

ALMA MATER STUDIORUM - Università degli Studi di Bologna



**Dipartimento di Ingegneria Chimica,
Mineraria e delle Tecnologie Ambientali**

**Indagine sul rischio di incidente rilevante da
condotte di trasporto di sostanze infiamma-
bili e tossiche nel territorio di Ferrara**

SINTESI NON TECNICA

Prof. Gigliola SPADONI

INDICE

0. INTRODUZIONE.....	3
1. SINTESI NON TECNICA	4
1.1 Premessa	4
1.2 L'area di indagine, le condotte e le sostanze trasportate.....	4
1.2.1 Condotte e misure di sicurezza	5
1.3 L'analisi dei rischi di incidente rilevante: i tratti esterno ed interno allo stabilimento	6
1.3.1 Ipotesi incidentali, relative frequenze e scenari incidentali	6
1.3.2 Le distanze di danno associabili agli scenari incidentali	8
1.3.2.1 La condotta di ammoniaca.....	8
1.3.2.2 Le condotte di etilene e propilene.....	10
1.4 Considerazioni preliminari sulla compatibilità territoriale	12
1.4.1 Compatibilità territoriale ed aree critiche.....	13

0. INTRODUZIONE

La presente relazione riporta i risultati delle valutazioni eseguite dalla Prof. Gigliola Spadoni nell'ambito dell'incarico che il Comune di Ferrara le ha affidato stipulando apposita Convenzione con il Dipartimento di Ingegneria Chimica, Mineraria e delle Tecnologie Ambientali.

Secondo quanto previsto dalla suddetta Convenzione formava oggetto dell'incarico il seguente programma sintetico:

Con riferimento ai tratti di condotte concordati, si procederà come segue:

1. *definizione tracciati e caratteristiche delle condotte in esame*
2. *proprietà di pericolosità delle sostanze trasportate*
3. *analisi di rischio (da documentazione disponibile presso il DICMA)*
 - a. *incidentali da analisi storica (come da indagine eseguita nel contesto di studi pregressi)*
 - b. *ipotesi incidentali da studio ARIPAR*
 - c. *alberi degli eventi caratteristici degli eventi incidentali identificati, con quantificazione delle frequenze di accadimento*
 - d. *valutazione delle conseguenze e distanze di danno*
 - i. *infiammabili*
 - ii. *tossici*
4. *analisi di rischio dei gestori del sito industriale di Ferrara e relative distanze di danno.*
5. *Considerazioni sulle distanze di danno alla luce della normativa sulla pianificazione territoriale in presenza di rischi di incidenti rilevanti*
6. *considerazioni conclusive*
7. *sintesi non tecnica dei risultati.*

Per lo svolgimento del lavoro è stato utilizzato sia il materiale reso disponibile dal competente ufficio del Comune sia materiale esistente presso il DICMA. In particolare sono state utilizzate:

- le analisi storiche di incidenti relativi alle condotte di trasporto sostanze pericolose risultanti da precedenti ricerche;
- le analisi incidentali delle condotte eseguite nell'ambito del progetto ARIPAR;
- la documentazione sugli scenari incidentali inerenti le condotte interne agli stabilimenti così come presentati dalle aziende nel RdS;
- le mappe del territorio e le elaborazioni predisposte dal competente Ufficio Comunale.

Per una più agile lettura del documento si premettono le considerazioni della sintesi non tecnica.

1. SINTESI non TECNICA

1.1 Premessa

Lo studio ha preso in esame il rischio di incidente rilevante connesso con la pipeline NORD ADRIATICO della società Polimeri Europa che collega gli stabilimenti petrolchimici di Marghera, Ferrara e Ravenna ed ha considerato in particolare i tronchi 3 (Monselice – Ferrara) e 4 (Ferrara – Ravenna) di queste esaminando con dettaglio le sezioni che si collocano in prossimità dei siti abitati del Comune di Ferrara.

Prima di descriverne sinteticamente le caratteristiche occorre osservare che anche per le condotte di trasporto delle sostanze pericolose è possibile eseguire un'analisi dei rischi di incidenti rilevanti in particolare mutuando le metodologie di lavoro necessarie dall'analisi dei cosiddetti "impianti a rischio"; tuttavia va rammentato che questi ultimi sono soggetti a dettagliate norme di legge (vedi Dlgs 334/99 e sue modifiche) mentre non esistono norme di legge in materia di rischi rilevanti, né europee né italiane, cui assoggettare le condotte¹. Tutte le indagini effettuate e le considerazioni svolte in questo documento trovano la loro origine in documenti ed analisi tecniche eseguite in Europa, Stati Uniti o Italia a fini di miglioramento degli standard di sicurezza, o semplicemente conoscitivi e/o di comparazione tra modalità di trasporto e di stoccaggio/produzione.

1.2 L'area di indagine, le condotte e le sostanze trasportate

Ritornando all'area di indagine, essa è rappresentata nella mappa di fig.1 che include le parti dei due tronchi 3 e 4 di condotte compresi nel territorio del Comune di Ferrara e di lunghezza rispettivamente pari a 6.5 km e 15 km circa (fig. 1, tratti verde e rosso)². La mappa riporta anche le aree che rappresentano il centro urbano e i centri abitati del Comune, poiché l'obiettivo dello studio è di valutare quali parti del territorio siano maggiormente vulnerabili al rischio di incidente rilevante derivante dalla presenza e dall'utilizzo delle condotte. Quali parametri di identificazione della vulnerabilità sono stati assunti sia la densità abitativa sia la presenza di altri centri quali centri commerciali, scuole, ospedali, in tal modo uniformandosi a quanto esplicitamente indicato nel DM 5.05.01 con il quale si desidera confrontarsi.

