

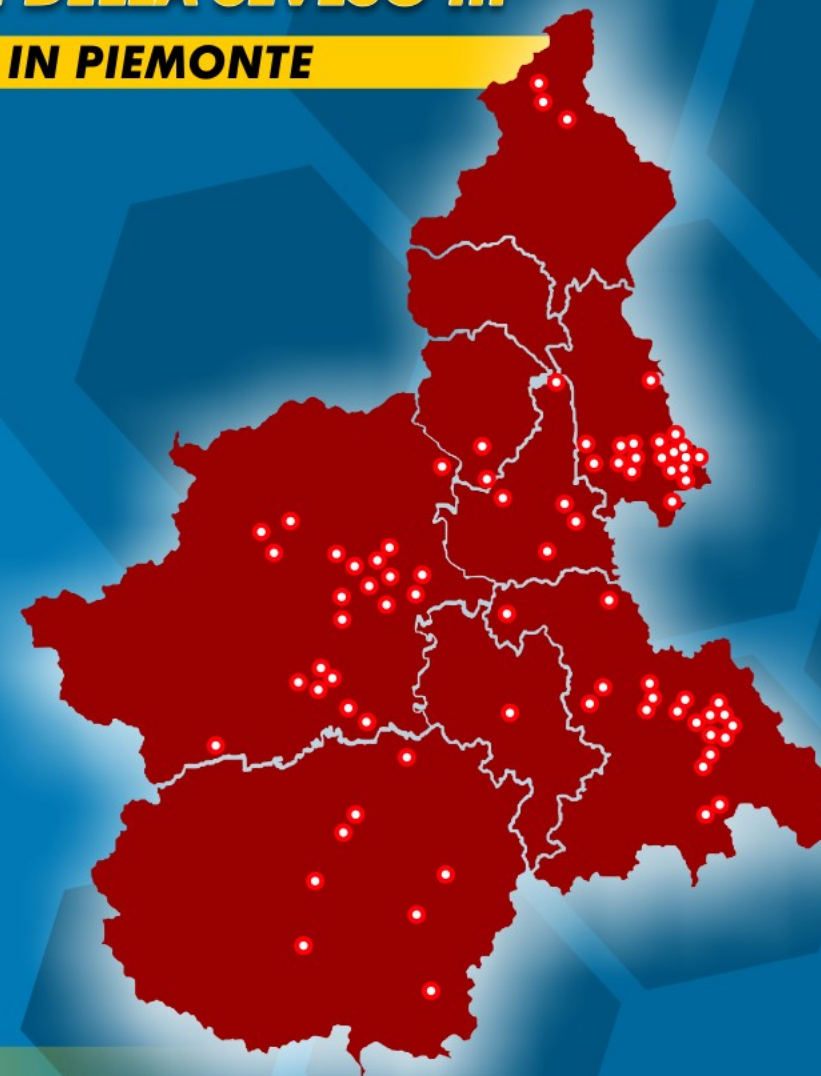


DIREZIONE REGIONALE VIGILI DEL FUOCO PIEMONTE

**L'APPLICAZIONE DELLA SEVESO III**

**DIECI ANNI IN PIEMONTE**

Modelli e Software gestionali  
degli scenari di incidente



Ing. Massimo PASQUERO

Grugliasco, 2 dicembre 2025

# APPROCCIO NEL PASSATO

## METODO SPEDITIVO

Pianificazione di Emergenza  
Esterna per impianti industriali  
a rischio di incidente rilevante



Identificazione delle aree  
di impatto di scenari  
incidentali ai fini della  
pianificazione territoriale

## VF – SIGEM

Sistema Informatico per la  
Gestione delle Emergenze  
nell'industria e nei trasporti



Ottimizzazione delle  
opere di soccorso da  
parte del Servizio tecnico  
centrale dell'Ispettorato  
per l'Emergenza



Modelli e Software gestionali degli scenari  
di incidente



**DIREZIONE REGIONALE  
VIGILI DEL FUOCO • PIEMONTE**  
Grugliasco, 2 dicembre 2025



# METODO SPEDITIVO

## INPUT

- Sostanza (nome chimico)
- Caratteristiche della sostanza (tensione di vapore, liquefatta in pressione, liquefatta per refrigerazione etc.)
- Quantitativo in stoccaggio (tonnellate)

## OUTPUT

- Distanza di sicurezza (metri)
- Estensione area di impatto (ettari)

**TABELLA 4**

Area di massimo effetto

Categoria	Distanza standard (metri)	Estensione superficiale (ettari)		
		I	II	III
A	0 - 25	0.2	0.1	0.02
B	25 - 50	0.8	0.4	0.1
C	50 - 100	3	1.5	0.3
D	100 - 200	12	6	1
E	200 - 500	80	40	8
F	500 - 1000	300	150	30
G	1000 - 3000	--	--	300
H	3000 - 10000	--	--	1000



