata) di una sostanza dannosa per l'ozono, come halon e clorofluorocarburi (CFC), nonché qualsiasi nuova installazione di apparecchiature che utilizzano questi gas.

### 6.1 Allegato VI

L'allegato VI è entrato in vigore il 19 maggio 2005 e stabilisce limiti alle emissioni di ossidi di azoto, ossidi di zolfo e composti organici volatili (COV) dagli scarichi delle navi e vieta le emissioni deliberate di sostanze che riducono lo strato di ozono. La regola 13 dell'allegato VI, ossidi di azoto (NOx), si applica ai motori diesel di potenza superiore a 130 kW installati su navi costruite a partire dal 1 ° gennaio 2000, esclusi i motori per scopi di emergenza come il motore del generatore di emergenza, il motore della barca di salvataggio, ecc.

Inoltre, l'allegato VI di MARPOL ha fissato un limite globale massimo di zolfo (Regola 14) nel carburante dell'attuale 0,1% in peso (dal 1 ° gennaio 2015) per qualsiasi carburante utilizzato a bordo di una nave. L'allegato VI contiene anche disposizioni che consentono di istituire speciali aree di **Controllo delle Emissioni** di SOx (ECA) con controlli più rigorosi sulle emissioni di zolfo. Il limite globale, al di fuori della ECA sullo zolfo, può essere rispettato utilizzando carburante con contenuto di zolfo inferiore allo 0,5%.

## Annex VI- Regulations for the Prevention of Air Pollution from Ships

### Contents

#### Chapter 1 - General

<a href="#">Regulation 1</a>	Application
<a href="#">Regulation 2</a>	Definitions
<a href="#">Regulation 3</a>	General exceptions
<a href="#">Regulation 4</a>	Equivalents

#### Chapter 2 - Survey, certification and means of control

<a href="#">Regulation 5</a>	Surveys
<a href="#">Regulation 6</a>	Issue or endorsement of Certificate
<a href="#">Regulation 7</a>	Issue or endorsement of a Certificate by another Government
<a href="#">Regulation 8</a>	Form of Certificate
<a href="#">Regulation 9</a>	Duration and validity of Certificate
<a href="#">Regulation 10</a>	Port State control on operational requirements
<a href="#">Regulation 11</a>	Detection of violations and enforcement

#### Chapter 3 - Requirements for control of emissions from ships

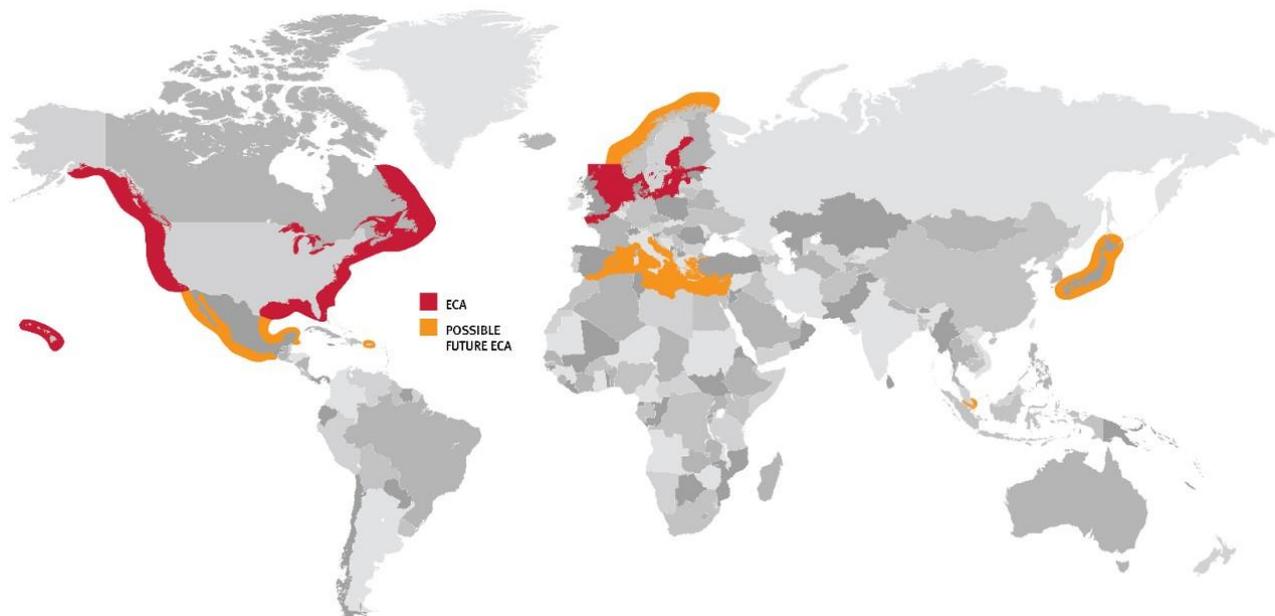
<a href="#">Regulation 12</a>	Ozone-depleting substances.
<a href="#">Regulation 13</a>	Nitrogen oxides (NO <sub>x</sub> )
<a href="#">Regulation 14</a>	Sulphur oxides (SO <sub>x</sub> )
<a href="#">Regulation 15</a>	Volatile organic compounds
<a href="#">Regulation 16</a>	Shipboard incineration
<a href="#">Regulation 17</a>	Reception facilities
<a href="#">Regulation 18</a>	Fuel oil quality
<a href="#">Regulation 19</a>	Requirements for platforms and drilling rigs

#### Appendices to Annex VI

<a href="#">Appendix I</a>	Form of IAPP Certificate
<a href="#">Appendix II</a>	Test cycles and weighting factors
<a href="#">Appendix III</a>	Appendix III Criteria and procedures for designation of SO <sub>x</sub> emission control areas
<a href="#">Appendix IV</a>	Type approval and operating limits for shipboard incinerators
<a href="#">Appendix V</a>	Information to be included in the bunker delivery note

#### [Unified Interpretations of Annex VI](#)

Al fine di soddisfare i requisiti la regola 14 dell'annesso VI, è stata introdotta la combustione di oli combustibili a basso tenore di zolfo (LSFO). Esiste anche un regolamento dell'UE sul contenuto di zolfo nel gasolio marino (1999/32 / CE, articolo 4 con modifica come da direttiva 2005/33 / CE), che, nelle acque territoriali di uno stato membro dell'UE, non può superare 0,1% in peso. Questo si applica a tutte le navi indipendentemente dallo stato di provenienza. Dal 1 ° gennaio 2010, il contenuto di zolfo di eventuali combustibili per uso marittimo è obbligato a non dover mai superare lo 0,1% in peso per le navi in porto ad eccezione dei brevi soggiorni (fino a 2 h).



**Figura 20:** Sulphur Emission Control Areas(ECA)

Le “Sulphur Emission Control Areas” [Figura 20], sono aree geografiche identificate dalla convenzione MARPOL (1997). Tali zone sono pertanto sottoposte ad una regolamentazione ed un controllo più stringenti riguardo le emissioni di SO<sub>x</sub> (ossidi di zolfo). Grazie alle regole introdotte nel 2005 dalla IMO, all’interno delle SECAs è stata possibile la riduzione di tali inquinanti nei combustibili, passando dall’1.5% allo 0.1%. L’organizzazione punta però ad ottenere entro il 2020 la riduzione delle suddette quantità fino ad un valore di 0.5% a livello globale.

Al fine di controllare l’emissione di CO<sub>2</sub> dal trasporto marittimo, i primi regolamenti formali di controllo della CO<sub>2</sub> sono stati adottati dall’IMO nella 62a sessione del Comitato per la protezione dell’ambiente marino (MEPC) nel luglio 2011. Le modifiche all’allegato VI di MARPOL includevano l’aggiunta del Capitolo 4 sui regolamenti in materia di efficienza energetica.

Altri trattati riguardano i rifiuti e il riciclaggio ecologicamente corretto delle navi. L’IMO persegue costantemente un approccio proattivo per garantire che le strutture di raccolta a terra per i rifiuti prodotti dalle navi siano al passo con i requisiti normativi internazionali.

## 7 La qualità dell'aria in Italia [23]

La normativa di riferimento in materia di qualità dell'aria in Italia si basa sul Decreto Legislativo 155/2010 del 13/08/2010 in attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla "qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa". Il Decreto stabilisce gli inquinanti da monitorare e i limiti stabiliti:

*Tabella 1.1: Limiti di qualità dell'aria in vigore ai sensi del D. Lgs. 155/2010.*

Inquinante	Tipo Limite	Parametro Statistico	Valore
SO <sub>2</sub>	Soglia di allarme <sup>1</sup>	Media 1 ora	500 µg/m <sup>3</sup>
	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 24 volte per anno civile	Media 1 ora	350 µg/m <sup>3</sup>
	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 3 volte per anno civile	Media 1 giorno	125 µg/m <sup>3</sup>
	Livello critico per la protezione della vegetazione	Media annuale (01/01 – 31/12) e media invernale (01/10 – 31/03)	20 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	Soglia di allarme <sup>1</sup>	Media 1 ora	400 µg/m <sup>3</sup>
	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 18 volte per anno civile	Media 1 ora	200 µg/m <sup>3</sup>
	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	Livello critico per la protezione della vegetazione	Media annuale	30 µg/m <sup>3</sup>
PM10	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 35 volte per anno civile	Media 1 giorno	50 µg/m <sup>3</sup>
	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m <sup>3</sup>
PM2.5	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	Fase 1: 25 µg/m <sup>3</sup> più margine di tolleranza di 5 µg/m <sup>3</sup> ridotto a zero entro il 01/01/2015
	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	Fase 2: Valore da stabilire <sup>2</sup> dal 01/01/2020
Benzene	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	5 µg/m <sup>3</sup>
CO	Valore limite per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>
Pb	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	0,5 µg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	Soglia di informazione	Superamento del valore su 1 ora	180 µg/m <sup>3</sup>
	Soglia di allarme	Superamento del valore su 1 ora	240 µg/m <sup>3</sup>
	Valore obiettivo <sup>4</sup> per la protezione della salute umana da non superare più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore <sup>3</sup>	120 µg/m <sup>3</sup>
	Valore obiettivo <sup>4</sup> per la protezione della vegetazione come media su 5 anni	AOT40 <sup>5</sup> calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 µg/m <sup>3</sup> h
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore <sup>3</sup>	120 µg/m <sup>3</sup>
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40 <sup>5</sup> calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6000 µg/m <sup>3</sup> h
As	Valore obiettivo <sup>6</sup>	Media annuale	6,0 µg/m <sup>3</sup>

Cd	Valore obiettivo <sup>6</sup>	Media annuale	5,0 µg/m <sup>3</sup>
Ni	Valore obiettivo <sup>6</sup>	Media annuale	20,0 µg/m <sup>3</sup>
B(a)P	Valore obiettivo <sup>6</sup>	Media annuale	1,0 µg/m <sup>3</sup>

(1) Le soglie devono essere misurate su tre ore consecutive, presso siti fissi di campionamento aventi un'area di rappresentatività di almeno 100 km<sup>2</sup> oppure pari all'estensione dell'intera zona o dell'intero agglomerato se tale zona o agglomerato sono meno estesi.

(2) Valore limite da stabilire con successivo decreto ai sensi dell'articolo 22, comma 6, tenuto conto del valore indicativo di 20 µg/m<sup>3</sup> e delle verifiche effettuate dalla Commissione europea alla luce di ulteriori informazioni circa le conseguenze sulla salute e sull'ambiente, la fattibilità tecnica e l'esperienza circa il perseguimento del valore obiettivo negli Stati membri.

(3) La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore si determina con riferimento alle medie consecutive su 8 ore, calcolate sulla base di dati orari ed aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è riferita al giorno nel quale la serie di 8 ore si conclude: la prima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.

(4) Il raggiungimento del valori obiettivo è valutato nel 2013, con riferimento al triennio 2010-2012, per la protezione della salute umana e nel 2015, con riferimento al quinquennio 2010-2014, per la protezione della vegetazione.

(5) Per AOT40 (Accumulated Ozone exposure over a Threshold of 40 Parts Per Billion, espresso in µg/m<sup>3</sup> h) si intende la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m<sup>3</sup> (40 parti per miliardo) e 80 µg/m<sup>3</sup> in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00, ora dell'Europa centrale (CET).

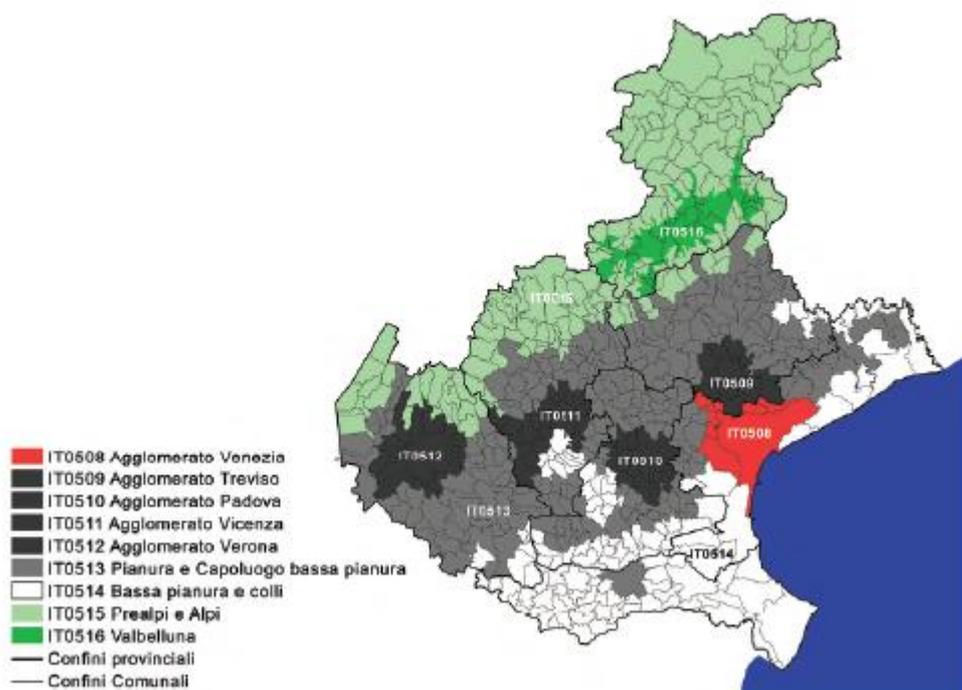
(6) Il valore obiettivo è riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10 del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile. Ai sensi dell'art. 9, comma 2: "Se, in una o più aree all'interno di zone o di agglomerati, i livelli degli inquinanti di cui all'articolo 1, comma 2, superano, sulla base della valutazione di cui all'articolo 5, i valori obiettivo di cui all'allegato XIII, le regioni e le province autonome, adottano, anche sulla base degli indirizzi espressi dal Coordinamento di cui all'articolo 20, le misure che non comportano costi sproporzionati necessari ad agire sulle principali sorgenti di emissione aventi influenza su tali aree di superamento ed a perseguire il raggiungimento dei valori obiettivo entro il 31 dicembre 2012".

Il D.Lgs. 155/2010 attribuisce alle Regioni la maggior parte delle funzioni di gestione della qualità dell'aria. Queste hanno la competenza riguardo alla predisposizione della zonizzazione territoriale, alla valutazione della qualità dell'aria, all'adeguamento della rete di misura, all'attuazione dei piani con l'individuazione delle misure più efficaci di risanamento e la trasmissione delle informazioni al pubblico e agli enti preposti al controllo. Il documento di riferimento regionale in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria è costituito dal Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera (PRTRA), ai sensi della normativa vigente per la Regione del Veneto, Legge n. 33 del 16/04/1985 "Norme per la tutela dell'ambiente" e dalla Legge n. 11 del 13/04/2001 che disciplina le funzioni della Regione, delle Province e dell'ARPAV.

## 7.1 La qualità dell'aria per Venezia

Le aree di sperimentazione del progetto APICE<sup>2</sup> fanno riferimento all'Agglomerato Venezia, che include oltre al Comune capoluogo anche i Comuni contermini **[Fig.21]**

<sup>2</sup> APICE (*common mediterranean strategy and local practical Action for the mitigation of Port, Industries and Cities Emissions*): percorso metodologico multidisciplinare che ha l'obiettivo di stabilire misure concrete e durature per affrontare la comune problematica dell'inquinamento atmosferico delle cinque città del Mediterraneo coinvolte, da Ovest verso Est: Barcellona, Marsiglia, Genova, Venezia e Salonicco.



**Figura 21:** Tav. 1.1 - Progetto di riesame della zonizzazione del Veneto ai sensi del D.Lgs. 155/2010, rielaborato dal PRTRA in fase di aggiornamento (Regione del Veneto, 2012).

### 7.1.1 L'Autorità Portuale di Venezia

L'Autorità Portuale di Venezia (APV) [23] è un ente pubblico cui sono istituzionalmente attribuite funzioni di indirizzo, programmazione, coordinamento, promozione e controllo delle operazioni portuali; nell'ambito delle proprie competenze APV provvede alla gestione e manutenzione delle parti comuni del Demanio Marittimo, alla pianificazione dello sviluppo del territorio portuale, alla sorveglianza sulla fornitura dei servizi di interesse generale; l'Autorità deve inoltre garantire la sicurezza intesa come safety e come security e l'organizzazione del lavoro portuale.

Il compito di APV di provvedere allo sviluppo portuale, si concretizza nella tendenza ad aumentare i traffici del Porto di Venezia, anche valutando il contesto economico internazionale, il bacino di influenza attuale e potenziale e lo stato dell'infrastruttura portuale; ogni azione di sviluppo è integrata con gli strumenti di pianificazione e gli indirizzi delle altre istituzioni pubbliche, dall'Unione Europea agli Enti locali.

L'Autorità Portuale di Venezia nell'ambito delle proprie missioni intende comunque realizzare un "Porto Possibile", ossia rispettoso dell'ambiente, sicuro, aperto, etico.

La sostenibilità ambientale, in particolare, è uno degli obiettivi più importanti per APV, che promuove su vari fronti, iniziative atte a ridurre l'impatto ambientale delle attività portuali sulla città e sulla laguna, contesto al quale tale attenzione è dovuta, per la delicatezza della città e per il grande valore naturalistico della laguna, i cui equilibri ecologici vanno preservati; l'intento è infatti, quello di salvaguardare l'esistenza del sistema produttivo portuale e promuoverne uno sviluppo, anche data l'importanza economica che lo stesso possiede, inderogabilmente compatibile con il rispetto ambientale.

In questo senso corrisponde all'appellativo di "Porto Verde", una propria politica ambientale della quale lo stesso Porto di Venezia si è dotato; politica e strategia secondo la quale sviluppo del porto e tutela ambientale possono e devono convivere. Tale consapevolezza, nel caso dell'Autorità Portuale di Venezia, viene espressa attraverso numerose iniziative già intraprese ed altre da intraprendere, tese a monitorare le esternalità ambientali generate dalle attività portuali, ma anche allo studio di nuove tecnologie in grado di consentire la sostenibilità ambientale ed energetica delle attività portuali stesse.

Le attività che rientrano nel programma "Porto verde", riguardano tutti i settori ambientali, ossia aria, acqua, terra e sostenibilità energetica.

Un settore che vede particolarmente coinvolta APV è quello della tutela della qualità dell'aria, uno degli argomenti su cui verte la discussione in merito alla presenza delle navi da crociera, che in questo momento, ha assunto una connotazione prettamente locale e legata al centro storico di Venezia.

Il comparto della navigazione è tenuto ad oggi al rispetto di una specifica normativa di riferimento che disciplina il tenore di zolfo nei combustibili ad uso marittimo: il D. Lgs. 205/07.

Attraverso la prima sottoscrizione nel 2007 dell'Accordo Volontario "Venice Blue Flag", APV si è fatta promotrice assieme alla Capitaneria di Porto, di azioni mirate al miglioramento della qualità dell'aria per la città di Venezia. Tale accordo, sottoscritto dalla quasi totalità delle compagnie navali facenti scalo nel porto passeggeri di Venezia, ha previsto l'utilizzo di carburanti di migliore qualità (con minore contenuto di zolfo), anticipando quanto imposto dalla norma che sarebbe successivamente entrata in vigore. Nell'ambito di un quadro normativo allora complesso, a causa della sovrapposizione di più disposizioni internazionali/nazionali relative alla qualità dei combustibili, si inserì quindi la regolamentazione prevista dal "Venice Blue Flag", che prendeva in considerazione "l'unicità della situazione di Venezia ove le navi passeggeri ed i traghetti che accedono al porto dalla bocca di Lido attraversano un contesto urbano di straordinario pregio artistico ed architettonico che richiede particolari misure di tutela", e che sottolineava come "l'attuazione di interventi finalizzati alla riduzione dell'inquinamento atmosferico della città lagunare di Venezia costituisce un impegno primario per tutti, amministratori ed ospiti della città".

Le compagnie di navigazione sottoscrittrici del primo "Venice Blue Flag" si impegnarono per la stagione crocieristica 2007 ad impiegare olio combustibile con tenore di zolfo non superiore al 2,5% in massa, ed inoltre, ad adottare buone pratiche di gestione macchine per ridurre il più possibile le emissioni nocive dei gas di scarico.

Il "Venice Blue Flag" venne siglato anche dall'Autorità Portuale di Venezia e dalla Capitaneria di Porto, che si impegnarono, ciascuna nel ambito delle diverse competenze, a dare il proprio contributo per l'applicazione delle regole previste dall'accordo. Nel 2008, visto il successo dell'accordo "Venice Blue Flag"

dell'anno precedente, venne sottoscritto un secondo accordo volontario, ancora più stringente, valido per le stagioni 2008 e 2009. Proprio in relazione agli impegni presi con la sottoscrizione di tali accordi, a partire dal 2007 APV sta conducendo una serie di attività di indagine per misurare nel tempo l'efficacia delle azioni per ridurre le emissioni delle grandi navi.

Il miglioramento della qualità dell'aria, congiuntamente alla riduzione delle emissioni sonore in ambito portuale, è argomento della Raccomandazione della Commissione Europea n. 339/2006, finalizzata a promuovere l'uso dell'elettricità erogata da reti elettriche terrestri per le navi ormeggiate nei porti comunitari, nonché fra gli obiettivi individuati e richiesti dalla comunità dei porti (Greenports ed ESPO). Alla luce di questo, APV sta valutando la fattibilità di un sistema cold ironing, sistema di elettrificazione delle banchine, utile ad abbattere le emissioni in atmosfera prodotte dalle navi ormeggiate, le quali, traendo energia elettrica dalla rete nazionale potrebbero spegnere i propri motori quando ormeggiate; la possibilità per le navi predisposte di utilizzare energia elettrica direttamente dalla banchina potrebbe rappresentare la prossima frontiera per l'APV per la riduzione dell'impatto delle navi nell'ecosistema lagunare.

Nondimeno, si sta prendendo in considerazione anche la possibile fattibilità tecnico/economica dell'utilizzo da parte delle navi di sistemi a scrubber, utili all'abbattimento delle emissioni direttamente a camino o l'utilizzo di carburanti alternativi (LNG-LPG?).

### 7.1.2 Venice Blue Flag e le grandi navi



Figura 22: Porto di Venezia – Porto Marghera (commercial and ferry area) e Marittima (Cruise and terminals area) [24]

Il Porto di Venezia si trova nella laguna di Venezia nella parte settentrionale del mare Adriatico. Come mostrato in **Fig. 22** sopra, il Porto è suddiviso in due differenti aree operative:

- 1) i terminal commerciali e area traghetti che si trova nella zona di Porto Marghera (l'area sottolineata con un cerchio a sinistra), nell'entroterra;
- 2) la zona dei terminal crociere / passeggeri (Marittima), situata nel centro storico (sottolineata con un cerchio più piccolo a destra).

Venezia non è solo un luogo ideale, una cornice unica per una crociera per il suo ambiente naturale e patrimonio culturale, è anche un importante porto, dotato delle più moderne strutture: la superficie del terminal passeggeri di Venezia è di oltre 260.000 metri quadrati; ci sono più di 3.000 metri lineari di pontili, 10 terminal multifunzionali e 7 banchine.

Nel periodo 1997-2014, 25 milioni di passeggeri provenienti da tutto il mondo hanno attraversato le strutture portuali di Venezia. Grazie anche alla sua accessibilità dall'entroterra e al buon collegamento alla ferrovia, alla rete autostradale e all'aeroporto internazionale "Marco Polo", nel 2014 Venezia Terminal Passeggeri SpA ha accolto 1.733.839 incrociatori da oltre 170 Paesi, riconfermandosi così la sua posizione di rilievo tra i migliori *homeport* mondiali.

Nonostante l'enorme passaggio, studi e misurazioni locali, nel 2013 e poi, di nuovo, nel 2015 hanno dimostrato che gli accordi volontari del Venice Blue Flag 2 sono stati mantenuti. È stata creata una speciale "zona verde", una sorta di **area ECA**, nel Laguna di Venezia: lo 0,1% è effettivamente inferiore alle indicazioni dell'Unione Europea che hanno fissata alla 3,5% di zolfo accettata nei porti, che sarà ridotta allo 0,5% entro 2020 [24]

YEAR	IN FORCE LEGISLATION	% S NAVIGATION/MANEUVERING	% S AT BERTH
2005	MARPOL - IMO – ANNEX VI	4.5%	4.5%
2007	VENICE BLUE FLAG	2.5% (+ 0.5%)	2.5% (+ 0.5%)
2008	VENICE BLUE FLAG	2.0 % (+ 0.5%)	1.5% + (0.25 %)
2009	VENICE BLUE FLAG	2.0 %	1.5%
2010	MARPOL - IMO – ANNEX VI and 2005/33/CE Directive	4.5% + 1.5% (passenger ships operating on regular services to or from any Community port)	0.1%
2012	MARPOL - IMO – ANNEX VI (as amended) 2005/33/CE Directive	3.5% + 1.5% (passenger ships operating on regular services to or from any Community port)	0.1%
2013	VENICE BLUE FLAG 2 2005/33/CE Directive	0.1% Passenger ships within the Port of Venice	0.1%
2015	VENICE BLUE FLAG 2 2005/33/CE Directive	0.1% Passenger ships within the Port of Venice	0.1%

Sono stati calcolati gli effetti della Bandiera Blu di Venezia 2 sulla qualità dell'aria, a partire dall'inventario delle emissioni, da ARPAV (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente). La stima delle emissioni è

stata ottenuta utilizzando Tier 3 EMEP / EEA (EEA 2009 - marzo 2011) metodologia. La metodologia distingue tra diversi fattori di emissione a seconda di:

- vasi diversi,
- motori diversi,
- carburante diverso: MDO / MGO (Marine Diesel Oil / Marine Gas Oil) con un contenuto di zolfo dello 0,1%
- e BFO (Bunker Fuel Oil) con un valore medio del 2,7% di contenuto di zolfo.
- diversa fase di navigazione.

Nel caso di Venezia si considerano solo due fasi di navigazione: ormeggio (berth) e manovra, perché, essendo l'entrata in laguna attraverso la bocchetta del Lido, le velocità di navigazione sono limitate da Decreto Capitaneria di Porto locale a 6 nodi.

Nell'ipotesi di implementazione del VBF tutte le navi si sono impegnate a utilizzare solo carburante con 0,1% di zolfo sia in fase di manovra che in fase di hotel. Nell'altro caso, le navi potrebbero usare BFO durante le manovre.

Il percorso di valutazione costruito insieme agli attori locali ha portato alla definizione di una lista di priorità rispetto alle azioni che dovrebbero essere prese in considerazione per la mitigazione dell'inquinamento atmosferico nell'area afferente alla laguna di Venezia. Le azioni vengono di seguito discusse in base ai settori di traffico cui le emissioni fanno riferimento [fig 21].

*Tabella 4.1: Quadro di sintesi delle azioni di mitigazione dell'inquinamento atmosferico discusse nell'ambito della Strategia APICE per Venezia.*

<b>Emissioni del traffico marittimo</b>
Utilizzo di combustibile a basso tenore di zolfo in fase di manovra (dalle bocche di porto alla banchina) tramite accordi volontari con gli armatori
Ispezioni e controlli a bordo sulle emissioni delle navi
Tecnologie di retrofitting per i fumi delle navi in fase di manovra e di ormeggio
Uso del Gas Naturale Liquefatto come combustibile marittimo - Alternative fuel: Liquefied Natural Gas (LNG)
Elettrificazione delle banchine (ormeggio)
<b>Emissioni del traffico retroportuale</b>
Riduzione delle emissioni alla fonte (motori diesel)
Potenziamento del sistema stradale di accesso al Porto
Potenziamento del traffico su rotaia su Venezia
<b>Coordinamento, Monitoraggio, Inventario delle emissioni e comunicazione</b>
Tavolo di coordinamento sulla qualità dell'aria per la laguna di Venezia
Accordo per il monitoraggio ed il controllo dell'inquinamento atmosferico
Sistema di gestione dei dati per l'inventario delle emissioni e il monitoraggio delle concentrazioni di inquinanti come base del <i>planning</i>

**Figura 23:** Azioni per il mitigamento atmosferico per Venezia

Questa tesi vuole inserirsi proprio in questa realtà, proponendo come combustibile marittimo il GPL al supporto del LNG (liquefied natural gas).

## 8 Il GPL come combustibile alternativo per il trasporto marittimo

### 8.1 Premessa

Le proprietà del GPL lo rendono un carburante ideale per le navi a base d'acqua. Mentre una grande fuoriuscita di carburante diesel può avere conseguenze pericolose per la vita marina e l'ambiente, il GPL vaporizza e viene disperso nell'ambiente. Le pericolosità dovute alla fuoriuscita sono di natura fisica e non ambientale, considerato che è infiammabile. Ma questo può essere già visto come un primo punto di forza

Il GPL è un ottimo carburante per motori ed è stato utilizzato con successo come per il trasporto di veicoli su strada. Oggi è l'alternativa più popolare al mondo alla benzina e al diesel con oltre 26 milioni di veicoli funzionanti a GPL.[25]

Le emissioni di GPL sono significativamente inferiori rispetto a diesel, benzina (soprattutto miscela a due tempi), olio distillato medio (MDO), gasolio marino e olio combustibile marino pesante (HMFO).

Con l'introduzione di normative più severe per le emissioni delle navi, sta emergendo un'opportunità che incoraggia lo sviluppo di un mercato futuro per il GPL come carburante per bunkeraggio marittimo.

L'applicazione del GPL può essere proposta come combustibile primario per tutte quelle gamme di produzione di energia che vanno da 1kw a 300MW di potenza. Non c'è quindi alcun motivo per cui il GPL non possa essere utilizzato su imbarcazioni di tutte le dimensioni.

Le infrastrutture di bunkeraggio per il gas naturale non sono ancora mature mentre ci sono molte strutture di bunkeraggio disponibili per GPL nel mondo. Se la nave trasporta GPL come carico, ci sono opportunità di utilizzarlo, e così facendo risparmiare tempo per il bunkeraggio.

### 8.2 Proprietà del GPL

Il termine "gas di petrolio liquefatto" è applicato a miscele di idrocarburi leggeri che possono essere liquefatti a pressione moderata a temperatura normale ma sono gassosi in condizioni normali condizioni atmosferiche.

I componenti principali del GPL sono propano ( $C_3H_8$ ) e butano ( $C_4H_{10}$ ), miscelati in diverse proporzioni. Di solito sono presenti anche propilene e butilene in piccole quantità. Il GPL non ha odore, ma viene aggiunto un odorizzante, l'etilmercaptano in modo che le perdite possano essere rilevate facilmente.

Le caratteristiche principali del propano e del butano sono le seguenti:

*Table 5-1 Properties of butane gas.*

Appearance	Color less, pressurized gas
Smell	Odorless, odorant "ethyl mercaptan is added"
Boiling point	-1 degree C
Flame point	-60 degree C
Flame range	1,9% to 8,5% in air
Thermal ignition point	360 degree C
Vapor pressure at 20 degree C	1,5 bar
Specific density (vapor)	2,09 (air = 1)

*Source (Preem 2010)*

*Table 5-2 Properties of propane gas.*

Appearance	Color less, pressurized gas
Smell	Odorless, odorant "ethyl mercaptan is added"
Boiling point	-42 degree C
Flame point	-104 degree C
Flame range	2,2% to 9,5% in air
Thermal ignition point	460 degree C
Vapor pressure at 20 degree C	7,2 bar
Specific density (vapor)	1,56 (air = 1)

*Source (Preem 2010)*

Il GPL deriva dalla produzione di gas naturale e dalla raffinazione del petrolio grezzo, sul mercato viene venduto come miscela (propano/butano) o come propano o butano commerciale. Il GPL come miscela di propano e butano rappresenta circa il 5% di gas naturale: normalmente viene separato immediatamente subito dopo l'estrazione del gas non trattato che contiene principalmente metano.

In Italia l'approvvigionamento del prodotto, in parte influenzato dall'andamento del mercato, è determinato per il 53% dall'estrazione di gas naturale nei Paesi dell'area mediterranea. Il restante 47% è ottenuto dalla raffinazione del petrolio, principalmente in impianti nazionali e comunitari.

### **8.3 Il GPL come carburante. Vantaggi**

Rispetto al gas naturale il GPL presenta il vantaggio che i serbatoi sono di dimensioni minori e di poter essere tenuto ad una pressione inferiore di soli 8 bar (il gas naturale viene conservato ad una pressione di 200 bar). Il motivo è che la liquefazione del GPL avviene a bassa pressione, occupando a tal punto solo 1/260 del suo volume gassoso

Prima una parola importante sulla sicurezza. Le principali sfide per la sicurezza dell'utilizzo del GPL come carburante possono essere riassunte come segue:

- Il vapore di GPL è più pesante dell'aria e deve essere scaricato all'esterno della nave
- Non si deve permettere alcuna fuoriuscita di gas da eliminare qualsiasi rischio di incendio ed esplosione
- Il GPL è infiammabile nel range dal 2% al 10% di miscela in aria
- Il GPL è naturalmente inodore e incolore
- Le ustioni a bassa temperatura possono derivare dal contatto della pelle con il gas liquido
- Garantire protezione dal lato e dal fondo della nave (collisione e messa a terra)
- Garantire protezione da incendi esterni e BLEVE (esplosione di vapore in espansione di liquido bollente)
- Garantire la protezione dagli urti meccanici

Questi dovrebbero essere tutti considerati come i principi di base nella filosofia di sicurezza e nella mitigazione del rischio utilizzata nella progettazione e il funzionamento di navi alimentate a GPL.

Attualmente il GPL è utilizzato prevalentemente come carburante per i trasporti nei settori del trasporto terrestre. Per integrare il GPL nella marina settore non dovrebbe essere eccessivamente problematico, né dovrebbe rivelarsi eccessivamente costoso da avviare.

La posizione dell'offerta e le previsioni per i prossimi anni di GPL a livello globale sono molto buone. Ci sono potenziali vantaggi commerciali derivanti dall'utilizzo dell'abbondanza delle riserve di gas disponibili come combustibile marino. [25]

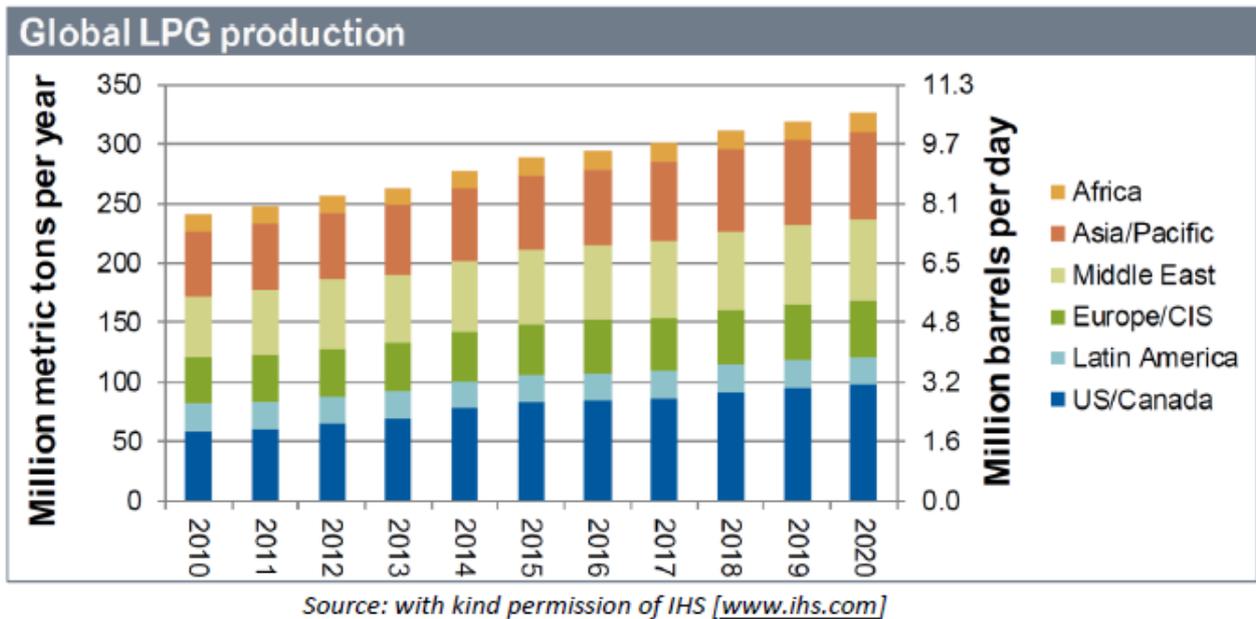


Figura 24: Produzione del GPL nel mondo

La capacità di liquefare facilmente e dei relativi mezzi di trasporto sicuri ha creato una distribuzione molto densa. Ciò rende il GPL commerciale disponibile nella maggior parte dei porti del mondo. [Fig.24]

La produzione globale di GPL nel 2015 è stata di 284 milioni di tonnellate, equivalente a circa 310 milioni di tonnellate di petrolio per contenuto energetico, e aumenta di circa il 2% all'anno. In confronto, il carburante utilizzato nel settore marittimo è stato stimato dall'IMO in 307 milioni di tonnellate in media nel periodo 2010-2012 [26].

### 8.3.1 Emissioni

Ci sono evidenti vantaggi per l'ambiente e la salute derivanti dall'utilizzo del GPL come carburante per l'ambiente marino; ridotte emissioni di NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, particolato e SO<sub>x</sub>.

La combustione del GPL si traduce in minori emissioni di CO<sub>2</sub> rispetto ai combustibili a base di petrolio grazie al suo rapporto carbonio / idrogeno inferiore.

Rispetto al gas naturale le emissioni di CO<sub>2</sub> sono un po' più alte, ma alcuni motori a gas possono soffrire di "slittamento del metano", che aumenta le loro emissioni complessive di gas a effetto serra. Considerata in una prospettiva del ciclo di vita, la produzione di GPL è associata con emissioni inferiori rispetto ai combustibili a base di petrolio o al gas naturale.

La combinazione di bassa produzione ed emissioni di combustione produce una riduzione complessiva delle emissioni di gas serra del 17% rispetto a HFO o MGO (Vedi §2.1 Bunker Oil). Questo è paragonabile alle emissioni di gas serra del GNL, che dipendono fortemente dalla quantità di perdita di metano e potrebbero essere leggermente inferiori o superiore a seconda della tecnologia di produzione e combustione utilizzata.

Le emissioni di gas serra in kg CO<sub>2</sub>eq / GJ per combustibili a base di petrolio, GPL e GNL sono riportate nella

**Figura 25**, la quale mostra il livello di emissioni che la nave emette in termini di tonnellate di CO<sub>2</sub> per tonnellata di carburante consumata. Il GPL è sicuramente migliore di MDO e olio combustibile, ma non è buono come il metanolo e etanolo, o addirittura idrogeno.

Fuel Type	IMO emission factors (in tons of CO <sub>2</sub> /ton of fuel)
Heavy Fuel Oil – ISO 8217 RME - RMK	3.114
Light Fuel Oil – ISO 8217 RMA - RMD	3.151
MDO/Gas Oil – ISO 8217 DMX - DMB	3.206
LPG - Butane	3.030
LPG - Propane	3.000
LNG - Methane	2.750
Methanol	1.375
Ethanol	1.913
Hydrogen	zero

*IMO emission factors*

**Figura 25:** relazione in termini di tonnellate di CO<sub>2</sub> emessa per tonnellata di carburante

L'utilizzo del GPL ha anche benefici legati alle emissioni di zolfo. Per quanto riguarda la riduzione delle emissioni di NO<sub>x</sub>, questo dipende dalla tecnologia del motore utilizzato.

Per un motore diesel a due tempi, ci si può aspettare che le emissioni di NO<sub>x</sub> siano ridotte del 10-20% rispetto all'uso di HFO, mentre per un motore a ciclo Otto a quattro tempi, la riduzione prevista è maggiore e potrebbe essere ulteriormente inferiore. Per rispettare questi standard, un motore GPL a due tempi dovrebbe essere dotato di gas di scarico, sistemi di ricircolo (EGR) o Reattori catalitici selettivi (SCR). Entrambe le soluzioni sono disponibili in commercio. L'utilizzo di GPL come carburante, come il GNL, eviterà in larga misura il particolato e le emissioni di carbonio nero.

### 8.3.2 GPL vs GNL e GNC

GNL (gas naturale liquefatto), GNC (gas naturale compresso) e GPL sono tutti i combustibili alternativi attualmente disponibili che possono essere utilizzati per ridurre l'inquinamento ambientale.

Il passaggio dai combustibili tradizionali a questi combustibili gassosi, si basa sempre su alcune considerazioni chiave come:

- Conformità alle normative ambientali e principalmente conformità SO<sub>x</sub> per navi di grandi dimensioni
- Disponibilità del carburante
- Considerazioni sui costi, efficacia dei costi, costi iniziali e costi di esercizio a confronto
- Tecnologia disponibile (tecnologia nota e comprovata), disponibilità di motori per questi combustibili

## 8 - Il GPL come combustibile alternativo per il trasporto marittimo

Altri criteri chiave sono le rotte operate dalla nave, l'autonomia di cui ha bisogno, il tempo di inattività, la disponibilità, l'infrastruttura, il prezzo, ecc. Anche le regole e i regolamenti nei porti sono parametri chiave.

### Alternative fuels - parameters

Fuel type	LNG	Ethane	Methanol	LPG
Heat capacity	49200 kJ/kg	47500 kJ/kg	20000 kJ/kg	46000 kJ/kg
Specific Gravity	0.42	0.55	0.80	0.58
Volume factor (ref. MDO)	1.83	1.47	2.40	1.44
FGSS cost 15 MW	2.5 mill.USD	2.8 mill.USD	0.41 mill.USD	0.90 mill.USD
Availability	+	-	+	+++
Engine price	+20 %	+ 20%	+30%	+30%
Fuel Price (ref. MGO)	++	+++	+	++

Ungraded

Source: MAN

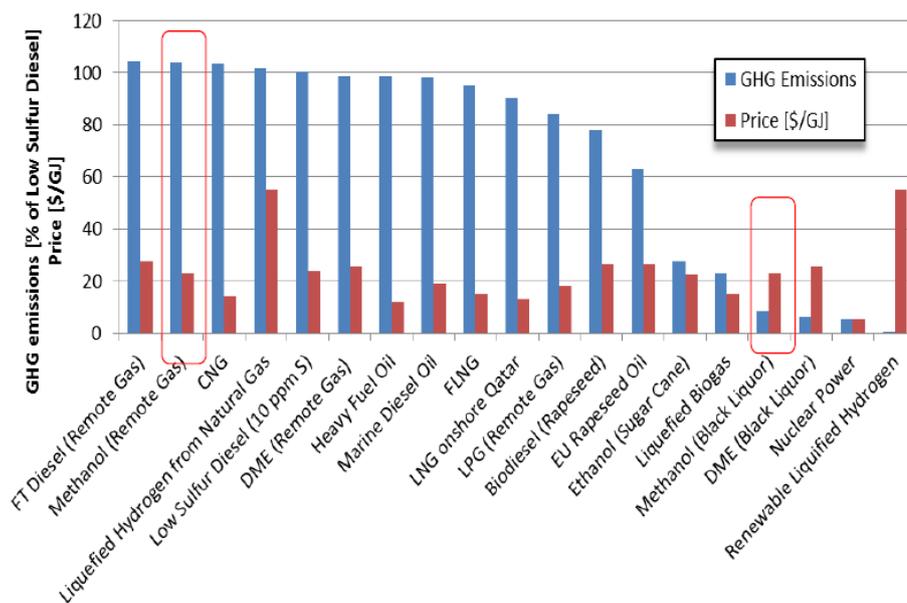
DNV GL ©

31 October 2016

DNV-GL

### Sustainability and cost of alternative fuels

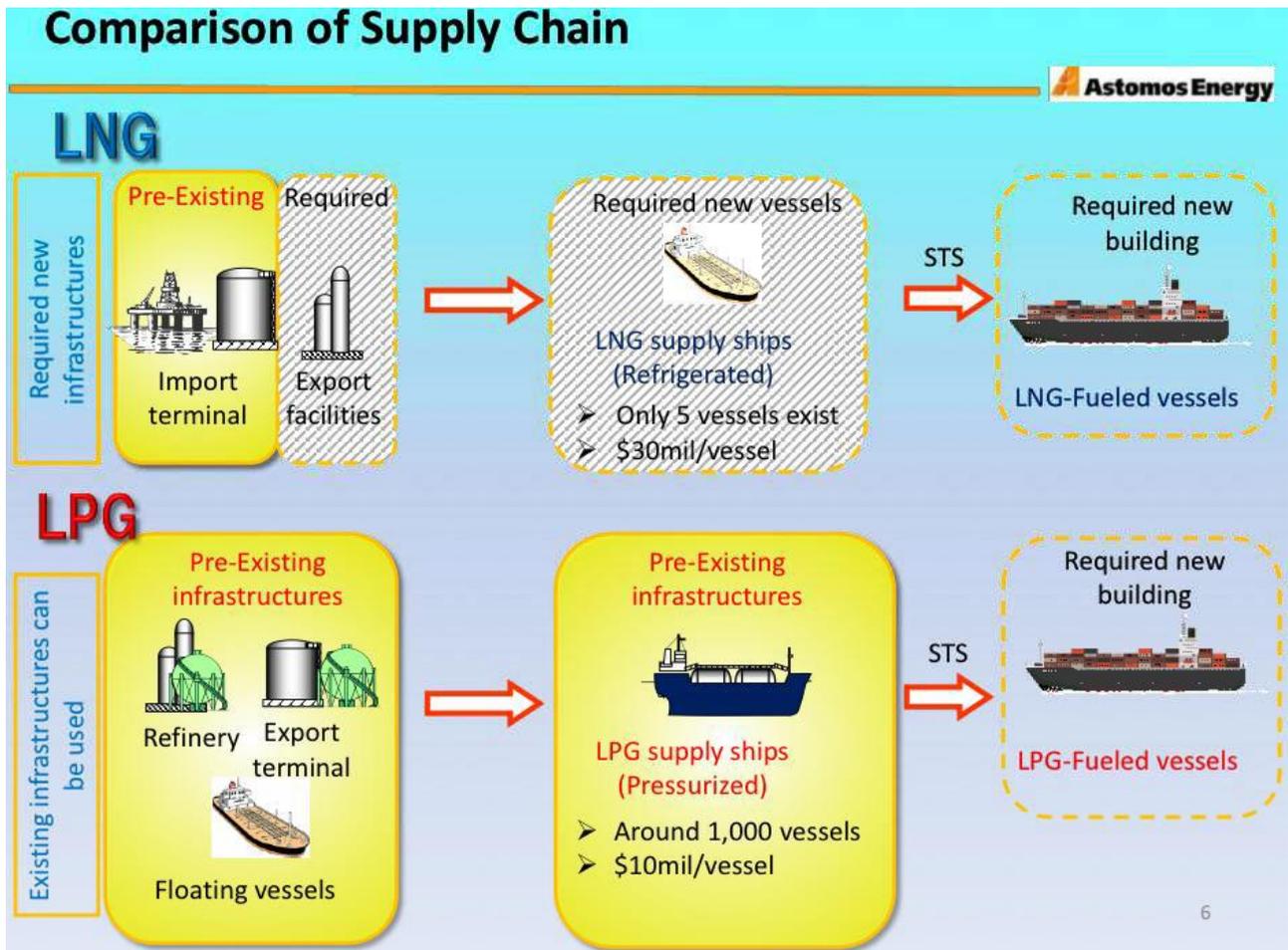
Well-to-Propeller GHG Emissions relative to LS diesel



GHGs - Greenhouse gases : CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, and N<sub>2</sub>O

Source: DNV R&I

Ungraded



## Characteristics of each fuel option

	Fuel Oil	LNG	LPG
<b>Quality</b>	Variable depending on refinery configuration	Variable HV depending on origin "Rich" or "Lean"	Global standardized quality
<b>Transportation</b>	Easy Low Cost	Operational Complexity Expensive	Relatively Easy Affordable
<b>Infrastructure</b>	Accessible intensive existing infrastructure	Limited availability mainly booked by utility companies	Intensive existing infrastructure
<b>Storage</b>	Easy containment system	Special containment system (cryogenic)	2 containment systems (pressurized/refrigerated)
<b>Tradability</b>	Commoditized non-discriminatory market	Limited market liquidity Contractual rigidity	Accessible open market Contractual flexibility

### 8.3.3 Vantaggi

Per le compagnie di navigazione, ci sono i vantaggi nell'elaborazione di un'iniziativa verde e nella promozione di un elevato impatto ambientale, per non parlare di quelli operativi, perché ha un numero elevato di ottani<sup>3</sup> e con sistemi di alimentazione a GPL la vita del motore è in genere più lunga rispetto a motori a combustibile marino con minore manutenzione associata e intervalli più lunghi di controllo e revisione.

Se le condizioni di prezzo sono corrette, utilizzare il GPL per sostituire benzina, diesel e olio combustibile può realizzare vantaggi sia ambientali che economici.

Il GPL come il propano può funzionare efficacemente a temperature molto basse, ben al di sotto dello zero. Le prestazioni di avvio a freddo del GPL è molto buono e non è necessario applicare alcuna forma di calore artificiale per avviare il motore a basse temperature

I motori funzionanti a benzina o diesel possono essere difficili da avviare a queste temperature molto basse, in particolare i motori diesel.

Sebbene i motori a benzina possano funzionare a basse temperature, i motori diesel non possono farlo senza una qualche forma di assistenza.

Quando la temperatura ambiente scende al di sotto dello zero, il carburante diesel inizierà a cristallizzarsi e tornerà ad una struttura simile a cera, creando non pochi problemi [fig.26].



**Figura 26:** Cera da solidificazione carburante diesel

La cera può essere rimossa mediante l'applicazione di calore, ma spesso è necessario far funzionare i motori diesel per diversi minuti per consentire il sistema di alimentazione e la temperatura del gasolio nel serbatoio di riscaldarsi.

Un altro vantaggio del GPL come carburante per motori per navi è che viene mantenuto sotto pressione. Questo impedisce la contaminazione del carburante da fonti esterne come l'acqua. Olio combustibile, diesel e i serbatoi di benzina sulle navi sono suscettibili alla contaminazione dell'acqua e devono essere controllati e drenati regolarmente.

L'acqua è un contaminante molto pericoloso in un serbatoio di olio combustibile, diesel e benzina di un motore. L'eventuale presenza di acqua nel carburante può portare a guasti al motore e accelererà anche il processo di corrosione interna che porta alla formazione di particelle di ruggine nelle linee del carburante. Queste a sua volta possono essere trascinate nel motore causando danni al sistema di alimentazione come ad esempio filtri intasati o danni agli iniettori. Inoltre, se la temperatura ambiente scende al di sotto dello zero, l'acqua nell'impianto di alimentazione si congela e può bloccare completamente l'alimentazione del carburante.

Se l'acqua rimane nel serbatoio, può causare il "degrado del carburante". Possono formarsi microrganismi, batteri e attività enzimatica, funghi, lieviti e muffe. Questo ridurrà la durata dei filtri del carburante e minaccerà le prestazioni del motore. [fig.27].

<sup>3</sup> Il numero di ottano di base di circa 105 (RON) che può essere fino a 10 numeri in più rispetto alla benzina di base.

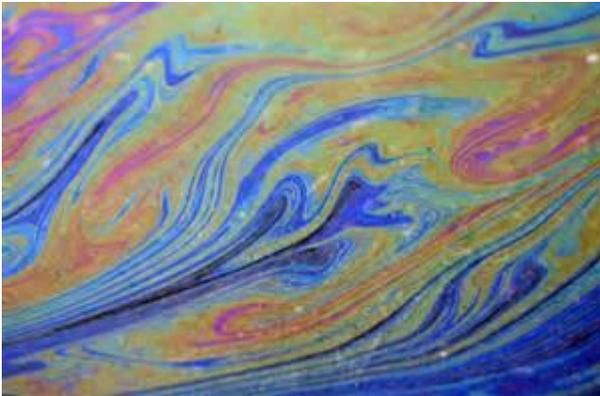
## 8 - Il GPL come combustibile alternativo per il trasporto marittimo

I combustibili tradizionali come benzina e diesel hanno densità inferiori a quella dell'acqua e quindi qualsiasi contaminazione dell'acqua cadrà sul fondo del serbatoio del carburante. Rimuovere quindi l'acqua da un serbatoio di benzina o gasolio su una nave è difficile perché l'accesso è spesso limitato e la nave non sarà ferma a meno che non sia attraccata a secco. Per non parlare dello smaltimento del materiale drenato che a tutt'oggi è una sfida, soprattutto se la nave non è vicino a un impianto di smaltimento.

Il drenaggio dei serbatoi di GPL su una nave non dovrebbe essere richiesto se i serbatoi di stoccaggio presso l'impianto di rifornimento sono stati regolarmente controllati e drenati.

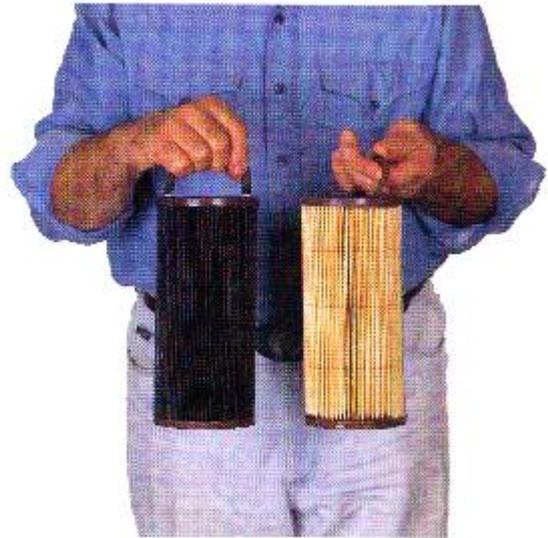
Per quanto riguarda l'argomento ambientale, la conversione da benzina e diesel a GPL è ancora più importante perché, ad esempio, i motoscafi e le barche da pesca si trovano frequentemente su corsi d'acqua interni, fiumi e laghi dove qualsiasi forma dell'inquinamento da carburante, anche minima, può causare gravi conseguenze alla vita marina, dai pesci all'ambiente locale.

Qualsiasi fuoriuscita di benzina e diesel galleggerà sull'acqua, con conseguente impatto visivo alquanto fastidioso e problematiche di lunga durata. [fig.28]



**Figura 28:** carburante che galleggia sull'acqua

che portano ad un aumento del rumore.



**Figura 27:** differenza tra filtro sano e danneggiato conseguente al "degrado del carburante" diesel

È più probabile che si verifichino fuoriuscite di carburante durante il rifornimento o il bunkeraggio. Il movimento di una barca collegata a un tubo di rifornimento è abbastanza impegnativo ma se il rifornimento viene effettuato da una chiatta galleggiante o chiatta di bunkeraggio, lo è ancora di più.

Un altro vantaggio di un motore marino a GPL è la sua silenziosità rispetto a un motore diesel che funziona a una velocità superiore con rapporti di compressione

### 8.4 Perché il GPL per le navi?

Abbiamo visto nel paragrafo precedente come il GPL abbia proprietà estremamente buone per l'uso nei motori. È pulito da maneggiare, ha un'impronta di carbonio molto bassa e produce meno emissioni rispetto ai tradizionali carburanti per motori.

Ci sono oltre 26 milioni di veicoli che funzionano a GPL [25] oggi che producono emissioni di scarico molto inferiori rispetto alle loro controparti diesel e benzina e contribuiscono a una qualità dell'aria urbana più pulita.

## 8 - Il GPL come combustibile alternativo per il trasporto marittimo

Con tutta la preoccupazione per le emissioni diesel, il GPL è diventato sempre più popolare come alternativa al diesel, sia in parte, come carburante miscelato, o in totale attraverso un programma di sostituzione del motore o una tecnologia di conversione.

I governi incoraggiano l'uso di veicoli a gas per diversi motivi. Potrebbe essere necessario migliorare la qualità dell'aria urbana. Potrebbe essere necessario ridurre la dipendenza da diesel e benzina per ragioni strategiche. Oppure potrebbe esserci un surplus della produzione locale di GPL. Argomenti simili possono valere per le navi ad acqua.

Sono disponibili vari strumenti per incoraggiare l'uso del GPL. Il principale incentivo per il proprietario del veicolo sarà sicuramente il costo.

Gli strumenti a disposizione dei governi potrebbero includere misure fiscali per ridurre la tassa sul GPL; o per aumentarlo su diesel e benzina. I governi potrebbero emettere sovvenzioni per convertire i motori in modo che funzionino a GPL invece che a benzina e diesel. I veicoli delle aree urbane che funzionano con auto a gas potrebbero essere esentati dalle tasse sulla congestione.

Avere un solo carburante disponibile su una barca potrebbe essere una convenienza. Il GPL non solo può far funzionare il motore principale e il generatore di corrente, ma può anche fornire il carburante per la cambusa come acqua di cottura e riscaldamento.

Potrebbero esserci restrizioni sull'uso di diesel e benzina sulle vie navigabili interne per motivi ambientali e questo potrebbe incoraggiare l'uso del GPL.

Per le imbarcazioni e le navi commerciali, è probabile che il costo del carburante costituisca una componente importante dei costi di esercizio.

Un altro motivo per utilizzare il GPL potrebbe essere quello di far fronte all'aumento standard di emissione imposti da autorità come l'IMO.

I motori alimentati a GPL non solo producono meno emissioni di scarico sono pulite anche internamente. I costi di manutenzione sono inferiori e i motori a GPL hanno eccellenti proprietà di "avviamento a freddo" e funzionano molto bene alle basse temperature.