Nell'area di indagine sono presenti alcuni centri abitati: in particolare con riferimento al tronco 3 si colloca ad una distanza inferiore ad 1 km il centro di Pontelagoscuro, mentre, con riferimento al tronco 4, si collocano a una distanza inferiore ad 1 km i centri di Pontelagoscuro, Barco, Malborghetto di Boara, Focomorto, Codrea, Cona e Quartesana.

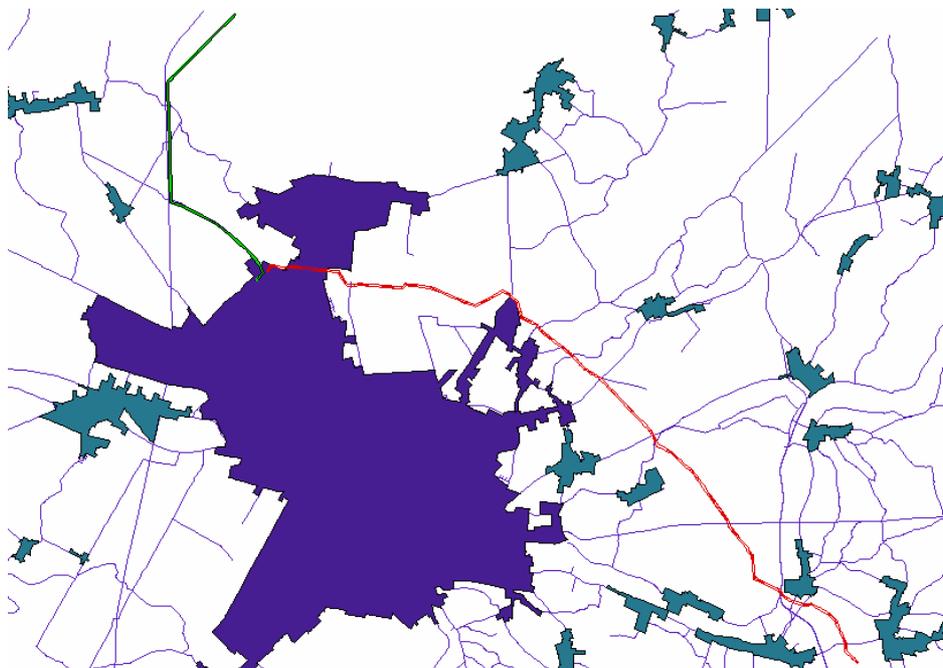
Il tronco 3 comprende due condotte, interrato nel medesimo scavo a circa 1.5 m di profondità, che trasportano al polo di Ferrara rispettivamente etilene gassoso e propilene come gas liquefatto in pressione. Entrambe le condotte, progettate secondo

¹ Soltanto per le condotte di trasporto del metano di grandi dimensioni è presente dal 1984 una normativa che individua alcune distanze di rispetto (DM 24.11. 1984 e sue modifiche).

² Le lunghezze dei due tronchi sono rispettivamente 48.37 e 74. 25 km [1].

standard tecnici condivisi internazionalmente, operano ad elevate pressioni, le pressioni di esercizio essendo rispettivamente 36 - 42 bar e 40 - 45 bar. Si tratta in entrambi i casi di sostanze pure classificate pericolose, in particolare altamente infiammabili.

Fig.1 Condotte di interesse nel Comune di Ferrara



Il tronco 4 comprende 3 condotte, anch'esse interrate nello stesso scavo a circa 1.5 m di profondità, delle quali soltanto una è in servizio per il trasporto di ammoniaca liquefatta in pressione dal polo di Ferrara, dove viene prodotta, al polo petrolchimico di Ravenna; la pressione media di esercizio è di 27 bar. Le altre due condotte, riservate in origine al trasporto di etilene e propilene non sono utilizzate e contengono azoto, una delle quali per la gestione di emergenze per la condotta di ammoniaca. La sostanza trasportata è classificata tossica e pericolosa per l'ambiente ai sensi della normativa attuale sulle sostanze pericolose; di essa è nota anche la infiammabilità considerata solitamente di grado basso. In prossimità dei centri abitati lo spessore della condotta è pressoché raddoppiato (da 6.4 mm a 11.1 mm).

1.2.1 Condotte e misure di sicurezza

Le misure di prevenzione dai rischi di rilasci accidentali e di protezione dalle conseguenze di essi sono in linea con i migliori standard internazionali. Si citano: le valvole di intercettazione motorizzate per l'intercettazione rapida, gli strumenti di misura di bassa pressione, i sistemi di rilevazione perdite, i sistemi di protezione anti-corrosione ed infine i piani di controllo per una corretta manutenzione di apparecchiature e infrastrutture.

1.3 L'analisi dei rischi di incidente rilevante: i tratti esterno ed interno allo stabilimento

Con riferimento ai vari passi dell'analisi dei rischi, occorre definire innanzitutto le ipotesi incidentali e studiarne le cause per poter procedere successivamente alla quantificazione ovvero sia alla determinazione delle probabilità di accadimento, o delle frequenze incidentali, di tali ipotesi e degli scenari incidentali che ne possono derivare sia alla stima delle loro conseguenze ovvero alla individuazione delle aree di danno tipiche.

Per quanto riguarda le ipotesi incidentali esse sono le medesime qualunque sia la sostanza trasportata e consistono in rilasci da rotture accidentali, le cui dimensioni grandi o piccole condizionano, assieme alle caratteristiche fisiche della sostanza ed alle condizioni di pressione del trasporto³, le conseguenze. In merito alle tipologie di guasti che le possono determinare l'analisi storica [2], utilizzata ampiamente in questo settore anche per la determinazione delle frequenze incidentali, le individua in generale in: - impatti dovuti ad attività di terzi (urto esterno); - difetti del materiale e di costruzione; - corrosione; - fenomeni naturali; - cause operative; - hot tapping (interventi su una linea in esercizio per errore di identificazione); altro. La disponibilità di un numero elevato di dati di guasto per pipeline di trasporto di liquidi, gas e gas liquefatti permette di indagare sulle frequenze, distinte per tipologia di guasto, e per classi di dimensioni caratteristiche della rottura. Va osservato che trattandosi di condotte, l'incidente può essere localizzato in un punto qualsiasi di esse (la condotta è quindi una sorgente di rischio lineare) ed è prassi fornire la frequenza incidentale con riferimento ad una lunghezza precisa pari ad 1 km.

