

Programma Interreg Italia-Francia Marittimo 2014-2020	Programme Interreg Italie-France Maritime 2014-2020
Programma transfrontaliero	Programme transfrontalier
cofinanziato dal Fondo Europeo per lo Sviluppo Regionale (FESR)	cofinancé par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER)
nell'ambito della Cooperazione Territoriale Europea (CTE)	sous l'objectif Coopération Territoriale Européenne (CTE)
Asse/Axe 2	
Protezione e valorizzazione delle risorse naturali e culturali e gestionali dei rischi	Protection et valorisation des ressources naturelles et culturelles, gestion des risques dans les zones de terre et de mer
Obiettivo/Objective 5B.1	
Migliorare la sicurezza in mare contro i rischi della navigazione	Améliorer la sécurité en mer en faisant face aux risques liés à la navigation



Logistica e sicurezza del trasporto merci – PROGETTO MULTIAZIONE SULLA GESTIONE MERCI PERICOLOSE IN INGRESSO E USCITA DAI PORTI NELL'AREA DI COOPERAZIONE / Logistique et sécurité des transports de marchandises – PROJET MULTIPLE/ACTION SUR LES MARCHANDISES DANGEREUSES ENTRANT ET EN SORTIE DES PORTS DANS LA ZONE DE COOPÉRATION

Progetto / Projet N° 276
 Durata / Duré: 39 mesi / mois
 Data di inizio / Date de début: 01.04.2019
 Data di fine / Date de fin: 30.06.2022

Analisi dei flussi lato terra e mare di merce pericolosa in prossimità delle zone portuali: Scenari di rischio evento accidentale / Analyse des flux terrestres et maritimes de marchandises dangereuses à proximité des zones portuaires: Scénario des risques d'événements accidentels

Data @ProdottoT1.2.3 / Date @ProduitT1.2.3	30.06.2022
Periodo / Période :	6
Versione /Version :	00.01.00
Partner responsabile, autore e coordinatore / Partenaire responsable, auteur et coordinateur :	CdG

Dibris



Partner esecutore / Partenaire d'exécution : **DIBRIS**

Introduzione	4
I. Descrizione della piattaforma LOSE+LAB	16
I.1. La piattaforma LOSE+LAB WEB-GIS: raccolta e visualizzazione dei dati	17
II. Sistema di supporto alle decisioni per l'analisi delle conseguenze e dei rischi	19
II.1 Definizione generale del rischio	19
II.2. Sistema di supporto alle decisioni per l'analisi delle conseguenze.....	20
II.2.1. Metodo ShortCut per la stima dell'area	21
II.2.1.1. Criteri di classificazione per le sostanze infiammabili	22
II.2.1.2. Criteri di classificazione delle sostanze tossiche	23
II.2.1.3. Modalità di detenzione	23
II.3. Trasporto marittimo Hazmat	27
III. Risultati dell'analisi del transito di merci pericolose.....	28
III.1 Classificazione delle attività di analisi dei dati PSA.....	30
IV. Altri Strumenti	33
IV.1. AIRA	33
IV.2. CAMEO Chemicals	35
V. L'applicazione del metodo Short-Cut nel progetto LOSE +	37
V.1. Procedura di applicazione del metodo ShortCut	38
V.2. Stima dell'area di impatto	40
VI.1. Porti della Sardegna, metodo Short-Cut, tecnologie e strumenti per l'individuare dei percorsi di attraversamento di merce pericolosa.....	43
Conclusione.....	54
Introduction	57
I. Description de la plateforme LOSE+LAB	58
I.1. La plateforme Web-SIG de LOSE+LAB : collecte et visualisation des données	59
II. Système d'aide à la décision pour l'analyse des conséquences et des risques	62
II.1. Définition générale du risque	62
II.2. Système d'aide à la décision pour l'analyse des conséquences.....	63
II.2.1. Méthode ShortCut pour l'estimation des zones	64
II.2.1.1. Critères de classification des substances inflammables	65
II.2.1.2. Critères de classification des substances toxiques.....	66
II.2.1.3. Mode de détention	67
II.3. Transport maritime de matières dangereuses	70
III. Résultats de l'analyse du transit des marchandises dangereuses.....	71
III.1. Classification des activités d'analyse des données de PSA	74

IV. Autre outils.....	76
IV.1. AIRA.....	77
IV.2. <i>CAMEO Chemicals</i>	79
V. L'application de la méthode ShortCut dans le cadre du projet LOSE +.....	80
V.1. Procédure d'application de la méthode ShortCut	81
V.2. Estimation de la zone d'impact.....	83
Conclusion.....	86

Introduzione

La città di **Genova** (regione Liguria, Italia) ha uno dei principali porti del Mediterraneo e le attività logistiche che entrano ed escono dal porto rappresentano un importante settore economico per tutta la regione. Il porto di Genova ha dislocato il 17% del traffico container in Italia grazie alla sua posizione strategica rispetto al mare e all'entroterra: nel periodo pre-pandemico dal 2010 al 2018, ha aumentato il suo throughput di oltre il 5%.

Tolone, capitale economica del Var, è una città portuale situata nel sud-ovest della Francia tra mare e montagna, a 45 minuti di auto da Marsiglia. Tolone beneficia di molte risorse naturali, i primi sviluppi del porto commerciale risalgono agli anni '30, ma solo alla fine degli anni '60 il porto si è specializzato nel trasporto di passeggeri. Nel tempo si è sviluppato anche il comparto industriale ed oggi, il porto commerciale, è costituito dal complesso Tolone-Bregaillon, gestito dalla Camera di commercio e dell'industria del Var associata alla metropoli di Tolone-Provenza-Mediterraneo. Il porto di Tolone oltre al comparto passeggeri è la base principale della Marina francese e la prima base navale in Europa per dimensioni. Incastonato nel cuore della costa mediterranea francese, ritenuto il più sicuro per la presenza del porto militare e il più riparato del Mediterraneo occidentale, il porto di Bregaillon occupa la parte ovest del porto di Tolone ed è il porto francese più proiettato nel Mediterraneo sull'asse Italia-Spagna, posizione strategica ulteriormente valorizzata dal collegamento autostradale che si dirama da Tolone fino a raggiungere il nord della Francia. Il porto, trovandosi in una posizione particolarmente protetta, è in funzione 24/7 ed è dotato di un terminale multimodale che permette di concretizzare l'idea della cosiddetta "autostrada del mare". Tale soluzione intermodale, fortemente sostenuta a livello EU, ha avuto una prima sperimentazione all'inizio del 2020, quando una società francese ha noleggiato dalla compagnia di traghetti Corsica Ferries una nave per dare il via a un nuovo collegamento marittimo nel Mediterraneo occidentale al fine di mettere in relazione diretta i porti di Cartagena, in Spagna, con quello di Tolone, in Francia.

La Provincia di **Sassari** comprende oggi (gennaio 2020) 92 Comuni, sulla base della legge regionale n.2 del 4 febbraio 2016. Al 31 dicembre 2018 risultano residenti 491.571 abitanti. Il territorio provinciale si estende nel Nord Sardegna su una superficie di 7.692,09 Km² e, dopo la città metropolitana di Cagliari, rappresenta la provincia più popolata, con una densità abitativa di 63,91 abitanti/km². Confina a sud con le Province di Nuoro e Oristano e,

dal 2016, rappresenta l'unione dei territori ricompresi nelle due ex provincie di Sassari e Olbia-Tempio. 11 La popolazione rappresenta il 29,9 % di quella regionale ed è composta da 224.788 famiglie, con una media di 2,18 componenti per famiglia. Nel capoluogo (Sassari) vivono 126.870 persone, ovvero oltre un quarto della popolazione provinciale. La Provincia ricomprende all'interno del suo territorio, oltre al capoluogo omonimo, due città, Olbia e Alghero, rilevanti per il numero di abitanti, per la presenza di scali portuali e aeroportuali internazionali e per l'essere anche importanti realtà turistiche ed economiche. Altro centro sede di infrastrutture portuali è Porto Torres, che ha un traffico passeggeri, e soprattutto merci, di rilievo nazionale e rappresenta anche un importante nodo di collegamento transfrontaliero con la Francia e in particolare la Corsica. Anche il porto di Santa Teresa di Gallura è un importante nodo transfrontaliero, in quanto principale nodo di collegamento con la Corsica, raggiungibile con meno di 50 minuti di navigazione.

Il trasporto di merci pericolose su strada è il modo di trasporto più esposto agli incidenti. Tuttavia, i molti prodotti pericolosi trasportati su strada, come il petrolio e i prodotti chimici, sono infiammabili, tossici, esplosivi, corrosivi o radioattivi, e gli incidenti che riguardano il trasporto di materiali pericolosi possono verificarsi ovunque, a differenza degli incidenti industriali. I rischi diffusi generati sono difficili da cogliere perché si tratta di un'attività circolante e quindi difficile da identificare, localizzare e quantificare e c'è una grande diversità di fonti di rischio (fallimento del modo di trasporto, del contenimento, errore umano...).

Per questo motivo, il sistema Web-GIS rappresenta un sistema di supporto alle decisioni per il governo del territorio in caso di incidente e per aumentare il livello di conoscenza dei flussi di merci pericolose che attraversano le aree del Comune di Genova. Questo sistema ha una dimensione di scala mediterranea. Utilizza tecnologie innovative per aumentare la sicurezza sulla rete stradale grazie al supporto e al lavoro operativo ben coordinato della polizia locale del Comune di Genova.

Il sistema LOSE+LAB è composto da due elementi principali. In primo luogo, una rete di telecamere è stata installata sulle principali arterie della città di Genova, lungo la zona costiera, vicino alle porte del porto. Le telecamere permettono all'autorità pubblica locale di gestire efficacemente il traffico, con una visione precisa e tempestiva della situazione dei veicoli. Inoltre, le immagini acquisite vengono elaborate per identificare la classificazione del veicolo e riconoscere le targhe delle merci pericolose secondo lo standard ADR.

Il sistema proposto è supportato dall'integrazione di tecnologie innovative come i droni che possono essere utilizzati per monitorare in tempo reale il traffico e le situazioni di rischio in caso di incidenti stradali con veicoli pericolosi. Possono essere adottati per acquisire immagini dell'evento e per monitorare e valutare le conseguenze online al fine di gestire la fase di intervento dei soccorritori e dei vigili del fuoco. Inoltre, un database di sostanze chimiche pericolose dalla suite di software CAMEO®, che è ampiamente utilizzato per la pianificazione e la risposta alle emergenze chimiche.

Obiettivo generale ed obiettivi specifici/criteri dell'Analisi effettuata a scala di progetto

Il progetto vuole perseguire la «**protezione e valorizzazione delle risorse naturali e culturali, gestione dei rischi nelle aree di terra e di mare**» - come richiesto dall'asse 2 – e si impegna a migliorare la sicurezza in mare contro i rischi della navigazione.

La finalità è quella di monitorare in tempo reale il rischio da tale trasporto nelle zone marine in prossimità dalla costa, nelle aree portuali e retro portuali, migliorando quindi la sicurezza del territorio.

L'obiettivo generale del progetto LOSE+ è quello di mitigare la probabilità di incidente e gli effetti sul territorio, associati al trasporto marittimo di merci pericolose utilizzando tecnologie della comunicazione e dell'informazione. Dal punto di vista territoriale, l'obiettivo riguarda principalmente le zone prospicienti il mare, quindi nelle vicinanze della costa e nei relativi flussi in entrata ed uscita dai porti e dalle aree industriali nel contesto urbano; il progetto pluri-azione, in particolare, prende le mosse da molteplici necessità emerse sui territori transfrontalieri coinvolti, quali:

a) realizzare/implementare opportuni strumenti ICT e sistemi per il controllo dei flussi delle merci che consentano di attivare un sistema di monitoraggio continuo a livello transfrontaliero e di trasmettere dati/informazioni agli attori del territorio che intervengono nella gestione

delle merci, sia via terra che via mare passando attraverso i porti (continuità della catena di trasporto);

b) definire, sulla base del sistema di previsione e gestione delle emergenze, una codifica degli incidenti che si verificano in mare in prossimità della costa e nell'area porto - vie di accesso all'entroterra (viabilità urbana ed extra urbana fino alle piattaforme logistiche), individuando i soggetti che operano in questo spazio e le loro diverse responsabilità;

c) sviluppare un sistema di supporto alla formazione per l'utilizzo di ICT nella gestione del rischio e delle emergenze nel trasporto di merci pericolose, tale da acquisire e trasferire conoscenza sulle nuove tecnologie ai soggetti target.

d) consentire la valorizzazione delle precedenti esperienze sviluppate con altri progetti europei, in particolare con il progetto LOSE, aggiornando e rafforzando le conoscenze e gli strumenti ICT sviluppati focalizzandosi sull'impatto di possibili incidenti marittimi in prossimità del litorale;

e) rendere i risultati progettuali complessivi immediatamente fruibili e assolutamente replicabili e riutilizzabili.

Il presente Piano si integra con tutte le suddette necessità e si inquadra come delle vere e proprie Linee Guida strategiche per guidare gli Enti nella costruzione di un Piano coordinato congiunto per la tracciabilità e gestione dei flussi delle merci pericolose, seguendo, in primis, il concetto di trasferibilità dei risultati e delle azioni.

Pensiamo a questo Piano come ad una guida generale sulla stesura dei Piani di Protezione Civile, avendo lo stesso obiettivo, ovvero la salvaguardia della popolazione e dei beni presenti sul territorio dagli eventi calamitosi che si possono manifestare sul territorio stesso, analizzando due aspetti fondamentali:

1 – Quali tipi di eventi si possono verificare sul territorio e con quale intensità

2 – Qual è la vulnerabilità del territorio al tipo di evento considerato

La differenza con il Piano di Protezione Civile è dovuta al fatto che gli elementi che scatenano tali eventi calamitosi non sono localizzati in luoghi ben definiti ma sono 'in transito' sui territori, utilizzando i percorsi e le modalità di trasporto resi disponibili e incontrando sul territorio elementi sia di pericolosità che di danno.

A partire da questi presupposti, si passano a delineare gli **Obiettivi Specifici** del presente Piano, sempre a partire dallo schema generale fornito dalla formula:

$$\text{RISCHIO} = \text{PERICOLOSITA}' * \text{DANNO}$$

Si presenta il singolo Obiettivo e si introducono degli Indicatori di Obiettivo utili a misurare l'efficacia delle politiche/azioni intraprese rispetto all'Obiettivo relativo e saranno stabiliti dei valori Target degli Indicatori, capaci di fungere da elemento di valutazione in chiave di monitoraggio dell'impatto delle azioni stesse.

La metodologia generale elaborata ha la struttura di una **Analisi Multicriteri Spaziale** e, perciò definisce una serie di criteri, che corrispondono agli Obiettivi Specifici, con sub-criteri che vanno a delineare l'Albero Gerarchico di valutazione, tipico di una analisi AHP-Analytical Hierarchy Process.

In pratica si quantificano probabilisticamente sia la pericolosità che avvenga un evento incidentale che il danno da esso indotto comprensivo della capacità di far fronte all'evento stesso (resilienza).

Per la prima volta, rispetto ad analisi già condotte a scala di area vasta (si veda, per esempio, il progetto Destination di Regione Lombardia e Piemonte), si delinea una metodologia generale che sia indipendente dal dettaglio del dato presente ma replicabile in altri territori.

Tale metodologia operativa viene ad affiancare e si integra con i Piani Urbani della Mobilità Sostenibile, individuando le situazioni di rischio ed indicando modalità di intervento con misure di natura infrastrutturale, tecnica, organizzativa e comportamentale.

In pratica la metodologia è rappresentata nella seguente figura 1.1 che mostra un classico Albero Gerarchico di un'Analisi Multicriteri. In esso l'Obiettivo Generale è individuato nella minimizzazione del Rischio indotto dal traffico di merci pericolose mentre i primi sub-obiettivi (anche detti criteri) sono la pericolosità ed il danno, per i quali si indicano, negli altri livelli dell'Albero Gerarchico, ulteriori sub-criteri che vengono a dettagliare i livelli di analisi.

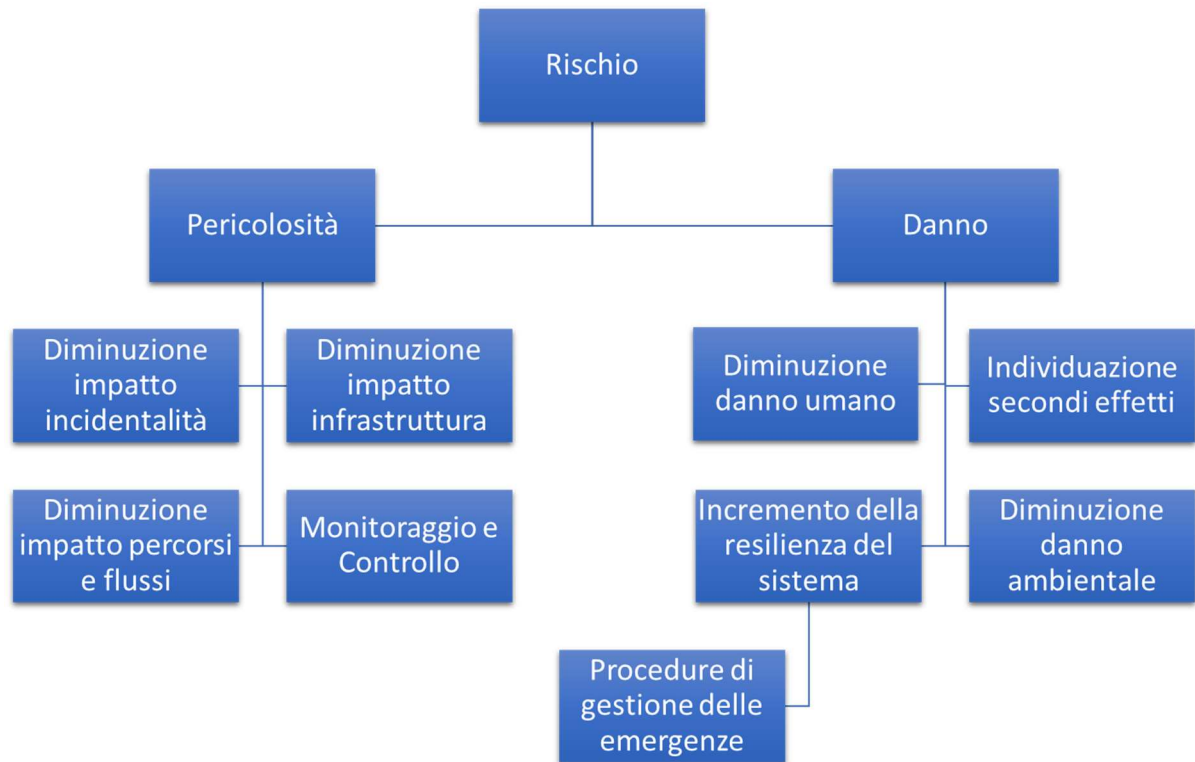


Figura 0.1 - La metodologia generale proposta

In riferimento alla figura 1.1, si va adesso a descrivere i singoli criteri/obiettivi di valutazione individuati.

Obiettivo Specifico P – Diminuzione della pericolosità derivante dai flussi di merci pericolose

Questo obiettivo vuol diminuire la probabilità di accadimento di un evento che coinvolga le merci pericolose. Tali eventi possono essere di tipologia molteplici quali, per esempio:

- Incidente che coinvolge direttamente un veicolo ADR;
- Evento che comporta la sosta lungo strada o la permanenza in coda di un veicolo ADR con relativa esposizione a potenziali danni per tutti gli utenti della strada;
- Presenza di geometria stradale che induce il veicolo al ribaltamento e/o ad altre tipologie incidentali;
- Altro.

INDICATORI

- Indicatore di valutazione: Numero di eventi che coinvolgono merci pericolose¹ avvenuti in un anno
- Indicatore target: Diminuzione del numero di eventi del 20% in 5 anni



Obiettivo Specifico P1 – Diminuzione impatto incidentalità

Questo obiettivo vuol diminuire l’impatto di eventuali incidenti stradali che avvengono lungo il percorso ed obbligano i veicoli ADR a rimanere in coda in modalità promiscua con altri veicoli oppure a parcheggiare lungo strada o cercare percorsi alternativi.

INDICATORI

- Indicatore di valutazione: Numero di eventi incidentali che coinvolgono indirettamente veicoli ADR
- Indicatore target: Diminuzione del numero di eventi del 20% in 5 anni



Obiettivo Specifico P2 – Diminuzione impatto infrastruttura

Questo obiettivo vuol ricercare la diminuzione dell’impatto dell’infrastruttura come generatrice di possibili situazioni di incidentalità.

INDICATORI

- Indicatore di valutazione: Numero di eventi incidentali che coinvolgono direttamente veicoli pesanti
- Indicatore target: Diminuzione del numero di eventi del 20% in 5 anni



¹ Si deve definire come raccogliere gli eventi che coinvolgono merci pericolose. Probabilmente serve una anagrafe condivisa dove ogni Ente possa aggiungere eventi avvenuti. Un primo passo avanti a livello di incidentalità potrebbe essere la sensibilizzazione degli organi rilevatori degli incidenti con l’indicazione del coinvolgimento di merci pericolose e la memorizzazione del codice Kemler relativo.

Obiettivo Specifico P3 – Diminuzione impatto percorsi e flussi merci ADR

Questo obiettivo vuol diminuire la pericolosità dovuta ai percorsi ed ai flussi di merci ADR. In pratica, si vuol diminuire la probabilità di accadimento di un evento incidentale che coinvolga tali veicoli come evento secondario, dovuto ad un evento accidentale accaduto nel territorio in cui tali veicoli vengono a transitare.

INDICATORI

- Indicatore di valutazione: N° di scenari di intervento progettati
- Indicatore target: Introduzione di almeno uno scenario di intervento



Obiettivo Specifico P4 – Monitoraggio e controllo dei flussi di merci ADR

Ulteriore obiettivo atto a diminuire la pericolosità dei traffici di merci ADR è il monitoraggio ed il controllo dei flussi.

Con monitoraggio e controllo si intendono due tipologie diverse di attività.

E' riconosciuta la difficoltà di natura tecnico-organizzativa legata alla reperibilità e disponibilità delle informazioni sul trasporto delle merci pericolose ed alla conseguente necessità di coordinare tutti gli Enti preposti ed interessati al monitoraggio ed alla vigilanza del traffico ADR.

Si parla perciò di **monitorare il traffico di merci pericolose** (Obiettivo P41) mediante sistemi ITS/ICT e mediante l'utilizzo di dispositivi quali telecamere intelligenti, on board unit per il tracciamento ed il monitoraggio dei mezzi e dei carichi trasportati sulle reti stradali con particolare attenzione alla costituzione di un robusto sistema informativo, alla definizione di un sistema per la gestione dinamica dei rischi e alla costruzione di un sistema di supporto alle decisioni sia in fase di pianificazione che, successivamente, per la gestione degli incidenti.

Monitorare il traffico delle merci pericolose vuol dire perciò:

- realizzare/implementare opportuni strumenti ICT e sistemi per il controllo dei flussi delle merci;

- attivare un sistema di monitoraggio continuo a livello transfrontaliero;
- trasmettere dati/informazioni agli attori del territorio che intervengono nella gestione delle merci, passando attraverso i porti (continuità della catena di trasporto);
- Favorire la rilevazione di situazioni di pericolo per la sicurezza pubblica, per consentire l'intervento immediato e preventivo delle forze dell'ordine;
- Attivare la cooperazione istituzionale e operativa con i diversi soggetti pubblici e privati coinvolti nel processo di trasporto delle merci pericolose e nei processi riguardanti la sicurezza (prevenzione, monitoraggio e controllo, intervento) al fine di consolidare e condividere modelli operativi, flussi di dati, canali di comunicazione tra le diverse applicazioni già in essere, nel rispetto reciproco dei ruoli e delle competenze.

La seconda faccia del monitoraggio è relativa alla **vigilanza del traffico ADR** (Obiettivo P42), al controllo del rispetto delle prescrizioni normative e delle ordinanze, da effettuarsi a cura degli organi vigilanti, anche mediante opportune operazioni di controllo in strada dell'effettivo rispetto delle prescrizioni segnalate, compatibilmente con le esigenze operative della Polizia Municipale.

Un terzo tipo di monitoraggio, di cui si parlerà nel paragrafo 3, è il monitoraggio degli effetti dell'applicazione del Piano.

INDICATORI – P41

- Indicatore di valutazione: N° di infrastrutture di rilevamento dei flussi ADR installate
- Indicatore target: Principali viabilità di traffico delle merci ADR monitorate



INDICATORI – P42

- Indicatore di valutazione: N° di infrazioni delle norme sul trasporto di merci ADR rilevate
- Indicatore target: Diminuzione delle infrazioni del 20%



Obiettivo Specifico D – Diminuzione del danno derivante dai flussi di merci pericolose

Questo obiettivo consiste nella ricerca di misure atte a diminuire la possibilità di coinvolgimento di persone, natura ed altri elementi negli eventi incidentali coinvolgenti i veicoli ADR.

INDICATORI

- Indicatore di valutazione: N° di interventi messi in campo per la diminuzione dei danni
- Indicatore target: Almeno un intervento messo in campo ogni anno per ognuno dei sotto-obiettivi D1-D4



Obiettivo Specifico D1 – Diminuzione del danno umano

Questo obiettivo focalizza l'attenzione sui danni umani e cerca di introdurre interventi capaci di minimizzarlo.

INDICATORI

- Indicatore di valutazione: N° di interventi messi in campo per la diminuzione dei danni umani
- Indicatore target: Almeno un intervento messo in campo ogni anno



Obiettivo Specifico D2 – Diminuzione del danno ambientale

Questo obiettivo focalizza l'attenzione sui danni ambientali e cerca di introdurre interventi capaci di minimizzarlo.

INDICATORI

- Indicatore di valutazione: N° di interventi messi in campo per la diminuzione dei danni ambientali
- Indicatore target: Almeno un intervento messo in campo ogni anno



Obiettivo Specifico D3 – Individuazione di potenziali secondi effetti

Questo obiettivo focalizza l'attenzione sui danni arrecati da eventi dovuti a secondi effetti e cerca di introdurre interventi capaci di minimizzarli.

INDICATORI

- Indicatore di valutazione: N° di interventi messi in campo per la diminuzione dei danni da eventi secondari
- Indicatore target: Almeno un intervento messo in campo ogni anno



Obiettivo Specifico D4 – Incremento della resilienza del sistema

Con questo obiettivo si cerca di introdurre azioni con lo scopo di incrementare la capacità del sistema a rispondere ad eventuali eventi, limitando i danni ed incrementando le capacità di intervento dei vari Enti Preposti.

INDICATORI

- Indicatore di valutazione: N° di procedure/scenari di gestione delle emergenze elaborati
- Indicatore target: Introduzione di almeno una procedura di gestione delle emergenze da traffico di merci pericolose



I. Descrizione della piattaforma LOSE+LAB

Il sistema LOSE+LAB è composto da due elementi principali. In primo luogo, una rete di telecamere è stata installata sulle principali arterie della città di Genova, lungo la zona costiera, vicino ai cancelli del porto. Le telecamere permettono all'autorità pubblica locale di gestire efficacemente il traffico, con una visione precisa e tempestiva della situazione dei veicoli. Inoltre, le immagini acquisite vengono elaborate per identificare la classificazione del veicolo e riconoscere le targhe delle merci pericolose secondo lo standard ADR. Questo sistema intelligente rende disponibili i dati sulle specifiche merci pericolose trasportate dai camion, coprendo i tratti stradali monitorati, come mostrato nella Figura 1.