Alcuni produttori hanno già progettato motori per funzionare a GPL per imbarcazioni da diporto.

Anche se i motori delle imbarcazioni da diporto in genere funzionano a benzina e diesel hanno comunque la capacità di essere convertiti in GPL.

Una delle principali preoccupazioni per gli utenti di questa categoria, la scelta o il passaggio al GPL, sarebbero le prestazioni. La potenza in uscita e la coppia del motore è importante per questi tipi di applicazioni e i motori funzionanti a GPL sarebbero inferiori dal punto di vista delle prestazioni comparabili.

Il prerequisito per il cambio di un carburante di settore scelto per il mercato nautico può essere suddiviso in tre campi:

- Cambiamento di politica come il rafforzamento delle normative sulle emissioni e la creazione di aree controllate dalle emissioni (ECA)
- Innovazione tecnologica, con lo sviluppo di motori alimentati a gas
- Il prezzo e la disponibilità del carburante

Oggi tutti i principali produttori di motori marini stanno sviluppando una tecnologia per utilizzare il gas come carburante. Attualmente uno dei maggiori costruttori di motori hanno messo in servizio un motore a basso regime certificato per il funzionamento a GPL. È probabile che lo stesso produttore svilupperà la

## 8 - Il GPL come combustibile alternativo per il trasporto marittimo

stessa opzione per i propri clienti per il mercato dei motori a velocità media non appena è economicamente sostenibile.

Sebbene le strutture di rifornimento per il gas naturale siano limitate, ci sono piani per sviluppare ulteriormente la rete. Il GPL ha già una forte rete di alimentazione marittima in tutto il mondo e adattando quella per il rifornimento di navi con GPL non sarebbe difficile.

Non vi è alcun motivo tecnico per cui il GPL non possa essere utilizzato nelle navi. Non c'è dubbio però che il retrofit di una nave progettato per i combustibili marini tradizionali, o anche il gas naturale, sarebbe difficile a causa delle misure di mitigazione necessario per far fronte all'eventualità di una perdita di GPL, soprattutto nel vano motore o in sala macchine.

Diverso è il discorso per le nuove costruzioni progettate per il GPL. Possono essere prese tutte le precauzioni necessarie per prevenire l'accumulo di GPL nelle zone basse e garantire che eventuali perdite fuoriescano in sicurezza.

Recentemente si è discusso molto sull'uso del gas come combustibile per bunker per navi di grandi dimensioni. Questo è stato guidato principalmente dal potenziale utilizzo del gas naturale.

L'IMO ha annunciato che le navi dovranno sempre più adottare gas combustibile come il GNL. E quindi perché non anche il GPL?

### 8.5 Le applicazioni e la sicurezza

È fondamentale che lo stoccaggio del GPL su una nave consideri la proprietà "più pesante dell'aria" derivante dal riempimento o processo di bunkeraggio fino alla combustione.

Qualsiasi potenziale perdita dall'intero sistema di alimentazione deve essere diretta in un modo che impedisce al gas di rimanere all'interno della nave, in particolare il motore, il pavimento delle stanze o sentine.



Le piccole imbarcazioni da diporto possono utilizzare bombole domestiche che vengono scambiate quando sono vuote. [fig 29]

Lo spazio necessario per immagazzinare il GPL a bordo sarà maggiore di quello necessario per i combustibili tradizionali e può rappresentare una sfida in alcuni mercati in cui la nave ha uno spazio limitato.

Anche la forma del serbatoio, essendo un recipiente a pressione, può rappresentare una sfida. Soprattutto durante il retrofit di una nave a GPL.

Le nuove navi potranno sfruttare lo spazio altrimenti inutilizzabile in una nave per installare il serbatoio del carburante.

**Figura 29:** utilizzo di bombole domestiche

L'ambiente aspro e salato lo rende un'applicazione ideale per il composito bombole virtualmente resistenti alla corrosione.

Il cilindro mostrato in [fig 30] è in posizione orizzontale, di materiale composito.



I motori marini e i sistemi di alimentazione del carburante che operano su navi devono essere protetti dalle dure condizioni a cui possono essere sottoposti, soprattutto in mare dove l'acqua è molto salina.

Il processo per ottenere questo risultato è chiamato "marinatura" e viene eseguito attraverso la progettazione, o anche riprogettazione, compresa la sperimentazione di prodotti specificamente richiesti per la sopravvivenza a lungo termine in un ambiente marino duro.

Ci sono tre fattori principali che devono essere considerati:

- Corrosione
- Vibrazioni
- Movimento costante della nave.

corrosione e acciaio inossidabile, di uso comune e tecniche.

**Figura 30:** bombola materiale composito

L'uso di leghe resistenti alla zincatura e rivestimenti e materiali

Il costo aggiuntivo dell'utilizzo di questi materiali sarà compensato dai danni causati dalla mancata applicazione e la necessità di sostituire i componenti.

Se un motore deve essere convertito a GPL, un'ispezione approfondita del motore della nave e del sistema di alimentazione del carburante devono essere eseguiti prima della conversione. Se il motore funziona bene dal punto di vista meccanico, continuerà a funzionare bene una volta convertito.

Alcuni dei controlli durante l'ispezione potrebbero includere:

- Ore del motore
- Cronologia dei tagliandi (cambio olio / filtro regolare)
- Prestazioni del motore (fumo, rumore, temperatura di esercizio)
- Aspetto del motore (evidenza di perdite d'olio, contaminazione del carburante)
- Condizioni della candela (incrostazioni di olio)
- Prova di compressione del cilindro

## 8.6 Il motore. Tecnologia e applicazioni.

Come già indicato in precedenza, ad oggi i motori diesel sono i principali mezzi di propulsione marina. Questi sono generalmente classificati come segue:

- Motori a quattro tempi ad alta velocità (> 1000 giri / min)
- Motori a quattro tempi a media velocità (300-1000 giri / min)
- Motori a due tempi a bassa velocità (<300 giri / min)

In termini di velocità di rotazione, i motori diesel a bassa velocità generano circa 200 giri / min di energia di rotazione. Sono tipicamente macchine a due tempi, quindi sono accoppiate direttamente al sistema di propulsione. I modelli a velocità media aumentano la velocità, quindi hanno un indice di velocità media di 800 giri / min, che utilizzano un ciclo di combustione diesel a quattro tempi. Infine, sempre in termini di giri del motore al minuto, i motori diesel ad alta velocità sono interamente in grado di azionare un albero motore a 1200 giri / min o più.

È possibile, come già avvenuto per l'autotrazione, che questi motori possano essere convertiti per funzionare a GPL, classificandoli come di seguito:

**Mono Fuel**

Questi motori utilizzano esclusivamente GPL come carburante. Molti di questo tipo devono essere convertiti dal Diesel (richiedendo importanti regolazioni, parti del motore devono essere ricostruite e controllate). Quando si passa da diesel a GPL, il risparmio di CO<sub>2</sub> è inferiore a quanto si potrebbe aspettare, con una riduzione delle emissioni media di circa il 10-20% di CO<sub>2</sub>.

**Bi Fuel**

In questi motori, il GPL e diesel potrebbero essere bruciati contemporaneamente in un motore diesel. Questa tecnologia potrebbe coinvolgere due sistemi di alimentazione sulla nave. Come per l'autotrazione, una piccola quantità di olio combustibile marino verrebbe utilizzata per avviare il processo di accensione. La nave può funzionare con una combinazione variabile dei combustibili disponibili. Ad esempio, è possibile una modifica sostanziale che porterebbe dal 100% diesel fino ad un rapporto 97% di GPL e al 3% di gasolio, con un elevato risparmio di CO<sub>2</sub> e un elevato risparmio sui costi variabili.

Le grandi compagnie si stanno lentamente indirizzando su questo tipo di motori.

**Tri Fuel**

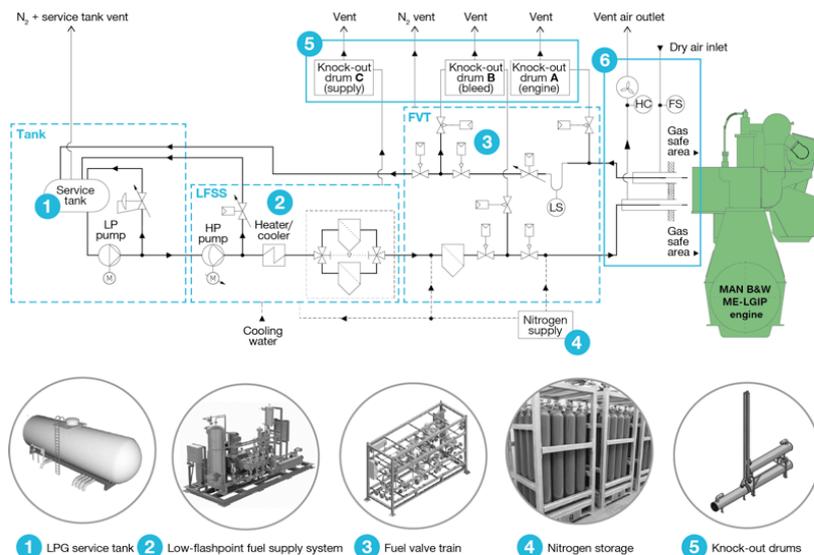
La tecnologia del motore Tri-fuel è già presente nel mercato marino ed è utilizzata principalmente per le navi GNL con gasolio marino, olio combustibile pesante e gas naturale liquefatto (GNL). Questo concetto è stato introdotto da MAN per le navi gasiere e ora sta effettuando ricerca e sviluppo per l'utilizzo del motore tri-fuel nelle navi portacontainer.

Questa tesi non vuole entrare in merito alla meccanica e alla tipologia di motore, ma per opportuna conoscenza si riporta di seguito alcuni progetti di motore a due tempi dual-fuel.

**MAN**

**The new MAN B&W ME-LGIP engine**

This engine type can be modified to burn ammonia as well.



- Development time of an ammonia engine 2-3 years
- We will be ready when the market comes
- Efficiency 50%

Figura 31: progetto MAN dual fuel

## The new MAN B&W ME-LGIP engine

LR1 tanker ME-LGIP auxiliaries – for ammonia the tank size will double due to the lower energy content

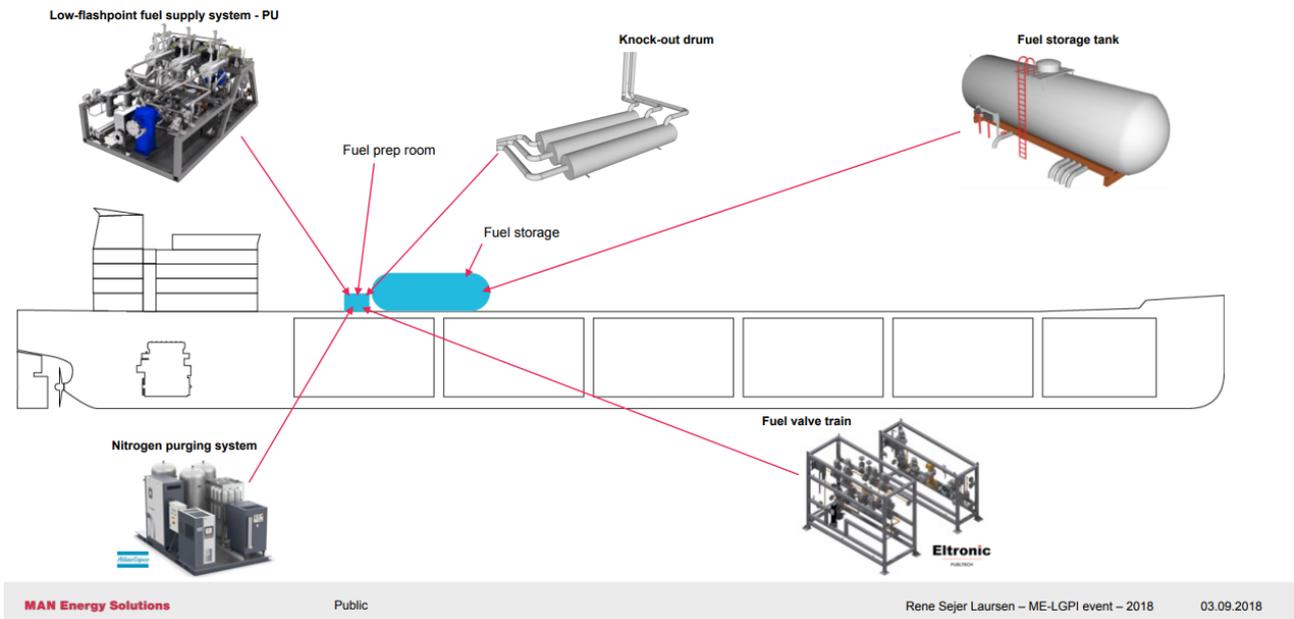


Figura 32: Schema processo funzionamento motore ME-LGIP [27]

Le [figg 31 e 32] descrive la tecnologia alla base dei motori a due tempi MAN B&W a doppia alimentazione ME-LGIP, che utilizzano il GPL come carburante, con relativo serbatoio e sistemi di alimentazione del carburante. Il motore richiede una pressione di alimentazione del gas di 50 bar e controllata ad una temperatura di 45 °C. A questa temperatura e pressione, il GPL è liquido e sono disponibili diverse soluzioni di alimentazione del carburante per generare questa pressione per il liquido. Quindi, il ME-LGIP per il GPL utilizzerà gas liquido per iniezione, contrariamente al ME-GI per il GNL, dove il metano viene iniettato in forma gassosa [fig 33]. Per tutto il tragitto dal serbatoio al motore, il GPL rimane in fase liquida e per generare la pressione possono essere utilizzate pompe convenzionali. Il progetto descrive anche la modifica necessaria per costruire un motore in grado di bruciare GPL oltre che ammoniacca.

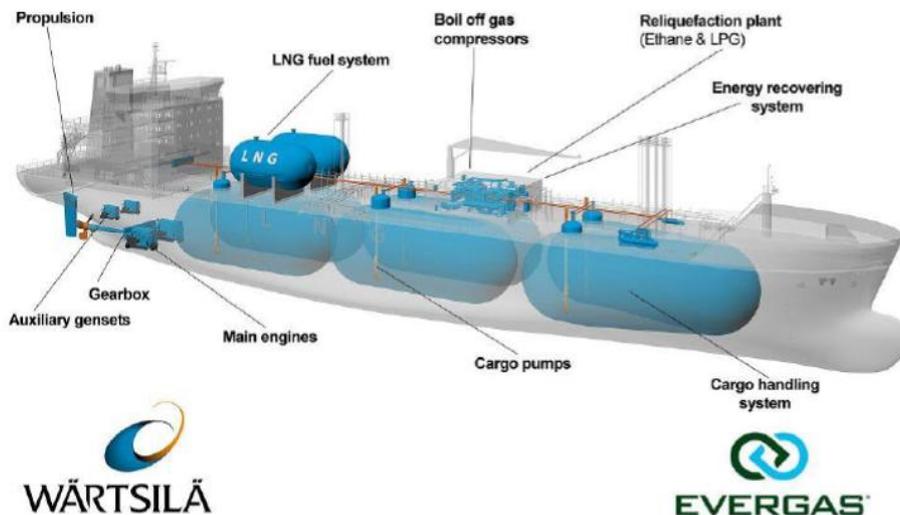


Figura 33: Problematrice del boil off nell'uso del carburante LNG [26]

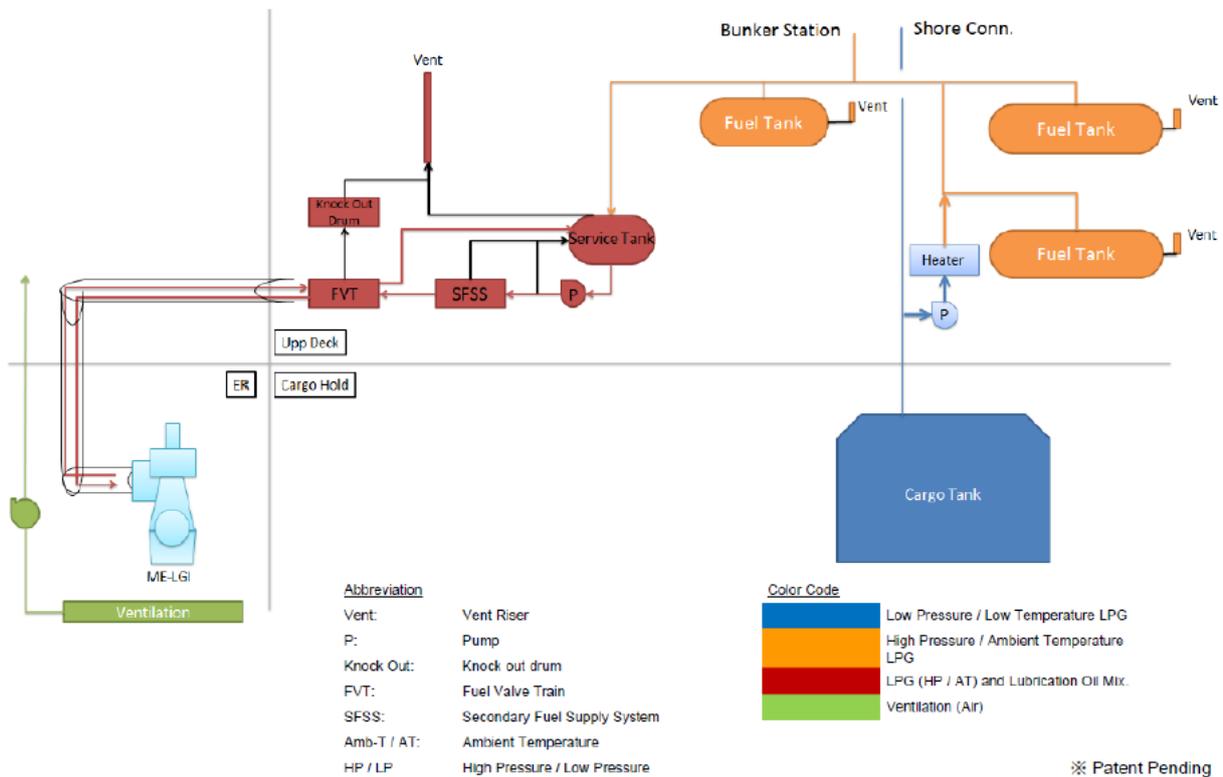
**MITSUBISHI**

**Fuel Tank Arrangement on Deck**



© 2017 MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES SHIPBUILDING CO., LTD. All Rights Reserved.

**Flow Diagram**



© 2017 MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES SHIPBUILDING CO., LTD. All Rights Reserved.

2

**Figura 34:** progetto Mitsubishi

### LPG Ferry Korea

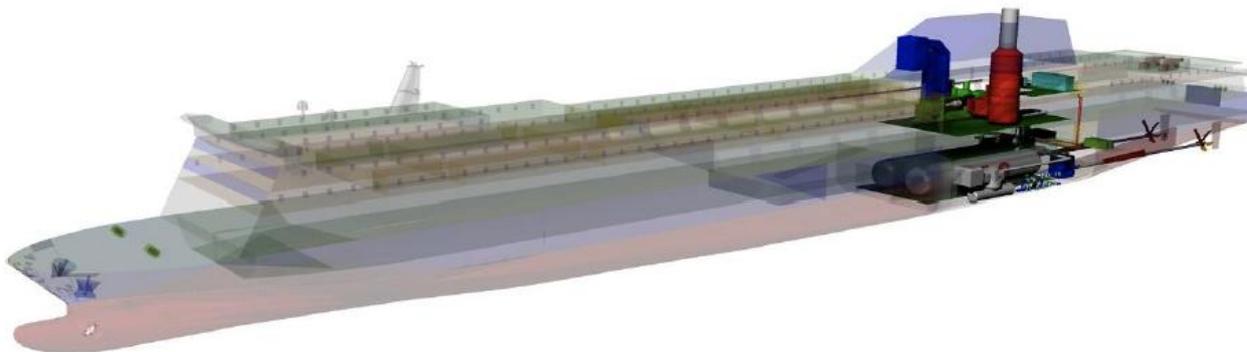


Figura 35: LPG Ferry Korea [26]

In **figura 35** uno studio di progetto per il trasporto passeggeri in Korea - *GE's Marine Solutions*: fornitore di sistemi di propulsione COGES

Il sistema COGES non consuma quasi per nulla olio combustibile e soddisfa le attuali e future normative per SOx, ossidi di azoto (NOx), anidride carbonica (CO2) e particolato. Le turbine a gas marine GE sono flessibili per i combustibili e possono funzionare con una varietà di combustibili, tra cui GPL, e gas naturale.

La manutenzione del sistema COGES richiede solo circa 300 ore di lavoro all'anno e l'intera turbina può essere rimossa e sostituito entro 24 ore, riducendo i tempi di inattività per un'interruzione minima delle operazioni della nave.

### 8.7 Cosa succede in Italia?

Il GPL si propone come una soluzione possibile ai problemi di inquinamento atmosferico e delle acque derivanti dall'uso delle imbarcazioni da diporto, e non solo.

Tanto che l'industria dei motori marini, le Istituzioni e le Associazioni di consumatori, nonché le Associazioni di categoria si sono attivate affinché la soluzione GPL possa essere realmente adottata e implementata a livello di mercato.

Per raggiungere questo obiettivo si è dovuto innanzitutto colmare il vuoto normativo presente sia nel campo degli impianti di alimentazione per le barche sia nell'ambito della sicurezza antincendio degli impianti di rifornimento. Ad oggi il quadro regolamentare italiano è già definito:

**Norma UNI EN 15609:2009 che stabilisce le specifiche tecniche per la progettazione e costruzione di imbarcazioni alimentate a GPL e per la conversione a GPL delle unità già in uso:**

In sede europea, presso il CEN, è stato creato un gruppo di esperti (TC286/WG6) volto a sviluppare un apposito standard tecnico europeo per le imbarcazioni a GPL.

La norma prodotta persegue i seguenti principali scopi:

- adeguare le prescrizioni tecniche in uso autotrazione alle specifiche esigenze tecniche dell'uso nautico ed in particolar modo del diporto, tenendo conto delle normative già esistenti riguardanti la sicurezza degli impianti di GPL per uso combustione presenti sulle barche;

## 8 - Il GPL come combustibile alternativo per il trasporto marittimo

- comprendere nel campo di applicazione della norma sia le installazioni in originale (OEM) sia quelle in post-vendita;
- creare uno standard di riferimento non solo per le realizzazioni in campo diporto, ma anche per quelle per uso commerciale;
- ottimizzare lo standard tecnico massimizzando l'uso del contesto normativo ISO/CEN già sviluppato dal TC 188 per la nautica da diporto;
- assicurare la corrispondenza ai requisiti essenziali di sicurezza della direttiva 94/25/CE sulle unità da diporto, come da ultimo modificata dalla direttiva 2003/44/CE.

Infatti, avendo ricevuto un mandato specifico dalla Commissione Europea a predisporre uno standard da armonizzare con la direttiva 94/25/CE sulle unità da diporto, il gruppo CEN ha dovuto tenere in considerazione le prescrizioni essenziali di tale disciplina e delle norme tecniche già armonizzate con la stessa.

Dato però l'interesse degli operatori commerciali al GPL e lo stimolo delle amministrazioni locali ad utilizzare tecnologie più pulite, gli esperti hanno allargato il campo di applicazione dello standard anche alle realizzazioni ad uso commerciale.

Va evidenziato in ultimo che la norma non si è limitata a descrivere le modalità di installazione degli impianti di alimentazione a gas sulle barche ma ha dovuto anche affrontare gli aspetti costruttivi dei singoli componenti del sistema GPL.

In pratica, si sono dovute adattare in modo appropriato al mondo della nautica le prescrizioni tecniche dell'autotrazione, tenendo conto, in particolar modo, dell'ambiente più corrosivo rispetto a quello stradale e del loro utilizzo su una imbarcazione, che ha sicuramente una configurazione più complessa di quella di un autoveicolo.

### **Decreto del Ministero degli Interni del 6 ottobre 2009 Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti di distribuzione di gas di petrolio liquefatto ad uso nautico:**

Su mandato del CCTS (Comitato Centrale Tecnico Scientifico) del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, si è costituito un gruppo di esperti al fine di produrre una norma di prevenzione incendi per gli impianti di distribuzione di GPL ad uso nautico.

Anche in questo caso l'approccio normativo al settore del GPL per la nautica è stato fortemente condizionato dall'esperienza maturata nel settore autotrazione, in particolare si è tenuto conto delle prescrizioni tecniche contenute nel DPR 340/03 recante la disciplina di prevenzione incendi per i punti vendita stradali.

Grazie a questo tipo di approccio si è arrivati ad avere per gli impianti ad uso nautico un lay out più compatto rispetto a quello imposto agli impianti di distribuzione stradale.

I risultati a cui si è arrivati sono i seguenti:

- le distanze minime di sicurezza degli impianti sono state valutate prendendo in considerazione le condizioni iniziali alla costruzione degli impianti e alcune particolarità insite nella impiantistica finalizzata alla nautica come ad esempio il fatto che la barca a differenza di un'autovettura non è strettamente a contatto con l'impianto stesso in quanto separata dall'acqua,
- per semplificare la struttura della stazione e garantire quindi un più elevato livello di sicurezza si è voluto limitare l'estensione delle attività commerciali accessorie all'impianto carburanti. In questo modo si minimizza il passaggio di persone non addette all'interno dell'area di pertinenza del punto vendita.

## 8 - Il GPL come combustibile alternativo per il trasporto marittimo

- si è inoltre espressamente vietato il rifornimento alle autovetture ed è stata richiesta una separazione fisica dell'impianto dalla strada per evitare il transito ed il parcheggio anche temporaneo degli autoveicoli in prossimità dei punti potenzialmente critici.
- è stato prescritto l'uso di raccordi rapidi a minima dispersione sia per le connessioni delle autocisterne al punto di riempimento dei serbatoi fissi sia per le unità di rifornimento dei serbatoi di alimentazione della barca. In questo modo si riduce notevolmente la probabilità di formazione di atmosfere potenzialmente esplosive al momento del distacco tra le connessioni durante i rifornimenti.

Le caratteristiche sopra elencate vanno ad aggiungersi a tutte le prescrizioni tecniche contenute nei regolamenti di sicurezza dei porti, sia di ordine infrastrutturale sia gestionale, in quanto questi regolamenti sono redatti sulla base della specifica configurazione dell'area interessata e, quindi, anche di tutte le altre attività presenti, permanenti e temporanee, in acqua o su terra ferma.

### 8.8 Logistica, distribuzione e stoccaggio. Quali infrastrutture?

Esiste già un'infrastruttura consolidata che potrebbe essere utilizzata come base per espandere la produzione e la distribuzione del GPL come carburante per il mercato nautico. Tralasciando le vie tradizionali a mezzo ferrocisterne e Autobotti, il metodo migliore per un trasporto efficiente è quello del bunkeraggio a servizio di depositi costieri già vicini alle stazioni di rifornimento marino.



Il GPL trasportato può essere conservato sotto pressione o refrigerato, a seconda del tipo di nave rifornitrice e a seconda del deposito strategico di accoglienza. Le temperature critiche del propano e del

## 8 - Il GPL come combustibile alternativo per il trasporto marittimo

butano sono molto superiori alla temperatura ambiente, per cui è possibile liquefare questi gas e le loro miscele a pressioni modeste (al massimo 15 bar). Ovviamente, se la temperatura viene mantenuta al di sotto di quella ambiente le pressioni di liquefazione possono essere anch'esse inferiori. In corrispondenza a tali processi sono state costruite navi per il trasporto del gas di petrolio liquefatto, sia in pressurizzazione e a temperatura ambiente, sia in condizioni semi-refrigerate, sia infine in condizioni completamente refrigerate e a pressione ambiente.

In **figura 36** alcuni esempi:

Tipologia nave	PRESSURIZZATA	SEMI-PRESSURIZZATA (Etilene)	SEMI-PRESSURIZZATA
ID Nave	A	B	C
Nome Nave	<i>Epic Manhattan</i>	<i>Stella Kosan</i>	<i>Tessa Kosan</i>
IMO	9392236	9373591	9160487
GT (ton)	7218	9175	5103
L x B	119.95m x 19m	120.36m x 19.8m	112.56m x 16m
Pescaggio	6.3m	7.8	7.1
Cbm (m3)	9500	9108	6422
Min T (°C)	Circa (-10/0)	-104	-48
Max P (bar)	Circa (17/18)	5.5	7.5
			

**Figura 36:** Esempi di nave pressurizzata, semi-refrigerata, emi-pressurizzata [28]

### 8.8.1 Un case study - Venezia

Il progetto Civitas a Venezia (Case study 223). mostra un interessante sviluppo per il GPL come carburante marino per imbarcazioni da diporto.

Affinché quel mercato sia sostenibile è necessario aprire stazioni di rifornimento dedicate e impianti che possano asservire questa filiera.



*Figure 7-1 The first boat of the demonstration fleet fitted with an LPG/petrol dual fuel engine.*

## A Venezia il primo distributore di Gpl marino d'Italia

*Energie rinnovabili, risparmio energetico e raccolta delle acque di scarico per la prima stazione di rifornimento che rispetta l'ambiente e l'ecosistema lagunare*

f Condividi

Tweet

Pin It



in Condividi

Publicato il 19 marzo 2010

Primo caso in assoluto in Laguna e in Italia, l'impianto di rifornimento natanti di Veneziana Bunkeraggi rappresenta un vero e proprio "laboratorio ecologico" all'avanguardia in cui coesisteranno, oltre al distributore di gasolio agevolato, gasolio Sac e Gpl, un sistema per la raccolta delle acque nere e acque di sentina, una mini centrale eolica fotovoltaica e un sistema di illuminazione a risparmio energetico ed alta efficienza.



L'impianto di Veneziana Bunkeraggi è rifornito da Eni che, in forza della sua comprovata esperienza nella realizzazione di prodotti petroliferi e dei continui investimenti nella ricerca di prodotti innovativi e a sempre minor impatto ambientale, garantisce la qualità dei prodotti, integrandosi quindi con gli obiettivi di sostenibilità propri del nuovo impianto.

La nuova stazione, che si trova a Venezia in Testata Silo, è stata presentata allo Spazio Porto, nell'ex Chiesa di Santa Marta dal presidente di Veneziana Bunkeraggi Stefano Tositti, ed è stata ufficialmente inaugurata da Massimo Cacciari, sindaco di Venezia, insieme con Pierantonio Belcaro, assessore all'Ambiente del Comune di Venezia, Angelo Fanelli, vicepresidente esecutivo di Eni Divisione Refining e Marketing e Paolo Costa, Presidente dell'Autorità Portuale di Venezia.

Il progetto, costato 2 milioni di euro e interamente realizzato da Veneziana Bunkeraggi, è sostenuto da Agire, Agenzia Veneziana per l'Energia, e fa parte del Piano Energetico Comunale che promuove l'uso del Gpl per le imbarcazioni da diporto. Si inserisce inoltre nel programma regionale "Nautica sostenibile nella Laguna di Venezia" e rientra nelle finalità del progetto europeo "Mobilis", finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del 6° Programma Quadro (Civitas II).

Grazie all'uso del Gpl marino i motori delle imbarcazioni abbattano le emissioni inquinanti del 20% in aria e dell'80% in acqua. L'obiettivo di Comune e Regione è quello di incentivare l'uso del Gpl nautico anche fra i privati per abbattere sensibilmente l'inquinamento della laguna veneziana. Il servizio di raccolta e smaltimento dei residui oleosi e delle acque nere e di sentina dei natanti è il primo esempio del genere a Venezia e darà la possibilità di limitare i danni dovuti agli scarichi che le imbarcazioni riversano direttamente in mare.

La stazione di rifornimento è stata progettata per essere a bassissimo impatto visivo e ambientale. Autosufficiente dal punto di vista energetico, sarà dotata di una miniturbina eolica e di una vela fotovoltaica. Il sistema di illuminazione a led garantirà il risparmio energetico, il contenimento dell'inquinamento luminoso, la sicurezza della banchina nelle ore notturne e la valorizzazione della qualità complessiva dell'area occupata dall'impianto. Oltre all'elevato livello tecnologico e di rispetto ambientale, la stazione è stata progettata secondo i più severi criteri di sicurezza.

Veneziana Bunkeraggi è situata alla convergenza dei Canali Giudecca e Scomenzera, facilmente raggiungibile da tutti i tipi di natanti. La stazione, che sarà pienamente operativa da fine marzo, funzionerà 365 giorni l'anno e gestirà un serbatoio della capienza di 215.000 litri.

## 9 Lo studio di un caso: un deposito strategico nella laguna di Venezia

### 9.1 Il porto di Chioggia

Storicamente il Porto di Chioggia è stato gestito dall'A.S.Po. CHIOGGIA, un'Azienda Speciale della Camera di Commercio di Venezia, Rovigo, Delta Lagunare istituita nel 1979 dall'allora Camera di Commercio di Venezia, per svolgere funzioni di rappresentanza pubblica nell'interesse generale del porto di Chioggia. Nell'ambito dei suoi compiti istituzionali di programmazione, coordinamento e promozione delle opere e dell'attività portuale clodiense, precisamente individuati dall'art. 14 della legge 84/94 e sue successive

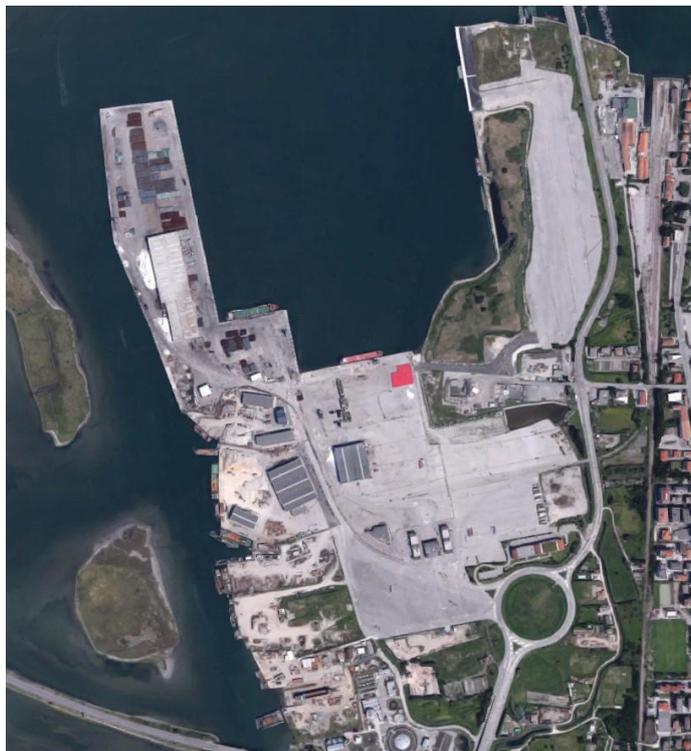


Figura 37: Vista aerea dell'area portuale in Val Da Rio

integrazioni, a partire dai primi anni '90, dopo aver "sostenuto" la portualità nel vecchio scalo in Isola Saloni, si è dedicata alla fase attuativa degli interventi di realizzazione del nuovo porto commerciale in località Val da Rio. L'Azienda ha promosso, realizzato e gestito strutture ed infrastrutture di interesse economico generale del comprensorio portuale di Chioggia, tanto di pertinenza del pubblico Demanio Marittimo che della proprietà privata, partecipando, secondo le norme del codice civile, con altri soggetti pubblici e privati, ad organismi associativi, enti, consorzi e società.<sup>4</sup> Con la riforma del sistema portuale (D. Lgs. 4 agosto 2016, n. 169), è stata istituita l'Autorità di Sistema Mare Adriatico Settentrionale nella quale sono confluiti i porti di Venezia e Chioggia. Un unico sistema per quello che storicamente veniva definito il "Porto Laguna di Venezia", ovvero per un unico contesto geografico, ambientale e, ancor più oggi con la costituzione della Città

Metropolitana, sociale ed economico.

Nell'ambito della nuova programmazione della TEN-T, nel Regolamento (UE) n. 1315/2013 - *sugli orientamenti dell'Unione per lo sviluppo della rete transeuropea dei trasporti e che abroga la decisione n. 661/2010/UE Testo rilevante ai fini del SEE*, la Commissione ha riconosciuto ufficialmente il porto di Venezia quale nodo nonché porto marittimo e fluviale della rete prioritaria di trasporto europea, dei corridoi Baltico-Adriatico e Corridoio Mediterraneo e il porto di Chioggia, quale porto marittimo e fluviale della rete secondaria. L'Autorità di Sistema Portuale cura la gestione di concessioni dei suddetti ambiti per lo svolgimento di attività a fini portuali, di valorizzazione e l'occupazione del demanio marittimo che sia superficiale o in sottosuolo/subalveo/sorvolo (posa di condotte) nonché cura le autorizzazioni di lavori ricompresi fino a 30 m dal confine del demanio marittimo portuale.<sup>5</sup>

#### 9.1.1 Descrizione del sito<sup>6</sup>

Il Porto di Chioggia è situato nell'omonimo bacino, che fa parte integrante della Laguna di Venezia, ed è in comunicazione col Mare Adriatico attraverso una propria bocca di porto. Lo scalo clodiense può svolgere due funzioni: la prima inerente alla navigazione interna, collegando il Mare Adriatico all'hinterland padano

<sup>4</sup> Sito Internet del Porto di Chioggia ([http://www.portodichioggia.com/asp\\_chioggia.php](http://www.portodichioggia.com/asp_chioggia.php))

<sup>5</sup> Piano Operativo Triennale 2018-2020 - Porto e Territorio, Autorità di Sistema Mare Adriatico Settentrionale

<sup>6</sup> Sito Internet del Porto di Chioggia ([http://www.portodichioggia.com/asp\\_chioggia.php](http://www.portodichioggia.com/asp_chioggia.php))

e ai centri di Mantova, Cremona e Piacenza fino a Milano; la seconda lo vede impegnato nel ruolo di cabotaggio con una forte presenza in settori quali il ro-ro ed il ro-pax. Attualmente è composto da due scali marittimi: Isola Saloni e Val da Rio. Movimenta circa 2 milioni di tonnellate di merci all'anno, raggiungendo la più alta resa in rapporto ai metri lineari di banchina.

## **9.2 Perché Chioggia per la realizzazione di un deposito costiero strategico**

Dopo attente analisi e valutazioni, Chioggia si è dimostrato il sito ideale per la realizzazione di un deposito costiero strategico, poiché:

- ha una posizione baricentrica, rispetto all'area di distribuzione del GPL nel raggio di 200 chilometri;
- l'essere sul mare facilita l'arrivo delle navi per l'approvvigionamento del GPL da Nord Africa e Russia;
- ha infrastrutture che favoriscono una logistica efficiente;
- il Porto di Chioggia ha idonei pescaggi e facilità di accesso che noi, come altre imprese, possono sfruttare un asset unico, capace di attrarre anche nuovi investimenti.

Non ultimo Chioggia aveva la disponibilità di aree adatte per la realizzazione di questo tipo di impianto

### **9.2.1 Vantaggi**

#### **Logistici e ambientali**

Per quel che riguarda il GPL, il Deposito Costiero sarebbe destinato in particolare a migliorare la logistica di questo prodotto nel Nord est del Paese, attualmente tributaria da approvvigionamenti su lunghe distanze (anche 600 Km) su treni e autobotti, principalmente dal Deposito Costiero di Livorno e da quelli ubicati nella zona di Marsiglia, aprendo nuovi canali di approvvigionamento via mare dall'Est del Mediterraneo e dal Medio Oriente, in alternativa all'approvvigionamento, oggi pressoché esclusivo, dall'Algeria. Una situazione piena di inconvenienti, aggravata negli ultimi anni dalla chiusura delle raffinerie di Mantova, Cremona e Porto Marghera. L'entrata in funzione del Deposito di Chioggia eviterebbe la percorrenza di circa 60 treni (su base annuale) e 500 autobotti (concentrate nel quadrimestre invernale), migliorando la sicurezza sulle strade e riducendo il consumo di carburanti e delle emissioni di CO<sub>2</sub> valutato in 300.000 kg/anno.

#### **Vantaggi occupazionali**

Nell'attuale situazione di profonda crisi dell'occupazione con gli indicatori sempre più negativi l'iniziativa potrebbe dare un nuovo impulso all'economia locale. Si troverebbe giovamento nell'occupazione con l'impiego, tra gestione dell'impianto, logistica ed indotto, di circa 70 lavoratori.

#### **Impatto paesaggistico**

L'impatto paesaggistico sarebbe minimo e garantito dagli accorgimenti, in fase di costruzione, che tengono conto del contesto territoriale in cui verrebbe realizzato, comunque un'area a destinazione produttiva. Sarebbero impiegate logiche costruttive a basso impatto compatibili con le norme di sicurezza e sarebbe posta particolare attenzione anche alle parti in muratura delle palazzine.

#### **Sicurezza**

La sicurezza dei cittadini sarebbe garantita dell'applicazione puntuale delle severe norme di legge previste per il settore (compresa la Normativa Seveso), dalla elevata qualità tecnologica e dalla grande affidabilità dell'impianto, nonché dagli apprestamenti di sicurezza, tecnici e gestionali che verranno predisposti per

10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero

monitorare con continuità lo stato del Deposito e per intervenire in modo automatico e preventivo in caso di deviazioni rispetto al normale assetto di funzionamento.

Studio di Fattibilità di un deposito costiero

## **10 Studio di fattibilità di un deposito costiero**

***Progetto per Ampliamento di un Deposito Costiero di Prodotti Energetici ad uso Commerciale in Chioggia, località Val di Rio, già in istruttoria presso il Ministero dello Sviluppo Economico prot. n. 0017901 del 13.09.2012, per inserimento di uno Stoccaggio e travaso GPL della capacità geometrica di 9000 mc del tipo tumulato:***

***Studio di fattibilità e cogenza con il D. Lgs 13.10.1994, art. 21 del D.Lgs 17.8.1999 n. 334, D.Lgs 9 Agosto 2000, DM 15 Maggio 1996 e D.M. 20 Ottobre 1998 Analisi Preliminare di Sicurezza***

## 10.1 Relazione introduttiva all'analisi preliminare

Oggi, il recepimento da parte delle industrie ed in special modo delle case automobilistiche a produrre motori ed autovetture civili ed industriali utilizzando come carburante i gas di petrolio liquefatti – GPL – che ricordiamo essere tra i più ecologici e a basso costo, evidenzia la necessità di un aumento di infrastrutture dello stoccaggio su suolo nazionale per accogliere maggior prodotto da destinare alle reti di distribuzione Autotrazione e Combustione sia civile che industriale del Nord Italia, e rappresentare nel contempo un polmone di sicurezza per ammortizzare picchi negativi di rifornimento in particolari momenti dell'anno e criticità sempre più frequenti dei scenari internazionali.

Con riferimento alla già in fase di istruttoria per l'ottenimento dell'autorizzazione secondo quanto previsto dagli articoli 57 e 57bis della L.35/2012 per un deposito costiero di prodotti energetici ad uso commerciale sito nel Comune di Chioggia, località Val di Rio – zona produttiva “D” prot. n. 0017901 del 13.09.2012, già sottoposto al parere di conformità presso il comando provinciale dei

VV.F. di Venezia, prot.0031078 del 01.12.2011, si presenta questo progetto di ampliamento per l'inserimento di uno stoccaggio di GPL, che per le quantità previste, rientra nella fascia delle industrie ad alto rischio di incidente rilevante e quindi da assoggettare al Decreto Legislativo 334/99<sup>7</sup> [29].

Obiettivo di questo documento è avviare l'iter di richiesta del NOF, nulla osta di fattibilità, ed evidenziare che per le tecnologie e sicurezze adottate, la matrice di rischio venga contenuta, determinando quella compatibilità ambientale necessaria all'insediamento che successivamente nel contesto dei ERIR Territoriali garantirà la convivenza con le realtà urbanistiche della zone ove sorge.

Il sito quindi composto da due comparti ed ovvero il comparto gasoli ed il comparto gas di petrolio liquefatti comunemente conosciuti come GPL, sarà sottoposto ad analisi preliminare di rischio secondo quanto previsto dal DM 15 Maggio 1996 [30] per il GPL e DM 20.10.1998 per i gasoli.[31]

Questo documento precede il progetto particolareggiato “PP” che sarà presentato dopo l'esito dell'iter di N.O.F.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> Nell'anno in cui è stato redatto il presente progetto era ancora in vigore il D.Lgs 334/99, abrogato nel 2015 dal nuovo D.Lgs 105/2015

<sup>8</sup> Nulla Osta di Fattibilità: approvazione del progetto da parte dei VVF

## 10.2 Preraffronto delle risultanze in applicazione dm 15 maggio 1996 e 20 ottobre 1998

I DM del 15 Maggio 1996 e 20 Ottobre 1998 sono stati redatti per analizzare e categorizzare gli impianti standard di GPL e depositi di liquidi facilmente infiammabili e/o tossici che prevedono l'approvvigionamento via strada o ferrovia in quanto all'epoca dell'emanazione lo sviluppo di strutture marittime era localizzato a poche unità nel mentre nella realtà di oggi si è più orientati a realizzare attracchi mare quando possibile.

E' nostra filosofia che detti DM possano essere adoperati interamente su di questo impianto alimentato con nave in attesa degli aggiornamenti normativi che verranno, identificando la baia della gasiera e gasoli come unità logiche di scarico ed identificando come parametri di calcolo ovvero l'area di lavoro N uguale all'area di banchina determinata dalla distanza di sicurezza interna prevista dal titolo IV del DM 13.10.1994 e le quantità K il GPL e GASOLIO contenuto nei bracci e tubazioni di scarico dal punto di attacco alla gasiera.

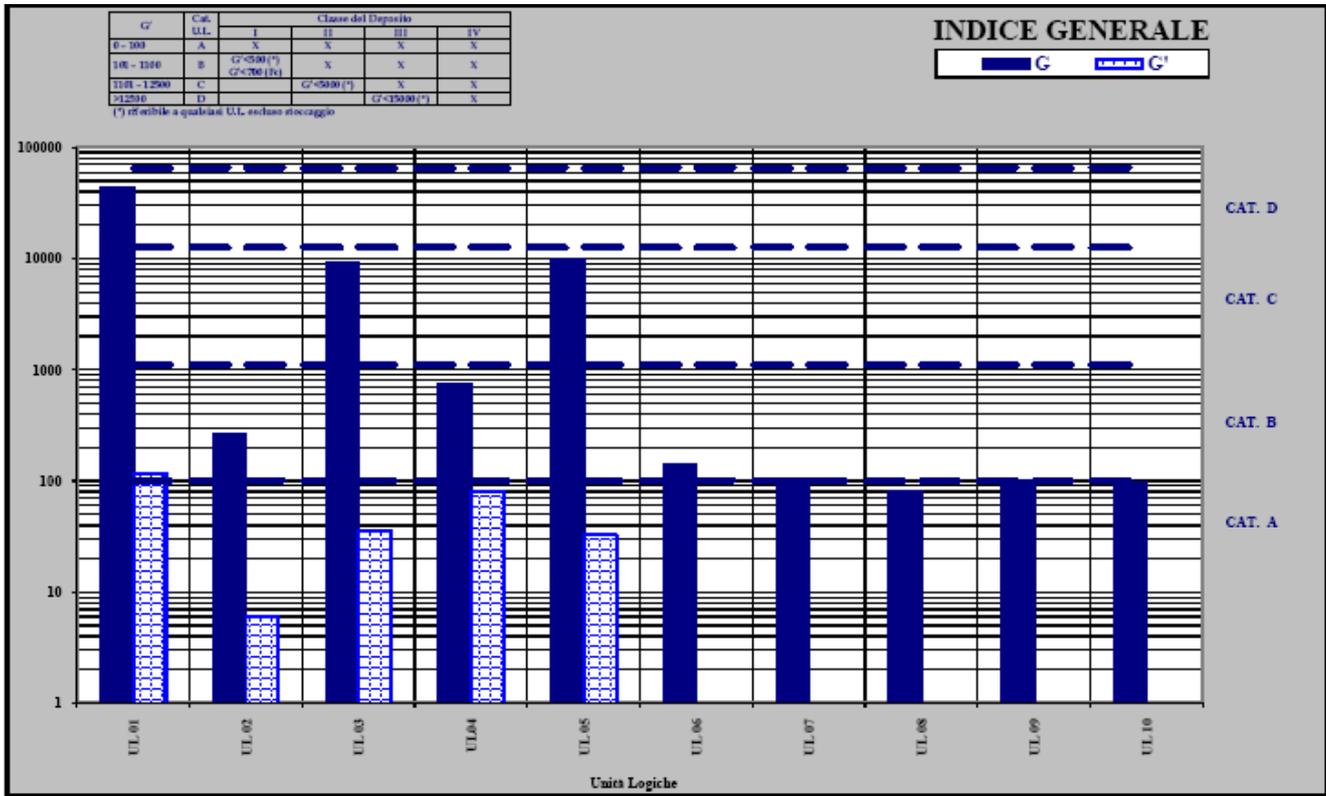
Il punto di attacco fra nave e braccio mobile, attrezzato per sganciarsi al minimo movimento della nave con sistema senza emissioni in atmosfera o gocciolamenti, è il confine di applicazione dei DM, ma quest'area sarà assoggettata al successivo rapporto di sicurezza previsto dal D.Lgs 334/99 (ora D.Lgs 105/2015 **[32]**)

La nave gasiera e gasoli sono assoggettati a tutta una serie di normative specifiche sulla sicurezza del trasporto via mare che le identificano come unità a se stanti ed autonome sotto il profilo della sicurezza, quindi è importante che vengano gestiti correttamente gli attacchi al sito e loro sicurezze nel momento dello scarico.

### **Legenda Unità Logiche identificate:**

UL01 stoccaggio gpl ( area 3 serbatoi)
UL02 Cabina travaso e pompe carico
UL03 carico atb ( area 4 baie)
UL04 impianto di odorizzazione GPL
UL05 baia scarico nave gasiera
UL06 stoccaggio gasoli (area 2 serbatoi principali)
UL07 baia di carico e scarico gasoli via terra
UL08 baia di carico e scarico bettoline via mare
UL09 cabina pompe travaso gasoli
UL10 impianto di denaturazione gasoli

### ISTOGRAMMI UNITA' LOGICHE : G' COMPENSATO



COSTA BIOENERGIE SRL - App A GPL Pagelle Istogrammi

risultate.

<b>0-100</b>	<b>A</b>	<b>UL02,03,04,05,06,07,08,09,10</b>
<b>101-1100</b>	<b>B</b>	<b>UL01</b>
<b>1101-12500</b>	<b>C</b>	
<b>&gt;12500</b>	<b>D</b>	

#### DEPOSITO IN CATEGORIA "A" CLASSE 1^

G'	Cat. U.L.	Classe del Deposito			
		I	II	III	IV
0 - 100	A	X	X	X	X
101 - 1100	B	G' < 500 (*) G' < 700 (Fc)	X	X	X
1101 - 12500	C		G' < 5000 (*)	X	X
> 12500	D			G' < 15000 (*)	X

(\*) riferibile a qualsiasi U.L. escluso stoccaggio

10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero

La tabella dà le ipotesi di incidente rilevante ragionevolmente credibili in base alla categorizzazione dei depositi, con le rispettive frequenze sono riferite alla materia predominante e più pericolosa ovvero il G.P.L.:

**SINTESI DELLE IPOTESI DI INCIDENTE RILEVANTE**

Caso	evento	frequenza occ/anno	Note
<b>1</b>	<b>Rottura maggiore su fase liquida (serb., macchinari, tubazioni) comprendente:</b>		
<b>1.a</b>	<b>Rottura collettore fase liq. DN200 NAVE</b>	<b>1,46·10<sup>-5</sup></b>	Unità in cat. B - $\phi$ equiv. foro 75 mm
<b>1.b</b>	<b>Rottura tubazione fase liq. DN200 ATB</b>	<b>1,46·10<sup>-5</sup></b>	Unità in cat. A - $\phi$ equiv. foro 50 mm
	Rottura tubazione fase liq. DN80÷DN100	1,95·10 <sup>-5</sup>	Unità in cat. A - $\phi$ equiv. foro 50 mm
	Sfioro liquido per sovrariempimento serbatoio	2,05·10 <sup>-12</sup>	evento non ragionevolmente credibile
	Infragilimento serb. per bassa temperatura	3,0·10 <sup>-6</sup>	La rottura (per urto o sollecitazione) a seguito di infragilim. è identificata come evento non ragionevolmente credibile
<b>2</b>	<b>Rottura maggiore su braccio di travaso fase liquida, comprendente:</b>		
<b>2.a</b>	<b>Rottura braccio scarico nave</b>	<b>7,80·10<sup>-5</sup></b>	Unità in cat. B - $\phi$ equiv. foro 75 mm
<b>2.b</b>	<b>Rottura braccio carico ATB</b>	<b>7,80·10<sup>-5</sup></b>	Unità in cat. A - $\phi$ equiv. foro 50 mm
<b>3</b>	<b>Rottura maggiore su fase gas, comprendente:</b>		Unità in cat. A - $\phi$ equiv. foro 50 mm
<b>3.a</b>	<b>Rottura tubazione fase gas DN50÷DN100</b>	<b>7,79·10<sup>-4</sup></b>	Unità in cat. A - $\phi$ equiv. foro 50 mm
<b>3.b</b>	<b>Rottura braccio travaso fase gas o ATB</b>	<b>1,56·10<sup>-4</sup></b>	Unità in cat. B - $\phi$ equiv. foro 75 mm
<b>4</b>	<b>Rottura minore su fase liquida, comprendente:</b>	<b><math>\Sigma=4,53·10^{-5}</math></b>	Unità in cat. A - $\phi$ eq. foro 10 mm
	Perdita da valvole fase liq.	4,50·10 <sup>-5</sup>	
	Perdita durante drenaggi	2,86·10 <sup>-7</sup>	
<b>5</b>	<b>Rottura minore su fase gas, comprendente:</b>	<b><math>\Sigma=4,12·10^{-2}</math></b>	Unità in cat. A - $\phi$ eq. foro 10 mm
	Perdita da valvole fase gas	9,0·10 <sup>-5</sup>	
	Perdite da tenute compressore	4,11·10 <sup>-2</sup>	
<b>6</b>	<b>Sfiato da valvola di sicurezza (SV)</b>		
<b>6.a</b>	<b>Sfiato da SV serbatoi</b>	<b>2,86·10<sup>-5</sup></b>	
<b>6.b</b>	<b>Sfiato da SV pompe e compressori</b>	<b>1,82·10<sup>-3</sup></b>	
<b>7</b>	<b>Linea Carico Tubazione Gasoli fino a DN 150</b>		
	<b>Rateo Rottura catastrofica</b>	<b>6,0·10<sup>-7</sup></b>	
<b>7.a</b>	<b>Linea Carico Tubazione Gasoli Fino a DN 150</b>	<b>1,0·10<sup>-5</sup></b>	
	<b>Rateo Rottura Significativa</b>		
<b>7.b</b>	<b>Rottura Grave Serbatoi Gasolio</b>	<b>1,0·10<sup>-3</sup></b>	
<b>7.c</b>	<b>Collasso Serbatoi Gasolio</b>	<b>1,0·10<sup>-3</sup></b>	
<b>7.d</b>	<b>Incendio Disastroso</b>	<b>1,0·10<sup>-3</sup></b>	

### 10.3 Cogenza al D.M. 13.10.94

#### 10.3.1 Il D.M. 13.10.94

Il DM 13 ottobre 1994 e s.m. è un Testo coordinato sulle norme di sicurezza per i depositi di GPL in serbatoi fissi oltre 13 m<sup>3</sup> e in recipienti mobili oltre 5000 kg. Si allega alla presente il testo completo per una maggior comprensione dei capitoli che verranno.

#### 10.3.2 Ubicazione e disposizione dell'impianto: titolo III D.M. 13.10.94

##### Territorio circostante

La superficie impegnata dal Deposito è classificata urbanistica D1 dal locale P.R.G.; la zona circostante è parzialmente interessata da altre installazioni industriali e non comprende insediamenti di tipo abitativo nelle immediate adiacenze (gli edifici civili più vicini si trovano a ca. 300 m). Rispetto alle più significative aree esterne si forniscono di seguito i principali riferimenti:

<b>Direzion e</b>	<b>Insedimento uso:</b>	<b>Distanza</b>
NORD	Laguna Civile (Chioggia)	300m
EST	Strada Provinciale	>200 m
SUD	Industriale/ Piazzali sosta	200 m
OVEST	Laguna Industriale	600 m

Nell'area compresa fra il Deposito ed i centri abitati, non sono presenti fabbricati di tipo ricreativo (stadi, teatri,), di tipo sanitario (ospedali, cliniche,), aperti al culto (chiese, santuari, monasteri,) o di istruzione (scuole, istituti scientifici,). La Stazione Ferroviaria di Chioggia risulta distante >400m.