1.3.1 Ipotesi incidentali, relative frequenze e scenari incidentali

Si sintetizzano nel seguito i risultati provenienti da indagini storiche pregresse eseguite dal DICMA e dallo studio ARIPAR [3]. Da essi si ottengono in genere con riferimento a tre/quattro classi di dimensioni caratteristiche dei fori, i ratei di guasto (o frequenze incidentali) in ev/anno riferiti ad 1 km di lunghezza. Nella tabella sottostante sono state considerate le tre classi dello studio ARIPAR, la prima delle quali (classe 1 modificata) corrispondente all'insieme delle prime due presenti nell'analisi storica a cui ci si è riferiti:

<i>Studio di riferimento</i>	<i>Classe 1 + Classe 2 (d max = 20 mm)</i>	<i>Classe 3 (d = 40mm)</i>	<i>Classe 4 (rott. Cat.)</i>
<i>Studio ARIPAR</i>	2.2 x 10 ⁻⁴	1.322 x 10 ⁻⁴	0.585 x 10 ⁻⁴
<i>Indagini storiche mirate</i>	2.0 x 10 ⁻⁴	1.020 x 10 ⁻⁴	0.200 x 10 ⁻⁴
<i>Indagini storiche mirate (spessore maggiorato)</i>	1.7 x 10⁻⁴	.23 x 10⁻⁴	0.03 x 10⁻⁴

La tabella evidenzia la prevalenza in termini di frequenze dello scenario della classe 1 modificata la cui frequenza è almeno doppia di quella della classe 3 e assai più alta di

³ La temperatura è pari a quella dell'atmosfera o del suolo, se interrate.

Relazione finale

quella della classe 4. La differenza tra le frequenze di guasto è assai maggiore se si considerano condotte con spessore maggiorato: in tal caso al variare di una classe la frequenza incidentale si riduce di circa 10 volte. Tale riduzione ad un decimo si evidenzia anche, per le classi 3 e 4, se si confrontano dati di spessore diverso: è indubbio che la presenza di uno spessore maggiorato rende sempre più improbabile la causa corrosione (tipicamente una delle più significative).

Poiché le ipotesi incidentali di cui al par. 1.3 prevedono rilasci con diversa frequenza, per unità di lunghezza, e con diverse dimensioni delle rotture, la valutazione più consona alla determinazione del rischio complessivo sarebbe certamente quella già utilizzata per lo studio ARIPAR ovvero la determinazione per ogni localizzazione del territorio circostante la generica condotta del rischio individuale⁴, una misura di rischio puntuale che considera la combinazione frequenza-effetto di ogni evento ipotizzato. Essa infatti potrebbe consentire di definire una distanza di rispetto (l'obiettivo cui tende questo studio) pari a quella a cui si ottiene un valore accettabile del rischio individuale⁵.

Nel caso in esame è tuttavia necessario confrontarsi con la normativa di riferimento in materia di pianificazione territoriale in presenza di incidente rilevante, l'unica che allo stato attuale definisce regole di legge da rispettarsi (non per le condotte ma) per gli impianti soggetti al rischio qui considerato. Per farlo occorre, come noto, identificare scenari incidentali e associare a ciascuno di essi una probabilità di accadimento⁶ (o meglio un intervallo di probabilità di accadimento) e più distanze di danno, diverse in relazione alla tipologia di lesioni possibili, con ciò definendo aree di danno probabile in cui ammettere insediamenti con caratteristiche diverse.

Il primo passo da svolgere è allora quello di definire gli scenari incidentali a cui riferirsi e cioè le evoluzioni probabili in ambiente di quanto fuoriuscito dalla condotta a causa del guasto accidentale. Tali evoluzioni dipendono dal tipo di sostanza e dalle modalità di trasporto (pressione e temperatura) e quindi sono diverse per i due tronchi di condotte in esame.

In particolare, per il tronco 4 l'unico scenario possibile a seguito di una rottura di qualsivoglia dimensioni è la fuoriuscita e conseguente dispersione atmosferica dell'ammoniaca⁷ e la sua probabilità di accadimento è la stessa calcolata per la tipologia di

⁴ Nella sua accezione europea; in Italia si è solito indicarlo come rischio locale poiché nel suo calcolo non si considera la presenza o meno di popolazione ma si calcola la probabilità di danno generata dalla presenza ed attività della sorgente di rischio, in questo caso la condotta.

⁵ Nel mondo tecnico si è soliti ritenere quale valore accettabile un rischio individuale pari a 10^{-6} ev/a. Tale valore di riferimento, o valori simili, sono norma di legge in alcuni Paesi europei. Ad esso si associano in genere anche le curve F/N di rischio sociale per misurare l'entità complessiva dell'impatto di ciascun scenario incidentale.

⁶ La probabilità di accadimento è stimabile, nei casi qui considerati, come prodotto della frequenza incidentale per il tempo assunto a riferimento. Ciò significa che, se si assume 1 anno, numericamente probabilità e frequenza coincidono.

⁷ La elevata pressione consente di trascurare con buona approssimazione nella valutazione delle conseguenze l'effetto dell'interramento e considerare che la rottura determini lo scoprimiento, quantomeno se il rilascio è di significativa entità.

guasto⁸. Va notato tuttavia che le conseguenze di uno scenario di dispersione in ambiente aperto dipendono dalla turbolenza dell'atmosfera e dalla velocità del vento e, poiché queste variano giornalmente, con le stagioni e nell'anno (base temporale delle nostre valutazioni) occorre tener conto della probabilità che esse si realizzino effettivamente nel territorio di interesse. Ciò comporta la necessità di suddividere il singolo scenario di dispersione in più scenari ciascuno caratterizzato perciò da una minore probabilità di accadimento.