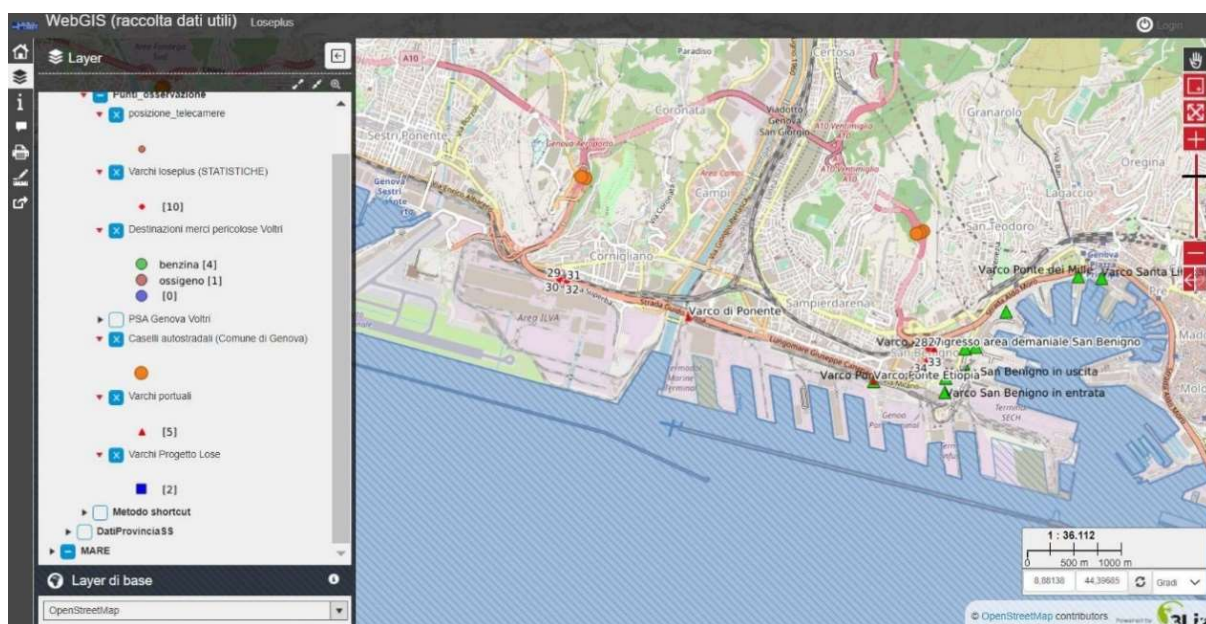


Figura 2. Visualizzazione della piattaforma LOSE+LAB. Zoom della visualizzazione web-GIS terrestre. Reti di dispositivi e telecamere installate per il monitoraggio dei veicoli di merci pericolose nella città di Genova (Legenda: Punti di monitoraggio - posizione delle telecamere; statistiche sui punti di monitoraggio; punti di consegna delle merci pericolose a Voltri, cioè benzina, ossigeno e altre sostanze; varchi autostradali (Comune di Genova); varchi portuali).

In secondo luogo, il sistema include una piattaforma web-GIS che fornisce agli utenti mappe geo-referenziate in tempo reale del traffico monitorato e l'area di potenziale impatto generata da possibili scenari di incidenti che coinvolgono i veicoli pericolosi identificati.

Nel caso di un incidente con rilascio di sostanze tossiche o infiammabili, la definizione della zona d'impatto permette di stimare l'estensione degli effetti fisici derivanti dallo sviluppo accidentale in seguito alla perdita di contenimento. In dettaglio, la zona di impatto o zona di danno rappresenta le aree in cui la concentrazione di materiali pericolosi è uguale o superiore a certe soglie di riferimento di letalità. L'analisi delle conseguenze si riferisce agli effetti attesi

del risultato dell'incidente, indipendentemente dalla frequenza o dalla probabilità di accadimento.

I.1. La piattaforma LOSE+LAB WEB-GIS: raccolta e visualizzazione dei dati

Nella piattaforma WEB-GIS proposta, i dati della rete di telecamere sono stati immagazzinati in un server centrale, processati ed elaborati. Per ogni telecamera installata, i dati acquisiti si riferiscono all'ID del punto di monitoraggio, l'ID dell'evento monitorato (transito del veicolo), la data e l'ora del transito rilevato, la descrizione del veicolo, il codice Kemler identificato, il numero UN e la denominazione ufficiale di trasporto del prodotto pericoloso.

I dati, gestiti dal Comune di Genova, possono essere consultati solo da utenti accreditati. Inoltre, il sistema proposto offre agli utenti la possibilità di scaricare le relative informazioni o statistiche in diversi formati. Mappe, statistiche, grafici e tendenze utili per un sistema di supporto decisionale basato sul rischio sono stati predisposti per le autorità pubbliche del territorio.



Figura 3. Visualizzazione di dati statistici sui flussi di veicoli pericolosi monitorati. La figura 2 mostra le statistiche dei flussi di veicoli pericolosi monitorati per uno specifico cancello 32 (a sinistra della figura) fino al 28.02.2021, quando il sistema LOSE+LAB è stato attivato (a), e i corrispondenti valori medi di transito orario (b).

La piattaforma Web-GIS proposta da LOSE+LAB include un modulo per l'analisi delle conseguenze di diversi scenari di incidenti potenziali generati dal trasporto di merci pericolose sulle strade situate nell'area di studio.

Questo modulo mira a fornire agli utenti uno strumento intelligente in grado di calcolare e quantificare rapidamente le dimensioni delle zone di impatto caratterizzate da un'elevata letalità e da lesioni irreversibili per le persone in caso di incidente di trasporto di materiali pericolosi. Il modulo è basato su un metodo rapido chiamato ShortCut, implementato dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente della Regione Toscana (Italia) e pubblicato sul sito dell'ISPRA (Istituto Italiano per la Protezione e la Ricerca Ambientale) (Metodo ShortCut, 2005).

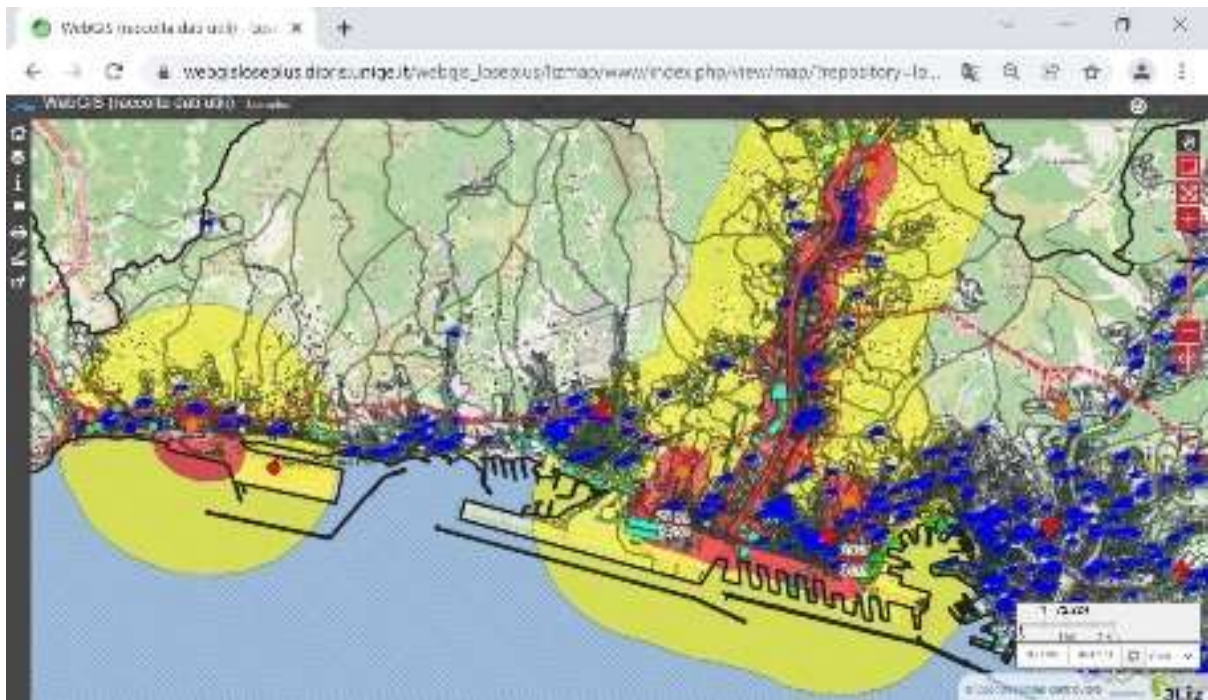


Figura 4. Visualizzazione della piattaforma LOSE+LAB: zoom del Web-GIS terrestre che rappresenta due scenari di eventi studiati, secondo la legenda della figura 1.

Nella Figura 3, l'area blu indica le scuole del distretto di Genova come elementi esposti a pericoli e rischi, le croci rosse rappresentano gli ospedali, le linee rosse sono le strade mentre le linee rosse tratteggiate sono le autostrade e le linee nere sono i confini comunali terrestri e marittimi. I cerchi rossi rappresentano l'area di impatto sicuro derivata da un rilascio di cloro assunto come scenario di studio lungo un collegamento definito dell'infrastruttura stradale. I cerchi gialli rappresentano la zona del danno.

II. Sistema di supporto alle decisioni per l'analisi delle conseguenze e dei rischi

II.1 Definizione generale del rischio

In generale, la funzione di rischio per la merce pericolosa *m-esima* e per lo scenario incidentale *h-esimo* lungo la sezione *i-esima* della tratta percorsa dalla nave all'istante *t-esimo* per il tipo di esposto *e-esimo* (individuale o ambientale), può essere generalizzata come segue:

$$R_e^{h,m}(i, t) \propto \left(FA^{h,m}(i, t), ES_e^{h,m}(i, t) \right) \quad \text{Eq. 1}$$

dove

- $FA^{h,m}(i, t)$ rappresenta la frequenza attesa di incidente per lo scenario incidentale *h-esimo* che coinvolga un mezzo che trasporta la merce pericolosa di tipologia *m-esima* sulla tratta *i-esima* all'istante *t-esimo*.
- $ES_{x,e}^{h,m}(i, t)$ rappresenta l'esposto coinvolto in caso di incidente che coinvolga la materia pericolosa *m-esima* con scenario *h-esimo* sulla tratta *i-esima* all'istante *t-esimo*.
- Il pedice *e* rappresenta il tipo di esposto che può essere esposto individuale o ambientale o economico.

La prima componente del rischio, la frequenza attesa di incidente è funzione della frequenza incidentale generica sul territorio di interesse e può essere calcolata tenendo conto di dati statistici di incidentalità. Purtroppo, infatti, molto rari sono i dati di incidenti che coinvolgano direttamente una specifica merce pericolosa.

La seconda componente del rischio, l'esposto $ES_{x,e}^{h,m}(i, t)$ che compare nell'eq. 1 stima il numero di elementi potenzialmente coinvolti nell'area di impatto o danno dell'evento incidentale, siano essi relativi all'esposto umano, ambientale o economico.

Per poter calcolare l'esposizione complessiva relativa a un incidente, è necessario definire l'area di impatto e di danno associata allo specifico scenario di incidente. Per il calcolo e la visualizzazione delle conseguenze degli incidenti nel contesto del trasporto di merci pericolose, è stato adottato il metodo "ShortCut" per la stima rapida delle conseguenze derivanti da incidenti rilevanti legati allo stoccaggio, alla movimentazione e al trasporto di merci pericolose, sviluppato da APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e i Servizi Tecnici) e ARPAT (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Toscana) e pubblicato sul sito dell'ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

Questo rapporto si concentra sulla metodologia adottata nel progetto LOSE+ LAB per valutare le conseguenze e in particolare l'estensione dell'area di impatto e dei danni. In particolare, saranno presentati due tipi di scenari di incidenti: il primo dovuto a un incidente per un veicolo che trasporta una specifica merce pericolosa e il secondo dovuto a un rilascio di sostanze pericolose in mare.

II.2. Sistema di supporto alle decisioni per l'analisi delle conseguenze

Il metodo Short-cut, come gli altri metodi espediti, permette di stimare le distanze di danno relative a incidenti che coinvolgono rilasci di sostanze pericolose in diversi tipi di contenitori: stoccati in contenitori confinati, o trasportati via nave, cisterna, treno cisterna e pipeline (questi ultimi tipi sono esclusi dal campo di applicazione del D.Lgs. 334/99). Classifica le sostanze infiammabili e tossiche secondo le loro caratteristiche di rischio generalmente significative per valutarne le conseguenze. Per ogni classe di rischio, il metodo fornisce l'indicazione degli scenari di incidente con la più alta e media probabilità di verificarsi (i risultati tipici dell'incidente di materiale pericoloso possono essere chiamati slick fire, flash fire, vapour cloud explosion (VCE) o toxic cloud).

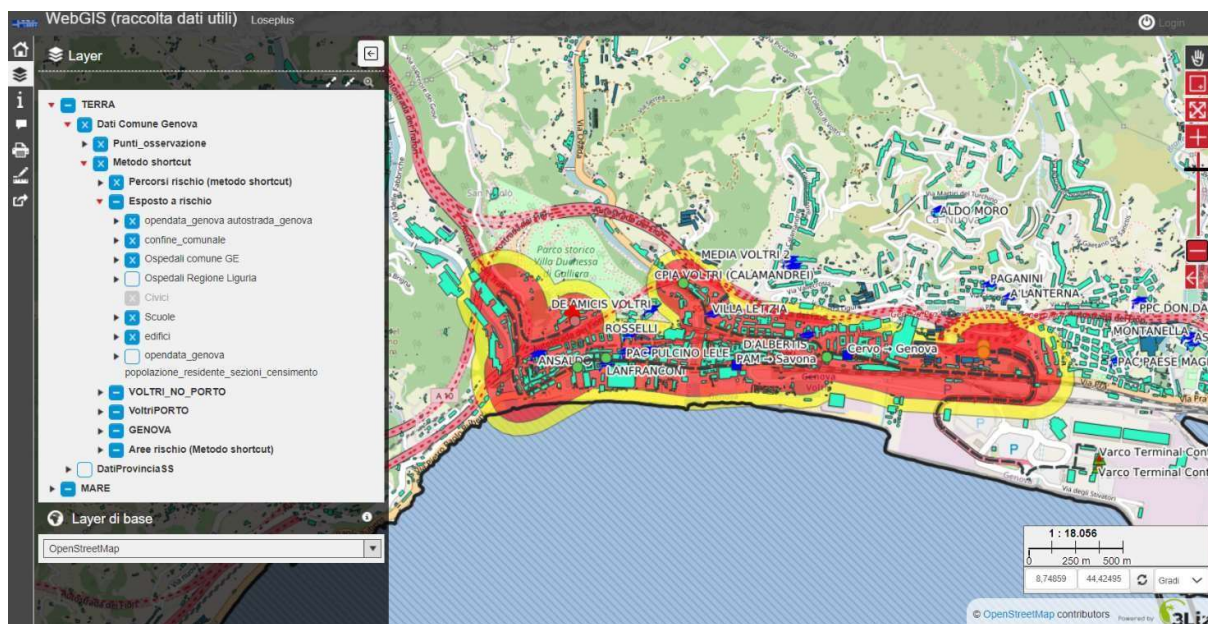


Figura 5. Mappatura rapida per l'analisi delle conseguenze di un incidente con gas liquefatto. Il sistema proposto copre anche importanti strati di caratteristiche esposte, infrastrutture e uso del suolo.

Le distanze, di conseguenza, sono riportate in forma di tabella secondo le classi di materiali pericolosi, le diverse quantità di prodotto, le quattro soglie di letalità e per due categorie di condizioni meteorologiche secondo la classificazione di Pasquill (D5 e F2). Queste distanze ottenute rappresentano il raggio di un'area circolare che corrisponde

approssimativamente all'area di impatto potenziale dell'evento accidentale. Nella figura seguente, è mostrato lo scenario di incidente per il gas liquefatto, che appartiene alla classe 3 dell'ADR.

In questa rappresentazione, il raggio della zona di impatto è stato utilizzato per identificare un buffer, sotto e sopra la strada selezionata, disegnato come un cerchio che si muove lungo la strada. L'area rossa rappresenta la zona di impatto ad alta letalità, mentre l'area gialla può essere associata alla zona di danno, dove le conseguenze possono generare lesioni irreversibili. L'utente può anche accedere a dati e strati che forniscono informazioni sulla densità della popolazione o su altri recettori potenzialmente esposti e vulnerabili nel territorio come scuole, ospedali, centri di aggregazione (fabbriche, stadi, auditorium, dormitori, ecc.).

II.2.1. Metodo ShortCut per la stima dell'area

L'applicazione del metodo si articola secondo i seguenti passi.

- ❖ **Step 0.** L'utente seleziona la sostanza interessata per la valutazione del rischio.
- ❖ **Step 1.** la sostanza è presente nella lista delle sostanze del metodo ShortCut
 - **Step 1.1.** *recupero la lista delle classi ShortCut associate alla sostanza.*
 - **Step 1.1.1** *SE la sostanza viene associata alle classi dei liquidi infiammabili o dei gas infiammabili*
- L'utente deve selezionare le caratteristiche del contenimento. Tale scelta permette di identificare la specifica classe di rischio in ShortCut e ricondurci alla tabella di riferimento per l'identificazione del raggio dell'area di impatto
 - or
 - **Step 1.1.2** *SE la sostanza viene associata alle classi delle sostanze tossiche*
- Applico la procedura del PARADIGMA e definisco i quattro valori A, B, C, D.
 - *Identificazione del valore "Rif."* Dipende dalla sostanza e dal tipo di contenimento (Tabella n. 2 del Manuale Utente. Numeri di riferimento Classe 4 - Liquidi tossici; Classe 5.1 Gas tossici liquefatti per compressione; 5.2 Gas tossici liquefatti per refrigerazione; 5.3 Gas tossici semplicemente compressi)
 - *Identificazione Valore A (identifica la tipologia di detenzione. Tabella 3 del Manuale Utente)*

- *Identificazione Valore B (identifica la quantità di merce stoccata. Tabella n. 4a del Manuale Utente).*
 - *Identificazione Valore C (identifica il valore di soglia di letalità Tabella n. 5 del Manuale Utente).*
 - *Identificazione Valore D (identifica il parametro relativo alle condizioni meteo. Tabella n. 6 del Manuale Utente).*
- Tramite il PARADIGMA, si procede alla ricerca delle tabelle di assegnazione delle singole sostanze alle classi;
 - Identificazione del raggio dell'area di impatto da consultazione della relativa tabella in Allegato 1 al Metodo ShortCut.

II.2.1.1. Criteri di classificazione per le sostanze infiammabili

Il Metodo ShortCut classifica le sostanze infiammabili secondo le loro caratteristiche di pericolosità generalmente significative ai fini della valutazione delle conseguenze. In particolare vale quanto riportato nella tabella seguente:

Tabella 1: Classificazione delle sostanze infiammabili secondo le loro caratteristiche di pericolosità

Classi			Tipo di sostanza	Caratteristiche	Ulteriori caratteristiche
1	1.1	1.1.1	Liquidi infiammabili	$P_v < 0.3$ bar a 20° C	$T_{inf} > 20^\circ$ C
		1.1.2			$T_{inf} < 20^\circ$ C
	1.2	-		$P_v > 0.3$ bar a 20° C	/
2	2.1	2.1.1	Gas infiammabili	Liquefatti per compressione	$T_{eb} > -8^\circ$ C
		2.1.2			$T_{eb} < -8^\circ$ C
	2.2	-		Liquefatti per refrigerazione	/
	2.3	-		Semplicemente compressi	/
3	-	-	Sostanze esplosive	Perossidi organici Esplosivi Fuochi d'artificio	/

Il criterio di classificazione adottato segue, con alcune varianti marginali, quello già utilizzato in analoghi metodi speditivi per la stima delle conseguenze incidentali.

II.2.1.2. Criteri di classificazione delle sostanze tossiche

Nel Metodo Short-Cut è definita una macro-classificazione delle sostanze tossiche sulla base delle modalità di detenzione o di formazione delle stesse, secondo quanto riportato nella tabella seguente:

Tabella 2: Macro-classificazione delle sostanze tossiche sulla base dei loro metodi di possesso o di formazione

Macro Classi caratteristiche	Tipo di sostanza		Ulteriori
4	Liquidi tossici		-
5.1	Gas infiammabili	liquefatti per compressione	-
5.2		liquefatti per refrigerazione	-
5.2		compressi	-
6	Prodotti tossici di combustione	da pesticidi	precursori di diossina
			non precursori di diossina
		da fertilizzanti	da fertilizzanti azotati
			da fertilizzanti solforati
	da materie plastiche	-	

Le sostanze tossiche appartenenti alle classi 4, 5.1, 5.2, 5.3 sono state ulteriormente classificate sulla base dei loro effetti, attraverso correlazioni tra i risultati delle simulazioni e le proprietà chimico- fisiche e tossicologiche di seguito specificate.

Tabella 3: Proprietà fisico-chimiche e tossicologiche delle sostanze della classe dei liquidi e dei gas

Tossici	Proprietà chimico-fisiche
Liquidi	LC ₅₀ , IDLH, P _v , PM, T _{eb} , c _p , $\dot{A}H_{vap}$, r_l
Gas liquefatti per compressione	LC ₅₀ , IDLH, P _v , PM, T _{eb} , c _p , $\dot{A}H_{vap}$, T _{critica}
Gas liquefatti per refrigerazione	LC ₅₀ , IDLH, P _v , PM, T _{eb} , c _p , $\dot{A}H_{vap}$, T _{critica}
Gas compressi	LC ₅₀ , IDLH, P _{stocc.} , PM, T _{eb} , c _p , $\dot{A}H_{vap}$, T _{critica}

II.2.1.3. Modalità di detenzione

Il Metodo Short-Cut prende in considerazione le seguenti modalità di detenzione:

- a) stoccaggio con bacino di contenimento;
- b) stoccaggio senza bacino di contenimento;

- c) trasporto per mezzo di Autobotti o Ferrocisterne (ATB/FC);
- d) trasporto tramite nave;
- e) trasporto mediante condotta.

❖ **Esempio di applicazione del metodo Shortcut per la valutazione delle distanze di danno: trasporto di cloro liquefatto per compressione**

Per un evento accidentale di probabilità relativamente alta e di piccola entità (molto probabile), individuare il raggio di danno corrispondente a una lesione irreversibile (IDLH) nelle condizioni meteorologiche D.5.

La tabella seguente mostra che il cloro, un gas tossico appartenente alle classi 5.1, 5.2 e 5.3 (gas tossici liquefatti per compressione, refrigerazione o compressione), è una delle sostanze presenti nel metodo.

Tabella 1 Short-Cut

	CAS	sostanza	Classe 1	Classe 2_1	Classe 2_2	etichetta e frasi di rischio
71	287-92-3	Ciclopentano				F; R: 11-52/53; S: (2-)9-16-29-33-61
72	75-19-4	Ciclopropano				F+; R: 12; S: (2-)9-16-33
73	7782-50-5	Cloro	5.1	5.2	5.3	T; N; R: 23-36/37/38-50; S: (1/2-)9-45-61
74	10049-04-4	Cloro biossido	5.1	5.2	5.3	T; N; R: 25-34-50; S: (1/2-)23-26-28-36/ 37/39-45-61

La tabella seguente mostra che i risultati del cloro sono il risultato di simulazioni e che il numero di riferimento per il cloro per un ulteriore trattamento è 7.

Tabella 2 Short-Cut

5_1	Gas tossici liquefatti per compressione			Rif.
		7664-41-7	Ammoniaca (1)	4
		463-58-1	Carbonil solfuro*	5
		460-19-5	Cianogeno*	6
		7782-50-5	Cloro	7
		10049-04-4	Cloro biossido*	8

* Sostanze non simulate per mancanza di dati qualificati nel DIPPR; esse vengono comunque ricomprese nella classe in quanto classificabili col criterio stabilito.

Per il cloro, essendo una sostanza tossica, i quattro valori numerici (A, B, C e D) del paradigma sono identificati grazie alle Tabelle dalla n.3 alla n.6 del metodo Short-Cut.

Tabella n. 3 - Parametro A del paradigma	
Tipologia di detenzione	A
Stoccaggio con bacino di contenimento	1
Stoccaggio senza bacino di contenimento	2
ATB/FC	1/2(*)
Navi	2
Condotte	2

(*) Deve essere assunto 2 se la sostanza ricade della classe 5.3

A = 1

Tabella n. 4b - Parametro B del paradigma per la tipologia di trasporto via ATB/FC		
ATB/FC	B	
	Ipotesi più probabile	Ipotesi media
Liquidi tossici	47	47
Gas tossici (in tutte le forme)	48	48

B = 48 (in teoria) (per il trasporto in autobotte / ferrocisterna)

Tabella n. 4c - Parametro B del paradigma per la tipologia di trasporto via nave		
Trasporto via nave	B	
	Ipotesi più probabile	Ipotesi media
Liquidi tossici	4	12
Gas tossici liquefatti per compressione	30	4
Gas tossici liquefatti per refrigerazione	30	4
Gas tossici compressi	4	12

B = 30 (in teoria) (per il trasporto via nave)

Tabella n. 5 - Parametro C del paradigma	
Soglia	C
LC50	1
IDLH	3

Tabella n. 6 - Parametro D del paradigma	
Meteo	D
D5	1
F2	2

C = 3 et D = 1

Il paradigma è quindi: **1 48 3 1 (ATB)** ; **2 48 3 1 (per il trasporto via nave)**.

Nella Tabella 7B (sui gas tossici liquefatti per compressione), all'intersezione tra la colonna corrispondente al n. 7 (riferimento numerico per il cloro) e la riga corrispondente al

paradigma, si può notare che il cloro è assegnato alla sottoclasse 5.2.2 per il trasporto su strada e alla sottoclasse 5.2.1 per il trasporto via nave.

ATB

Tabella 7C - GAS TOSSICI LIQUEFATTI PER TEMPERATURA - Tabella di assegnazione delle singole sostanze alle c

Paradigma				Numerazione delle sostanze della classe 5.2 secondo Tabella 2																		
A	B	C	D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	1	1	1	5.2.2	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.5	5.2.1	5.2.5	5.2.4	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.2
1	1	1	2	5.2.2	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.1	5.2.5	5.2.2	5.2.4	5.2.3	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.3	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.2
1	1	3	1	5.2.2	5.2.2	5.2.2	5.2.1	5.2.2	5.2.3	5.2.2	5.2.4	5.2.3	5.2.5	5.2.2	5.2.1	5.2.3	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.1
1	1	3	2	5.2.3	5.2.6	5.2.5	5.2.2	5.2.4	5.2.5	5.2.4	5.2.6	5.2.5	5.2.6	5.2.5	5.2.1	5.2.6	5.2.1	5.2.2	5.2.4	5.2.6	5.2.6	5.2.4
1	3	1	1	5.2.2	5.2.1	5.2.2	5.2.1	5.2.1	5.2.5	5.2.2	5.2.5	5.2.4	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.2
1	3	1	2	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.1	5.2.1	5.2.5	5.2.1	5.2.4	5.2.3	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.3	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.2
1	3	3	1	5.2.3	5.2.3	5.2.2	5.2.2	5.2.3	5.2.4	5.2.2	5.2.4	5.2.4	5.2.5	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.3	5.2.2	5.2.6	5.2.2
1	3	3	2	5.2.3	5.2.1	5.2.6	5.2.2	5.2.5	5.2.6	5.2.1	5.2.1	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.6	5.2.6	5.2.1	5.2.6	5.2.1
1	27	1	1	5.2.2	5.2.3	5.2.2	5.2.1	5.2.2	5.2.5	5.2.3	5.2.5	5.2.3	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.3	5.2.6	5.2.3
1	27	1	2	5.2.2	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.5	5.2.2	5.2.4	5.2.3	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.3	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.2
1	27	3	1	5.2.2	5.2.5	5.2.3	5.2.1	5.2.3	5.2.3	5.2.4	5.2.5	5.2.3	5.2.6	5.2.4	5.2.1	5.2.5	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.5	5.2.6	5.2.4
1	27	3	2	5.2.3	5.2.3	5.2.3	5.2.2	5.2.4	5.2.6	5.2.2	5.2.6	5.2.5	5.2.6	5.2.4	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.4	5.2.3	5.2.6	5.2.3
1	33	1	1	5.2.2	5.2.2	5.2.2	5.2.1	5.2.2	5.2.5	5.2.3	5.2.5	5.2.3	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.3	5.2.6	5.2.3
1	33	1	2	5.2.2	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.5	5.2.1	5.2.5	5.2.3	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.2
1	33	3	1	5.2.2	5.2.5	5.2.3	5.2.1	5.2.3	5.2.3	5.2.4	5.2.5	5.2.3	5.2.6	5.2.4	5.2.1	5.2.5	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.5	5.2.6	5.2.4
1	33	3	2	5.2.3	5.2.3	5.2.4	5.2.2	5.2.4	5.2.6	5.2.3	5.2.6	5.2.5	5.2.6	5.2.4	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.4	5.2.3	5.2.6	5.2.3
1	34	1	1	5.2.2	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.5	5.2.2	5.2.5	5.2.4	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.2
1	34	1	2	5.2.2	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.1	5.2.5	5.2.2	5.2.5	5.2.3	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.2
1	34	3	1	5.2.3	5.2.1	5.2.6	5.2.2	5.2.4	5.2.5	5.2.1	5.2.1	5.2.5	5.2.6	5.2.6	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.6	5.2.4	5.2.1	5.2.6	5.2.1
1	34	3	2	5.2.5	5.2.1	5.2.1	5.2.3	5.2.6	5.2.6	5.2.1	5.2.1	5.2.6	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.6	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.1
1	35	1	1	5.2.2	5.2.1	5.2.2	5.2.1	5.2.1	5.2.5	5.2.2	5.2.5	5.2.4	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.2
1	35	1	2	5.2.2	5.2.1	5.2.3	5.2.2	5.2.1	5.2.6	5.2.2	5.2.6	5.2.5	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.3	5.2.3	5.2.6	5.2.2
1	35	3	1	5.2.3	5.2.3	5.2.3	5.2.2	5.2.4	5.2.4	5.2.2	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.4	5.2.3	5.2.6	5.2.3
1	35	3	2	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.2	5.2.6	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.5
1	48	1	1	5.2.2	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.5	5.2.2	5.2.4	5.2.3	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.3	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.2
1	48	1	2	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.5	5.2.2	5.2.4	5.2.2	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.2
1	48	3	1	5.2.3	5.2.3	5.2.3	5.2.1	5.2.3	5.2.4	5.2.2	5.2.5	5.2.4	5.2.5	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.3	5.2.3	5.2.6	5.2.2
1	48	3	2	5.2.3	5.2.3	5.2.4	5.2.1	5.2.4	5.2.6	5.2.3	5.2.6	5.2.5	5.2.6	5.2.4	5.2.2	5.2.5	5.2.1	5.2.1	5.2.6	5.2.3	5.2.6	5.2.3

		HYP	Soglia	D5	F2
Trasporto ATB/FC	Più prob./Media	1		440	590
		2			
		3		2000	850
		4			
	1		440	590	
	2				
	3		2000	850	
	4				

Trasporti via nave

(segue) Tabella 7C - GAS TOSSICI LIQUEFATTI PER TEMPERATURA - Tabella di assegnazione delle singole

Paradigma				Numerazione delle sostanze della classe 5.2 secondo Tabella 2																	
A	B	C	D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2	3	3	1	5.2.3	5.2.4	5.2.3	5.2.2	5.2.3	5.2.4	5.2.3	5.2.5	5.2.4	5.2.6	5.2.4	5.2.1	5.2.5	5.2.1	5.2.3	5.2.3	5.2.4	5.2.6
2	3	3	2	5.2.4	5.2.3	5.2.1	5.2.2	5.2.5	5.2.6	5.2.1	5.2.2	5.2.6	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.1	5.2.1	5.2.6	5.2.1	5.2.1
2	4	1	1	5.2.2	5.2.1	5.2.2	5.2.1	5.2.1	5.2.5	5.2.2	5.2.5	5.2.4	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.6
2	4	1	2	5.2.2	5.2.2	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.5	5.2.2	5.2.5	5.2.3	5.2.6	5.2.4	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.2	5.2.6
2	4	3	1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.4	5.2.5	5.2.1	5.2.4	5.2.5	5.2.5	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.1	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.6
2	4	3	2	5.2.4	5.2.4	5.2.3	5.2.3	5.2.5	5.2.6	5.2.2	5.2.3	5.2.6	5.2.3	5.2.2	5.2.1	5.2.3	5.2.1	5.2.1	5.2.6	5.2.3	5.2.3
2	16	1	1	5.2.2	5.2.1	5.2.1	5.2.3	5.2.5	5.2.6	5.2.2	5.2.5	5.2.6	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.6	5.2.2	5.2.6
2	16	1	2	5.2.5	5.2.3	5.2.5	5.2.3	5.2.5	5.2.6	5.2.4	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.1	5.2.6	5.2.1	5.2.2	5.2.6	5.2.5	5.2.6
2	16	3	1	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.3	5.2.5	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.1	5.2.6	5.2.1	5.2.2	5.2.6	5.2.6	5.2.6
2	16	3	2	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.3	5.2.5	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.1	5.2.6	5.2.1	5.2.2	5.2.6	5.2.6	5.2.6
2	27	1	1	5.2.2	5.2.3	5.2.2	5.2.3	5.2.5	5.2.6	5.2.3	5.2.5	5.2.6	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.2	5.2.6	5.2.3	5.2.6
2	27	1	2	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.3	5.2.5	5.2.6	5.2.1	5.2.4	5.2.6	5.2.6	5.2.2	5.2.1	5.2.3	5.2.1	5.2.1	5.2.6	5.2.1	5.2.6

		HYP	Soglia	D5	F2
Trasporto Nave Sversamento in banchina	Più prob.	1	480	610	
		2			
		3	2100	750	
		4			
	Media	1	480	610	
		2			
		3	2100	910	
		4			

II.3. Trasporto marittimo Hazmat

Il modello delle conseguenze è stato implementato anche nel contesto marittimo. Questa applicazione si basa sul metodo Short-Cut e fornisce l'area di impatto considerando i prodotti pericolosi immagazzinati sulle navi che transitano nei porti. Sulla base dei dati dell'autorità portuale riguardanti il carico e lo scarico di prodotti pericolosi gestiti nei terminali portuali, il sistema fornisce una rapida mappatura del pericolo nelle vicinanze della zona costiera. Il modello fornisce all'utente la visualizzazione dei possibili risultati di un incidente disegnando l'area di impatto lungo le traiettorie delle navi che entrano, restano o lasciano i porti.