L'aeroporto più vicino è quello di Tessera distante dal Deposito ca. 30 km. in linea d'aria in direzione NO; i corridoi di atterraggio e decollo non interessano l'area dello stabilimento

**Foto dell'area destinata al deposito**

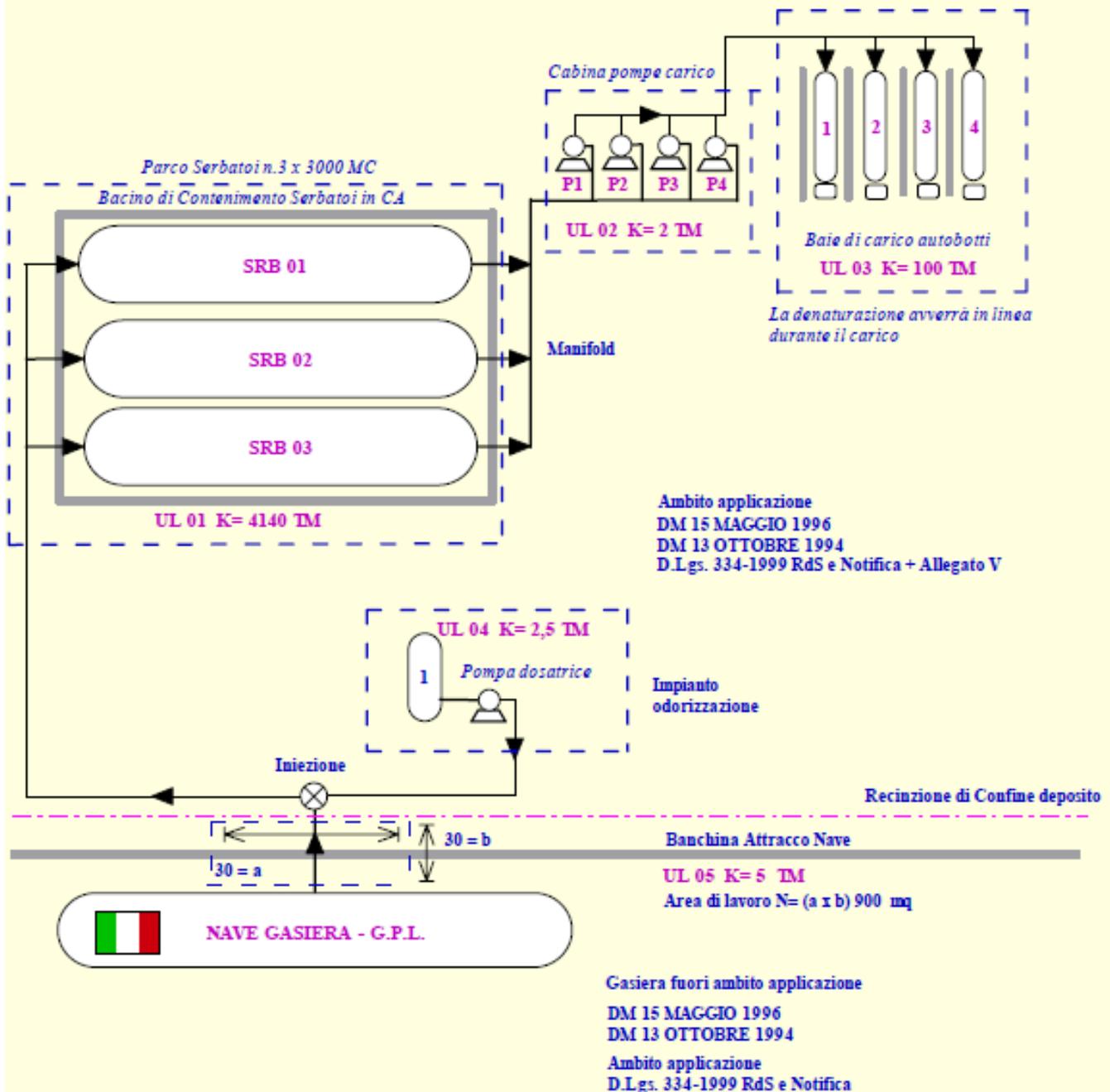


L'area evidenziata dà di per sé una prima risultanza dell'effetto dello stoccaggio, infatti è a colpo d'occhio riscontrabile come l'ubicazione scelta dia una pronta idea della massima gestione del rischio sia dell'unità che del complesso totale dell'insediamento.

**COSTA BIOENERGIE S.r.L.**

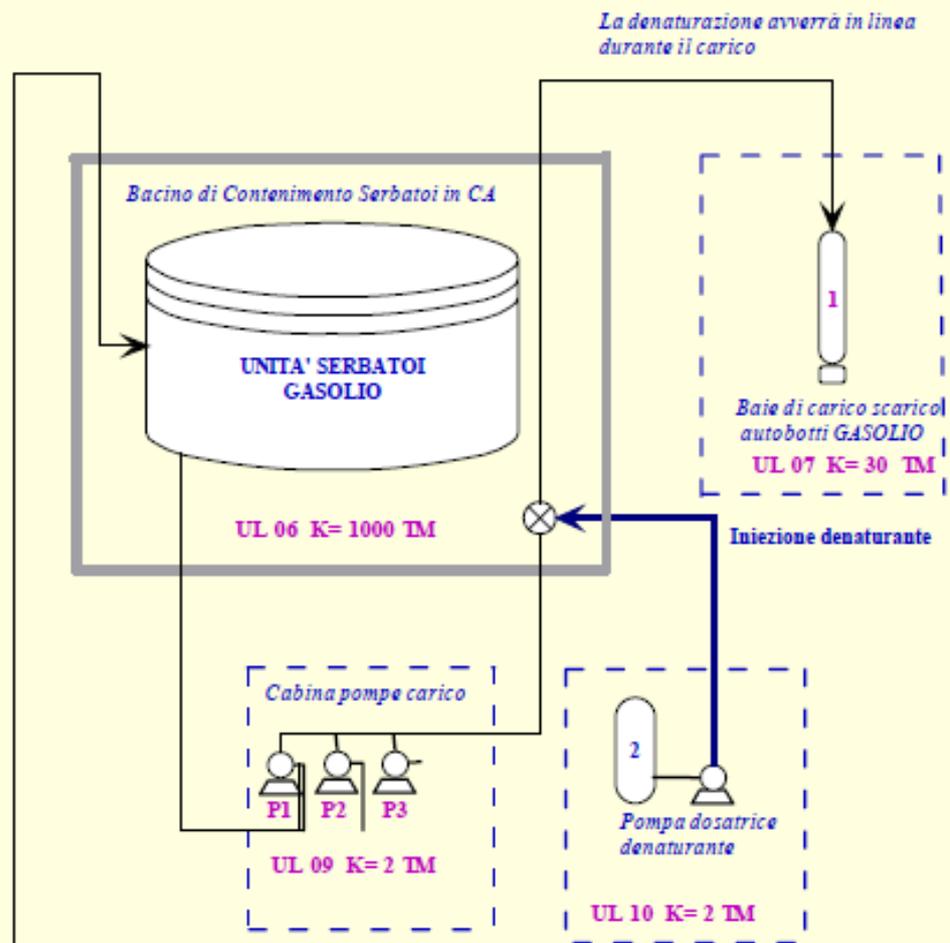
*Unità Logiche Deposito - reparto G.P.L.  
e quantitativi presenti K*

FG 2013



schema ad utilizzo esclusivo per identificazione delle unità logiche e quantitativi presenti K

**COSTA BIOENERGIE S.r.L.**  
*Unità Logiche Deposito - reparto GASOLI.*  
*e quantitativi presenti K*  
 FG 2013



Ambito applicazione  
 DM 20 ottobre 1998  
 D.Lgs. 334-1999 RdS e Notifica + Allegato V



schema ad utilizzo esclusivo per identificazione delle unità logiche e quantitativi presenti K

**10.3.3 Elementi del deposito e distanze di sicurezza titolo IV D.M 13.10.94**

**ELEMENTI DEL DEPOSITO REPARTO G.P.L.**

Unità logiche individuate secondo il DM del 15 maggio 1996:

UL01 stoccaggio gpl ( area 3 serbatoi)
UL02 Cabina travaso e pompe carico
UL03 carico atb ( area 4 baie)
UL04 impianto di odorizzazione GPL
UL05 Baia scarico nave gasiera

**DISTANZE DI SICUREZZA**

**Distanze di sicurezza esterna:**

4.2.1.: le distanze di sicurezza verso l'esterno sono ottemperate mediante l'ubicazione dei centri di rischio a  $\geq 30$  metri dal confine di proprietà e costituendo una fascia di vincolo di ulteriori 10 metri dall'inizio dell'area di utilizzo: quindi totale 40 metri.

**Distanze di sicurezza interna**

4.3.1: le distanze di sicurezza interna tabella "A" fra gli elementi di rischio sono quelle attese dal decreto, nel progetto sono verificate in tabella "B" e cogenti con l'attesa di decreto:

Elemento di rischio: tabella "A"	come da D.M. 13 10 1994						
		a	b	c	d	e	f
Punti di travaso	a	10(1)					
Serbatoi	b	15(2)	-(4)				
Depositi di recipienti mobili pieni e vuoti	c	15(2)	15(2)	-(5)			
Pompe,compressori	d	10(2,6)	10(2,7)	15(2)	-		
Apparecchiature imbombolamento	e	15(2)	15(2)	10(2)	15(3)		
Ferrocisterne, autocisterne in travaso	f	-	15(2)	15(2)	15(2)	15(2)	-

Elemento di rischio: tabella "B"	come da Progetto						
		a	b	c	d	e	f
Punti di travaso	a	7,5	7,5	n.a.	>15	n.a.	-
Serbatoi	b	7,5	-	n.a.	zero	n.a.	7,5
Depositi di recipienti mobili pieni e vuoti	c	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	n.a.
Pompe,compressori	d	>15	zero	n.a.	-	n.a.	>15
Apparecchiature imbombolamento	e	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Ferrocisterne, autocisterne in travaso	f	-	7,5	n.a.	>15	n.a.	-

n.a.: non applicabile

## 10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero

Note delle tabelle:

1. Valgono le specifiche distanze e limitazioni imposte nei punti 6.1, 6.2, 6.3
2. Distanza ridotta della metà se è interposto un muro di schermo o nel caso di serbatoi interrati o ricoperti;
3. Distanza ridotta a metà se è interposto un muro di schermo e una barriera d'acqua;
4. Distanza fra serbatoi cilindrici orizzontali o sferici fuori terra: non inferiore alla semisomma dei diametri; distanza fra serbatoi interrati o ricoperti non inferiore a 0,8 metri;
5. Distanza fra un gruppo di recipienti pieni o vuoti non bonificati e altri gruppi di recipienti pieni o vuoti non bonificati: 3 metri; nessuna distanza se è interposto un muro di schermo;
6. Nessuna distanza fra contatori per liquido e punti di travaso;
7. Distanza di 10 metri tra serbatoi e vaporizzatori, riducibili a 5 metri se è interposto un muro di schermo. Nessuna distanza fra pompe e compressori e serbatoi interrati o ricoperti, esclusi i casi rappresentati in tavola 1 alle lettere c) e d).

### **10.3.4 SERBATOI FISSI ED ACCESSORI: Titolo V D.M. 13.10.94**

Il progetto prevede:

1. l'installazione di tre serbatoi di stoccaggio della capacità geometrica di mc **3000** cadauno in esecuzione orizzontale (titolo V 5.1);

essi avranno il compito di:

- ricevere gpl propano, butano e miscele di questi, da nave a mezzo del pontile dedicato con procedura di trasferimento nave-stoccaggio;
- procedere all'odorizzazione del GPL al momento del ricevimento del prodotto;
- costituire il polmone di riserva di gpl da destinarsi al carico fino all'arrivo della nave successiva;

Detti serbatoi saranno disposti in orizzontale con base a piano terra rispetto alla cabina pompe in modo da costituire battente, e saranno contenuti in cassaforma di c.a. spessore 0,40 con riempimento in sabbia che li ricoprirà di 1 metro oltre il mantello superiore.

I tronchetti di immissione e prelievo della materia prima sia in fase liquida che gassosa saranno del tipo incamiciato per il tratto a contatto con il materiale di tumulazione, mantenuti in atmosfera d'azoto con indicatore di pressione analogico e digitale corredato di allarme al superamento della soglia predeterminata in modo da consentire il costante monitoraggio dell'assenza di trafile del tronchetto di esercizio.

#### **Accessori dei serbatoi**

I serbatoi saranno dotati della strumentazione ed apparecchiature previste come:

- dispositivi di allineamento statico del serbatoio del tipo a bolle ortogonali per verificare gli eventuali cedimenti dello stesso;
- cassette di disimpegno a scarico verticale attacco in ingresso a flangia ASA 3004" collaudato PED, attacco in entrata a flangia ASA 300 da 4" uscita 2" NPT a quattro posti per attacco valvole di sicurezza con un'unica opportunità di esclusione.
- Valvole di sicurezza a molla collaudate ISPEL pressione di taratura 17,65 bar, attacco in entrata 2" NPT e attacco in uscita 3" NPT.

## 10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero

- Scarichi in candela verticali completi di dispositivo parapiooggia L=2000.
- gruppo rilievo temperatura completo di tasca termometrica, di n°1 valvola Adler di intercettazione manuale a sfera a corpo piatto a passaggio totale per flangiatura Asa 300 2", termometro a capillare scala -10+50°C.
- gruppo manometrico su flangia ASA 300 da 1"1/2 composto da valvola di intercettazione manuale a sfera a corpo piatto a passaggio totale manometro scala 0-25 bar, valvola a tre vie per attacco manometro campione, installazione di trasduttore di pressione.
- impianto monitoraggio serbatoi completo di cavi schermati per collegamento sonde di livello Segi fino ad acquirente dati.
- Impianto meccanico a protezione dei cavi di alimentazione sonde completo tubazione zincata ¾", raccordi tre pezzi, curve ispezionabili, giunti di bloccaggio da strumentazione a cavidotto o tubazione corrugata.

### **10.3.5 IMPIANTI PER IL TRAVASO: Titolo VI D.M 13.10.94**

#### **Pipeline di trasferimento**

- linee in tubo API 5LX Grado B in collegamento a manifold posto dinnanzi ai serbatoi completo di curve, flange ASA 300, raccorderia a saldare, ferro ad u per staffe di sostegno e materiale di consumo.
- valvole di intercettazione manuale a sfera a corpo piatto a passaggio totale ASA 300 certificata Atex posta alla radice del serbatoio.
- valvole di intercettazione manuale a sfera flangiata ASA 300 a passaggio totale certificata Atex completa di operatore pneumatico a semplice effetto.
- giunti dielettrici PN 40 completi di scaricatore di sovratensione
- valvole di sfiato sovrappressione linee fase liquida e fase gas complete Divalvola RB FF1/2"
- valvola fischer di sicurezza da ½"
- connettore valvola fischer-tubazione ¾"
- tubazione DN 20
- collegamento a linea raccolta sfiati in candela

#### **Manifold dinnanzi ai serbatoi e sala pompe e baia braccio marino.**

- Manifold di collegamento sala pompe e compressori a serbatoi di stoccaggio in tubazione API 5LX GRAD B nei diametri DN 200, 150, DN 100, DN 80, DN 50 completa di raccorderia a saldare, curve, tee, flange ASA 300, le tubazioni verranno protette mediante mano di antiruggine previa spazzolatura.

#### **Baie di Carico per autocisterne 1-2-3-4**

- linee G.P.L per collegamento impianto sala pompe G.P.L a punto di travaso 1. Le tubazioni saranno del tipo fuori terra del diametro di 8, 4" e 3" per la fase gassosa e la linea di recupero sfiati in candela. Come da schema di flusso avremo due linee per la fase liquida e due linee per la fase gassosa. Le tubazioni si ridurranno successivamente in corrispondenza del punto di travaso fino ad arrivare a 2" per il braccio di carico fase liquida e 1"1/2 per il braccio di carico fase gassosa.
- braccio di carico per la fase liquida del diametro DN 50 e girevole su giunti a snodo 2174 completo di valvola a sfera con blocco in chiusura e valvola a frattura prestabilita DN 50. Drenaggio parte terminale del braccio di carico a mezzo di tubazione flessibile diam ¼" da collegarsi a sfiato in candela. Risulta da verificare il collaudo PED del BRC.
- linea fase gassosa del diametro DN 40 e girevole su giunti a snodo 2174 completo di valvola a sfera con blocco in chiusura e valvola a frattura prestabilita DN 40. Drenaggio parte terminale del braccio di

## 10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero

carico a mezzo di tubazione flessibile diam  $\frac{1}{4}$ " da collegarsi a sfiato in candela. Risulta da verificare il collaudo PED del BRC.

- valvola di intercettazione manuale a sfera a corpo piatto 3" ASA 300 certificata Atex completa di operatore pneumatico a semplice effetto da porre sulla linea in fase liquida.
- valvola di intercettazione manuale a sfera a corpo piatto 3" ASA 300 certificata Atex da porre sulla linea in fase liquida.
- valvole di non ritorno da 3" flangiate ASA 300
- contatore massico a principio di Coriolis della Ditta Hendress+ Houser del diametro di 3" ASA 300
- valvola di eccesso di flusso 3" ASA 300 filtri a Y da 3" flangiati ASA 300
- valvola di intercettazione manuale a sfera a corpo piatto 2" ASA 300 certificata Atex da porre sulla linea in fase gas.
- valvola di intercettazione manuale a sfera a corpo piatto a passaggio totale 2" ASA 300 certificata Atex completa di operatore pneumatico a semplice effetto da porre in fase gas.
- sfiato in candela da ricavare sulla linea fase liquida e da convogliare sulla linea di raccolta sfiati in candela.
- manometri scala 0-25 per la fase gassosa e 0-40 per la fase liquida completi di relativa sottovalvola di intercettazione da  $\frac{1}{4}$ ".
- stacco per prelievo campione da realizzare sulla linea in fase liquida completo di:
  - N°:1 valvola di intercettazione manuale a sfera  $\frac{3}{4}$ "
  - N°:1 valvola di intercettazione  $\frac{3}{4}$ " ASA 300 Dead man.
- drenaggio fase gas completo di valvola di intercettazione manuale da  $\frac{1}{2}$ " filettata e completa di tappo.

### **Baia di Scarico nave gasiera**

- linee G.P.L per collegamento stoccaggio a punto di scarico nave . Le tubazioni saranno del tipo fuori terra del diametro di 8, 3" per la linea di recupero eventuali sfiati in candela. Come da schema di flusso avremo due linee per la fase liquida e due linee per la fase gassosa.
- valvola di intercettazione manuale a sfera a corpo piatto 8" ASA 300 certificata Atex completa di operatore pneumatico a semplice effetto da porre sulla linea in fase liquida.
- valvola di intercettazione manuale a sfera a corpo piatto 3" ASA 300 certificata Atex da porre sulla linea in fase recupero.
- valvole di non ritorno da 8" e 3" flangiate ASA 300
- contatore massico a principio di Coriolis della Ditta Hendress+ Houser del diametro di 8" ASA 300
- valvola di eccesso di flusso 8" ASA 300 filtri a Y da 3" flangiati ASA 300 sulla linea di trasferimento fase liquida nave-serbatoi.
- Punto di scarico realizzato mediante braccio metallico, a movimentazione oleodinamica, con attacco rapido MIB per diametri di esercizio 6", pressione di scarico 18 Kg/cm<sup>2</sup> max e temperatura di scarico superiore a -6°C, capacità di ricezione sino a 300 mc/h.
- Caratteristiche:
  - diametro 6"
  - acciaio al carbonio per basse temperature, rivestito in PTFE, gomma o altri rivestimenti con un range di temperatura da -200°C fino a +300°C dotati di un sistema di sgancio di emergenza "senza versamento".

*Questo garantisce che, in caso di emergenza, sia la linea del liquido e sia quellavapore siano entrambe a tenuta dopo la disconnessione.*

*Una volta che è la sequenza di emergenza termina, il braccio, in automatico, si alza e ritorna in posizione di riposo, permettendo, se necessario, l'immediato allontanamento della nave.*

**10.3.6 ALTRE ATREZZATURE PER GPL : Titolo VII D.M. 13.10.94**

**Sala Pompe G.P.L.**

- Tubazioni di collegamento tra rack e pompe trasferimento G.P.L e tra rack e compressori di travaso in tubo API 5LX GRADO B SCH 40 nei diametri 8", 6", 5", 4", 3", 2" necessari alla realizzazione dell'impianto completa di flange Asa 300, curve, tee e raccorderia d'uso. Fornitura posa in opera di sostegni in ferro ad U per fissaggio rastrelliera.
- Pompa di travaso del tipo SIHI UEAA 5006 accoppiata ad un motore elettrico della potenza di 30KW a 2900 giri. Fissaggio pompa su basamento in profilato metallico completo di staffe di fissaggio a pavimento.
- Valvola di intercettazione manuale a sfera a corpo piatto a passaggio totale da 5" ASA 300 certificata
- filtro a Y da 5" ASA 300
- valvola di non ritorno flangiata ASA 300 da 3" da porre sulla mandata delle pompe. La valvola sarà certificata PED
- valvola di intercettazione manuale a sfera a corpo piatto a passaggio totale da 3" ASA 300 certificata Atex da posizionare sulla mandata delle pompe di carico.
- manometri a quadrante verticale diametro 100mm campo di misura 0-40 bar complete di relativa sottovalvola da porre sulle tubazioni sia in aspirazione che in mandata delle pompe.
- ricicli automatici posizionati sulla mandata delle pompe ed in collegamento a ritorno propano dall'imbottigliamento complete di:
- N°:4 valvole di riciclo automatico da 2"/3" flangiate ASA 300.

**10.3.7 DEPOSITI DI RECIPIENTI MOBILI: Titolo VIII D.Lgs 13.10.94**

Non sono previsti depositi di recipienti pieni e vuoti non bonificati.

**10.3.8 CARATTERISTICHE DELLE COSTRUZIONI: Titolo IX D.Lgs 13.10.94**

- Recinzione: saranno osservate le indicazioni del punto 9.1;
- locali contenenti elementi pericolosi: saranno osservate le indicazioni del punto 9.2;
- tettoie: saranno osservate le indicazioni del punto 9.3;
- fondazioni e supporti per serbatoi: saranno osservate le indicazioni contenute nel punto 9.4;
- casse di contenimento per serbatoio interrati (tumulati): saranno dimensionate e realizzate seguendo le indicazioni del punto 9.5;
- pozzetti per pompe di serbatoi interrati, punto 9.6: non sono previste queste strutture.

**10.3.9 IMPIANTI ELETTRICI DI PROTEZIONE CATODICA E DI TERRA: Titolo X D.M.13.10.94**

Impianto elettrico in esecuzione ADPE in conformità alle norme vigenti nei vari punti pericolosi dell'impianto.

**Pulsanti di emergenza**

In posizione corrispondente a:

- n°:1 sul punto travaso 1-2-3-4
- n°:1 in sala pompe G.P.L
- n°:1 all'ingresso deposito
- n°:1 presso l'area di sosta ATB
- n°:1 sul quadro elettrico emergenze.

### **Illuminazione deposito**

#### ***Illuminazione sala pompe G.P.L***

- Plafoniere 2 x 36 watt per illuminazione sala pompe G.P.L complete di tubazione zincata conduit a protezione del cavo di alimentazione, raccordi tre pezzi, curve ispezionabili, giunti di bloccaggio e collari di fissaggio a muri in c.a

#### ***Illuminazione punto di travaso 1-2-3-4***

- Plafoniera 2 x 36 watt per illuminazione punto di travaso 1 G.P.L complete di tubazione zincata conduit a protezione del cavo di alimentazione, raccordi tre pezzi, curve ispezionabili, giunti di bloccaggio e collari di fissaggio a muri in c.a.
- interruttore luce in esecuzione ADPE

### ***Alimentazione torri faro***

- Cavi di alimentazione delle torri faro e precisamente due per ogni torre faro per avere due accensioni per ogni torre in partenza da quadro elettrico luce deposito.

### **Impianto forza motrice sala pompe g.p.l alimentazione motori e avviamento motori.**

- Impianto elettrico a servizio del motore delle pompe di travaso da 30 Kw completo di tubazioni zincate conduit, raccordi tre pezzi, curve ispezionabili, giunti di bloccaggio da motore elettrico a pozzetti dei cavidotti.
- Fornitura posa in opera di tubazioni tombaco in corrispondenza dell'aggancio al motore.
- Fornitura posa in opera di cavo alimentazione motore elettrico della potenza di 30 HP in partenza da quadro forza motrice g.p.l da posizionare nel locale uffici.

### **Impianto elettrico sul punto di travaso 1-2-3-4.**

- Cassetta in esecuzione ADPE completa di interruttore luce, pulsante di emergenza e pulsanti marcia e arresto pompa e compressore di travaso con predisposizione del secondo compressore da posizionare in corrispondenza del punto di travaso. Fornitura posa in opera di dispositivo di messa a terra dell'ATB costituito da pinza di messa a terra con consenso allo scarico e al carico.
- Fornitura posa in opera di impianto in esecuzione ADPE a servizio della cassetta completo di tubazione zincata conduit DN 50, raccordi tre pezzi, curve ispezionabili, giunti di bloccaggio per collegamento pulsantiera a pozzetto elettrico.
- Fornitura posa in opera di cavo multifilare in partenza da quadro emergenze in collegamento a pulsantiera.
- Fornitura posa in opera di impianto in esecuzione ADPE completo di giunti di bloccaggio, raccordi tre pezzi, curve ispezionabili e tubazione conduit per collegamento cassetta a plafoniera.

### **Impianto monitoraggio serbatoi**

- Impianto monitoraggio serbatoi completo di cavi schermati per collegamento sonde di livello Segi fino ad acquirente dati.
- Impianto meccanico a protezione dei cavi di alimentazione sonde completo tubazione zincata  $\frac{3}{4}$ ", raccordi tre pezzi, curve ispezionabili, giunti di bloccaggio da strumentazione a cavidotto o tubazione corrugata.

### **Impianto rilevazione fughe gas**

## 10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero

- impianto elettronico gestione rilevatori di fughe di gas che in caso di attivazione di uno dei sensori, tramite la centralina rilevazione di fughe di gas posta nel locale uffici, a raggiungimento della prima soglia di intervento, fissata al 25% del LIE attiverà un segnale ottico ed acustico di preallarme nel quadro sinottico posto nella sala controllo).
- Al raggiungimento della seconda soglia di intervento fissata al 50% di LIE attiverà, oltre al segnale ottico ed acustico di allarme nel quadro sinottico posto nel locale uffici, la chiusura delle valvole pneumatiche di blocco sulle linee g.p.l, l'apertura delle valvole del sistema antincendio con conseguente avvio delle pompe, la disattivazione delle utenze elettriche non essenziali e l'attivazione della sirena di allarme.
- Rete di rilevatori di fughe di gas a servizio del punto di travaso 1-2-3-4. Fornitura posa in opera di impianto di protezione meccanica completo di tubazione zincata conduit da  $\frac{3}{4}$ ", giunti di bloccaggio, raccordi tre pezzi, curve ispezionabili, collari di fissaggio e materiale di consumo da sensore a pozzetto elettronico. Fornitura posa in opera di cavi schermati di collegamento sensori a quadro emergenze.
- Rete di rilevatori di fughe di gas a servizio della sala pompe g.p.l. Fornitura posa in opera di impianto di protezione meccanica completo di tubazione zincata conduit da  $\frac{3}{4}$ ", giunti di bloccaggio, raccordi tre pezzi, curve ispezionabili, collari di fissaggio e materiale di consumo da sensore a pozzetto elettronico. Fornitura posa in opera di cavo schermato di collegamento sensore a quadro emergenze.

### **Sala aria strumentale**

Sala produzione aria deumidificata da installare nelle vicinanze della sala pompe antincendio completa di:

- Compressore aria del tipo silenziato avente una portata di circa 1200 litri minuto e avente una potenza di 7,5 HP tipo Pulsar 1225
- Serbatoio di accumulo aria compressa della capacità di 300 litri.
- Essiccatore aria RD 18 tubazioni in acciaio zincato per collegamento compressore aria a essiccatore e serbatoio di accumulo complete di raccorderia, curve, tee valvole a sfera, filtri, regolatori di pressione valvole di non ritorno, presso stati, manometri.
- quadro elettrico sala aria a servizio della sala completo di interruttori a servizio del compressore aria, dell'essiccatore e del gruppo prese.
- quadro elettropneumatico a servizio dell'impianto g.p.l da posizionare nella sala aria o in corrispondenza del quadro completo di elettrovalvole. Fornitura posa in opera di collegamenti elettrici tra quadro pneumatico G.P.L e quadro emergenze.
- quadro elettropneumatico a servizio dell'impianto antincendio. Il quadro comanderà l'apertura delle valvole pneumatiche poste sulle linee di nebulizzazione e verrà comandato dal quadro emergenze. Fornitura posa in opera di collegamenti elettrici ed elettronici tra quadro pneumatico e quadro emergenze

### **Quadristica e collegamenti**

- quadro di forza motrice da installare in corrispondenza del locale quadri.
- quadro G.P.L a servizio dell'impianto G.P.L
- quadro luci per gestione illuminazione.

### **Quadro emergenze**

Per alloggiamento schede elettroniche del tipo MSA 9010/9020 per la gestione dei 9 rilevatori do fughe di gas,

Il quadro di emergenza verrà cablato per:

- ricevitori in campo
- sistema centralizzato ed informativo di acquisizione e gestione.

## 10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero

- scheda di interfaccia
- PLC gestione emergenze con porta seriale.
- Trasmissione dati in tempo reale dello stoccaggio con indicazione del livello di prodotto stoccato e pressione.
- Segnalazione su quadro emergenze mediante spie luminose allarme rilevatori di gas, attivazione pulsante di emergenza.
- Sirena e ronzatore per segnalazione alta pressione e alto livello serbatoio da posizionare in corrispondenza dell'esterno degli uffici ed in collegamento a quadro emergenze.

### **Impianto di protezione catodica**

Impianto di protezione catodica serbatoi del tipo a corrente impressa in corrispondenza del muro di contenimento del serbatoio.

### **Illuminazione sala pompe antincendio**

Impianto di illuminazione sala pompe antincendio mediante la posa di un punto luce a plafoniera completa di canalina di alimentazione e interruttore luce.

### **Impianto di illuminazione deposito a mezzo Torri Faro**

Torri faro aventi ciascuna un'altezza pari a 20 metri

- Documentazione L.1086 per denuncia al genio civile
- N°:16 proiettori High Mast ottica AC attacco Z colore nero completo di staffa e unità elettrica SHP
- N°:16 lampade SHP 1000w tubolare chiara 2000°K

### **Cabina elettrica**

Cabina elettrica per alimentazione impianto completa di manufatto in cemento e trasformatori equadri di media e bassa.

### **Impianto di terra**

- Impianto costituito da corda rame sezione 50 mmq completa di morsetti a C per tercollegamento a dispersori a croce da posizionare in corrispondenza dei cavidotti relativamente al deposito G.P.L in collegamento ai dispersori a croce.
- Connettori a C e morsetti a pettine per collegamento corda di rame.
- Dispersori a croce della lunghezza di metri 2 da posizionare nei luoghi definiti.

### **Gruppo elettrogeno con insonorizzazione**

gruppo elettrogeno modello 15F/T avente le seguenti caratteristiche:

- potenza in continuo 200KVA (160Kw)
- Potenza in emergenza 220KVA ( 176 kw)
- Modello motore N67 TE2
- Alternatore Mecc Alte tipo ECO 38 2SN/4" 4poli senza spazzole, autoregolato, autoeccitato con protezione meccanica IP21 classe isolamento H
- Serbatoio gasolio da 350 litri
- Quadro automatico di commutazione fornito in armadio separato completo di commutazione gruppo)

## 10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero

rete con teleruttori da 325 A

- Scandaglia preriscaldamento acqua
- Cofanatura insonorizzante atta a garantire un livello di rumorosità < di 72 +- 3 dB(A) a 7 metri
- rifasatore e UPS.

### **10.3.10 PROTEZIONE ANTINCENDIO: Titolo XI D.M. 13.10.94**

#### **Rete perimetrale**

- rete perimetrale antincendio in tubo pead PN 16 completo di manicotti a saldare, curve a saldare e raccorderia di servizio.
- idranti a colonna UNI 70 attacco in entrata DN 80 completi di curva a piede per collegamento a tubazione in polietilene.
- idrante a colonna UNI 100 attacco in entrata DN 100 completo di curva a piede per collegamento a tubazione in polietilene.
- monitore brandeggianti idraulici.
- cassette UNI 70 complete di:
  - sportello in vetro fire-crash
  - manichetta flessibile di lunghezza 20 metri
  - lancia a getto multiplo frazionato
- valvola di intercettazione perimetrale in ghisa sferoidale a cuneo gommato completa di asta e campana e chiusino ad intercettazione della linea perimetrale antincendio.

#### **Baie di travaso autocisterne n°:1-2-3-4**

- linea di nebulizzazione punto di travaso in tubazione pead del diametro DN 90 PN 16 ad alta densità completa di raccorderia a saldare, curve plasson, in partenza da collettore smistamento linee posto in corrispondenza della sala pompe antincendio.
- Collegamento linea a tubazione zincata fuori terra mediante raccordi a bocchettone.
- linea nebulizzazione fuori terra in tubo zincato mannesmann del diametro DN 65 completa di curve zincate, collari di fissaggio a strutture e n°:30 ugelli nebulizzatori tipo A12.

#### **Baie di scarico nave n°1**

- monitore brandeggianti idraulici a telecomando elettrico tipo A1-EI/F :
  - -corpo in lega leggera G-ALSi9,
  - -movimento orizzontale e verticale mediante coppie di ingranaggi in acciaio al carbonio comandato da attuatori con motoriduttori IP 67, con motore elettrico 24V CC, 0,21 kW, equipaggiati con fine corsa virtuali tarabili in opera, limitatori di coppia e termistori virtuali, con potenziometri virtuali integrati per il controllo da unità remote,
  - -movimento orizzontale e verticale su cuscinetti a sfere, rotazione 360° (regolabile), alzo +125°/-75° (regolabile),
  - -flangia di ingresso 1½" ANSI 150 lbs RF o DN40 UNI PN 16, con bocchello idroschiuma a comando elettrico regolabile per getto pieno e getto nebulizzato in lega leggera con rivestimento in materiale sintetico ad alta resistenza portata da 50 lt/min a 800 lt/min,

#### **Sala pompe antincendio**

- Collettore di smistamento linee antincendio in tubazione di acciaio DN 200/250 completo dei seguenti stacchi:
  - N°:2 rete idranti DN 110

## 10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero

- N°:1 nebulizzazione punto di travaso 1-2-3-4 DN 90
- N°:1 nebulizzazione sala pompe antincendio DN 25
- Il by-pass antincendio sarà costituito dalle seguenti valvole:
  - N°:2 Saracinesche in ghisa sferoidale PN 16 da posizionare sulle linee idranti
  - N°:4 saracinesca in ghisa sferoidale DN 90 PN 16 da posizionare sulla linea di nebulizzazione punti di travasi completa di operatore pneumatico a semplice effetto per l'attivazione in automatico delle nebulizzazioni.
- collegamenti mediante tubazione in acciaio DN 200/250 tra pompe antincendio poste sotto il piano campagna e il collettore di smistamento linee completa di flange piane, curve a saldare, tee guarnizioni, bulloni e tutto quanto necessario alla realizzazione. Il collettore verrà posizionato in corrispondenza del piano campagna, eventualmente fuori dal locale e successivamente dovrà essere protetto contro il gelo. Fornitura posa in opera di staffe in ferro ad U del 100 per sostegni tubazioni complete di piastre di ancoraggio mediante tasselli. Verniciatura della tubazione mediante colore rosso.
- stazione di spinta antincendio realizzata secondo le norme UNI 12845 composta da n°2 motopompa centrifuga aventi una portata di 280 metri cubi ora ed una prevalenza massima di 70/80 metri di colonna di liquido e di una pompa jockey avente una portata di 3 / 4 metri cubi ora ed una prevalenza di 50 metri di colonna di liquido. Il gruppo completo di collettore di mandata biflangiato, è posto su di un basamento in profilato metallico. Il gruppo pompe verrà posizionato a livello della vasca è quindi sarà del tipo sottobattente ma interrata
- collettori di aspirazione pompe completi di adduttori per l'eliminazione delle bolle di aria DN 250xDN 100 di valvole di intercettazione manuale in collegamento a pompe. Le pompe si troveranno a quota della vasca di riserva.
- collettore di aspirazione pompa di pressurizzazione completa e di valvola di intercettazione manuale in collegamento a pompa di pressione.
- linea di riciclo pompe antincendio derivata da collettore di mandata pompa da portare in vasca di riserva completa di valvole di intercettazione manuale e valvola di riciclo automatico
- linea di prova gruppo di spinta antincendio completa di tubazione in acciaio, saracinesca e flussimetro. La tubazione verrà portata in caduta alla vasca di riserva.
- livello stato ad aste per la gestione del reintegro della vasca di riserva di acqua, fornitura posa in opera di quadro di gestione. Il quadro gestirà l'apertura di una valvola posta sulla linea di reintegro della vasca (esclusa dalla fornitura) vasche di adescamento pompe da posizionare in corrispondenza delle pompe antincendio

### **Impianto immissione acqua nei serbatoi**

- linea di immissione acqua nei serbatoi da prelievo degli stessi a muro di contenimento serbatoi completa di tubazione in acciaio, curve, flange, raccorderia a saldare e materiale di staffe attacco completo di:
  - Valvole di intercettazione manuale a sfera a corpo piatto a passaggio totale DN 50 PN 40.
  - Valvole di non ritorno attacco a flangia DN 50 PN 40.
  - Gruppo motopompa immissione acqua nei serbatoi da 50 metri cubi ora
  - quadro pneumatico apertura valvole posizionate sotto ai serbatoi da installare in corrispondenza dell'attacco VVF.

### **livelli elettronici SEGI - PULCE**

- Rilevatore e Trasmettitore in zona sala controllo e PLC di processo livello Pulce servo azionato con calcolo del volume e riporto della Temperatura e pressione del serbatoio con allarmi di minimo, alto e massimo livello agenti sui blocchi ed emergenze del deposito.

**Sistema di pesatura a Stadera a ponte modulare sopraelevata –pitless- (celle Atex)**

- stadera a ponte modulare sopraelevata con piattaforma metallica MOD. SBP/M 1436 da installare al carico e scarico G.P.L con celle di carico digitali adatte per l'uso in zona pericolosa , corredate di certificato Cesi 03 Atex 314, Atex II 1 GD Eexia IIC T5/IP66 T 100°C ( -20°C< Tamb<+50°C avente le seguenti caratteristiche:
  - Portata massima Kg 60.000
  - Divisione 20Kg
  - Piattaforma lunghezza metri 14
  - Piattaforma larghezza metri 3
- Terminale elettronico D800 + STB 112 da posizionare in zona sicura, completo di barriere a sicurezza poste all'interno di custodia e posizionate in prossimità del terminale di pesatura, complete di certificato CESI 03 ATEX 313, ATEX II (1) GD (Eexia) IIC ( -20 °C< tamb<+50°C) interfacciamento dal terminale elettronico D800 al PLC del quadro emergenze del deposito GPL per l'automazione della predeterminazione del carico degli ATB display da posizionare all'esterno degli uffici in zona sicura per la visualizzazione delle pesate anche dai punti di travaso.

**Impianto denaturazione e colorazione**

- impianto di denaturazione in linea costituito da serbatoio locale di stoccaggio denaturante, pompa dosatrice a pistone e membrana in inox attivata da PLC di dosaggio e carico GPL in baia direttamente dal quantitativo da sottoporre a denaturazione monitorato dalla piattaforma di pesatura presente in ogni baia.

Detto impianto sarà installato su tutte le quattro baie.

**Impianto di odorizzazione con mercaptani rifer UNI 8133**

- impianto di odorizzazione costituito da serbatoio di stoccaggio odorizzante (TBM), pompa dosatrice attivata dal contatore massico posto dopo lo scarico nave in maniera tale da rendere odorizzato già nei serbatoi di stoccaggio il GPL
- impianto di abbattimento di eventuali rilasci di odorizzante sarà costituito da sistema di nebulizzazione ed effetto osmotico con intervento automatico a mezzo nasi di rilievo.

***10.3.11 DIVIETI E LIMITAZIONI: Titolo XII D.M. 13.10.94***

- saranno osservate, salvo caso di emergenza, le disposizioni dei punti:
  - 12.1, 12.2 e 12.3;

***10.3.12 DISPOSIZIONI DI ESERCIZIO: Titolo XIII D.M.13.10.94***

- Saranno osservate ed approntate le procedure e materiali contenuti nei punti 13.1 e successivi;

***10.3.13 DISPOSIZIONI COMPLEMENTARI: Titolo XIV D.M. 13.10.94***

- Sarà predisposta la documentazione tecnica prevista al punto 14.1;

***10.3.14 DEPOSITI ESISTENTI: Titolo XV D.M. 13.10.94***

Non applicabil



10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero

## **10.4 Reparto gasoli e lubrificanti**

### **10.4.1 serbatoi per lo stoccaggio del Gasolio marino**

#### **n. 2 serbatoi per lo stoccaggio del Gasolio aventi capacità di 600 mc.:**

1. costruiti secondo la normativa API 650;
2. diametro interno 9500 mm, altezza 9500 mm;
3. asse verticale;
4. doppio fondo;
5. tetto conico portante, idoneamente rinforzato;
6. comiera di coronamento del tetto;
7. N. 2 Passi d'uomo da 24", di cui uno sul tetto e uno sul fasciame;
8. N. 1 Scarico di fondo da 3";
9. N. 1 Aspirazione prodotto da 3";
10. N. 4 Bocchelli da 6n per servizi vari;
11. N. 1 Sfiato, posto sul tetto;
12. Spessore del fondo: 8 mm, realizzato da lamiera saldate in sovrapposizione;
13. Spessore del fasciame: 6-5 mm;
14. Spessore del tetto: 6 mm;
15. Scala elicoidale di accesso al tetto. completa di ballatoio di riposo;
16. Parapetto posto sul perimetro del tetto;
17. Passerella di collegamento tra i serbatoi;
18. Materiali di costruzione: S275JR-EN 10025-EN 10204 3.1.
19. Ciclo di verniciatura dei serbatoi; Sabbatura Sa 21/2; 1 mano di primer Inorganico sp, 75 microns; 1 mano intermedia di pittura epossipollammidica sp. 70-80 microns; 1 mano a finire di pittura poliuretana alifatica sp. 50 microns. -Ciclo di verniciatura delle carpenterie di servizio: Zincatura a caldo.
20. Peso teorico di ciascun serbatoio, completo di carpenterie: 33.850 Kg.

#### **Piping**

##### ***Realizzazione in opera , previa polimerizzazione e verniciatura a finire del piping:***

- Le tubazioni saranno realizzate In accordo alle ASME 831.3, ultima edizione.
- I materiali utilizzati saranno ASTM A 106 e/o API 5L Gr. B. Montaggio In opera di apparecchi, macchine e accessori:
- Il montaggio sarà eseguito nel rispetto delle leggi vigenti e secondo la buona regola dell'arte.

#### **Carpenterie metalliche**

##### ***Realizzazione in opera delle carpenterie metalliche relative alla rampa di carico:***

- Le carpenterie saranno realizzate in accordo al D.M. 14.01.2008 [33]. I materiali utilizzati saranno i seguenti:
- Profili e lamiera: S275JR;
- Viti: acciaio al carbonio zincato - Cl. 8.8 UNI 3740;
- Dadi: acciaio al carbonio zincato - Cl. 6S UNI 3740.

#### **10.4.2 Impianto Scarico Gasolio senza Imposta Fiscale (di seguito Gsif) in arrivo**

##### **Impianto Scarico Gsif in arrivo via terra:**

- Esecuzione dell'impianto di scarico via terra utilizzando tubi di acciaio zincato senza saldature, in prossimità della sala pompe (vedasi postazione A); costruzione in acciaio zincato a caldo di una vasca di scarico concentrato per 1 prodotto , completo di valsfera e valvole di non ritorno fino alla sala pompe; collegamento del collettore ubicato nella postazione A per la messa in parallelo di
- n. 1 gruppo elettropompa per mandata ai serbatoi. Allestimento della sala pompe con la Realizzazione e il posizionamento di n. 1 gruppo elettropompa centrifuga autodescante, avente una portata max ca. 2500 lt/min e una potenza installata di CV 25 per scarico via terra del Gsif; costruzione del collettore di scarico completo di valsfera; collegamento alle tubazioni di mandata ai serbatoi per la messa in parallelo dello scarico via terra e carico marino del Gsif
- {vedasi postazione A e G) , predisposto per la messa in parallelo del serbatoi per il Gsif; collegamento del collettore con scarico via mare in postazione E. Impianto di Carico Gsif e GM via mare:
- Esecuzione dell' Impianto di carico via mare utilizzando tubo di acciaio zincato senza saldature, posato nel cunicolo precedentemente predisposto , dalla sala pompe alla banchina lato mare
- ,compreso la formazione di un collettore in postazione A predisposto per la messa in parallelo delle aspirazioni dei serbatoi per il Gsif. Allestimento della sala pompe con Realizzazione e posizionamento di n. 2 gruppi elettropompa centrifuga autodescante , aventi portata max di ca. 2500 lt/min e potenza Installata di CV 25 per il carico via mare del Gsif e del GM; costruzione di un collettore di carico per Il Gsif completo di valsfera di manovra; collegamento alle tubazioni in arrivo dai punti di carico marino, di rifornimento marino e predisposto per la messa in parallelo dei serbatoi per il Gsif; collegamento con lo scarico via mare in postazione E. Esecuzione del punto di carico via mare del Gsif e del GM (vedasi postazioni G e F); posizionamento e collegamento dei punti di carico della bettolina mediante la tubazione e il braccio marino; installazione di n. 2 contatori al carico (che saranno di Vs. Realizzazione), di accessori di sicurezza e per misurazione del carico via mare; collegamento alle tubazioni precedentemente posate e sezionamento mediante valsfera d'Intercettazione.

##### **Impianto di Scarico del Gsif In arrivo via mare**

- Esecuzione del collegamento dell'Impianto di scarico via mare, realizzato con tubo in acciaio zincato senza saldature, con tubo precedentemente predisposto, dalla banchina lato mare al collettore della sala pompe (vedasi postazione A), compresa la realizzazione di un collettore in postazione A predisposto per la messa in parallelo del serbatoi per il Gsif; Il collegamento con lo scarico via mare in postazione E per lo scarico con la pompa; la Interconnessione con il collettore di aspirazione del gruppo pompa adibita a scarico via terra per l'eventuale scarico con la pompa.
- Esecuzione del punto di scarico via mare del Gsif {vedasi postazione E); posizionamento e collegamento del contatore di alta portata (slitta fiscale che sarà di Vs. Realizzazione) per la misurazione dallo scarico via mare alle tubazioni precedentemente posate; posizionamento e collegamento del punto di scarico
- alla bettolina mediante il braccio marino, con Realizzazione degli accessori di sicurezza e per le misurazioni dello scarico via mare; collegamento alle tubazioni precedentemente posate e sezionamento mediante valsfera d'Intercettazione.
- Stesura della tubazione diretta di mandata ai serbatoi per il Gsif per lo scarico con il gruppo pompa bettolina, posata in cunicolo e su supporti di sostegno in muratura precedentemente predisposti, completa di valvole per l'Intercettazione del flusso e di valvole di non ritorno flangiate; collegamento alla postazione di scarico via terra ed ai serbatoi per il Gsif.

#### **10.4.3 Impianto di Denaturazione in linea Gsif-Gasolio Marino (di seguito GM)**

## 10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero

- impianto di denaturazione In linea Gsif-GM con collegamento ai serbatoi Gsif; stesura delle tubazioni a vista con percorso e staffaggio interno ed esterno al bacino di contenimento dal serbatoi alla sala di travaso (vedasi postazione C), con linee separate in partenza da ciascun serbatoio e formazione di un collettore in postazione C; collegamento allo skid di denaturazione a valle del gruppo pompa di travaso, con Installazione della valsfera in Ingresso ed uscita per Il sezionamento dell'impianto; collegamento In uscita al serbatoio polmone da mc. 50 posizionato in bacino adibito a stoccaggio di GM. Realizzazione della sala pompe con Realizzazione e posizionamento di n. 1 gruppo elettropompa centrifuga autodescendente, avente portata max di ca. 2500 lt/min e potenza installata di CV 25 per l'alimentazione dal serbatoi Gsif al serbatoio polmone; collegamento alle tubazioni in arrivo ed in mandata ai serbatoi di stoccaggio.

### **10.4.4 Impianto per carico Gsif -GM via terra**

con lo sdoppiamento della postazione per il carico dal basso e dall'alto (vedasi postazione D):

- Realizzazione in opera di un gruppo elettropompa per gasolio avente potenza installata di CV 10 e portata nominale di 1000 min composto da una pompa volumetrica, un motore elettrico ADPE secondo la normativa ATEX, un accoppiamento a riduttore, Il tutto assemblato su basamento e completa di filtro a rete flangiato. Opere varie e forniture per esecuzione impianto idraulico meccanico per il carico Gsif e GM via terra in postazione O, con collegamento dei gruppi elettropompa; solo posa in opera del conta litri (che sarà di Vs. Realizzazione); Realizzazione di
- n. 1 braccio di carico dal basso e di n. 1 braccio di carico dall'alto basculante e brandeggiante a raggio fisso; posa In opera di n. 2 bracci di carico con sdoppiamento dell'Impianto di mandata a valle del conta litri; installazione di doppia valvola a comando Idrodinamico (che sarà di Vs. Realizzazione), compreso la Realizzazione dei materiali/ ed delle attrezzature minori (quali per esempio valvole, flange, tubazioni In acciaio SS). Esecuzione del collegamento dei serbatoi GM e Gsif alla sala pompe zona carico, eseguito in tubo In acciaio SS; realizzazione del collettore di smistamento per l'alimentazione delle singole postazioni (GM carico alto-carico basso, Gsif carico alto-basso, denaturazione), eseguito con tubo in acciaio senza saldature completo di flange. valsfera di sezionamento ed accessori.

### **10.4.5 Impianto per il rifornimento del GM**

#### **Impianto per il rifornimento del GM via terra**

- - Stesura della linea di alimentazione principale dal serbatoio GM, posto In bacino sulla banchina lato mare, eseguita con tubo in acciaio senza saldatura, posato in un cunicolo precedentemente predisposto e staffato a vista nelle tratte aeree, con derivazioni flangiate per l'alimentazione del singolo rifornitori marini, valsfera di sezionamento, accoppiamenti flangiati, raccorderia a saldare ed accessori vari. Installazione di rifornitore per uso marino, posizionamento ed allacciamento idraulico, tramite tubo di acciaio senza saldatura, alla linea principale di alimentazione del prodotto, In precedenza predisposta, compreso gli accessori per il collegamento delle flange, le riduzioni e le valvole; collegamento per tubazione di ritorno e di sovra pressione.

#### **Impianto per rifornimento del gsif via mare:**

- Stesura della linea di alimentazione principale con tubo In acciaio senza saldature, con derivazioni flangiate per alimentazione dei singoli rifornitori marini, con valsfera di sezionamento, accoppiamenti a flangia, raccorderia a saldare ed accessori vari. Installazione del rifornitore per uso marino, posizionamento ed allacciamento Idraulico in tubo di acciaio senza saldature alla linea principale di alimentazione del prodotto, precedentemente predisposta, compresi gli accessori per il collegamento, le flange, le riduzioni e le valvole; collegamento per la tubazione di ritorno e di sovra pressione.

**Impianto per ritorno e sfioro linee dagli apparecchi di misura gsif-gm:**

- Stesura della linea di ritorno degasatori rifornitori GM lato mare, del degasatore conta litri GM carico via mare, con percorso in cunicolo, eseguita con tubo in acciaio zincato senza saldatura (In alternativa In PE omologato per carburanti nelle tratte in cunicolo) con derivazioni da singolo rifornitore fino al contenitore comune di recupero da mc 0.1 per GM, con valsfera di sezionamento, spie visive ed accessori vari per i rifornitori.
- Stesura della linea di ritorno del degasatore conta litri per carico GM via terra , con andamento a vista staffata interno-esterno al bacino fino al contenitore comune di accumulo recuperi da mc
- per GM , eseguita con tubo in acciaio zincato senza saldature, con derivazioni da ciascun singolo rifornitore, valsfera di sezionamento, spie visive ed accessori vari.
- Stesura della linea di ritorno degasatori rifornitori Gsff lato mare, dei degasatori conta litri Gsif carico e scarico via mare, con percorso in cunicolo, eseguita con tubo in acciaio zincato senza saldatura (In alternativa in PE omologato per carburanti nelle tratte in cunicolo) con derivazioni da singolo rifornitore fino al contenitore di accumulo recuperi da mc 0.1 per Gsif, con valsfera di sezionamento, spie visive ed accessori vari per i rifornitori.
- Stesura della linea di ritorno degasatore conta litri per carico Gsif via terra e contalltri Gsif per denaturazione, con andamento a vista staffata interno-esterno al bacino fino al contenitore di accumulo recuperi da mc 0.1 per Gsif • eseguita con tubo In acciaio zincato senza saldatura, con valsfera di sezionamento su derivazioni, spie visive ed accessori vari.
- Esecuzione di sistema per accumulo recuperi e ritorno in serbatoio da apparecchi di misura, composto da un sistema automatico a doppio galleggiante, contenitore di accumulo recuperi avente capacità mc 0,1 ca., pompa di recupero a ciclo chiuso per rilancio al relativo serbatoio principale di stoccaggio e tubo di collegamento per equilibrio con aria atmosferica.

**10.5 Impianto per recupero e stoccaggio olio esausto:**

- Esecuzione di un impianto di aspirazione dentro il locale attrezzato per recupero dell'olio esausto da recipienti vari ed esecuzione di mandata al serbatoio interrato di accumulo, Realizzazione In opera di attrezzatura a corredo dei serbatoio con dispositivi di carico e sicurezza.
- Realizzazione e posa In opera compresi i collegamenti di n.1 gruppo elettropompa auto adescante per fluidi viscosi completa di accessori avente portata di 50-80 litri/minuto ca

**10.6 Impianto Elettrico Generale Reparto Gasoli e Lubrificanti**

- Realizzazione e posa in opera del Quadro Elettrico generale asservito alla zona petrolifera In derivazione dal quadro elettrico principale. Il quadro sarà fornito preassemblato In armadio metallico con sportelli a vetro a norma di legge, corredato da progetto, completo di differenziale con sgancio, salvamotori, magnetotermici a protezione delle linee, compreso di collegamenti e cablaggi delle linee di alimentazione precedentemente predisposte per forza motrice e illuminazione impianto.
- Stesura delle linee di alimentazione, precedentemente progettate e comandi In bassa tensione dal quadro elettrico generale asservito all'Impianto fino ad ogni singola utenza, compreso l'Infilaggio dei cavi all'interno di cavidotti e cablaggio alle attrezzature e ai sottoquadri di zona.
- Stesura delle linee di trasferimento dati con collegamento del loop dalle attrezzature all'Interno degli uffici mediante cavo schermato twistato pluriconduttore di adeguata sezione secondo le indicazioni del fornitore delle attrezzature, con sezioni separate per settori omofoghi di impianto, compreso Il cablaggio delle attrezzature di piazzale, concentratore, Interfacce di protezione linee seriali, prove e collaudi funzionati del trasferimento dati.
- Stesura della linea di alimentazione, della linea principale da ingresso ente fornitore al quadro elettrico principale con posizionamento di n. 10 pulsanti di sgancio e relative linee in parallelo su differenziare

## 10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero

con bobina di sgancio.

- Realizzazione materiali e realizzazione del sistema automatico di gestione per utilizzo del gruppo elettropompa per denaturazione.
- Realizzazione materiali e realizzazione dell'impianto di aria per la gestione delle valvole automatiche e pneumatiche e per la chiusura temporizzata dei serbatoi fuori terra.
- Esecuzione dell'Impianto elettrico di controllo dei livelli massimo e minimo montati sui serbatoi di stoccaggio.
- Realizzazione e posa in opera del sistema di controlli dei livelli in continuo montati sui serbatoi fuori terra mediante l'installazione di sonde magnetostriative ad asta rigida, idonee alla misura del livello di liquidi petroliferi, compresa la Realizzazione di PC e software dedicato, per visualizzazione e gestione del parco serbatoi per visualizzazione grafica dei livelli.
- -Esecuzione dell'impianto di illuminazione del piazzale, compresa la stesura delle linee di alimentazione e la Realizzazione e posa in opera di n. 1 opali. -Esecuzione dell'impianto di messa a terra dell'impianto, in accordo alle disposizioni di legge. -Oneri per il progetto, per il collaudo e per il disbrigo delle pratiche presso gli enti competenti.

### **10.6.1 impianto antincendio Reparto Gasoli e Lubrificanti**

- Realizzazione materiali ed esecuzione dell'impianto antincendio, compreso la Realizzazione delle attrezzature quali gruppo preparazione schiuma, n.2 serbatoi di accumulo interrati da mc 50 ciascuno di acqua dolce, idranti, manichette, tubazioni, valvole di intercettazione e accessori secondari.

### **10.6.2 Attrezzature di Piazzale per le Zone di Carico e di Scarico Prodotti**

- Realizzazione e posa in opera di pensilina metallica per carico mono fronte, con n° 6 doppi montanti laterali decentrati realizzati con profili in acciaio zincato a caldo. fascia laterale avente altezza di cm. 80 preverniciata in colore che ci comunicherete, misure 16000 x 7500 x h 5500 mm, completa di illuminazione inferiore, ballatoio pedonabile, scala principale di accesso al ballatoio a doppia rampa e pianerottolo intermedio, scala laterale alla marinara per doppio esodo d'emergenza, n. 1 passerella servoassistita basculante e retrattile per carico dall'alto, completa di corrimano laterali eseguiti a norma, installazione, calcoli della struttura e dimensionamento plinti, rilascio della documentazione per l'eventuale pratica antisismica presso il comune.

### 10.7 Analisi preliminare di sicurezza

L'analisi preliminare, conforme all'APP.II del D.M - 15 Maggio 1996, e D.M. 20 Ottobre 1998, viene effettuata per la verifica del nuovo impianto di stoccaggio e travaso e compatibilità con il territorio ove sorgerà.

**Quindi l'obiettivo finale dell'analisi è verificare la "classificazione e la compatibilità" del deposito adottando, eventualmente, le soluzioni opportune per ottenere il massimo livello "A" di inquadramento.**

**Questa fase è importante e basilare in quanto stabilisce la "compatibilità" con il tessuto urbano circostante esistente dichiarando o meno la "fattibilità" del progetto.**

L'analisi si articola come segue:

- determinazione dell'unità logica ed eventualmente le sotto unità;
- determinazione delle sostanze predominanti
- determinazione dei parametri di penalizzazione e dei fattori di compensazione
- calcolo degli indici di rischio caratteristici dell'unità logica e valutazione complessiva mediante confronto con le altre unità e con i limiti di soglia predeterminati e quindi la verifica della CLASSE del DEPOSITO.

#### **Esame preliminare del ciclo di processo e aggiornamento della suddivisione dell'impianto in "Unità Logiche"**

In base ai criteri illustrati nel DM 15 Maggio 1996 APP.II punto 2 e D.M. 20 Ottobre 1998 sono presenti le seguenti unità logiche:

UL01 stoccaggio gpl ( area 3 serbatoi)
UL02 Cabina travaso e pompe carico
UL03 carico atb ( area 4 baie)
UL04 impianto di odorizzazione GPL
UL05 baia scarico nave gasiera
UL06 stoccaggio gasoli (area 2 serbatoi principali)
UL07 baia di carico e scarico gasoli via terra
UL08 baia di carico e scarico bettoline via mare
UL09 cabina pompe travaso gasoli
UL10 impianto di denaturazione gasoli

#### **Determinazione delle sostanze predominanti:**

conformemente a quanto indicato nel DM, le sostanze predominanti per ogni unità logica comprese le aggiunte ed implementazioni gasoli è identificata nel "PROPANO" e "GASOLIO" Quindi il valore del M.F. viene fissato dal suddetto DM in **21 e 16**.