Diverse sono le considerazioni per il tronco 3 poiché le condotte di interesse trasportano prodotti altamente infiammabili. In questo caso gli scenari incidentali possibili per entrambe le sostanze (etilene e propilene) sono: jet fire, (U)VCE – Flash fire e pool-fire con probabilità di accadimento diverse e minori di quelle della rottura di base poiché dovute alla combinazione di probabilità di rottura e probabilità di innesco immediato o ritardato (oltre che, per alcuni scenari, alla probabilità delle condizioni meteorologiche).

1.3.2 Le distanze di danno associabili agli scenari incidentali

1.3.2.1 La condotta di ammoniacca

Poiché la condotta che trasporta ammoniacca si colloca in un contesto territoriale maggiormente vulnerabile (vedi mappa già citata) e, in aggiunta, la tossicità di una sostanza determina in generale maggior pericolosità dell'infiammabilità (soprattutto se si stanno considerando, come nel nostro caso, gas liquefatti in pressione) deve prestarsi maggior attenzione alle conseguenze di incidenti relativi al tronco 4.

Per completezza nella relazione estesa sono stati considerati ai fini della valutazione tutti gli scenari di dispersione risultanti dalle 3 ipotesi di rottura, poiché così si procede se si adotta la procedura di ricomposizione dei rischi tipica degli studi di rischio d'area. Nel caso specifico, come già osservato, la classe 1 modificata è prevalente in termini probabilistici e le altre classi risultano di probabilità decisamente minore in particolare se si considerano i tratti in prossimità degli abitati cui va dedicata la maggior attenzione per le ragioni già dette. Si noti inoltre che i valori numerici riportati sono ulteriormente ridotti sia dalla probabilità che si realizzino specifiche condizioni atmosferiche sia dalla probabilità che il vento, in caso di incidente, spiri proprio nella direzione dei centri abitati.

Per questi motivi, in via sintetica, si è ritenuto di dover focalizzare l'attenzione sulle dispersioni associate alla classe 1 modificata, ovvero alle classi 1 e 2 iniziali la cui frequenza complessiva è stata stimata in 1.7×10^{-4} ripartita in modo quasi paritario tra le due sottoclassi.

Gli scenari di dispersione sono stati sempre localizzati nella sezione intermedia della tratta intercettabile (ipotesi di rottura a metà del tratto), considerando pari ad uno la probabilità di intervento del sistema di intercettazione a monte e a valle della stessa ed ipotizzando un tempo di intercettazione (comprensivo della fase di stabilizzazione

⁸ La probabilità di accensione è considerata trascurabile.

Relazione finale

del flusso) pari a 10 min. Va notato inoltre che, anche ad intercettazione avvenuta, il rilascio non cessa poiché si ha lo svuotamento della linea che avviene con basse portate ma tempi lunghi. Questo aspetto assume importanza minore in prossimità dei centri abitati, a causa della minore distanza di intercettazione (1-3 km) adottata nella realtà, ovviamente a fini cautelativi, in questi casi. Si è inoltre assunto, anche in questo caso conservativamente, che il rilascio fosse orientato verso l'alto.

La valutazione delle conseguenze ha fatto riferimento ai due accorpamenti meteorologici tipici del decreto sulla “pianificazione di emergenza esterna” del Dipartimento della Protezione Civile ovvero D-5 e F-2 (rispettivamente classe di turbolenza e velocità del vento in m/s). Inoltre per poter considerare durate diverse e portate diverse dei rilasci si è fatto riferimento al concetto di dose letale calcolando le distanze alle quali detto valore è ragionevolmente basso e cioè pari allo 0.1 %, che configura, ad avviso di chi scrive, l'identificazione della soglia di inizio letalità. Infatti il calcolo di una sola distanza di danno all'IDLH così come previsto dalla norma di legge sulla pianificazione appariva non in grado di rappresentare la complessità della descrizione fenomenologica.

La tabella seguente riporta le distanze calcolate (in parentesi le frequenze delle due sottoclassi).

	SottoClasse 1	SottoClasse 2
D-5	95	215
F-2	395	770
Frequenza della rottura (rilascio in direzione qualsiasi) ev/a	(.85x10 ⁻⁴)	(.85x10⁻⁴)

Come già osservato saranno diverse le probabilità di accadimento dei due scenari, poiché dipendenti dalla rosa dei venti della zona: in particolare lo scenario F-2 è tipicamente notturno.

La distanza di danno massima (soglia di inizio letalità) in D-5 è pari a 215 m; decisamente più alta nel caso F-2 (circa 750 m).

Si noti che una stima conservativa delle distanze di danno cui si realizza l'elevata letalità (la soglia più elevata - cui corrisponde quindi la distanza minore - definita dal DM 9.05.01) conduce per la sottoclasse 2 della tabella ai valori di distanza di 50 e 85 m, rispettivamente negli accorpamenti D-5 e F-2.

L'associazione probabilità - distanza del centro di vulnerabilità determina infine (vedi altri paragrafi) la categoria di compatibilità.

Esaminando il tratto di condotta di pertinenza dello stabilimento si richiamano semplicemente le conclusioni utili per la classificazione del territorio a fini di pianificazione territoriale così come desunte dalla documentazione del Comune di Ferrara (rimandandosi al Rapporto di Sicurezza dell'azienda per dettagli maggiori). Dal documento si ha:

Distanza all'IDLH = 210 m, scenario di probabilità annua < 10⁻⁶

La soglia di elevata letalità è indicata, con la medesima probabilità, ad una distanza di 3 m.

1.3.2.2 Le condotte di etilene e propilene

Come già affermato per la condotta trasportante ammoniacca, per completezza nella relazione estesa sono stati considerati ai fini della valutazione tutti gli scenari risultanti dalle 3 ipotesi di rottura, poiché così si procede se si adotta la procedura di ricomposizione dei rischi tipica degli studi di rischio d'area.