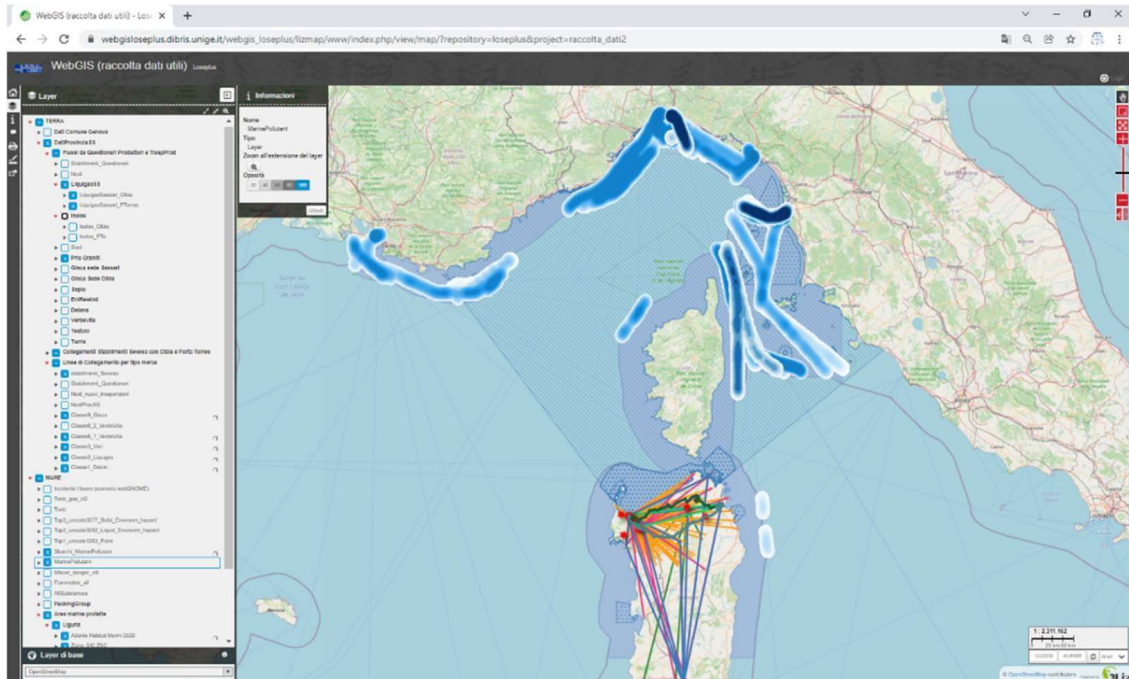


Figura 6. Rapida mappatura per la valutazione del rischio estesa alle zone costiere.

III. Risultati dell'analisi del transito di merci pericolose

In questa sezione, abbiamo presentato i dati raccolti durante il periodo da febbraio 2021 a marzo 2022. Infatti, circa 60.000 transiti di veicoli che trasportano merci pericolose sono stati rilevati nella zona sopra il porto di Genova. Inoltre, tra agosto 2021 e marzo 2022, circa 13000 container di merci pericolose sono stati trasportati su strada.

Questo database può anche fornire statistiche sulla distribuzione del transito per fascia oraria, che mostra che nella fascia oraria tra le 8 e le 12 del mattino transita poco meno del 40% di tutte le merci pericolose.

Sovrapponendo la distribuzione oraria del transito delle merci pericolose con la distribuzione aggregata dei veicoli pubblicata nel SUMP, si può vedere come al mattino si verifica una parziale sovrapposizione tra i due punti, come mostrato nella figura seguente.

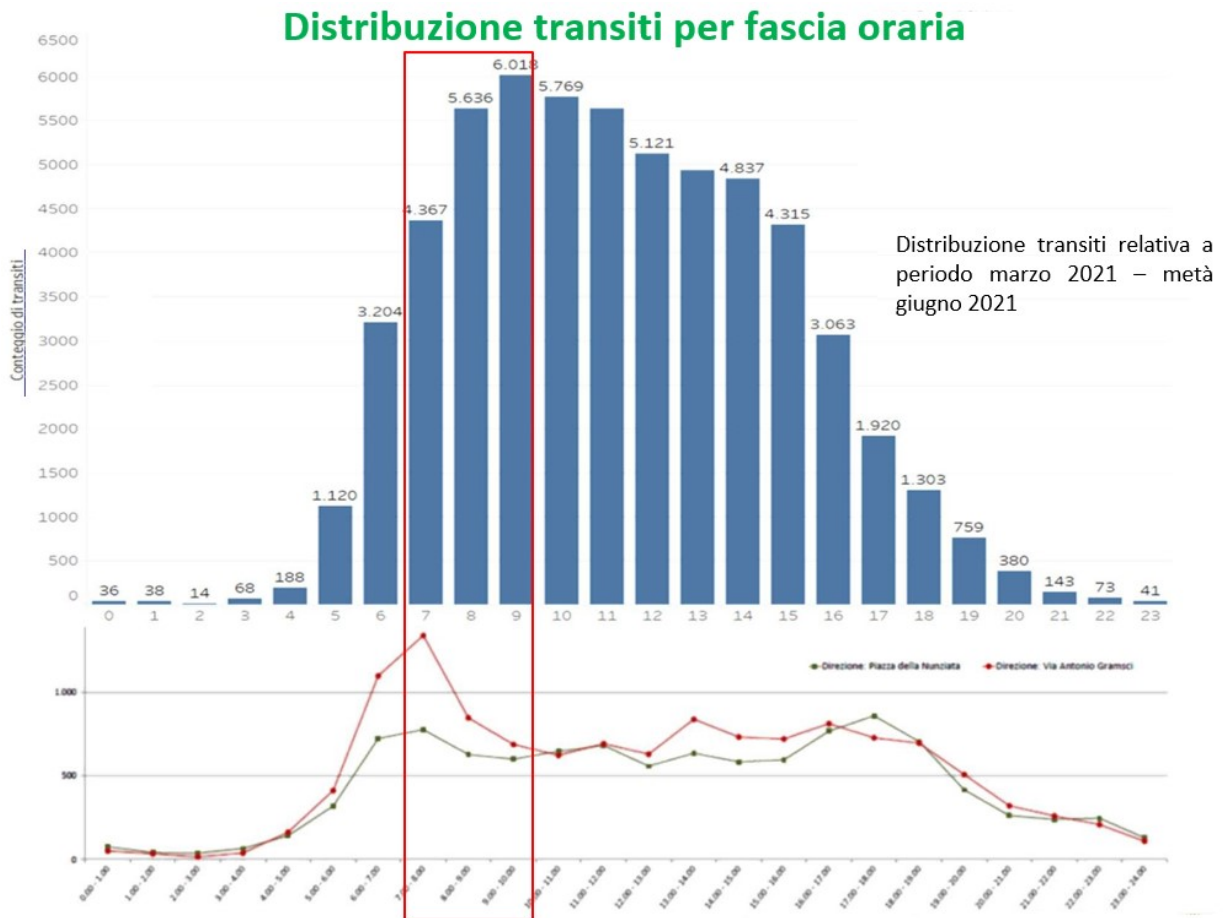


Figura 7. Distribuzione transiti relativa a periodo marzo 2021 – metà giugno 2021.

I risultati mostrano anche che il tratto di rilievo con il maggior numero di transiti è quello situato in via Albertazzi, che, in direzione di Levante, ha registrato più di 21.500 transiti di merci pericolose sulle due corsie monitorate (figura 6).

Inoltre, più del 50% dei transiti riguarda varie sostanze e oggetti pericolosi (classe 9), circa il 28% riguarda liquidi infiammabili, circa l'11% sostanze corrosive, 4% gas e poco meno del 2% sostanze tossiche (figura 7).

Le classi di pericolo 9 e 3 (liquidi infiammabili), che insieme rappresentano circa l'80% del totale delle merci rilevate, mostrano transiti particolarmente polarizzati. Il 30% dei liquidi infiammabili transita nel tratto di via dei Reggioni a Pegli, probabilmente in modo diretto e proveniente dall'importante centro petrolchimico della zona, mentre circa il 50% dei transiti di materiali e oggetti pericolosi vari riguarda il tratto di via Albertazzi, probabilmente in modo diretto o proveniente dall'omonimo porto.

Distribuzione transiti per sezione di rilievo

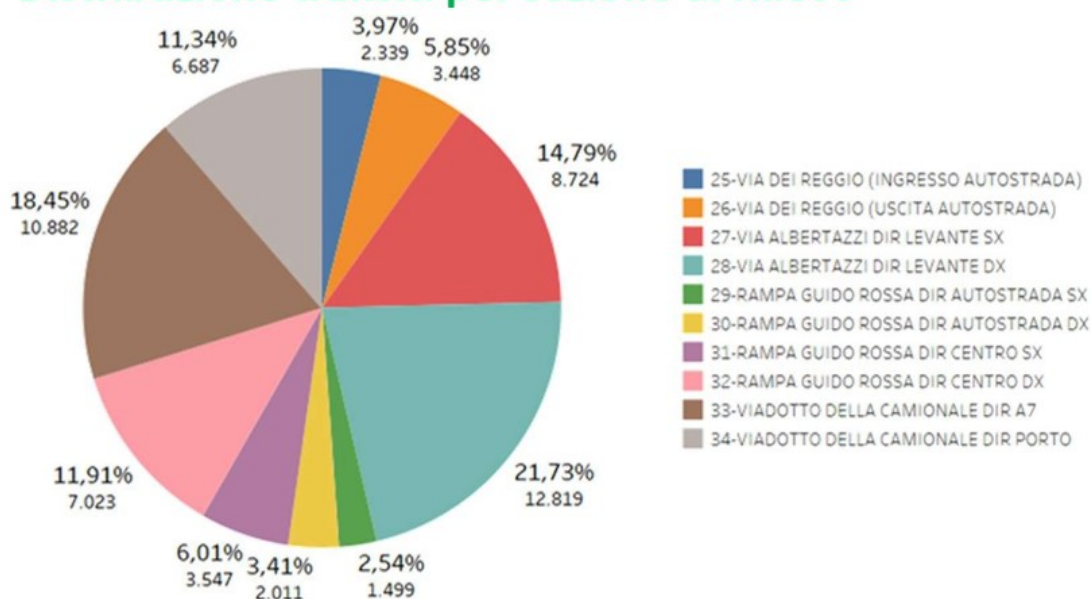


Figura 8. Distribuzione transiti per sezione di rilievo.

Distribuzione transiti per classe di pericolosità e sezione

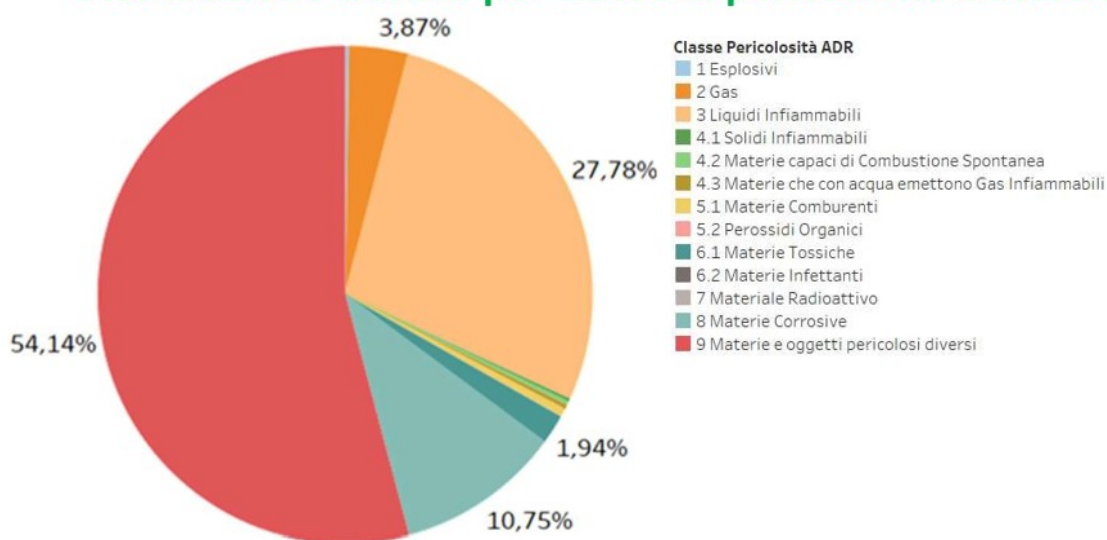


Figura 9. Distribuzione transiti per classe di pericolosità e sezione.

III.1 Classificazione delle attività di analisi dei dati PSA

La classificazione delle attività di analisi dei dati PSA mostra che circa 13.000 container contenenti merci pericolose hanno trasportato merci su strada nel periodo da agosto 2021 a marzo 2022. Inoltre, circa 7.000 container sono entrati nel terminal PSA su strada e circa 5.800 container hanno lasciato il terminal PSA su strada.

Per quanto riguarda i transiti rilevati nell'area monitorata, anche in questo caso, la sovrapposizione della distribuzione oraria delle entrate/uscite del terminal PSA dei container di merci pericolose con la distribuzione aggregata dei veicoli, pubblicata nell'UPS, mostra una parziale sovrapposizione dei flussi non solo nel picco mattutino ma anche in quello pomeridiano (figura seguente).

Distribuzione transiti container (ingresso/egresso da PSA) per fascia oraria

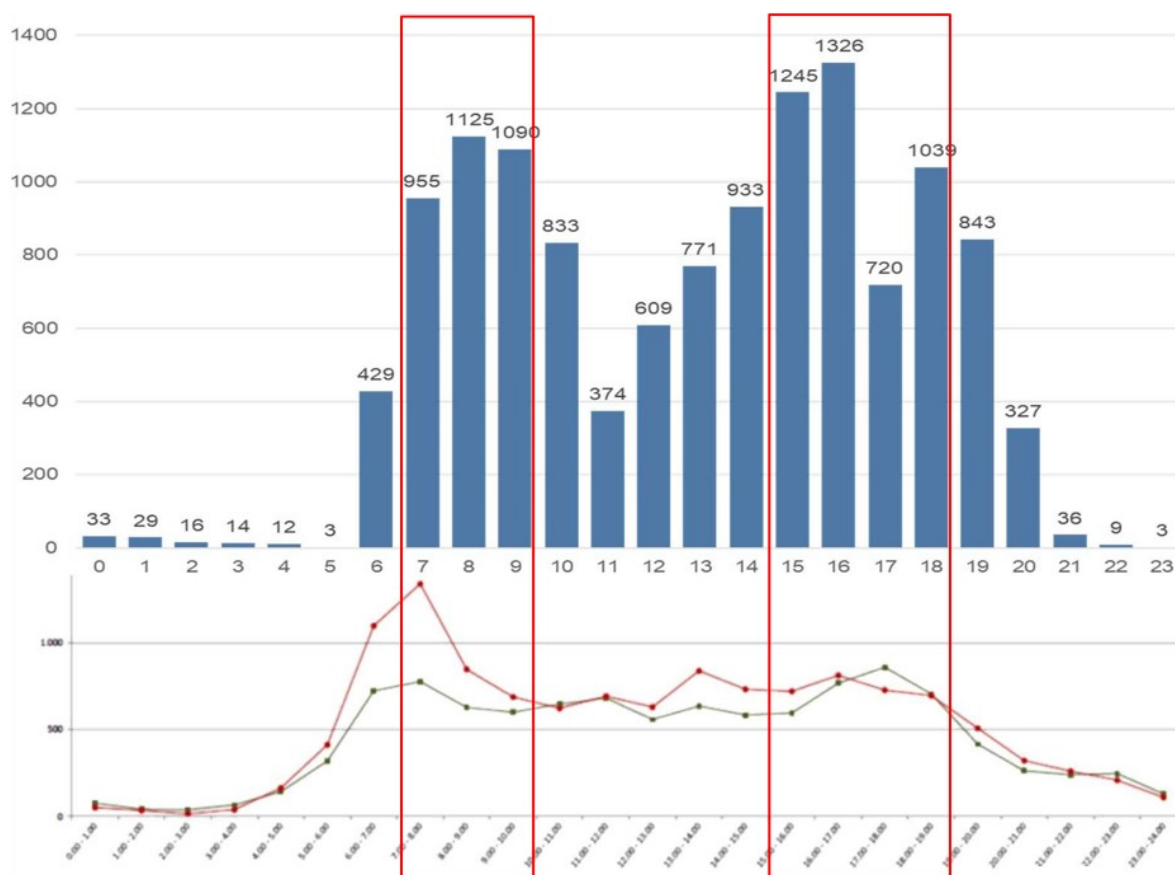


Figura 10. Distribuzione transiti container (ingresso/egresso da PSA) per fascia oraria.

Durante il periodo di studio di circa 7,5 mesi (tra agosto 2021 e marzo 2022), più di 105 milioni di tonnellate di merci pericolose sono state trasportate su strada (e in parte anche per ferrovia), cioè circa 14 milioni di tonnellate al mese (figura 9 e 10).

Tonnellate di merci uscite dal terminal PSA per classe di pericolosità

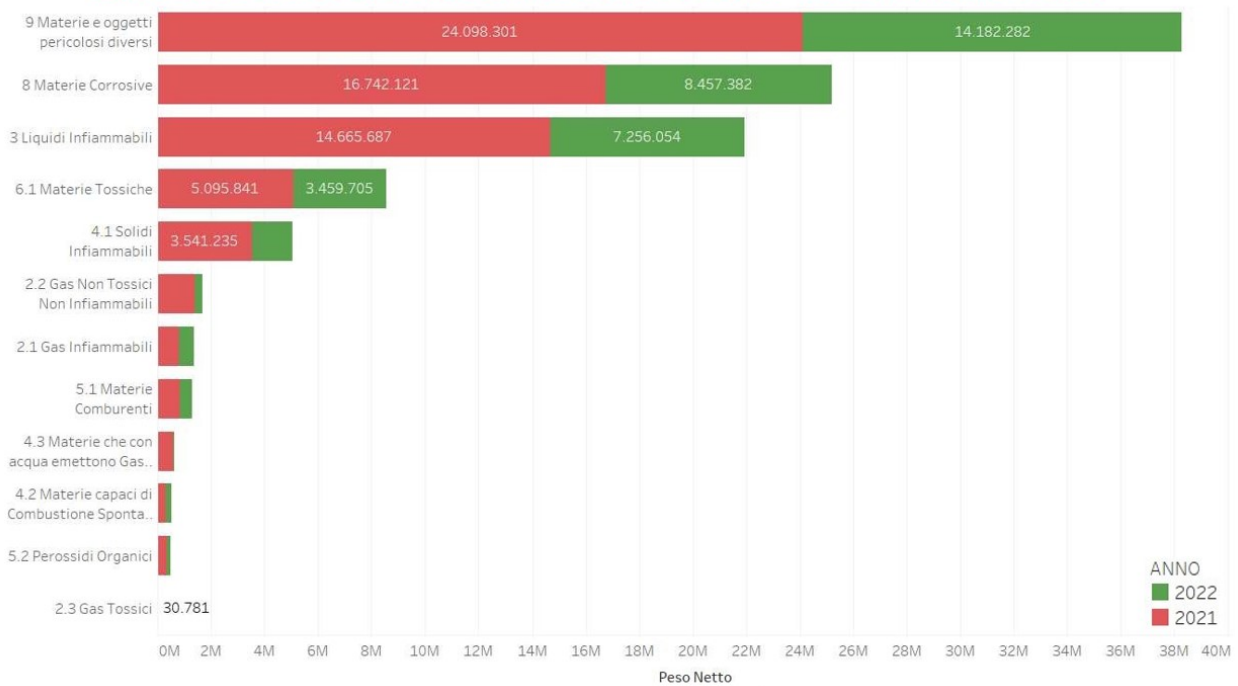


Figura 11. Tonnellate di merci uscite dal terminal PSA per classe di pericolosità.

Confronto transiti/container per classe di pericolosità

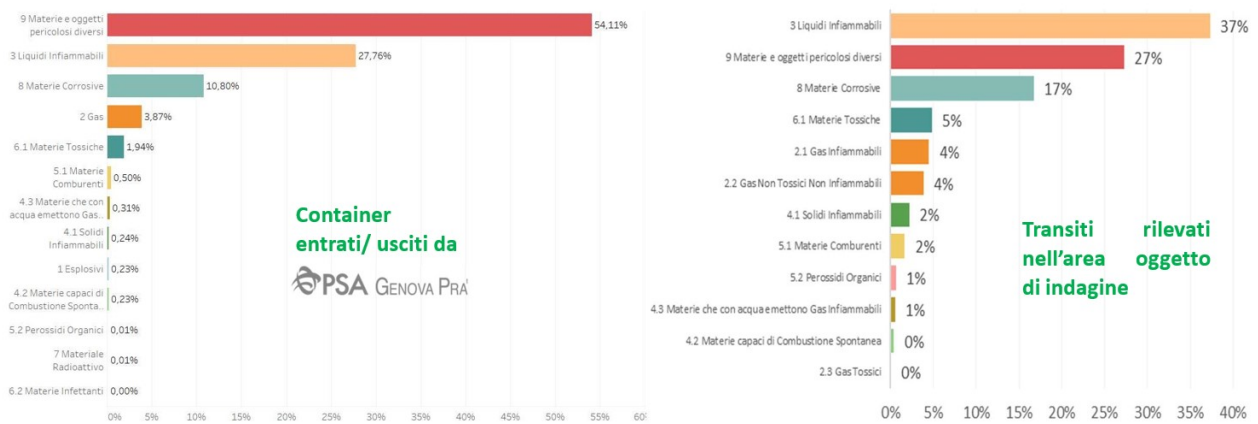


Figura 12. Confronto transiti/container per classe di pericolosità.

L'ora di punta per il passaggio delle merci pericolose è tra le 8 e le 12, quando passa meno del 40% di tutte le merci. Questo periodo di picco continua, anche se meno intensamente, nelle tre ore successive, quando un altro 25% delle merci transita. Confrontando questa tendenza con l'andamento del traffico aggregato pubblicato nel SUMP si nota una parziale sovrapposizione tra i due picchi (vedi figura successiva).

Distribuzione transiti per classe di pericolosità e fascia oraria

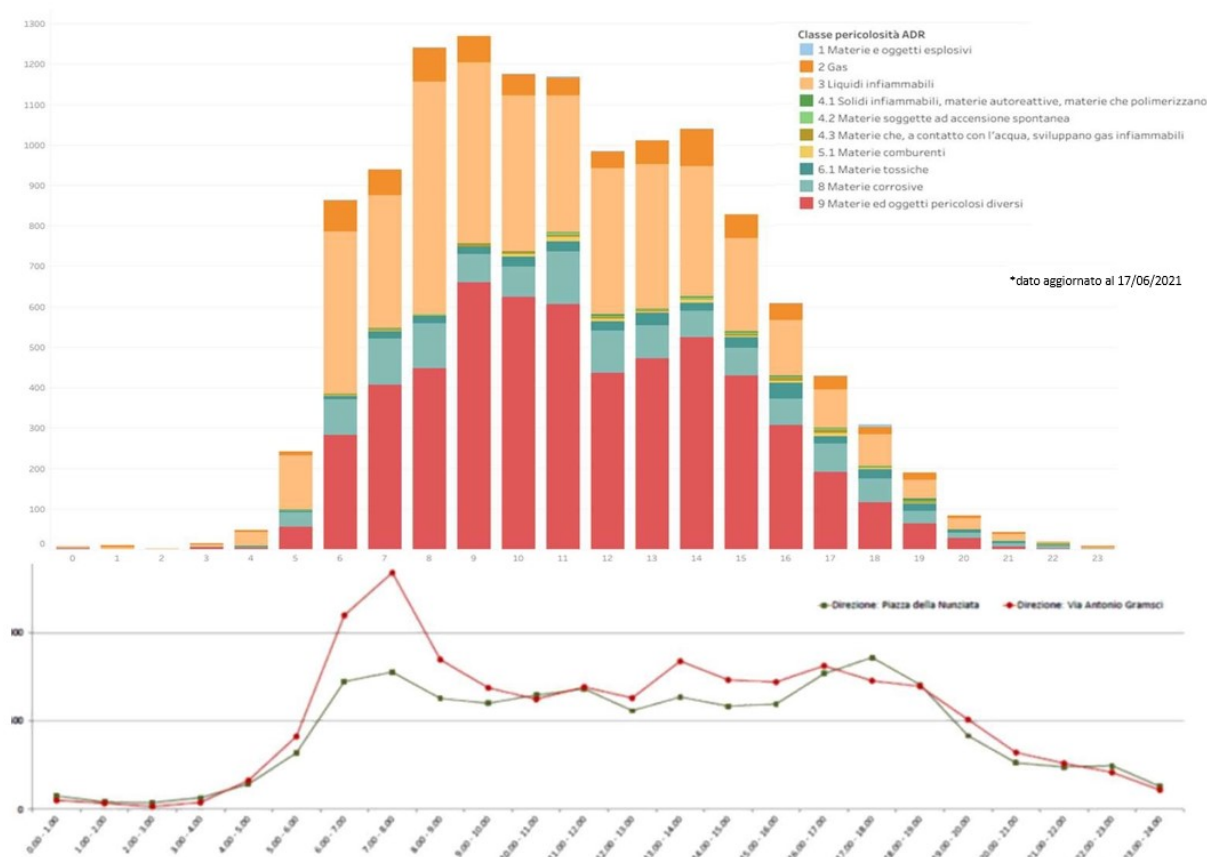


Figura 13. Distribuzione transiti per classe di pericolosità e fascia oraria.