**Valutazione dei parametri di penalizzazione e dei fattori di compensazione**

A ciascuna Unità logica sono stati associati nella pregressa Analisi ed i valori di penalizzazione e compensazione conformemente alle indicazioni delle linee Guida e quindi anche alle nuove unità ed implementazioni è stata adottata analoga procedura ed in particolare.

K	quantità in ton.
N	superficie in mq
M	rischi specifici delle sostanze
P	rischi generali di processo
S	rischi particolari di processo
Q	fattore quantità
L	rischi di layout
m	fattore di miscelazione/dispersione p fattore di pressione
H	altezza in metri
T	temperatura di esercizio
K1	fattore di compensazione per contenimento
K2	fattore di compensazione per controllo di processo
K3	fattore di compensazione per atteggiamento per la sicurezza
K4	fattore di compensazione per protezioni antincendio
K5	fattore di compensazione per isolamento
K6	fattore di compensazione per operazioni antincendio

I singoli valori per le Unità Logiche sono riportati con le relative giustificazioni nelle schede successive.

**Calcolo degli indici di rischio e valutazione della Categoria dell'Unità Logica e della classe risultante complessiva del Deposito**

Di seguito è riportato il riepilogo numerico dei dati di ciascuna Unità Logica, nonché gli istogrammi relativi agli indici di Rischio potenziali e compensati calcolati con le seguenti formule, pubblicate dallo stesso DM 15 maggio 1996 e D.M. 20 Ottobre 1998

<b><math>F=B*K/N</math></b>	<b>indice di incendio</b>
<b><math>D=B*(1+M/100)*(1+P/100)*(1+(S+Q+L+s)/100)</math></b>	<b>dow equivalente <math>C=1+(M+P+S)/100</math></b>
<b><math>A=B*(1+m/100)*(1+p)*(Q*H*C/1000)*(T+273)/300</math></b>	<b>indice esplosione confinata</b>
<b><math>G=D*(1+(0,2*C*(A*F)E0,5))</math></b>	<b>indice esplosione in aria</b>
<b><math>F'=F*K1*K3*K5*K6</math></b>	<b>indice rischio globale</b>
<b><math>C'=C*K2*K3</math></b>	<b>indice incendio compensato</b>
<b><math>A'=A*K1*K2*K3*K5</math></b>	<b>indice esplosione confinata compensato</b>
<b><math>G'=G*K1*K2*K3*K4*K5*K6</math></b>	<b>indice esplosione in aria compensato</b>
	<b>indice globale rischio Compensato</b>

## 10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero

Conformemente a quanto previsto dal citato decreto, i criteri di valutazione sono desunti dalla seguente tabella riepilogativa:

### Categorizzazioni delle Unità:

<b>0-100</b>	<b>A</b>
<b>101-1100</b>	<b>B</b>
<b>1101-12500</b>	<b>C</b>
<b>&gt;12500</b>	<b>D</b>

### Indice di rischio generale:

<b>Unità Logica dell'impianto</b>	<b>Indici Generali</b>			
	<b>G</b>	<b>Cat.</b>	<b>G'</b>	<b>Cat.</b>
UL01 Stoccaggio GPL (area 3 serbatoi x 900 mc);	42614	D	117	B
UL02 Cabina travaso (area pompe e compressori);	258	B	6	A
UL03 Baie carico autobotti (area 4 baie);	308	B	1,2	A
UL04 Impianto di odorizzazione GPL;	748	B	81	A
UL05 Baia scarico gasiera (area 1 baia)	9754	B	33	A
UL06 stoccaggio gasoli (area 2 serbatoi principali)	137	B	0,86	A
UL07 baia di carico e scarico gasoli via terra	102	B	1	A
UL08 baia di carico e scarico bettoline via mare	80	A	0	A
UL09 cabina pompe travaso gasoli	105	B	1	A
UL10 impianto di denaturazione gasoli	102	B	1	A

### CLASSE "A"

Deposito in cui le unità logiche individuate e valutate ai sensi dell'appendice II, risultano di categoria A, anche nel caso in cui una sola unità logica, escluse quelle di stoccaggio, risulti di categoria B: classe I.

### 10.7.1 COMPATIBILITÀ TERRITORIALE

Sulla scorta delle indicazioni fornite dal D.M.A. 15/05/96, Appendice IV, e D.M. 20 Ottobre 1998 si è eseguita la categorizzazione del deposito, valutandone la compatibilità territoriale. Il D.M.LL.PP. del 09/05/2001 [34] rinvia infatti a tale norma per i criteri di categorizzazione.

Le categorie ammissibili considerate sono quelle della tab. IV/2 del citato decreto (depositi esistenti), riportate nella tabella seguente.

#### Categorie territoriali ammesse per depositi esistenti

Classe deposito	Categoria di effetti			
	Elevata letalità	Inizio letalità	Lesioni irreversibili	Lesioni reversibili
I	DEF	CDEF	BCDEF	ABCDEF
II	EF	DEF	CDEF	BCDEF
III	F	EF	DEF	CDEF
IV	F	F	EF	DEF

#### Categorie territoriali ammesse per il deposito

Classe deposito	Categoria di effetti			
	Elevata letalità	Inizio letalità	Lesioni irreversibili	Lesioni reversibili
I	DEF	CDEF	BCDEF	ABCDEF

**Ne consegue che il deposito in questione, risulta compatibile con la destinazione delle aree definita dal PRG vigente dei Comuni di Marghera VE**

# 10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero

## 10.7.2 Schede di calcolo secondo DM 15 maggio 1996 e DM 20 ottobre 1998

ANALISI PRELIMINARE PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE AREE CRITICHE - PARAMETRI SPECIFICI DELLE UNITA' LOGICHE					
SOCIETA' :	COSTA bioenergie Srl		LOCALITA' :	Chioggia VE	
IMPIANTO:	Stoccaggio GPL & Gasolio		UNITA' LOGICA	UL 01 Stoccaggio (area 3 serbatoi x 900 mc)	
SOSTANZE:	G.P.L.				
INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI :	Vedi eventuali note a fondo pagina				
PRESSIONE :	18,0	bar effettivi			
TEMPERATURA (T) :	50	°C			
SOSTANZA O MIX. GUIDA :	Propano				
FATTORE SOSTANZA (B) :	21,00	Determinato in base a DM 15-05-1996			
FATTORI DI PENALIZZAZIONE					
3.4.1 RISCHI SPECIFICI DELLE SOSTANZE					
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO	CAMPO VALORI	FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI	
3.4.1.1	Caratteristiche di miscelazione e dispersione (m)	30	30	Default ex punto 3.4.1.1	
<b>TOTALE RISCHI SPECIFICI DELLE SOSTANZE ( M )</b>			<b>30</b>		
3.4.2 RISCHI GENERALI DI PROCESSO					
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO	CAMPO VALORI	FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI	
3.4.2.1	Manipolazione	0/10	10	(10 = Stoccaggio in serbatoi fissi e/o mobili separati da Travaso e Imbottigliamento > 3000 Kg.)	
3.4.2.2	Trasferimento delle sostanze	0/25	0	(25 = Travaso e Imbottigliamento)	
3.4.2.3	Contenitori trasportabili	0/100	0	(40 = Recipienti e serbatoi pieni in Imbottigliamento e Stoccaggio bombole); (100 = Serbatoi mobili in travaso)	
<b>TOTALE RISCHI GENERALI DI PROCESSO ( P )</b>			<b>10</b>		
3.4.3 RISCHI PARTICOLARI DI PROCESSO					
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO	CAMPO VALORI	FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI	
3.4.3.1	Fattore di alta pressione (p)	0/70	33	Ex Appendice II - Figure II/3	
3.4.3.2	Bassa temperatura	0/15	15	(15 = default); (0 = acciai con T di transizione < T di esercizio - 10 °C)	
3.4.3.3	Temperatura elevata: sostanze infiammabili	25	25	(25 = default)	
3.4.3.4	Corrosione (Serbatoi)	20/100	50	Protezione catodica ex DM 13 ottobre 1994	
3.4.3.4	Corrosione (Travaso-Imbottigliamento-Bombole)	0/20	0	(20 = Unità Logiche senza MTZ, periodica)	
3.4.3.5	Perdite da giunti e guarnizioni	0/20	0	Accoppiamenti flangiati non soggetti a perdite	
3.4.3.6	Vibrazioni, carichi ciclici, etc.	0/50	0	(Serbatoi = 0); (Travaso = 10/50); (Movimentazione = 20/50); (Bombole = 20); (Imbottigliamento = 50)	
3.4.3.7	Funzionamento entro/vicino campo infiammabilità	0/100	0	(Imbottigliamento = 100)	
3.4.3.8	Rischio di esplosione superiore alla media	40	40	(40 = default)	
3.4.3.9	Rischi elettrostatici	0/30	30	(30 = Propano e Butano escluso deposito bombole)	
3.4.3.10	Utilizzo intensivo (Stoccaggio)	F	16,67	Vedi Note Foglio1 (Elenco UL)	
<b>TOTALE RISCHI PARTICOLARI DI PROCESSO ( S )</b>			<b>210</b>		
3.4.4 RISCHI DOVUTI ALLE QUANTITA'					
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO	CAMPO VALORI	FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI	
3.4.4.1	Totale sostanza (K) :	ton	4140,00	Quantita' massima presente nell'unita' logica	
3.4.4.2	Fattore quantità (Q) :	1/900	118	Ex Appendice II - Fig.II/ 4-5-6	
3.4.5 RISCHI CONNESSI AL LAY-OUT					
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO	CAMPO VALORI	FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI	
3.4.5.1	Altezza (H):	m	10,0	Altezza massima dell'unita' logica	
3.4.5.2	Area lavoro (N):	mq	2000	Area dell'unita' logica	
3.4.5.3	Progettazione struttura (Serbatoi)	-50/100	-50	serbatoi tumulati	
3.4.5.3	Progettazione struttura (Pompe-Compressori)	-10/200	0	Riferito a Unità Logica specifica	
3.4.5.3	Progettazione struttura (Travaso)	-20/50	0	Riferito a Unità Logica specifica	
3.4.5.4	Effetto domino (Serbatoi)	0/200	0	H < 10 m	
3.4.5.4	Effetto domino (Altro)	-30/75	0	Riferito a Unità Logica specifica	
3.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo (Serbatoi)	0/80	0	Riferito a Unità Logica specifica	
3.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo (Pompe)	0/150	0	Riferito a Unità Logica specifica	
3.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo (Altro)	0/150	0	Riferito a Unità Logica specifica	
3.4.5.6	Drenaggio superficiale	0/100	100	(100 = assenza di convogliamento esterno all'area di lavoro)	
3.4.5.7	Altre caratteristiche	0/125	0	unità lavoro < 900 mq	
<b>TOTALE RISCHI CONNESSI AL LAYOUT ( L )</b>			<b>50</b>		

10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero

FATTORI DI COMPENSAZIONE PER ADOZIONE DI MISURE DI SICUREZZA																			
4.1 CONTENIMENTO																			
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO								FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI									
4.1.1	Apparecchi a pressione ( Stoccaggio )								0,64	0,80(connesione fase liquida e vapore)*0,80(valvola fire-safe)									
4.1.1	Apparecchi a pressione ( Travaso )								1,00	Non applicabile									
4.1.1	Apparecchi a pressione (Pompe - Compressori)								1,00	Non applicabile									
4.1.2	Condotte di trasferimento (Stoccaggio-Travaso-imbottigliamento)								1,00	Non applicabile									
4.1.2	Condotte di trasferimento ( Pompe - Compressori )								1,00	Non applicabile									
4.1.3	Sistemi di contenimento suppl. (Stoccaggio interrato o Turbulato)								1,00	Non applicabile									
4.1.4	Rilevamento perdite e modalita' di reazione								0,70	Rilevatori gas e blocco automatico-allarme zona presidata									
4.1.5	Sifati e scarichi di emergenza (Stoccaggio)								0,90	collettore spurghi esterno al bacino									
4.1.5	Sifati e scarichi di emergenza (Travaso-imbottigliamento)								1,00	Non applicabile									
TOTALE FATTORE DI COMPENSAZIONE ( K1 )								0,40											
4.2 CONTROLLO DEL PROCESSO																			
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO								FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI									
4.2.1	Sistemi di allarme e di blocco ( Stoccaggio)								0,68	0,95(allarme livello, comando a distanza valvole)*0,80(allarmi integrati da sistema indipendente)*,9 doppia fonte									
4.2.1	Sistemi di allarme e di blocco ( Travaso)								1,00	Non applicabile									
4.2.1	Sistemi di allarme e di blocco ( Imbottigliamento)								1,00	Non applicabile									
4.2.1	Sistemi di allarme e di blocco ( Pompe-Compressori)								1,00	Non applicabile									
4.2.1	Sistemi di allarme e di blocco ( Generale)								0,80	verifica periodica sistemi di blocco e controllo									
4.2.2	Controllo centralizzato (Stoccaggio-Travaso-imbottigliamento)								0,80	parametri a video e comunicazione con operatore									
4.2.3	Istruzioni operative								0,70	[ 1 - ( 5+4+4+4+3+3+7 )/100]									
4.2.4	Sorveglianza dell'impianto								0,79	0,97(cercaperzone + telefoni sull' impianto)*0,90(radio bidirezionale)*0,90(sistemi antiaccensione)									
TOTALE FATTORE DI COMPENSAZIONE ( K2 )								0,24											
4.3 ATTEGGIAMENTO PER LA SICUREZZA																			
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO								FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI									
4.3.1	Gestione della Sicurezza								0,52	0,90(Org.cent.)*0,85(verifiche regolari)*0,95(struttura e HSE)*0,90(analisi incidenti)*0,80(operatività fuori orario)									
4.3.2	Addestramento alla sicurezza								0,90	Programma addestramento lavoratori interni									
4.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza								0,86	0,95(visite ispettive base programmata)*0,90(permessi di lavoro)									
TOTALE FATTORE DI COMPENSAZIONE ( K3 )								0,40											
4.4 PROTEZIONE ANTINCENDIO																			
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO								FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI									
4.4.1	Protezione delle strutture (Serbatoi fuori terra)								1,00	Non applicabile									
4.4.1	Protezione delle strutture (Serbatoi Turbulati o interrati)								0,45	0,50(serbatoi installati secondo DM 13/10/1994)*0,90( coperti oltre 1 m con sabbia)									
4.4.1	Protezione delle strutture (Imbottigliamento)								1,00	Non applicabile									
4.4.2	Barriere antincendio (Travaso)								1,00	Non applicabile									
4.4.3	Protezione apparecchi da incendio								0,63	0,90(sistema di irrorazione collegato a sistema di rilevamento)*0,70(sistema tipo fail-safe)									
TOTALE FATTORE DI COMPENSAZIONE ( K4 )								0,28											
4.5 ISOLAMENTO ED ELIMINAZIONE DELLE SOSTANZE																			
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO								FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI									
4.5.1	Sistemi di drenaggio (Serbatoi fuori terra)								1,00	Non applicabile									
4.5.1	Sistemi di drenaggio (Travaso)								1,00	Non applicabile									
4.5.2	Sistemi a valvole (Serbatoi)								0,66	valvole eccesso di flusso 0,95 + pompaggio acqua 0,70									
4.5.2	Sistemi a valvole (Travaso-imbottigliamento)								1,00	Non applicabile									
4.5.3	Ventilazione (Travaso-imbottigliamento-Pompe)								1,00	Non applicabile									
4.5.3	Ventilazione (Generali)								1,00	Non applicabile									
TOTALE FATTORE DI COMPENSAZIONE ( K5 )								0,66											
4.6 OPERAZIONI ANTINCENDIO																			
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO								FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI									
4.6.1	Allarmi di incendio								0,81	0,90(rilevazione con intervento entro 1 min)*0,90(allarmi collegati a presidio permanente)									
4.6.2	Impianti fissi di estinzione								0,70	prove periodiche mensili									
4.6.3	Estintori portatili								0,81	0,90(estintori carrelati)*0,90(bobine e manichette antincendio)									
4.6.4	Assistenza dei Vigili del Fuoco								1,00	V/VF a distanza > 3km									
4.6.5	Cooperazione di Stabilimento								0,81	0,90(esercitazioni semestrali)*0,90(prove con fiamma)									
TOTALE FATTORE DI COMPENSAZIONE ( K6 )								0,87											
RIEPILOGO FATTORI DI PENALIZZAZIONE / COMPENSAZIONE E CALCOLAZIONI																			
UL 01	Stoccaggio (area 3 serbatoi x 900 mc)																		
m	M	P	p	S	T	K	G	B	H	N	L	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Z	
30	30	10	33	209,8887	50	4140,00	118	21	10,0	2000	50	0,40	0,24	0,40	0,28	0,66	0,87	1,00	
F	C	A	G		D	F'	C'	A'	G'										
43,6	3,60	4123	42614		143	1,7	0,34	107	117										

10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero

ANALISI PRELIMINARE PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE AREE CRITICHE - PARAMETRI SPECIFICI DELLE UNITA' LOGICHE					
SOCIETA':	COSTA bioenergie Srl		LOCALITA':	Chioggia VE	
IMPIANTO:	Stoccaggio GPL & Gasolio		UNITA' LOGICA	UL 02 cabina travaso (area pompe e compressori)	
SOSTANZE:	G.P.L.				
INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI :	Vedi eventuali note a fondo pagina				
PRESSIONE :	18,0	bar effettivi			
TEMPERATURA (T) :	60	°C			
SOSTANZA O MIX. GUIDA :	Propano				
FATTORE SOSTANZA (B) :	21	Determinato in base a DM 15-05-1996			
FATTORI DI PENALIZZAZIONE					
3.4.1 RISCHI SPECIFICI DELLE SOSTANZE					
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO	CAMPO VALORI	FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI	
3.4.1.1	Caratteristiche di miscelazione e dispersione (m)	30	30	Default ex punto 3.4.1.1	
	<b>TOTALE RISCHI SPECIFICI DELLE SOSTANZE ( M )</b>		<b>30</b>		
3.4.2 RISCHI GENERALI DI PROCESSO					
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO	CAMPO VALORI	FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI	
3.4.2.1	Manipolazione	0/10	0	(10 = Stoccaggio in serbatoi fissi e/o mobili separati da Travaso e Imbottigliamento > 3000 Kg.)	
3.4.2.2	Trasferimento delle sostanze	0/25	0	(25 = Travaso e Imbottigliamento)	
3.4.2.3	Contenitori trasportabili	0/100	0	(40 = Recipienti e serbatoi pieni in Imbottigliamento e Stoccaggio bombole); (100 = Serbatoi mobili in travaso)	
	<b>TOTALE RISCHI GENERALI DI PROCESSO ( P )</b>		<b>0</b>		
3.4.3 RISCHI PARTICOLARI DI PROCESSO					
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO	CAMPO VALORI	FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI	
3.4.3.1	Fattore di alta pressione (p)	0/70	46	Ex Appendice II - Figure II/3	
3.4.3.2	Bassa temperatura	0/15	15	(15 = default); (0 = acciai con T di transizione < T di esercizio - 10 °C)	
3.4.3.3	Temperatura elevata: sostanze infiammabili	25	25	(25 = default)	
3.4.3.4	Corrosione (Serbatoi)	20/100	0	(20 = Serbatoi f.t. non rivestiti senza MTZ. periodica); (50 = Serbatoi f.t. coibentati); (50-100 = Serbatoi interrati/tumulati)	
3.4.3.4	Corrosione (Travaso-Imbottigliamento-Bombole)	0/20	0	Non applicabile	
3.4.3.5	Perdite da giunti e guarnizioni	0/20	20	perdite di leve entità	
3.4.3.6	Vibrazioni, carichi ciclici, etc.	0/50	50	(Serbatoi = 0); (Travaso = 10/50); (Movimentazione =20/50); (Bombole = 20); (Imbottigliamento = 50)	
3.4.3.7	Funzionamento entro/vicino campo infiammabilità	0/100	0	(imbottigliamento = 100)	
3.4.3.8	Rischio di esplosione superiore alla media	40	40	(40 = default)	
3.4.3.9	Rischi elettrostatici	0/30	30	(30 = Propano e Butano escluso deposito bombole)	
3.4.3.10	Utilizzo intensivo (Stoccaggio)	F	0	Non applicabile	
	<b>TOTALE RISCHI PARTICOLARI DI PROCESSO ( S )</b>		<b>228</b>		
3.4.4 RISCHI DOVUTI ALLE QUANTITA'					
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO	CAMPO VALORI	FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI	
3.4.4.1	Totale sostanza (K) :	ton	2,00	Quantita' massima presente nell'unita' logica	
3.4.4.2	Fattore quantità (Q) :	1/900	3	Ex Appendice II - Fig. III/ 4-5-6	
3.4.5 RISCHI CONNESSI AL LAY-OUT					
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO	CAMPO VALORI	FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI	
3.4.5.1	Altezza (H):	m	1,6	Altezza massima dell'unita' logica	
3.4.5.2	Area lavoro (N):	m <sup>2</sup>	300	Area dell'unita' logica	
3.4.5.3	Progettazione struttura (Serbatoi)	-50/100	0	Riferito a Unità Logica specifica	
3.4.5.3	Progettazione struttura (Pompe-Compressori)	-10/200	-10	tettoia di copertura	
3.4.5.3	Progettazione struttura (Travaso)	-20/50	0	Riferito a Unità Logica specifica	
3.4.5.4	Effetto domino (Serbatoi)	0/200	0	Riferito a Unità Logica specifica	
3.4.5.4	Effetto domino (Altro)	-30/75	0	Distanza da 15 m a 50 m	
3.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo (Serbatoi)	0/80	0	Riferito a Unità Logica specifica	
3.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo (Pompe)	0/150	0	Riferito a Unità Logica specifica	
3.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo (Altro)	0/150	0	Riferito a Unità Logica specifica	
3.4.5.6	Drenaggio superficiale	0/100	100	(100 = assenza di convogliamento esterno all'area di lavoro)	
3.4.5.7	Altre caratteristiche	0/125	0	Non applicabile	
	<b>TOTALE RISCHI CONNESSI AL LAYOUT ( L )</b>		<b>90</b>		

10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero

FATTORI DI COMPENSAZIONE PER ADOZIONE DI MISURE DI SICUREZZA																			
4.1 CONTENIMENTO																			
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO		FATTORE ADOTTATO		GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI														
4.1.1	Apparecchi a pressione ( Stoccaggio )		1,00	Non applicabile															
4.1.1	Apparecchi a pressione ( Travaso )		1,00	Non applicabile															
4.1.1	Apparecchi a pressione (Pompe - Compressori)		1,00	Non applicabile															
4.1.2	Condotte di trasferimento (Stoccaggio-Travaso-imbottigliamento)		1,00	Non applicabile															
4.1.2	Condotte di trasferimento ( Pompe - Compressori )		1,00	Non applicabile															
4.1.3	Sistemi di contenimento suppl. (Stoccaggio interrato o Tumulato)		1,00	Non applicabile															
4.1.4	Rilevamento perdite e modalità di reazione		0,70	0,70(rilevatori di gas con blocco automatico)															
4.1.5	Sfati e scarichi di emergenza (Stoccaggio)		1,00	Non applicabile															
4.1.5	Sfati e scarichi di emergenza (Travaso-imbottigliamento)		1,00	Non applicabile															
TOTALE FATTORE DI COMPENSAZIONE ( K1 )			0,70																
4.2 CONTROLLO DEL PROCESSO																			
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO		FATTORE ADOTTATO		GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI														
4.2.1	Sistemi di allarme e di blocco ( Stoccaggio)		1,00	Non applicabile															
4.2.1	Sistemi di allarme e di blocco ( Travaso )		1,00	Non applicabile															
4.2.1	Sistemi di allarme e di blocco ( Imbottigliamento)		1,00	Non applicabile															
4.2.1	Sistemi di allarme e di blocco ( Pompe-Compressori)		0,90	(0,9) Blocchi con doppia fonte di alimentazione															
4.2.1	Sistemi di allarme e di blocco ( Generale)		0,80	verifiche periodiche sistemi allarme e blocco															
4.2.2	Controllo centralizzato (Stoccaggio-Travaso-imbottigliamento)		1,00	Non applicabile															
4.2.3	Istruzioni operative		0,70	[ 1 - ( 5+4+4+4+3+3+7 )/100]															
4.2.4	Sorveglianza dell'impianto		0,79	0,97(cercapersone + telefoni sull' impianto)/0,90(radio bidirezionale)/0,90(sistemi antiaccensione)															
TOTALE FATTORE DI COMPENSAZIONE ( K2 )			0,40																
4.3 ATTEGGIAMENTO PER LA SICUREZZA																			
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO		FATTORE ADOTTATO		GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI														
4.3.1	Gestione della Sicurezza		0,52	0,90(Org.cert.)/0,85(verifiche regolari)/0,95(struttura e HSE)/0,90(analisi incidenti)/0,80(operatività fuori orario)															
4.3.2	Addestramento alla sicurezza		0,90	Programma addestramento lavoratori interni															
4.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza		0,86	0,95(visite ispettive base programmata)/0,90(permessi di lavoro)															
TOTALE FATTORE DI COMPENSAZIONE ( K3 )			0,40																
4.4 PROTEZIONE ANTINCENDIO																			
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO		FATTORE ADOTTATO		GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI														
4.4.1	Protezione delle strutture (Serbatoi fuori terra)		1,00	Non applicabile															
4.4.1	Protezione delle strutture (Serbatoi Tumulati o Internati)		1,00	Non applicabile															
4.4.1	Protezione delle strutture (Imbottigliamento)		0,90	tettoia di copertura															
4.4.2	Barriere antincendio (Travaso)		1,00	Non applicabile															
4.4.3	Protezione apparecchi da incendio		0,63	0,90(sistema di irrorazione collegato a sistema di rilevamento)/0,70(sistema tipo fail-safe)															
TOTALE FATTORE DI COMPENSAZIONE ( K4 )			0,67																
4.5 ISOLAMENTO ED ELIMINAZIONE DELLE SOSTANZE																			
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO		FATTORE ADOTTATO		GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI														
4.5.1	Sistemi di drenaggio (Serbatoi fuori terra)		1,00	Non applicabile															
4.5.1	Sistemi di drenaggio (Travaso)		1,00	Non applicabile															
4.5.2	Sistemi a valvole (Serbatoi)		1,00	Non applicabile															
4.5.2	Sistemi a valvole (Travaso-imbottigliamento)		1,00	Non applicabile															
4.5.3	Ventilazione (Travaso-imbottigliamento-Pompe)		1,00	Non applicabile															
4.5.3	Ventilazione (General)		1,00	Non applicabile															
TOTALE FATTORE DI COMPENSAZIONE ( K5 )			1,00																
4.6 OPERAZIONI ANTINCENDIO																			
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO		FATTORE ADOTTATO		GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI														
4.6.1	Allarmi di incendio		0,81	0,90(rilevazione con intervento entro 1 min)/0,90(allarmi collegati a presidio permanente)															
4.6.2	Impianti fissi di estinzione		0,70	prove periodiche mensili															
4.6.3	Estintori portatili		0,81	0,90(estintori carrellati)/0,90(bobine e manichette antincendio)															
4.6.4	Assistenza dei Vigili del Fuoco		1,00	VVF a distanza > 3km															
4.6.5	Cooperazione di Stabilimento		0,81	0,90(esercitazioni semestrali)/0,90(prove con fiamma)															
TOTALE FATTORE DI COMPENSAZIONE ( K6 )			0,37																
UL 02 cabina travaso (area pompe e compressori) RIEPILOGO FATTORI DI PENALIZZAZIONE / COMPENSAZIONE E CALCOLAZIONI																			
m	M	P	p	S	T	K	Q	B	H	N	L	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Z	
30	30	0	48	228	50	2,00	3	21	1,5	300	90	0,70	0,40	0,40	0,67	1,00	0,37	1,00	
F	C	A	G		D	F'	C'	A'	G'										
0,1	0,68	22	268		114	0,0	0,67	2	6										

10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero

ANALISI PRELIMINARE PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE AREE CRITICHE - PARAMETRI SPECIFICI DELLE UNITA' LOGICHE					
SOCIETA' :	COSTA bioenergie Srl		LOCALITA' :	Chloggia VE	
IMPIANTO:	Stoccaggio GPL & Gasolio		UNITA' LOGICA	UL 03 Bale di carico autobotti (area 4 bale)	
SOSTANZE:	G.P.L.				
INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI :	Vedi eventuali note a fondo pagina				
PRESSIONE :	18,0 bar effettivi				
TEMPERATURA (T) :	60 °C				
SOSTANZA O MIX. GUIDA :	Propano				
FATTORE SOSTANZA (B) :	21,00 Determinato in base a DM 15-05-1996				
FATTORI DI PENALIZZAZIONE					
3.4.1 RISCHI SPECIFICI DELLE SOSTANZE					
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO	CAMPO VALORI	FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI	
3.4.1.1	Caratteristiche di miscelazione e dispersione (m)	30	30	Default ex punto 3.4.1.1	
TOTALE RISCHI SPECIFICI DELLE SOSTANZE ( M )			30		
3.4.2 RISCHI GENERALI DI PROCESSO					
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO	CAMPO VALORI	FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI	
3.4.2.1	Manipolazione	0/10	0	Non applicabile	
3.4.2.2	Trasferimento delle sostanze	0/25	25	(25 = Travaso e imbottigliamento)	
3.4.2.3	Contentori trasportabili	0/100	100	(40 = Recipienti e serbatoi pieni in imbottigliamento e Stoccaggio bombole); (100 = Serbatoi mobili in travaso)	
TOTALE RISCHI GENERALI DI PROCESSO ( P )			126		
3.4.3 RISCHI PARTICOLARI DI PROCESSO					
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO	CAMPO VALORI	FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI	
3.4.3.1	Fattore di alta pressione (p)	0/70	46	Ex Appendice II - Figure III/3	
3.4.3.2	Bassa temperatura	0/15	15	(15 = default); (0 = acciai con T di transizione < T di esercizio - 10 °C)	
3.4.3.3	Temperatura elevata: sostanze infiammabili	25	25	(25 = default)	
3.4.3.4	Corrosione (Serbatoi)	20/100	20	(20 = Serbatoi f.t. non rivestiti senza MTZ. periodica); (50 = Serbatoi f.t. coibentati); (50-100 = Serbatoi interrati/tumulati)	
3.4.3.4	Corrosione (Travasamento-imbottigliamento-Bombole)	0/20	0	(20 = Unità Logiche senza MTZ. periodica)	
3.4.3.5	#VALORE!	0/20	20	Perdite di lieve entità	
3.4.3.6	Vibrazioni, carichi ciclici, etc.	0/50	10	Bracci rigidi di carico per fase liquida e fase gas	
3.4.3.7	Funzionamento entro/vicino campo infiammabilità*	0/100	0	(Imbottigliamento = 100)	
3.4.3.8	Rischio di esplosione superiore alla media	40	40	(40 = default)	
3.4.3.9	Rischi elettrostatici	0/30	30	(30 = Propano e Butano escluso deposito bombole)	
3.4.3.10	Utilizzo intensivo (Stoccaggio)	F	0	Non applicabile	
TOTALE RISCHI PARTICOLARI DI PROCESSO ( S )			208		
3.4.4 RISCHI DOVUTI ALLE QUANTITA'					
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO	CAMPO VALORI	FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI	
3.4.4.1	Totale sostanza (K) :	ton	100,00	Quantità massima presente nell'unità logica	
3.4.4.2	Fattore quantità (G) :	1/500	85	Ex Appendice II - Fig. III/ 4-5-6	
3.4.5 RISCHI CONNESSI AL LAY-OUT					
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO	CAMPO VALORI	FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI	
3.4.5.1	Altezza (H):	m	0,6	Altezza massima dell'unità logica	
3.4.5.2	Area lavoro (N):	m <sup>2</sup>	800	Area dell'unità logica	
3.4.5.3	Progettazione struttura (Serbatoi)	-50/100	0	Attraversamento zone di rispetto	
3.4.5.3	Progettazione struttura (Pompe-Compressori)	-10/200	0	Riferito a Unità Logica specifica	
3.4.5.3	Progettazione struttura (Travasamento)	-20/50	-20	Percorsi diversi per l'accesso e l'uscita dei vettori	
3.4.5.4	Effetto domino (Serbatoi)	0/200	0	Riferito a Unità Logica specifica	
3.4.5.4	Effetto domino (Altro)	-30/75	30	Distanza tra 15 m e 50 m	
3.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo (Serbatoi)	0/80	0	Riferito a Unità Logica specifica	
3.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo (Pompe)	0/150	0	Riferito a Unità Logica specifica	
3.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo (Altro)	0/150	0	Riferito a Unità Logica specifica	
3.4.5.6	Drenaggio superficiale	0/100	100	(100 = assenza di convogliamento esterno all'area di lavoro)	
3.4.5.7	Altre caratteristiche	0/125	0	Non applicabile	
TOTALE RISCHI CONNESSI AL LAYOUT ( L )			118		

10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero

FATTORI DI COMPENSAZIONE PER ADOZIONE DI MISURE DI SICUREZZA																		
<b>4.1 CONTENIMENTO</b>																		
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO		FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI														
4.1.1	Apparecchi a pressione ( Stoccaggio )		1,00	Non applicabile														
4.1.1	Apparecchi a pressione ( Travaso )		0,70	Bracci rigidi di scarico per fase liquida e fase gas														
4.1.1	Apparecchi a pressione (Pompe - Compressori)		1,00	Non applicabile														
4.1.2	Condotte di trasferimento (Stoccaggio-Travaso-Imbottigliamento)		1,00	Non applicabile														
4.1.2	Condotte di trasferimento ( Pompe - Compressori )		1,00	Non applicabile														
4.1.3	Sistemi di contenimento suppl. (Stoccaggio interrato o Tumulato)		1,00	Non applicabile														
4.1.4	Rilevamento perdite e modalità di reazione		0,59	0,70(rilevatori gas con blocco automatico)*0,85(rilevatori attivano abbattimenti)														
4.1.5	Sfati e scarichi di emergenza (Stoccaggio)		1,00	Non applicabile														
4.1.5	Sfati e scarichi di emergenza (Travaso-Imbottigliamento)		1,00	Sfati in quota (zona sicura)														
TOTALE FATTORE DI COMPENSAZIONE ( K1 )			0,41															
<b>4.2 CONTROLLO DEL PROCESSO</b>																		
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO		FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI														
4.2.1	Sistemi di allarme e di blocco ( Stoccaggio)		1,00	Non applicabile														
4.2.1	Sistemi di allarme e di blocco ( Travaso)		0,65	0,85(blocco movimento accidentale veicolo)*0,85(mancanza consenso collegamento a terra)*0,9 doppia fonte														
4.2.1	Sistemi di allarme e di blocco ( Imbottigliamento)		1,00	Non applicabile														
4.2.1	Sistemi di allarme e di blocco ( Pompe-Compressori)		1,00	Non applicabile														
4.2.1	Sistemi di allarme e di blocco ( Generale)		0,80	verifiche periodiche sistemi allarme e blocco														
4.2.2	Controllo centralizzato (Stoccaggio-Travaso-Imbottigliamento)		0,80	parametri a video e comunicazione con operatore														
4.2.3	Istruzioni operative		0,70	[ 1 - ( 5+4+4+3+3+7 )/100]														
4.2.4	Sorveglianza dell'impianto		0,79	0,97(cercapersone + telefoni sull' impianto)*0,90(radio bidirezionale)*0,90(sistemi antiaccensione)														
TOTALE FATTORE DI COMPENSAZIONE ( K2 )			0,28															
<b>4.3 ATTEGGIAMENTO PER LA SICUREZZA</b>																		
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO		FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI														
4.3.1	Gestione della Sicurezza		0,52	0,90(Org.cent.)*0,85(verifiche regolari)*0,95(struttura e HSE)*0,90analisi incidenti)*0,80operatività fuori orario														
4.3.2	Addestramento alla sicurezza		0,90	Programma addestramento lavoratori interni														
4.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza		0,86	0,95(visite ispettive base programmata)*0,90(permessi di lavoro)														
TOTALE FATTORE DI COMPENSAZIONE ( K3 )			0,40															
<b>4.4 PROTEZIONE ANTINCENDIO</b>																		
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO		FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI														
4.4.1	Protezione delle strutture (Serbatoi fuori terra)		1,00	Non applicabile														
4.4.1	Protezione delle strutture (Serbatoi Tumulati o Interni)		1,00	Non applicabile														
4.4.1	Protezione delle strutture (Imbottigliamento)		1,00	Non applicabile														
4.4.2	Barriere antincendio (Travaso)		0,90	Pareti c.a. di separazione														
4.4.3	Protezione apparecchi da incendio		0,63	0,90(sistema di Irrorazione collegato a sistema di rilevamento)*0,70(sistema tipo fail-safe)														
TOTALE FATTORE DI COMPENSAZIONE ( K4 )			0,67															
<b>4.5 ISOLAMENTO ED ELIMINAZIONE DELLE SOSTANZE</b>																		
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO		FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI														
4.5.1	Sistemi di drenaggio (Serbatoi fuori terra)		1,00	Non applicabile														
4.5.1	Sistemi di drenaggio (Travaso)		1,00	Non applicabile														
4.5.2	Sistemi a valvole (Serbatoi)		1,00	Non applicabile														
4.5.2	Sistemi a valvole (Travaso-Imbottigliamento)		0,60	0,85(valvole di eccesso di flusso)*0,70(Intercettazione a distanza)														
4.5.3	Ventilazione (Travaso-Imbottigliamento-Pompe)		0,90	dispositivi rilevazione tarati al 25% LEL														
4.5.3	Ventilazione (General)		0,90	barriere d' acqua polverizzata														
TOTALE FATTORE DI COMPENSAZIONE ( K5 )			0,48															
<b>4.6 OPERAZIONI ANTINCENDIO</b>																		
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO		FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI														
4.6.1	Allarmi di incendio		0,81	0,90(rilevazione con intervento entro 1 min)*0,90(allarmi collegati a presidio permanente)														
4.6.2	Impianti fissi di estinzione		0,70	prove periodiche mensili														
4.6.3	Estintori portatili		0,81	0,90(estintori carrellati)*0,90(bobine e manichette antincendio)														
4.6.4	Assistenza dei Vigili del Fuoco		1,00	VVF a distanza > 3km														
4.6.5	Cooperazione di Stabilimento		0,81	0,90(esercitazioni semestrali)*0,90(prove con fiamma)														
TOTALE FATTORE DI COMPENSAZIONE ( K6 )			0,37															
<b>UL 03 Bale di carloio autobotti (area 4 bale)</b>																		
RIEPILOGO FATTORI DI PENALIZZAZIONE / COMPENSAZIONE E CALCOLAZIONI																		
m	M	P	p	S	T	K	G	B	H	N	L	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Z
30	30	126	48	208	60	100,00	86	21	0,6	800	110	0,41	0,28	0,40	0,67	0,48	0,37	1,00
F	C	A	G		D	F'	C'	A'	G'									
3,60	4,81	271	8041		308	0,11	0,43	6	36									

PARAMETRI PER L'IDENTIFICAZIONE DELLE AREE CRITICHE DELL'ATTIVITÀ				
INSTALLAZIONE	COSTA PETROLI SRL			
LOCALITÀ INSTALLAZIONE	Chioggia - VE -			
SEZIONE	ODORIZZAZIONE GPL			
UNITÀ	04) Fusto odorizzante T.B.M.			
SOSTANZE	Terzbutilmercaptano			
INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI	Fusto in acciaio con proprio bacino di contenimento			
PRESSIONE	11 bar eff.			
TEMPERATURA	t = 20 °C 293,15 K			
FATTORE SOSTANZA (rif. paragrafo 2.3)				
SOSTANZA PREDOMINANTE	Terzbutilmercaptano			
FATTORE DETERMINATO IN BASE A	Tabella 3 D.P.C.M. 31/03/199			
FATTORE SOSTANZA	B = 16			
Paragr.	Argomento	Campo dei valori	Fattore adottato	Giustificazione dei parametri scelti
<b>3.4.1</b>	<b>RISCHI SPECIFICI DELLE SOSTANZE (M)</b>			
3.4.1.1	Sostanze che reagendo con l'acqua formano gas	5/30	N.A.	NON APPLICABILE
3.4.1.2	Riscaldamento spontaneo	100/130	N.A.	NON APPLICABILE
3.4.1.3	Polimerizzazione spontanea	25/75	N.A.	NON APPLICABILE
3.4.1.4	Suscettibilità di accensione	-75/150	0	TABELLA 5.2 D.P.C.M. 31/3/1989 GRUPPO "PROPANO"
3.4.1.5	Altri comportamenti insoliti	0/150	N.A.	NON APPLICABILE
<b>3.4.2</b>	<b>RISCHI GENERALI DI PROCESSO (P)</b>			
3.4.2.1	Manipolazione	10/50	30	MISCELAZIONE DI ODORIZZANTE INFIAMMABILE
3.4.2.2	Trasferimento delle sostanze	0/150	25	OPERAZIONI CHE COMPORTANO ALLACCIAMENTO E DISTACCO TUBAZ.
3.4.2.3	Contenitori trasportabili	10/100	40	FUSTO PIENO

Paragr.	Argomento	Campo dei valori	Fattore adottato	Giustificazione dei parametri scelti
<b>3.4.3</b>	<b>RISCHI PARTICOLARI DI PROCESSO (§)</b>			
3.4.3.1	Alta pressione	p =	31	FIG. II/3 D.M. Ambiente 20/10/1998
3.4.3.2	Temperatura elevata	0/25	25	TEMPERATURA DI ESERCIZIO > PUNTO DI INFIAMMABILITÀ
3.4.3.3	Rischi di corrosione			
3.4.3.3.1	Corrosione interna	0/250	0	TASSO DI CORROSIONE < 0,1 mm/anno
3.4.3.3.1	Corrosione esterna	0/100	20	FUSTO E TUBAZIONI FUORI TERRA NON RIVESTITE
3.4.3.4	Perdite da giunti e guarnizioni	0/100	0	ACCOPPIAMENTI FLANGIATI, VALVOLE E POMPE A TENUTA
3.4.3.5	Rischi dovuti a fatica - vibrazioni e carichi ciclici di origine impiantistica - rischi dovuti a cause naturali	0/100 0/300	20 0	FUSTO ZONA NON SISMICA
3.4.3.6	Funzionamento all'interno del campo di infiammabilità	0/150	30	POLMONAZIONE CON AZOTO E SFIATO VAPORI IN ATMOSFERA
3.4.3.7	Rischi elettrostatici	10/150	10	CONDUTTIVITÀ 1,0E-4 S/cm
3.4.3.8	Rischio derivante da utilizzazione intensiva		N.A.	NON APPLICABILE
3.4.3.9	Rischio di esplosione superiore alla media	0/50	N.A.	NON APPLICABILE
<b>3.4.4</b>	<b>RISCHI DOVUTI ALLE QUANTITÀ</b>			
	Totale sostanze in kg	K =	2.500	MASSIMA QUANTITÀ CARICABILE
	Potere calorifico in kcal/kg	Hc =	7.810	LETTERATURA TECNICA - TBM
		K * Hc =	2,0E+07	kcal
	Fattore quantità	Q =	10	FIG. II/5 D.M. Ambiente 20/10/1998
<b>3.4.5</b>	<b>RISCHI CONNESSI AL LAYOUT</b>			
3.4.5.1	Altezza in metri	H =	2	
3.4.5.2	Area di lavoro in m <sup>2</sup>	N =	30	
<b>3.4.5.3</b>	<b>Fattore di penalizzazione di "lay out"</b>			
3.4.5.3.1	Progettazione della struttura	-20/200	N.A.	NON APPLICABILE
3.4.5.3.2	Effetti domino	-30/200	0	BACINO DEDICATO
3.4.5.3.3	Conformazione sotto il livello del suolo	0/80	0	POZZETTI A DISTANZE >10 m
3.4.5.3.4	Drenaggio di superficie	0/150	100	BACINO SENZA DRENAGGIO ESTERNO
3.4.5.3.5	Altre caratteristiche	75/175	75	STRADE DI ACCESSO LARGHEZZA < 7 m
<b>3.4.6</b>	<b>RISCHI PER LA SALUTE IN CASO D'INCIDENTE</b>			
		s =	23	STIMATO

Paragr.	Argomento	Valore	Giustificazione dei valori scelti
3.4.7	<b>RISCHIO PER TOSSICITÀ T</b>	T = <b>N.A.</b>	T = 1500*(AQ/IDLH) <sup>1/2</sup>
3.4.7.1	Concentrazione IDLH	mg/m <sup>3</sup> <b>---</b>	
3.4.7.2	Parametro AQ	<b>N.A.</b>	
Paragr.	Argomento	Fattore guida di compensazione	Giustificazione dei fattori scelti
4.1	<b>CONTENIMENTO (K1)</b>		
4.1.1	Serbatoi di stoccaggio verticali	<b>0,70</b>	LINEE SULLA SOMMITA' DEL FUSTO, PRESSURIZZ. CON AZOTO
4.1.2	Condotte di trasferimento	<b>1,00</b>	
4.1.3	Sistemi di contenimento supplementari	<b>0,80</b>	FUSTO CON BACINO DEDICATO (0,8)
4.1.4	Sistemi di rilevamento perdite	<b>1,00</b>	
4.1.5	Scarichi di emergenza e funzionali	<b>1,00</b>	
4.2	<b>CONTROLLO DEL PROCESSO (K2)</b>		
4.2.1	Sistemi di allarme e di blocco	<b>1,00</b>	
4.2.2	Controllo centralizzato	<b>0,95</b>	PARAMETRI DI INTERESSE RIPORTATI IN ZONA
4.2.3	Protezione da esplosioni	<b>1,00</b>	
4.2.4	Istruzioni operative	<b>0,70</b>	MANUALE OPERATIVO COMPRENDENTE TUTTE LE PROCEDURE ELENcate NEL D.M. Ambiente 20/10/1998 (0,70)
4.2.5	Sorveglianza dell'impianto	<b>0,79</b>	SISTEMA CERCAPERSONE (0,97), RADIO BIDIREZIONALE (0,9), SISTEMI ANTIACCENSIONE (0,9)
4.3	<b>ATTEGGIAMENTO NEI RIGUARDI DELLA SICUREZZA (K3)</b>		
4.3.1	Gestione della sicurezza	<b>0,65</b>	0,90(Org.cent.) 0,85 (verifiche regolari) 0,95(struttura e HSE) 0,90 (analisi incidenti) 0,80 (operatività fuori orario)
4.3.2	Addestramento alla sicurezza	<b>0,90</b>	PROGRAMMA DI CORSI REGOLARI (0,90)
4.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza	<b>0,86</b>	VERIFICHE E ISPEZIONI SU BASE PROGRAMMATA (0,95), SISTEMA DI PERMESSI DI LAVORO E CERTIFICAZIONI (0,90)
4.3.4	Sistema di gestione della sicurezza	<b>1,00</b>	SISTEMA DI GESTIONE DELLA SICUREZZA ex D.Lgs 334/99
4.4	<b>PROTEZIONI ANTINCENDIO (K4)</b>		
4.4.1	Protezione antincendio delle strutture	<b>1,00</b>	
4.4.2	Barriere	<b>1,00</b>	
4.4.3	Protezione delle apparecchiature dagli incendi	<b>1,00</b>	
4.5	<b>ISOLAMENTO ED ELIMINAZIONE DELLE SOSTANZE (K5)</b>		
4.5.1	Sistemi di drenaggio e raccolta	<b>1,00</b>	
4.5.2	Sistemi a valvole	<b>1,00</b>	
4.5.3	Ventilazione, diluizione e mitigazione della dispersione	<b>1,00</b>	

Paragr.	Argomento	Fattore guida di compensazione	Giustificazione dei fattori scelti
4.6	<b>OPERAZIONI ANTINCENDIO E DI ASSISTENZA IN EMERGENZA (K6)</b>		
4.6.1	Allarmi per l'incendio	1,00	
4.6.2	Impianti fissi di estinzione	1,00	
4.6.3	Attrezzature portatili	0,90	ESTINTORI (0,95) E BOBINE DI MANICHETTE ANTINCENDIO (0,95)
4.6.4	Sistemi a cannoni lancia (monitor) fissi	1,00	
4.6.5	Sistemi a schiuma e di inertizzazione	1,00	
4.6.6	Assistenza dei Vigili del fuoco	1,00	
4.6.7	Cooperazione di Stabilimento	0,81	PROVE SEMESTRALI CON PARTECIPAZIONE VVF CORPO NAZIONALE (0,90) PROVE CON FIAMMA (0,9)
Argomento		Fattore	
<b>FATTORI DI PENALIZZAZIONE</b>			
TEMPERATURA	t	20	
FATTORE SOSTANZA	B	16	
RISCHI SPECIFICI DELLE SOSTANZE	M	0	
RISCHI GENERALI DI PROCESSO	P	95	
RISCHI PARTICOLARI DI PROCESSO	S	136	
Alta pressione	p	31	
Totale sostanze in kg	K	2.500	
Fattore quantità	Q	10	
Altezza in m	H	2	
Area di lavoro in m <sup>2</sup>	N	30	
RISCHI CONNESSI AL LAYOUT	L	175	
RISCHI PER LA SALUTE	s	23	
RISCHIO PER TOSSICITÀ	T	N.A.	
<b>FORMULE DI CALCOLO INDICI DI RISCHIO</b>			
$F = B * K / (N * 1000)$			
$C = 1 + (M + P + S) / 100$			
$A = B * (1 + p) * (Q * H * C / 1000) * (1 + 273) / 300$			
$D = B * (1 + M / 100) * (1 + P / 100) * [1 + (S + Q + L + s) / 100]$			
$G = D * [1 + 0,2 * C * (A * F)^{1/2}]$			
<b>FATTORI DI COMPENSAZIONE</b>			
CONTENIMENTO	K1	0,56	
CONTROLLO DEL PROCESSO	K2	0,52	
ATTEGGIAMENTO PER LA SICUREZZA	K3	0,50	
PROTEZIONI ANTINCENDIO	K4	1,00	
ISOLAMENTO DELLE SOSTANZE	K5	1,00	
OPERAZIONI ANTINCENDIO	K6	0,73	
<b>FORMULE DI CALCOLO INDICI COMPENSATI</b>			
$F' = F * K1 * K3 * K5 * K6$			
$C' = C * K2 * K3$			
$A' = A * K1 * K2 * K3 * K5$			
$G' = G * K1 * K2 * K3 * K4 * K5 * K6$			
$T' = T * K1 * K2 * K3 * K4 * K5 * K6$			
<b>CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO</b>			
INDICE EQUIVALENTE DOW	D	138,53	
INDICE D'INCENDIO	F	1,33	
INDICE DI ESPLOSIONE CONFINATA	C	3,31	
INDICE DI ESPLOSIONE IN ARIA	A	33,10	
INDICE DI RISCHIO GENERALE	G	747,79	
INDICE DI RISCHIO TOSSICO	T	N.A.	
<b>CATEGORIE DI RISCHIO INDICI NON COMPENSATI</b>			
CATEGORIA B - Unità a standard tecnologico medio			
<b>CALCOLO DEGLI INDICI COMPENSATI</b>			
INDICE D'INCENDIO	F'	0,27	
INDICE DI ESPLOSIONE CONFINATA	C'	0,87	
INDICE DI ESPLOSIONE IN ARIA	A'	4,88	
INDICE DI RISCHIO GENERALE	G'	80,50	
INDICE DI RISCHIO TOSSICO	T'	N.A.	
<b>CATEGORIE DI RISCHIO INDICI COMPENSATI</b>			
CATEGORIA A - Unità a standard tecnologico elevato			

## 10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero

ANALISI PRELIMINARE PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE AREE CRITICHE - PARAMETRI SPECIFICI DELLE UNITA' LOGICHE					
SOCIETA' :		COSTA bioenergie Srl		LOCALITA': Chiggia VE	
IMPIANTO:		Stoccaggio GPL & Gasolio		UNITA' LOGICA UL 06 Bala soarloo nave gasiera	
SOSTANZE:		G.P.L.			
INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI :		Vedi eventuali note a fondo pagina			
PRESSIONE :		18,0 bar effettivi			
TEMPERATURA (T) :		60 °C			
DOSTANZA O MIX. GUIDA :		Propano			
FATTORE SOSTANZA (B) :		21,00 Determinato in base a DM 15-05-1996			
FATTORI DI PENALIZZAZIONE					
3.4.1 RISCHI SPECIFICI DELLE SOSTANZE					
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO	CAMPO VALORI	FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI	
3.4.1.1	Caratteristiche di miscelazione e dispersione (m)	30	30	Default ex punto 3.4.1.1	
<b>TOTALE RISCHI SPECIFICI DELLE SOSTANZE ( M )</b>			<b>30</b>		
3.4.2 RISCHI GENERALI DI PROCESSO					
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO	CAMPO VALORI	FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI	
3.4.2.1	Manipolazione	0/10	0	Non applicabile	
3.4.2.2	Trasferimento delle sostanze	0/25	25	(25 = Travaso e Imbottigliamento)	
3.4.2.3	Contentitori trasportabili	0/100	100	(40 = Recipienti e serbatoi pieni in Imbottigliamento e Stoccaggio bombole); (100 = Serbatoi mobili in travaso)	
<b>TOTALE RISCHI GENERALI DI PROCESSO ( P )</b>			<b>125</b>		
3.4.3 RISCHI PARTICOLARI DI PROCESSO					
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO	CAMPO VALORI	FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI	
3.4.3.1	Fattore di alta pressione (p)	0/70	46	Ex Appendice II - Figure II/3	
3.4.3.2	Bassa temperatura	0/15	0	(15 = default); (0 = acciai con T di transizione < T di esercizio - 10 °C)	
3.4.3.3	Temperatura elevata: sostanze infiammabili	25	25	(25 = default)	
3.4.3.4	Corrosione (Serbatoi)	20/100	50	(20 = Serbatoi f.t. non rivestiti senza MTZ, periodica); (50 = Serbatoi f.t. coibentati); (50-100 = Serbatoi intermitenti/umulati)	
3.4.3.4	Corrosione (Travasamento-Imbottigliamento-Bombole)	0/20	0	(20 = Unità Logiche senza MTZ, periodica)	
3.4.3.5	#VALORE!	0/20	20	Perdite di lieve entità	
3.4.3.6	Vibrazioni, carichi ciclici, etc.	0/50	10	Bracci rigidi di carico per fase liquida e fase gas	
3.4.3.7	Funzionamento entro/vicino campo infiammabilità	0/100	0	(Imbottigliamento = 100)	
3.4.3.8	Rischio di esplosione superiore alla media	40	40	(40 = default)	
3.4.3.9	Rischi elettrostatici	0/30	30	(30 = Propano e Butano escluso deposito bombole)	
3.4.3.10	Utilizzo intensivo (Stoccaggio)	F	0	Non applicabile	
<b>TOTALE RISCHI PARTICOLARI DI PROCESSO ( S )</b>			<b>221</b>		
3.4.4 RISCHI DOVUTI ALLE QUANTITA'					
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO	CAMPO VALORI	FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI	
3.4.4.1	Totale sostanza (K) :	ton	6,00	Quantita' massima presente nell'unita' logica	
3.4.4.2	Fattore quantità (Q) :	1/900	85	Ex Appendice II - Fig.III 4-5-6	
3.4.5 RISCHI CONNESSI AL LAY-OUT					
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO	CAMPO VALORI	FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI	
3.4.5.1	Altezza (H):	m	16,0	Altezza massima dell'unita' logica	
3.4.5.2	Area lavoro (N):	m <sup>2</sup>	800	Area dell'unita' logica	
3.4.5.3	Progettazione struttura (Serbatoi)	-50/100	0	Attraversamento zone di rispetto	
3.4.5.3	Progettazione struttura (Pompe-Compressori)	-10/200	0	Riferito a Unità Logica specifica	
3.4.5.3	Progettazione struttura (Travasamento)	-20/50	-20	Percorsi diversi per l'accesso e l'uscita dei vettori	
3.4.5.4	Effetto domino (Serbatoi)	0/200	0	Riferito a Unità Logica specifica	
3.4.5.4	Effetto domino (Altro)	-30/75	30	Distanza tra 15 m e 50 m	
3.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo (Serbatoi)	0/80	0	Riferito a Unità Logica specifica	
3.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo (Pompe)	0/150	0	Riferito a Unità Logica specifica	
3.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo (Altro)	0/150	0	Riferito a Unità Logica specifica	
3.4.5.6	Drenaggio superficiale	0/100	100	(100 = assenza di convogliamento esterno all'area di lavoro)	
3.4.5.7	Altre caratteristiche	0/125	0	Non applicabile	
<b>TOTALE RISCHI CONNESSI AL LAYOUT ( L )</b>			<b>110</b>		