Tali scenari, se si tiene conto della alta infiammabilità delle sostanze considerate, richiedono che ai fini del calcolo delle probabilità di accadimento si considerino anche le probabilità di innesco, immediato o ritardato, della nube formatasi a seguito del rilascio. Nel caso specifico, agli scenari di jet fire, (U)VCE – Flash fire e pool-fire si associano le probabilità della tabella sottostante che considerano le probabilità di innesco assumendo un territorio circostante l'incidente avente caratteristiche di ambiente industriale-stradale (quello di maggior interesse ai fini delle valutazioni). Nella tabella sono indicati in grigio gli scenari di scarsa rilevanza –dispersione di nube non tossica- o di minore importanza –flash fire (presuppone che la nube non coinvolga se non marginalmente zone abitate).

scenario	Frequenza in ev/(anno x km)		
	Classe 1 + 2	Classe 3	Classe 4
Jet fire	1.020E-04	5.100E-05	1.000E-05
Flash fire	7.160E-05	3.580E-05	7.020E-06
VCE	2.020E-05	1.010E-05	1.980E-06
dispersione	1.020E-05	5.100E-06	1.000E-06

Dalla tabella si nota che le classi 1 modificata e 3 sono prevalenti in termini probabilistici, la classe 4 risultando di probabilità decisamente minore. Si deve anche osservare che i valori numerici riportati per lo scenario VCE sono ulteriormente ridotti dalla probabilità che il vento, in caso di incidente, spiri proprio nella direzione dei centri abitati (inoltre la probabilità che si realizzino specifiche condizioni atmosferiche inciderà sulla massa in zona di esplosività).

Per questi motivi, ai fini di comparazione con il metodo identificato dalla norma in materia di pianificazione territoriale, si è focalizzata l'attenzione sugli scenari associati alla classe 1 modificata e alla classe 3.

Le valutazioni delle conseguenze hanno fatto riferimento, anche in questo caso, ai due accorpamenti tipici del decreto sulla pianificazione già sopra citato ovvero D-5 e F-2 ed inoltre si è distinto tra un efflusso verso l'alto ed uno verso il basso, nell'intento di determinare i valori più conservativi.

Per entrambi gli scenari considerati (jet-fire e VCE) sono state considerate innanzitutto le distanze di danno corrispondenti alla soglia di lesioni irreversibili, secondo quanto indicato dal DM del 2001 (irraggiamento di 5 kW/m² per jet fire e sovrappressione di 0.07 bar per le esplosioni).

I risultati sono sintetizzabili nelle tabelle sottostanti che riportano per lo scenario di getto incendiato i valori della classe di rottura 1 mod. e per il caso della classe 3 le

Relazione finale

distanze indicate dallo scenario VCE, avendo scelto di rappresentare in entrambe le situazioni i dati che configurassero la peggior esposizione.

Distanze di soglia per lesioni irreversibili per la classe 1mod (scenario di getto incendiato)

Distanza (m)	Classe di rottura 1 mod	
	ETILENE	PROPILENE
Distanza a 5 kW/m ²	20	27
Frequenza della rottura (rilascio in direzione qualsiasi - ev/(km x a)	1.020E-04	1.020E-04

Distanze di soglia per lesioni irreversibili per la classe 3, in caso di ambiente industriale-stradale (scenario VCE)

Condizioni meteo	Classe di rottura 3	
	ETILENE	PROPILENE
D-5	68	84
F-2	75	105
Frequenza della rottura (rilascio in direzione qualsiasi - ev/(km x a)	1.010E-05	1.010E-05

Dovendosi definire una distanza di rispetto appare indispensabile riferirsi ad una scelta conservativa scegliendo **105 m come valore di riferimento per le lesioni irreversibili.**

Qualora si volesse definire anche una fascia più ristretta corrispondente alla soglia di inizio letalità (sovrapressione pari a 0.14 bar) ne risulterebbero, per la classe di rottura 3, le distanze indicate in tabella.

Distanze di soglia per inizio letalità per la classe 3 (scenario VCE)

Condizioni meteo	Classe di rottura 3	
	ETILENE	PROPILENE
D-5	44	59
F-2	49.5	75
Frequenza della rottura (rilascio in direzione qualsiasi - ev/(km x a)	1.010E-05	1.010E-05

La distanza di rispetto di scelta conservativa è pari a **75 m come valore di riferimento per inizio letalità.**

Si è già detto che saranno diverse le probabilità di accadimento dei due scenari: in particolare lo scenario F-2 è tipicamente notturno. E ancora, l'associazione

probabilità - distanza del centro di vulnerabilità determinerà (vedi altri paragrafi) la categoria di compatibilità.

1.4 Considerazioni preliminari sulla compatibilità territoriale

Si è già osservato come sia necessario, al fine di definire le probabilità di accadimento degli scenari considerati e stabilire così le compatibilità territoriali con i centri di vulnerabilità esistenti o futuri, tener conto del fatto che tali scenari dipendono dalla direzione e dal modulo della velocità del vento nonché dalle condizioni di turbolenza atmosferica.