IV. Altri Strumenti

Il sistema proposto è supportato da altri strumenti come un drone che può essere utilizzato per monitorare il traffico e le situazioni di rischio in tempo reale in caso di incidenti stradali con veicoli pericolosi. Inoltre, il database delle sostanze chimiche pericolose della suite di software CAMEO®, che è ampiamente utilizzato per pianificare e rispondere alle emergenze chimiche, e il database ARIA (Accident Analysis, Research and Information), che registra gli incidenti, gli infortuni o i quasi incidenti che hanno provocato, o avrebbero potuto provocare, danni alla salute o alla sicurezza pubblica o all'ambiente.

IV.1. AIRA

Il Ministero francese dell'Ambiente, dell'Energia e del Mare ha creato un database (chiamato ARIA). Il censimento e l'analisi di questi incidenti e inconvenienti, sia francesi che stranieri, sono organizzati dal 1992. Questo inventario, che dipende in gran parte da fonti di

informazione pubbliche e private, non è esaustivo e rappresenta solo una selezione di casi esemplificativi.

La registrazione degli incidenti nel database si basa sulle segnalazioni dei servizi di emergenza o di controllo e anche della stampa. È importante garantire la qualità e l'affidabilità delle informazioni contenute in ARIA. Per questo motivo, prima di essere pubblicati sul sito www.aria.developpement-durable.gouv.fr, i riepiloghi degli incidenti vengono sottoposti al parere dei servizi di controllo e delle organizzazioni professionali. Su questo sito, la BARPI mette gratuitamente a disposizione del pubblico, in francese e in inglese, i riepiloghi degli incidenti registrati e le analisi effettuate sulla base dei feedback.

Il database ARIA (Analysis, Research and Information on Accidents) (<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/>) elenca gli incidenti, gli infortuni o i quasi incidenti che hanno colpito, o potrebbero aver colpito, la salute o la sicurezza pubblica o l'ambiente. Questi eventi sono il risultato di :

- l'attività di fabbriche, officine, magazzini, cantieri, cave, allevamenti, ecc. classificati secondo la legislazione sugli impianti classificati;
- il trasporto di materiali pericolosi per ferrovia, strada, fiume o mare;
- la distribuzione e l'uso del gas;
- attrezzatura a pressione;
- miniere e depositi sotterranei;
- dighe e argini.

ARIA elenca più di 54.000 incidenti o inconvenienti avvenuti in Francia o all'estero, cioè, ad oggi, circa 1.900 nuovi eventi all'anno.

I regolamenti richiedono la segnalazione di qualsiasi incidente che si verifica durante il carico, il riempimento, il trasporto o lo scarico di merci pericolose, secondo un accordo europeo sul trasporto internazionale di merci pericolose via terra.

Secondo l'inventario degli incidenti tecnologici avvenuti nel 2018, 101 eventi sono stati registrati nel database ARIA per la Francia. Il 31% si è verificato in un impianto classificato (tutti i modi di trasporto combinati), il 60% sulla strada e l'8% sulle ferrovie. Ci sono stati tre eventi nel trasporto fluviale e nessuno nel trasporto marittimo.

Inoltre, il 35% degli incidenti ha avuto conseguenze umane. Quattro morti sono avvenuti in incidenti stradali: tre conducenti e un privato. Un totale di 55 persone è stato ferito in 33 eventi, di cui solo 8 erano legati alla natura pericolosa del materiale trasportato.

Gli incidenti stradali hanno rappresentato il 37% di tutti gli incidenti. Altre cause primarie includono azioni umane inappropriate (35%), reazioni incontrollate del materiale (9%), condizioni meteorologiche sfavorevoli (6%) o guasti alle attrezzature di trasporto (3%).

Secondo l'inventario degli incidenti tecnologici avvenuti nel 2020, BARPI ha registrato 17 eventi (8 dei quali classificati come incidenti) che si sono verificati durante il carico, il trasporto o lo scarico di merci pericolose (15 su strada, 1 su ferrovia, 1 su un impianto fluviale).

Oltre all'ICPE, BARPI ha registrato 5 incidenti avvenuti su infrastrutture per il trasporto di merci pericolose (ITMD) soggette a uno studio di rischio (4 in impianti di smistamento, 1 in un impianto portuale in mare).

Le principali conseguenze pericolose di un incidente con TDG sono lo sversamento, l'incendio e l'esplosione, che possono essere tutti combinati (figura 13). Possono portare a danni umani (ferite da esplosione, ustioni, asfissia o avvelenamento) e danni materiali e ambientali (inquinamento del suolo e/o delle acque).

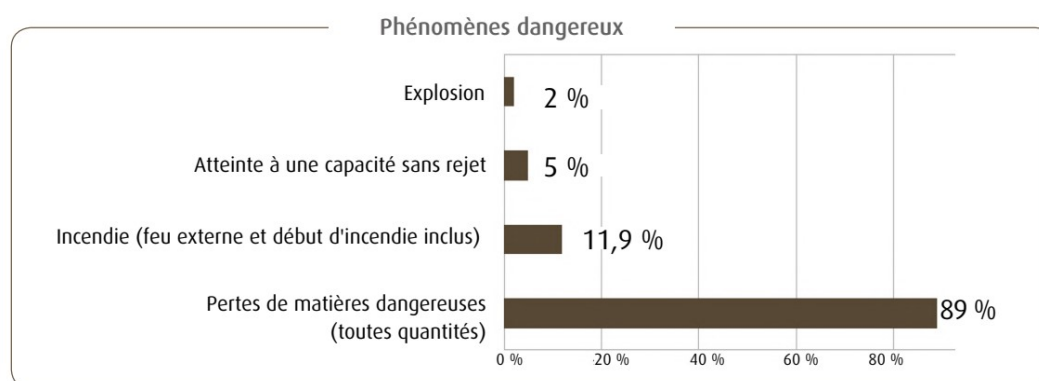


Figura 14. Fenomeni pericolosi per un incidente di trasporto di merci pericolose.

IV.2. CAMEO Chemicals

CAMEO Chemicals (<https://cameochemicals.noaa.gov/>) è il database delle sostanze chimiche pericolose della suite di software CAMEO®, che è ampiamente utilizzato per la pianificazione e la risposta alle emergenze chimiche. CAMEO Chemicals ha anche uno strumento per prevedere i possibili pericoli se i prodotti chimici sono mescolati.

Con CAMEO Chemicals, è possibile cercare nell'ampio database chimico le schede tecniche dei prodotti chimici che contengono informazioni essenziali per la risposta, comprese le proprietà fisiche, i pericoli per la salute, le informazioni sui pericoli per l'aria e l'acqua e le raccomandazioni per la lotta antincendio, il primo soccorso e la risposta alle fuoriuscite.

Ulteriori schede tecniche basate sui numeri di identificazione UN/NA forniscono informazioni di risposta dall'Emergency Response Guidebook (ERG) e informazioni di spedizione dalla Hazardous Materials Table (49 CFR 172.101).

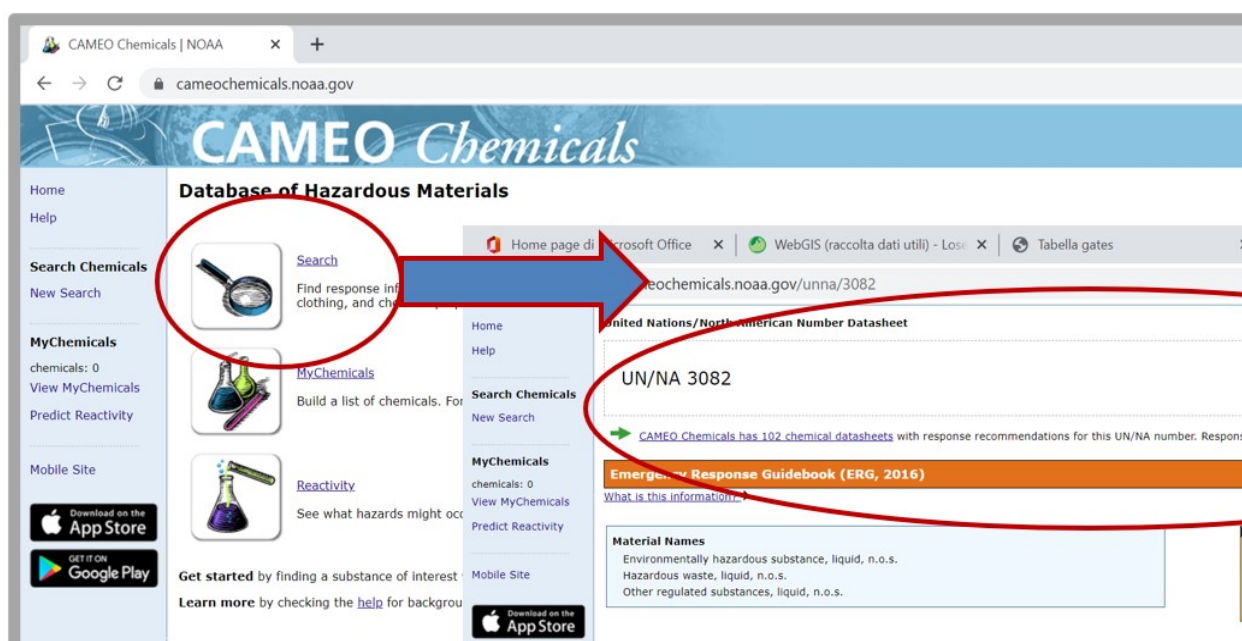


Figura 15. Il database CAMEO dei prodotti chimici pericolosi.

V. L'applicazione del metodo Short-Cut nel progetto LOSE +

Per l'applicazione del metodo Short-Cut nella piattaforma LOSE+ e sulla base del sistema di monitoraggio del flusso e del database delle merci pericolose in uscita dal porto. Gli esperti del progetto hanno definito un elenco delle sostanze più frequentemente importate o esportate in base al loro grado di pericolosità, come mostrato nella tabella seguente.

Tabella 4: Elenco delle sostanze più importate o esportate in base al loro grado di pericolosità.

Designazione ufficiale di trasporto	N° Onu	Classe	PG
ISOPRENE STABILIZZATO	1218	3	I
SODIO	1428	4.3	I
BROMO O BROMO IN SOLUZIONE	1744	8(6.1)	I
MATERIA ORGANOMETALLICA LIQUIDA IDROREATTIVA, INFIAMMABILE	3399	4.3(3)	I
FOSFORO BIANCO O GIALLO RICOPERTO D'ACQUA O IN SOLUZIONE	1381	4.2(6.1)	I
MORFOLINA	2054	8	I
IDRURO DI SODIO	1427	4.3	I
TRIBROMURO DI BORO	2692	8	I
CIANURO DI ZINCO	1713	6.1	I
METALLO PIROFORICO N.A.S. O LEGA PIROFORIOCA N.A.S.	1383	4.2	I
CLORO	1017	2.3 (5.1-8)	
TRICLOROSILANO	1295	4.3(3-8)	I
AMMONIACA ANIDRA	1005	2.3(8)	
FOSFURO DI ALLUMINIO	1397	4.3(6.1)	I
ACETILENE DISCIOLTO	1001	2.1	
MATERIA METALLICA IDROREATTIVA	3208	4.3	I
TRIFLUORURO DI CLORO	1749	2.3(5.1,8)	
MATERIA ORGANOMETALLICA SOLIDA IDROREATTIVA AUTORISCALDANTE	3397	4.3(4.2)	I
DITIONITO DI SODIO (IDROSOLFITO DI SODIO)	1384	4.2	II

V.1. Procedura di applicazione del metodo ShortCut

L'applicazione del metodo si articola secondo i passi di seguito specificati in base al tipo di merce presa in considerazione.

❖ Sostanze infiammabili presenti nel metodo

1. classificazione della sostanza mediante le tabelle 1 e 2 del Manuale Utente (Tabella n. 1 - Elenco delle sostanze in ordine alfabetico o Tabella n. 2 - Elenco sostanze ordinate per classe);
2. determinazione della distanza di danno dalle tabelle presenti nell'Allegato 1 del Manuale Utente.

❖ Sostanze infiammabili non presenti nel metodo

1. classificazione della sostanza mediante i criteri riportati nella nel paragrafo 3.1, Tabella 1 del presente report.
2. determinazione della distanza di danno dalle tabelle presenti nell'Allegato 1 del Manuale Utente.

❖ Sostanze tossiche presenti nel metodo

1. classificazione della sostanza mediante la tabella 1 e identificazione del numero di riferimento dalla tabella 2 presenti nel Manuale Utente;
2. costruzione, mediante le tabelle da 3 a 6, di un vettore numerico di quattro elementi (di qui in avanti definito "paradigma") che contiene informazioni su tipologie e quantità di detenzione, tipo di effetto indagato e condizioni meteorologiche;
3. identificazione della sottoclasse di appartenenza della sostanza dalle tabelle 7A, 7B, 7C o 7D in funzione del paradigma (riga) e del numero di riferimento della sostanza (colonna);
4. determinazione della distanza di danno dalle tabelle presenti nell'Allegato 1 del Manuale Utente.

Nel dettaglio il PARADIGMA viene identificato come segue:

- Parametro A del paradigma (Tabella 3 del Metodo ShortCut) = Tipologia di detenzione (Stoccaggio con bacino di contenimento A=1; Stoccaggio senza bacino di contenimento A=2, ATB/FC =1/2; Navi=2, Condotte=2). Per il presente approccio il valore di A è sempre A=1).
- Parametro B del paradigma per la tipologia di detenzione “Stoccaggi” (vedi tabella 4.a del Metodo ShortCut) che definisce il valore di B in funzione delle quantità della merce stoccata a bordo per le due ipotesi di scenario incidentale più probabile e a media probabilità di accadimento.
- Parametro C del paradigma. (Vedi tabella 5 del Metodo ShortCut) Relativo alle soglie di letalità (per LC50 valore C=1; per IDLH valore C=3);
- Parametro D del paradigma. (Vedi tabella 6 del Metodo ShortCut) Relativo alle condizioni meteo (per D5 valore D=1; per F2 valore D=2);

❖ **Sostanze tossiche non presenti nel metodo (attualmente escluso nel modulo rischio Lose+)**

1. costruzione, mediante le tabelle da 3 a 6 del Manuale Utente, del paradigma (come nel caso precedente);
2. calcolo del risultato della combinazione lineare dei valori (che devono essere noti) delle proprietà chimico fisiche e tossicologiche coi rispettivi coefficienti riportati sulla riga corrispondente al paradigma di cui alle tabelle 8A, 8B, 8C o 8D del Manuale Utente;
3. determinazione della classe di appartenenza della sostanza mediante le tabelle 9A, 9B, 9C o 9D nel Manuale Utente, in funzione del risultato precedente;
4. determinazione della distanza di danno dalla tabella 1 presenti nel Manuale Utente.

V.2. Stima dell'area di impatto

Come abbiamo indicato in precedenza, le sostanze pericolose riportate nella tabella precedente possono essere classificate in 3 gruppi:

❖ Gruppo A: Sostanze infiammabili presenti nel metodo:

La determinazione della distanza di danno in questo caso può essere effettuata direttamente dalle tabelle dell'Allegato 1 del Manuale d'uso. La tabella seguente mostra l'area di impatto (in metri) in caso di incidente dei materiali pericolosi presenti nell'elenco dei materiali e presenti nel metodo.

Tabella 5: Elenco delle sostanze infiammabili presenti nel metodo.

Nome materiale pericoloso	N° Onu	Classe	PG	CAS	Soglia	Trasporto ATB/FC		Trasporto Nave	
						D5	F2	D5	F2
ISOPRENE STABILIZZATO	1218	3	I	78-79-5	1	105	10 0	19 0	190
					2	130	13 0	23 0	250
					3	145	15 0	26 0	280
					4	175	18 5	32 0	350
MORFOLINA	2054	8	I	110-91-8	1	90	90	18 5	185
					2	110	11 0	23 0	230
					3	125	12 5	26 0	260
					4	150	15 0	31 0	320
ACETILENE DISCIOLTO	1001	2.1		74-86-2	1	170	25 0	30 0	440
					2	200	33 0	36 0	560
					3	260	43 0	46 0	740
					4	400	72 0	71 0	125 0

❖ **Gruppo B: Sostanze tossiche presenti nel metodo:**

La determinazione della distanza di danno in questo caso si è basata sui passaggi indicati nella parte precedente, dove la sostanza classificata e identificata con il suo numero di riferimento dalle tabelle del Manuale d'uso e secondo il paradigma. La seguente tabella mostra la distanza d'impatto dei materiali pericolosi presenti in questo gruppo.

Tabella 6: Elenco delle sostanze tossiche presenti nel metodo

Nome materiale pericoloso	N° Onu	Classe	PG	CAS	Soglia	Trasporto ATB/FC		Trasporto Nave	
						D5	F2	D5	F2
BROMO O BROMO IN SOLUZIONE	1744	8(6.1)	I	7726-95-6	1	27 0	63 0	330	1100
					2				
					3	24 00	43 00	4400	5600
					4				
CLORO	1017	2.3 (5.1-8)		7782-50-5	1	44 0	59 0	480	610
					2				
					3	20 00	85 0	2100	910
					4				
TRICLOROSILANO	1295	4.3 (3-8)	I	10025-78-2	1	10 5	10 0	190	190
					2	13 0	13 0	230	250
					3	14 5	15 0	260	280
					4	17 5	17 5	320	350
AMMONIACA ANIDRA	1005	2.3(8)		7664-41-7	1	44 0	59 0	110	390
					2				
					3	20 00	85 0	1150	1900
					4				
TRIFLUORURO DI CLORO	1749	2.3 (5.1,8)		7790-91-2	1	12 00	67 00	1500	8400
					2				
					3	52 00	73 00	8200	8600
					4				

❖ **Gruppo C: Sostanze tossiche non presenti nel metodo**

La determinazione della distanza di danno in questo caso può essere effettuata utilizzando le tabelle del manuale d'uso, oltre che il paradigma (come nel caso precedente), ma prima è necessario calcolare dal risultato della combinazione lineare dei valori (che devono essere noti) delle proprietà fisico-chimiche e tossicologiche con i rispettivi coefficienti riportati nella riga corrispondente al paradigma nelle tabelle del manuale d'uso.

Poiché le informazioni sui materiali di questo gruppo (tabella 7) non sono sufficienti per applicare il metodo, essi sono esclusi dal modulo di rischio del progetto Lose+.

Tabella 7: Elenco delle sostanze tossiche che non sono presenti nel metodo.

Nome materiale pericoloso	N° Onu	Classe	PG	CAS
SODIO	1428	4.3	I	7440-23-5
MATERIA ORGANOMETALLICA LIQUIDA IDROREATTIVA, INFIAMMABILE	3399	4.3(3)	I	563-43-9
FOSFORO BIANCO O GIALLO RICOPERTO D'ACQUA O IN SOLUZIONE	1381	4.2(6.1)	I	7723-14-0
IDRURO DI SODIO	1427	4.3	I	7646-69-7
TRIBROMURO DI BORO	2692	8	I	10294-33-4
CIANURO DI ZINCO	1713	6.1	I	557-21-1
METALLO PIROFORICO N.A.S. O LEGA PIROFORIOCA N.A.S.	1383	4.2	I	none
FOSFURO DI ALLUMINIO	1397	4.3(6.1)	I	20859-73-8
MATERIA METALLICA IDROREATTIVA	3208	4.3	I	none
MATERIA ORGANOMETALLICA SOLIDA IDROREATTIVA AUTORISCALDANTE	3397	4.3(4.2)	I	none
DITIONITO DI SODIO (IDROSOLFITO DI SODIO)	1384	4.2	II	7775-14-6

V.3. Porti della Sardegna, metodo Short-Cut, tecnologie e strumenti per l'individuare dei percorsi di attraversamento di merce pericolosa.

❖ Olbia

Il porto di Olbia rappresenta uno dei più importanti scali passeggeri del Mediterraneo, con quattro milioni di presenze ogni anno. È anche un importante scalo commerciale, con quasi sei milioni di tonnellate di merci. È classificato come porto di rilevanza economica internazionale (II categoria, I classe) in base alla legge numero 84 del 28/01/1994.

Il bacino portuale si articola in diverse unità fisiche dislocate all'interno dell'omonimo golfo:

- Isola Bianca: rappresenta la componente principale del porto ed è lo scalo dedicato al traffico commerciale, passeggeri e crocieristico.
- Porto Cocciani: ovvero il porto industriale, all'interno del quale sono presenti servizi destinati alle sole merci.
- Porto Interno: dove insiste anche l'antico porto romano, destinato al diportismo.

Attualmente (dati aggiornati al 2018) il porto di Olbia, è il primo porto in Sardegna sia per traffico passeggeri sia per quello delle merci Ro-Ro, e rappresenta il principale porto (per movimenti totali) della Provincia di Sassari.



Figura 16. Unità fisiche del porto di Olbia.

Come descritto anche all'interno della relazione del prodotto T1.1.3, per quanto riguarda l'accesso al porto di Olbia, vanno considerati due differenti nodi d'accesso:

- Il primo nodo è quello prossimo al Molo Cocciani, all'interno del quale sono presenti servizi destinati alle sole merci.
- Il secondo nodo è quello prossimo alla Banchina dell'Isola Bianca, scalo dedicato al traffico commerciale, passeggeri e crocieristico.

Per quanto riguarda l'accesso ai due nodi portuali, è da considerarsi più sicuro quello mediante l'utilizzo della Circonvallazione Ovest, sia per il Molo Cocciani sia per il Molo dell'Isola Bianca.

L'alternativa, infatti, è rappresentata dall'accesso sud, mediante il tratto finale della SS125, ovvero attraverso il centro urbano. Quest'ultimo rappresenta quindi un percorso più pericoloso perché attraversa una zona maggiormente urbanizzata e con elevata densità abitativa. Verrà evidenziata, in seguito, la distribuzione della popolazione tramite le sezioni censuarie relative al censimento della popolazione del 2011 (dati Istat).

❖ **Porto Torres**

Il porto di Porto Torres è situato nel Nord Ovest della Sardegna, a circa 20 Km da Sassari. In base alla legge numero 84 del 28/01/1994 è classificato come porto di rilevanza economica internazionale (II categoria, I classe).

Al suo interno si possono distinguere due ambiti portuali differenti:

- **Porto civico o commerciale:** comprende il molo di Ponente, con tre accosti per ro/ro di oltre 200 metri, la banchina della teleferica con un accosto ro/ro, la banchina Segni/dogana di oltre 300 metri destinata alle navi da crociera, la banchina degli alti fondali con accosto Ro/Ro.

Nella darsena della Capitaneria è sistemato il porto turistico con circa 400 posti barca a banchina e su pontili galleggianti.

- **Porto industriale:** formato da diversi denti d'attracco e diviso in due parti. La prima, denominata ex ASI può ospitare contemporaneamente quattro traghetti, e navi merci cariche di container e rinfuse per le quali sono disponibili ampi piazzali. La parte non accessibile, invece, è esclusivamente destinata a petroliere, gasiere, chimichiere e carboniere.

- I pontili ex SIR ex Enichem, ora Polimeri Europa, sono in concessione e destinati al traffico industriale.

La banchina che si appoggia alla diga foranea ospita, invece, il terminal ex Enel, ex Endesa (ora E.ON) ed ha una lunghezza di circa 500 metri. È destinata a ricevere le navi che trasportano il combustibile (carbone e/o olio combustibile) per la centrale elettrica.

Il porto di Porto Torres, nel 2018, ha registrato un leggero calo rispetto all'anno precedente.

Nello specifico, il numero dei movimenti nave è sceso del 3%, mentre è cresciuto dell'3.1% il numero dei passeggeri in arrivo e partenza.

Per quanto riguarda le crociere, 8.467 passeggeri sono passati da Porto Torres nel 2018, con una riduzione del 76,4%.



Figura 17. Unità fisiche del porto di Porto Torres.

Così come indicato nel Prodotto T1.1.3 “Cartografia dei flussi”, tramite le risposte ottenute dai questionari dei trasportatori e dei produttori, partendo dai codici Kemler e ONU dichiarati, sono di seguito elencate le merci circolanti (Tabella 8). A ciascuna è stata assegnata la classe ADR corrispondente ed è inoltre indicato anche con “nome ONU”, il nome tratto dalla “Parte 3 dell’ADR – Lista delle merci pericolose, disposizioni speciali, esenzioni relative alle merci pericolose imballate in quantità limitate e in quantità esenti”, basandosi sulla codifica ONU indicata dagli intervistati nel questionario (Tabella. 8).

Tabella 8: Elenco Merci pericolose censite da questionario.

N° ONU	Nome materiale pericoloso	Classe
29	Detonatori da mina non elettrici	1
65	Cordone detonante flessibile	1
81	Esplosivi da mina di tipo A	1
1058	Gas Liquefatti non infiammabili addizionati di zoto, diossido di carbonio o aria	2
1073	Ossigeno liquido refrigerato	2
1955-1956	Gas Compresso, Gas Compresso Tossico	2
1965	Idrocarburi Gassosi in materia liquefatta	2
1977	Azoto liquido refrigerato	2
3163	Gas liquefatto	2
1170	Etanolo (alcol etilico) o etanolo in soluzione (alcol etilico in soluzione)	3
1202	Carburante Diesel o Gasolio o Gasolio da riscaldamento	3
1203	Benzina	3
1223	Cherosene	3
1263	Pitture o materiali simili alle pitture (compresi solventi e diluenti per pitture)	3
1866	Resina in soluzione	3
3469	Pitture infiammabili, corrosive o materie simil alle pitture infiammabili, corrosive	3
1486	Nitrato di potassio	5.1
2015	Perossido di idrogeno in soluzione acquosa	5.1
2067	Fertilizzante al nitrato di ammonio	5.1
2206	Isocianati tossici	6.1
2785	Tiapentanale	6.1
3082	Composto organo metallo tossico, liquido	6.1
3249	Medicamento solido tossico	6.1
3291	Rifiuti ospedalieri non specificati, rifiuti biomedicali, rifiuti medicali regolamentati	6.2
1773	Cloruro ferrico anidro	8
1789	Acido Cloridrico	8
1805	Acido fosforico in soluzione	8
1824	Idrossido di Sodio in soluzione	8
2582	Cloruro ferrico in soluzione	8
2672	Ammoniaca in soluzione (più del 10% ma massimo 35%)	8
2794	Accumulatori elettrici riempiti di elettrolita liquido acido	8
2211	Polimeri espansibili in granuli	9
3077	Materia pericolosa per l'ambiente, solida	9

Poiché non è stato possibile arrivare alla definizione esatta di itinerari precisi, in termini di strade e chilometri percorsi, che facessero emergere i flussi che si spostano attraverso determinate arterie stradali della Provincia, sia a livello extraurbano sia in prossimità dei nodi portuali, vengono prese in considerazione soltanto le arterie stradali più prossime ai nodi portuali e le tipologie di merce che sono state indicate accompagnate da indicazione di luogo d'origine e destinazione e, ove possibile con quantità, frequenza e tipologia di mezzo utilizzato.

❖ **Analisi percorsi di attraversamento e livello di rischio**

Per avere una misura del rischio connesso al trasporto delle merci pericolose bisognerebbe costruire un set di indicatori basati sulle quantità di merci trasportate, sulla superficie delle zone attraversate, sull'estensione della rete stradale esistente, sull'entità dei flussi veicolari, sul tasso di urbanizzazione, ecc. Per arrivare a determinare livello di rischio nelle zone portuali e retro-portuali, non si hanno allo stato attuale tutti i dati specifici per le varie merci citate in precedenza. Si è scelto in questo caso di definire delle zone di rischio per due tipologie di merce esemplificative, una tipo liquido e una sotto forma di gas. Verranno inoltre confrontati anche differenti percorsi di attraversamento che portano alle aree portuali. Sono state inoltre prese in considerazione le localizzazioni di scuole e ospedali, che rappresentano luoghi "sensibili" per quanto riguarda la presenza di soggetti deboli, e inoltre comportano anche un probabile aumento del rischio a causa del fatto che in ambienti del genere si trovano localizzati un maggior numero di soggetti nello stesso momento e ciò potrebbe anche comportare maggiori problematiche in caso di necessità di soccorsi e/o evacuazioni rapide. I porti di riferimento considerati sono quello di Porto Torres (sia porto industriale sia porto commerciale urbano) e quello di Olbia (sia quello industriale - Cocciani sia quello commerciale - Isola Bianca). Trattandosi di trasporto e non di stabilimenti, le distanze di rischio sono state definite tramite dei buffer attorno all'intera estensione dell'arteria stradale, ovvero un'intera strada d'accesso è stata considerata come luogo di possibile accadimento di un incidente stradale coinvolgente merci pericolose. Non sono state considerate invece distanze di tipo circolare, attorno ad un punto sorgente, come può accadere invece nel caso degli stabilimenti o di localizzazione certa di un punto incidentale. Gli effetti di un evento incidentale che coinvolge merci pericolose, incidono sul territorio circostante con una gravità che solitamente è decrescente in rapporto alla distanza dal punto di origine dell'evento, salvo l'eventuale presenza di un effetto domino. Le merci considerate per l'analisi, sono state scelte tra quelle

presenti nei questionari citati in precedenza, tenendo in considerazione che dalla situazione del trasporto di merci pericolose in Italia e in UE secondo l'Eurostat, i liquidi infiammabili e i gas sono tra le sostanze maggiormente trasportate. Di seguito si farà riferimento a:

Tabella 9: Elenco merci oggetto di simulazione con il metodo Short-Cut.