10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero

FATTORI DI COMPENSAZIONE PER ADOZIONE DI MISURE DI SICUREZZA																		
4.1 CONTENIMENTO																		
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO				FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI												
4.1.1	Apparecchi a pressione ( Stoccaggio )				0,85	uso di acciai ammessi al servizio con temperature <= -10												
4.1.1	Apparecchi a pressione ( Travaso )				0,70	Bracci rigidi di scarico per fase liquida e fase gas												
4.1.1	Apparecchi a pressione (Pompe - Compressori)				1,00	Non applicabile												
4.1.2	Condotte di trasferimento (Stoccaggio-Travaso-Imbottigliamento)				1,00	Non applicabile												
4.1.2	Condotte di trasferimento ( Pompe - Compressori )				1,00	Non applicabile												
4.1.3	Sistemi di contenimento suppl. (Stoccaggio Interrato o Tunulato)				1,00	Non applicabile												
4.1.4	Rilevamento perdite e modalita' di reazione				0,59	0,70(rilevatori gas con blocco automatico)*0,85(rilevatori attivato abbattimenti)												
4.1.5	Sfiati e scarichi di emergenza (Stoccaggio)				1,00	Non applicabile												
4.1.5	Sfiati e scarichi di emergenza (Travaso-Imbottigliamento)				1,00	Sfiati in quota (zona sicura)												
TOTALE FATTORE DI COMPENSAZIONE ( K1 )					0,36													
4.2 CONTROLLO DEL PROCESSO																		
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO				FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI												
4.2.1	Sistemi di allarme e di blocco ( Stoccaggio)				1,00	Non applicabile												
4.2.1	Sistemi di allarme e di blocco ( Travaso)				0,65	0,85(blocco movimento accidentale veicolo)*0,85(mancanza consenso collegamento a terra)*0,9 doppia fonte												
4.2.1	Sistemi di allarme e di blocco ( Imbottigliamento)				1,00	Non applicabile												
4.2.1	Sistemi di allarme e di blocco ( Pompe-Compressori)				1,00	Non applicabile												
4.2.1	Sistemi di allarme e di blocco ( Generale)				0,80	verifiche periodiche sistemi allarme e blocco												
4.2.2	Controllo centralizzato (Stoccaggio-Travaso-Imbottigliamento)				0,80	parametri a video e comunicazione con operatore												
4.2.3	Istruzioni operative				0,70	[ 1 - ( 5+4+4+3+3+7 )/100]												
4.2.4	Sorveglianza dell'impianto				0,79	0,37(cercapersone + telefoni sull' impianto)*0,90(radio bidirezionale)*0,90(sistemi antiaccensione)												
TOTALE FATTORE DI COMPENSAZIONE ( K2 )					0,23													
4.3 ATTEGGIAMENTO PER LA SICUREZZA																		
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO				FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI												
4.3.1	Gestione della Sicurezza				0,52	0,90(Org.cert.)*0,85(verifiche regolari)*0,95(struttura e HSE)*0,90analisi incidenti)*0,80(operatività fuori orario)												
4.3.2	Addestramento alla sicurezza				0,90	Programma addestramento lavoratori interni												
4.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza				0,86	0,95(visite ispettive base programmata)*0,90(permessi di lavoro)												
TOTALE FATTORE DI COMPENSAZIONE ( K3 )					0,40													
4.4 PROTEZIONE ANTINCENDIO																		
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO				FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI												
4.4.1	Protezione delle strutture (Serbatoi fuori terra)				1,00	Non applicabile												
4.4.1	Protezione delle strutture (Serbatoi Tunulati o Internati)				1,00	Non applicabile												
4.4.1	Protezione delle strutture (Imbottigliamento)				1,00	Non applicabile												
4.4.2	Barriere antincendio (Travaso)				0,90	Pareti c.s. di separazione												
4.4.3	Protezione apparecchi da incendio				0,63	0,90(sistema di irrorazione collegato a sistema di rilevamento)*0,70(sistema tipo fail-safe)												
TOTALE FATTORE DI COMPENSAZIONE ( K4 )					0,67													
4.5 ISOLAMENTO ED ELIMINAZIONE DELLE SOSTANZE																		
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO				FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI												
4.5.1	Sistemi di drenaggio (Serbatoi fuori terra)				1,00	Non applicabile												
4.5.1	Sistemi di drenaggio (Travaso)				1,00	Non applicabile												
4.5.2	Sistemi a valvole (Serbatoi)				1,00	Non applicabile												
4.5.2	Sistemi a valvole (Travaso-Imbottigliamento)				0,60	0,85(valvole di eccesso di flusso)*0,70(intercettazione a distanza)												
4.5.3	Ventilazione (Travaso-Imbottigliamento-Pompe)				0,90	dispositivi rilevazione tarati al 25% LEL												
4.5.3	Ventilazione (Generali)				0,90	barriere d' acqua polverizzata												
TOTALE FATTORE DI COMPENSAZIONE ( K5 )					0,48													
4.6 OPERAZIONI ANTINCENDIO																		
RIFERIMENTO PARAGRAFO	ARGOMENTO				FATTORE ADOTTATO	GIUSTIFICAZIONE PARAMETRI SCELTI												
4.6.1	Allarmi di incendio				0,81	0,90(rilevazione con intervento entro 1 min)*0,90(allarmi collegati a presidio permanente)												
4.6.2	Impianti fissi di estinzione				0,70	prove periodiche mensili												
4.6.3	Estintori portatili				0,81	0,90(estintori carrellati)*0,90(bobine e manichette antincendio)												
4.6.4	Assistenza dei Vigili del Fuoco				1,00	V/VF a distanza > 3km												
4.6.5	Cooperazione di Stabilimento				0,81	0,90(esercitazioni semestrali)*0,90(prove con fiamma)												
TOTALE FATTORE DI COMPENSAZIONE ( K6 )					0,87													
UL 06 Bale di carlo autobotti (area 4 bale)																		
RIEPILOGO FATTORI DI PENALIZZAZIONE / COMPENSAZIONE E CALCOLAZIONI																		
m	M	P	p	S	T	K	Q	B	H	N	L	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Z
30	30	126	48	221	60	6,00	86	21	16,0	800	110	0,36	0,23	0,40	0,67	0,48	0,87	1,00
F	C	A	G		D	F'	C'	A'	G'									
0,12	4,78	8384	8764		317	0,00	0,44	182	33									

NOTE:

PARAMETRI PER L'IDENTIFICAZIONE DELLE AREE CRITICHE DELL'ATTIVITÀ				
INSTALLAZIONE	COSTA bioenergia Srl			
LOCALITÀ INSTALLAZIONE	Chloggia VE			
SEZIONE	Stoccaggio GPL & Gasolio			
UNITÀ	UL 06 Stoccaggio (area 2 serbatol x 600 mc)			
SOSTANZE	Gasolio			
INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI	Serbatol in acciaio con proprio bacino di contenimento			
PRESSIONE	1 bar eff.			
TEMPERATURA	t = 50 °C 323,15 K			
FATTORE SOSTANZA (rif. paragrafo 2.3)				
SOSTANZA PREDOMINANTE	nafta solvente			
FATTORE DETERMINATO IN BASE A	Tabella 3 D.P.C.M. 31/03/199			
FATTORE SOSTANZA	E = 16			
Paragr.	Argomento	Campo dei valori	Fattore adottato	Giustificazione dei parametri scelti
3.4.1	<b>RISCHI SPECIFICI DELLE SOSTANZE (M)</b>			
3.4.1.1	Sostanze che reagendo con l'acqua formano gas	5/30	N.A.	NON APPLICABILE
3.4.1.2	Riscaldamento spontaneo	100/130	N.A.	NON APPLICABILE
3.4.1.3	Polimerizzazione spontanea	25/75	N.A.	NON APPLICABILE
3.4.1.4	Suscettibilità di accensione	-75/150	0	TABELLA 5.2 D.P.C.M. 31/3/1989
3.4.1.5	Altri comportamenti insoliti	0/150	N.A.	NON APPLICABILE
3.4.2	<b>RISCHI GENERALI DI PROCESSO (P)</b>			
3.4.2.1	Manipolazione	10/50	30	TRASFERIMENTO PRODOTTO
3.4.2.2	Trasferimento delle sostanze	0/150	25	OPERAZIONI CHE COMPORTANO ALLACCIAMENTO E DISTACCO TUBAZ
3.4.2.3	Contentori trasportabili	10/100	N.A.	FUSTO PIENO

Paragr.	Argomento	Campo dei valori	Fattore adottato	Giustificazione dei parametri scelti
<b>3.4.3</b>	<b>RISCHI PARTICOLARI DI PROCESSO (S)</b>			
3.4.3.1	Alta pressione	p =	1	FIG. III/3 D.M. Ambiente 20/10/1998
3.4.3.2	Temperatura elevata	0/25	25	TEMPERATURA DI ESERCIZIO > PUNTO DI INFIAMMABILITÀ
3.4.3.3	Rischi di corrosione			
3.4.3.3.1	Corrosione interna	0/250	0	TASSO DI CORROSIONE < 0,1 mm/anno
3.4.3.3.1	Corrosione esterna	0/100	0	SERBATOI E TUBAZIONI FUORI TERRA NON RIVESTITE
3.4.3.4	Perdite da giunti e guarnizioni	0/100	0	ACCOPPIAMENTI FLANGIATI, VALVOLE E POMPE A TENUTA
3.4.3.5	Rischi dovuti a fatica			
	- vibrazioni e carichi ciclici di origine impiantistica	0/100	0	STOCCAGGIO
	- rischi dovuti a cause naturali	0/300	20	ZONA SISMICA S 6
3.4.3.6	Funzionamento all'interno del campo di infiammabilità	0/150	30	POLMONAZIONE CON AZOTO E SFIATO VAPORI IN ATMOSFERA
3.4.3.7	Rischi elettrostatici	10/150	10	CONDUTTIVITÀ: 1,0E-4 S/cm
3.4.3.8	Rischio derivante da utilizzazione intensiva		25	(50.000TMy/1000TMstok)>10
3.4.3.9	Rischio di esplosione superiore alla media	0/50	N.A.	NON APPLICABILE
<b>3.4.4</b>	<b>RISCHI DOVUTI ALLE QUANTITÀ</b>			
	Totale sostanze in TM	K =	1000	MASSIMA QUANTITÀ PRESENTE
	Potere calorifico in kcal/kg	Hc =	10.000	LETTERATURA TECNICA - TBM
		K * Hc =	1,0E+07	kcal
	Fattore quantità	Q =	10	FIG. III/5 D.M. Ambiente 20/10/1998
<b>3.4.5</b>	<b>RISCHI CONNESSI AL LAYOUT</b>			
3.4.5.1	Altezza in metri	H =	20	
3.4.5.2	Area di lavoro in m²	N =	543	
3.4.5.3	Fattore di penalizzazione di "lay out"			
3.4.5.3.1	Progettazione della struttura	-20/200	-20	serbatoi fuori terra
3.4.5.3.2	Effetti domino	-30/200	0	BACINO DEDICATO
3.4.5.3.3	Conformazione sotto il livello del suolo	0/80	0	POZZETTI A DISTANZE >10 m
3.4.5.3.4	Drenaggio di superficie	0/150	100	BACINO SENZA DRENAGGIO ESTERNO
3.4.5.3.5	Altre caratteristiche	75/175	75	STRADE DI ACCESSO LARGHEZZA < 7 m
<b>3.4.6</b>	<b>RISCHI PER LA SALUTE IN CASO D'INCIDENTE</b>			
		s =	23	STIMATO

Paragr.	Argomento	Valore	Giustificazione dei valori scelti
3.4.7	<b>RISCHIO PER TOSSICITÀ T</b>	T = <b>N.A.</b>	T = 1500*(AQ/IDLH) <sup>1/2</sup>
3.4.7.1	Concentrazione IDLH	mg/m <sup>3</sup> <b>N.A.</b>	
3.4.7.2	Parametro AQ	<b>N.A.</b>	
Paragr.	Argomento	Fattore guida di compensazione	Giustificazione dei fattori scelti
4.1	<b>CONTENIMENTO (K1)</b>		
4.1.1	Serbatoli di stoccaggio verticali	<b>0,80</b>	PRESSURIZZ. CON AZOTO
4.1.2	Condotte di trasferimento	<b>0,87</b>	(0,75 x 0,90) radiografate al 100%
4.1.3	Sistemi di contenimento supplementari	<b>0,48</b>	(0,80 x 0,60) bacino dedicato, a perfetta tenuta
4.1.4	Sistemi di rilevamento perdite	<b>0,86</b>	rilevatori di liquido
4.1.5	Scarichi di emergenza e funzionali	<b>0,80</b>	
4.2	<b>CONTROLLO DEL PROCESSO (K2)</b>		
4.2.1	Sistemi di allarme e di blocco	<b>0,80</b>	(0,95 x 0,95) segnali di livello in zona presidata + blocco pompe
4.2.2	Controllo centralizzato	<b>0,80</b>	PARAMETRI DI INTERESSE RIPORTATI IN ZONA
4.2.3	Protezione da esplosioni	<b>0,80</b>	
4.2.4	Istruzioni operative	<b>0,70</b>	MANUALE OPERATIVO COMPRENDENTE TUTTE LE PROCEDURE ELENcate NEL D.M. Ambiente 20/10/1998 (0,70)
4.2.5	Sorveglianza dell'impianto	<b>0,78</b>	SISTEMA CERCAPERSONE (0,97), RADIO BIDIREZIONALE (0,9), SISTEMI ANTIACCENSIONE (0,9)
4.3	<b>ATTEGGIAMENTO NEI RIGUARDI DELLA SICUREZZA (K3)</b>		
4.3.1	Gestione della sicurezza	<b>0,86</b>	0,90(Org.cent.) 0,85 (verifiche regolari) 0,95(struttura e HSE) 0,90 (analisi incidenti) 0,80 (operatività fuori orario)
4.3.2	Addestramento alla sicurezza	<b>0,80</b>	PROGRAMMA DI CORSI REGOLARI (0,90)
4.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza	<b>0,88</b>	VERIFICHE E ISPEZIONI SU BASE PROGRAMMATA (0,95), SISTEMA DI PERMESSI DI LAVORO E CERTIFICAZIONI (0,90)
4.3.4	Sistema di gestione della sicurezza	<b>1,00</b>	SISTEMA DI GESTIONE DELLA SICUREZZA ex D.Lgs 334/99
4.4	<b>PROTEZIONI ANTINCENDIO (K4)</b>		
4.4.1	Protezione antincendio delle strutture	<b>0,80</b>	
4.4.2	Barriere	<b>1,00</b>	
4.4.3	Protezione delle apparecchiature dagli incendi	<b>0,80</b>	
4.6	<b>ISOLAMENTO ED ELIMINAZIONE DELLE SOSTANZE (K6)</b>		
4.5.1	Sistemi di drenaggio e raccolta	<b>1,00</b>	
4.5.2	Sistemi a valvole	<b>0,86</b>	
4.5.3	Ventilazione, diluizione e mitigazione della dispersione	<b>0,86</b>	

Paragr.	Argomento	Fattore guida di compensazione	Giustificazione dei fattori scelti
<b>4.6</b>	<b>OPERAZIONI ANTINCENDIO E DI ASSISTENZA IN EMERGENZA (K6)</b>		
4.6.1	Allarmi per l'incendio	<b>0,80</b>	
4.6.2	Impianti fissi di estinzione	<b>0,40</b>	0,90x0,80x0,80x0,70
4.6.3	Attrezzature portatili	<b>0,80</b>	ESTINTORI (0,95) E NASPI ANTINCENDIO (0,95)
4.6.4	Sistemi a cannoni lancia (monitor) fissi	<b>0,80</b>	0,95 x 0,95
4.6.5	Sistemi a schiuma e di inertizzazione	<b>0,72</b>	0,90 x 0,80
4.6.6	Assistenza dei Vigili del fuoco	<b>1,00</b>	
4.6.7	Cooperazione di Stabilimento	<b>0,81</b>	PROVE SEMESTRALI CON PARTECIPAZIONE VVF CORPO NAZIONALE (0,95) E PROVE CON FIAMMA (0,9)
Argomento	Fattore		
<b>FATTORI DI PENALIZZAZIONE</b>			
TEMPERATURA	t	60	
FATTORE SOSTANZA	B	18	
RISCHI SPECIFICI DELLE SOSTANZE	M	0	
RISCHI GENERALI DI PROCESSO	P	66	
RISCHI PARTICOLARI DI PROCESSO	S	111	FORMULE DI CALCOLO INDICI DI RISCHIO
Alta pressione	p	1	
Totale sostanze in TM	K	1.000	$F = B * K / (N * 1000)$
Fattore quantità	Q	10	$C = 1 + (M + P + S) / 100$
Altezza in m	H	20	$A = B * (1 + p) * (Q * H * C / 1000) * (1 + 273) / 300$
Area di lavoro in m <sup>2</sup>	N	643	$D = B * (1 + M / 100) * (1 + P / 100) * [1 + (S + Q + L + s) / 100]$
RISCHI CONNESSI AL LAYOUT	L	166	$G = D * [1 + 0,2 * C * (A * F)^{10}]$
RISCHI PER LA SALUTE	s	23	
RISCHIO PER TOSSICITÀ	T	N.A.	
<b>FATTORI DI COMPENSAZIONE</b>			
<b>FORMULE DI CALCOLO INDICI COMPENSATI</b>			
CONTENIMENTO	K1	0,25	
CONTROLLO DEL PROCESSO	K2	0,40	$F' = F * K1 * K3 * K5 * K6$
ATTEGGIAMENTO PER LA SICUREZZA	K3	0,60	$C' = C * K2 * K3$
PROTEZIONI ANTINCENDIO	K4	0,81	$A' = A * K1 * K2 * K3 * K5$
ISOLAMENTO DELLE SOSTANZE	K5	0,80	$G' = G * K1 * K2 * K3 * K4 * K5 * K6$
OPERAZIONI ANTINCENDIO	K6	0,17	$T' = T * K1 * K2 * K3 * K4 * K5 * K6$
<b>CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO</b>			
<b>CATEGORIE DI RISCHIO INDICI NON COMPENSATI</b>			
INDICE EQUIVALENTE DOW	D	88,96	
INDICE D'INCENDIO	F	0,03	
INDICE DI ESPLOSIONE CONFINATA	C	2,68	
INDICE DI ESPLOSIONE IN ARIA	A	18,33	
INDICE DI RISCHIO GENERALE	G	137,84	CATEGORIA B - Unità a standard tecnologico medio
INDICE DI RISCHIO TOSSICO	T	N.A.	
<b>CALCOLO DEGLI INDICI COMPENSATI</b>			
<b>CATEGORIE DI RISCHIO INDICI COMPENSATI</b>			
INDICE D'INCENDIO	F'	0,00	
INDICE DI ESPLOSIONE CONFINATA	C'	0,64	
INDICE DI ESPLOSIONE IN ARIA	A'	0,83	
INDICE DI RISCHIO GENERALE	G'	0,88	CATEGORIA A - Unità a standard tecnologico elevato
INDICE DI RISCHIO TOSSICO	T'	N.A.	

PARAMETRI PER L'IDENTIFICAZIONE DELLE AREE CRITICHE DELL'ATTIVITÀ				
INSTALLAZIONE	COSTA bioenergie Srl			
LOCALITÀ INSTALLAZIONE	Chiggia VE			
SEZIONE	Stoccaggio GPL & Gasolio			
UNITÀ	UL 07	bale di carico e scarico autobotti gasolio		
SOSTANZE	Gasolio			
INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI	N.A.			
PRESSIONE	6	bar eff.		
TEMPERATURA	t =	60	°C	
		323,16	K	
FATTORE SOSTANZA (rif. paragrafo 2.3)				
SOSTANZA PREDOMINANTE	nafta solvente			
FATTORE DETERMINATO IN BASE A	Tabella 3 D.P.C.M. 31/03/199			
FATTORE SOSTANZA	B =	18,00		
Paragr.	Argomento	Campo dei valori	Fattore adottato	Giustificazione dei parametri scelti
<b>3.4.1</b>	<b>RISCHI SPECIFICI DELLE SOSTANZE (M)</b>			
3.4.1.1	Sostanze che reagendo con l'acqua formano gas	5/30	N.A.	NON APPLICABILE
3.4.1.2	Riscaldamento spontaneo	100/130	N.A.	NON APPLICABILE
3.4.1.3	Polimerizzazione spontanea	25/75	N.A.	NON APPLICABILE
3.4.1.4	Suscettibilità di accensione	-75/150	0	TABELLA 5.2 D.P.C.M. 31/3/1989
3.4.1.5	Altri comportamenti insoliti	0/150	N.A.	NON APPLICABILE
<b>3.4.2</b>	<b>RISCHI GENERALI DI PROCESSO (P)</b>			
3.4.2.1	Manipolazione	10/50	30	OPERAZIONI DI CARICO E SCARICO
3.4.2.2	Trasferimento delle sostanze	0/150	26	OPERAZIONI CHE COMPORTANO ALLACCIAMENTO E DISTACCO TUBAZ.
3.4.2.3	Contenitori trasportabili	10/100	N.A.	FUSTO PIENO

Paragr.	Argomento	Campo dei valori	Fattore adottato	Giustificazione dei parametri scelti
<b>3.4.3</b>	<b>RISCHI PARTICOLARI DI PROCESSO (8)</b>			
3.4.3.1	Alta pressione	p =	1	FIG. II/3 D.M. Ambiente 20/10/1998
3.4.3.2	Temperatura elevata	0/25	26	TEMPERATURA DI ESERCIZIO > PUNTO DI INFIAMMABILITÀ
3.4.3.3	Rischi di corrosione			
3.4.3.3.1	Corrosione interna	0/250	0	TASSO DI CORROSIONE < 0,1 mm/anno
3.4.3.3.1	Corrosione esterna	0/100	0	SERBATOI E TUBAZIONI FUORI TERRA NON RIVESTITE
3.4.3.4	Perdite da giunti e guarnizioni	0/100	0	ACCOPIAMENTI FLANGIATI, VALVOLE E POMPE A TENUTA
3.4.3.5	Rischi dovuti a fatica - vibrazioni e carichi ciclici di origine Implantistica - rischi dovuti a cause naturali	0/100 0/300	0 20	STOCCAGGIO ZONA SISMICA S 6
3.4.3.6	Funzionamento all'interno del campo di infiammabilità	0/150	30	POLMONAZIONE CON AZOTO E SFIATO VAPORI IN ATMOSFERA
3.4.3.7	Rischi elettrostatici	10/150	10	CONDUTTIVITA' 1,0E-4 S/cm
3.4.3.8	Rischio derivante da utilizzazione intensiva		26	(50.000TM/1000TMstok)>10
3.4.3.9	Rischio di esplosione superiore alla media	0/50	N.A.	NON APPLICABILE
<b>3.4.4</b>	<b>RISCHI DOVUTI ALLE QUANTITÀ</b>			
	Totale sostanze in TM	K =	30	MASSIMA QUANTITÀ CARICABILE
	Potere calorifico in kcal/kg	Hc =	10.000	LETTERATURA TECNICA - GASOLIO TAB 1
		K * Hc =	3,0E+06	kcal
	Fattore quantità	Q =	10	FIG. II/5 D.M. Ambiente 20/10/1998
<b>3.4.5</b>	<b>RISCHI CONNESSI AL LAYOUT</b>			
3.4.5.1	Altezza in metri	H =	0,60	
3.4.5.2	Area di lavoro in m²	N =	72,00	
<b>3.4.5.3</b>	<b>Fattore di penalizzazione di "lay out"</b>			
3.4.5.3.1	Progettazione della struttura	-20/200	-20	serbatoi fuori terra
3.4.5.3.2	Effetti domino	-30/200	0	BACINO DEDICATO
3.4.5.3.3	Conformazione sotto il livello del suolo	0/80	0	POZZETTI A DISTANZE >10 m
3.4.5.3.4	Drenaggio di superficie	0/150	100	BACINO SENZA DRENAGGIO ESTERNO
3.4.5.3.5	Altre caratteristiche	75/175	76	STRADE DI ACCESSO LARGHEZZA < 7 m
<b>3.4.8</b>	<b>RISCHI PER LA SALUTE IN CASO D'INCIDENTE</b>			
		s =	28	STIMATO

10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero

Paragr.	Argomento	Valore	Giustificazione dei valori scelti
3.4.7	<b>RISCHIO PER TOSSICITÀ T</b>	T = <b>N.A.</b>	T = 1500*(AQ/IDLH) <sup>1/2</sup>
3.4.7.1	Concentrazione IDLH	mg/m <sup>3</sup> <b>N.A.</b>	
3.4.7.2	Parametro AQ	<b>N.A.</b>	
Paragr.	Argomento	Fattore guida di compensazione	Giustificazione dei fattori scelti
<b>4.1</b>	<b>CONTENIMENTO (K1)</b>		
4.1.1	Serbatoi di stoccaggio verticali	<b>0,80</b>	PRESSURIZZ. CON AZOTO
4.1.2	Condotte di trasferimento	<b>0,87</b>	(0,75 x 0,90) radiografate al 100%
4.1.3	Sistemi di contenimento supplementari	<b>0,48</b>	(0,80 x 0,60) bacino dedicato, a perfetta tenuta
4.1.4	Sistemi di rilevamento perdite	<b>0,86</b>	rilevatori di liquido
4.1.5	Scarichi di emergenza e funzionali	<b>0,80</b>	
<b>4.2</b>	<b>CONTROLLO DEL PROCESSO (K2)</b>		
4.2.1	Sistemi di allarme e di blocco	<b>0,80</b>	(0,95 x 0,95) segnali di livello in zona presidiata + blocco pompe
4.2.2	Controllo centralizzato	<b>0,80</b>	PARAMETRI DI INTERESSE RIPORTATI IN ZONA
4.2.3	Protezione da esplosioni	<b>0,80</b>	
4.2.4	Istruzioni operative	<b>0,70</b>	MANUALE OPERATIVO COMPRENDE TUTTE LE PROCEDURE ELENCAE NEL D.M. Ambiente 20/10/1998 (0,70)
4.2.5	Sorveglianza dell'impianto	<b>0,78</b>	SISTEMA CERCAPERSONE (0,97), RADIO BIDIREZIONALE (0,9), SISTEMI ANTIACCENSIONE (0,9)
<b>4.3</b>	<b>ATTEGGIAMENTO NEI RIGUARDI DELLA SICUREZZA (K3)</b>		
4.3.1	Gestione della sicurezza	<b>0,86</b>	0,90(Org.cent.) 0,85 (verifiche regolari) 0,95(struttura e HSE) 0,90 (analisi incidenti) 0,80 (operatività fuori orario)
4.3.2	Addestramento alla sicurezza	<b>0,80</b>	PROGRAMMA DI CORSI REGOLARI (0,90)
4.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza	<b>0,88</b>	VERIFICHE E ISPEZIONI SU BASE PROGRAMMATA (0,95), SISTEMA DI PERMESSI DI LAVORO E CERTIFICAZIONI (0,90)
4.3.4	Sistema di gestione della sicurezza	<b>1,00</b>	SISTEMA DI GESTIONE DELLA SICUREZZA ex D.Lgs 334/99
<b>4.4</b>	<b>PROTEZIONI ANTINCENDIO (K4)</b>		
4.4.1	Protezione antincendio delle strutture	<b>0,80</b>	
4.4.2	Barriere	<b>1,00</b>	
4.4.3	Protezione delle apparecchiature dagli incendi	<b>0,80</b>	
<b>4.6</b>	<b>ISOLAMENTO ED ELIMINAZIONE DELLE SOSTANZE (K6)</b>		
4.5.1	Sistemi di drenaggio e raccolta	<b>1,00</b>	
4.5.2	Sistemi a valvole	<b>0,86</b>	
4.5.3	Ventilazione, diluizione e mitigazione della dispersione	<b>0,86</b>	

Paragr.	Argomento	Fattore guida di compensazione	Giustificazione dei fattori scelti
<b>4.8</b>	<b>OPERAZIONI ANTINCENDIO E DI ASSISTENZA IN EMERGENZA (K6)</b>		
4.5.1	Allarmi per l'incendio	<b>0,80</b>	
4.5.2	Impianti fissi di estinzione	<b>0,40</b>	0,90x0,80x0,80x0,70
4.5.3	Attrezzature portatili	<b>0,80</b>	ESTINTORI (0,95) E BOBINE DI MANICHETTE ANTINCENDIO (0,95)
4.5.4	Sistemi a cannoni lancia (monitor) fissi	<b>0,80</b>	0,95 x 0,95
4.5.5	Sistemi a schiuma e di inerbizzazione	<b>0,72</b>	0,90 x 0,80
4.5.6	Assistenza dei Vigili del fuoco	<b>1,00</b>	
4.5.7	Cooperazione di Stabilimento	<b>0,81</b>	PROVE SEMESTRALI CON PARTECIPAZIONE VVF CORPO NAZIONALE (0,9) PROVE CON FIAMMA (0,9)
Argomento	Fattore		
<b>FATTORI DI PENALIZZAZIONE</b>			
TEMPERATURA	t	60	
FATTORE SOSTANZA	B	18	
RISCHI SPECIFICI DELLE SOSTANZE	M	0	
RISCHI GENERALI DI PROCESSO	P	66	
RISCHI PARTICOLARI DI PROCESSO	S	111	<b>FORMULE DI CALCOLO INDICI DI RISCHIO</b>
Alta pressione	p	1	
Totale sostanze in TM	K	30	$F = B * K / (N * 1000)$
Fattore quantità	Q	10	$C = 1 + (M + P + S) / 100$
Altezza in m	H	0,6	$A = B * (1 + p) * (Q * H * C / 1000) * (t + 273) / 300$
Area di lavoro in m <sup>2</sup>	N	72	$D = B * (1 + M / 100) * (1 + P / 100) * [1 + (S + Q + L + s) / 100]$
RISCHI CONNESSI AL LAYOUT	L	166	$G = D * [1 + 0,2 * C * (A * F)^{0,5}]$
RISCHI PER LA SALUTE	s	23	
RISCHIO PER TOSSICITÀ	T	N.A.	
<b>FATTORI DI COMPENSAZIONE</b>			
<b>FORMULE DI CALCOLO INDICI COMPENSATI</b>			
CONTENIMENTO	K1	0,26	
CONTROLLO DEL PROCESSO	K2	0,40	$F' = F * K1 * K3 * K5 * K6$
ATTEGGIAMENTO PER LA SICUREZZA	K3	0,60	$C' = C * K2 * K3$
PROTEZIONI ANTINCENDIO	K4	0,81	$A' = A * K1 * K2 * K3 * K5$
ISOLAMENTO DELLE SOSTANZE	K5	0,80	$G' = G * K1 * K2 * K3 * K4 * K5 * K6$
OPERAZIONI ANTINCENDIO	K6	0,17	$T' = T * K1 * K2 * K3 * K4 * K5 * K6$
<b>CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO</b>			
<b>CATEGORIE DI RISCHIO INDICI NON COMPENSATI</b>			
INDICE EQUIVALENTE DOW	D	88,86	
INDICE D'INCENDIO	F	0,01	
INDICE DI ESPLOSIONE CONFINATA	C	2,88	
INDICE DI ESPLOSIONE IN ARIA	A	0,48	
INDICE DI RISCHIO GENERALE	G	101,88	CATEGORIA B - Unità a standard tecnologico medio
INDICE DI RISCHIO TOSSICO	T	N.A.	
<b>CALCOLO DEGLI INDICI COMPENSATI</b>			
<b>CATEGORIE DI RISCHIO INDICI COMPENSATI</b>			
INDICE D'INCENDIO	F'	0,00	
INDICE DI ESPLOSIONE CONFINATA	C'	0,64	
INDICE DI ESPLOSIONE IN ARIA	A'	0,02	
INDICE DI RISCHIO GENERALE	G'	0,83	CATEGORIA A - Unità a standard tecnologico elevato
INDICE DI RISCHIO TOSSICO	T'	N.A.	

PARAMETRI PER L'IDENTIFICAZIONE DELLE AREE CRITICHE DELL'ATTIVITÀ				
INSTALLAZIONE	COSTA bioenergie Srl			
LOCALITÀ INSTALLAZIONE	Chilogla VE			
SEZIONE	Stoccaggio GPL & Gasolio			
UNITÀ	UL 08 bala scarico e carico bottiglie gasolio			
SOSTANZE	Gasolio			
INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI	N.A.			
PRESSIONE	6 bar eff.			
TEMPERATURA	t = 60 °C 323,15 K			
FATTORE SOSTANZA (rif. paragrafo 2.3)				
SOSTANZA PREDOMINANTE	nafta solvente			
FATTORE DETERMINATO IN BASE A	Tabella 3 D.P.C.M. 31/03/199			
FATTORE SOSTANZA	B = 16,00			
Paragr.	Argomento	Campo dei valori	Fattore adottato	Giustificazione dei parametri scelti
<b>3.4.1</b>	<b>RISCHI SPECIFICI DELLE SOSTANZE (M)</b>			
3.4.1.1	Sostanze che reagendo con l'acqua formano gas	5/30	N.A.	NON APPLICABILE
3.4.1.2	Riscaldamento spontaneo	100/130	N.A.	NON APPLICABILE
3.4.1.3	Polimerizzazione spontanea	25/75	N.A.	NON APPLICABILE
3.4.1.4	Suscettibilità di accensione	-75/150	0	TABELLA 5.2 D.P.C.M. 31/3/1989
3.4.1.5	Altri comportamenti insoliti	0/150	N.A.	NON APPLICABILE
<b>3.4.2</b>	<b>RISCHI GENERALI DI PROCESSO (P)</b>			
3.4.2.1	Manipolazione	10/50	30	OPERAZIONI DI CARICO E SCARICO
3.4.2.2	Trasferimento delle sostanze	0/150	26	OPERAZIONI CHE COMPORTANO ALLACCIAMENTO E DISTACCO TUBAZ.
3.4.2.3	Contenitori trasportabili	10/100	N.A.	FUSTO PIENO

Paragr.	Argomento	Campo dei valori	Fattore adottato	Giustificazione dei parametri scelti
<b>3.4.3</b>	<b>RISCHI PARTICOLARI DI PROCESSO (S)</b>			
3.4.3.1	Alta pressione	p =	1	FIG. II/3 D.M. Ambiente 20/10/1998
3.4.3.2	Temperatura elevata	0/25	26	TEMPERATURA DI ESERCIZIO > PUNTO DI INFIAMMABILITÀ
3.4.3.3	Rischi di corrosione			
3.4.3.3.1	Corrosione interna	0/250	0	TASSO DI CORROSIONE < 0,1 mm/anno
3.4.3.3.1	Corrosione esterna	0/100	0	SERBATOI E TUBAZIONI FUORI TERRA NON RIVESTITE
3.4.3.4	Perdite da giunti e guarnizioni	0/100	0	ACCOIPIAMENTI FLANGIATI, VALVOLE E POMPE A TENUTA
3.4.3.5	Rischi dovuti a fatica			
	- vibrazioni e carichi ciclici di origine impiantistica	0/100	0	STOCCAGGIO
	- rischi dovuti a cause naturali	0/300	20	ZONA SISMICA S6
3.4.3.6	Funzionamento all'interno del campo di infiammabilità	0/150	30	POLMONAZIONE CON AZOTO E SFILATO VAPORI IN ATMOSFERA
3.4.3.7	Rischi elettrostatici	10/150	10	CONDUTTIVITÀ 1,0E-4 S/cm
3.4.3.8	Rischio derivante da utilizzazione intensiva		26	(50.000TMj/1000TMstok)>10
3.4.3.9	Rischio di esplosione superiore alla media	0/50	N.A.	NON APPLICABILE
	<b>INDICE S</b>		<b>111</b>	
<b>3.4.4</b>	<b>RISCHI DOVUTI ALLE QUANTITÀ</b>			
	Totale sostanze in TM	K =	16	MASSIMA QUANTITÀ CARICABILE
	Potere calorifico in kcal/kg	Hc =	10.000	LETTERATURA TECNICA - TBM
		K * Hc =	1,6E+06	kcal
	Fattore quantità	Q =	10	FIG. II/5 D.M. Ambiente 20/10/1998
<b>3.4.6</b>	<b>RISCHI CONNESSI AL LAYOUT</b>			
3.4.5.1	Altezza in metri	H =	1,60	
3.4.5.2	Area di lavoro in m²	N =	900,00	
<b>3.4.6.3</b>	<b>Fattore di penalizzazione di "lay out"</b>			
3.4.5.3.1	Progettazione della struttura	-20/200	0	NON APPLICABILE
3.4.5.3.2	Effetti domino	-30/200	0	BACINO DEDICATO
3.4.5.3.3	Conformazione sotto il livello del suolo	0/80	0	POZZETTI A DISTANZE >10 m
3.4.5.3.4	Drenaggio di superficie	0/150	0	BACINO SENZA DRENAGGIO ESTERNO
3.4.5.3.5	Altre caratteristiche	75/175	76	STRADE DI ACCESSO LARGHEZZA < 7 m
<b>3.4.8</b>	<b>RISCHI PER LA SALUTE IN CASO D'INCIDENTE</b>			
		s =	23	STIMATO

10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero

Paragr.	Argomento	Valore	Giustificazione dei valori scelti
3.4.7	<b>RISCHIO PER TOSSICITÀ T</b>	T = N.A.	T = 1500*(AQ/IDLH) <sup>1/2</sup>
3.4.7.1	Concentrazione IDLH	mgm <sup>3</sup> N.A.	
3.4.7.2	Parametro AQ	N.A.	
Paragr.	Argomento	Fattore guida di compensazione	Giustificazione dei fattori scelti
<b>4.1</b>	<b>CONTENIMENTO (K1)</b>		
4.1.1	Serbatoi di stoccaggio verticali	0,00	PRESSURIZZ. CON AZOTO
4.1.2	Condotte di trasferimento	0,87	(0,75 x 0,90) radiografate al 100%
4.1.3	Sistemi di contenimento supplementari	0,00	(0,80 x 0,60) bacino dedicato, a perfetta tenuta
4.1.4	Sistemi di rilevamento perdite	0,86	rilevatori di liquido
4.1.5	Scarichi di emergenza e funzionali	0,00	
<b>4.2</b>	<b>CONTROLLO DEL PROCESSO (K2)</b>		
4.2.1	Sistemi di allarme e di blocco	0,90	(0,95 x 0,95) segnali di livello in zona presidata + blocco pompe
4.2.2	Controllo centralizzato	0,90	PARAMETRI DI INTERESSE RIPORTATI IN ZONA
4.2.3	Protezione da esplosioni	0,90	
4.2.4	Istruzioni operative	0,70	MANUALE OPERATIVO COMPRENDENTE TUTTE LE PROCEDURE ELENCAE NEL D.M. Ambiente 20/10/1998 (0,70)
4.2.5	Sorveglianza dell'impianto	0,79	SISTEMA CERCAPERSONE (0,97), RADIO BIDIREZIONALE (0,9), SISTEMI ANTIACCENSIONE (0,9)
<b>4.3</b>	<b>ATTEGGIAMENTO NEI RIGUARDI DELLA SICUREZZA (K3)</b>		
4.3.1	Gestione della sicurezza	0,86	0,90(Org.cent.) 0,85 (verifiche regolari) 0,95(struttura e HSE) 0,90 (analisi incidenti) 0,80 (operatività fuori orario)
4.3.2	Addestramento alla sicurezza	0,90	PROGRAMMA DI CORSI REGOLARI (0,90)
4.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza	0,88	VERIFICHE E ISPEZIONI SU BASE PROGRAMMATA (0,95), SISTEMA DI PERMESSI DI LAVORO E CERTIFICAZIONI (0,90)
4.3.4	Sistema di gestione della sicurezza	1,00	SISTEMA DI GESTIONE DELLA SICUREZZA ex D.Lgs 334/99
<b>4.4</b>	<b>PROTEZIONI ANTINCENDIO (K4)</b>		
4.4.1	Protezione antincendio delle strutture	0,90	
4.4.2	Barriere	1,00	
4.4.3	Protezione delle apparecchiature dagli incendi	0,90	
<b>4.5</b>	<b>ISOLAMENTO ED ELIMINAZIONE DELLE SOSTANZE (K5)</b>		
4.5.1	Sistemi di drenaggio e raccolta	1,00	
4.5.2	Sistemi a valvole	0,86	
4.5.3	Ventilazione, diluizione e mitigazione della dispersione	0,86	

Paragr.	Argomento	Fattore guida di compensazione	Giustificazione dei fattori scelti
<b>4.8</b>	<b>OPERAZIONI ANTINCENDIO E DI ASSISTENZA IN EMERGENZA (K6)</b>		
4.6.1	Allarmi per l'incendio	0,80	
4.6.2	Impianti fissi di estinzione	0,40	0,90x0,80x0,80x0,70
4.6.3	Attrezzature portatili	0,80	ESTINTORI (0,95) E BOBINE DI MANICHETTE ANTINCENDIO (0,95)
4.6.4	Sistemi a cannoni lancia (monitor) fissi	0,80	0,95 x 0,95
4.6.5	Sistemi a schiuma e di inertizzazione	0,72	0,90 x 0,80
4.6.6	Assistenza dei Vigili del fuoco	1,00	
4.6.7	Cooperazione di Stabilimento	0,81	PROVE SEMESTRALI CON PARTECIPAZIONE VVF CORPO NAZIONALE (0,90) PROVE CON FIAMMA (0,9)
Argomento	Fattore		
<b>FATTORI DI PENALIZZAZIONE</b>			
TEMPERATURA	t	60	
FATTORE SOSTANZA	B	18	
RISCHI SPECIFICI DELLE SOSTANZE	M	0	
RISCHI GENERALI DI PROCESSO	P	66	
RISCHI PARTICOLARI DI PROCESSO	S	111	<b>FORMULE DI CALCOLO INDICI DI RISCHIO</b>
Alta pressione	p	1	
Totale sostanze in TM	K	16	$F = B * K / (N * 1000)$
Fattore quantità	Q	10	$C = 1 + (M + P + S) / 100$
Altezza in m	H	1,6	$A = B * (1 + p) * (Q * H * C / 1000) * (t + 273) / 300$
Area di lavoro in m <sup>2</sup>	N	800	$D = B * (1 + M / 100) * (1 + P / 100) * [1 + (S + Q + L + s) / 100]$
RISCHI CONNESSI AL LAYOUT	L	76	$G = D * [1 + 0,2 * C * (A * F)^{10}]$
RISCHI PER LA SALUTE	s	23	
RISCHIO PER TOSSICITÀ	T	N.A.	
<b>FATTORI DI COMPENSAZIONE</b>			
<b>FORMULE DI CALCOLO INDICI COMPENSATI</b>			
CONTENIMENTO	K1	0,00	
CONTROLLO DEL PROCESSO	K2	0,40	$F' = F * K1 * K3 * K5 * K6$
ATTEGGIAMENTO PER LA SICUREZZA	K3	0,60	$C' = C * K2 * K3$
PROTEZIONI ANTINCENDIO	K4	0,81	$A' = A * K1 * K2 * K3 * K5$
ISOLAMENTO DELLE SOSTANZE	K5	0,80	$G' = G * K1 * K2 * K3 * K4 * K5 * K6$
OPERAZIONI ANTINCENDIO	K6	0,17	$T' = T * K1 * K2 * K3 * K4 * K5 * K6$
<b>CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO</b>			
<b>CATEGORIE DI RISCHIO INDICI NON COMPENSATI</b>			
INDICE EQUIVALENTE DOW	D	78,11	
INDICE D'INCENDIO	F	0,00	
INDICE DI ESPLOSIONE CONFINATA	C	2,88	
INDICE DI ESPLOSIONE IN ARIA	A	1,37	
INDICE DI RISCHIO GENERALE	G	78,82	CATEGORIA A - Unità a standard tecnologico elevato
INDICE DI RISCHIO TOSSICO	T	N.A.	
<b>CALCOLO DEGLI INDICI COMPENSATI</b>			
<b>CATEGORIE DI RISCHIO INDICI COMPENSATI</b>			
INDICE D'INCENDIO	F'	0,00	
INDICE DI ESPLOSIONE CONFINATA	C'	0,64	
INDICE DI ESPLOSIONE IN ARIA	A'	0,00	
INDICE DI RISCHIO GENERALE	G'	0,00	CATEGORIA A - Unità a standard tecnologico elevato
INDICE DI RISCHIO TOSSICO	T'	N.A.	

PARAMETRI PER L'IDENTIFICAZIONE DELLE AREE CRITICHE DELL'ATTIVITÀ				
INSTALLAZIONE	COSTA bioenergie Srl			
LOCALITÀ INSTALLAZIONE	Chilogla VE			
SEZIONE	Stoccaggio GPL & Gasolio			
UNITÀ	UL 00 cabina travaso gasolio			
SOSTANZE	Gasolio			
INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI	N.A.			
PRESSIONE	5 bar eff.			
TEMPERATURA	t = 60 °C 323,15 K			
FATTORE SOSTANZA (rif. paragrafo 2.3)				
SOSTANZA PREDOMINANTE	nafta solvente			
FATTORE DETERMINATO IN BASE A	Tabella 3 D.P.C.M. 31/03/199			
FATTORE SOSTANZA	B = 18,00			
Paragr.	Argomento	Campo dei valori	Fattore adottato	Giustificazione dei parametri scelti
3.4.1	<b>RISCHI SPECIFICI DELLE SOSTANZE (M)</b>			
3.4.1.1	Sostanze che reagendo con l'acqua formano gas	5/30	N.A.	NON APPLICABILE
3.4.1.2	Riscaldamento spontaneo	100/130	N.A.	NON APPLICABILE
3.4.1.3	Polimerizzazione spontanea	25/75	N.A.	NON APPLICABILE
3.4.1.4	Suscettibilità di accensione	-75/150	0	TABELLA 5.2 D.P.C.M. 31/3/1989
3.4.1.5	Altri comportamenti insoliti	0/150	N.A.	NON APPLICABILE
3.4.2	<b>RISCHI GENERALI DI PROCESSO (P)</b>			
3.4.2.1	Manipolazione	10/50	30	TRAVASO
3.4.2.2	Trasferimento delle sostanze	0/150	25	OPERAZIONI CHE COMPORTANO ALLACCIAMENTO E DISTACCO TUBAZ.
3.4.2.3	Contenitori trasportabili	10/100	N.A.	FUSTO PIENO

Paragr.	Argomento	Campo dei valori	Fattore adottato	Giustificazione dei parametri scelti
<b>3.4.3</b>	<b>RISCHI PARTICOLARI DI PROCESSO (S)</b>			
3.4.3.1	Alta pressione	p =	1	FIG. II/3 D.M. Ambiente 20/10/1998
3.4.3.2	Temperatura elevata	0/25	26	TEMPERATURA DI ESERCIZIO > PUNTO DI INFIAMMABILITÀ
3.4.3.3	Rischi di corrosione			
3.4.3.3.1	Corrosione interna	0/250	0	TASSO DI CORROSIONE < 0,1 mm/anno
3.4.3.3.1	Corrosione esterna	0/100	0	SERBATOI E TUBAZIONI FUORI TERRA NON RIVESTITE
3.4.3.4	Perdite da giunti e guarnizioni	0/100	0	ACCOPIAMENTI FLANGIATI, VALVOLE E POMPE A TENUTA
3.4.3.5	Rischi dovuti a fatica			
	- vibrazioni e carichi ciclici di origine impiantistica	0/100	0	STOCCAGGIO
	- rischi dovuti a cause naturali	0/300	20	ZONA NON SISMICA
3.4.3.6	Funzionamento all'interno del campo di infiammabilità	0/150	30	POLMONAZIONE CON AZOTO E SFRIATO VAPORI IN ATMOSFERA
3.4.3.7	Rischi elettrostatici	10/150	10	CONDUTTIVITA' 1,0E-4 S/cm
3.4.3.8	Rischio derivante da utilizzazione intensiva		26	(50.000TMj/1000TMstok)>10
3.4.3.9	Rischio di esplosione superiore alla media	0/50	N.A.	NON APPLICABILE
	<b>INDICE S</b>		<b>111</b>	
<b>3.4.4</b>	<b>RISCHI DOVUTI ALLE QUANTITÀ</b>			
	Totale sostanze in TM	K =	2	MASSIMA QUANTITÀ PRESENTE
	Potere calorifico in kcal/kg	Hc =	10.000	LETTERATURA TECNICA
		K * Hc =	2,0E+04	kcal
	Fattore quantità	Q =	10	FIG. II/5 D.M. Ambiente 20/10/1998
<b>3.4.6</b>	<b>RISCHI CONNESSI AL LAYOUT</b>			
3.4.5.1	Altezza in metri	H =	1,60	
3.4.5.2	Area di lavoro in m²	N =	10,00	
3.4.6.3	Fattore di penalizzazione di "lay out"			
3.4.5.3.1	Progettazione della struttura	-20/200	-10	SALA POMPE CON TETTOIA
3.4.5.3.2	Effetti domino	-30/200	0	BACINO DEDICATO
3.4.5.3.3	Conformazione sotto il livello del suolo	0/80	0	POZZETTI A DISTANZE >10 m
3.4.5.3.4	Drenaggio di superficie	0/150	100	BACINO SENZA DRENAGGIO ESTERNO
3.4.5.3.5	Altre caratteristiche	75/175	76	STRADE DI ACCESSO LARGHEZZA < 7 m
<b>3.4.8</b>	<b>RISCHI PER LA SALUTE IN CASO D'INCIDENTE</b>			
		s =	23	STIMATO

10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero

Paragr.	Argomento	Valore	Giustificazione dei valori scelti
3.4.7	<b>RISCHIO PER TOSSICITÀ T</b>	T = <b>N.A.</b>	$T = 1500 \cdot (AQ/IDLH)^{10}$
3.4.7.1	Concentrazione IDLH	mg/m <sup>3</sup> <b>N.A.</b>	
3.4.7.2	Parametro AQ	<b>N.A.</b>	
Paragr.	Argomento	Fattore guida di compensazione	Giustificazione dei fattori scelti
<b>4.1</b>	<b>CONTENIMENTO (K1)</b>		
4.1.1	Unità pompe	<b>0,90</b>	linea di ricircolo
4.1.2	Condotte di trasferimento	<b>0,87</b>	(0,75 x 0,90) radiografate al 100%
4.1.3	Sistemi di contenimento supplementari	<b>0,48</b>	(0,80 x 0,60) bacino dedicato, a perfetta tenuta
4.1.4	Sistemi di rilevamento perdite	<b>0,95</b>	rilevatori di liquido
4.1.5	Scarichi di emergenza e funzionali	<b>0,90</b>	
<b>4.2</b>	<b>CONTROLLO DEL PROCESSO (K2)</b>		
4.2.1	Sistemi di allarme e di blocco	<b>0,90</b>	(0,95 x 0,95) segnali di livello in zona presidata + blocco pompe
4.2.2	Controllo centralizzato	<b>0,90</b>	PARAMETRI DI INTERESSE RIPORTATI IN ZONA
4.2.3	Protezione da esplosioni	<b>0,90</b>	
4.2.4	Istruzioni operative	<b>0,70</b>	MANUALE OPERATIVO COMPRENDENTE TUTTE LE PROCEDURE ELENcate NEL D.M. Ambiente 20/10/1998 (0,70)
4.2.5	Sorveglianza dell'impianto	<b>0,78</b>	SISTEMA CERCAPERSONE (0,97), RADIO BIDIREZIONALE (0,9), SISTEMI ANTIACCENSIONE (0,9)
<b>4.3</b>	<b>ATTEGGIAMENTO NEI RIGUARDI DELLA SICUREZZA (K3)</b>		
4.3.1	Gestione della sicurezza	<b>0,85</b>	0,90(Org.cent.) 0,85 (verifiche regolari) 0,95(struttura e HSE) 0,90 (analisi incidenti) 0,80 (operatività fuori orario)
4.3.2	Addestramento alla sicurezza	<b>0,90</b>	PROGRAMMA DI CORSI REGOLARI (0,90)
4.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza	<b>0,88</b>	VERIFICHE E ISPEZIONI SU BASE PROGRAMMATA (0,95), SISTEMA DI PERMESSI DI LAVORO E CERTIFICAZIONI (0,90)
4.3.4	Sistema di gestione della sicurezza	<b>1,00</b>	SISTEMA DI GESTIONE DELLA SICUREZZA ex D.Lgs 334/99
<b>4.4</b>	<b>PROTEZIONI ANTINCENDIO (K4)</b>		
4.4.1	Protezione antincendio delle strutture	<b>0,90</b>	
4.4.2	Barriere	<b>1,00</b>	
4.4.3	Protezione delle apparecchiature dagli incendi	<b>0,90</b>	
<b>4.5</b>	<b>ISOLAMENTO ED ELIMINAZIONE DELLE SOSTANZE (K5)</b>		
4.5.1	Sistemi di drenaggio e raccolta	<b>1,00</b>	
4.5.2	Sistemi a valvole	<b>0,95</b>	
4.5.3	Ventilazione, diluizione e mitigazione della dispersione	<b>0,95</b>	

Paragr.	Argomento	Fattore guida di compensazione	Giustificazione dei fattori scelti
<b>4.6</b>	<b>OPERAZIONI ANTINCENDIO E DI ASSISTENZA IN EMERGENZA (K6)</b>		
4.6.1	Alarmi per l'incendio	<b>0,80</b>	
4.6.2	Impianti fissi di estinzione	<b>0,40</b>	0,90x0,80x0,80x0,70
4.6.3	Attrezzature portatili	<b>0,80</b>	ESTINTORI (0,95) E BOBINE DI MANICHETTE ANTINCENDIO (0,95)
4.6.4	Sistemi a cannoni lancia (monitor) fissi	<b>0,80</b>	0,95 x 0,95
4.6.5	Sistemi a schiuma e di inertizzazione	<b>0,72</b>	0,90 x 0,80
4.6.6	Assistenza dei Vigili del fuoco	<b>1,00</b>	
4.6.7	Cooperazione di Stabilimento	<b>0,81</b>	PROVE SEMESTRALI CON PARTECIPAZIONE VVF CORPO NAZIONALE (0,90) PROVE CON FIAMMA (0,9)
Argomento	Fattore		
<b>FATTORI DI PENALIZZAZIONE</b>			
TEMPERATURA	t	60	
FATTORE SOSTANZA	B	18	
RISCHI SPECIFICI DELLE SOSTANZE	M	0	
RISCHI GENERALI DI PROCESSO	P	66	
RISCHI PARTICOLARI DI PROCESSO	S	111	<b>FORMULE DI CALCOLO INDICI DI RISCHIO</b>
Alta pressione	p	1	
Totale sostanze in TM	K	2	$F = B * K / (N * 1000)$
Fattore quantità	Q	10	$C = 1 + (M + P + S) / 100$
Altezza in m	H	1,5	$A = B * (1 + p) * (Q * H * C / 1000) * (t + 273) / 300$
Area di lavoro in m <sup>2</sup>	N	10	$D = B * (1 + M / 100) * (1 + P / 100) * [1 + (S + Q + L + z) / 100]$
RISCHI CONNESSI AL LAYOUT	L	185	$G = D * [1 + 0,2 * C * (A * F)^{10}]$
RISCHI PER LA SALUTE	s	23	
RISCHIO PER TOSSICITÀ	T	N.A.	
<b>FATTORI DI COMPENSAZIONE</b>			
<b>FORMULE DI CALCOLO INDICI COMPENSATI</b>			
CONTENIMENTO	K1	0,25	
CONTROLLO DEL PROCESSO	K2	0,40	$F' = F * K1 * K3 * K5 * K6$
ATTEGGIAMENTO PER LA SICUREZZA	K3	0,60	$C' = C * K2 * K3$
PROTEZIONI ANTINCENDIO	K4	0,81	$A' = A * K1 * K2 * K3 * K5$
ISOLAMENTO DELLE SOSTANZE	K5	0,80	$G' = G * K1 * K2 * K3 * K4 * K5 * K6$
OPERAZIONI ANTINCENDIO	K6	0,17	$T' = T * K1 * K2 * K3 * K4 * K5 * K6$
<b>CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO</b>			
<b>CATEGORIE DI RISCHIO INDICI NON COMPENSATI</b>			
INDICE EQUIVALENTE DOW	D	101,43	
INDICE D'INCENDIO	F	0,00	
INDICE DI ESPLOSIONE CONFINATA	C	2,88	
INDICE DI ESPLOSIONE IN ARIA	A	1,37	
INDICE DI RISCHIO GENERALE	G	105,01	CATEGORIA B - Unità a standard tecnologico medio
INDICE DI RISCHIO TOSSICO	T	N.A.	
<b>CALCOLO DEGLI INDICI COMPENSATI</b>			
<b>CATEGORIE DI RISCHIO INDICI COMPENSATI</b>			
INDICE D'INCENDIO	F'	0,00	
INDICE DI ESPLOSIONE CONFINATA	C'	0,64	
INDICE DI ESPLOSIONE IN ARIA	A'	0,08	
INDICE DI RISCHIO GENERALE	G'	0,85	CATEGORIA A - Unità a standard tecnologico elevato
INDICE DI RISCHIO TOSSICO	T'	N.A.	