Modelli e Software gestionali degli scenari di incidente



**DIREZIONE REGIONALE  
VIGILI DEL FUOCO • PIEMONTE**  
Grugliasco, 2 dicembre 2025



# METODO SPEDITIVO - ESEMPIO

1. Determinazione della sostanza
2. Caratteristiche dello stoccaggio

categoria di effetti = F III

Entrando in tabella 4 con tale indicazione:

Categoria	Distanza standard (metri)	Estensione superficiale (ettari)		
		I	II	III
A	0 - 25	0.2	0.1	0.02
B	25 - 50	0.8	0.4	0.1
C	50 - 100	3	1.5	0.3
D	100 - 200	12	6	1
E	200 - 500	80	40	8
F	500 - 1000	300	150	30
G	1000 - 3000	--	--	300
H	3000 - 10000	--	--	1000

si deduce:

distanza standard = 500 - 1000 metri

estensione superficiale = 30 ettari

con una forma dell'area di impatto come in corrispondente nota in tabella 4:

settore circolare con apertura di circa 1/10 di cerchio, con centro nel punto origine del pericolo e orientato in direzione del vento

No. rif.	Tipo di sostanza	Caratteristiche della sostanza	Tipo di attività
30	Gas tossici	Liquefatti in pressione: t. bassa	Da pesticidi
31		t. media	
32		t. alta	
33		t. molto alta	
34		t. estrema	
35		Liquefatti per refriger.: t. bassa	
36		t. media	
37		t. alta	
38		t. molto alta	
39		t. estrema	
42	In pressione > 25 bar: t. alta	Da pesticidi	
43	Prodotti tossici di combustione		

si viene a determinare il numero di riferimento rappresentante la sostanza in esame, nelle attuali condizioni di impianto:

numero di riferimento = 32

La quantità massima che può essere ragionevolmente coinvolta in un singolo incidente è quella relativa al contenuto di uno dei due serbatoi; pertanto:

Quantità = 250 ton

Entrando in tabella 3 con il numero di riferimento e la quantità:

No. rif.	Quantità (ton)						
	< 10	10-50	50-200	200-1000	1000-5000	5000-10000	> 10000
30	A II	A I	B II	B I	C III	C II	X
31	B II	C II	D III	E III	F III	F II	X
32	E III	F III	F III	F III	X	X	X
33	F III	G III	G III	G III	X	X	X
34	G III	H III	H III	H III	X	X	X

3. Determinazione della distanza

Modelli e Software gestionali degli scenari di incidente



DIREZIONE REGIONALE  
VIGILI DEL FUOCO • PIEMONTE  
Grugliasco, 2 dicembre 2025





# VF - SIGEM

## INPUT

- Sostanza (nome chimico)
- Condizioni fisico-chimiche
- Codice di calcolo:
  - POOLFIRE (Incendio di pozza)
  - TANKFIRE (Incendio di serbatoio)
  - JETFIRE (Dardo di fuoco)
  - FIREBALL (Sfera di fuoco)
  - EXPLOSION (Nubi di vapori non confinati - UVCE)
  - HEAVY (Gas o Vapori pesanti)
  - CAMIN1 (Gas o Vapori leggeri)
  - CAMIN2 (Gas o Vapori neutri)
  - TANK (Liquido da serbatoi)

Ogni codice di calcolo chiede parametri specifici (dimensione del foro, altezza del rilascio, rugosità del terreno, velocità del vento etc.)

## OUTPUT

- Distanza a cui si rilevano soglie di danni alle persone
- Distanza a cui si rilevano soglie di danni alle strutture
- Misure da adottare



Modelli e Software gestionali degli scenari di incidente



**DIREZIONE REGIONALE  
VIGILI DEL FUOCO • PIEMONTE**  
Grugliasco, 2 dicembre 2025



# ESEMPI DI SOFTWARE



EFFECTS: software per valutare scenari di rilasci tossici ed energetici in modo integrale, all'aperto e trascurando gli ingombri circostanti. Ottimo in fase di valutazione iniziale.



PHAST (ex ...): software in grado di simulare rilasci tossici ed energetici, anche al chiuso, sfruttando utilizzando algoritmi per il calcolo CFD. Preciso e dettagliato.



BREEZE: software che esegue valutazioni del rischio per la salute umana e per l'ecosistema, combinando strumenti di modellazione produzione e del trasporto degli inquinanti, analisi dell'esposizione e funzionalità GIS.

S.T.A.R.