N° ONU	Nome materiale pericoloso	Classe
1789	Acido cloridrico	8
1170	Etanolo (o Alcool etilico)	3

I risultati forniti dal metodo proposto sono pertanto da assumersi come valori indicativi di riferimento: in relazione all'uso previsto dovrà essere tenuta presente l'incertezza insita nella stima delle distanze di danno.

Le sostanze infiammabili sono classificate secondo le loro caratteristiche di pericolosità significative ai fini della valutazione delle conseguenze. In particolare si tratta di : - Liquidi infiammabili, - Gas infiammabili , - Sostanze esplosive, e diverse sottoclassi. È definita una macro-classificazione delle sostanze tossiche sulla base delle modalità di detenzione o di formazione delle stesse:

- Gas infiammabili;
- prodotti tossici di combustione.

L'evento incidentale può evolvere secondo gli scenari riportati nella tabella seguente:

Tabella 8 Short-Cut - evoluzione degli scenari.

Classe	Stoccaggio con bacino		Stoccaggio senza bacino		Trasporto via ATB/FC		Trasporto via nave		Condotta	
	Ipotesi più probabile	Ipotesi media	Ipotesi più probabile	Ipotesi media	Ipotesi più probabile	Ipotesi media	Ipotesi più probabile	Ipotesi media	Ipotesi più probabile	Ipotesi media
1.1.1	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF
1.1.2	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF
1.2	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF	PF
2.1.1	FF	VCE	FF	VCE	FF	VCE	FF	VCE	FF	VCE
2.1.2	FF	VCE	FF	VCE	FF	VCE	FF	VCE	FF	VCE
2.2	FF	VCE	FF	VCE	FF	VCE	FF	VCE	FF	VCE
2.3	FF	VCE	FF	VCE	FF	VCE	FF	VCE	FF	VCE
4	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
5.1	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
5.2	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
5.3	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT

PF: Pool Fire FF: Flash Fire VCE: Vapor Cloud Explosion NT: Nube tossica

Partendo dalle tipologie impiantistiche o di trasporto più comuni per le sostanze pericolose esaminate e dalle rotture tipiche attese (dimensione della rottura e durata del rilascio), sono stati individuati i termini di sorgente da introdurre nei modelli di simulazione per le due condizioni meteorologiche di riferimento (F.2 e D.5). Tutti gli eventi sono ricondotti ad una perdita ed al conseguente rilascio nell'ambiente circostante di sostanze pericolose.

Ai fini dell'applicazione del Metodo Short-Cut il danno è correlato all'effetto fisico mediante il criterio di vulnerabilità rappresentato dal superamento di un valore di soglia. In analogia con quanto previsto dalla vigente normativa in materia (Decreto Ministeriale del 09/05/2001) ci si riferisce ai quattro valori di soglia corrispondenti a:

- effetti di elevata letalità;
- effetti di inizio letalità;
- effetti comportanti lesioni gravi irreversibili;
- effetti comportanti lesioni reversibili.

Nell'ambito del presente documento di OUTPUT, sono state effettuate delle semplificazioni, in particolare mediante utilizzo del software GIS, dopo avere definito le distanze relative ai differenti valori soglia, si è indicata ciascuna distanza mediante un buffer attorno all'intera estensione del tracciato stradale considerato. Nello specifico è stata considerata, sia per il porto di Olbia sia per il porto di Porto Torres, soltanto la tratta stradale prossima all'area portuale. Successivamente, per evidenziare il coinvolgimento della popolazione residente in caso di incidente, è stata effettuata una sovrapposizione tra le distanze di rischio evidenziate mediante buffer e le sezioni censuarie relative al censimento della popolazione del 2011 (dati Istat) delle quali si è presa in considerazione la densità abitativa (abitanti / m²).

Per quanto riguarda le analisi delle due sostanze analizzate, si è preso come riferimento il caso C, ovvero trasporto per mezzo di autobotti (ATB).

❖ **Acido cloridrico**

Dai questionari è emerso il trasporto di 7000 kg (7 tonnellate) di questa sostanza. Per l'analisi secondo il metodo shortcut, è catalogato tra i gas infiammabili liquefatti per compressione, ovvero classe 2.1.2. Una volta individuata la sostanza scelta, all'interno delle tabelle contenenti tutte le sostanze trattate dal metodo, si passa alla determinazione della distanza di danno dalla tabella presenti nell'Allegato 1 del metodo Short-Cut. In particolare, per il caso del trasporto mediante autobotte, la tabella di riferimento considerata è la seguente:

	HYP	Soglia	D5	F2
Trasporto ATB/FC	Più prob./Media	1	300	460
		2	420	620
		3		
		4		
	Media	1	490	630
		2	550	710
		3	650	830
		4	920	1150

Di seguito sono riportate le immagini relative ai file elaborati mediante software Web-GIS. I dati relativi sono disponibili anche mediante i relativi shapes file di riferimento. Nel caso del porto di Olbia, come già accennato in precedenza, sono state calcolate le distanze di danno in riferimento a due differenti itinerari che consentono l'accesso ai nodi portuali. La scala di riferimento per le immagini è la stessa. Sono evidenziate le distanze sia nel caso dell'ipotesi più probabile sia nel caso dell'ipotesi media. Per entrambe sono distinte poi le casistiche relative alle due differenti condizioni meteorologiche D5 e F2.

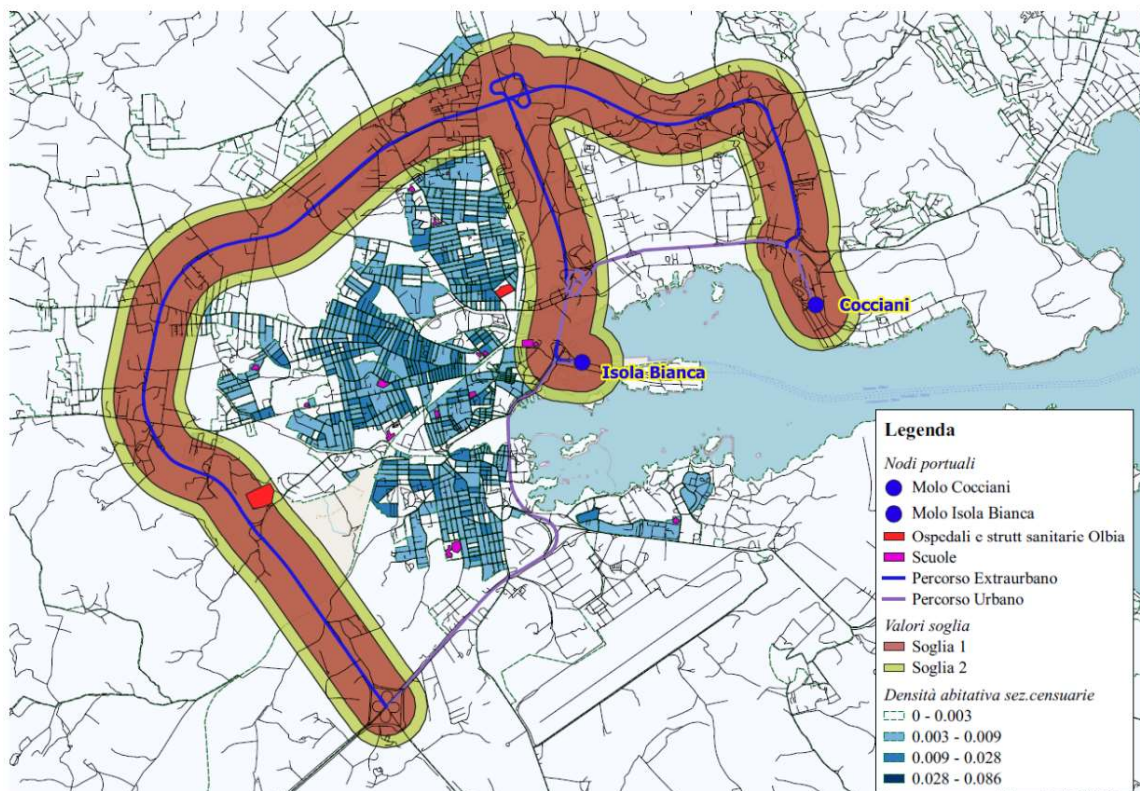


Figura 18. Distanze per l'ipotesi più probabile e classe di meteo D5 – caso extraurbano. Porto di Olbia.

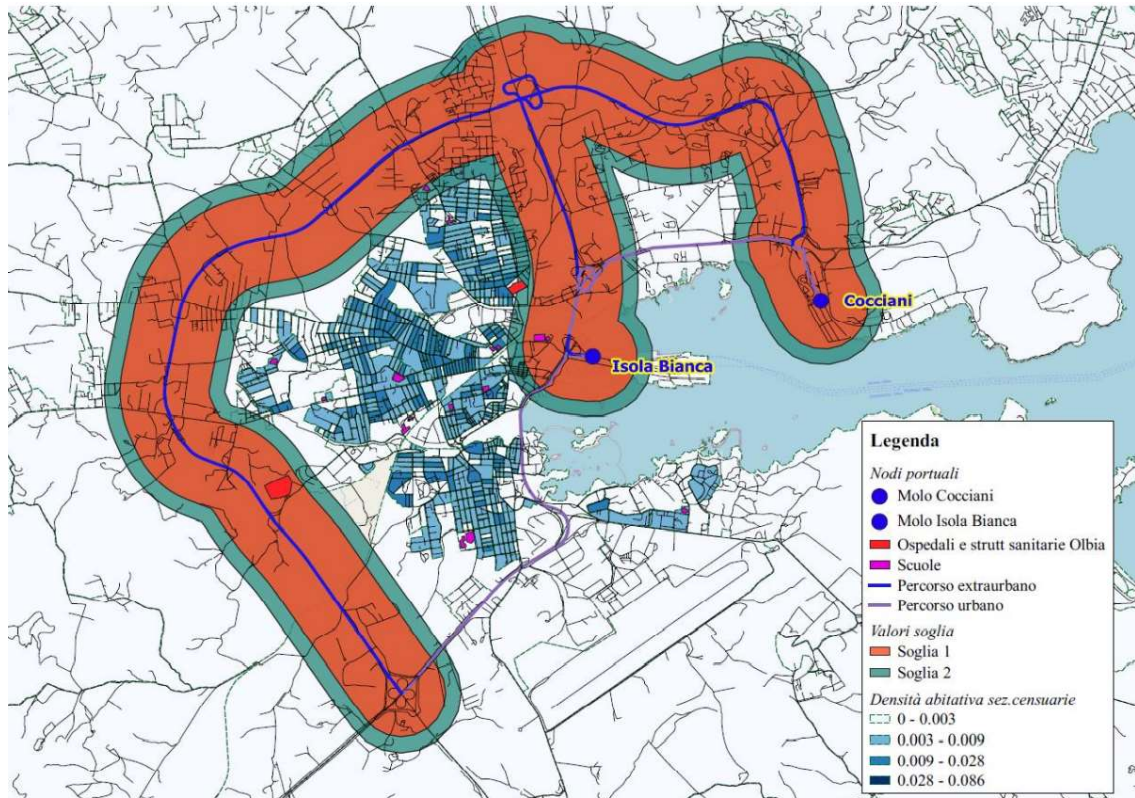


Figura 19. Distanze per l'ipotesi più probabile e classe di meteo F2– caso extraurbano. Porto di Olbia.

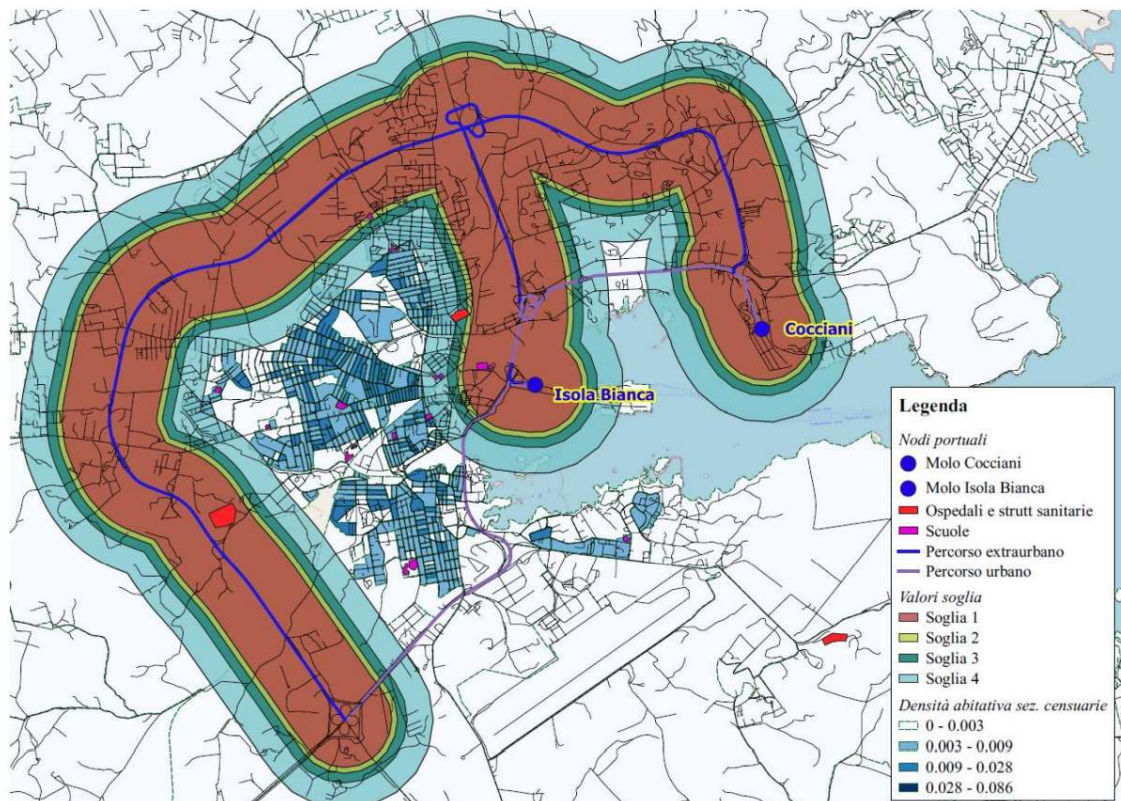


Figura 20. Distanze per l'ipotesi media e classe di meteo D5– caso extraurbano. Porto di Olbia.

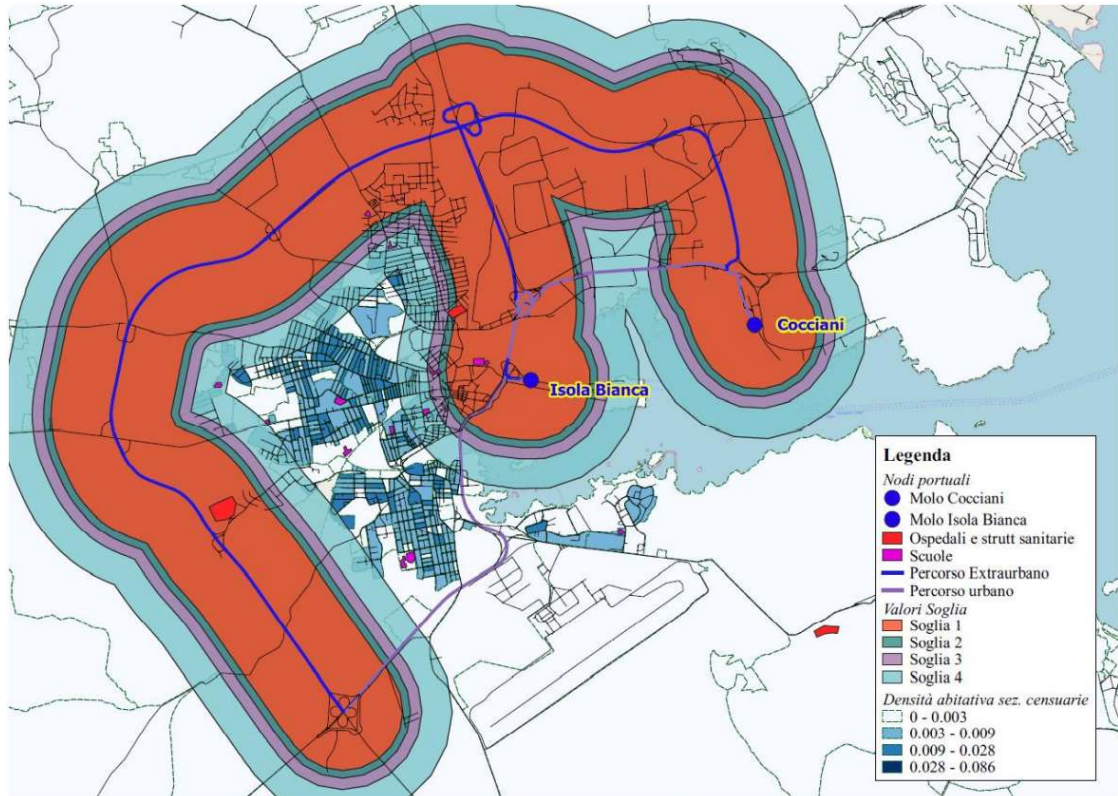


Figura 21. Distanze per l'ipotesi media e classe di meteo F2– caso extraurbano. Porto di Olbia.

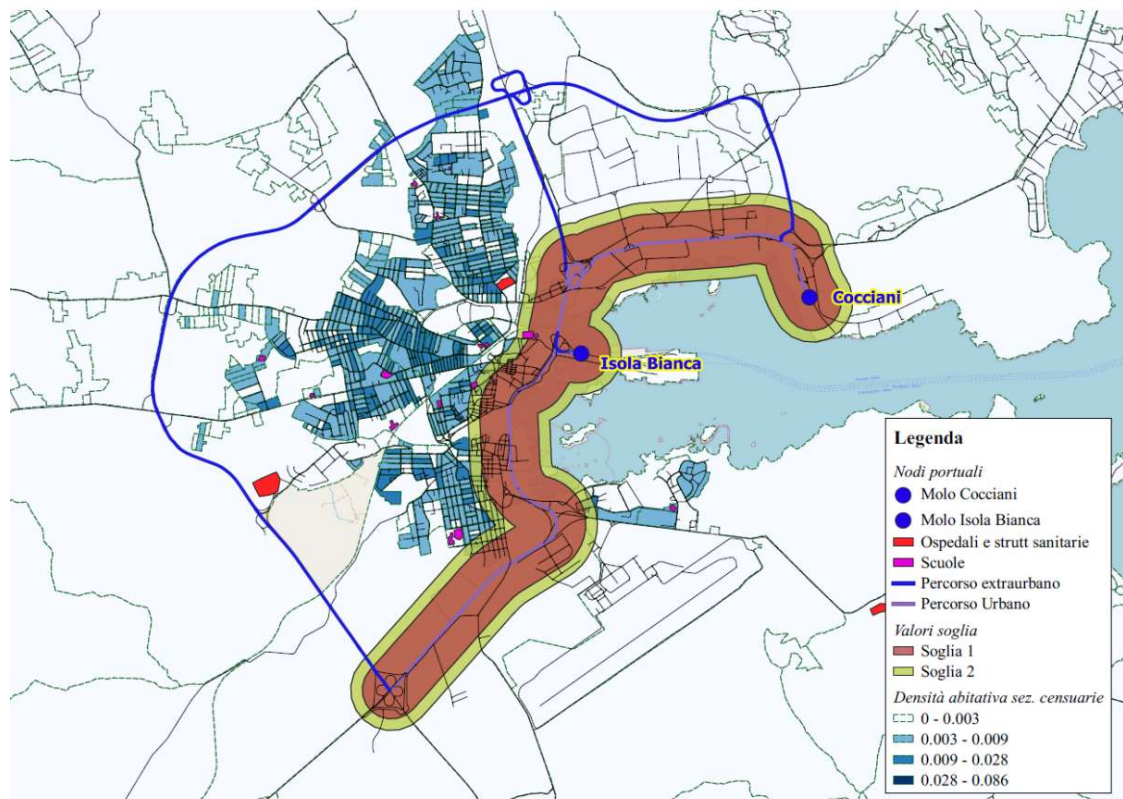


Figura 22. Distanze per l'ipotesi più probabile e classe di meteo D5– caso urbano. Porto di Olbia

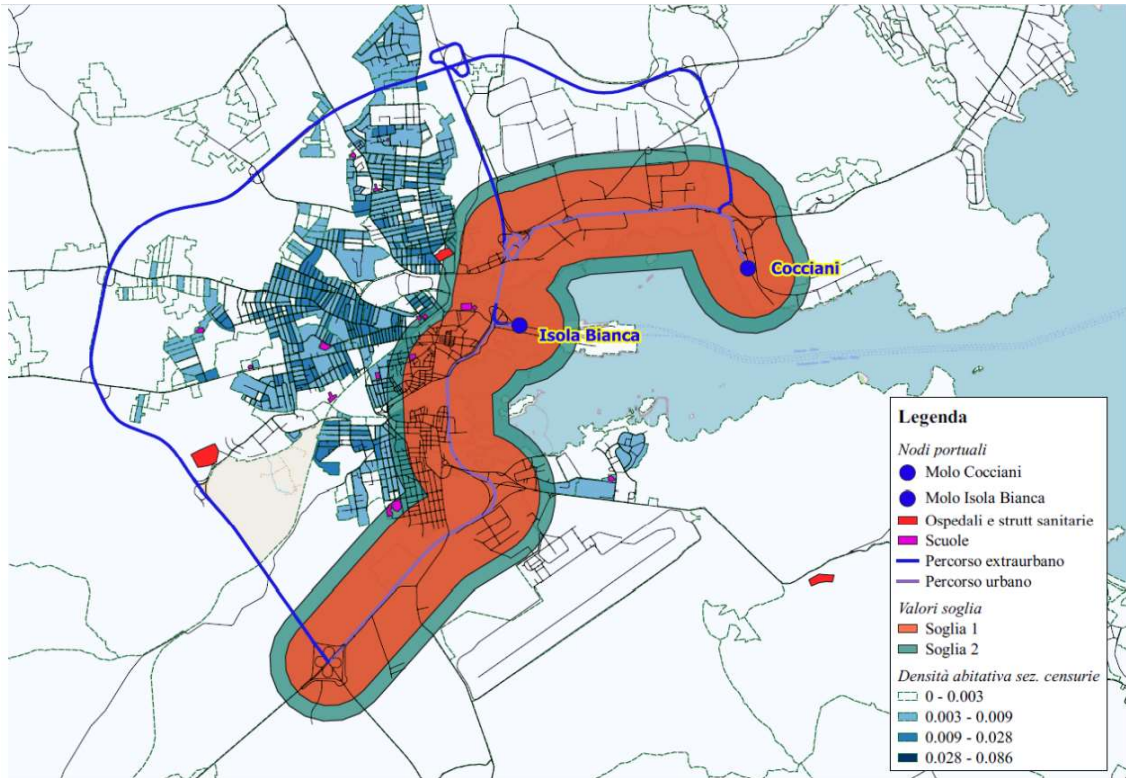


Figura 23. Distanze per l'ipotesi più probabile e classe di meteo F2– caso urbano. Porto di Olbia

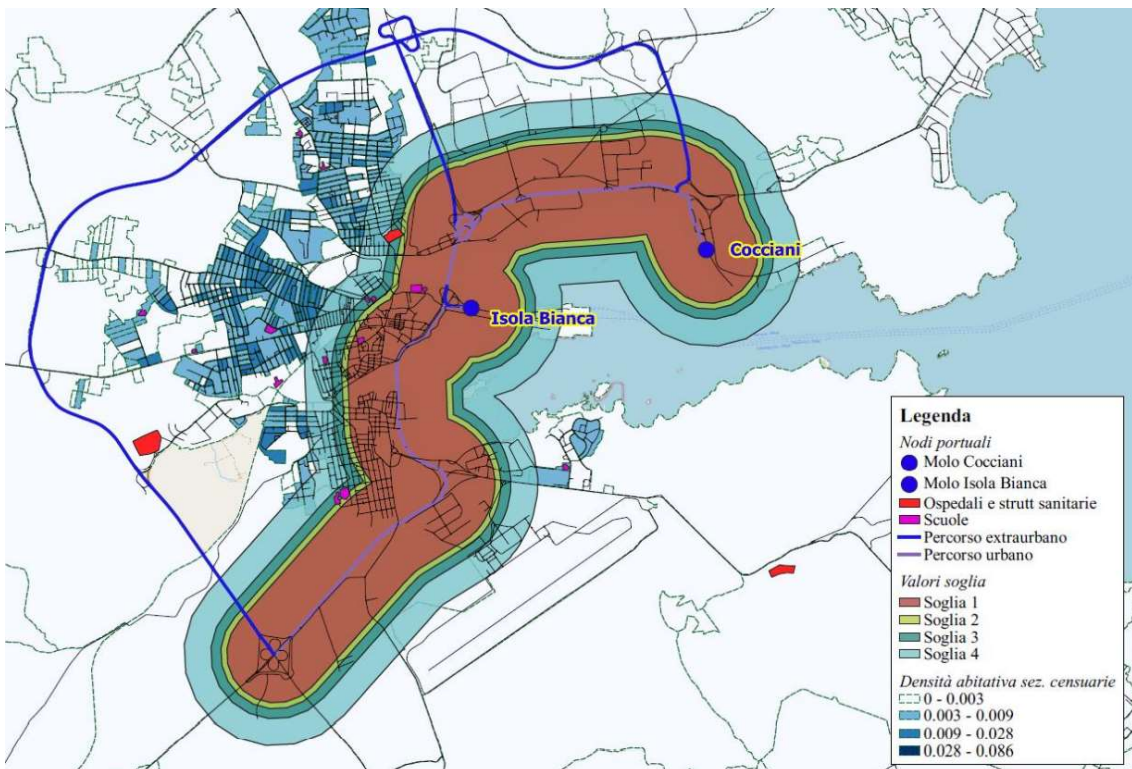


Figura 24. Distanze per l'ipotesi media e classe di meteo D5– caso urbano. Porto di Olbia

Conclusione

Nell'ambito del progetto LOSE+, la realizzazione della piattaforma LOSE+LAB rappresenta un sistema di supporto alle decisioni per la governance territoriale in caso di incidente e mira ad aumentare il livello di conoscenza sui flussi di merci pericolose che attraversano le aree del Comune di Genova in Regione Liguria, della Provincia di Livorno in Regione Toscana, della Provincia di Sassari in Sardegna e della Regione del VAR presso il porto di Tolone TSA e Brégaillon.

Questa piattaforma sfrutta tecnologie innovative per aumentare la sicurezza sulla rete stradale grazie al sistema di telecamere installato sulle principali direttrici di traffico della città di Genova, lungo la zona costiera, in prossimità dei varchi portuali, così come nei territori degli altri partner di progetto. Le telecamere consentono all'autorità pubblica locale di gestire in modo efficiente il traffico, con una visione precisa e tempestiva della situazione dei veicoli. Inoltre, le immagini acquisite vengono elaborate per identificare la classificazione del veicolo e riconoscere le targhe delle merci pericolose in conformità allo standard ADR.

Le informazioni ricevute e raccolte nel database della piattaforma consentono di affrontare il problema principale della mancanza di informazioni sulle merci pericolose trasportate nel territorio italiano e francese per i dati disponibili.

Il modello di conseguenza proposto, basato sul metodo Short-Cut, consente di determinare l'area di impatto in caso di incidente che coinvolga merci pericolose in transito nel porto di Genova, Tolone, Capraia isola, Livorno, Piombino, Portoferraio, Olbia e Porto Torres. Il modello fornisce all'utente la visualizzazione dei possibili esiti di un evento disegnando l'area di impatto per i diversi scenari di incidente, che può fornire mappe rapide del pericolo vicino all'area scelta.