PARAMETRI PER L'IDENTIFICAZIONE DELLE AREE CRITICHE DELL'ATTIVITÀ				
INSTALLAZIONE	COSTA bioenergie Srl			
LOCALITÀ INSTALLAZIONE	Chioggia VE			
SEZIONE	Stoccaggio GPL & Gasolio			
UNITÀ	UL 10 Impianto di denaturazione gasoli			
SOSTANZE	mix Gasolio			
INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI	Serbatoi in acciaio con proprio bacino di contenimento			
PRESSIONE	6 bar eff.			
TEMPERATURA	t = 60 °C 328,15 K			
FATTORE SOSTANZA (rif. paragrafo 2.3)				
SOSTANZA PREDOMINANTE	nafta solvente			
FATTORE DETERMINATO IN BASE A	Tabella 3 D.P.C.M. 31/03/199			
FATTORE SOSTANZA	B = 18,00			
Paragr.	Argomento	Campo dei valori	Fattore adottato	Giustificazione dei parametri scelti
<b>3.4.1</b>	<b>RISCHI SPECIFICI DELLE SOSTANZE (M)</b>			
3.4.1.1	Sostanze che reagendo con l'acqua formano gas	5/30	N.A.	NON APPLICABILE
3.4.1.2	Riscaldamento spontaneo	100/130	N.A.	NON APPLICABILE
3.4.1.3	Polimerizzazione spontanea	25/75	N.A.	NON APPLICABILE
3.4.1.4	Suscettibilità di accensione	-75/150	0	TABELLA 5.2 D.P.C.M. 31/3/1989
3.4.1.5	Altri comportamenti insoliti	0/150	N.A.	NON APPLICABILE
<b>3.4.2</b>	<b>RISCHI GENERALI DI PROCESSO (P)</b>			
3.4.2.1	Manipolazione	10/50	30	MISCELAZIONE DI COLORANTE
3.4.2.2	Trasferimento delle sostanze	0/150	26	OPERAZIONI CHE COMPORTANO ALLACCIAMENTO E DISTACCO TUBAZ.
3.4.2.3	Contenitori trasportabili	10/100	N.A.	FUSTO PIENO

Paragr.	Argomento	Campo dei valori	Fattore adottato	Giustificazione dei parametri scelti
<b>3.4.3</b>	<b>RISCHI PARTICOLARI DI PROCESSO (S)</b>			
3.4.3.1	Alta pressione	p =	1	FIG. III/3 D.M. Ambiente 20/10/1998
3.4.3.2	Temperatura elevata	0/25	26	TEMPERATURA DI ESERCIZIO > PUNTO DI INFIAMMABILITÀ
3.4.3.3	Rischi di corrosione			
3.4.3.3.1	Corrosione interna	0/250	0	TASSO DI CORROSIONE < 0,1 mm/anno
3.4.3.3.1	Corrosione esterna	0/100	0	SERBATOI E TUBAZIONI FUORI TERRA NON RIVESTITE
3.4.3.4	Perdite da giunti e guarnizioni	0/100	0	ACCOIPIAMENTI FLANGIATI, VALVOLE E POMPE A TENUTA
3.4.3.5	Rischi dovuti a fatica			
	- vibrazioni e carichi ciclici di origine impiantistica	0/100	0	STOCCAGGIO
	- rischi dovuti a cause naturali	0/300	20	ZONA NON SISMICA
3.4.3.6	Funzionamento all'interno del campo di infiammabilità	0/150	30	POLMONAZIONE CON AZOTO E SFIATO VAPORI IN ATMOSFERA
3.4.3.7	Rischi elettrostatici	10/150	10	CONDUTTIVITA' 1,0E-4 S/cm
3.4.3.8	Rischio derivante da utilizzazione intensiva		26	(50.000TMy/1000TMstok)>10
3.4.3.9	Rischio di esplosione superiore alla media	0/50	N.A.	NON APPLICABILE
	<b>INDICE S</b>		<b>111</b>	
<b>3.4.4</b>	<b>RISCHI DOVUTI ALLE QUANTITÀ</b>			
	Totale sostanze in TM	K =	2	MASSIMA QUANTITÀ CARICABILE
	Potere calorifico in kcal/kg	Hc =	10.000	LETTERATURA TECNICA
		K * Hc =	2,0E+04	kcal
	Fattore quantità	Q =	10	FIG. III/5 D.M. Ambiente 20/10/1998
<b>3.4.6</b>	<b>RISCHI CONNESSI AL LAYOUT</b>			
3.4.5.1	Altezza in metri	H =	1,6	
3.4.5.2	Area di lavoro in m <sup>2</sup>	N =	10	
3.4.5.3	Fattore di penalizzazione di "lay out"			
3.4.5.3.1	Progettazione della struttura	-20/200	-20	
3.4.5.3.2	Effetti domino	-30/200	0	BACINO DEDICATO
3.4.5.3.3	Conformazione sotto il livello del suolo	0/80	0	POZZETTI A DISTANZE >10 m
3.4.5.3.4	Drenaggio di superficie	0/150	100	BACINO SENZA DRENAGGIO ESTERNO
3.4.5.3.5	Altre caratteristiche	75/175	76	STRADE DI ACCESSO LARGHEZZA < 7 m
<b>3.4.8</b>	<b>RISCHI PER LA SALUTE IN CASO D'INCIDENTE</b>			
		s =	23	STIMATO

10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero

Paragr.	Argomento	Valore	Giustificazione dei valori scelti
3.4.7	RISCHIO PER TOSSICITÀ T	T = N.A.	T = 1500*(AQ/IDLH) <sup>10</sup>
3.4.7.1	Concentrazione IDLH	mg/m <sup>3</sup> N.A.	
3.4.7.2	Parametro AQ	N.A.	
Paragr.	Argomento	Fattore guida di compensazione	Giustificazione dei fattori scelti
4.1	CONTENIMENTO (K1)		
4.1.1	Seratoi di stoccaggio verticali	0,80	PRESSURIZZ. CON AZOTO
4.1.2	Condotte di trasferimento	0,87	(0,75 x 0,90) radiografate al 100%
4.1.3	Sistemi di contenimento supplementari	0,48	(0,80 x 0,60) bacino dedicato, a perfetta tenuta
4.1.4	Sistemi di rilevamento perdite	0,85	rilevatori di liquido
4.1.5	Scarichi di emergenza e funzionali	0,80	
4.2	CONTROLLO DEL PROCESSO (K2)		
4.2.1	Sistemi di allarme e di blocco	0,80	(0,95 x 0,95) segnali di livello in zona presidata + blocco pompe
4.2.2	Controllo centralizzato	0,80	PARAMETRI DI INTERESSE RIPORTATI IN ZONA
4.2.3	Protezione da esplosioni	0,80	
4.2.4	Istruzioni operative	0,70	MANUALE OPERATIVO COMPRENDE TUTTE LE PROCEDURE ELENcate NEL D.M. Ambiente 20/10/1998 (0,70)
4.2.5	Sorveglianza dell'impianto	0,78	SISTEMA CERCAPERSONE (0,97), RADIO BIDIREZIONALE (0,9), SISTEMI ANTIACCENSIONE (0,9)
4.3	ATTEGGIAMENTO NEI RIGUARDI DELLA SICUREZZA (K3)		
4.3.1	Gestione della sicurezza	0,85	0,90(Org.cent.) 0,85 (verifiche regolari) 0,95(struttura e HSE) 0,90 (analisi incidenti) 0,80 (operatività fuori orario)
4.3.2	Addestramento alla sicurezza	0,80	PROGRAMMA DI CORSI REGOLARI (0,90)
4.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza	0,88	VERIFICHE E ISPEZIONI SU BASE PROGRAMMATA (0,95), SISTEMA DI PERMESSI DI LAVORO E CERTIFICAZIONI (0,90)
4.3.4	Sistema di gestione della sicurezza	1,00	SISTEMA DI GESTIONE DELLA SICUREZZA ex D.Lgs 334/99
4.4	PROTEZIONI ANTINCENDIO (K4)		
4.4.1	Protezione antincendio delle strutture	0,80	
4.4.2	Barriere	1,00	
4.4.3	Protezione delle apparecchiature dagli incendi	0,80	
4.5	ISOLAMENTO ED ELIMINAZIONE DELLE SOSTANZE (K5)		
4.5.1	Sistemi di drenaggio e raccolta	1,00	
4.5.2	Sistemi a valvole	0,85	
4.5.3	Ventilazione, diluizione e mitigazione della dispersione	0,85	

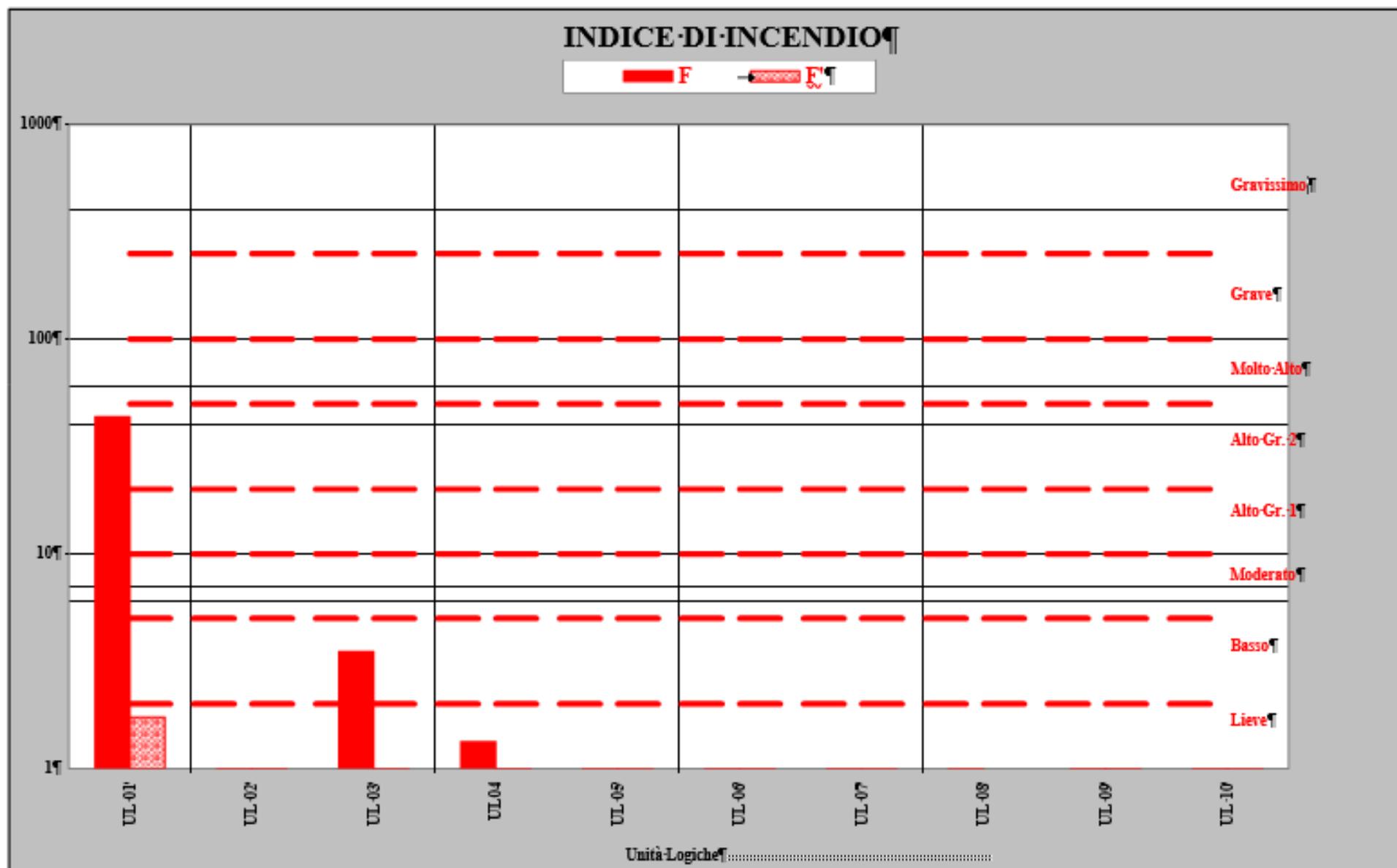
Paragr.	Argomento	Fattore guida di compensazione	Giustificazione dei fattori scelti
<b>4.8</b>	<b>OPERAZIONI ANTINCENDIO E DI ASSISTENZA IN EMERGENZA (K8)</b>		
4.6.1	Allarmi per l'incendio	0,90	
4.6.2	Impianti fissi di estinzione	0,40	0,90x0,80x0,80x0,70
4.6.3	Attrezzature portatili	0,90	ESTINTORI (0,95) E BOBINE DI MANICHETTE ANTINCENDIO (0,95)
4.6.4	Sistemi a cannoni lancia (monitor) fissi	0,90	0,95 x 0,95
4.6.5	Sistemi a schiuma e di inertizzazione	0,72	0,90 x 0,80
4.6.6	Assistenza dei Vigili del fuoco	1,00	
4.6.7	Cooperazione di Stabilimento	0,81	PROVE SEMESTRALI CON PARTECIPAZIONE VVF CORPO NAZIONALE (0,90) PROVE CON FIAMMA (0,9)
Argomento	Fattore		
<b>FATTORI DI PENALIZZAZIONE</b>			
TEMPERATURA	t	50	
FATTORE SOSTANZA	B	18	
RISCHI SPECIFICI DELLE SOSTANZE	M	0	
RISCHI GENERALI DI PROCESSO	P	56	
RISCHI PARTICOLARI DI PROCESSO	S	111	
Alta pressione	P	1	
Totale sostanze in TM	K	2	
Fattore quantità	Q	10	
Altezza in m	H	1,6	
Area di lavoro in m <sup>2</sup>	N	10	
RISCHI CONNESSI AL LAYOUT	L	166	
RISCHI PER LA SALUTE	s	23	
RISCHIO PER TOSSICITÀ	T	N.A.	
<b>FORMULE DI CALCOLO INDICI DI RISCHIO</b>			
$F = B * K / ( N * 1000 )$			
$C = 1 + ( M + P + S ) / 100$			
$A = B * ( 1 + p ) * ( Q * H * C / 1000 ) * ( t + 273 ) / 300$			
$D = B * ( 1 + M / 100 ) * ( 1 + P / 100 ) * [ 1 + ( S + Q + L + s ) / 100 ]$			
$G = D * [ 1 + 0,2 * C * ( A * F )^{0,5} ]$			
<b>FATTORI DI COMPENSAZIONE</b>			
<b>FORMULE DI CALCOLO INDICI COMPENSATI</b>			
CONTENIMENTO	K1	0,26	
CONTROLLO DEL PROCESSO	K2	0,40	
ATTEGGIAMENTO PER LA SICUREZZA	K3	0,60	
PROTEZIONI ANTINCENDIO	K4	0,81	
ISOLAMENTO DELLE SOSTANZE	K5	0,90	
OPERAZIONI ANTINCENDIO	K6	0,17	
$F' = F * K1 * K3 * K5 * K6$			
$C' = C * K2 * K3$			
$A' = A * K1 * K2 * K3 * K5$			
$G' = G * K1 * K2 * K3 * K4 * K5 * K6$			
$T' = T * K1 * K2 * K3 * K4 * K5 * K6$			
<b>CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO</b>			
<b>CATEGORIE DI RISCHIO INDICI NON COMPENSATI</b>			
INDICE EQUIVALENTE DOW	D	88,86	
INDICE D'INCENDIO	F	0,00	
INDICE DI ESPLOSIONE CONFINATA	C	2,88	
INDICE DI ESPLOSIONE IN ARIA	A	1,37	
INDICE DI RISCHIO GENERALE	G	102,44	CATEGORIA B - Unità a standard tecnologico medio
INDICE DI RISCHIO TOSSICO	T	N.A.	
<b>CALCOLO DEGLI INDICI COMPENSATI</b>			
<b>CATEGORIE DI RISCHIO INDICI COMPENSATI</b>			
INDICE D'INCENDIO	F'	0,00	
INDICE DI ESPLOSIONE CONFINATA	C'	0,64	
INDICE DI ESPLOSIONE IN ARIA	A'	0,08	
INDICE DI RISCHIO GENERALE	G'	0,84	CATEGORIA A - Unità a standard tecnologico elevato
INDICE DI RISCHIO TOSSICO	T'	N.A.	

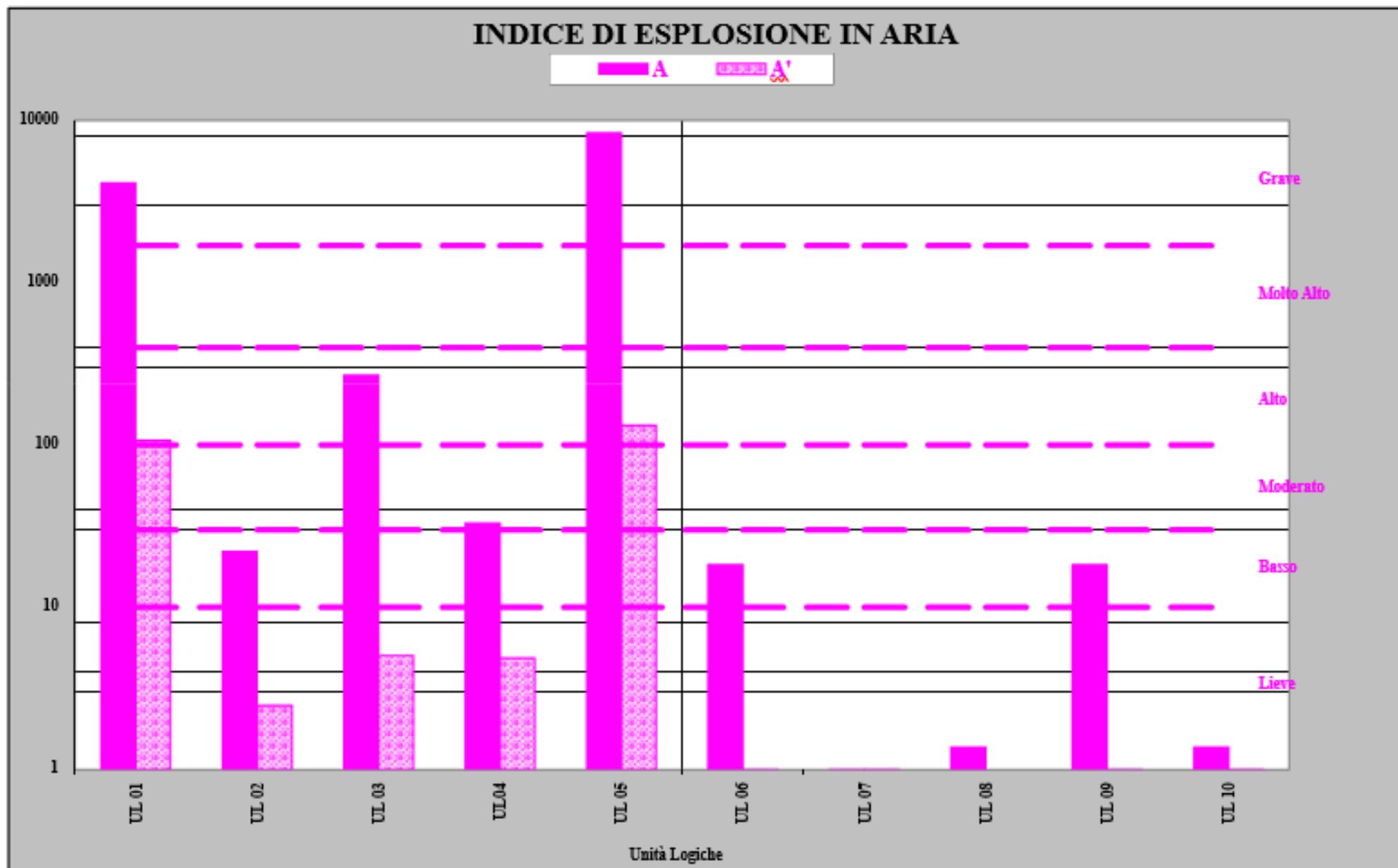
Nelle pagine successive vengono riportate tabelle riassuntive e istogrammi

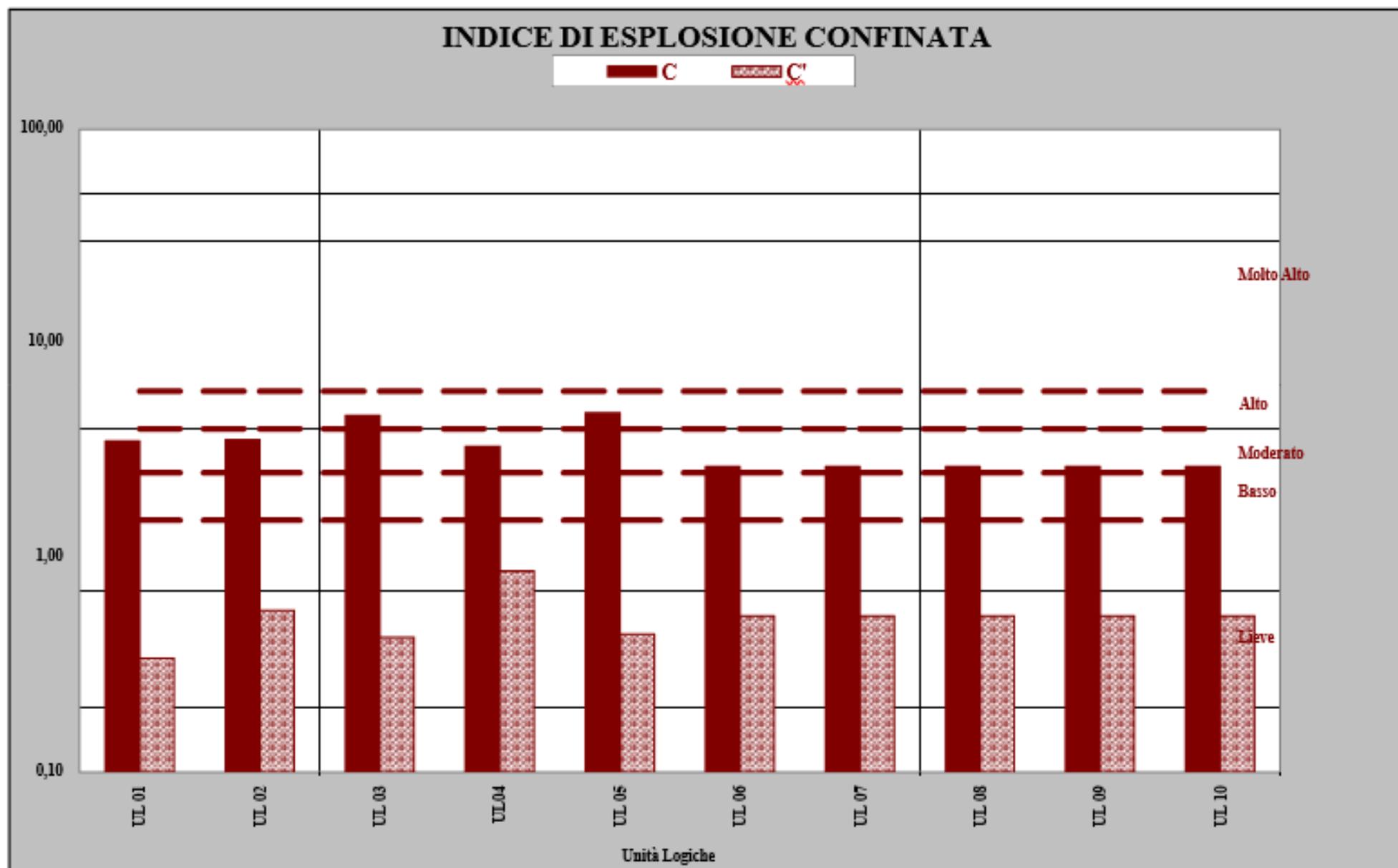
10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero

ANALISI PRELIMINARE PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE AREE CRITICHE DI IMPIANTO - ELENCO UNITA' LOGICHE										
Società : COSTA bioenergie Srl Località : Chioggia VE Impianto : Stoccaggio GPL & Gasolio										
Unità Logiche	Descrizione	Superfici emq	Altezz am	Pression ebar	Temperatur a °C	Sostanze Presenti	Sostanz a o Mix Guida	Materia l Factor	Quantit àton	
UL 01	Stoccaggio (area 3 serbatoi x 900 mc)	2000,00	10,00	18	50	G.P.L.	Propano	21,00	4140,00	
UL 02	cabina travaso (area pompe e compressori)	300,00	1,50	18	50	G.P.L.	Propano	21,00	2,00	
UL 03	Baie di carico autobotti (area 4 baie)	600,00	0,50	18	35	G.P.L.	Propano	21,00	100,00	
UL04	Impianto odorizzazione miscela G.P.L.	30,00	2,00	11	20	Odorizzante	TBM	16,00	2,50	
UL 05	Baia scarico nave gasiera	900,00	15,00	18	35	GPL	Propano	21,00	5,00	
UL 06	Stoccaggio (area 2 serbatoi x 600 mc)	543,00	20,00	1	50	Gasolio	Gasolio	16,00	1000,00	
UL 07	baie di carico e scarico autobotti gasolio	72,00	0,50	5	50	Gasolio	Gasolio	16,00	30,00	
UL 08	baia scarico e carico bettoline gasolio	900,00	1,50	5	50	Gasolio	Gasolio	16,00	15,00	
UL 09	cabina travaso gasolio	10,00	1,50	5	50	Gasolio	Gasolio	16,00	2,00	
UL 10	impianto di denaturazione gasoli	10	1,5	5	50	Colorante	mix Gasolio	16,00	2	
					PROPANO	GASOLIO				
Note:	Movimentazione annua entrata e uscita sfusa		t/a		200000	10000				
	Movimentazione annua entrata sfusa e uscita confezionata		t/a		0	0				
	Movimentazione annua complessiva		t/a		0	0				
	Quantità max stoccabili		t/a		200000	10000				
	Rapporto movimentazione annua ( t/a ) su Quantità max stoccabile ( t )				0	0				
	Serbatoi di stoccaggio		t		4140	1000				
	Fattore di movimentazione in relazione ai serbatoi		1/a		48	100				
	Quantitativo annuo complessivo di prodotto in ingresso al deposito		n°		3	2				
	Quantitativo annuo complessivo di prodotto in uscita dal deposito		F1		25	1				
	Quantitativo annuo di prodotto in ingresso al deposito a mezzo navi gasiere e/o petroliere		Ki		100000	50000				
	Quantitativo annuo di prodotto in uscita dal deposito a mezzo navi gasiere e/o petroliere		Ku		100000	50000				
	Fattore di movimentazione in relazione alla tipologia di trasporto		Ki'		100000	50000				
	Fattore di Movimentazione (Solo Unità Logiche di Stoccaggio)		Ku'		0	25000				
			F2 = (1+(Ki'+Ku'))/(Ki+Ku)		2	2				
			F		16,67	0,57				
Data :	2013/10/01									

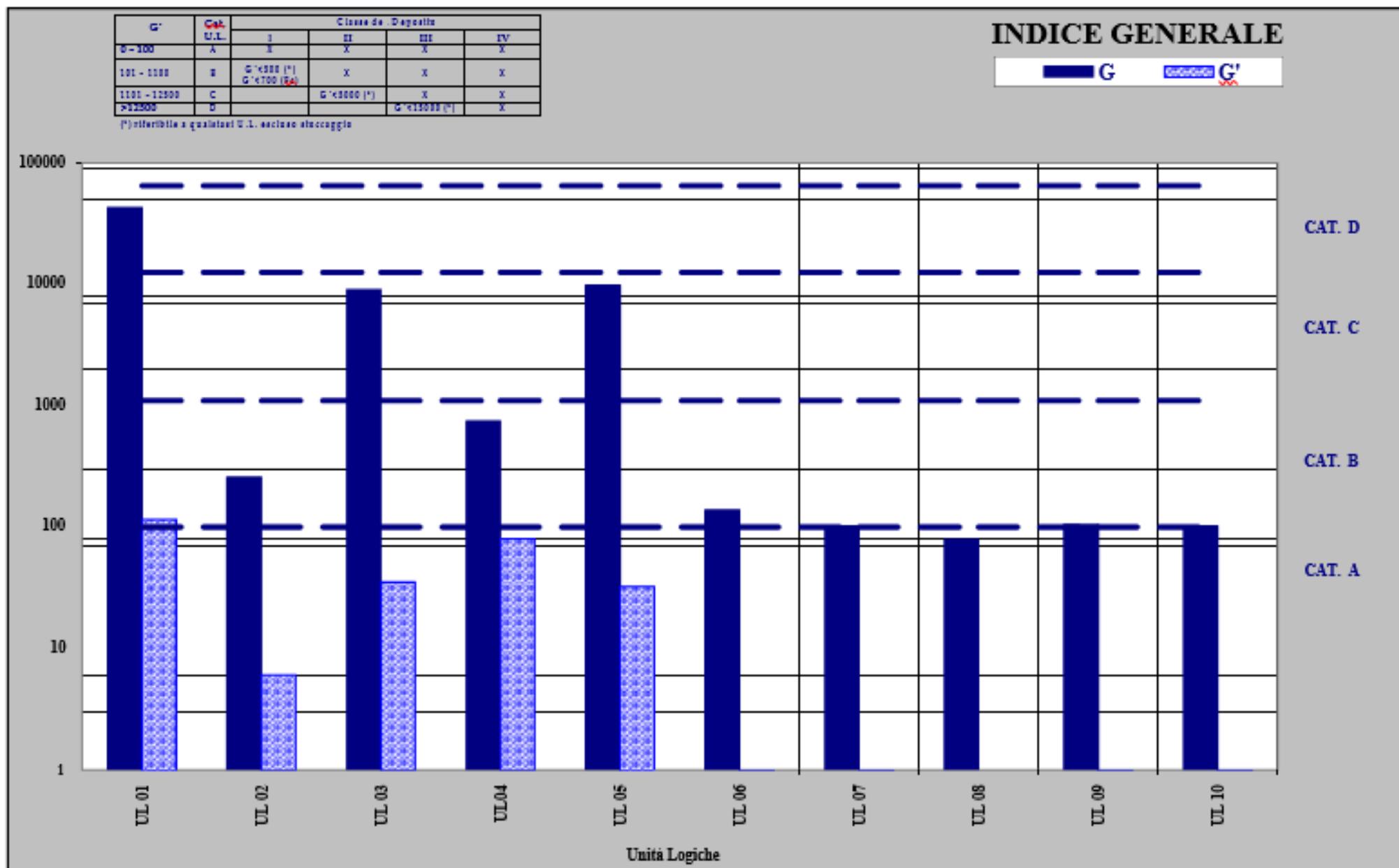
10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero



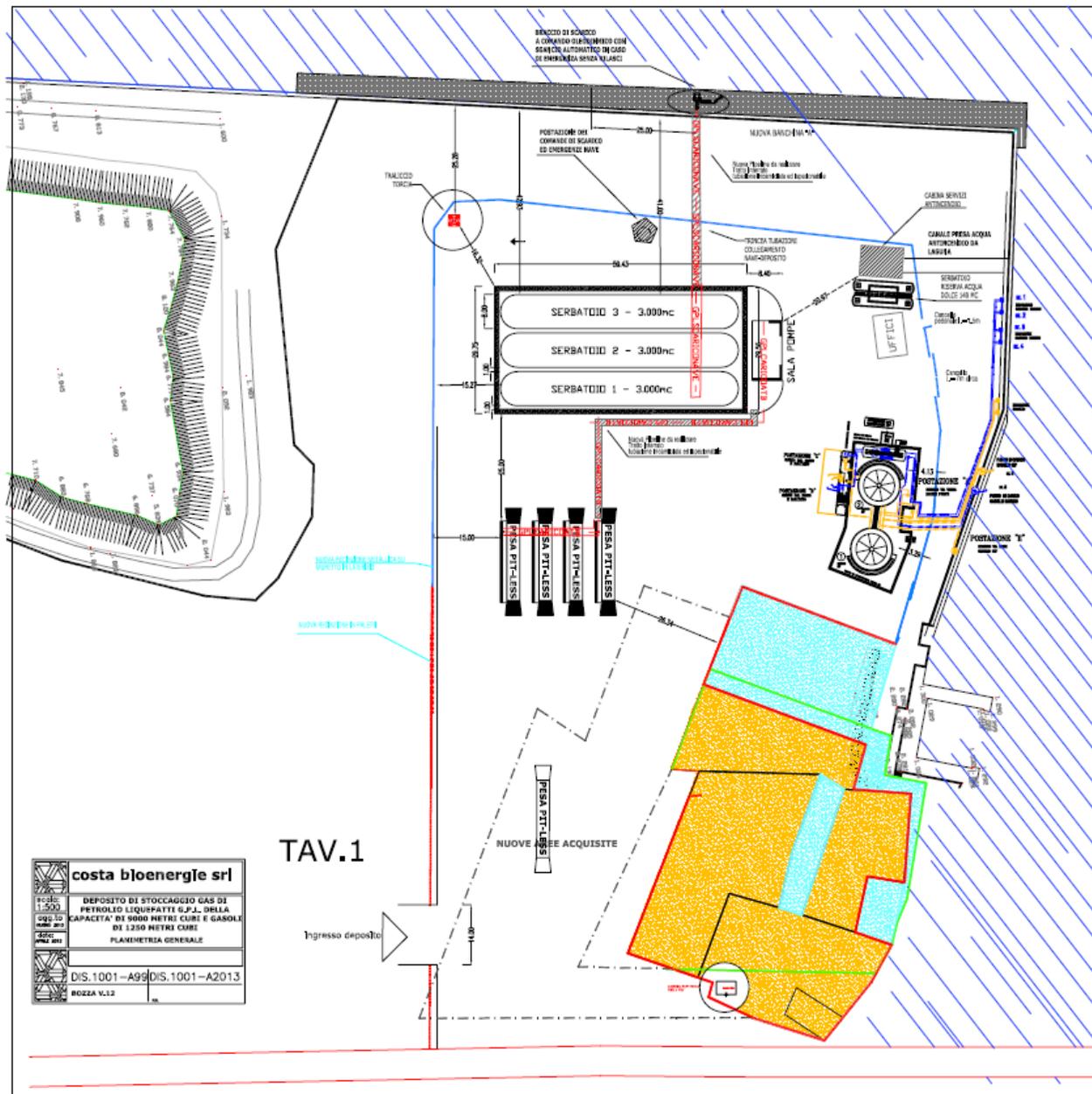




10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero



10 - Studio di fattibilità di un deposito costiero





## 11 CONCLUSIONI

### IL GPL: UN CARBURANTE VERSATILE. BUONO CON TUTTI, PER TERRA E PER MARE

Il GPL, come dimostrato nei capitoli precedenti, è un carburante ecologico, economico e sicuro, disponibile da subito per aiutare l'ambiente. Nel nostro Paese viene già utilizzato da quasi 2 milioni di veicoli. Aziende italiane all'avanguardia producono soluzioni sempre più performanti esportate in tutto il mondo: possono funzionare a gas automobili, autobus, mezzi commerciali, scooter. E grazie alle nuove normative, potrà essere sfruttato anche per le imbarcazioni.

La diffusione del GPL nel settore della nautica può contribuire alla riduzione delle emissioni inquinanti e climalteranti, come già avviene su strada per le quattro ruote, salvaguardando così la salute di fiumi, laghi, mari e nello stesso tempo aiutando gli utenti a risparmiare sul costo del carburante. In termini di sviluppo, si potrebbe anche pensare a un 10% di natanti a GPL nell'ambito dell'utilizzo diportistico e da lavoro nel giro di qualche anno: si tratta infatti dell'unica alternativa subito disponibile e praticabile.

Pertanto, al fine di favorire un'uniformità di copertura degli impianti di distribuzione lungo tutto il litorale nazionale si ritiene che possa essere considerato realistico e nel contempo necessario un incremento di depositi costieri strategici, seguendo la normativa di settore per una progettazione sicura ed al contempo efficace.

## **12 Decreto Ministeriale del 13/10/1994**

**APPROVAZIONE DELLA REGOLA TECNICA DI PREVENZIONE INCENDI PER LA PROGETTAZIONE, LA COSTRUZIONE, L'INSTALLAZIONE E L'ESERCIZIO DEI DEPOSITI DI G.P.L. IN SERBATOI FISSI DI CAPACITÀ COMPLESSIVA SUPERIORE A 5 M3 E/O IN RECIPIENTI MOBILI DI CAPACITÀ COMPLESSIVA SUPERIORE A 5.000 KG.**

Doc. **494H13OT.900** di Origine Nazionale  
emanato/a da: **Ministro dell'Interno**  
e pubblicato/a su: **Gazz. Uff. Suppl. Ordin. n° 265 del 12/11/1994**

riguardante:

**SICUREZZA E IGIENE DEL LAVORO - Prevenzione degli infortuni sul lavoro - Serbatoi e recipienti**  
**PREVENZIONE INCENDI - Gas - GPL**

### **SOMMARIO**

#### [NOTE](#)

#### [TESTO](#)

#### [ALLEGATO](#)

#### [TITOLO I - CAMPO DI APPLICAZIONE](#)

#### [TITOLO II - TERMINI, DEFINIZIONI E TOLLERANZE DIMENSIONALI](#)

#### [Tabella n. 1](#)

#### [TITOLO III - UBICAZIONE E DISPOSIZIONE DELL'IMPIANTO](#)

#### [TITOLO IV - ELEMENTI DEI DEPOSITI E DISTANZE DI SICUREZZA](#)

#### [TITOLO V - SERBATOI FISSI E ACCESSORI](#)

#### [TITOLO VI - IMPIANTI PER IL TRAVASO](#)

#### [TITOLO VII - ALTRE ATTREZZATURE PER G.P.L.](#)

#### [TITOLO VIII - DEPOSITI DI RECIPIENTI MOBILI](#)

#### [TITOLO IX - CARATTERISTICHE DELLE COSTRUZIONI](#)

#### [TITOLO X - IMPIANTI ELETTRICI, DI PROTEZIONE CATODICA E DI TERRA](#)

#### [TITOLO XI - PROTEZIONE ANTINCENDIO](#)

#### [TITOLO XII - DIVIETI E LIMITAZIONI](#)

#### [TITOLO XIII - DISPOSIZIONI DI ESERCIZIO](#)

#### [TITOLO XIV - DISPOSIZIONI COMPLEMENTARI](#)

#### [TITOLO XV - DEPOSITI ESISTENTI](#)

#### [TAVOLE](#)

- § -

### **NOTE**

**N.B.:** "le parti inerenti i depositi di G.P.L. in serbatoi fissi di capacita' complessiva fino a 13 m<sup>3</sup> non

*adibiti ad uso commerciale*" del presente decreto sono state **abrogate** dall'art. 6 del D.M. 14 maggio 2004.

Sull'argomento si vedano:

Lettera Circolare prot. n. NS 2838/4112 del 20 maggio 1996 "*Coibentazione di serbatoi metallici fuori terra contenenti GPL - Specifiche per la valutazione dell'efficacia del rivestimenti protettivi*".

Lettera Circolare prot. n. P1122/4106 sott. 55 /A Bis del 23 ottobre 2000 "*Installazione di serbatoi GPL ricoperti - Modalità di realizzazione dello strato di ricoprimento*".

Lettera Circolare prot. n° P133/4106 sott. 40/A del 1 febbraio 2001 "*Depositi di G.P.L. di capacità non superiore a 5 mc in serbatoi interrati protetti con rivestimento in resine epossidiche e sistema di protezione catodica ad anodi sacrificali*".

Nota ministeriale prot. n. P502/4106 sott. 55/A "*OGGETTO: D.M. 13 ottobre 1994 – Serbatoio di G.P.L. da 25 mc con scambiatore termico incorporato.*"

---

Titolo XV, paragrafo 15.2.1: si veda il D.M. 10 maggio 2001 "*Depositi di G.P.L. in serbatoi fissi, di capacità complessiva superiore a 5 m<sup>3</sup>, siti in stabilimenti a rischio di incidente rilevante soggetti all'obbligo di presentazione del rapporto di sicurezza*".

Titolo XV, paragrafo 15.2.1: il termine di cui al presente paragrafo è stato prorogato al 31 dicembre 2003, dall'art. 1 del D.M. 16 ottobre 2002.

Allegato: il punto 5.3.8 è stato aggiunto dall'art. 1 del D.M. 29 ottobre 1999.

- § -

## **TESTO**

IL MINISTRO DELL'INTERNO

DI CONCERTO CON

IL MINISTRO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

Visto l'art. 1 della legge 13 maggio 1961, n. 469;

Visto l'art 2 della legge 26 luglio 1965, n. 966;

Visto l'art. 2 della legge 18 luglio 1980, n. 406;

Visto il decreto del Presidente della Repubblica 27 aprile 1955, n. 547;

Visto il decreto del Presidente della Repubblica 29 luglio 1982, o. 577;

Visto il decreto ministeriale 31 marzo 1984: "Norme di sicurezza per la progettazione, la costruzione, l'installazione e l'esercizio dei depositi di gas di petrolio liquefatto con capacità complessiva non superiore a 5 m<sup>3</sup>";

Rilevata la necessità di emanare disposizioni di sicurezza antincendi per la progettazione, la costruzione, l'installazione e l'esercizio dei depositi di g.p.l. in serbatoi fissi di capacità complessiva superiore a 5 m<sup>3</sup> e/o in recipienti mobili di capacità complessiva superiore a 5.000 kg;

Vista la regola tecnica elaborata dal Comitato centrale tecnico scientifico per la prevenzione incendi di cui all'art. 10 del decreto del Presidente della Repubblica 29 luglio 1982, n. 577;

Visto l'art 11 del citato decreto del Presidente della Repubblica 29 luglio 1982, o. 577;

Espletata la procedura di informazione prevista dalla legge 21 giugno 1986, n. 317;

Decreta:

È approvata la regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione, l'installazione e l'esercizio dei depositi di g.p.l. in serbatoi fissi di capacità complessiva superiore a 5 m<sup>3</sup> e/o in recipienti mobili di capacità complessiva superiore a 5.000 kg, allegata al presente decreto. Sono abrogate le parti prima e quarta dell'allegato 1 alla circolare del Ministero dell'interno S.A. n. 74 del 20 settembre 1956, per quello che attiene ai depositi con serbatoio fisso, e la circolare del Ministero dell'interno S.A. n. 64 del 23 giugno 1973.

Il presente decreto sarà pubblicato nella Gazzetta ufficiale della Repubblica italiana.

## **ALLEGATO**

### **REGOLA TECNICA DI PREVENZIONE INCENDI PER LA PROGETTAZIONE, LA COSTRUZIONE, L'INSTALLAZIONE E L'ESERCIZIO DEI DEPOSITI DI G.P.L. IN SERBATOI FISSI DI CAPACITA' COMPLESSIVA SUPERIORE A 5 m<sup>3</sup> E/O IN RECIPIENTI MOBILI DI CAPACITA' COMPLESSIVA SUPERIORE A 5.000 kg**

#### **TITOLO I - CAMPO DI APPLICAZIONE**

**1.1** Le presenti disposizioni stabiliscono i criteri di sicurezza antincendi per la progettazione, la costruzione, l'installazione e l'esercizio di nuovi depositi di G.P.L. per tutti gli usi aventi capacità come in oggetto Per quanto riguarda i depositi e gli impianti soggetti a notifica ai sensi dell'art. 4 del D.P.R. 17/5/88 n.175 e successive modifiche ed integrazioni e quelli soggetti a dichiarazione (art. 6 D.P.R. 175/88 n175) allorché le quantità di ogni singola sostanza risultino superiori alle soglie indicate nell'art. 6 comma 2 del D.P.C.M. 31/3/89, le presenti disposizioni costituiscono un orientamento progettuale da verificare sulla base delle previste analisi di rischio. Le modalità per l'adeguamento dei depositi esistenti sono stabilite al [titolo XV](#).

**1.2** Non rientrano nel campo di applicazione del presente decreto:

a) i depositi refrigerati e criogenici;

b) i depositi in caverna;

c) gli impianti di distribuzione stradale già regolamentati con D.P.R. n. 208 del 12.1.1971 (G.U. n. 109 del 3 maggio 1971) e successive modificazioni.

**1.3** Sono soggetti alle presenti disposizioni gli impianti indicati al precedente punto 1.1 in cui siano utilizzate una o più delle seguenti miscele commerciali, definite dalla 13a Serie di Norme integrative del 28 febbraio 1960 al Regolamento approvato con D.M. 22 luglio 1930:

**MISCELA A** (Butano commerciale): tensione di vapore a 70 °C non superiore a 10,79 bar e densità a 50 °C non inferiore a 0,525;

**MISCELA AO:** tensione di vapore a 70 °C non superiore a 15,69 bar e densità a 50 °C non inferiore a 0,495;

**MISCELA AI:** tensione di vapore a 70 °C non superiore a 20,6 bar e densità a 50 °C non inferiore a 0,485;

**MISCELA B:** tensione di vapore a 70 °C non superiore a 25,5 bar e densità a 50 °C non inferiore a 0,450;

**MISCELA C** (Propano commerciale): tensione di vapore a 70 °C non superiore a 30,4 bar e densità a 50 °C non inferiore a 0,440.

## **TITOLO II - TERMINI, DEFINIZIONI E TOLLERANZE DIMENSIONALI**

**2.1** Per i termini, le definizioni e le tolleranze dimensionali si rimanda a quanto emanato con D.M. [31] 30 novembre 1983 (G.U. n. 339 del 12.12 1983). Inoltre, ai fini del presente decreto, si definisce:

**APPARECCHIATURA DI IMBOTTIGLIAMENTO:** bilancia singola o multipla o altro sistema equivalente utilizzato per il riempimento dei recipienti mobili;

**BARRIERA D'ACQUA:** sistema di protezione attiva antincendio realizzato mediante tubi provvisti di ugelli spruzzatori rivolti verso l'alto o verso il basso allo scopo di diluire le perdite di g.p.l. portando la miscela aria/gas al di fuori del campo di infiammabilità e delimitare gli effetti dell'irraggiamento in caso di incendio;

**BONIFICA DI SERBATOIO O RECIPIENTE:** rimozione degli idrocarburi contenuti nel serbatoio o recipiente, in modo che l'atmosfera residua sia al di sotto del 20% del limite inferiore di espositività;

**CAPICITA' COMPLESSIVA DI UN DEPOSITO ESPRESSA IN MASSA:** quantità massima di G.P.L., espressa in kg, che può essere detenuta nel deposito sulla base di apposita autorizzazione (in serbatoi fissi e/o in recipienti mobili);

**CAPACITA' DI RIEMPIMENTO DI UN RECIPIENTE MOBILE:** quantità massima di G.P.L., espressa in kg, che è consentito immettere nel recipiente;

**CAPACITA' DI RIEMPIMENTO DI UN SERBATOIO FISSO ESPRESSA IN MASSA:** quantità massima di G.P.L., espressa in kg, che è consentito immettere nel serbatoio (vedasi [Tabella n. 1](#));

**CAPACITA' DI UN SERBATOIO O DI UN RECIPIENTE:** volume geometrico interno del serbatoio o del recipiente;

**CUSTODIA:** servizio svolto all'interno dell'impianto da persona formalmente incaricata, prevalentemente presente nell'impianto stesso;

**DEPOSITO:** complesso costituito da uno o più serbatoi fissi e/o recipienti mobili, che può comprendere altri elementi, indicati nell'articolo 4.1.1;

**DEPOSITO SEPARATO DI RECIPIENTI MOBILI:** deposito ad uso commerciale, distinto rispetto allo stabilimento di imbottigliamento, in cui vengano immagazzinati provvisoriamente recipienti mobili pieni destinati alla vendita nonché recipienti mobili vuoti;

**DISPOSITIVO DI TRAVASO:** apparecchio fisso per il caricamento e lo scaricamento di ferrocisterne, autocisterne o navi cisterne;

**G.P.L. Gas di Petrolio Liquefatto:** gas liquefabbile a temperatura ambiente, avente tensione di vapore massima di 18 bar a 50 °C e densità non inferiore a 440 kg/m<sup>3</sup> a 50 °C, costituito prevalentemente da idrocarburi paraffinici e olefinici a tre o quattro atomi di carbonio;

**MURO DI SCHERMO:** muro in cemento armato dello spessore non inferiore a 15 cm avente dimensioni tali (lunghezza ed altezza) da intercettare tutte le rette che, partendo dal perimetro di un elemento pericoloso, raggiungano un altro elemento pericoloso del quale e' richiesta la protezione;

**PINZA DI IMBOTTIGLIAMENTO:** dispositivo, montato alla estremità di una manichetta flessibile e che si aggancia al rubinetto di un recipiente mobile, che e' destinato al riempimento del recipiente mobile stesso;

**PUNTO DI RIEMPIMENTO:** attacco, posto su serbatoio fisso o collegato a questo mediante apposita tubazione, a cui viene connessa estremità della manichetta flessibile in dotazione alle autocisterne provvista di pompa di scarico;

**PUNTO DI TRAVASO:** unto di attacco all'impianto fisso dei bracci metallici o manichette flessibili che servono al carico di serbatoi mobili con prelievo da serbatoi fissi, allo scarico di serbatoi mobili in serbatoi fissi. o ad ambedue le operazioni;

**RECIPIENTE MOBILE:** recipiente metallico a pressione di capacità geometrica non superiore a 1000 l destinato al contenimento, trasporto e utilizzazione di G.P.L. liquido;

**SERBATOIO CONTAINER:** recipiente metallico a pressione, di capacità superiore a 1000 l, montato entro apposita gabbia di protezione, destinato al contenimento, trasporto ed utilizzazione di G.P.L. liquido. Ai fini del presente decreto esso è assimilato a serbatoio mobile per la fase del trasporto ed a serbatoio fisso per la fase dell'utilizzazione;

**SERBATOIO FISSO:** recipiente metallico a pressione destinato al contenimento ed utilizzazione di G.P.L. liquido, stabilmente installato sul terreno e stabilmente collegato ad impianti;

**SERBATOIO MOBILE:** recipiente metallico a pressione di capacità superiore a 100 l destinato al contenimento e al trasporto di G.P.L. liquido, montato stabilmente su autocarro, carro ferroviario o nave;

**SORVEGLIANZA:** servizio di controllo svolto da personale dipendente, istituti od autorizzati attraverso ispezioni periodiche all'impianto ed integrato da presidi automatici di allertamento;

**VALVOLA COMANDATA A DISTANZA:** valvola il cui azionamento può avvenire anche da un punto predeterminato distante dalla posizione della valvola;

**ZONA DI RISPETTO:** zona determinata all'interno del deposito dalle distanze indicate nel successivo punto 4.4.1 (vd. [tav. esplicativa 2 B](#)). In verticale, la zona di rispetto si estende per un metro al di sopra dei punti pericolosi, raccordandosi con i limiti della zona in proiezione (vd. tav. 2 A). Entro la zona di rispetto non devono trovarsi fonti di accensione, edifici di servizio del deposito (quali uffici, laboratori, officine, magazzini, servizi igienici), edifici civili in genere, aperture di installazioni interrate, prese d'aria, strada aperte al traffico, proiezioni di linee elettriche aeree.

**2.2** Al fine della classificazione del deposito, in caso di depositi misti in serbatoi fissi ed in recipienti mobili, la capacità complessiva deve essere calcolata in uno dei due modi seguenti:

a) in m<sup>3</sup>, trasformando la capacità dei recipienti mobili da massa a volume con il coefficiente di conversione 2,38 m<sup>3</sup> per 1.000 kg;

b) in kg, trasformando la capacità dei serbatoi fissi da volume a massa con i coefficienti di conversione (vd. Tabella n. 1)

**Tabella n. 1 PESO MASSIMO IN kg PER m<sup>3</sup> DI CAPACITÀ DEL SERBATOIO**

Prodotto	Serbatoio fuori terra e recipienti mobili	Serbatoio interrato o ricoperto
PROPANO.....	420.....	460
PROPILENE.....	430.....	470
BUTANO.....	510.....	550
ISOBUTANO.....	490.....	530
BUTILENE.....	520.....	560
ISOBUTILENE.....	520.....	560
MISCELA A.....	500.....	540
MISCELA AO.....	470.....	510
MISCELA A1.....	460.....	500
MISCELA B.....	430.....	470
MISCELA C.....	420.....	460

**TITOLO III - UBICAZIONE E DISPOSIZIONE DELL'IMPIANTO**

**3.1 DEPOSITI CON SERBATOI FISSI DI CAPACITÀ COMPLESSIVA SUPERIORE A 5 m<sup>3</sup> FINO A 30 m<sup>3</sup> E/O DI RECIPIENTI MOBILI DI CAPACITÀ COMPLESSIVA SUPERIORE A 5.000 KG FINO A 12.000 kg.**

**3.1.1** I depositi di cui al presente punto a destinazione industriale, artigianale o commerciale non possono sorgere in aree individuate come A, B e C, o destinate a verde pubblico, nel Piano regolatore generale o nel programma di fabbricazione, ai sensi dell'art. 2 del D.M. 2 Aprile 1968 n. 1444.

**3.1.2** I depositi di cui al presente punto a destinazione diversa da quella di cui al precedente punto 3.1.1 , non possono essere edificati in aree individuate dal Piano Regolatore generale o dal Programma edilizio come :

- A o verde pubblico;
- B e C, quando sia previsto un indice di edificabilità superiore a 3 m<sup>3</sup> per metro quadrato.

**3.1.3** L'attestazione che l'area prescelta per l'installazione del nuovo deposito non ricade in zone non ammesse deve risultare da un documento rilasciato dal Sindaco.

**3.2 DEPOSITI CON SERBATOI FISSI DI CAPACITA' COMPLESSIVA SUPERIORE A 30 m<sup>3</sup> E/O DI RECIPIENTI MOBILI DI CAPACITA' COMPLESSIVA SUPERIORE A 12.000 kg.**

**3.2.1** I depositi di cui al presente punto devono essere ubicati in aree destinate a zona industriale o assimilata nei Piani Regolatori o nelle previsioni di altri strumenti urbanistici o in aree agricole da definire in accordo con gli strumenti urbanistici locali

**3.2.2** I depositi di cui al presente punto non possono sorgere:

a) - in zone in cui la densità media reale di edificazione esistente (con esclusione degli edifici industriali, assimilabili e relative pertinenze) sia superiore a 1,5 m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup> nell'area avente il raggio di 200 m dal contorno della proiezione in pianta dei serbatoi:

b) - in zona destinate a verde pubblico.

**3.2.3** L'attestazione che l'area prescelta per l'installazione del nuovo deposito non ricade tra quelle non ammesse deve risultare da un documento rilasciato dal Sindaco per quanto riguarda il punto 3.2.2 b).

**3.3 DISPOSIZIONI DELL' IMPIANTO.**

**3.3.1** Nella progettazione ed esecuzione degli impianti devono essere seguite le norme di buona tecnica e, inoltre, i seguenti criteri generali:

- a) prevedere il minor numero possibile di connessioni ai serbatoi, in specie in fase liquida;
- b) prevedere la strumentazione e gli accessori dei serbatoi connessi alla fase vapore dei serbatoi stessi;
- c) orientare i serbatoi cilindrici orizzontali fuori terra in modo tale che il loro asse non sia in direzione di altri serbatoi;
- d) prendere provvedimenti atti a che eventuali perdite di prodotto siano avviate in area sicura e comunque non si diffondano nella rete fognaria dello stabilimento o giungano all'esterno attraverso il sistema di drenaggio;
- e) prevedere l'accessibilità a ciascun serbatoio e punta pericoloso almeno da una strada e l'aggreibilità con mezzi fissi o mobili da almeno due lati per le situazioni di emergenza;

f) prevedere la concentrazione delle più probabili fonti di perdita (connessioni flangiate, valvole, zone collettori e pompe) in una o più aree di facile accessibilità, separate dalla zona serbatoi con muri in calcestruzzo di altezza di circa 50 cm;

g) realizzare l'impianto in modo da favorire la ventilazione e la diluizione di eventuali perdite di G.P.L.. Deve essere pertanto ridotta al minimo la realizzazione di muri, bacini di contenimento o depressioni che favoriscano l'accumulo del G.P.L.;

h) prevedere la possibilità di poter pompare, in casi di emergenza, attraverso la tubazione di prelievo o carico della fase liquida, acqua all'interno del serbatoio. Le caratteristiche di pressione e portata devono essere valutate in funzione delle dimensioni del serbatoio;

i) collegare i serbatoi in modo da permettere di dislocarne, in caso di emergenza, il contenuto.

## **TITOLO IV - ELEMENTI DEI DEPOSITI E DISTANZE DI SICUREZZA**

### **4.1 ELEMENTI DEI DEPOSITI**

**4.1.1** I depositi di G.P.L. possono comprendere i seguenti elementi:

a) punti di travaso e di riempimento;

b) serbatoi fissi;

c) zone di immagazzinamento recipienti mobili;

d) pompe, compressori, contatori per liquido;

e) apparecchiature per l'imbottigliamento;

f) dispositivi di travaso;

g) vaporizzatori;

h) autobotti o ferro cisterne in travaso;

i) autobotti o ferro cisterne in attesa, prima e dopo il travaso;

l) aree o locali per servizi (quali stazione antincendio, reparto manutenzione recipienti, stazione compressori d'aria, uffici, magazzini, officina, abitazione del custode).

**4.1.2** Sono considerati elementi pericolosi del deposito, ai fini della determinazione della distanza di sicurezza, quelli indicati al precedente punto 4.1.1., con esclusione della lettera l).

**4.1.3** Rispetto agli elementi pericolosi del deposito, devono essere osservate le distanze di sicurezza esterna indicate nel punto 4.2, le distanze di sicurezza interna indicate nel punto 4.3, le distanze di protezione indicate nel punto 4.4 e le zone di rispetto indicate nel punto 4.5.

**4.1.4** Nel caso di terreni con pendenza superiore al 5% o di terreni a gradini, le distanze di sicurezza esterna ed interna, le distanze di protezione e le zone di rispetto (misurate in proiezione orizzontale) devono essere aumentate del 30%, nella direzione della massima pendenza verso la quota inferiore.

## 4.2 DISTANZE DI SICUREZZA

**4.2.1** Rispetto ai seguenti elementi pericolosi del deposito devono essere osservate le seguenti distanze di sicurezza esterna:

- a) da punti di riempimento, quando il serbatoio ha capacità fino a 5 m<sup>3</sup>:  
10 m;
- b) da punti di riempimento, quando il serbatoio ha capacità superiore a 5 fino a 30 m<sup>3</sup>: 20 m;  
superiore a 30 m<sup>3</sup>: 30 m;
- c) da punti di travaso: 40 m;
- d) da serbatoi fissi
- | Capacità del deposito (m <sup>3</sup> ) | Distanze (m) |
|---|--------------|
| fino a 12                               | 15;          |
| superiore a 12 fino a 50                | 25;          |
| superiore a 50 fino a 300               | 30;          |
| superiore a 300                         | 40;          |
- e) da pompe, compressori, contatori per liquido: 20 m;
- f) da apparecchiature per l'imbottigliamento: 40 m;
- g) da dispositivi di travaso: 40 m;
- h) da vaporizzatori:
- | Potenzialità (kg/h)          | Distanze (m) |
|------------------------------|--------------|
| fino a 20                    | 5;           |
| superiore a 20 fino a 200    | 10;          |
| superiore a 200 fino a 2.000 | 15;          |
- i) - da gruppi di recipienti mobili pieni
- | Capacità complessiva dei recipienti pieni (kg)  | Capacità massima dei singoli gruppi (kg) | Distanze (m) |
|---|--|--------------|
| Fino a 5.000 kg. devono essere rispettate le distanze prescritte dalla circolare M.I.S.A.n. 74 del 20.9.1956; |  |              |
| superiore a 5.000 fino a 50.000   | 25.000                                   | 20;          |
|   | 5.000                                    | 15;          |
| superiore a 50.000  | 25.000                                   | 25;          |
|   | 10.000                                   | 20;          |
- l) - da gruppi di recipienti vuoti non bonificati
- | Capacità potenziale dei singoli gruppi (kg) | Distanze (m) |
|---|--------------|
| 500   | 3;           |
| 5.000                                       | 5;           |
| superiore a 5.000                           | 10;          |
- m) - da flange, raccordi, valvole su tubazioni in fase liquida: 3 m;
- n) - da autocisterne o ferrocisterne in travaso devono essere osservate le stesse distanze previste per i punti di travaso e di riempimento;
- o) - da posti di sosta di autocisterna o ferro cisterna in attesa, prima e dopo il travaso devono essere osservate le distanze di protezione di cui al successivo punto 4.4.

**4.2.2** Le distanze di sicurezza esterna indicate nel punto 4.2.1 devono essere anche osservate rispetto a linee ferroviarie pubbliche (esclusi i raccordi di servizio a insediamenti industriali) e linee tranviarie in sede propria, fatta salva l'applicazione di disposizioni specifiche emanate dalle Ferrovie dello Stato.

**4.2.3** Le distanze di sicurezza esterne indicate nel punto 4.2.1 devono essere aumentate del 50% se i fabbricati esterni sono scuole, chiese, ospedali, locali di pubblico spettacolo alberghi, convitti, caserme, grandi magazzini, mercati stabili, stazioni ferroviarie.