S.T.A.R.: costituito da un insieme di modelli di calcolo computerizzati, è stato sviluppato, a partire dagli anni '80, allo scopo di fornire uno strumento di facile uso per la stima degli effetti di fenomeni fisici connessi ad incidenti rilevanti, quali incendi, esplosioni o fuoriuscite di sostanze tossiche o infiammabili.



SIGEMGIS: strumento normalmente utilizzato dal personale del Dipartimento dei Vigili del Fuoco per l'esecuzione delle simulazioni relative a scenari incidentali, e rappresentarli su base cartografica GIS secondo colorazioni funzione delle intensità dei rilasci o dell'onda di pressione.



Modelli e Software gestionali degli scenari  
di incidente



**DIREZIONE REGIONALE  
VIGILI DEL FUOCO • PIEMONTE**  
Grugliasco, 2 dicembre 2025



# EVOLUZIONE DEI SOFTWARE DI CALCOLO



DATABASE SOSTANZE E MISCELE



EVOLUZIONE MODELLI PER LE DISPERSIONI GASSOSE



QUOTA DI INDAGINE



CONCATENAMENTO DEGLI SCENARI



NUOVI MODELLI DI CALCOLO



GEOREFERENZIAZIONE DELLO SCENARIO



INTERFACCIA GRAFICO E SUPPORTO UTENTE



UTILIZZO DELL'APPROCCIO INGEGNERISTICO



Modelli e Software gestionali degli scenari  
di incidente



**DIREZIONE REGIONALE  
VIGILI DEL FUOCO • PIEMONTE**  
Grugliasco, 2 dicembre 2025



# DATABASE SOSTANZE E MISCELE



## IN PASSATO

- Database limitato → necessario approssimare le sostanze alla sostanza presente più simile per caratteristiche chimico-fisiche (es. Ottano).
- Assenza delle miscele → impossibile considerare le reali composizioni di processo, approssimando con sostanze pure (es.  $H_2S$  100%)

- Modelli di dispersione più accurati
- Concentrazioni tossiche (es. IDLH) o infiammabili (es. LEL) più affidabili e precise

## OGGI

- Database aggiornato → presenza di sostanze complesse (es. Benzina).
- Presenza delle miscele → possibilità di creare nuove miscele (es. Benzina contenente 3% di  $H_2S$ )

Chemicals

> Name:

> Show: All

> Source: <not filtered>

- ☒ DIPPR (2010)
- ☒ DIPPR (2015)
- ☒ DIPPR, edited (2020)
- ☒ Sample mixtures (2015)
- ☒ Sample mixtures, edited (2020)
- ☒ TNO (2015)
- ☒ user created (2018)

> Property: IDLH

☒ IDLH

Min	Max	Unit
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	kg/m3

Temperature:  K

Apply



Modelli e Software gestionali degli scenari di incidente



**DIREZIONE REGIONALE  
VIGILI DEL FUOCO • PIEMONTE**  
Grugliasco, 2 dicembre 2025





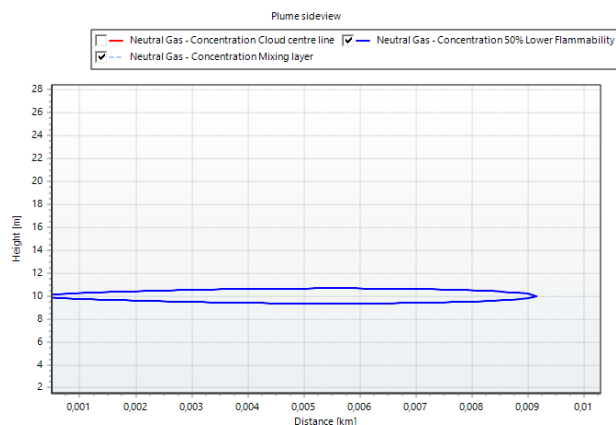
# EVOLUZIONE MODELLI PER LE DISPERSIONI GASSOSE



## IN PASSATO

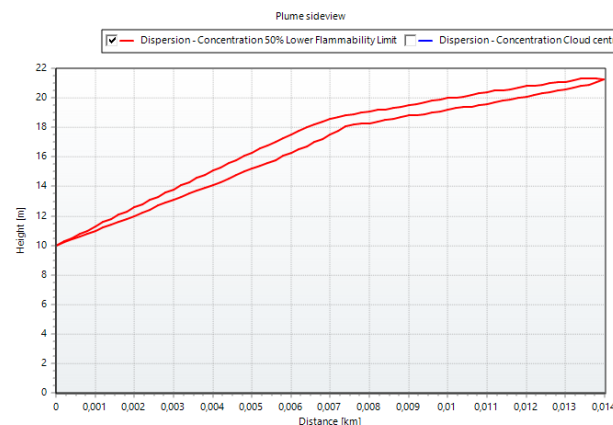
Modello di calcolo selezionato dall'utente in accordo alla tipologia e alla densità del gas da modellizzare:

- Neutral Gas;
- Dense Gas.