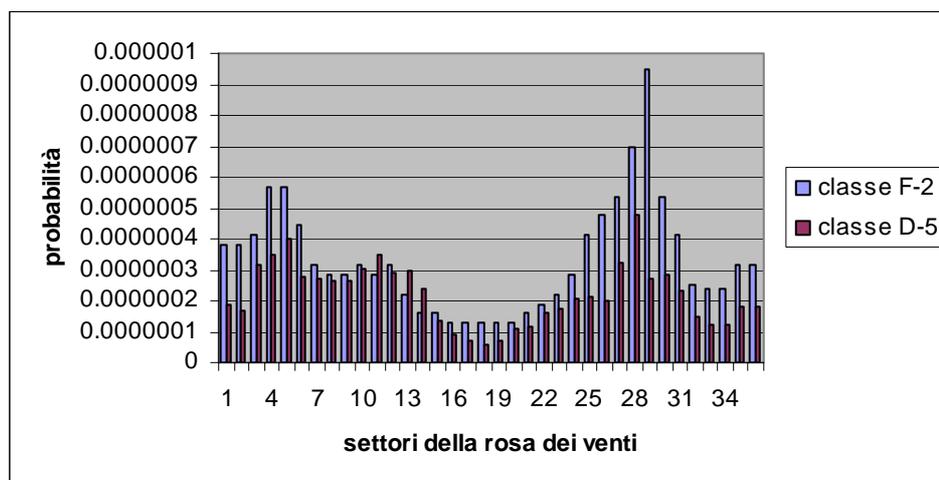
E' stato indispensabile perciò eseguire preliminarmente un esame delle condizioni meteorologiche della provincia di Ferrara.

Utilizzando elaborazioni dei dati dell'ARPA è stato possibile determinare:

1. per la condotta ammoniacale, la frequenza in $ev/(a \times km)$ di un generico scenario di dispersione di ammoniacale di sottoclasse 1 o 2 con vento proveniente da uno specifico settore di ampiezza 10 gradi, con velocità media definita e classe di stabilità specifica, in assenza di pioggia;
2. per le condotte etilene e propilene, la frequenza in $ev/(a \times km)$ di un generico scenario di VCE con vento proveniente da uno specifico settore di ampiezza 10 gradi, con velocità media definita e classe di stabilità specifica.

I dati citati sono gli elementi di base indispensabili per costruire i dati di probabilità richiesti: essi dovranno tener conto anche della lunghezza di condotta efficace per ogni singolo centro di vulnerabilità ai fini dello scenario in gioco.

A titolo esemplificativo dell'entità di tali elementi di base si riporta la figura sottostante che rappresenta la probabilità su base annua di scenari di dispersione di ammoniacale in funzione dei settori della rosa dei venti.



Relazione finale

Per una stima conservativa dell'interazione centri di vulnerabilità - territorio antropizzato è stata messa a punto una procedura di calcolo delle probabilità di ciascun scenario (e per la distanza caratteristica considerata) che, dato un centro di vulnerabilità, identifica il tratto di condotta efficace e, dopo aver determinato i settori di direzione del vento che interessano il centro di vulnerabilità per quel tratto di condotta, calcola con quale probabilità lo scenario di riferimento avente collocazione in un punto qualsiasi della condotta coinvolge il centro di vulnerabilità oggetto di osservazione.

A distanza definita ciò significa individuare la categoria di compatibilità ai sensi della tabella della norma di legge dal cui confronto con la categoria territoriale del centro deriva la compatibilità del centro medesimo.

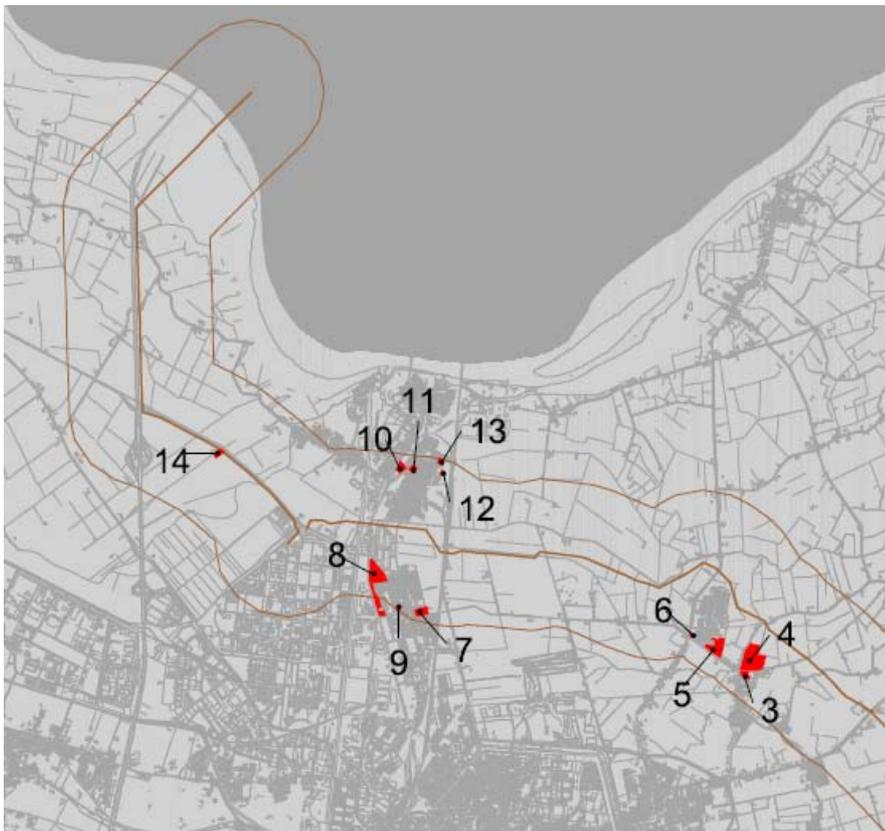
1.4.1 Compatibilità territoriale ed aree critiche

La procedura messa a punto è stata applicata ai centri e alle aree ad oggi collocate in prossimità delle condotte (si vedano le figure di pagina seguente).