**4.2.4** Tra gli elementi pericolosi e linee elettriche aeree deve essere osservata una distanza in proiezione di 20 m per tensioni superiori a 1 kV fino a 30 kV. Per tensioni superiori a 30 kV la distanza L, in metri, in funzione della tensione U, in kV, e' data dalla formula:  $L = 20 + 0,1x (U - 30)$ .

Nella fascia di rispetto di metri  $3 + 0,1 \times U$  dalla proiezione in piano delle linee elettriche con tensione oltre 1 kV , non devono sorgere fabbricati di alcun genere. Nel caso di linee elettriche aeree aventi tensione fino a 1 kV devono essere rispettate le distanze di protezione di cui al punto 4.4.

### 4.3 DISTANZE DI SICUREZZA INTERNA

**4.3.1** Fra gli elementi pericolosi del deposito si devono osservare le distanze di sicurezza interna, espresse in metri, nella seguente tabella:

ELEMENTO PERICOLOSO	a	b	c	d	e	f
Punti di travaso ...a	10 1)					
Serbatoi .....b	15 2)		- 4)			
Depositi di recipienti mobili pieni, o vuoti contenenti gas .....c	15 2)	15 2)		- 5)		
Pompe, compressori, contatori per liquido, vaporizzatori .....d	10 2) 6)	10 2) 7)		15 2)	-	
Apparecchiatura per imbottigliamento ...e	15 2)	15 2)		10 2)	15 3)	-
Autocisterne o ferro cisterne in travaso f 2) -	-	15 2)		15 2)	15 2)	15

**Note:**

- 1) valgono le specifiche distanze e limitazioni imposte dai successivi punti 6.1,2 e 6.3;
- 2) distanza ridotta alla metà se è interposto un muro di schermo o nel caso di serbatoi interrati o ricoperti;
- 3) distanza ridotta alla metà se è interposto un muro di schermo o nel caso di barriera d'acqua;
- 4) distanza fra serbatoi cilindrici orizzontali o sferici fuori terra: non inferiore alla semisomma dei diametri; distanza fra serbatoi interrati o ricoperti: non inferiore a 0,8 m;
- 5) distanza fra un gruppo di recipienti pieni o vuoti non bonificati e altri gruppi di recipienti pieni o vuoti non bonificati: 3 m; nessuna distanza se è interposto un muro di schermo;
- 6) nessuna distanza fra contatori per liquido e punti di travaso;
- 7) distanza di 10 m tra serbatoi e vaporizzatori, riducibili a 5 m se è interposto un muro di schermo. Nessuna distanza fra pompe o compressori serbatoi interrati o ricoperti. esclusi i casi rappresentati in [tavola 1](#), alle lettere c) e d) Inoltre dovrà essere osservato che:
  - le aree destinate alle autocisterne o ferro cisterne in attesa, prima e dopo il travaso siano esterne alle zone di rispetto del deposito;
  - fra le apparecchiature di imbottigliamento e le cabine per verniciatura dei recipienti mobili sia interposta una distanza non inferiore a 5 m, oppure un muro di schermo;

- fra gruppi di serbatoi fissi fuori terra, che potranno comprendere fino a 6 unità, ed fra gruppi di serbatoi interrati, che potranno comprendere fino a 12 unità, sia interposta una distanza non inferiore a tre diametri.

**4.3.2** E' consentito che, nei depositi di cui al punto 3.1, le distanze di sicurezza interna siano ridotte fino alla metà.

**4.3.3** Nel caso di depositi misti di G.P.L. ed altri combustibili o infiammabili, fermo restando l'osservanza di distanze previste dalle disposizioni specifiche, si devono osservare le seguenti distanze di sicurezza interna:

a) fra elementi pericolosi del deposito di G.P.L. e bordo del bacino di contenimento di serbatoi fuori terra di altri infiammabili, locali contenenti altri infiammabili, locali per infustamento di infiammabili, depositi di materiali combustibili: 15 m;

b) fra gli elementi pericolosi del deposito e pozzetti o attacchi per serbatoi interrati di altri combustibili o infiammabili: 15 m;

c) fra dispositivi di travaso di G.P.L. ed dispositivi di travaso di altri combustibili o infiammabili: 10 m.

**4.3.4** Le centrali termiche devono osservare una distanza di sicurezza interna non inferiore a 25 m rispetto a tutti gli elementi pericolosi del deposito.

#### **4.4 DISTANZE DI PROTEZIONE**

Rispetto agli elementi pericolosi del deposito devono essere osservate le seguenti distanze minime di protezione:

a) da punti di solo riempimento: 10 m;

b) da punti di travaso: 15 m;

c) da flange, raccordi o valvole montati direttamente sui serbatoi e da punti di spurgo e sfiato dei serbatoi:

Capacità del singolo serbatoio (m <sup>3</sup> )	Distanza (m)
fino a 5	10 m;
superiore a 5	15 m;

d) da pareti di serbatoi sprovvisti di aperture: la metà delle distanze indicate alla precedente lettera c);

e) da pompe, compressori, contatori per G.P.L. liquido: 10 m;

f) da vaporizzatori:

Potenzialità del vaporizzatore (kg/h)	Distanza (m)
fino a 20	5;
superiore a 20 fino a 200	10;
superiore a 200	15;

g) da apparecchiature per l'imbottigliamento: 15 m;

h) da dispositivi di travaso: 15 m;

i) da recipienti mobili eroganti G.P.L. in fase liquida: 10 m;

l) da recipienti mobili pieni con capacità singola fino a 25 kg: 3 m;

m) da recipienti mobili pieni con capacità singola superiore a 25 kg: 5 m;

n) da tubazioni con giunzioni saldate in fase liquida,  
o in fase gassosa alla pressione del serbatoio: 1 m;

o) da flange, raccordi, valvole su tubazioni come in n): 3 m;

## 4.5 ZONA DI RISPETTO

**4.5.1** Le distanze di cui al punto 4.4 determinano, all'interno del deposito, una zona di rispetto (vd. [tav.2 B](#)) In verticale, la zona di rispetto si estende per un metro al di sopra dei punti pericolosi, raccordandosi con i limiti della zona in proiezione (vd. [tav. 2 A](#)).

**4.5.2** Quando punti pericolosi (ad esempio recipienti mobili, apparecchiature di imbottigliamento, pompe, compressori, vaporizzatori) sono situati all'interno di un locale chiuso, tutto il locale e' da considerarsi zona di rispetto. La zona di rispetto può estendersi all'esterno delle aperture del locale qualora dette aperture si trovino, rispetto ai punti pericolosi, a distanza minore di quella di protezione richiesta (vd. [tav. 2 C](#)).

## TITOLO V - SERBATOI FISSI E ACCESSORI

### 5.1 GENERALITÀ

**5.1.1** I serbatoi possono essere installati fuori terra, se coibentati, oppure interrati, oppure ricoperti.

**5.1.2** I serbatoi devono essere installati comunque all'aperto.

**5.1.3** I serbatoi devono essere progettati, costruiti e collaudati in conformità alla norme vigenti sugli apparecchi a pressione.

**5.1.4** Ove sia possibile l'insorgere di spinte idrostatiche dovute ad acque di falda o di superficie, i serbatoi devono essere opportunamente ancorati o dotati di contrappeso, ovvero disposti ad altezza dal suolo sufficiente ad evitare la spinte stesse.

### 5.2 LIMITAZIONI DI CAPACITÀ E TIPO

**5.2.1** Le capacità unitarie dei serbatoi non possono superare i seguenti valori:

- a) serbatoi cilindrici orizzontali fuori terra: **500 m<sup>3</sup>**;
- b) serbatoi cilindrici verticali fuori terra: **500 m<sup>3</sup>**;
- c) serbatoi sferici fuori terra: **2.000 m<sup>3</sup>**;
- d) serbatoi cilindrici orizzontali interrati o ricoperti: **5.000 m<sup>3</sup>**;
- e) serbatoi container (quando assimilati a serbatoi fissi): **25 m<sup>3</sup>**.

**5.2.2** I serbatoi cilindrici verticali fuori terra devono comunque avere un rapporto tra altezza e diametro minore di 3.

### 5.3 SERBATOI FUORI TERRA

**5.3.1** Nei depositi di capacità complessiva superiore a 5 m<sup>3</sup> i serbatoi ed i loro supporti metallici, devono essere coibentati, come indicato al successivo punto 11.9, e protetti dall'impianto idrico di raffreddamento, come indicato al successivo [titolo XI](#).

**5.3.2** I serbatoi e le strutture accessorie devono essere collocati su adatte fondazioni, opportunamente calcolate in modo che sia impedito qualsiasi spostamento a cedimento, anche differenziale.

**5.3.3** I serbatoi cilindrici orizzontali di capacità superiore a 5 m<sup>3</sup> devono essere ancorati sul lato cui sono collegate le tubazioni principali del liquido e del vapore, e lasciati liberi di scorrere, per effetto

di variazioni termiche, sull'altro lato. La generatrice inferiore dei serbatoi deve essere ad altezza da terra tale da rendere i serbatoi stessi facilmente ispezionabili.

**5.3.4** Quando i serbatoi siano installati in prossimità di aree interne al deposito transitabili da veicoli, devono essere realizzate opportune difese, a distanza non inferiore a 1,5 m dai serbatoi stessi, al fine di impedire urti accidentali.

**5.3.5** La pavimentazione delle aree sottostanti e circostanti i serbatoi deve essere di opportuna pendenze, liscia, compatta e impermeabile al fine di favorire la diluizione di eventuali rilasci di prodotto in fase liquida ed il loro convogliamento verso aree in cui non si trovino fonti di pericolo o verso fosse di raccolta. Nel caso di gruppi di serbatoi la pendenza deve essere realizzata in modo da non determinare pericolo reciproco per i serbatoi.

**5.3.6** Le eventuali fosse di raccolta devono essere realizzate in funzione della massima perdita ipotizzabile che possa essere in esse convogliata. Esse, inoltre, dovranno essere sufficientemente lontane dai serbatoi, da edifici, da aree di lavorazione o da strutture di processo in modo tale che la radiazione termica che si sviluppa a seguito di un incendio non produca su di essi effetti negativi.

**5.3.7** Nelle fosse di raccolta dovrà essere installato un sistema di controllo dell'atmosfera, avente le caratteristiche indicate nell'articolo 11.14. Ove necessario, inoltre, il deposito dovrà essere dotato di adeguate attrezzature per la produzione di schiuma al fine di coprire pozze, zone di ristagno ed eventuali fosse di raccolta.

**5.3.8** In alternativa alla coibentazione di cui al precedente punto 5.3.1, i serbatoi possono essere protetti con un sistema interno costituito da strutture cellulari di alluminio in grado di trasferire rapidamente e continuamente il calore dalle pareti al liquido, consentendo così la fuoriuscita totale del gas e mantenendo la temperatura delle pareti al di sotto di quella di collasso

## **5.4 SERBATOI INTERRATI O RICOPERTI**

**5.4.1** I serbatoi possono essere installati completamente sotto il livello del suolo (vd. [tav.1 A](#)) oppure parzialmente o totalmente al di sopra del livello del suolo (vd. stessa tavola, punti B, C, D ed E) In corrispondenza di ogni punto del serbatoio lo spessore minimo del materiale di ricoprimento non deve essere inferiore a 0,5 m. I serbatoi devono essere dotati di un sistema di controllo per l'allineamento statico.

**5.4.2** I serbatoi devono poggiare su adatte fondazioni, calcolate secondo quanto indicato al punto 5.3.2, oppure su letto in sabbia opportunamente sagomato e costipato. Essi devono essere successivamente contornati di sabbia o altro materiale adatto, costipato in modo da impedire spostamenti. Al fine di garantire l'assenza di cedimenti dei serbatoi installati sul letto di sabbia, dopo la ricopertura, se ne dovrà procedere al riempimento con acqua e rilevare settimanalmente, per un periodo di due mesi, gli eventuali cedimenti del piano di appoggio.

**5.4.3** I serbatoi devono essere dotati di un impianto di protezione catodica (vd. 10.3), esclusi quelli posti in cassa di contenimento (vd. 9.5).

**5.4.4** I serbatoi devono essere provvisti di un rivestimento costituito da materiale idoneo, quali bitumi, catrami, fibre di vetro, resine sintetiche, elastomeri e simili, che posseggano in particolare adeguati requisiti di resistività elettrica, aderenza, plasticità, resistenza meccanica, non igroscopicità, impermeabilità ed inalterabilità rispetto agli agenti aggressivi del terreno. La rispondenza dei materiali ai requisiti fissati al precedente capoverso nonché la loro installazione

secondo le regole di buona tecnica, devono essere dichiarate dalla ditta installatrice, sotto la responsabilità del rappresentante legale.

**5.4.5** Le flange superiori di attacco dei serbatoi devono sporgere al di sopra del materiale di ricoprimento. Il tubo inferiore di uscita del liquido deve essere a doppia parete, con giunto di dilatazione.

**5.4.6** Nel caso di serbatoi ricoperti, il materiale di ricoprimento deve essere adeguatamente protetto contro l'erosione da parte degli agenti atmosferici (ad es. mediante manto erboso).

**5.4.7** I serbatoi ricoperti possono essere installati:

a) totalmente ricoperti (vd. [tavola 1 B](#));

b) con una calotta esterna al manto di ricoprimento (vd. tavola 1, lettera C). In questo caso devono essere osservati i seguenti accorgimenti:

- il materiale di ricoprimento deve essere contenuto a mezzo di un adeguato muro di sostegno sul lato della calotta scoperta;

- la parte di serbatoio scoperta deve essere protetta con materiale coibente (vd. 11.9.1);

- in caso di serbatoi affiancati dovranno essere realizzati uno o più muri di schermo per dividere in settori le zone di ogni singolo serbatoio, in corrispondenza della calotta esterna. La geometria dei muri dovrà essere tale da interrompere qualsiasi linea congiungente le calotte dei serbatoi. Le tubazioni a servizio di ogni singolo serbatoio non possono attraversare i settori così realizzati, per un tratto di almeno 5 m di distanza dalla generatrice estrema della calotta (vd. [tav.1 D](#)):

c) con parte di calotta accessibile attraverso un apposito tunnel, aperto ad una estremità (vd. tavola 1, E) Il tunnel deve essere presidiato da un sistema di controllo dell'atmosfera che deve essere conforme a quanto prescritto nel punto 11.14, lettera b). La parte di serbatoio scoperta deve essere protetta con materiale coibente come previsto al punto 11.9.1

**5.4.8** Le ispezioni preservizio dovranno essere effettuate in conformità a quanto stabilito al successivo punto 13.12.

## **5.5 ACCESSORI DEI SERBATOI**

**5.5.1** I serbatoi devono essere provvisti di valvole di sicurezza, in conformità alle norme sugli apparecchi a pressione.

**5.5.2** Sui serbatoi devono essere installate le seguenti attrezzature ausiliarie:

a) una valvola di sicurezza di riserva;

b) un dispositivo idoneo ad escludere, a scopo manutenzione, le singole valvole di sicurezza dall'esercizio; comunque dovrà sempre essere assicurata la portata di efflusso prevista dalle vigenti norme;

c) uno scarico delle valvole di sicurezza diretto verso l'alto, tale da non costituire pericolo per gli operatori e ad altezza minima di 2 m dalla generatrice superiore del serbatoio;

d) un indicatore di livello del liquido contenuta nel serbatoio, di tipo a segnalazione continua, con esclusione di indicatori a vetro trasparente;

e) un segnalatore indipendente di allarme per il massimo livello, udibile in posti presidiati e collegato ad un dispositivo di blocco del riempimento;

f) un manometro collegato alla parte alta del serbatoio, portante l'indicazione della pressione di progetto, provvisto di flangia regolamentare per l'attacco del manometro campione, dotata di foro di passaggio con diametro non superiore a 1,5 mm;

g) un indicatore di temperatura;

h) un segnalatore di allarme per alta pressione, udibile nei posti presidiati.

**5.5.3** I misuratori di temperatura devono essere posti entro guaina o pozzetto termometrico dotati di valvola a sfera per la chiusura in caso di perdita.

**5.5.4** Gli attacchi di prelievo dal serbatoio devono essere provvisti di valvola di intercettazione manuale ed inoltre, di una valvola di eccesso di flusso o di una valvola comandata a distanza.

**5.5.5** Gli attacchi per l'immissione nel serbatoio devono essere provvisti di una valvola di intercettazione manuale ed inoltre, di una valvola di non ritorno oppure di una valvola comandata a distanza.

**5.5.6** Le tubazioni per lo spurgo o per il prelievo campioni direttamente collegate al serbatoio devono essere provviste di due valvole manuali di intercettazione in serie, distanti fra loro almeno 0,6 m. La seconda di tali valvole, di diametro non superiore a DN 20, deve potersi chiudere automaticamente ove cessi l'intervento dell'operatore.

**5.5.7** L'estremità libera della tubazione di spurgo deve essere portata in zona sicura e, per i serbatoi fuori terra, a distanza di almeno 1 m dalla proiezione in pianta di serbatoi, comunque in area sicura.

**5.5.8** Nel caso di depositi con serbatoi fissi di capacità complessiva fino a 30 m<sup>3</sup>, i singoli serbatoi possono essere provvisti di punto di riempimento posto direttamente sul serbatoio o in prossimità di questo. In tal caso valgono le prescrizioni di cui al D.M. 31 marzo 1984, (S.O.G.U. 4 Maggio 1984), di cui ai punti 4.5.2, 4.5.3, 5.2, lettere e) f) g) l) m), 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 10.7 e 10.8.

## **TITOLO VI - IMPIANTI PER IL TRAVASO**

### **6.1 GENERALITA' SUI PUNTI DI TRAVASO**

**6.1.1** Il travaso da autocisterne o ferro cisterne a serbatoi fissi, e viceversa, deve essere eseguito mediante due linee, di cui una per la fase liquida ed una per il ritorno della fase gassosa, con l'ausilio di una pompa o di un compressore, e comunque in modo da evitare dispersioni di gas nell'atmosfera.

**6.1.2** Il collegamento fra autocisterne o ferro cisterne e l'impianto fisso deve avvenire per la fase liquida mediante appositi bracci metallici, salvo il caso delle manichette flessibili in dotazione alle autocisterne munite di pompa di scarico. inoltre dovrà essere predisposta un impianto di consenso all'azionamento delle pompe del g.p.l. asservito alla messa a terra delle ferro, cisterne e delle autocisterne;

**6.1.3** I punti di travaso devono essere ubicati in zona aperta e ventilata evitando aree infossate, in modo da essere osservabili dai luoghi di controllo del deposito.

**6.1.4** Eventuali ripari a protezione dalle intemperie degli addetti alle operazioni di travaso devono essere di ampiezza limitata per non diminuire l'aerazione della zona od ostacolare l'azione degli impianti antincendio.

**6.1.5** Le estremità dell'impianto fisso a cui sono collegati i bracci metallici devono essere dotate di almeno uno dei seguenti dispositivi:

a) valvola di non ritorno e valvola di intercettazione manuale a monte della stessa (tale soluzione può essere adottata solo quando il movimento del G.P.L.

avvenga in un solo senso da autobotte o ferro cisterna a serbatoi fissi);

b) valvola comandata a distanza e valvola di intercettazione manuale a monte della stessa.

**6.1.6** Le estremità libere dei bracci metallici e delle manichette flessibili per la fase gassosa devono essere provviste di valvola di intercettazione manuale, con dispositivo di fermo nella posizione di chiusura.

**6.1.7** In prossimità dei punti di travaso devono essere posti i comandi di arresto per le pompe o compressori che servono il travaso.

**6.1.8** Le manichette flessibili devono essere resistenti internamente al G.P.L. ed esternamente all'invecchiamento e alle abrasioni, ed avere pressione di scoppio, con raccordi montati, di almeno 80 bar.

**6.1.9** I depositi nei quali si effettua il caricamento di autocisterne e/o ferro cisterne devono essere dotati di impianto omologato per la pesatura o di altro sistema idoneo alla verifica del quantitativo caricato. I dispositivi di pesatura a bascula posti in pozzetto e/o ambienti interrati, sono ammessi purché a distanza non inferiore a 25 m dagli elementi pericolosi del deposito.

## **6.2 PUNTI DI TRAVASO PER AUTOCISTERNE**

**6.2.1** I punti di travaso per autocisterne devono essere disposti in modo da:

a) evitare per quanto possibile interferenze di traffico fra autocisterne ed altri automezzi circolanti nel deposito,

b) consentire il rapido allontanamento delle autocisterne in caso di necessità

c) permettere l'agevole entrata di mezzi di emergenza provenienti dall'esterno.

**6.2.2** Ogni punto di travaso può consentire il carico o lo scarico contemporaneo di motrice e rimorchio della stessa autocisterna.

**6.2.3** Più punti di travaso realizzati presso lo stesso deposito devono essere disposti a "pettine", e rispettare le distanze di sicurezza interne. La distanza fra punti di travaso può essere ridotta a 8 m con l'interposizione di un muro di schermo.

**6.2.4** La pavimentazione in corrispondenza del punto di sosta dell'autocisterna per il travaso deve essere di tipo impermeabile ed in piano (con pendenza massima ammessa dell'1%) per evitare movimenti incontrollati del veicolo sotto travaso.

**6.2.5** Le attrezzature dei punti di travaso devono essere efficacemente protette da urti da parte delle autocisterne, ad esempio disponendole su isola sopraelevata rispetto al piano carrabile di almeno 25 cm ed a sufficiente distanza dai bordi dell'isola.

**6.2.6** Le autocisterne in attesa, prima e dopo il travaso, devono sostare in apposite aree al di fuori delle zone di rispetto di cui al punto 4.5.

**6.2.7** Il tronchetto di collegamento fra autocisterna e valvola terminale del braccio di carico deve essere provvisto di apposito dispositivo che ne consenta lo svuotamento in aree sicure, prima che sia scollegato il braccio.

**6.2.8** I punti di travaso devono essere dotati di dispositivi di sicurezza atti ad evitare la fuoriuscita di G.P.L. in caso di rottura del braccio di carico dovuta alla manovra dell'autocisterna.

### **6.3 PUNTI DI TRAVASO PER FERRO CISTERNE**

**6.3.1** I punti di travaso per ferro cisterne devono essere ubicati su binario appositamente destinato per tale operazione ed essere disposti in modo da:

- a) consentire l'avvicinamento di mezzi di emergenza mediante strade parallele ai binari;
- b) evitare per quanto possibile interferenze fra percorso delle ferro cisterne e strade interne al deposito.

**6.3.2** I punti di travaso, normalmente, devono essere disposti su binari separati e paralleli. Ogni punto di travaso deve essere predisposto per un solo vagone; la distanza di sicurezza fra i punti di travaso deve essere di 8 m e deve essere interposto un muro di schermo.

In alternativa, onde rendere possibile il carico o lo scarico contemporaneo di quattro ferro cisterne collegate fra loro in un unico convoglio, i punti di travaso possono essere disposti lungo un unico binario al massimo in numero di quattro, purché siano rispettate le seguenti prescrizioni:

a) sia predisposto un impianto fisso a barriera d'acqua che assicuri la protezione reciproca dei vagoni durante le operazioni di travaso;

b) i comandi di azionamento della barriera d'acqua siano posti in un luogo sicuro e sicuramente raggiungibile, comunque fuori dalle zone di rispetto definite al punto 4.5;

c) le operazioni di travaso avvengano contemporaneamente;

d) il convoglio sia spostato unicamente con congegni provvisti dei dispositivi di cui al punto 13.10.3.

e) la reciproca distanza fra punti di travaso non sia inferiore a 15 m.

**6.3.3** Il binario in corrispondenza del punto di travaso deve essere in piano (con pendenza massima ammessa del due per mille) per evitare movimenti incontrollati delle ferro cisterne.

**6.3.4** L'urto accidentale di ferro cisterne sotto travaso da parte di altri vagoni in movimento deve essere evitato mediante l'adozione di adatti dispositivi.

**6.3.5** Per le manovre di attacco e stacco dei bracci metallici deve essere predisposta una adatta piattaforma di servizio se le ferro cisterne sono provviste di attacchi sulla parte superiore.

**6.3.6** La configurazione planimetrica dei raccordi ferroviari per i punti di travaso deve essere in accordo con le norme specifiche dell'Ente ferroviario.

**6.3.7** Il tronchetto di collegamento tra ferro cisterna e valvola terminale del braccio di carico deve essere provvisto di un apposito dispositivo che ne consenta lo svuotamento in area sicura, prima che sia scollegato il braccio.

## **TITOLO VII - ALTRE ATTREZZATURE PER G.P.L.**

### **7.1 TUBAZIONI PER LIQUIDO**

**7.1.1** Le tubazioni per la movimentazione di G.P.L. liquido all'interno del deposito possono essere installate fuori terra o interrate. Le tubazioni devono essere esterne agli edifici, fatta esclusione dei locali adibiti al ricovero di elementi pericolosi.

**7.1.2** Le tubazioni devono essere sostenute ed installate in modo da avere adeguata flessibilità e assorbire spostamenti dovuti a espansione e contrazione termica e sforzi da parte degli apparecchi cui sono collegate.

**7.1.3** Le tubazioni fuori terra devono essere disposte in modo che siano evitati urti accidentali, ad esempio da parte di automezzi in servizio nel deposito o di mezzi antincendio. Qualora i supporti metallici possano essere interessati da incendio dovranno essere coibentati.

**7.1.4** Le tubazioni interrate possono essere installate in uno dei modi seguenti:

a) in cunicolo ispezionabile riempito con sabbia, munito di lastre di copertura, o in cunicolo convenientemente arieggiato, ricoperto di grigliati atti a sopportare il transito previsto;

b) in incamiciatura metallica provvista di distanziatori verso la tubazione interna e di sfiati con rete taglia fiamma;

c) in letto di posa di sabbia, con collegamento a impianto di protezione catodica

In corrispondenza di zone soggette a traffico veicolare deve essere previsto un adatto sistema di protezione (ad es. lastre in calcestruzzo armato) al fine di evitare danni alle tubazioni sottostanti,

**7.1.5** Le tubazioni devono essere progettate per una pressione non inferiore a 40 bar per propani, propilene e miscele A, AO, Al, B e C e a 25 bar per soli butani, butilene, isobutilene, e devono essere costruite in acciaio per diametri interni superiori a 16 mm, in acciaio o in rame per diametri interni fino a 16 mm.

**7.1.6** Le giunzioni delle tubazioni in acciaio devono essere saldate o a flangia per diametri interni superiori a 50 mm; sono consentite giunzioni a filettatura conica per diametri interni fino a 50 mm. Le giunzioni non in vista devono essere esclusivamente saldate. Per quanto possibile, le giunzioni non saldate devono essere ridotte al minimo.

**7.1.7** Le giunzioni delle tubazioni in rame possono essere realizzate mediante brasaggio, brasaggio capillare, giunti a brasare o raccordi meccanici.

**7.1.8** Le tubazioni in acciaio devono essere protette dalle corrosioni mediante adatto trattamento di verniciatura per i tratti fuori terra e rivestimento protettivo elettricamente isolante per i tratti interrati.

**7.1.9** Le tubazioni all'interno del deposito devono essere sezionabili in tratte aventi volume non superiore a 25 m<sup>3</sup>. Ogni tratta fra due valvole avente volume superiore a 0,1m<sup>3</sup> deve essere provvista di valvola automatica di sfioro contro le sovrappressioni termiche.

**7.1.10** Quanto indicato nei punti da 7.1.1 a 7.1.8 è anche valido per le tubazioni in fase gassosa a pressione non ridotta (ossia comunicanti direttamente con serbatoi o recipienti contenenti G.P.L. in fase liquida).

**7.1.11** Nei limiti di problemi funzionali e di esercizio devono essere evitate le giunzioni flangiate fra tratti di tubazioni in fase liquida nell'area di rispetto dei serbatoi fuori terra.

## **7.2 VALVOLE ED ACCESSORI**

**7.2.1** Le valvole, i rubinetti, le flange, i raccordi, gli accessori per la fase liquida o per la fase gassosa a pressione non ridotta devono essere in acciaio per diametri interni oltre 16 mm. Per diametri interni inferiori è consentito l'uso di ottone, purché i suddetti accessori non siano direttamente collegati a serbatoi di capacità superiore a 30 m<sup>3</sup>.

**7.2.2** Le valvole, i rubinetti, le flange, i raccordi, gli accessori devono essere progettati per una pressione non inferiore a 40 bar per propani, propilene e miscele A, AO, AI, B e C e a 25 bar per soli butani.

**7.2.3** Le valvole di intercettazione poste sulle linee del liquido e quelle poste sugli attacchi dei serbatoi per la fase gas devono essere di tipo tale da non consentire apprezzabili perdite verso l'esterno quando esse siano investite dal fuoco.

## **7.3 POMPE, COMPRESSORI E CONTATORI**

**7.3.1** Pompe, compressori e contatori per liquido possono essere installati o all'aperto o in adatto locale (vd. 9.2), o sotto tettoia (vd. 9.3). Deve essere evitata l'installazione in aree infossate o poco ventilate.

**7.3.2** Nel caso di serbatoi interrati o ricoperti, le pompe possono anche essere disposte immerse, semimmerse, oppure in pozzetto posto a lato del serbatoio (vd. 9.E). I comandi di marcia e arresto delle pompe devono essere posti all'esterno del pozzetto.

**7.3.3** Pompe, compressori e contatori per liquido devono essere progettati per la massima pressione raggiungibile durante l'esercizio, tenendo anche conto della sovrappressione di mandata e comunque per una pressione non inferiore a 30 bar.

**7.3.4** I compressori di tipo volumetrico devono essere dotati di valvola di sicurezza sul lato mandata.

## **7.4 APPARECCHIATURE PER L' IMBOTTIGLIAMENTO**

**7.4.1** Le apparecchiature per l'imbottigliamento devono essere installate, o all'aperto o sotto tettoia o in adatto locale.

**7.4.2** Le pinze delle bilance di imbottigliamento devono essere tali da non consentire l'efflusso di G.P.L. nei casi seguenti:

- a) quando la pinza non sia collegata al recipiente da riempire;
- b) quando venga a mancare il fluido di comando per l'erogazione (ad es. aria compressa) o il comando manuale di apertura (ad es. pressione su di un pulsante) –

**7.4.3** Sulla linea di adduzione del G.P.L. liquido alle apparecchiature di imbottigliamento deve essere disposta una valvola telecomandata a chiusura rapida.

Sulla linea di ritorno ai serbatoi dalle apparecchiature di imbottigliamento deve essere disposta una valvola telecomandata a chiusura rapida oppure una valvola di non ritorno.

**7.4.4** A valle delle apparecchiature di imbottigliamento devono essere disponibili adatti sistemi per la prova di tenuta dei recipienti dopo l'imbottigliamento e per il controllo del massimo riempimento.

**7.4.5** Presso gli impianti di imbottigliamento deve essere disponibile un adatto dispositivo per provvedere, ove necessario, alla eventuale bonifica delle bombole prima del riempimento.

**7.4.6** L'eventuale cabina di verniciatura all'interno del locale imbottigliamento deve essere a distanza di sicurezza dalle bilance di riempimento.

**7.4.7** I recipienti mobili, dopo il riempimento, devono essere muniti di un cartellino indicante la ditta riempitrice, l'attestazione dell'esecuzione della prova di tenuta dopo il riempimento e la data della prova stessa.

## **7.5 VAPORIZZATORI**

**7.5.1** I vaporizzatori possono essere installati o all'aperto o in adatto locale o sotto tettoia.

**7.5.2** I vaporizzatori possono essere del tipo con riscaldamento ad aria, acqua, olio, vapor d'acqua o resistenza elettrica.

**7.5.3** I vaporizzatori possono essere disposti in serie o, in parallelo rispetto al serbatoio dal quale e' effettuato il prelievo del G.P.L. liquido. Le tubazioni di collegamento fra vaporizzatori e serbatoi devono essere intercettabili.

**7.5.4** I vaporizzatori devono essere progettati, costruiti e verificati in conformità alle norme vigenti sugli apparecchi a pressione. In particolare devono essere corredati di valvola di sicurezza contro le sovrappressioni.

**7.5.5** I vaporizzatori devono essere progettati e costruiti in modo, da impedire.

- a) l'entrata di G.P.L. liquido o gassoso nel circuito del fluido riscaldante;
- b) il passaggio di G.P.L. liquido nel circuito del G.P.L. gassoso.-

**7.5.6** Le eventuali caldaie per il riscaldamento dei vaporizzatori devono essere installate all'esterno delle zone di rispetto del deposito, alla distanza di sicurezza interna prevista al punto 4.3.4.

## **7.6 APERTURE DI SPURGO E DI SFIATO**

**7.6.1** Le linee di spurgo o di sfiato, compresi gli sfiati di valvole di sicurezza per -eccesso di pressione collegate ad apparecchi o impianti contenuti all'interno di locali e le valvole di sfioro, devono essere convogliate all'aperto in area sicura. -

## **TITOLO VIII - DEPOSITI DI RECIPIENTI MOBILI**

### **8.1 GENERALITÀ**

I depositi di recipienti mobili pieni o vuoti non bonificati possono essere realizzati o all'aperto o sotto tettoia o in locale atto a contenere elementi pericolosi. I recipienti di capacità superiore a 250 litri devono essere depositati solo all'aperto o sotto tettoia. I locali di tipo chiuso non possono essere destinati a deposito di recipienti mobili pieni.

### **8.2 DEPOSITI DI RECIPIENTI MOBILI PRESSO IMPIANTI DI IMBOTTIGLIAMENTO**

**8.2.1** Il deposito di recipienti pieni e vuoti all'interno del locale in cui viene effettuato l'imbottigliamento deve essere per quanto possibile limitato e comunque inferiore a 5.000 kg di G.P.L., ivi compresa la capacità dei recipienti vuoti non bonificati.

**8.2.2** I recipienti pieni posti al di fuori del locale destinato all'imbottigliamento devono essere suddivisi in gruppi, di capacità singola non superiore a 25.000 kg, se in pallets, ed a 15.000 kg se sfusi.

**8.2.3** I recipienti vuoti non bonificati posti al di fuori del locale imbottigliamento devono essere suddivisi in gruppi di capacità singola non superiore a 100.000 kg.

### **8.3 DEPOSITI SEPARATI DI RECIPIENTI MOBILI**

**8.3.1** Nei depositi separati di recipienti mobili, i recipienti pieni devono essere divisi in gruppi di capacità complessiva non superiore a 5.000 kg se in palaste e 2.500 kg se sfusi.

## **TITOLO IX - CARATTERISTICHE DELLE COSTRUZIONI**

### **9.1 RECINZIONE**

**9.1.1** I depositi di cui al punto 3.1 devono essere provvisti di recinzione, estesa all'intero perimetro e di altezza totale minima di 2 m. La recinzione può essere totalmente in rete metallica, ad eccezione dei casi di cui al punto 4.1.4.

**9.1.2** I depositi di cui al punto 3.2 devono essere provvisti di recinzione, estesa all'intero perimetro, di altezza totale minima 2.50 m. Tale recinzione deve essere preferibilmente in muro continuo (in calcestruzzo, lastre in calcestruzzo con pilastri intermedi, muratura, ecc.). Caso per caso può essere consentito che la recinzione, o parte di essa, sia in robusta rete o inferriata metallica.

**9.1.3** La recinzione dei depositi deve essere a distanza di protezione rispetto agli elementi pericolosi.

**9.1.4** La recinzione dei depositi di cui al punto 3.2 deve essere provvista di almeno un accesso carraio di altezza minima 4 m e larghezza minima 4,50 m, che consenta l'agevole passaggio di mezzi antincendio provenienti dall'esterno e che sia situata il più possibile distante dagli elementi pericolosi del deposito.

**9.1.5** I depositi collocati all'interno di raffinerie, depositi di prodotti petroliferi o impianti petrolchimici, già interamente recintati a norma di legge, non necessitano di recinzione propria.

**9.1.6** I depositi di cui al punto 3.1 collocati all'interno di complessi industriali non necessitano di recinzione, a condizione che siano rispettate le prescrizioni di cui al punto 4.6.2 del D.M. 31/3/84, ferme restando tutte le altre prescrizioni relative alle zone di rispetto. In alternativa devono osservare quanto previsto al successivo punto 9.1.7.

**9.1.7** La recinzione dei depositi di cui al punto 3.2, collocati all'interno di complessi industriali può essere interamente in rete metallica, di altezza totale minima 2 m ed a distanza minima di 2 m dagli elementi pericolosi, restando valide tutte le altre prescrizioni stabilite per le zone di rispetto.

## **9.2 LOCALI CONTENENTI ELEMENTI PERICOLOSI**

**9.2.1** I locali in cui sono contenuti elementi pericolosi devono essere ad un solo piano, con livello del pavimento uguale o superiore a quello del terreno circostante. Al disotto o in adiacenza dei locali non devono sussistere vani di alcun genere.

**9.2.2** I locali possono essere di tipo aperto, a ventilazione naturale o di tipo chiuso a ventilazione forzata. Nei rispettivi casi valgono le seguenti definizioni, disposizioni e limitazioni:

**a)** Locali di tipo aperto: sono quelli in cui la parte chiusa delle pareti laterali (porte e finestre comprese) non supera il 60% della superficie laterale totale; in detti locali le aperture (prive di serramento) devono comunque estendersi al 40% del perimetro, con limite inferiore a filo di pavimento ed interessare almeno due pareti del locale. I locali destinati a contenere esclusivamente recipienti portatili, che manchino di una intera parete avente lunghezza almeno pari al 20% del perimetro, possono essere considerati di tipo aperto;

**b)** Locali di tipo a ventilazione naturale: sono quelli che hanno aperture (prive di serramento) a livello del pavimento di superficie non inferiore al 10% della superficie totale del pavimento, interessanti almeno due lati del locale, nonché aperture (prive di serramento) disposte sulla parte alta del locale di superficie non inferiore al 5% della superficie totale del pavimento. Tali locali dovranno essere dotati di sistemi di controllo dell'atmosfera in conformità a quanto disposto nell'articolo 11.14.;

**c)** Locali di tipo chiuso: locali non aventi i requisiti di cui alle precedenti lettere. Essi non possono essere destinati comunque a deposito di recipienti mobili pieni. Essi devono essere provvisti di un impianto di ventilazione forzata con una o più bocche disposte a livello di pavimento nonché di dispositivo di controllo dell'atmosfera in conformità con quanto disposto nei punti 11.14 ed 11.15.

**9.2.3** I locali devono prestarsi ad un facile esodo in caso di pericolo. Porte ed aperture devono essere disposte in modo da essere raggiungibili con percorso non superiore a 20 m. Le porte a battente devono essere apribili verso l'esterno.

**9.2.4** I locali devono essere costruiti con materiali non combustibili. Sono ammessi i seguenti due tipi di costruzione:

- a) Costruzione leggera, che non opponga sensibile resistenza in caso di esplosione;
- b) Costruzione pesante, ad esempio con pareti in muratura. o cemento armato, o copertura in cemento armato; in tale caso devono esistere, lateralmente o superiormente, superfici aperte o che non oppongono sensibile resistenza in caso di esplosione per; una superficie almeno pari a  $1 \text{ m}^2$  per ogni  $20 \text{ m}^3$  di volume del locale.

Non e' consentito l'impiego di tegole, lastre in pietra o lastre metalliche per la copertura del tetto.

**9.2.5** I pavimenti devono essere realizzati con materiali di classe zero di reazione al fuoco che siano sufficientemente conducibili.

Le pavimentazione in cemento o in malta di cemento con sabbia calcarea hanno i suddetti requisiti. Sono tuttavia ammesse pavimentazioni in mattonelle di asfalto o in getto di flintkote legato a sabbia calcarea o simili.

**9.2.6** Parti di pareti laterali e del pavimento che eventualmente non siano di classe zero di reazione al fuoco devono essere limitati al 10% della superficie relativa. Eventuali lucernari o finestrate devono essere realizzati con materiali in classe 1 di reazione al fuoco e non presentare gocciolamento in caso di combustione.

### **9.3 TETTOIE**

**9.3.1** Le eventuali tettoie per il riparo di parti di impianti dagli agenti atmosferici devono essere in materiali di classe zero, con l'esclusione di lastre metalliche.

Ai fini del presente decreto si intendono tettoie le coperture prive di pareti perimetrali, ovvero chiuse tutt'al più su uno o due lati.

### **9.4 FONDAZIONI E SUPPORTI PER I SERBATOI**

**9.4.1** Le fondazioni ed i supporti dei serbatoi, ove esistenti, devono essere calcolati sulla base di un adeguato studio sismico e geologico del terreno.

**9.4.2** I supporti dei serbatoi fuori terra devono avere resistenza al fuoco R 90 ed essere preferibilmente in cemento armato. Gli eventuali supporti metallici devono essere protetti con adatto rivestimento, in grado di assicurare la resistenza al fuoco R 90.

**9.4.3** Deve essere assicurato, con adatti sistemi, che i supporti in cemento armato non siano a diretto contatto con l'involucro a pressione del serbatoio, onde evitare corrosioni.

### **9.5 CLASSE DI CONTENIMENTO PER SERBATOI INTERRATI**

**9.5.1** Le eventuali casse di contenimento per serbatoi cilindrici interrati devono essere in cemento armato con rivestimento interno in malta cementizia o altro materiale che assicuri una equivalente impermeabilità.

**9.5.2** Le casse devono avere le seguenti altre caratteristiche costruttive:

- a) bordi superiori sporgenti almeno 0,1 m e non oltre 0,4 m sul piano di campagna;

b) dimensioni interne che consentano uno spazio di almeno 0,5 m fra serbatoio e pareti e fondo della cassa.

**9.5.3** Lo spazio fra pareti del serbatoio e pareti della cassa deve essere riempito di sabbia. La sabbia deve coprire l'intero serbatoio con spessore di almeno 0,5 m lasciando in vista gli accessori.

**9.5.4** La cassa deve essere provvista di copertura leggera in materiale non combustibile, con esclusione di lastre metalliche, per la protezione dagli agenti atmosferici, onde evitare in particolare l'entrata di acqua piovana.

## **9.6 POZZETTI PER POMPE DI SERBATOI INTERRATI**

**9.6.1** Gli eventuali pozzetti per pompe di serbatoi interrati devono essere costruiti come segue:

- a) struttura in cemento armato con intonaco in malta cementi zia o materiale equivalente;
- b) bordi superiori sporgenti almeno 0,1 m sul piano di campagna;
- c) scala fissa antiscintilla per l'agevole accesso;
- d) ampiezza sufficiente per le manovre;
- e) pavimentazione come indicato nel punto 9.2.5;
- f) copertura leggera e non-combustibile, con esclusione di lastre metalliche.

**9.6.2** I pozzetti devono essere provvisti di impianto di ventilazione forzata in conformità con quanto prescritto nell'articolo 11.15.

## **TITOLO X - IMPIANTI ELETTRICI, DI PROTEZIONE CATODICA E DI TERRA**

### **10.1 GENERALITA'**

**10.1.1** Gli impianti elettrici e di terra devono essere eseguiti a regola d'arte.

**10.1.2** I comandi principali di distribuzione di energia elettrica devono essere accentrati in un unico quadro di comando adeguatamente segnalato, collocato in prossimità dell'ingresso, e comunque all'esterno della zona di rispetto degli elementi pericolosi.

### **10.2 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE**

**10.2.1** I depositi di cui al punto 3.1 devono essere provvisti di impianto fisso di illuminazione oppure, per aree non servite da rete di energia elettrica, devono essere dotati di apparecchi di illuminazione portatili, in esecuzione sicurezza.

**10.2.2** I depositi di cui al punto 3.2 devono essere provvisti di impianto fisso di illuminazione. L'impianto deve consentire l'illuminazione delle valvole e tutte le apparecchiature la cui utilizzazione è rilevante ai fini della sicurezza (i punti in cui si effettuano operazioni di collegamento per riempimento di serbatoi, travasi) manovre di valvole, lettura di strumenti, spurghi, sfiati o simili.) al fine di permetterne comodamente la sorveglianza.

Le zone di rispetto devono essere altresì illuminate

### **10.3 IMPIANTI DI PROTEZIONE CATODICA**

**10.3.1** Gli impianti di protezione catodica devono essere realizzati a regola d'arte. Devono essere previsti adeguati controlli periodici.

**10.3.2** Gli impianti di protezione catodica di serbatoi o tubazioni interrati possono essere a corrente impressa o ad anodi galvanici.

**10.3.3** Le strutture da proteggere devono essere dotate su tutta la loro superficie di rivestimento isolante e meccanicamente resistente.

**10.3.4** Le tubazioni, comprese quelle connesse ai serbatoi ed i serbatoi collegati all'impianto di protezione catodica, devono essere provvisti di giunto isolante in corrispondenza dell'entrata od uscita dal terreno.

**10.3.5.** Gli alimentatori di corrente impressa devono essere periodicamente controllati per quanto riguarda la continuità di funzionamento e durata nel tempo

**10.3.6** Il numero e peso degli anodi devono essere determinati in base ad una durata minima di 20 anni. Nel caso di necessità di più anodi questi devono essere fra loro collegati.

**10.3.7** Gli impianti a corrente impressa o ad anodi galvanici devono essere dotati di adatti cavi conduttori e morsettiera per la rilevazione dei seguenti dati durante l'esercizio:

- a) resistenza complessiva verso terra della struttura da proteggere;
- b) differenza di potenziale fra struttura da proteggere e terreno circostante;
- o) consumo di corrente durante l'esercizio

**10.3.8** Gli impianti per la protezione di strutture aventi superficie a contatto con il terreno superiore a 100 m<sup>2</sup> devono essere muniti di strumentazione fissa per il rilievo dei dati indicati in 10.3.7

**10.3.9** Gli impianti devono assicurare una differenza di potenziale di almeno 0,9 V fra ogni punto della struttura da proteggere e il terreno circostante (riferita a elettrodo Cu/Cu SO<sub>4</sub>).

### **10.4 IMPIANTI DI TERRA**

**10.4.1** I serbatoi, gli impianti fissi e le strutture metalliche fisse devono essere collegati elettricamente a terra per la dispersione delle cariche elettrostatiche e per la protezione contro le scariche atmosferiche e le correnti di guasto delle apparecchiature elettriche.

**10.4.2** I punti di travaso devono essere corredati di impianto di terra e di cavi e pinze per il collegamento di terra fra impianto fisso e le autocisterne e ferro cisterne. Il sistema deve essere provvisto di adatta apparecchiatura a sicurezza per l'ottenimento della continuità elettrica soltanto dopo il collegamento meccanico della pinza al mezzo mobile (ad es. interruttore a sicurezza incorporato nella pinza). I bracci metallici e le manichette flessibili devono essere conduttori per

tutta la loro estensione. L'avvio dell'operazione di travaso deve essere condizionato dall'assenso del collegamento di terra.

**10.4.3** Nel caso di punti di travaso ferroviari, il binario in corrispondenza del punto di travaso deve essere collegato stabilmente all'impianto di terra.

Particolari precauzioni devono essere prese nel caso di linee ferroviarie elettrificate o di esistenza di correnti vaganti o impianti di protezione catodica.

**10.4.4** I locali contenenti elementi pericolosi (quali apparecchiature di imbottigliamento, pompe, compressori, vaporizzatori, recipienti mobili) devono essere provvisti di protezione contro le scariche atmosferiche realizzata a regola d'arte.

**10.4.5** I serbatoi fuori terra devono essere provvisti di impianto di protezione contro le scariche atmosferiche realizzato a regola d'arte.

**10.4.6** I serbatoi interrati o ricoperti, i gruppi di bombole all'aperto, eventualmente anche in pallet, le pompe, i compressori, i contatori per liquido, i vaporizzatori installati all'aperto, non necessitano di protezione contro le scariche atmosferiche.

## **TITOLO XI - PROTEZIONE ANTINCENDIO**

### **11.1 GENERALITA'**

**11.1.1** I depositi di G.P.L. devono essere provvisti, in funzione delle loro capacità e caratteristiche, di impianti ed attrezzature antincendio aventi le seguenti funzioni:

- a) controllare ed eventualmente estinguere rapidamente principi di incendio;
- b) raffreddare in caso di incendio i serbatoi fissi e mobili o i recipienti;
- c) evitare la propagazione del fuoco agli impianti fissi ed ai mezzi mobili, e comunque alle zone adiacenti;
- d) ridurre i danni alle installazioni fisse o mobili in caso di incendio;
- e) favorire la diluizione nell'aria di eventuali perdite di G.P.L.;
- f) favorire l'avvicinamento degli operatori di soccorso agli organi di manovra, comando e controllo dell'impianto.

**11.1.2** Tutti gli elementi pericolosi dei depositi, definiti nel punto 4.1.1, devono essere dotati di protezione antincendio mediante impianti idrici o estintori

**11.1.3** I serbatoi interrati. o ricoperti non necessitano di impianto fisso di raffreddamento.

### **11.2 IDRANTI**

**11.2.1** I depositi di cui al punto 3.1 devono essere provvisti di idranti DN 70, oppure DN 45, disposti in modo da consentire l'intervento su ogni elemento pericoloso del deposito.

**11.2.2** I depositi di cui al punto 3.2 devono essere provvisti di una rete idranti DN 70 (eventualmente integrati da idranti DN 45) in numero adeguato e disposti in modo da consentire l'intervento su ogni elemento pericoloso del deposito.

**11.2.3** Quando il numero di idranti e' superiore a quattro, la rete deve essere ad anello e divisibile in tronchi mediante valvole di intercettazione, in modo da consentire la manutenzione senza interruzione del servizio. Dette valvole devono essere tali da visualizzare le condizioni di apertura e chiusura.

**11.2.4** Gli idranti devono essere disposti ad intervalli regolari non superiori a 60 m, essere facilmente accessibili ed essere ubicati in modo da non subire danneggiamenti dovuti al traffico e comunque disposti in modo da coprire l'intera area degli elementi pericolosi dell'impianto.

**11.2.5** La rete di idranti deve essere provvista di uno o più attacchi di mandata per autopompa, installati in posizione facilmente accessibile e protetta.

**11.2.6** La funzionalità della rete idrica e degli idranti deve essere garantita anche in caso di temperatura ambiente inferiore a 0 °C.

**11.2.7** Gli idranti devono essere corredati di cassetta di custodia con relative tubazioni flessibili lance e chiavi. Le lance devono essere a getto multiplo, pieno e frazionato.

### **11.3 IMPIANTI IDRICI DI RAFFREDDAMENTO**

**11.3.1** Oltre ai serbatoi fuori terra, i seguenti elementi pericolosi dei depositi devono essere dotati di impianto per il raffreddamento, realizzato come indicato ai punti sotto riportati:

- a) gruppi di recipienti mobili aventi capacità superiore a 5.000 kg;
- b) punti di travaso per autocisterne e ferro cisterne;
- c) zone di imbottigliamento.

**11.3.2** Gli impianti di raffreddamento devono essere realizzati in modo che l'intera superficie delle zone da proteggere sia efficacemente ed uniformemente irrorata dall'acqua di raffreddamento, anche in presenza di vento.

**11.3.3** Gli impianti di raffreddamento dei punti di travaso per autocisterne e ferro cisterne devono essere realizzati con tubi provvisti di ugelli spruzzatori disposti in modo da coprire tutta la possibile area di permanenza delle autocisterne o ferro cisterne durante le operazioni di travaso, nonché le attrezzature di travaso.

**11.3.4** Gli impianti di raffreddamento delle zone di deposito bombole possono essere realizzati mediante tubi provvisti di ugelli spruzzatori oppure, in alternativa, per depositi all'aperto, mediante cannoncini idrici fissi o mobili provvisti di lance a getto multiplo e opportunamente ubicati.

**11.3.5** Gli impianti di raffreddamento delle zone di imbottigliamento devono essere realizzati con tubi provvisti di ugelli spruzzatori disposti in modo da proteggere le attrezzature di riempimento recipienti e le zone adiacenti, all'interno del locale di imbottigliamento, fino alla distanza di 2 m dalle suddette attrezzature e comunque in modo da coprire le zone di permanenza anche temporanea di bombole piene.

**11.3.6** La portata d'acqua degli impianti di raffreddamento deve essere almeno pari a:

- 3 l/min/m<sup>2</sup> sui serbatoi coibentati fuori terra e sui depositi di bombole;
- 10 l/min/m<sup>2</sup> sulle cisterne sotto travaso e sugli impianti di imbottigliamento.

Tali portate dovranno essere dimensionate, rispettivamente, in funzione della superficie totale di ciascun serbatoio e della cisterna di maggiori dimensioni sotto travaso e della proiezione orizzontale delle zone da proteggere, indicate ai punti 11.3.4 ed 11.3.5.

**11.3.7** Gli impianti per il raffreddamento delle aree dei vari elementi pericolosi devono essere intercettabili singolarmente.

**11.3.8** Le valvole manuali di intercettazione degli impianti di raffreddamento devono essere ubicate a distanza di almeno 20 m dai punti pericolosi, essere protette da un muro alto 2,5 m e segnalate con cartello indicatore delle zone di intervento servite. E' consigliabile concentrare tutte le valvole di intercettazione in un'unica postazione, opportunamente ubicata e protetta.

**11.3.9** Le tubazioni degli impianti di raffreddamento devono essere munite di dispositivi di drenaggio, per consentirne lo svuotamento, dopo l'utilizzo ed evitare ostruzioni o rotture per congelamento dell'acqua.

#### **11.4 ALTRI IMPIANTI IDRICI**

Ove esplicitamente prescritto devono essere realizzate l barriere d'acqua.

#### **11.5 PORTATA E RISERVA D'ACQUA**

**11.5.1** La portata complessiva d'acqua dell'impianto idrico antincendio deve essere almeno pari a quella necessaria per il funzionamento contemporanea di tutti gli impianti di raffreddamento posti entro un raggio di 30 m da quello, fra i possibili punti pericolosi, che richiede la maggiore portata d'acqua;

A tale portata e' da aggiungersi una portata fissa di 30 m<sup>3</sup>/h.

Per i depositi indicati nel punto 3.1 e' ammessa la portata necessaria al funzionamento contemporaneo di un idrante DN 70 e degli impianti idrici di raffreddamento.

Nel caso di depositi indicati nel punto 3.1 e destinati esclusivamente ad impianti centralizzati di distribuzione ad uso civile, e' consentita l'installazione di un solo idrante DN 45 in grado di erogare una portata non inferiore a 120 l/min a pressione di 2 bar, alimentato da acquedotto o da riserva idrica in grado di assicurare un autonomia non inferiore a 30 minuti.

**11.5.2** L'alimentazione idrica degli impianti antincendio deve:

- assicurare la portata totale di progetto per almeno due ore;
- essere realizzata a regola d'arte.

#### **11.6 PRESSIONE DELL'ACQUA**

**11.6.1** La pressione dell'acqua alle lance erogatrici degli idranti deve essere di almeno 4 bar in situazione di funzionamento contemporaneo degli impianti idrici con la portata indicata in 11.5.1. Quella agli ugelli degli impianti di raffreddamento deve essere tale da garantire la portata di progetto.

## **11.7 POMPE ANTINCENDIO**

Le pompe antincendio devono essere azionate automaticamente e rispondere ai seguenti requisiti:

**11.7.1** La portata richiesta deve essere assicurata da una o più pompe antincendio principali, azionate da motore termico o comunque azionate autonomamente (ad es. elettropompe azionate da gruppo elettrogeno di adeguata potenza e da rete elettrica esterna).

**11.7.2** Oltre alle suddette pompe principali deve essere disponibile una pompa di riserva (anche alimentata da rete elettrica esterna) che abbia le prestazioni della maggiore delle pompe principali.

**11.7.3** Soluzioni particolari diverse da quelle di cui sopra possono essere consentite ove forniscano un equivalente grado di affidabilità.

**11.7.4** Per i soli depositi di cui al punto 3.1, l'impianto può essere dotato di una sola pompa a motore termico od elettrico, alimentato da rete, per la portata richiesta.

**11.7.5** Gli eventuali motori elettrici per l'azionamento delle pompe devono avere l'alimentazione indipendente e preferenziale rispetto a tutti gli altri impianti elettrici del deposito.

**11.7.6** La postazione delle pompe antincendio deve essere facilmente accessibile, distante per quanto possibile dagli elementi pericolosi, comunque non meno di 20 m

**11.7.7** I vari elementi delle stazioni di approvvigionamento e pompaggio dell'acqua e le tubazioni devono essere protetti efficacemente dal gelo.

## **11.8 ESTINTORI**

**11.8.1** Nelle more della emanazione di una apposita norma armonizzata, gli estintori devono essere di tipo approvato dal Ministero dell'Interno ai sensi dei decreti ministeriali 20.12.1982 e 6.3.1992, nonché sulla base di norme straniere riconosciute equivalenti.

**11.8.2** Ogni elemento pericoloso dell'impianto deve essere dotato di estintori per fuochi di classe B - C , portatili e/o carrellati. Gli estintori devono essere disposti in posizione visibile e facilmente accessibile, a distanza di almeno 10 m (riducibile se la postazione è protetta per caso di incendio) dagli elementi pericolosi.

**11.8.2** La dotazione di estintori previsti per il deposito sarà quella risultante dalla preventiva approvazione del competente Comando provinciale VV.F.

**11.8.3** I pozzetti per le pompe di cui al punto 9.6 devono essere dotati di un sistema fisso di estinzione a CO<sub>2</sub> o altro opportuno estinguente, azionabile a distanza di almeno 5 m, da posizione protetta.

## **11.9 COIBENTAZIONE DEI SERBATOI FUORI TERRA**

Al fine della protezione antincendio, onde garantire la resistenza strutturale dei manufatti e di evitare il raggiungimento al loro interno delle condizioni critiche di temperatura, i serbatoi fuori terra ed i relativi supporti devono essere provvisti di apposita coibentazione. In particolare essa dovrà

- a) essere progettata in funzione del rischio al quale il serbatoio e' soggetto;
- b) essere realizzata a regola d'arte;
- c) resistere all'azione dei getti idrici antincendio e degli agenti atmosferici.

### **11.10 IMPIANTO DI ALLARME E DI COMUNICAZIONE**

**11.10.1** I depositi in cui si effettui il carico di autocisterne o ferro cisterne oppure l'imbottigliamento, devono essere dotati di un sistema di allarme interno e di comunicazione, costituito da sistemi fissi manuali di segnalazione di incendio che possano essere agevolmente azionati in caso di necessità e da una o più sirene di allarme che possano essere avvertite da tutto il personale presente nel deposito. Tali sistemi di segnalazione devono essere eseguiti a regola d'arte.