Questo modello ha attualmente una capacità limitata di simulare scenari di incidenti per tutte le merci pericolose trasportate nel porto. Pertanto, la possibilità di integrare altri strumenti, come il software Phast, sarà esaminata nell'ambito dei futuri miglioramenti del sistema di modellazione. Inoltre, la proposta di creare una banca dati nazionale che raccolga informazioni sulle merci pericolose trasportate sul territorio italiano, oltre alla creazione di un'altra banca

dati come l'ARIA, che raccoglie dati sugli incidenti di trasporto sulla base delle segnalazioni dei servizi di emergenza o di controllo e anche della stampa.

Sommario

Introduzione	4
I. Descrizione della piattaforma LOSE+LAB	16
I.1. La piattaforma LOSE+LAB WEB-GIS: raccolta e visualizzazione dei dati	17
II. Sistema di supporto alle decisioni per l'analisi delle conseguenze e dei rischi	19
II.1 Definizione generale del rischio	19
II.2. Sistema di supporto alle decisioni per l'analisi delle conseguenze.....	20
II.2.1. Metodo ShortCut per la stima dell'area	21
II.2.1.1. Criteri di classificazione per le sostanze infiammabili.....	22
II.2.1.2. Criteri di classificazione delle sostanze tossiche.....	23
II.2.1.3. Modalità di detenzione	23
II.3. Trasporto marittimo Hazmat	27
III. Risultati dell'analisi del transito di merci pericolose.....	28
III.1 Classificazione delle attività di analisi dei dati PSA.....	30
IV. Altri Strumenti	33
IV.1. AIRA.....	33
IV.2. CAMEO Chemicals	35
V. L'applicazione del metodo Short-Cut nel progetto LOSE +	37
V.1. Procedura di applicazione del metodo ShortCut.....	38
V.2. Stima dell'area di impatto	40
V.3. Porti della Sardegna, metodo Short-Cut, tecnologie e strumenti per l'individuare dei percorsi di attraversamento di merce pericolosa.....	43
Conclusione.....	54
Introduction	57
I. Description de la plateforme LOSE+LAB.....	58
I.1. La plateforme Web-SIG de LOSE+LAB : collecte et visualisation des données	59
II. Système d'aide à la décision pour l'analyse des conséquences et des risques	62
II.1. Définition générale du risque	62
II.2. Système d'aide à la décision pour l'analyse des conséquences.....	63
II.2.1. Méthode ShortCut pour l'estimation des zones	64
II.2.1.1. Critères de classification des substances inflammables	65
II.2.1.2. Critères de classification des substances toxiques.....	66
II.2.1.3. Mode de détention	67

II.3. Transport maritime de matières dangereuses	70
III. Résultats de l'analyse du transit des marchandises dangereuses	71
III.1. Classification des activités d'analyse des données de PSA	74
IV. Autre outils.....	76
IV.1. AIRA	77
IV.2. <i>CAMEO Chemicals</i>	79
V. L'application de la méthode ShortCut dans le cadre du projet LOSE +.....	80
V.1. Procédure d'application de la méthode ShortCut	81
V.2. Estimation de la zone d'impact.....	83
Conclusion.....	86

Introduction

La ville de Gênes (région de Ligurie, Italie) possède l'un des principaux ports de la Méditerranée et les activités logistiques qui entrent et sortent du port représentent un secteur économique important pour toute la région. Le port de Gênes a déplacé les 17% du trafic de conteneurs en Italie en raison de sa position stratégique par rapport à la mer et à l'arrière-pays : dans la période pré-pandémique de 2010 à 2018, il a augmenté son débit de plus de 5%.

Le transport de marchandises dangereuses par route est le mode de transport le plus exposé aux accidents. En effet, les nombreux produits dangereux transportés par la route, tels que les produits pétroliers et chimiques, sont inflammables, toxiques, explosifs, corrosifs ou radioactifs, et les accidents de transport de matières dangereuses peuvent survenir n'importe où, contrairement aux accidents industriels. Les risques diffus générés sont difficiles à appréhender car il s'agit d'une activité circulante et donc difficile à identifier, à localiser et à quantifier et il existe une grande diversité de sources de risque (défaillance du mode de transport, du confinement, erreur humaine...).

Pour cette raison, Le système Web-SIG représente un système d'aide à la décision pour la gouvernance territoriale en cas d'accident et pour augmenter le niveau de connaissance sur les flux de marchandises dangereuses traversant les zones de la municipalité de Gênes. Ce système a une dimension d'échelle méditerranéenne. Il utilise des technologies innovantes pour

accroître la sécurité sur le réseau routier grâce au soutien et au travail opérationnel bien coordonné de la police locale de la municipalité de Gênes.

Le système LOSE+LAB se compose de deux éléments principaux. Premièrement, un réseau de caméras a été installé sur les principales artères de la ville de Gênes, le long de la zone côtière, près des portes du port. Les caméras permettent à l'autorité publique locale de gérer efficacement le trafic, avec une vue précise et opportune de la situation des véhicules. En outre, les images acquises sont traitées pour identifier la classification du véhicule et reconnaître les plaques de marchandises dangereuses conformément à la norme ADR.

Le système proposé est appuyé par l'intégration des technologies innovantes tels que les drones qui peuvent être utilisés pour surveiller en temps réel le trafic et les situations à risque en cas d'accidents routiers impliquant des véhicules dangereux. Ils peuvent être adoptés pour acquérir des images de l'événement et pour contrôler et évaluer en ligne les conséquences afin de gérer la phase d'intervention des secouristes et des pompiers. En outre, une base de données sur les produits chimiques dangereux de la suite logicielle CAMEO®, qui est largement utilisée pour planifier et répondre aux urgences chimiques.

I. Description de la plateforme LOSE+LAB

Le système LOSE+LAB se compose de deux éléments principaux. Premièrement, un réseau de caméras a été installé sur les principales artères de la ville de Gênes, le long de la zone côtière, près des portes du port. Les caméras permettent à l'autorité publique locale de gérer efficacement le trafic, avec une vue précise et opportune de la situation des véhicules. En outre, les images acquises sont traitées pour identifier la classification du véhicule et reconnaître les plaques de marchandises dangereuses conformément à la norme ADR. Ce système intelligent met à disposition les données sur les matières dangereuses spécifiques transportées par les camions, qui couvrent les sections de route surveillées, comme le montre la figure 1.

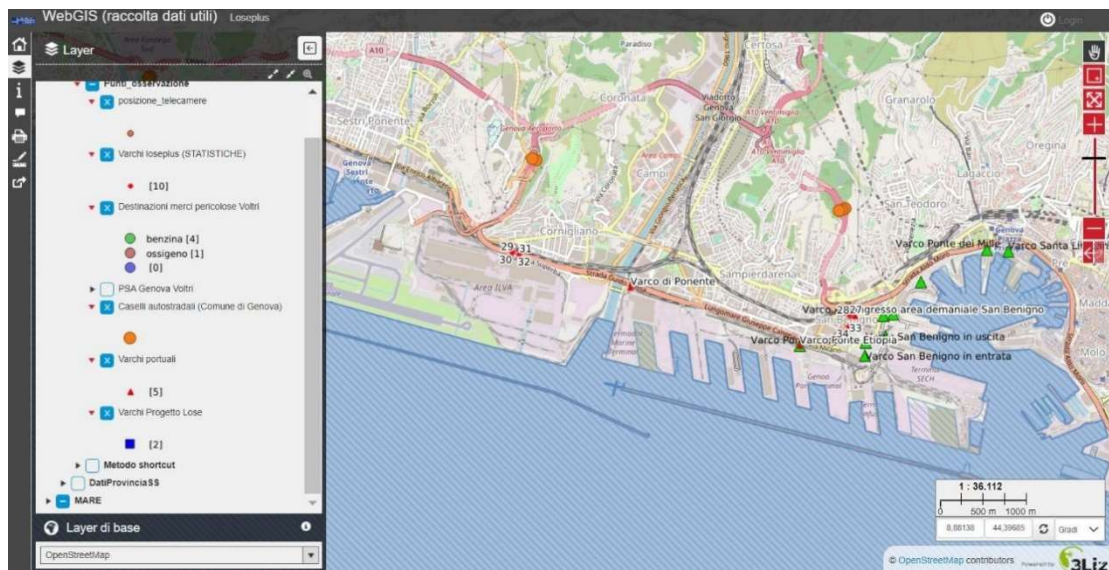


Figure 1. Visualisation de la plateforme LOSE+LAB

Zoom de la visualisation Web-SIG terrestre. Réseaux de dispositifs et de caméras installés pour surveiller les véhicules de transport de matières dangereuses dans la ville de Gênes (Légende : Points de surveillance - position des caméras ; statistiques sur les points de surveillance ; points de livraison de marchandises dangereuses à Voltri, c'est-à-dire essence, oxygène et autres substances ; portes de l'autoroute (municipalité de Gênes) ; portes du port).

Deuxièmement, le système comprend une plateforme web-GIS qui fournit aux utilisateurs, en temps réel, des cartes géoréférencées relatives au trafic surveillé et à la zone d'impact potentiel générée par les scénarios d'accidents possibles impliquant les véhicules dangereux identifiés.

Dans le cas d'un incident entraînant un rejet de substances toxiques ou inflammables, la définition de la zone d'impact permet d'estimer l'étendue des effets physiques résultant du développement accidentel suite à la perte de confinement. En détail, la zone d'impact ou la zone de dégâts représente les zones dans lesquelles la concentration de matières dangereuses est égale ou supérieure à certains seuils de référence en termes de létalité. L'analyse des conséquences se réfère aux effets attendus des résultats de l'incident, indépendamment de la fréquence ou de la probabilité d'occurrence.

I.1. La plateforme Web-SIG de LOSE+LAB : collecte et visualisation des données

Dans la plateforme WEB-SIG proposée, les données provenant du réseau de caméras ont été stockées dans un serveur central, puis traitées et élaborées. Pour chaque caméra installée, les données acquises se réfèrent à l'ID du point de surveillance, à l'ID de l'événement surveillé (transit du véhicule), à la date et à l'heure du transit détecté, à la

description du véhicule, au code Kemler identifié, au numéro UN et à la désignation officielle de transport du produit dangereux.

Les données, gérées par la municipalité de Gênes, ne peuvent être consultées que par les utilisateurs accrédités. En outre, le système proposé offre aux utilisateurs la possibilité de télécharger les informations ou les statistiques connexes dans différents formats. Des cartes, des statistiques, des graphiques et des tendances utiles pour un système d'aide à la décision basé sur le risque ont été mis en place pour les autorités publiques du territoire.

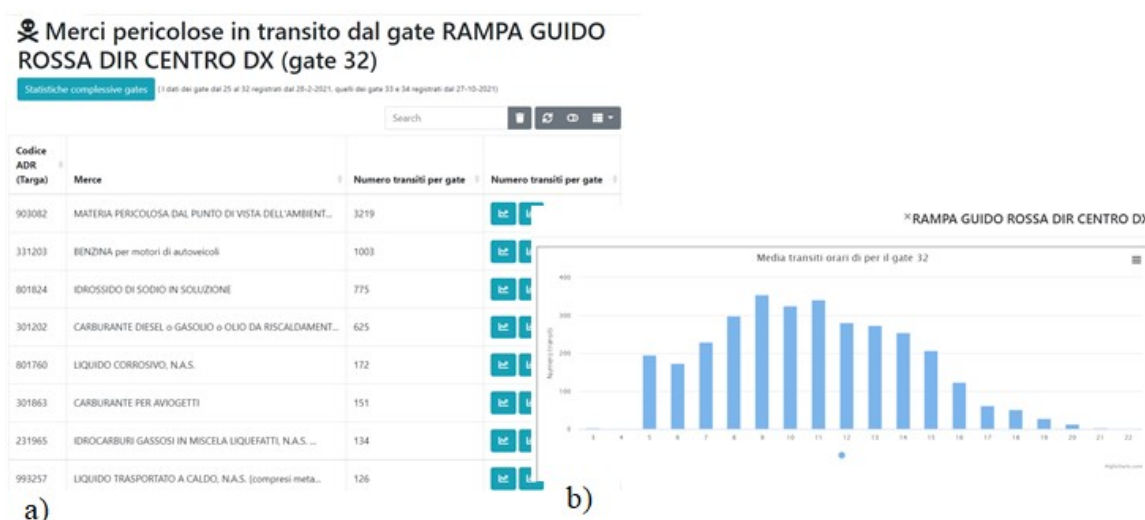


Figure 2. Visualisation des données statistiques concernant les flux de véhicules dangereux surveillés

La figure 2 présente les statistiques concernant les flux de véhicules dangereux surveillés pour une porte spécifique 32 (à gauche de la figure) jusqu'au 28.02.2021, date de l'activation du système LOSE+LAB (a), les valeurs horaires moyennes des transits correspondants (b).

La plateforme Web-SIG proposée par LOSE+LAB comprend un module pour l'analyse des conséquences des différents scénarios d'accidents potentiels générés par le transport de matières dangereuses sur les routes situées dans la zone d'étude.

Ce module vise à fournir aux utilisateurs un outil intelligent capable de calculer et de quantifier rapidement la taille des zones d'impact caractérisées par une létalité élevée et des blessures irréversibles pour les personnes en cas d'accident de transport de matières dangereuses. Le module est basé sur une méthode rapide appelée ShortCut, mise en œuvre par l'Agence pour la protection de l'environnement de la région Toscane (Italie) et publiée sur le

site Internet de l'ISPRA (Institut italien pour la protection et la recherche environnementales) (Méthode ShortCut, 2005).

Dans la figure 3, la zone bleue indique les écoles du district de Gênes en tant qu'éléments exposés aux dangers et aux risques, les croix rouges représentent les hôpitaux, les lignes rouges sont les routes tandis que les lignes rouges à points sont les autoroutes et les lignes noires les frontières municipales terrestres et maritimes. Les cercles rouges représentent la zone d'impact sûr dérivée d'un rejet de chlore supposé comme scénario d'étude le long d'un lien défini de l'infrastructure routière. Les cercles jaunes représentent la zone de dommages.

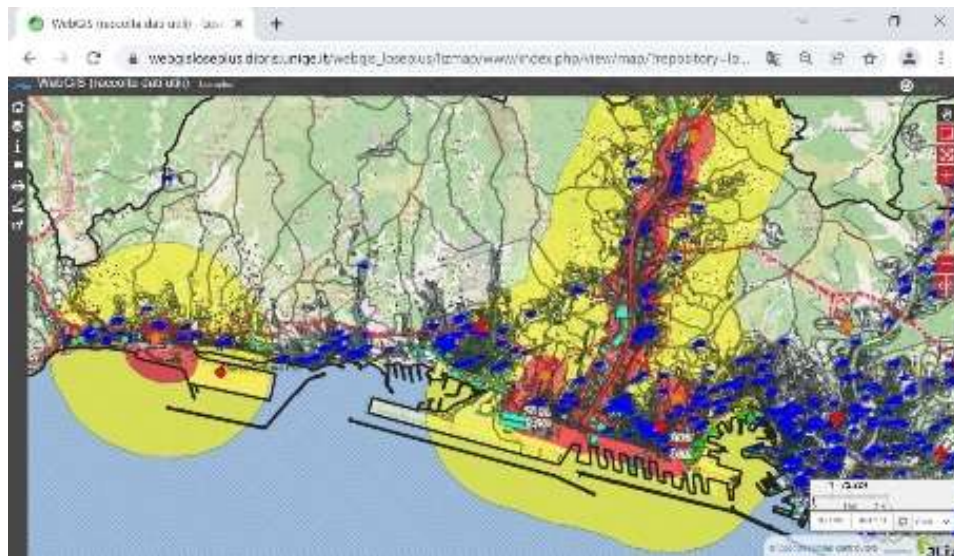


Figure 3. Visualisation de la plateforme LOSE+LAB : zoom du Web-GIS terrestre représentant deux scénarios d'événements étudiés, selon la légende de la figure 1.

II. Système d'aide à la décision pour l'analyse des conséquences et des risques

II.1. Définition générale du risque

En général, le risque peut être défini comme une fonction de deux composantes principales associées à la probabilité d'occurrence d'un événement accidentel et aux conséquences potentielles qu'un tel événement peut générer.

La fonction de risque pour les marchandises dangereuses m -ièmes et le scénario d'accident h -ième le long de la section i -ième de la route du véhicule transportant au moment t -ième pour le type d'exposition e -ième (individuelle ou environnementale) peut être généralisée comme suit :

$$R_e^{h,m}(i, t) \propto (FA^{h,m}(i, t), ES_e^{h,m}(i, t)) \quad \text{Eq. 2}$$

Avec

- $FA^{h,m}(i, t)$ Représente la fréquence prévue d'un accident pour le scénario d'accident h -ième impliquant un véhicule transportant le type de marchandises dangereuses m -ième sur le segment i -ième au moment t -ième.
- $ES_{x,e}^{h,m}(i, t)$ Représente l'exposition en cas d'accident impliquant la substance dangereuse m -ième avec le scénario h -ième sur la section i -ième à l'instant t -ième.
- L'indice e représente le type d'exposition, qui peut être individuel, environnemental ou économique.

La première composante du risque, la fréquence prévue des accidents, en fonction de la fréquence générique des accidents dans la zone d'intérêt, peut être calculée en tenant compte des données statistiques sur les accidents. Malheureusement, les données sur les accidents impliquant directement une marchandise dangereuse spécifique sont très rares.

La deuxième composante du risque, l'exposé $ES_{x,e}^{h,m}(i, t)$ qui apparaît dans l'éq. 1 estime le nombre d'éléments potentiellement impliqués dans la zone d'impact ou de dommage de l'événement accidentel, qu'ils soient liés à l'exposition humaine, environnementale ou économique.

Afin de pouvoir calculer l'exposition globale liée à un accident, il est nécessaire de définir la zone d'impact et de dommages associée au scénario d'accident spécifique. Pour le calcul et la visualisation des conséquences des accidents dans le contexte du transport des marchandises

dangereuses, la méthode "ShortCut" a été adoptée pour l'estimation rapide des conséquences dérivant d'accidents majeurs liés au stockage, à la manutention et au transport de marchandises dangereuses, développée par l'APAT (Agence pour la protection de l'environnement et les services techniques) et l'ARPAT (Agence régionale pour la protection de l'environnement de la Toscane) et publiée sur le site web de l'ISPRA, l'Institut pour la protection et la recherche environnementales.

Ce rapport se concentre sur la méthodologie adoptée dans le projet de LOSE+ LAB pour évaluer les conséquences et en particulier l'étendue de la zone d'impact et des dommages. En particulier, deux types de scénarios d'incidents seront présentés : le premier dû à un incident pour un véhicule transportant une marchandise dangereuse spécifique et le second dû à un rejet de substances dangereuses en mer.

II.2. Système d'aide à la décision pour l'analyse des conséquences

La méthode des Shortcut, comme les autres méthodes expéditives, permet d'estimer les distances de dommages liés aux accidents impliquant des rejets de substances dangereuses dans différents types de contenants : stockés dans des contenants confinés, ou transportés par navire, par camion-citerne, par train-citerne et par pipeline (ces derniers types sont exclus du champ d'application du décret législatif 334/99). Elle classe les substances inflammables et toxiques en fonction de leurs caractéristiques de risque généralement significatives afin d'en évaluer les conséquences. Pour chaque classe de risque, la méthode fournit l'indication des scénarios d'accident dont la probabilité d'occurrence est la plus élevée et la plus moyenne (les résultats typiques de l'accident de matières dangereuses peuvent être appelés feu de nappe, feu instantané, explosion de nuage de vapeur (VCE) ou nuage toxique).

Les distances de conséquence sont rapportées sous forme de tableau en fonction des classes de matières dangereuses, des différentes quantités de produit, des quatre seuils de létalité et pour deux catégories de conditions météorologiques selon la classification de Pasquill (D5 et F2). Ces distances obtenues représentent le rayon d'une zone circulaire qui correspond approximativement à la zone d'impact potentiel de l'événement accidentel. Dans la figure ci-dessous, le scénario d'accident pour le gaz liquéfié, qui appartient à la classe 3 du règlement ADR.

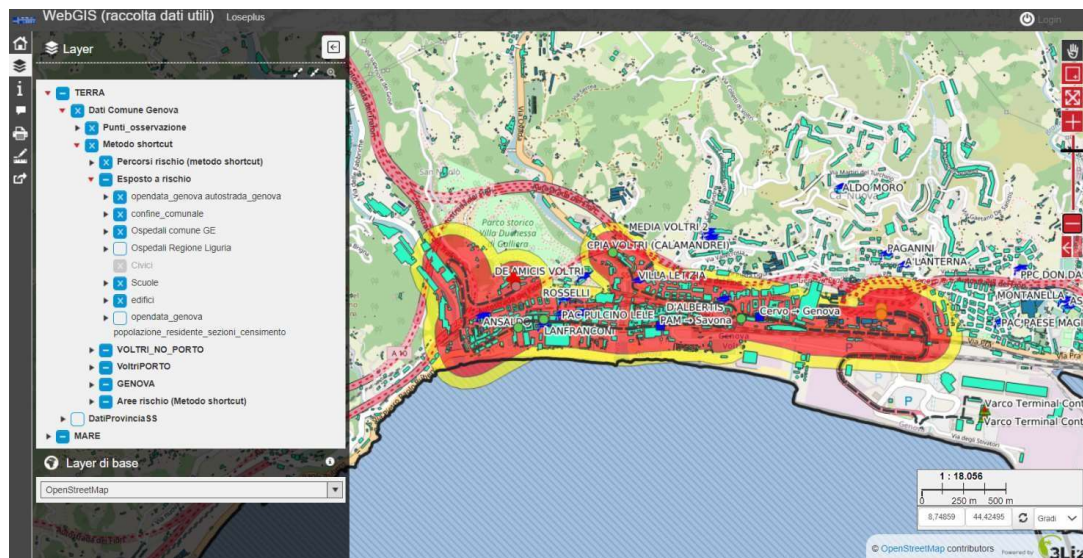


Figure 4. Cartographie rapide pour l'analyse des conséquences en cas d'accident impliquant un gaz liquéfié

Le système proposé recouvre également des couches importantes d'éléments exposés, d'infrastructures et d'occupation des sols.

Dans cette représentation, le rayon de la zone d'impact a été utilisé pour identifier un tampon, sous et au-dessus de la route sélectionnée, dessiné comme un cercle qui se déplace le long de la route. La zone rouge représente la zone d'impact à létalité élevée tandis que la zone jaune peut être associée à la zone de dommages, où les conséquences peuvent générer des blessures irréversibles. L'utilisateur peut également accéder à des données et des couches qui fournissent des informations sur la densité de population ou sur d'autres récepteurs potentiellement exposés et vulnérables sur le territoire tels que les écoles, les hôpitaux, les centres de rassemblement de personnes (usines, stades, auditoriums, dortoirs, etc.).

II.2.1. Méthode ShortCut pour l'estimation des zones

L'application de la méthode comprend les étapes suivantes :

- ❖ **Step 0.** L'utilisateur sélectionne la substance pertinente pour l'évaluation des risques.
- ❖ **Step 1.** La substance figure sur la liste des substances pour la méthode ShortCut
 - **Step 1.1.** Récupérer la liste des classes ShortCut associées à la substance.
 - **Step 1.1.1** SE la substance est associée aux classes des liquides inflammables ou des gaz inflammables

- L'utilisateur doit sélectionner les caractéristiques du contenant. Cette sélection permet d'identifier la classe de risque spécifique dans ShortCut et renvoie au tableau de référence pour identifier le rayon de la zone d'impact.

Où

- **Step 1.1.2** SE la substance est associée aux classes de substances toxiques
- Applique la procédure PARADIGMA et définis les quatre valeurs A, B, C, D.
 - *Identification de la valeur "Ref.* Dépend de la substance et du type de confinement (tableau n° 2 du manuel d'utilisation). Numéros de référence Classe 4 - Liquides toxiques ; Classe 5.1 Gaz toxiques liquéfiés par compression ; 5.2 Gaz toxiques liquéfiés par réfrigération ; 5.3 Gaz toxiques simplement comprimés)
 - *Identification de la valeur A (identifie le type de détention. Tableau 3 du manuel d'utilisation)*
 - *Identification de la valeur B (identifie la quantité de marchandises stockées. Tableau n° 4a du Manuel de l'utilisateur).*
 - *Identification de la valeur C (identifie la valeur du seuil de létalité, Tableau n°5 du Guide de l'utilisateur).*
 - *Identification de la valeur D (identifie le paramètre des conditions météorologiques. Tableau n° 6 du Manuel de l'utilisateur).*
- À l'aide de PARADIGMA, recherchez les tableaux attribuant les substances individuelles aux classes ;
- Identification du rayon de la zone d'impact en consultant le tableau pertinent de l'annexe 1 de la méthode ShortCut.

II.2.1.1. Critères de classification des substances inflammables

La méthode ShortCut classe les substances inflammables en fonction de leurs caractéristiques de danger généralement significatives pour l'évaluation des conséquences. En particulier, ce qui est indiqué dans le tableau suivant s'applique :

Tableau 1: Classification des substances inflammables en fonction de leurs caractéristiques de dangerosité

Classe	Type de substance	Caractéristiques	Autres caractéristiques
--------	-------------------	------------------	-------------------------

1	1.1	1.1.1	Liquides inflammable	$P_v < 0.3$ bar a 20° C	$T_{inf} > 20^\circ$ C
		1.1.2			$T_{inf} < 20^\circ$ C
	1.2	-		$P_v > 0.3$ bar a 20° C	/
2	2.1	2.1.1	Gaz inflammables	Liquéfié par compression	$T_{eb} > -8^\circ$ C
		2.1.2			$T_{eb} < -8^\circ$ C
	2.2	-		Liquéfié pour la réfrigération	/
	2.3	-		Simplement compressé	/
3	-	-	Substances explosives	Peroxydes organiques Explosifs Feux d'artifice	/

Le critère de classification adopté correspond, avec quelques variations marginales, celui déjà utilisé dans des méthodes expéditives similaires d'estimation des conséquences accidentelles.

II.1.2.2. Critères de classification des substances toxiques

Dans la méthode ShortCut, une macro-classification des substances toxiques est définie sur la base de leur mode de détention ou de formation, comme le montre le tableau suivant :

Tableau 2: Macro-classification des substances toxiques en fonction de leur mode de possession ou de formation

Macro-classes	Type de substance	Autres caractéristiques	
4	Liquides toxiques	-	
5.1	Gaz inflammables	Liquéfié par compression	
5.2		Liquéfié pour la réfrigération	
5.2		comprimé	
6	Prodotti tossici di combustione	les pesticides	précurseurs de la dioxine
			précurseurs de non-dioxines
	des engrais	des engrais azotés	
	des matières plastiques	Des engrais au soufre	
		-	

Les substances toxiques appartenant aux classes 4, 5.1, 5.2, 5.3 ont été classées en fonction de leurs effets, par corrélation entre les résultats des simulations et les propriétés chimiques, physiques et toxicologiques spécifiées ci-dessous.

Tableau 3: Propriétés physico-chimiques et toxicologiques des substances de la classe des liquides et des gaz

Toxicité	Propriétés chimiques et physiques
Liquides	LC ₅₀ , IDLH, P _v , PM, T _{eb} , c _p , ÄH _{vap} , r _l
Gaz liquéfiés par compression	LC ₅₀ , IDLH, P _v , PM, T _{eb} , c _p , ÄH _{vap} , T _{critica}
Gaz liquéfiés pour la réfrigération	LC ₅₀ , IDLH, P _v , PM, T _{eb} , c _p , ÄH _{vap} , T _{critica}
Gaz comprimés	LC ₅₀ , IDLH, P _{stocc.} , PM, T _{eb} , c _p , ÄH _{vap} , T _{critica}

II.1.2.3. Mode de détention

La méthode ShortCut prend en considération les méthodes de détention suivantes :

- stockage avec bassin de confinement ;
- stockage sans bassin de confinement ;
- transport au moyen de camions-citernes ou de wagons-citernes (ATB /FC) ;
- transport par bateau ;
- transport par canalisation.

❖ Exemple d'application de la méthode de Shortcut pour l'évaluation des distances de dommages : Transport de chlore liquéfié par compression

Pour un événement accidentel de probabilité relativement élevée et de faible ampleur (hypothèse la plus probable), identifier le rayon des dommages correspondant à une blessure irréversible (IDLH) dans des conditions météorologiques D.5.

Le tableau suivant montre que le chlore, un gaz toxique appartenant aux classes 5.1, 5.2 et 5.3 (gaz toxiques liquéfiés par compression, réfrigération ou comprimés), est l'une des substances présentes dans la méthode.

Tabella 1						
	CAS	sostanza	Classe 1	Classe 2_1	Classe 2_2	etichetta e frasi di rischio
71	287-92-3	Ciclopentano				F; R: 11-52/53; S: (2-)9-16-29-33-61
72	75-19-4	Ciclopropano				F+; R: 12; S: (2-)9-16-33
73	7782-50-5	Cloro	5.1	5.2	5.3	T; N; R: 23-36/37/38-50; S: (1/2-)9-45-61

74	10049-04-4	Cloro biossido	5.1	5.2	5.3	T; N; R: 25-34-50; S: (1/2-)23-26-28-36/ 37/39-45-61
----	------------	----------------	-----	-----	-----	--

Le tableau suivant montre que les résultats relatifs au chlore sont le résultat de simulations et que le numéro de référence du chlore pour le traitement ultérieur est 7.