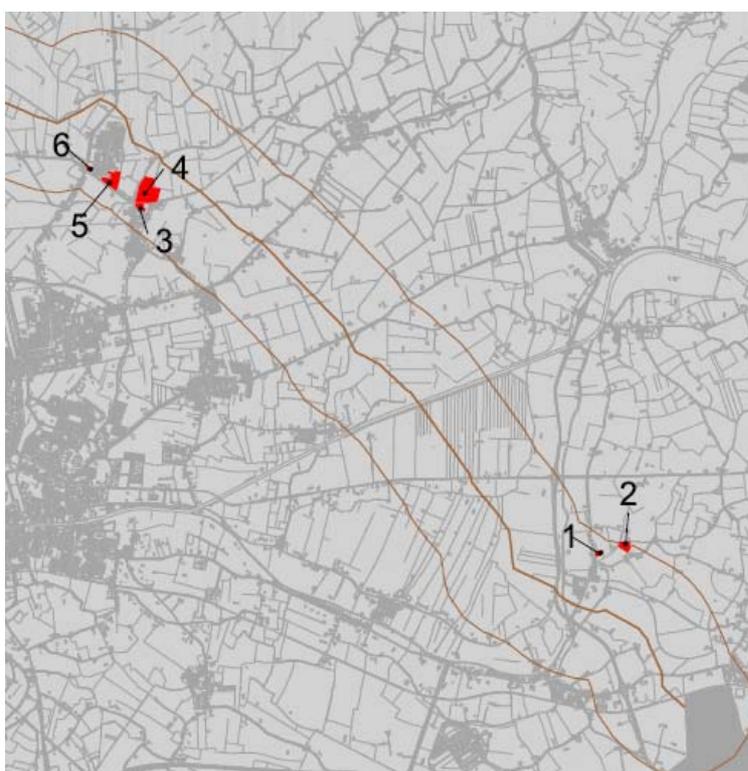
La tabella sottostante riporta, per i centri collocati in prossimità della tratta 4, la superficie, le distanze dalla condotta di ammoniaca ed il numero di persone che caratterizzano il centro. Soltanto un centro, il numero 14, si colloca invece in prossimità delle condotte di infiammabili.

Dati dei centri di vulnerabilità

N°	TIPO_ATTREZZATURA	AREA (m ²)	Distanza dalla condotta (m)	n. presenze	categoria territoriale del centro
1	Chiesa	4529	600	<1000?	C (<1000 chiuso)
2	centro sportivo	12150	850	<100	C (ammesso sempre per partite di calcio settimanali)
3	Chiesa	6360	570	<1000?	C (<1000 chiuso)
4	scuola media superiore	60931	250-500	<500	C
5	centro sportivo	25667	411-530	<100	C
6	scuola elementare	1910	570	75-73	B
7	scuola media inferiore	13691	633	90 (anno 05-06) 126 (anno 06-07)	<100 C, > 100 B
8	centro sportivo	51437	680-980	<100	C
9	casa per anziani	2646	773	31 posti letto	A
10	centro anziani	9954	630	800 all'aperto 450 al chiuso	attività ricreative: B per quelle all'aperto; C per quelle al chiuso
11	scuola elementare e media inferiore	5479	630	05-06 : (214+164) = 378 06-07 : (211+134) = 345	A per scuola elementare; B per scuola media
12	alloggi per anziani	2130	650	chiuso	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
13	asilo nido e scuola materna	4231	752	50 (anno 05-06)	B
14	campo nomadi	7084			indice di edificazione?



Collocazione dei centri di vulnerabilità



Relazione finale

Inoltre, seguendo le definizioni della normativa sulla pianificazione territoriale, si riportano in tabella anche le categorie territoriali cui i centri appartengono. In casi dubbi sono state fatte le seguenti scelte: scuole elementari considerate “scuole inferiori”, scuole medie inferiori considerate “scuole superiori”.

Si noti che nessuna “attrezzatura” si trova a distanza inferiore a 215 m (limite per inizio letalità nella classe D-5). Ciò significa che se si considera la classe D-5 la distanza effettiva configura, nella peggiore delle ipotesi, una collocazione nella zona di compatibilità corrispondente a “lesioni irreversibili”. La categoria di compatibilità resta fissata ovviamente una volta che sia noto anche il valore di probabilità dello scenario, per calcolare il quale è stata adottata conservativamente un distanza massima dalla condotta pari ancora a 770 m.

Applicando le valutazioni sintetizzate nel testo soprastante si ottengono i valori della tabella di pagina seguente nella quale per ciascun centro, si riportano:

- categoria territoriale;
- probabilità di rilascio e compatibilità territoriale per rilascio di ammoniaca in accorpamento D-5 (si ricorda che la localizzazione di tutti i centri li colloca in zona “lesioni irreversibili”)
- probabilità di rilascio e compatibilità corrispondente per rilascio di ammoniaca in accorpamento F-2 (si ricorda che la localizzazione di tutti i centri li colloca in zona “inizio letalità”)

Nella tabella in rosso si rappresentano le situazioni non compatibili secondo le valutazioni effettuate e in arancione quelle dubbie.

Si noti che soltanto il punto 14 si colloca nell’area di influenza delle condotte che trasportano etilene e propilene. Per esso occorre osservare che il punto si colloca praticamente a ridosso della condotta e la valutazione eseguita è di fatto indipendente dalla direzione del vento anche nel caso di VCE (ogni direzione può infatti determinare il coinvolgimento).

La determinazione della categoria di compatibilità per la localizzazione attuale del centro non può però prescindere dal fatto che la vicinanza con la condotta potrebbe collocare il punto all’interno di una distanza inferiore a quella tipica non delle lesioni irreversibili (quella considerata) ma di inizio letalità avendosi così non più la classe di compatibilità CDEF (per quel valore di probabilità) ma quella DEF. Se si considerano i valori calcolati in precedenza, la distanza massima di compatibilità DEF è pari a 75 m, mentre diviene CDEF tra 75 e 105 m.