**11.10.2** Tutti i depositi di cui al punto 3.2 devono essere collegati alla rete telefonica urbana.

### **11.11 SEGNALETICA**

**11.11.1** I depositi devono essere corredati di adatta segnaletica, comprendente segnali di avvertimento, divieto e pericolo conformi alle disposizioni vigenti in materia, nonché segnaletica indicante le procedure di emergenza e la mappa delle risorse antincendio.

**11.11.2** La segnaletica per la circolazione dei veicoli deve essere del tipo prescritto dal Codice della strada.

### **11.12 IMPIANTI DI RILEVAZIONE**

**11.12.1** I depositi comprendenti serbatoi di capacità complessiva superiore a 200.000 kg devono essere provvisti di sistemi di controllo dell'atmosfera con sensori disposti in corrispondenza dei punti critici del deposito che devono essere conformi a quanto previsto nell'articolo 11.14.

**11.12.2** I depositi di capacità complessiva superiore a 200.000 kg devono essere provvisti di impianto di rilevazione di incendio con sensori o fusibili disposti in corrispondenza dei punti critici del deposito, che azionano la chiusura delle valvole di blocco previste.

**11.12.3** I sensori indicati ai punti 11.12.1 e 11.12.2 devono essere collegati all'impianto di allarme interno di cui al punto 11.10.1.

### **11.13 CONTROLLO AUTOMATIZZATO**

I depositi collegati ad impianti di processo devono essere dotati di sistema automatizzato per il controllo dei flussi e dei relativi parametri di interesse della sicurezza.

### **11.14 SISTEMA DI CONTROLLO DELL'ATMOSFERA**

Il sistema di controllo dell'atmosfera deve:

- 1) essere realizzato ed installato a regola d'arte;
- 2) soddisfare alla classificazione elettrica dell'area;

- 3) essere sottoposto a controllo periodico sulla efficienza e taratura, con cadenza trimestrale;
- 4) azionare un allarme quando si raggiunga il 25% del limite inferiore di esplosività ed interrompere l'alimentazione del G.P.L. agli eventuali impianti contenuti nel locale quando si raggiunga il 50% di detto limite.

Inoltre, gli interventi devono essere effettuati a cura di personale specializzato ed essere registrati a firma del personale specializzato su apposito registro a fogli numerati e vidimati dal responsabile del deposito;

### **11.15 IMPIANTO DI VENTILAZIONE**

L'impianto di ventilazione deve garantire la continuità di funzionamento mediante l'adozione di un doppio sistema: uno in esercizio ed uno di riserva, che entri in funzione automaticamente in caso di fuori servizio del primo sistema

Il controllo dell'atmosfera dovrà avvenire sulla bocca di efflusso.

L'aspirazione dell'aria deve essere posta almeno a 25 m da eventuali stoccaggi o zone di movimentazione del G.P.L. ed essere situata ad una quota di almeno 7 m rispetto a quella di impostazione dello stoccaggio o movimentazione del G.P.L.;

in alternativa, il controllo dell'atmosfera dovrà avvenire anche sulla bocca di efflusso dell'impianto di ventilazione.

I locali destinati a contenere apparecchiature di imbottigliamento, devono essere provvisti di impianto di ventilazione forzata con una o più bocche disposte a livello di pavimento in corrispondenza delle suddette apparecchiature. La portata di ventilazione forzata deve essere di almeno 10 m<sup>3</sup>/h per ogni bilancia di imbottigliamento con un minimo di 200 m<sup>3</sup>/h.

## **TITOLO XII - DIVIETI E LIMITAZIONI**

**12.1** E' vietato, salvo in caso di emergenza, effettuare travasi -diretti di G.P.L.:

- a) fra serbatoi mobili;
- b) da serbatoi mobili a recipienti mobili;
- c) da navi a serbatoi mobili in banchina;
- d) in recipienti mobili o portatili caricati su automezzi.

**12.2** Le autocisterne, le ferro cisterne ed i serbatoi container pieni possono sostare all'interno del deposito solo per il tempo tecnico necessario alle operazioni di carico o scarico.

**12.3** Non e' ammessa l'installazione di serbatoi sovrapposti.

## **TITOLO XIII - DISPOSIZIONI DI ESERCIZIO**

### **13.1 PERSONALE**

**13.1.1** Il personale addetto ai depositi oggetto del presente decreto deve essere edotto su:

- a) i rischi specifici derivanti dall'attività;
- b) il regolamento interno di sicurezza ed il piano per gli interventi di emergenza;
- c) le modalità d'uso dei mezzi di protezione e antincendio.

**13.1.2** Il personale deve, inoltre, essere istruito sulle cautele da osservare per ovviare a perdite di gas, incendi e scoppi e per intervenire efficacemente in caso di emergenza.

**13.1.3** Il personale addetto allo scarico di autocisterne presso impianti centralizzati per tutti gli usi, o comunque presso impianti di terzi, deve frequentare i corsi previsti nel D.M. 31 marzo 1984 ed essere provvisto di relativa attestazione.

**13.1.4** La direzione dei depositi di cui al punto 11.10.1 deve essere affidata a persone in possesso di laurea ad indirizzo tecnico o di diploma di scuola media superiore ad indirizzo tecnico e che:

- a) abbiano svolto esperienza almeno biennale nel ramo, espletando mansioni tecniche;
- b) in alternativa al punto a), siano in possesso di attestato di proficua frequenza ad apposito corso di addestramento, affidato ad organismo qualificato, il cui programma sia stato preventivamente approvato dal Ministero dell' Interno.

**13.1.5** Sono ammessi alla direzione dei depositi di cui al punto 11.10.1 i tecnici non laureati o diplomati che alla data di entrata in vigore del presente decreto abbiano già svolto tale mansione con continuità per cinque anni in impianti simili e che siano in possesso dell'attestato di cui a 13.1.4. b).

**13.1.6** E' vietato adibire minori di 18 anni all'esercizio degli impianti

**13.1.7** In funzione del tipo di deposito, dovranno prevedersi almeno i seguenti mezzi di protezione individuale:

- tuta antitermica di avvicinamento;
- cappuccio e guanti termoriflettenti;
- coperte antifiamma;
- schermi protettivi;
- apparecchi di respirazione.

**13.1.8** I depositi di cui al punto 3.2 dovranno essere dotati di apparecchiatura portatile di rilevazione gas (esplosimetro)

**13.1.9** Le manichette e le tubazioni flessibili devono essere provate almeno una volta l'anno, a cura dell'utente, alla pressione di 30 bar ed essere comunque sostituite ogni cinque anni.

**13.1.10** Le tubazioni dovranno essere provviste di giunto isolante in corrispondenza dell'entrata ed uscita dal terreno.

## **13.2 DOCUMENTI TECNICI**

**13.2.1** Presso i depositi di cui al punto 11.10.1 devono essere disponibili ed esposti i seguenti documenti:

- a) un manuale operativo contenente le istruzioni per l'esercizio degli impianti;
- b) uno schema di flusso degli impianti di G.P.L.;
- c) una planimetria riportante l'ubicazione degli impianti e delle attrezzature antincendio, nonché l'indicazione delle aree protette dai singoli impianti antincendio;
- d) il piano di emergenza interna;
- e) il regolamento interno di sicurezza, contenente in forma sintetica i principali divieti e le disposizioni preventive che devono essere osservati da chiunque abbia accesso al deposito;
- f) gli schemi degli impianti elettrici, di segnalazione e allarme.

**13.2.2** Il piano di emergenza, avente lo scopo di organizzare l'intervento nei casi di allarme per fuga di gas o incendio, deve assegnare compiti precisi agli operatori del deposito organizzati in squadra di pronto intervento e deve distinguere due fasi:

- a) operazioni essenziali per la sicurezza dell'impianto, quali togliere tensione alle zone interessate all'emergenza, chiudere tutte le valvole del G.P.L., azionare le pompe antincendio e i sistemi di raffreddamento;
- b) operazioni antincendio propriamente dette, quali il controllo del fuoco, il suo eventuale spegnimento, il controllo delle eventuali fughe di gas.

**13.2.3** Gli operatori nei depositi di cui al punto di cui sopra devono partecipare ad esercitazioni pratiche di applicazione del piano di emergenza.

Devono essere eseguite almeno 2 esercitazioni all'anno, di cui una previa richiesta di intervento dei Vigili del Fuoco. La data e gli estremi delle esercitazioni devono essere annotate su apposito registro da esibire su richiesta al locale Comando provinciale dei Vigili del Fuoco.

**13.2.4** Presso gli altri depositi devono essere disponibili e in vista i documenti di cui alle lettere *a)*, *b)* e *c)* del punto 13.2.1 ed essere affisse istruzioni agli addetti per i casi di emergenza e sui divieti, nonché sulle disposizioni preventive da osservare

### **13.3 GRADO DI RIEMPIMENTO DEI SERBATOI FISSI E MOBILI**

**13.3.1** Ai fini della sicurezza e' necessario che i serbatoi di G.P.L. non siano totalmente riempiti con la fase liquida, ma che, al loro interno, coesistano entrambe le fasi, liquida e gassosa.

**13.3.2** Il peso massimo di prodotti puri e di miscele commerciali consentito nei serbatoi fissi e' indicato nella unita [Tabella n. 1](#).

**13.3.3** Il peso massimo consentito in serbatoi mobili di autocisterne o ferro cisterne e' stabilito dalle relative disposizioni del Ministero dei Trasporti.

### **13.4 PRESCRIZIONI COMUNI PER LE ZONE DI RISPETTO DI CUI AL PUNTO 4.5.**

**13.4.1** Le zone di rispetto devono essere tenute libere da materiali combustibili (salvo quelli in quantità strettamente limitata eventualmente necessari per l'attività), da materiali ingombranti o comunque estranei all'attività e da vegetazione che possa comportare rischio di incendio

**13.4.2** Entro le zone di rispetto non devono circolare o sostare automezzi o mezzi ferroviari, salvo quelli di volta in volta autorizzati ad accedere alle postazioni di carico e scarico dei recipienti od ai punti di travaso. I soli carrelli elevatori, locomotori o mezzi simili appositamente attrezzati si intendono permanentemente autorizzati a circolare nelle zone di rispetto.

**13.4.3** Entro le zone di rispetto non devono accedere persone non autorizzate ed e' vietato fumare, usare fiamme libere, introdurre materiali o apparecchi che possono causare scintille.

**13.4.4** In caso di necessità di interventi, per controlli o manutenzioni, devono essere osservate tutte le precauzioni del caso.

### **13.5 OPERAZIONI DI TRAVASO**

**13.5.1** Le operazioni di travaso devono essere effettuate in modo che non si abbiano dispersioni di prodotto nell'atmosfera, salvo quelle degli indicatori di massimo riempimento e quelle di quantità limitata provocate dal distacco delle attrezzature di collegamento alla fine di ogni travaso. Il contenuto di bracci metallici o manichette flessibili non deve essere scaricato all'aperto.

**13.5.2** Ogni operazione di travaso deve essere affidata esclusivamente a persona qualificata appartenente al deposito. Si deve controllare che il serbatoio fisso o mobile ricevente non venga riempito oltre il livello di sicurezza risultante dei gradi di riempimento indicati al precedente punto 13.3.

**13.5.3** Quando l'operazione di trasferimento sia effettuata con l'ausilio di compressore dovrà essere predisposto un dispositivo che non consenta in nessun caso che il G.P.L. in fase liquida possa essere aspirato dal compressore stesso.

**13.5.4** Le operazioni di travaso non possono essere iniziate se non dopo che:

- a) il motore dell'autocisterna sia stato spento ed il contatto elettrico sia stato disinnescato;
- b) le ruote dell'autocisterna o della ferro cisterna siano state bloccate a mezzo di cunei;
- c) il mezzo mobile sia stato collegato elettricamente all'impianto fisso e quindi all'impianto di terra;
- d) sia stata controllata la piena efficienza dei raccordi e dei bracci metallici o manichette flessibili per il travaso;
- e) sia stato accertata l'assenza di ogni fonte di accensione nelle vicinanze.

**13.5.5** Il collegamento di terra per l'equipotenzialità elettrica fra l'impianto fisso ed i mezzi mobili e le manovre di attacco e stacco dei bracci di carico o manichette flessibili devono avvenire secondo la seguente sequenza:

- a) collegamento meccanico della pinza;
- b) chiusura del collegamento elettrico a terra;
- c) attacco dei bracci e travaso;
- d) stacco dei bracci;

e) apertura del collegamento elettrico a terra;

f) scollegamento meccanico della pinza.

**13.5.6** Al termine delle operazioni di travaso le autocisterne o ferro cisterne devono essere portate al di fuori delle zone di rispetto.

**13.5.7** E' fatto divieto di rifornire contemporaneamente serbatoi di depositi di cui al punto 3.1 con due o più autocisterne

### **13.6 OPERAZIONI DI IMBOTTIGLIAMENTO**

**13.6.1** Durante le operazioni di imbottigliamento deve essere permanentemente controllata l'efficienza delle pinze di riempimento. Eventuali perdite devono essere prontamente eliminate.

**13.6.2** Dopo l'imbottigliamento, ogni recipiente mobile deve essere controllato per accertare che non presenti perdite dagli organi di intercettazione (valvole o rubinetti). Quando i controlli di tenuta sono eseguiti con rilevatori automatici, la sensibilità di tali apparecchi deve essere tale da segnalare perdite maggiori o uguali a 5 g/h

**13.6.3** I recipienti mobili, i serbatoi mobili ed i serbatoi container non devono essere riempiti oltre il livello di sicurezza risultante dall'osservanza dei gradi di riempimento prescritti dal Ministero dei Trasporti.

### **13.7 OPERAZIONI DI SPURGO E SFIATO**

**13.7.1** Lo sfiato di G.P.L. nell'atmosfera non e normalmente consentito, salvo casi di effettiva necessità come quelli indicati nel punto 13.5.1 o per operazioni di campionamento o spurgo di serbatoi. Comunque lo sfiato di G.P.L. nell'atmosfera deve essere effettuato in modo controllato con immediata dispersione del gas nell'aria, evitando la formazione di concentrazioni pericolose

**13.7.2** Le operazioni di spurgo di acqua o di altre impurità dei serbatoi devono essere eseguite secondo procedure determinate e con particolare precauzione, onde evitare il rischio di fughe.

**13.7.3** Tutte le operazioni che possono comportare emissioni di gas nell'atmosfera (spurghi, sfiati, ecc.) devono essere interrotte nel caso di temporali o per presenza di fiamma libera nelle vicinanze.

### **13.8 BONIFICHE**

**13.8.1** Serbatoi, tubazioni e apparecchiature devono essere bonificati prima di renderli disponibili per eventuali ispezioni interne. La bonifica può essere ottenuta con acqua o con gas inerte. Analoga bonifica deve essere effettuata su serbatoi, tubazioni e apparecchiature contenenti aria prima di provvedere all'immissione del G.P.L.

### **13.9 OPERAZIONI CON USO DI FIAMMA**

**13.9.1** All'interno della zona di rispetto di cui al punto 4.5. e', di norma, vietato l'uso di fiamme libere. Qualora si preseti la necessità di manutenzione con fiamma (ad es. saldatura) su parti di impianto, devono essere adottate le seguenti precauzioni prima di qualsiasi intervento:

a) sospendere qualsiasi attività che possa comportare rilasci di gas;

- b) sgomberare l'area da materiali e attrezzature non pertinenti l'operazione;
- c) isolare dal resto dell'impianto l'apparecchiatura su cui deve essere effettuato l'intervento e bonificarla;
- d) controllare che non sussistano condizioni di infiammabilità;
- e) predisporre adeguati mezzi antincendio per un rapido impiego.

**13.9.2** Tutte le operazioni con uso di fiamma devono essere coordinate dal responsabile del deposito o da persona da questi delegata che deve fissare modalità e tempi di esecuzione.

### **13.10 CIRCOLAZIONE DEI VEICOLI**

**13.10.1** I veicoli autorizzati ad entrare nei depositi devono circolare soltanto nelle zone consentite e rispettare il limite di velocità di 10 km/h e eventualmente limiti diversi stabiliti da apposita segnaletica interna.

**13.10.2** Nessun veicolo deve ingombrare le vie di accesso e di uscita né stazionare davanti a mezzi o attrezzature antincendio.

**13.10.3** I carrelli, i locomotori o i mezzi simili che operano all'interno delle zone di rispetto del deposito devono essere provvisti di adatti dispositivi, in modo da non poter costituire fonte di accensione in caso di presenza di gas.

### **13.11 SORVEGLIANZA DEI DEPOSITI**

**13.11.1** I depositi aventi capacità complessiva superiore a 50 t devono essere custoditi.

**13.11.2** Per i depositi di capacità superiore a 200 t deve essere disposto un servizio di sorveglianza espletato da guardie particolari giurate. In alternativa, dovrà essere svolto un servizio di controllo tramite ispezioni periodiche e presidi automatici in grado di allertare le guardie particolari giurate.

**13.11.3** La mansione di guardia particolare giurata può essere svolta anche da personale dipendente addetto all'impianto, autorizzato a svolgere la mansione suddetta in base alle disposizioni vigenti.

**13.11.4** Quando lungo l'intera recinzione del deposito siano installati un impianto automatico di rivelazione di intrusione ed uno televisivo a circuito chiuso in grado di tenere sotto controllo i vari punti pericolosi, è sufficiente la presenza di una sola guardia giurata. Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte. L'impianto di rivelazione di intrusione, nonché quello di controllo degli elementi pericolosi deve essere collegato permanentemente ad una centrale di gestione degli allarmi in grado di dare tempestivamente avvio agli opportuni interventi.

### **13.12 ISPEZIONI PRESERVIZIO**

**13.12.1** Tutti i controlli preservizio dovranno essere effettuati con le stesse modalità e tecniche che saranno utilizzate nei controlli in servizio. In particolare le metodologie di indagine specifiche sono l'esame magnetoscopico oppure l'esame con ultrasuoni (difettoscopico e spessimetrico).

## **TITOLO XIV - DISPOSIZIONI COMPLEMENTARI**

### **14.1 DOCUMENTAZIONE TECNICA**

La documentazione tecnica illustrativa di progetto da presentare agli organi competenti del Corpo nazionale dei Vigili del fuoco deve comprendere:

**14.1.1** Depositi aventi capacità complessiva inferiore alle soglie di cui all'art. 6 comma 2 del D.P.C.M. 31/3/89: per tali depositi dovranno essere presentati

a) relazione tecnica illustrativa del deposito redatta da tecnico o professionista iscritto all'albo professionale;  
b) planimetria in scala appropriata dell'area occupata dal deposito e delle zone circostanti entro il seguente raggio dal centro del deposito:

- 200 m per i depositi di cui al punto 3.1;

- 500 m per i depositi di cui al punto 3.2;

c) pianta in scala maggiore di parti dell'impianto e in particolare degli elementi pericolosi e dei sistemi antincendio;

d) schema di funzionamento dell'impianto con le principali caratteristiche;

e) attestazione del Sindaco per quanto indicato nei punti 3.1.3 e 3.2.3

**14.1.2** Depositi aventi capacità complessiva superiore alle soglie di cui all'art. 6 comma 2 del D.C.M. 31/3/89, ma non rientranti nel campo di applicazione dell'art. 4 del D.P.R. n. 175/1988 e successive modificazioni ed integrazioni: la documentazione è quella prevista al precedente punto 14.1.1., con la relazione tecnica che dovrà indicare in particolare i criteri che sono alla base delle scelte progettuali dopo aver effettuato le analisi idonee ad identificare i possibili tipi di incidente, definito le quantità di energia che possono essere rilasciate in caso di incidente nonché le conseguenze degli eventi identificati sui lavoratori, popolazione ed ambiente.

**14.1.3** Depositi rientranti nel campo di applicazione dell'art. 4 del D.P.R. 175/1988 e successive modificazioni ed integrazioni: per tali depositi deve essere presentato il rapporto di sicurezza redatto secondo le indicazioni dei D.M. 2 agosto 1984 e successive modifiche ed integrazioni nonché del D.P.C.M. 31/3/89, dimostrante l'adeguatezza delle misure di sicurezza previste per gli impianti.

## **14.2 COMMERCIALIZZAZIONE CEE**

I prodotti egualmente riconosciuti in uno dei Paesi della Comunità Europea sulla base di norme armonizzate o di norme o regole tecniche straniere riconosciute equivalenti ovvero originari di Paesi contraenti l'accordo SEE possono essere commercializzati in Italia per essere impiegati nel campo di applicazione disciplinato dal presente decreto ad eccezione degli estintori e dei prodotti per i quali e' richiesto il requisito di reazione al fuoco cui si applica la normativa vigente.

## **TITOLO XV - DEPOSITI ESISTENTI**

Si intendono depositi esistenti quelli già costruiti o i cui lavori siano stati avviati sulla base di decreto di concessione o altra autorizzazione rilasciata da Ente competente in data anteriore all'entrata in vigore del presente decreto.

## **15.1 DISPOSIZIONI TECNICHE**

I depositi esistenti devono essere adeguati a quanto previsto dal presente decreto, salvo quanto di seguito specificato:

a) e' consentita la non osservanza dei vincoli previsti al punto 3.1;

b) e' consentito che i depositi di cui al punto 3.2, qualora non possano essere rispettati i vincoli relativi alla densità media reale di edificazione esistente, siano mantenuti in esercizio a condizione che siano osservate distanze di sicurezza esterne doppie di quelle previste al punto 4.2;

c) possono essere consentite le distanze di sicurezza interne approvate dai competenti organi tecnici;

d) possono essere consentite le distanze degli elementi pericolosi rispetto alla recinzione del deposito autorizzate dai competenti organi tecnici, ferme restando le limitazioni previste per le zone di rispetto che dovranno essere con figurate sulla base delle seguenti distanze dai sottoriportati elementi pericolosi:

- da punti di solo riempimento: **5 m**

- da punti di travaso: **5 m**

- da flange, raccordi o valvole montati direttamente sui serbatoi e da punti di spurgo e sfiato dei serbatoi:

Capacità del singolo serbatoio (m <sup>3</sup> )	Distanza (m)
fino a 5	5
superiore a 5	5

- da pareti di serbatoi sprovvisti di aperture: le distanze indicate alla precedente lettera c);

- da pompe, compressori, contatori per G.P.L. liquido: **5 m**

- da vaporizzatori:

Potenzialità del vaporizzatore (kg/h)	Distanza (m)
fino a 20	5
superiore a 20 fino a 200	5
superiore a 200	5

- da apparecchiature per l'imbottigliamento: **5 m**

- da dispositivi di carico: **5 m**

- da recipienti mobili eroganti G.P.L. in fase liquida: **5 m**

- da recipienti mobili pieni aventi capacità singola fino a 25 kg: **3 m**

- da recipienti mobili pieni aventi capacità singola superiore a 25 kg: **5 m**

- da tubazioni con giunzioni saldate in fase liquida

o in fase gassosa alla pressione del serbatoio: **1 m**

- da flange, raccordi, valvole su tubazioni come in n) : **3 m**

e) i serbatoi sferici fuori terra, la cui installazione e' stata autorizzata dai competenti organi tecnici, non sono soggetti ai limiti di cui al punto 5.2.1.

## 15.2 SCADENZE PER L'ADEGUAMENTO

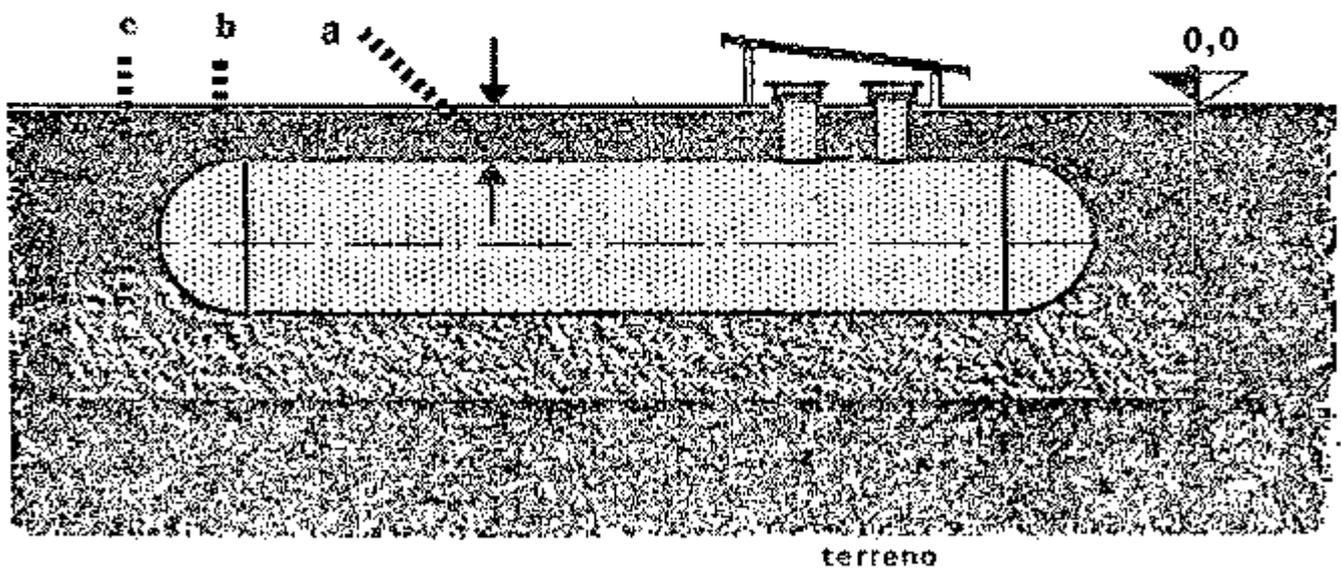
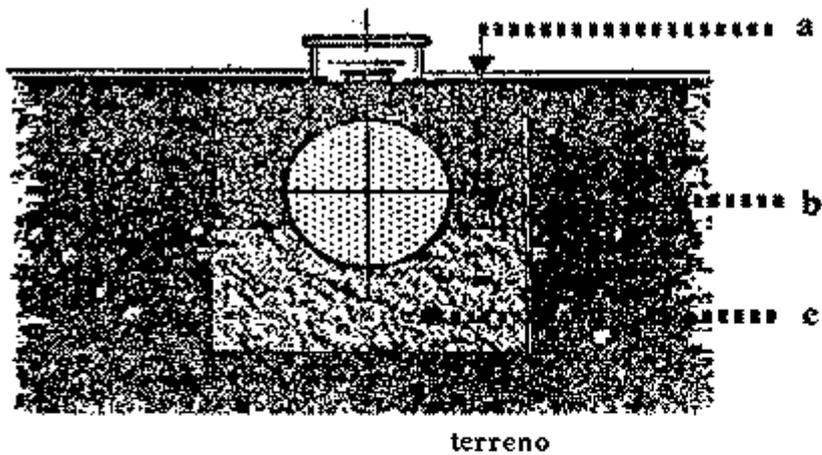
**15.2.1** I depositi esistenti devono essere adeguati a quanto previsto dal punto 15.1 entro e non oltre sette anni dalla data di entrata in vigore del presente decreto. Le disposizioni di esercizio devono essere rispettate immediatamente.

Il titolare dell'attività deve presentare, contestualmente al progetto, un programma di esecuzione nel quale siano indicati gli stati di avanzamento programmati per gli anni successivi al fine di consentire all'Autorità di controllo puntuali verifiche dell'adeguamento degli stessi. [(Vedi [note](#))]

**15.2.2** I depositi esistenti che non siano adeguati alle disposizioni del presente decreto entro i termini di cui al punto 15.2.1 devono essere rimossi o cessare l'attività ponendo gli impianti in condizioni di sicurezza.

## **TAVOLE**

### TAVOLA 1 A: SERBATOIO INTERRATO



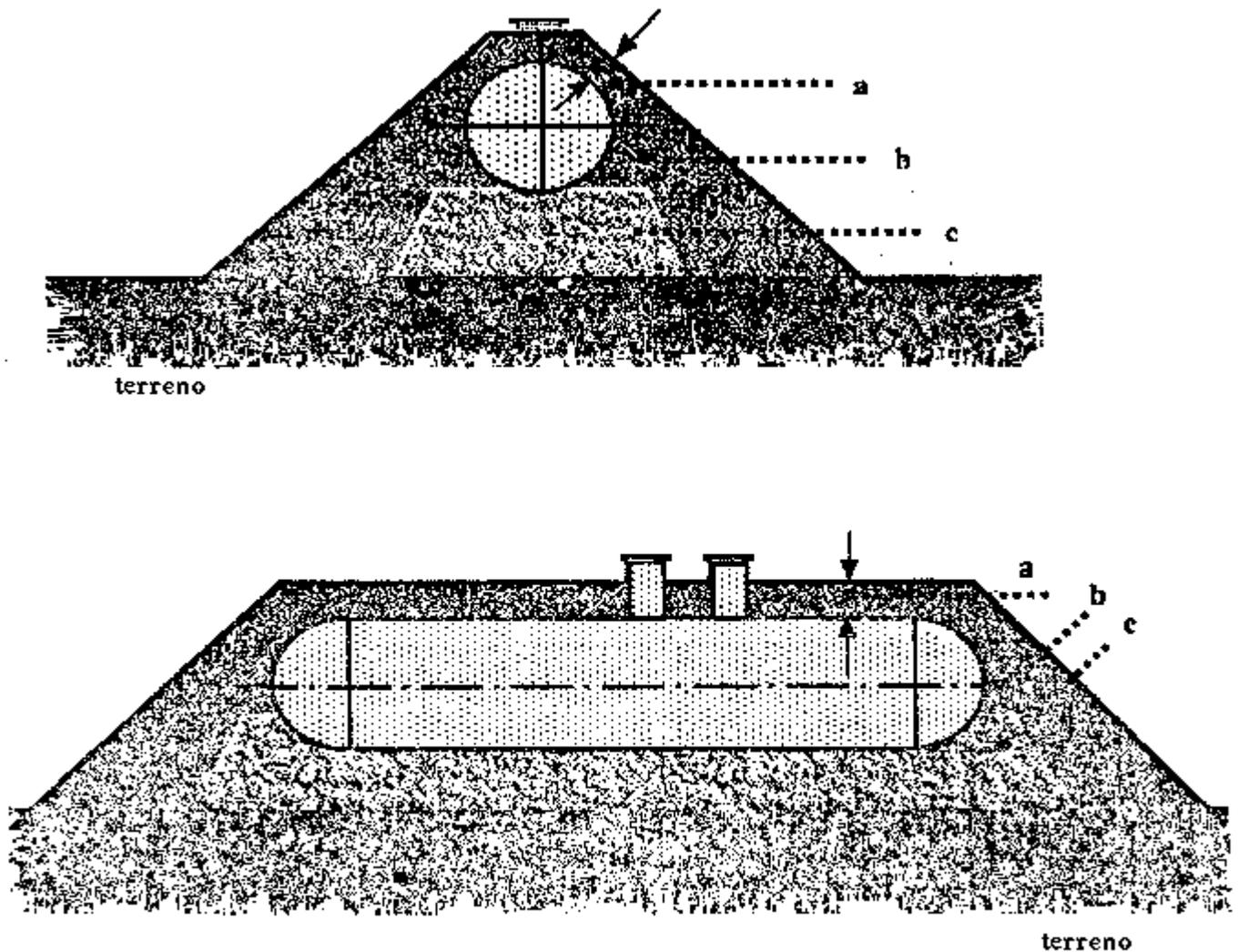
**Legenda:**

**a:** strato minimo = 0,5 m

**b:** materiale di ricoprimento

**c:** strato di sabbia compattata per l'appoggio del serbatoio

**TAVOLA 1 B: SERBATOIO TOTALMENTE RICOPERTO**



**Legenda:**

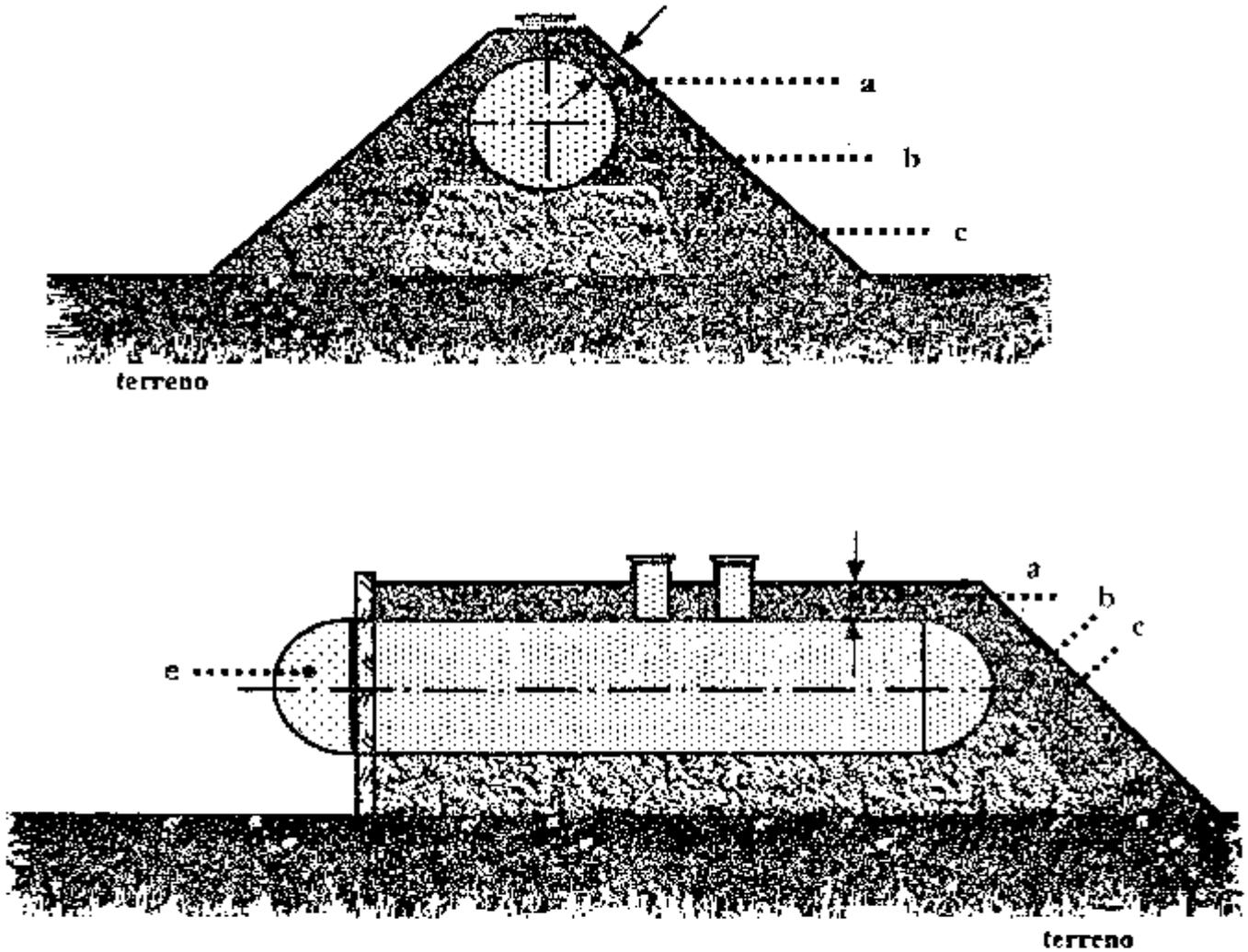
**a:** strato minimo = 0,50 m

**b:** materiale di ricoprimento

**c:** strato di sabbia compattata per l'appoggio del serbatoio

**d:** angolo di inclinazione

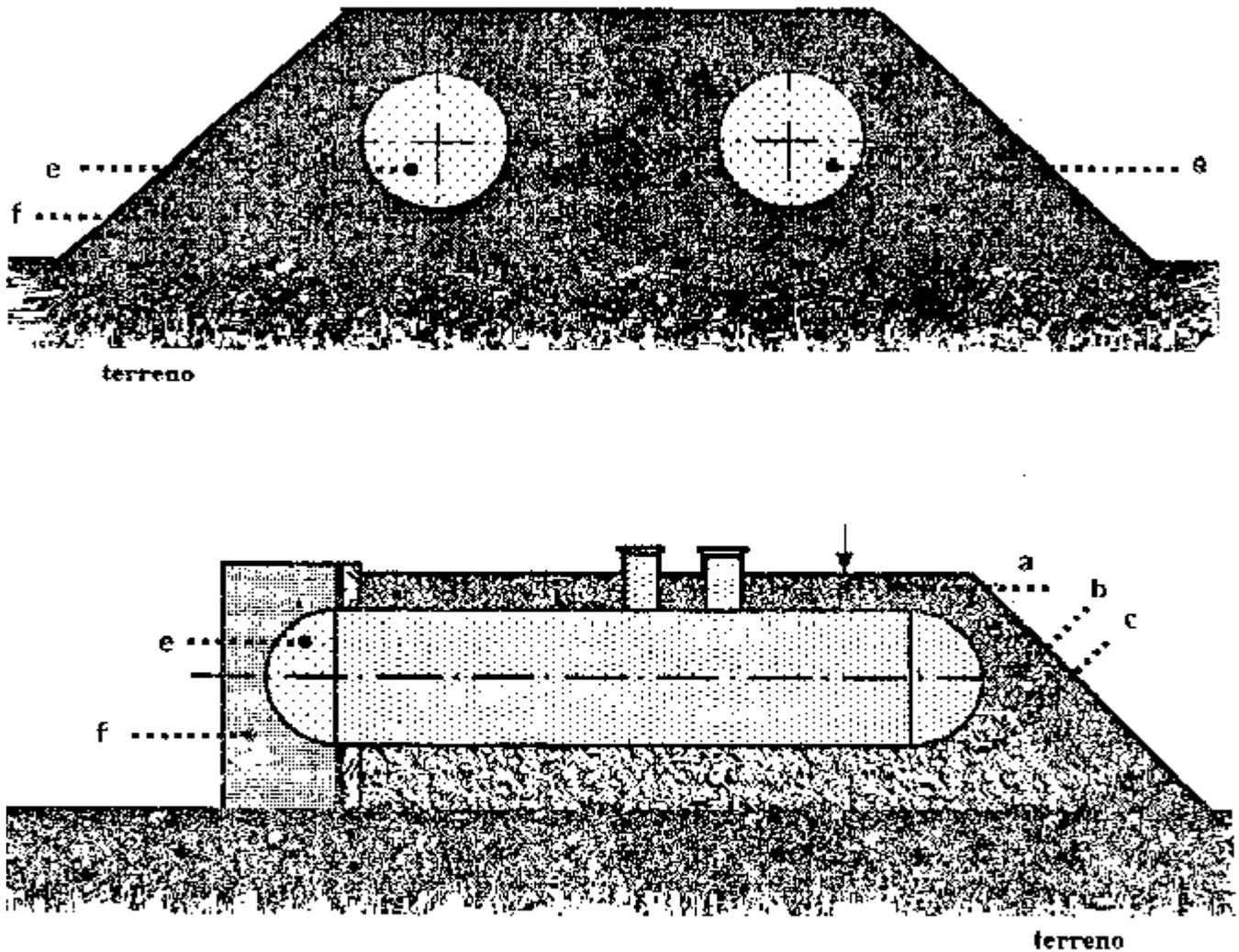
TAVOLA 1 C: SERBATOIO RICOPERTO CON CALOTTA  
ESTERNA AL MANTO DI RICOPRIMENTO



**Legenda:**

- a: strato minimo = 0,50 m
- b: materiale di ricoprimento
- c: strato di sabbia compattata per l'appoggio del serbatoio
- d: angolo di inclinazione
- e: parte di calotta, esterna al manto di ricoprimento, protetta con materiale coibente

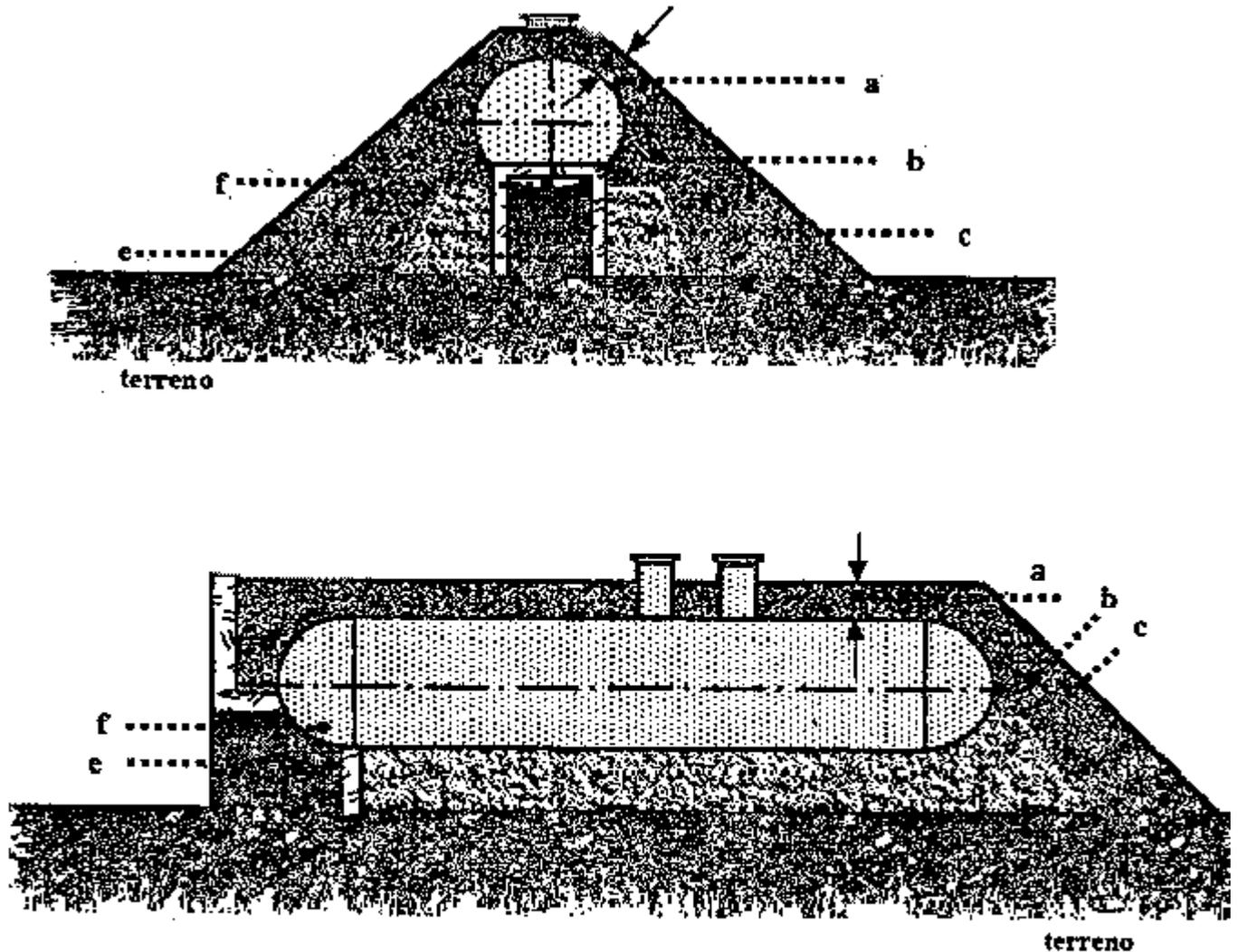
**TAVOLA 1D: SERBATOI RICOPERTI AFFIANCATI CON CALOTTA ESTERNA AL MANTO DI RICOPRIMENTO**



**Legenda:**

- a: strato minimo = 0,50 m
- b: materiale di ricoprimento
- c: strato di sabbia compattata per l'appoggio del serbatoio
- d: angolo di inclinazione
- e: parte di calotta, esterna al manto di ricoprimento, protetta con materiale coibente
- f: muro di schermo

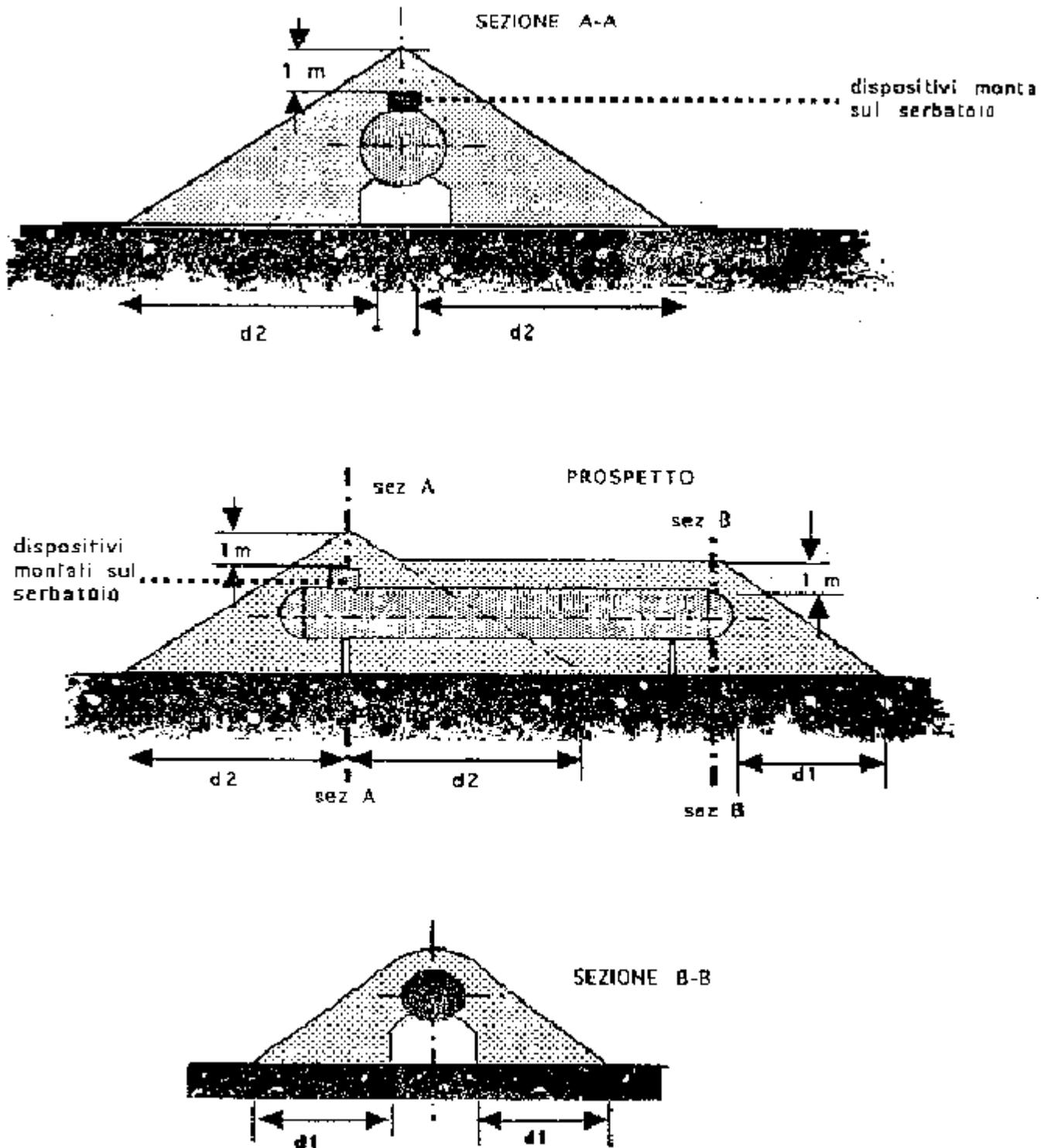
**TAVOLA 1 E: SERBATOIO RICOPERTO CON CUNICOLO  
DI ACCESSO A PARTE DELLA CALOTTA**



**Legenda:**

- a: strato minimo = 0,50 m
- b: materiale di ricoprimento
- c: strato di sabbia compattata per l'appoggio del serbatoio
- d: angolo di inclinazione
- e: cunicolo di accesso alla valvola di intercettazione, presidiato da sistema di controllo dell'atmosfera
- f: parte di calotta, esterna al manto di ricoprimento, protetta con materiale coibente

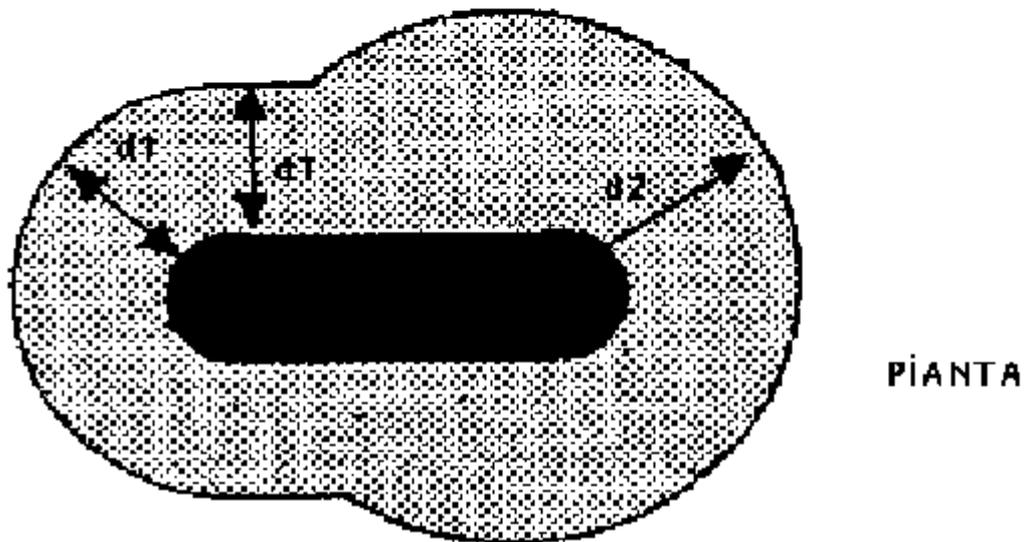
### TAVOLA 2 A: ZONE DI RISPETTO



**Legenda:**

- d1:** distanza di protezione dalle pareti del serbatoio
- d2:** distanza di protezione dai dispositivi montati direttamente sul serbatoio

## TAVOLA 2 B: ZONE DI RISPETTO

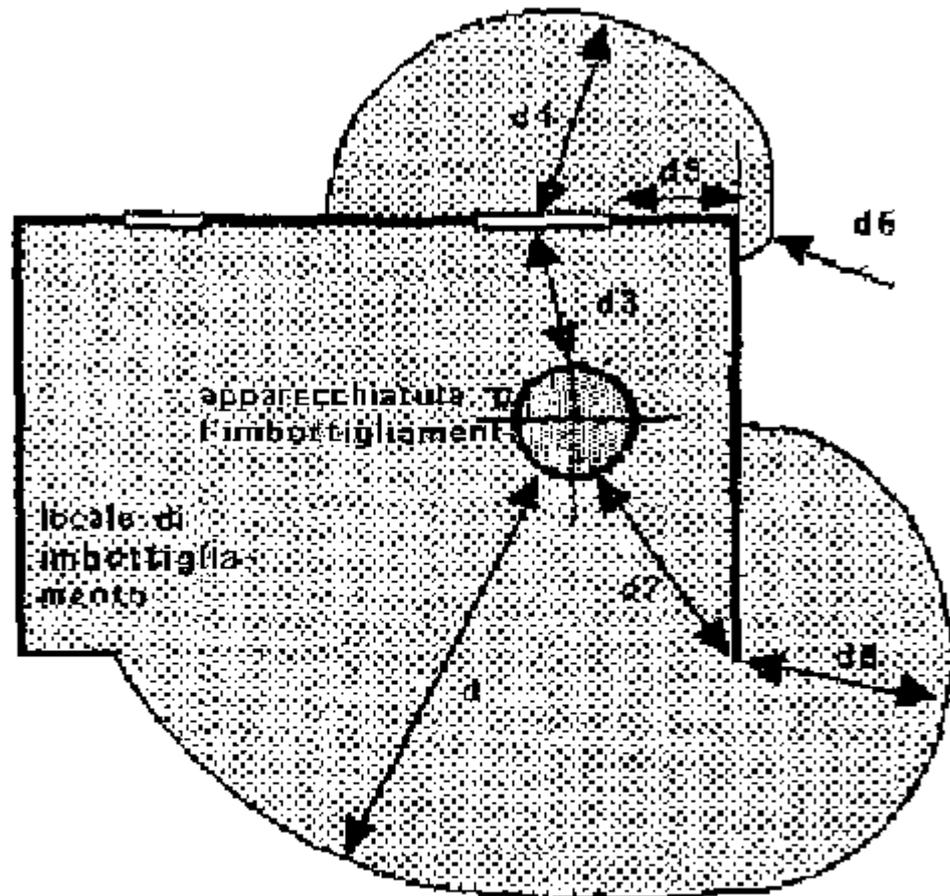


### Legenda:

$d_1$ = distanza di protezione dalle pareti del serbatoio  
 $d_2$ = distanza di protezione dai dispositivi montati sul serbatoio

---

### TAVOLA 2 C: ZONE DI RISPETTO



**Legenda:**

**d:** distanza di protezione delle apparecchiature per l'imbottigliamento

$$d_3 + d_4 = d$$

$$d_3 + d_5 + d_6 = d$$

$$d_7 + d_8 = d$$

## 13 BIBLIOGRAFIA

- [1] **Monografie IARC Vol. 45 (1989):** Occupational Exposures in Petroleum Refining; Crude Oil and Major Petroleum Fuels - IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans - Volume 45.
- [2] **LEGGE 13 luglio 1966, n. 615** - Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico – Art. 12.
- [3] **Martini s.r.l.** - <http://web.tiscali.it/martinisrl/oliocombust.html>
- [4] **Perry, Robert H., Chilton, Cecil H. and Kirkpatrick, Sidney D.** - Perry's Chemical Engineers' Handbook 4th edition (1963) McGraw Hill p.9-6
- [5] **ISO 8217:2017** - Petroleum products — Fuels (class F) — Specifications of marine fuels
- [6] **AGI** - <https://www.americangeosciences.org/geoscience-currents/air-quality-impacts-oil-and-gas>
- [7] **Jackson e Jackson 1996** - Jackson, A. R. W. & Jackson, J. M. (1996). Environmental science: The natural environment and human impact. Essex: Longman Group.
- [8] **2019 Annual Report of European Commission on CO<sub>2</sub> Emissions from Maritime Transport-** COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT Full-length report - Accompanying the document Report from the Commission
- [9] **Lasse Johansson, Jukka-Pekka Jalkanen, Jaakko Kukkonen** - Global assessment of shipping emissions in 2015 on a high spatial and temporal resolution - Atmospheric Environment Volume 167, October 2017, Pages 403-415
- [10] **Alfredo Alessandrini, Diego Guizzardi, Greet Janssens-Maenhout, Enrico Pisoni, Marco Trombetti & Michele Vespe** - Estimation of shipping emissions using vessel Long Range Identification and Tracking data - JOURNAL OF MAPS, 2017 - VOL. 13, NO. 2, 946–954
- [11] **Ivan Komar and Branko Lalić** - Sea Transport Air Pollution (2015)
- [12] **Woodyard D.** Pounder's Marine Diesel Engines and Gas Turbines, Elsevier, 2004
- [13] **McAllister S, Chen JY, Fernandez-Pello AC.** Fundamentals of Combustion Processes, Springer Science+Business Media, 2011
- [14] Emission Control Two Stroke Low Speed Diesel Engines, MAN B&W Diesel A/S, 1996 - <https://www.flamemarine.com/files/MANBW.pdf>
- [15] Lavoie JB, Heywood JB, Keck JC. Experimental and Theoretical Investigation of Nitric Oxide Formation in Internal Combustion Engines, Combustion Science Technology Vol. 1 (1975), 313–326
- [16] Bowman CT. Kinetics of Pollutant Formation and Destruction on Combustion, Progress in Energy and Combustion Science, Vol. 1, No. 1 (1975), 33–45
- [17] Peter Glarborg, James A. Miller, Branko Ruscic, and Stephen J. Klippenstein - Modeling Nitrogen Chemistry in Combustion - <https://www.osti.gov/pages/servlets/purl/1460995>
- [18] Kuiken K. Diesel Engines, Part I, Target Global Energy Training; Onnen, 2012
- [19] Rakopoulos CD, Giakoumis EG. Diesel Engine Transient Operation - Principles of Operation and Simulation Analysis, Springer-Verlag Ltd., London, UK, 2009.
- [20] Technical Bulletin - Combustion Calculations, Normalisations and Conversions, LAND instrument international <https://www.ametek-land.com/>

- [21] **EEA - European Environment Agency** - National emissions reported to the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP Convention) 23 LUGLIO 2020
- [22] Internationale Marine Organization - <https://www.imo.org/>
- [23] Qualità dell'aria nella laguna di Venezia – APICE: verso la riduzione dell'inquinamento atmosferico; a cura di E. Gissi e T.Quaglia; Regione del Veneto; Franco Angeli. 2013
- [24] The port of Venice Case Study: vountary agrrements to reduce air pollution from cruise ships; G. Terranova, M. Citron, A. Parolin.
- [25] Guide to LPG Use in Waterborne Vessel – WLPGA
- [26] LPG for Marine Engines - The Marine Alternative Fuel - Commercial, Passenger, Offshore Boats/Ships, Recreational Crafts and Other Boats – WLPGA
- [27] Ship Operation Using LPG and Ammonia As Fuel on MAN B&W Dual Fuel ME-LGIP Engines - Ren Laursen, MAN Energy Solutions
- [28] Analisi e studi connessi all'accessibilità nautica delle navi che trasportano LPG nonché alla definizione dei rischi connessi alla navigazione all'interno del Porto di Chioggia - Chemical Controls s.r.l. Ing. Tommaso Chiavistelli, Ing. Luigi Picconi
- [29] D.Lgs 17.8.1999 n. 334 - Attuazione della direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose. (Abrogata dal D.Lgs 105/2015)
- [30] DM 15 Maggio 1996 - Criteri di analisi e valutazione dei rapporti di sicurezza relativi ai depositi di gas e petrolio liquefatto (GPL)
- [31] DM 20.10.1998 - Criteri di analisi e valutazione dei rapporti di sicurezza relativi ai depositi liquidi facilmente infiammabili e/o tossici
- [32] D.Lgs 105/2015 - Attuazione della direttiva 2012/18/UE relativa al controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose.
- [33] D.M. 14.01.2008 - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni
- [34] D.M.LL.PP. del 09/05/2001: Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale per le zone interessate da stabilimenti a rischio di incidente rilevante.