Tabella 2

5_1	Gas tossici liquefatti per compressione			Rif.
		7664-41-7	Ammoniaca (1)	4
		463-58-1	Carbonil solfuro*	5
		460-19-5	Cianogeno*	6
		7782-50-5	Cloro	7
		10049-04-4	Cloro biossido*	8

* Sostanze non simulate per mancanza di dati qualificati nel DIPPR; esse vengono comunque ricomprese nella classe in quanto classificabili col criterio stabilito.

Le chlore étant une substance toxique, les quatre valeurs numériques (A, B, C et D) du paradigme sont identifiées à l'aide des tableaux 3 à 6.

Tabella n. 3 - Parametro A del paradigma

Tipologia di detenzione	A
Stoccaggio con bacino di contenimento	1
Stoccaggio senza bacino di contenimento	2
ATB/FC	1/2(*)
Navi	2
Condotte	2

(*) Deve essere assunto 2 se la sostanza ricade della classe 5.3

A= 1

Tabella n. 4b - Parametro B del paradigma per la tipologia di trasporto via ATB/FC

ATB/FC	B	
	Ipotesi più probabile	Ipotesi media
Liquidi tossici	47	47
Gas tossici (in tutte le forme)	48	48

B = 19 (en théorie)

Tabella n. 4c - Parametro B del paradigma per la tipologia di trasporto via nave		
Trasporto via nave	B	
	Ipotesi più probabile	Ipotesi media
Liquidi tossici	4	12
Gas tossici liquefatti per compressione	30	4
Gas tossici liquefatti per refrigerazione	30	4
Gas tossici compressi	4	12

B = 19 (en théorie) (pour le transport par navire)

Tabella n. 5 - Parametro C del paradigma	
Soglia	C
LC50	1
IDLH	3

Tabella n. 6 - Parametro D del paradigma	
Meteo	D
D5	1
F2	2

C = 3 et D = 1

Le paradigme est donc: **1 48 3 1 (ATB); 2 4 3 1 (pour le transport par navire)**

Dans le tableau 7B (relatif aux gaz toxiques liquéfiés par compression), à l'intersection de la colonne correspondant au n° 7 (référence numérique relative au chlore) et de la ligne correspondant au paradigme, on peut voir que le chlore est affecté à la sous-classe 5.2.2 pour le transport par route et la sous-classe 5.2.1 pour le transport par navire.

- **ATB**

Tabella 7C - GAS TOSSICI LIQUEFATTI PER TEMPERATURA - Tabella di assegnazione delle singole sostanze alle c																						
Paradigma				Numerazione delle sostanze della classe 5.2 secondo Tabella 2																		
A	B	C	D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	1	1	1	5.2.2	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.5	5.2.1	5.2.5	5.2.4	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.2
1	1	1	2	5.2.2	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.1	5.2.5	5.2.2	5.2.4	5.2.3	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.3	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.2
1	1	3	1	5.2.2	5.2.2	5.2.2	5.2.1	5.2.2	5.2.3	5.2.2	5.2.4	5.2.3	5.2.5	5.2.2	5.2.1	5.2.3	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.1
1	1	3	2	5.2.3	5.2.6	5.2.5	5.2.2	5.2.4	5.2.5	5.2.4	5.2.6	5.2.5	5.2.6	5.2.5	5.2.1	5.2.6	5.2.1	5.2.2	5.2.4	5.2.6	5.2.6	5.2.4
1	3	1	1	5.2.2	5.2.1	5.2.2	5.2.1	5.2.1	5.2.5	5.2.2	5.2.5	5.2.4	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.2
1	3	1	2	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.1	5.2.1	5.2.5	5.2.1	5.2.4	5.2.3	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.3	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.2
1	3	3	1	5.2.3	5.2.3	5.2.2	5.2.2	5.2.3	5.2.4	5.2.2	5.2.4	5.2.4	5.2.5	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.3	5.2.2	5.2.6	5.2.2
1	3	3	2	5.2.3	5.2.1	5.2.6	5.2.2	5.2.5	5.2.6	5.2.1	5.2.1	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.6	5.2.6	5.2.1	5.2.6	5.2.1
1	27	1	1	5.2.2	5.2.3	5.2.2	5.2.1	5.2.2	5.2.5	5.2.3	5.2.5	5.2.3	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.3	5.2.6	5.2.3
1	27	1	2	5.2.2	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.5	5.2.2	5.2.4	5.2.3	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.3	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.2
1	27	3	1	5.2.2	5.2.5	5.2.3	5.2.1	5.2.3	5.2.3	5.2.4	5.2.5	5.2.3	5.2.6	5.2.4	5.2.1	5.2.5	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.5	5.2.6	5.2.4
1	27	3	2	5.2.3	5.2.3	5.2.3	5.2.2	5.2.4	5.2.6	5.2.2	5.2.6	5.2.5	5.2.6	5.2.4	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.4	5.2.3	5.2.6	5.2.3
1	33	1	1	5.2.2	5.2.2	5.2.2	5.2.1	5.2.2	5.2.5	5.2.3	5.2.5	5.2.3	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.3	5.2.6	5.2.3
1	33	1	2	5.2.2	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.5	5.2.1	5.2.5	5.2.3	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.2
1	33	3	1	5.2.2	5.2.5	5.2.3	5.2.1	5.2.3	5.2.3	5.2.4	5.2.5	5.2.3	5.2.6	5.2.4	5.2.1	5.2.5	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.5	5.2.6	5.2.4
1	33	3	2	5.2.3	5.2.3	5.2.4	5.2.2	5.2.4	5.2.6	5.2.3	5.2.6	5.2.5	5.2.6	5.2.4	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.4	5.2.3	5.2.6	5.2.3
1	34	1	1	5.2.2	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.5	5.2.2	5.2.5	5.2.4	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.2
1	34	1	2	5.2.2	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.1	5.2.5	5.2.2	5.2.5	5.2.3	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.2
1	34	3	1	5.2.3	5.2.1	5.2.6	5.2.2	5.2.4	5.2.5	5.2.1	5.2.1	5.2.5	5.2.6	5.2.6	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.6	5.2.4	5.2.1	5.2.6	5.2.1
1	34	3	2	5.2.5	5.2.1	5.2.1	5.2.3	5.2.6	5.2.6	5.2.1	5.2.1	5.2.6	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.6	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.1
1	35	1	1	5.2.2	5.2.1	5.2.2	5.2.1	5.2.1	5.2.5	5.2.2	5.2.5	5.2.4	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.2
1	35	1	2	5.2.2	5.2.1	5.2.3	5.2.2	5.2.1	5.2.6	5.2.2	5.2.6	5.2.5	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.3	5.2.3	5.2.6	5.2.2
1	35	3	1	5.2.3	5.2.3	5.2.3	5.2.2	5.2.4	5.2.4	5.2.2	5.2.6	5.2.5	5.2.6	5.2.4	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.4	5.2.3	5.2.6	5.2.3
1	35	3	2	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.2	5.2.6	5.2.2	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.6	5.2.5
1	48	1	1	5.2.2	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.5	5.2.2	5.2.4	5.2.3	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.3	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.2
1	48	1	2	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.5	5.2.2	5.2.4	5.2.2	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.2
1	48	3	1	5.2.3	5.2.3	5.2.3	5.2.1	5.2.3	5.2.4	5.2.2	5.2.5	5.2.4	5.2.5	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.6	5.2.2
1	48	3	2	5.2.3	5.2.3	5.2.4	5.2.1	5.2.4	5.2.6	5.2.3	5.2.6	5.2.5	5.2.6	5.2.4	5.2.2	5.2.5	5.2.1	5.2.1	5.2.6	5.2.3	5.2.6	5.2.3

	HYP	Soglia	D5	F2
Trasporto ATB/FC	Più prob./Media	1	440	590
		2		
		3	2000	850
		4		
	1	440	590	
	2			
	3	2000	850	
	4			

- Transport par Navire

(segue) Tabella 7C - GAS TOSSICI LIQUEFATTI PER TEMPERATURA - Tabella di assegnazione delle singole

Paradigma				Numerazione delle sostanze della classe 5.2 secondo Tabella 2																	
A	B	C	D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2	3	3	1	5.2.3	5.2.4	5.2.3	5.2.2	5.2.3	5.2.4	5.2.3	5.2.5	5.2.4	5.2.6	5.2.4	5.2.1	5.2.5	5.2.1	5.2.3	5.2.3	5.2.4	5.2.6
2	3	3	2	5.2.4	5.2.3	5.2.1	5.2.2	5.2.5	5.2.6	5.2.1	5.2.2	5.2.6	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.1	5.2.1	5.2.6	5.2.1	5.2.1
2	4	1	1	5.2.2	5.2.1	5.2.2	5.2.1	5.2.1	5.2.5	5.2.2	5.2.5	5.2.4	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.6
2	4	1	2	5.2.2	5.2.2	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.5	5.2.2	5.2.5	5.2.3	5.2.6	5.2.4	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.2	5.2.2	5.2.2	5.2.6
2	4	3	1	5.2.4	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.4	5.2.5	5.2.1	5.2.4	5.2.5	5.2.5	5.2.1	5.2.1	5.2.2	5.2.1	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.6
2	4	3	2	5.2.4	5.2.4	5.2.3	5.2.3	5.2.5	5.2.6	5.2.2	5.2.3	5.2.6	5.2.3	5.2.2	5.2.1	5.2.3	5.2.1	5.2.1	5.2.6	5.2.3	5.2.3
2	16	1	1	5.2.2	5.2.1	5.2.1	5.2.3	5.2.5	5.2.6	5.2.2	5.2.5	5.2.6	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.2	5.2.6	5.2.2	5.2.6
2	16	1	2	5.2.5	5.2.3	5.2.5	5.2.3	5.2.5	5.2.6	5.2.4	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.1	5.2.6	5.2.1	5.2.2	5.2.6	5.2.5	5.2.6
2	16	3	1	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.3	5.2.5	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.1	5.2.6	5.2.1	5.2.2	5.2.6	5.2.6	5.2.6
2	16	3	2	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.3	5.2.5	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.6	5.2.1	5.2.6	5.2.1	5.2.2	5.2.6	5.2.6	5.2.6
2	27	1	1	5.2.2	5.2.3	5.2.2	5.2.3	5.2.5	5.2.6	5.2.3	5.2.5	5.2.6	5.2.6	5.2.3	5.2.1	5.2.4	5.2.1	5.2.2	5.2.6	5.2.3	5.2.6
2	27	1	2	5.2.1	5.2.1	5.2.1	5.2.3	5.2.5	5.2.6	5.2.1	5.2.4	5.2.6	5.2.6	5.2.2	5.2.1	5.2.3	5.2.1	5.2.1	5.2.6	5.2.1	5.2.6

	HYP	Soglia	D5	F2
Trasporto Nave Sversamento in banchina	Più prob.	1	480	610
		2		
		3	2100	750
		4		
	Media	1	480	610
		2		
		3	2100	910
		4		

II.3. Transport maritime de matières dangereuses

Le modèle des conséquences a également été mis en œuvre dans le contexte maritime. Cette application est basée sur la méthode ShortCut, et fournit la zone d'impact en considérant les produits dangereux stockés sur les navires qui transitent dans les ports. Selon les données

provenant de l'autorité portuaire concernant le chargement et le déchargement des produits dangereux manipulés dans les terminaux portuaires, le système fournit une cartographie rapide du danger à proximité de la zone côtière. Le modèle met à la disposition de l'utilisateur la visualisation des résultats possibles d'un accident en dessinant la zone d'impact le long des trajectoires des navires qui entrent, séjournent ou quittent les ports.

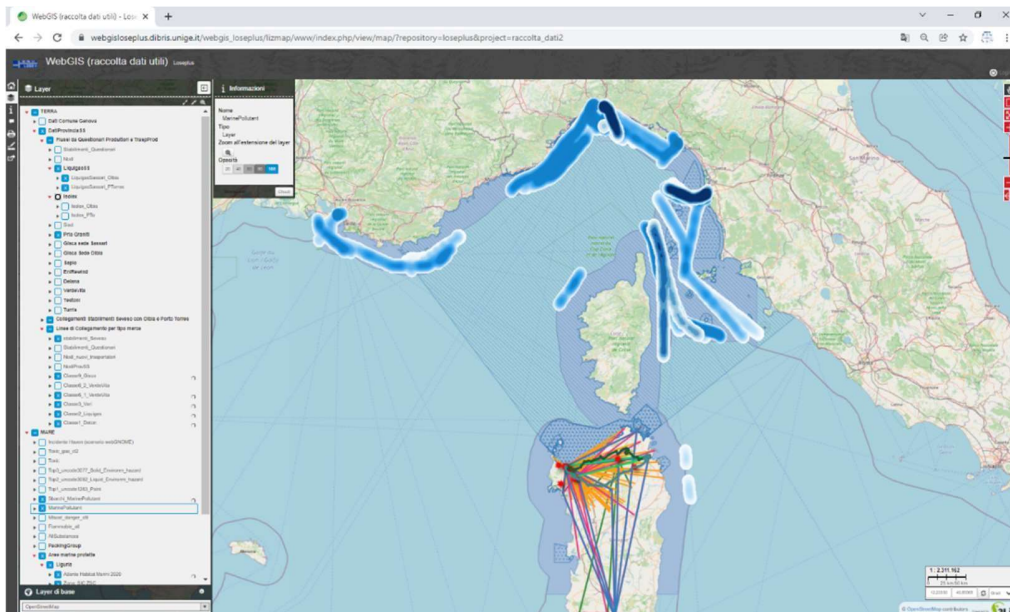


Figure 5. La cartographie rapide pour l'évaluation des risques étendue aux zones côtières

III. Résultats de l'analyse du transit des marchandises dangereuses

Dans cette partie, nous avons présenté les données recueillies au cours de la période allant de février 2021 à mars 2022. En effet, environ 60000 transits de véhicules transportant des marchandises dangereuses ont été détectés dans la zone surplombant le port de Gênes. Par ailleurs, entre août 2021 et mars 2022, environ 13000 conteneurs de marchandises dangereuses ont transporté par voie routière.

Cette base de données peut également fournir des statistiques sur la répartition du transit par tranche horaire, ce qui montre que dans la tranche horaire comprise entre 8 et 12 heures du matin, un peu moins de 40 % de toutes les marchandises dangereuses transitent.

En superposant la distribution horaire du transit des marchandises dangereuses avec la distribution agrégée des véhicules publiée dans le SUMP, on peut voir comment, le matin, un

chevauchement partiel se produit entre les deux points, comme indiqué dans la figure suivante.

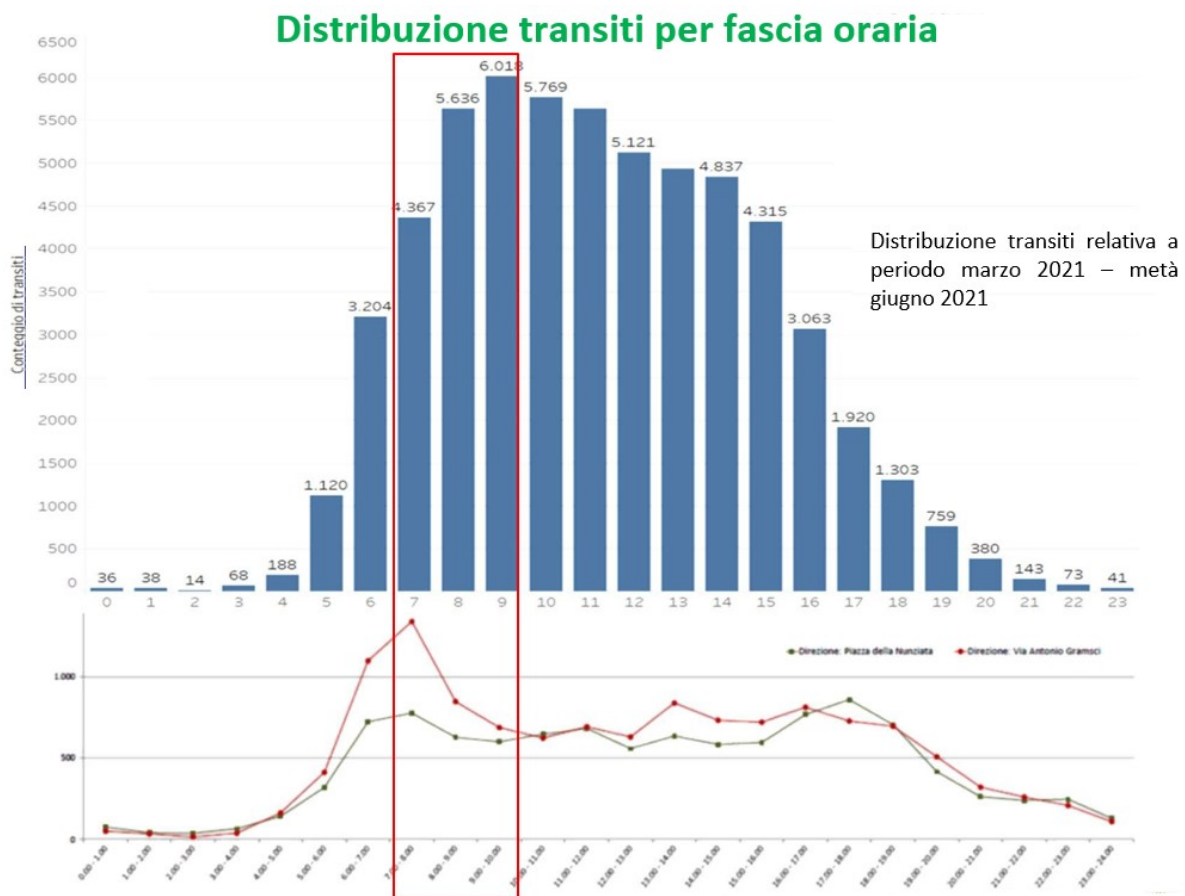


Figure 6. Répartition du transit pour la période de mars 2021 à mi-juin 2021

Les résultats montrent également que le tronçon de relief qui a enregistré le plus grand nombre de transits est celui situé dans la Via Albertazzi qui, en direction du Levante, a enregistré plus de 21500 passages de marchandises dangereuses sur les deux voies surveillées (figure 7).

Par ailleurs, plus de 50% des transits concernent différentes matières et objets dangereux (classe 9), environ 28% concernent des liquides inflammables, environ 11%, des matières corrosives, 4% des gaz et un peu moins de 2% des matières toxiques (figure 8).

Les classes de danger 9 et 3 (liquides inflammables), qui caractérisent ensemble environ 80% du total des marchandises détectées, présentent des transits particulièrement polarisés. 30% des liquides inflammables transitent par le tronçon de Via dei Reggio in Pegli, probablement directement et en provenance de l'important centre pétrochimique présent dans la zone, environ 50% des transits relatifs à différentes matières et objets dangereux concernent le tronçon de Via Albertazzi, probablement directement ou en provenance du port du même nom.

Distribuzione transiti per sezione di rilievo

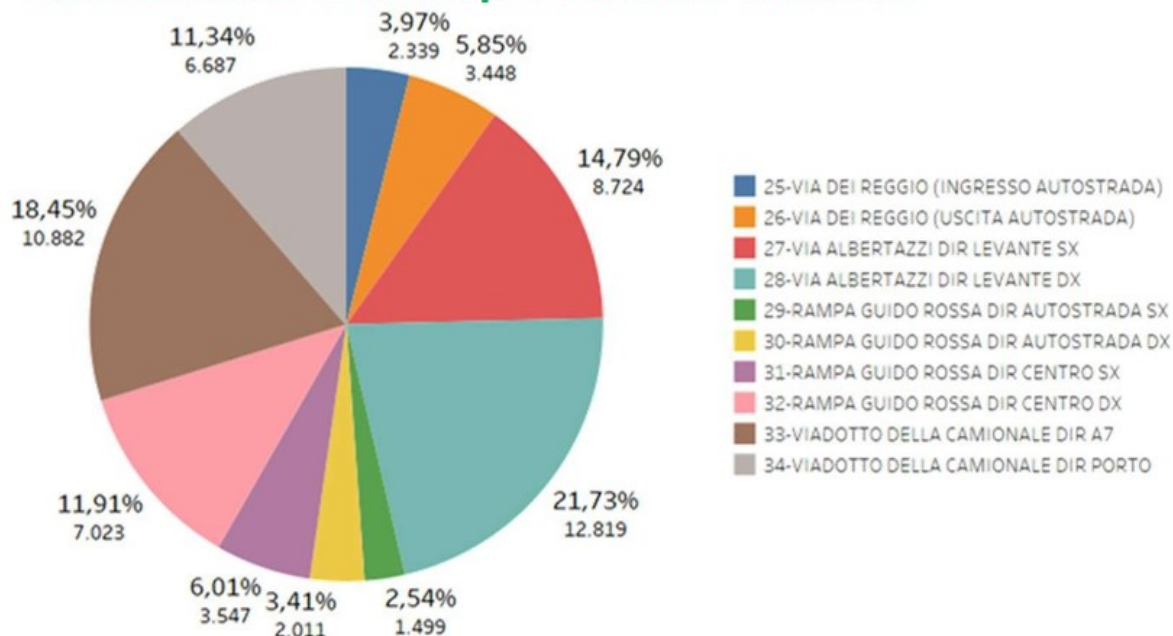


Figure 7. Répartition du transit par section de l'enquête

Distribuzione transiti per classe di pericolosità e sezione

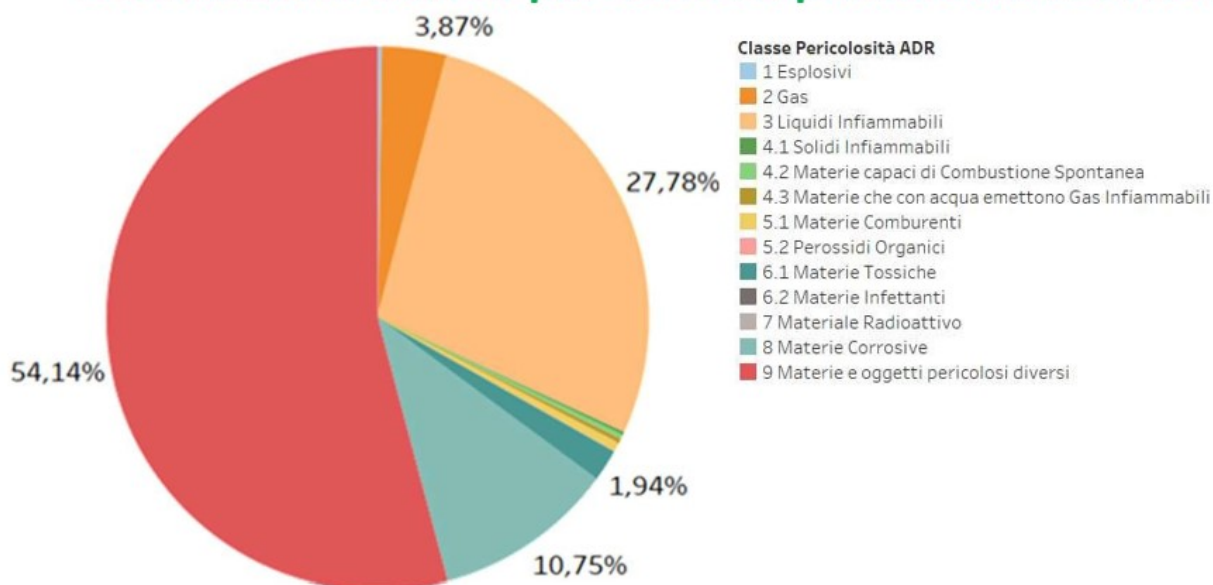


Figure 8. Répartition du transit par classe de risque et par section

III.1. Classification des activités d'analyse des données de PSA

La classification des activités d'analyse des données de PSA montre qu'environ 13 000 conteneurs contenant des marchandises dangereuses ont transporté des marchandises par route au cours de la période allant d'août 2021 à mars 2022. En outre, environ 7 000 conteneurs sont entrés dans le terminal PSA par la route, et environ 5 800 conteneurs ont quitté le terminal PSA par la route.

En ce qui concerne les transits détectés dans la zone soumise à surveillance, dans ce cas également, la superposition de la distribution horaire des entrées/sorties du terminal PSA de conteneurs de marchandises dangereuses avec la distribution agrégée des véhicules, publiée dans l'UPS, montre un chevauchement partiel des flux non seulement à la pointe du matin mais aussi à la pointe de l'après-midi (figure suivante).

Distribuzione transiti container (ingresso/egresso da PSA) per fascia oraria

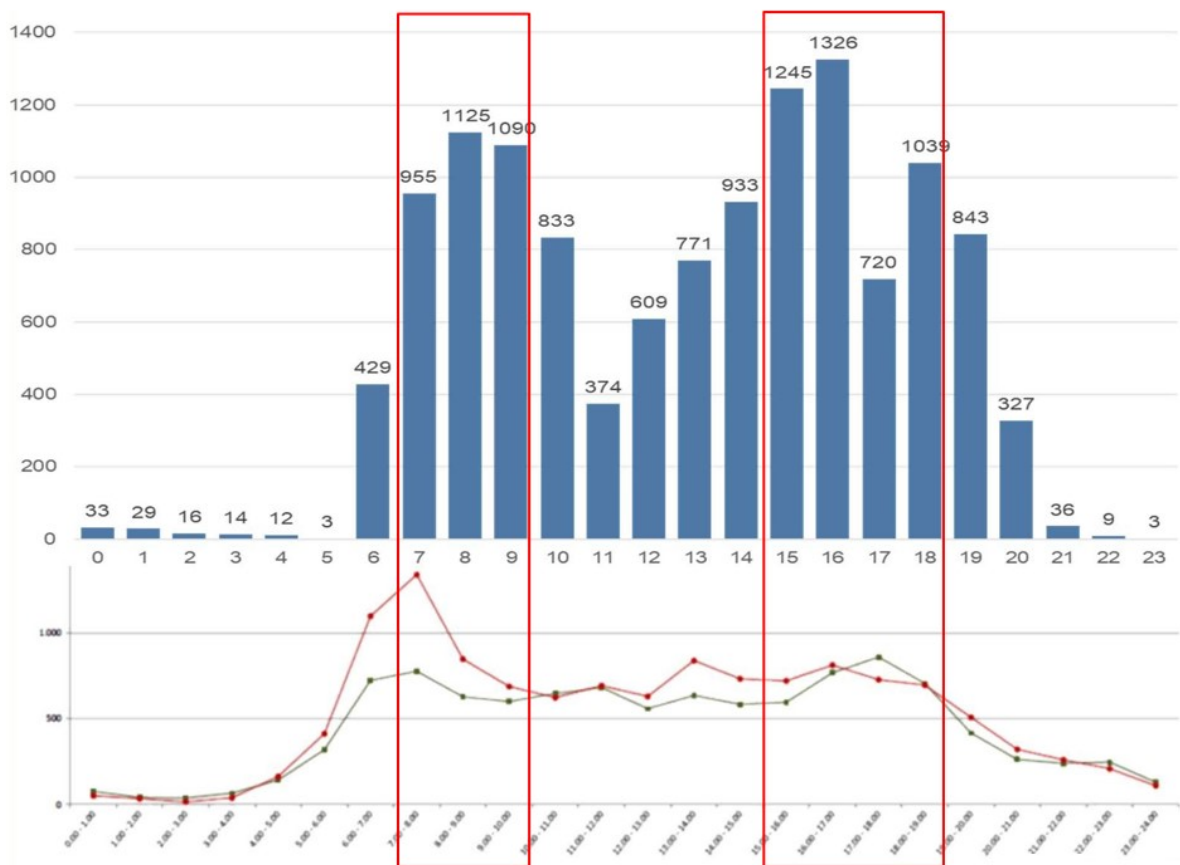


Figure 9. Répartition des transits de conteneurs (entrée/sortie de PSA) par tranche horaire

Au cours de la période étudiée d'environ 7,5 mois (entre août 2021 et mars 2022), plus de 105 millions de tonnes de marchandises dangereuses ont été transportées par route (et en partie aussi par rail), soit environ 14 millions de tonnes par mois (figures 10 et 11).