Categorie di compatibilità territoriali per la condotta di ammoniaca.

n.	Tipo di attrezzatura	Categoria territoriale del centro	Probabilità di coinvolgimento in rilascio in accorpamento D-5	Compatibilità per accorpamento D-5	Probabilità di coinvolgimento in rilascio in accorpamento F-2	Compatibilità per accorpamento F-2
1	chiesa	C (<1000 chiuso)	1.30548E-07	BCDEF	1.94835E-07	1.30548E-07 CDEF
2	centro sportivo	C (sempre ammesso per partite di calcio settimanali)	Si colloca in zona “lesioni reversibili” per l'accorpamento D-5 e in zona “lesioni irreversibili” per quello F-2. Ne segue che la compatibilità è al massimo (per probabilità compresa tra 10 ⁻⁶ e 10 ⁻⁴) pari a BCDEF per D-5 e CDEF per F-2.			
3	chiesa	C (<1000 chiuso)	2.83915E-07	BCDEF	4.31838E-07	CDEF
4	scuola media superiore	C	5.57127E-07	BCDEF	7.69721E-07	CDEF
5	centro sportivo	C	2.78624E-07	BCDEF	3.99238E-07	CDEF
6	Scuola elementare	B	2.1 x 10 ⁻⁷	BCDEF	4.7 x 10 ⁻⁷	CDEF (1)
7	scuola media inferiore	<100 C, > 100 B	3.3656E-08	BCDEF	5.74068E-08	CDEF (2)
8	centro sportivo	C	4.6087E-07	BCDEF	7.25761E-07	CDEF
9	casa per anziani	A	Si colloca in zona “lesioni reversibili” per l'accorpamento D-5 e in zona “lesioni irreversibili” per quello F-2. Per gli accorpamenti D-5 e F-2 la probabilità dello scenario è sempre < 10 ⁻⁶ anche considerando il coinvolgimento in incidenti riguardanti circa 3 km(!) di condotta: compatibilità ABCDEF per D-5 e BCDEF per F-2.			
10	centro anziani	attività ricreative: B per quelle all'aperto; C per quelle al chiuso	4.6087E-07	BCDEF	7.25761E-07	CDEF
11	scuola elementare e media inferiore	A per scuola elementare; B per scuola media	6.14191E-08	BCDEF	8.63537E-08	CDEF (2)
12	alloggi per anziani	chiuso	-----	-----	-----	-----
13	asilo nido e scuola materna	B	Si colloca in zona “lesioni reversibili” per l'accorpamento D-5 e in zona “lesioni irreversibili” per quello F-2. Per l'accorpamento D-5 la probabilità dello scenario è trascurabile: compatibilità ABCDEF. Per l'accorpamento F-2 la probabilità dello scenario è bassa (8.9 x 10 ⁻⁷) anche considerando il coinvolgimento in incidenti riguardanti circa 3 km(!) di condotta: compatibilità BCDEF.			
14	Campo nomadi	indice di edificazione?(densità media di presenze?)	2.20 x 10 ⁻⁶ : compatibilità DEF per distanze < 75 m, CDEF per distanze tra 75 e 105 m.			

Relazione finale

) Vedi nota 1. sottostante.

2) Vedi nota 2. sottostante.

Dalla tabella si evidenziano alcuni centri di vulnerabilità non compatibili o di dubbia compatibilità sui quali si svolgono le seguenti considerazioni.

TRATTO 4 (condotta di ammoniaca)

1. centro 6: scuola elementare. L'incompatibilità è riferita allo scenario di accorpamento F-2. In merito è opportuno considerare la distribuzione nelle ore della giornata della classe di stabilità F così come riportata nel documento ARPA già citato (da cui è estratta la Fig. 9 di pagina seguente). Si può osservare che la classe di stabilità F risulta assente durante il giorno sia nel periodo invernale che nel periodo estivo, in particolare con riferimento all'intervallo orario 6.30 – 16. Ne consegue che considerare una probabilità irrilevante (al limite nulla) per lo scenario F-2 durante l'orario tipico delle scuole inferiori appare del tutto ragionevole. Ciò deve indurre, a giudizio di chi scrive, a non considerare critica la compatibilità con lo scenario di accorpamento F-2 nel caso delle scuole inferiori.
2. La nota 1. vale anche per i centri n.7 e n. 11 stante gli orari tipici delle scuole elementari e medie inferiori.

E' necessario inoltre sottolineare una considerazione del tutto generale: se le attività del centro di vulnerabilità si svolgono al chiuso ciò configura la presenza di una mitigazione del rilascio poiché è ben noto che la concentrazione in un ambiente chiuso sale dal valore nullo al valore presente all'aperto in tempi finiti e significativi che dipendono dal rateo di ventilazione dell'ambiente. Non a caso il rifugio al chiuso è la prima misura di protezione per rilasci di sostanze tossiche indicata dal Dipartimento della Protezione Civile nel suo documento "Linee guida per la pianificazione dell'emergenza esterna in..." recentemente aggiornato (2005) .

La valutazione effettuata per centri la cui attività si svolge al chiuso è quindi ulteriormente sovrastimata e ciò rende, ad avviso di chi scrive, non significativamente preoccupanti le caratteristiche dei centri 9 e 11.

Un parziale non compatibilità resta alla fine per il centro anziani (n. 10 della tabella), se si considerano le possibilità di ricreazione all'aperto che vengono offerte (ballo e parco). Va notato in merito che per queste attività vi è possibilità di appartenenza alla categoria C se, come recita il DM, luogo "di qualunque dimensione se la frequentazione è al massimo settimanale". Oltre all'ovvia correzione che massimo deve essere sostituito con minimo, si osserva che una delle attività citate (ballo) ha certamente periodicità > o uguale a quella settimanale e resta pertanto quale incognita la potenzialità del parco poiché non è noto quante persone mediamente raccolga durante il giorno (> o < di 100?).

Tutte le considerazioni svolte mostrano le difficoltà e la complessità valutativa risultanti dalla necessità di adattare il metodo del DM 2001 alle condotte di trasporto sostanze pericolose; ne discendono tuttavia indicazioni per la definizione di distanze di rispetto basate su un'analisi quantitativa del rischio che, sia pur caratterizzata da incertezze, è certamente condivisa poiché fondata su analisi storiche pregresse.