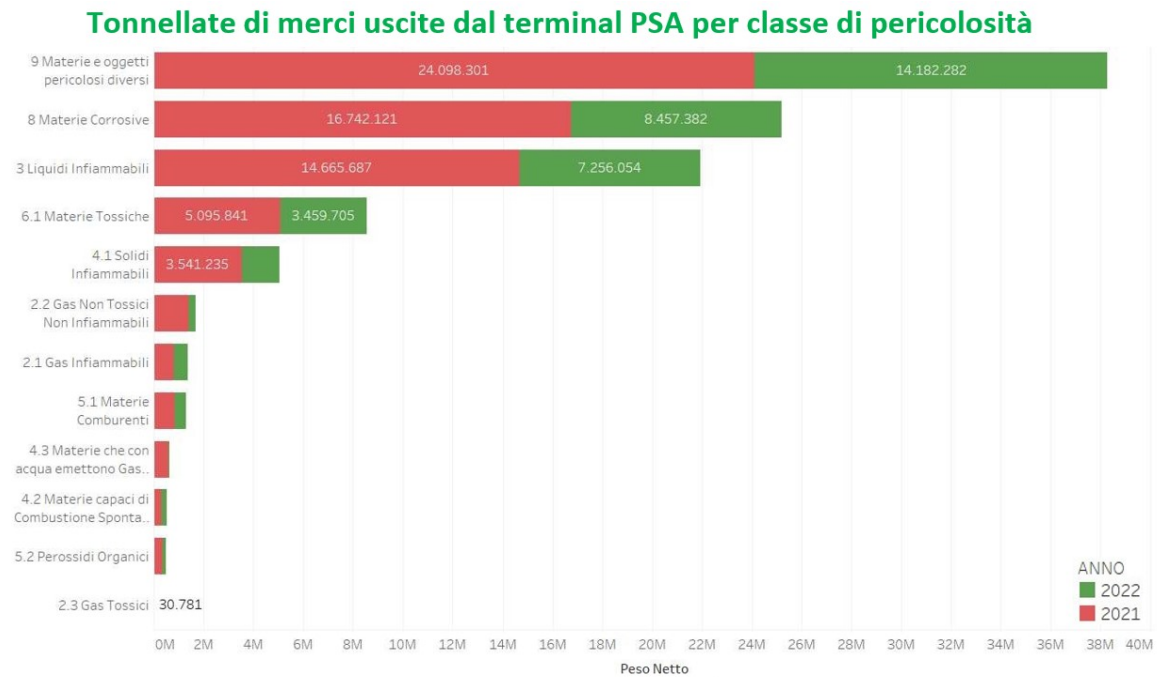


Figure 10. Tonnes de marchandises quittant le terminal PSA par classe de risque

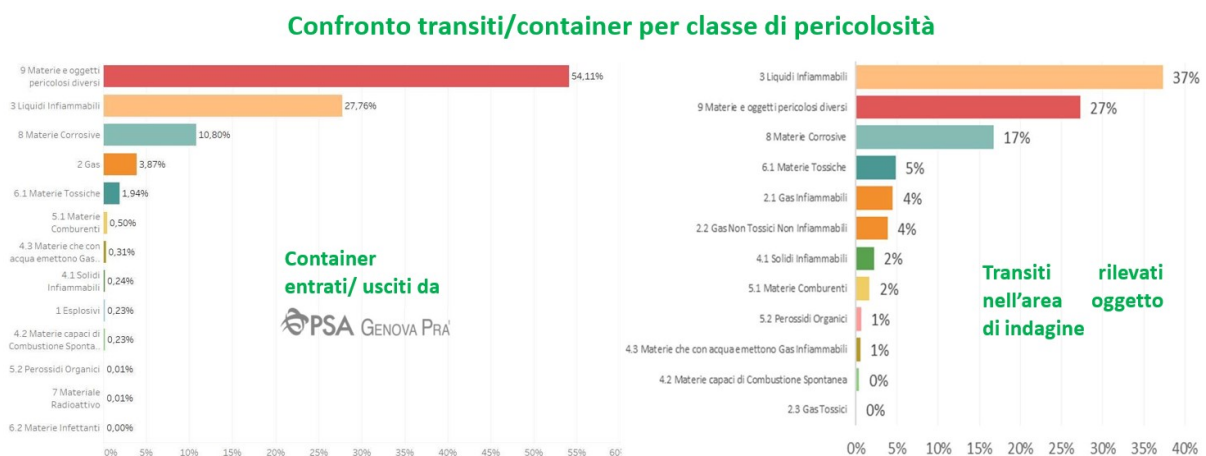


Figure 11. Comparaison des transits/containers par classe de risque

L'heure de pointe pour le passage des marchandises dangereuses se situe entre 8 heures et

12 heures, lorsque moins de 40 % de toutes les marchandises passent. Cette période de pointe se poursuit, bien que de manière moins intense, au cours des trois heures suivantes, lorsque 25 % supplémentaires des marchandises transitent. La comparaison de cette tendance avec la tendance du trafic agrégé publié dans le SUMP montre qu'il y a un chevauchement partiel entre les deux pics (figure suivante).

Distribuzione transiti per classe di pericolosità e fascia oraria

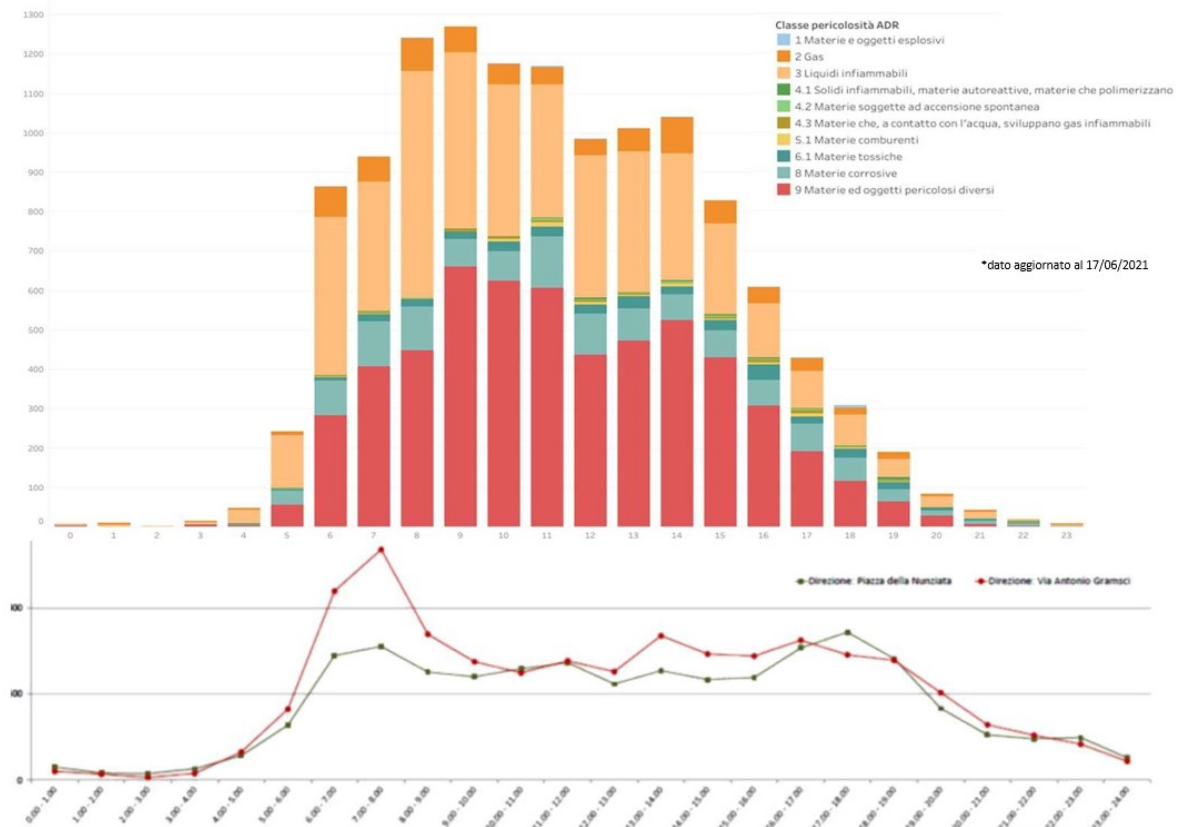


Figure 12. Distribution du transit par classe de risque et par tranche horaire

IV. Autre outils

Le système proposé est appuyé par d'autres outils tels qu'un drone qui peut être utilisé pour surveiller en temps réel le trafic et les situations à risque en cas d'accidents routiers impliquant des véhicules dangereux. En outre, la base de données sur les produits chimiques dangereux de la suite logicielle CAMEO®, qui est largement utilisée pour planifier et répondre aux urgences chimiques, ainsi que la base de données ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) qui

répertorie les incidents, accidents ou presque accidents qui ont porté, ou auraient pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publiques ou à l'environnement.

IV.1. AIRA

Le ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer française a été réalisée une base de données (nommé AIRA). Le recensement et l'analyse de ces accidents et incidents, français ou étrangers sont organisés depuis 1992. Ce recensement qui dépend largement des sources d'informations publiques et privées, n'est pas exhaustif et ne constitue qu'une sélection de cas illustratifs.

L'enregistrement des accidents dans la base de données est réalisé à partir des rapports des services de secours ou de contrôle et aussi de la presse. Il est primordial d'assurer la qualité et la fiabilité des informations contenues dans AIRA. Pour cette raison, les résumés d'accidents sont soumis à l'avis des services de contrôle et des organisations professionnelles avant publication sur le site internet www.aria.developpement-durable.gouv.fr Sur ce site, le BARPI met gratuitement à la disposition du public, en français et en anglais, les résumés des accidents enregistrés et les analyses qu'il réalise sur la base du retour d'expérience.

La base de données AIRA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) (<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/>) répertorie les incidents, accidents ou presque accidents qui ont porté, ou auraient pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publiques ou à l'environnement. Ces événements résultent :

- de l'activité d'usines, ateliers, dépôts, chantiers, carrières, élevages... classés au titre de la législation relative aux Installations Classées ;
- du transport de matières dangereuses par rail, route, voie fluviale ou maritime ;
- de la distribution et de l'utilisation du gaz ;
- des équipements sous pression ;
- des mines et stockages souterrains ;
- des digues et barrages.

AIRA recense plus de 54 000 accidents ou incidents survenus en France ou à l'étranger soit à ce jour, environ 1900 nouveaux événements par an.

La réglementation impose la déclaration de tout accident survenu lors du chargement, du remplissage, du transport ou du déchargement de marchandises dangereuses, en application d'un accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voies terrestres.

Selon l'inventaire des accidents technologiques survenus en 2018, 101 événements ont été enregistrés dans la base ARIA pour la France. 31 % sont survenus au sein d'une installation classée (tout mode de transport confondu), 60 % sur la route, et 8 % sur voies ferrées. On compte 3 événements pour le transport fluvial, aucun pour le maritime.

Par ailleurs, 35 % des accidents ont des conséquences humaines. On déplore 4 décès survenus lors d'accidents de la circulation : 3 chauffeurs routiers et un particulier. 33 événements font au total 55 blessés, dont seulement 8 sont liés à la dangerosité de la matière transportée.

Les accidents de la circulation sont à l'origine de 37 % de l'ensemble des événements. On retrouve d'autres causes premières comme des actions humaines inappropriées (35 %), des réactions incontrôlées des matières (9 %), des conditions météorologiques défavorables (6 %) ou bien des pannes de matériel de transport (3 %).

Selon l'inventaire des accidents technologiques survenus en 2020, le BARPI a recensé 17 événements (dont 8 classés en accident), survenus lors du chargement, du transport ou du déchargement de marchandises dangereuses (15 sur route, 1 sur rail, 1 sur une installation fluviale).

Hors ICPE, le BARPI a enregistré 5 incidents qui se sont déroulés sur des infrastructures de transport de matières dangereuses (ITMD) soumises à étude de dangers (4 dans des gares de triage, 1 dans une installation portuaire en mer).

Les principales conséquences dangereuses consécutives à un accident TMD sont le déversement, l'incendie et l'explosion, toutes ces manifestations pouvant être éventuellement associées (figure 13). Ils peuvent entraîner des dommages humains (traumatismes liés au blast, brûlures, asphyxie ou intoxication) et des dégâts matériels et environnementaux (pollution du sol et / ou des eaux).

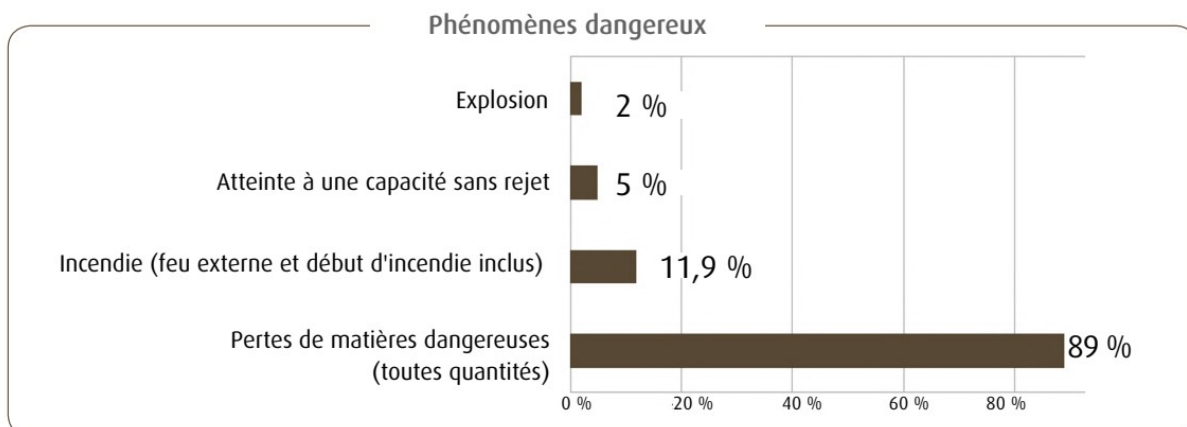


Figure 13. Phénomènes dangereux pour un accident de transport de matières dangereuses

IV.2. CAMEO Chemicals

CAMEO Chemicals (<https://cameochemicals.noaa.gov/>) est la base de données des produits chimiques dangereux de la suite logicielle CAMEO®, qui est largement utilisée pour planifier et répondre aux urgences chimiques. CAMEO Chemicals dispose également d'un outil permettant de prédire les dangers possibles si les produits chimiques sont mélangés.

Avec CAMEO Chemicals, vous pouvez effectuer des recherches dans la vaste base de données chimique pour trouver des fiches de données sur les produits chimiques contenant des informations essentielles sur les interventions, notamment les propriétés physiques, les risques pour la santé, les informations sur les dangers pour l'air et l'eau, et les recommandations pour la lutte contre l'incendie, les premiers secours et les interventions en cas de déversement.

Des fiches de données supplémentaires basées sur les numéros d'identification UN/NA fournissent des informations d'intervention provenant du Guide des mesures d'urgence (ERG) et des informations d'expédition provenant du tableau des matières dangereuses (49 CFR 172.101).

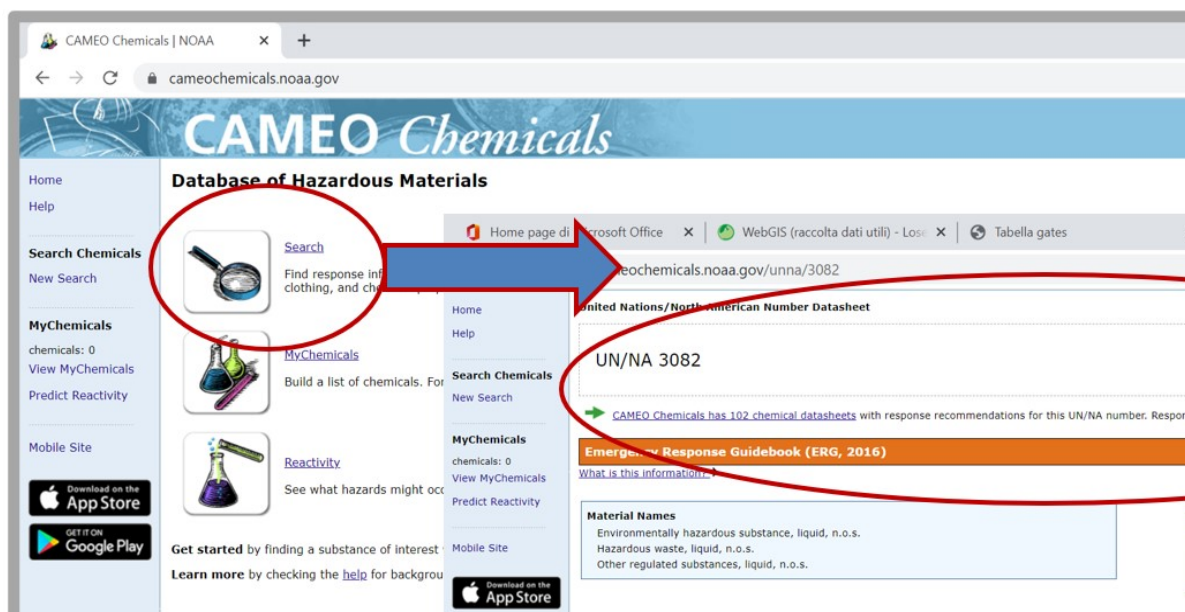


Figure 14. La base de données des produits chimiques dangereux CAMEO

V. L'application de la méthode ShortCut dans le cadre du projet LOSE +

Pour l'application de la méthode Shortcut dans la plateforme de LOSE+, et en fonction de la base du système de surveillance de la détection du flux et de la base de données des marchandises dangereuses sortant du port. Les experts du projet ont défini une liste des substances les plus fréquemment importées ou exportées en fonction de leur degré de dangerosité comme indiqué dans le tableau suivant.

Tableau 4: liste des substances les plus fréquemment importées ou exportées en fonction de leur degré de dangerosité

Designazione ufficiale di trasporto	N° Onu	Classe	PG
ISOPRENE STABILIZZATO	1218	3	I
SODIO	1428	4.3	I
BROMO O BROMO IN SOLUZIONE	1744	8(6.1)	I
MATERIA ORGANOMETALLICA LIQUIDA IDROREATTIVA, INFIAMMABILE	3399	4.3(3)	I
FOSFORO BIANCO O GIALLO RICOPERTO D'ACQUA O IN SOLUZIONE	1381	4.2(6.1)	I
MORFOLINA	2054	8	I

IDRURO DI SODIO	1427	4.3	I
TRIBROMURO DI BORO	2692	8	I
CIANURO DI ZINCO	1713	6.1	I
METALLO PIROFORICO N.A.S. O LEGA PIROFORIOCA N.A.S.	1383	4.2	I
COLORO	1017	2.3 (5.1-8)	
TRICLOROSILANO	1295	4.3(3-8)	I
AMMONIACA ANIDRA	1005	2.3(8)	
FOSFURO DI ALLUMINIO	1397	4.3(6.1)	I
ACETILENE DISCIOLTO	1001	2.1	
MATERIA METALLICA IDROREATTIVA	3208	4.3	I
TRIFLUORURO DI CLORO	1749	2.3(5.1,8)	
MATERIA ORGANOMETALLICA SOLIDA IDROREATTIVA AUTORISCALDANTE	3397	4.3(4.2)	I
DITIONITO DI SODIO (IDROSOLFITO DI SODIO)	1384	4.2	II

V.1. Procédure d'application de la méthode ShortCut

L'application de la méthode comprend les étapes suivantes, en fonction du type de marchandise considéré.

❖ Substances inflammables présentes dans la méthode

1. la classification de la substance à l'aide des tableaux 1 et 2 du Guide de l'utilisateur (Tableau 1 - Liste des substances par ordre alphabétique ou Tableau 2 - Liste des substances triées par classe) ;

2. détermination de la distance de dommage à partir des tableaux de l'annexe 1 du guide de l'utilisateur.

❖ Substances inflammables non incluses dans la méthode

1. Classification de la substance selon les critères indiqués à la section 3.1, tableau 1, du présent rapport.

2. détermination de la distance de dommage à partir des tableaux de l'annexe 1 du guide de l'utilisateur.

❖ Substances toxiques présentes dans la méthode

5. Classification de la substance à l'aide du tableau 1 et identification du numéro de référence à partir du tableau 2 du Guide de l'utilisateur ;
6. Construction, à l'aide des tableaux 3 à 6, d'un vecteur numérique de quatre éléments (ci-après dénommé "paradigme") contenant des informations sur les types et les quantités de détention, le type d'effet étudié et les conditions météorologiques ;
7. Identification de la sous-classe de la substance des tableaux 7A, 7B, 7C ou 7D en fonction du paradigme (ligne) et du numéro de référence de la substance (colonne) ;
8. Détermination de la distance d'endommagement à partir des tableaux de l'annexe 1 du manuel d'utilisation.

En détail, le PARADIGME est identifié comme suit :

- Paramètre A du paradigme (tableau 3 de la méthode ShortCut) = Type de détention (Stockage avec bassin de confinement A=1 ; Stockage sans bassin de confinement A=2, ATB/FC =1/2 ; Vaisseaux=2, Pipelines=2). Pour cette approche, la valeur de A est toujours A=1).
- Paramètre B du paradigme pour le type d'immobilisation "Stocks" (voir tableau 4.a de la méthode ShortCut) définissant la valeur de B en fonction des quantités de marchandises stockées à bord pour les deux hypothèses du scénario d'incident le plus probable et de la probabilité moyenne d'occurrence.
- Parametro C del paradigma. (Voir tableau 5 de la méthode) Relatif aux seuils de létalité (per LC50 valore C=1; per IDLH valore C=3) Paramètre C du paradigme. (Voir tableau 5 de la méthode abrégée) Relatif aux seuils de létalité (pour la valeur LC50 C=1 ; pour la valeur IDLH C=3) ;
- Paramètre D du paradigme. (Voir le tableau 6 de la méthode ShortCut) Lié aux conditions météorologiques (pour D5 valeur D=1 ; pour F2 valeur D=2) ;

•

❖ *Substances toxiques qui ne sont pas présentes dans la méthode (actuellement exclues dans le module de risque de lose+)*

1. construction, à l'aide des tableaux 3 à 6 du Guide de l'utilisateur, du paradigme (comme dans le cas précédent) ;

2. calcul du résultat de la combinaison linéaire des valeurs (qui doivent être connues) des propriétés physico-chimiques et toxicologiques avec les coefficients respectifs reportés sur la ligne correspondant au paradigme des tableaux 8A, 8B, 8C ou 8D du Guide de l'utilisateur ;

3. détermination de la classe à laquelle appartient la substance au moyen des tableaux 9A, 9B, 9C ou 9D du guide de l'utilisateur, en fonction du résultat précédent ;

4. détermination de la distance d'endommagement à partir du tableau 1 du Guide de l'utilisateur.

V.2. Estimation de la zone d'impact

Comme nous l'avons indiqué précédemment, les substances dangereuses figurant dans le tableau précédent peuvent être classées en 3 groupes :

❖ Groupe A : Substances inflammables présentes dans la méthode

La détermination de la distance de dommage dans ce cas peut être réalisée directement à partir des tableaux de l'annexe 1 du Guide de l'utilisateur. Le tableau ci-dessous indique la zone d'impact (en mètre) en cas d'incident des matières dangereuses figurant dans la liste des matières et existant dans la méthode.

Tableau 5: Liste des substances inflammables présentes dans la méthode

Nom de matière dangereuses	N° Onu	Classe	PG	CAS	Seuil	Transport ATB/FC		Transport Nave	
						D5	F2	D5	F2
ISOPRENE STABILIZZATO	1218	3	I	78-79-5	1	105	100	190	190
					2	130	130	230	250
					3	145	150	260	280
					4	175	185	320	350
MORFOLINA	2054	8	I	110-91-8	1	90	90	185	185
					2	110	110	230	230
					3	125	125	260	260
					4	150	150	310	320
ACETILENE DISCIOLTO	1001	2.1		74-86-2	1	170	250	300	440
					2	200	330	360	560
					3	260	430	460	740
					4	400	720	710	1250

❖ **Groupe B : Substances toxiques présentes dans la méthode**

La détermination de la distance de dommage dans ce cas est basée sur les étapes indiquées dans la partie précédente, où la substance classée et identifiée son numéro de référence à partir des tableaux du Guide de l'utilisateur et en fonction du paradigme. Le tableau suivant montre la distance d'impact des matières dangereuses présentes dans ce groupe.

Tableau 6: Liste des substances toxiques présentes dans la méthode

Nom de matière dangereuses	N° Onu	Classe	PG	CAS	Seuil	Trasport ATB/FC		Trasport Nave	
						D5	F2	D5	F2
BROMO O BROMO IN SOLUZIONE	1744	8(6.1)	I	7726-95-6	1	270	630	330	1100
					2				
					3	2400	4300	4400	5600
					4				
CLORO	1017	2.3 (5.1-8)		7782-50-5	1	440	590	480	610
					2				
					3	2000	850	2100	910
					4				
TRICLOROSILANO	1295	4.3(3-8)	I	10025-78-2	1	105	100	190	190
					2	130	130	230	250
					3	145	150	260	280
					4	175	175	320	350
AMMONIACA ANIDRA	1005	2.3(8)		7664-41-7	1	440	590	110	390
					2				
					3	2000	850	1150	1900
					4				
TRIFLUORURO DI CLORO	1749	2.3(5.1,8)		7790-91-2	1	1200	6700	1500	8400
					2				
					3	5200	7300	8200	8600
					4				

❖ **Groupe C : Substances toxiques qui ne sont pas présentes dans la méthode**

La détermination de la distance de dommage dans ce cas peut être effectuée en utilisant les tableaux présents dans le manuel de l'utilisateur, ainsi que le paradigme (comme dans le cas précédent), mais il faut tout d'abord calculer à partir du résultat de la combinaison linéaire des valeurs (qui doivent être connues) des propriétés physico-chimiques et toxicologiques avec les coefficients respectifs reportés sur la ligne correspondant au paradigme des tableaux présents dans le manuel de l'utilisateur.

Du fait que les informations sur les matériaux présents dans ce groupe (tableau 7) ne sont pas suffisantes pour appliquer la méthode, ils sont exclus dans le module de risque du projet Lose+.

Tableau 7: Liste des substances toxiques qui ne sont pas présentes dans la méthode

Nom de matière dangereuses	N° Onu	Classe	PG	CAS
SODIO	1428	4.3	I	7440-23-5
MATERIA ORGANOMETALLICA LIQUIDA IDROREATTIVA, INFIAMMABILE	3399	4.3(3)	I	563-43-9
FOSFORO BIANCO O GIALLO RICOPERTO D'ACQUA O IN SOLUZIONE	1381	4.2(6.1)	I	7723-14-0
IDRURO DI SODIO	1427	4.3	I	7646-69-7
TRIBROMURO DI BORO	2692	8	I	10294-33-4
CIANURO DI ZINCO	1713	6.1	I	557-21-1
METALLO PIROFORICO N.A.S. O LEGA PIROFORIOCA N.A.S.	1383	4.2	I	none
FOSFURO DI ALLUMINIO	1397	4.3(6.1)	I	20859-73-8
MATERIA METALLICA IDROREATTIVA	3208	4.3	I	none
MATERIA ORGANOMETALLICA SOLIDA IDROREATTIVA AUTORISCALDANTE	3397	4.3(4.2)	I	none
DITIONITO DI SODIO (IDROSOLFITO DI SODIO)	1384	4.2	II	7775-14-6

Conclusion

Dans le cadre du projet LOSE+, la réalisation de la plateforme LOSE+LAB représente un système d'aide à la décision pour la gouvernance territoriale en cas d'accident et vise à augmenter le niveau de connaissance sur le flux de marchandises dangereuses traversant les zones de la municipalité de Gênes, en Région Ligurie, la Province de Livourne en Région Toscane, la Province de Sassari en Sardaigne et la Région VAR au port de Toulon et Bregailon.

Cette plateforme exploite des technologies innovantes pour accroître la sécurité sur le réseau routier grâce au système de caméras installé sur les principales voies de circulation de la ville de Gênes, le long de la zone côtière, près des portes du port, ainsi que sur les territoires des autres partenaires du projet. Les caméras permettent à l'autorité publique locale de gérer efficacement le trafic, avec une vision précise et opportune de la situation des véhicules. En outre, les images acquises sont traitées pour identifier la classification du véhicule et reconnaître les plaques de marchandises dangereuses conformément à la norme ADR.

Les informations reçues et collectées dans la base de données de la plateforme permettent de faire face au problème majeur du manque d'informations sur les matières dangereuses transportées dans le territoire italien et français pour les données disponibles.

Le modèle de conséquences proposé, basé sur la méthode Short-Cut, permet de déterminer la zone d'impact en cas d'accident concernant les marchandises dangereuses transitant par le port de Gênes, Toulon, île de Capraia, Livourne, Piombino, Portoferraio, Olbia et Porto Torres. Le modèle fournit à l'utilisateur la visualisation des résultats possibles d'un événement en dessinant la zone d'impact pour les différents scénarios d'incident, ce qui peut fournir des cartes rapides du danger près de la zone choisie.

Ce modèle a actuellement une capacité limitée à simuler des scénarios d'incidents pour toutes les marchandises dangereuses transportées dans le port. Par conséquent, la possibilité d'intégrer d'autres outils tels que le logiciel Phast sera étudiée dans le cadre des améliorations futures du système de modélisation. De même, la proposition de création d'une base de données nationale recueillant des informations sur les marchandises dangereuses transportées sur le territoire italien, outre la création d'une autre base de données telle qu'ARIA qui recueille les données sur les

accidents de transport sur la base des rapports des services d'urgence ou de contrôle et également de la press.