## OGGI

Il modello di calcolo utilizzato viene selezionato autonomamente dal software, in accordo alla sostanza selezionata e ai dati relativi allo stato termodinamico del gas (pressione e temperatura).



- Risultati più accurati e profili delle nubi più corretti dal punto di vista fisico
- Scelta del modello più semplice e accessibili anche ai meno esperti



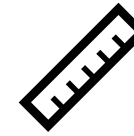
Modelli e Software gestionali degli scenari di incidente



**DIREZIONE REGIONALE  
VIGILI DEL FUOCO • PIEMONTE**  
Grugliasco, 2 dicembre 2025



# QUOTA DI INDAGINE



## IN PASSATO

Gli effetti sia degli scenari di dispersione tossica che degli scenari di irraggiamento venivano valutati a una quota pari a quella del rilascio

- Possibilità di indagare effetti delle dispersioni tossiche in quota (es. su passerelle o piattaforme) o di indagare effetti degli irraggiamenti ad altezza uomo (es. in caso di incendi sulla copertura dei serbatoi di stoccaggio)
- Stima più precisa e puntuale

## OGGI

È possibile valutare gli effetti sia degli scenari di dispersione tossica che degli scenari di irraggiamento a qualsiasi quota di indagine

Reporting	
Time t after start release (s)	120
Concentration averaging time (s)	20
Reporting/receiver distance (Xd) (m)	50
Reporting plume axis offset (Yd) (m)	0
Reporting/receiver height (Zd) (m)	1,5
Show dynamic concentration grid	No
Use specific threshold	No



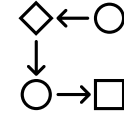
Modelli e Software gestionali degli scenari di incidente



**DIREZIONE REGIONALE  
VIGILI DEL FUOCO • PIEMONTE**  
Grugliasco, 2 dicembre 2025



# CONCATENAMENTO DEGLI SCENARI

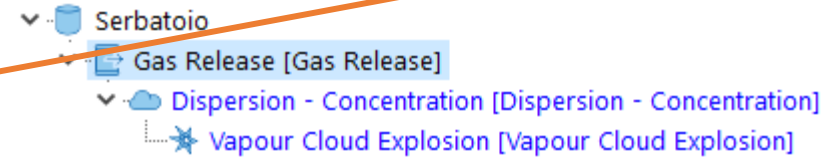


## IN PASSATO

Ogni singolo scenario richiedeva specifici dati di input. Gli scenari successivi richiedevano analisi dei risultati per generazione di input per i seguenti modelli.

## OGGI

È possibile collegare gli scenari incidentali consecutivi e dipendenti tra loro automaticamente, con compilazione dei dati a cascata.



Maggior accuratezza nel calcolo dovuta ad una minore richiesta di ipotesi e approssimazioni successive, garantendo una minor possibilità di errore



Modelli e Software gestionali degli scenari di incidente



**DIREZIONE REGIONALE  
VIGILI DEL FUOCO • PIEMONTE**  
Grugliasco, 2 dicembre 2025



# NUOVI MODELLI DI CALCOLO



## IN PASSATO

Meno modelli di calcolo a disposizione e al fine di modellizzare il caso reale era necessario procedere con delle approssimazioni e assimilazioni.

## OGGI

Presenza di nuovi modelli come ad esempio:

- calcolo dei gas tossici rilasciati da batterie agli ioni di litio in seguito a «Thermal Runaway»
- incendi di pozze all'interno di corone circolari
- rilasci di gas infiammabili all'interno di cunicoli interrati

Minor possibilità di errori grossolani dovuti ad assunzioni troppo conservative o che tralasciavano importanti aspetti del calcolo

The screenshot displays the 'EFFECTS Project' software interface. On the left, a tree view shows the project structure: 'Presentation settings', 'Backgrounds', 'Receivers', 'Stationary equipment', 'BESS', 'Li-ion Battery Storage Thermal Runaway [Li-ion Battery Storage Thermal Runaway]', and 'Comparison sets'. The 'Li-ion Battery Storage Thermal Runaway' model is selected. Below this, the 'Calculation Method' section shows 'Level of conservatism' set to 'Moderate (68% percentile)'. The 'Source Definition' section shows 'Battery chemistry' as 'LFP', 'Energy capacity based on' as 'Battery system', 'Energy capacity' as '1000 kWh', and 'Duration of the release' as '6000 s'. On the right, the 'Results' tab is active, showing 'results calculated at 09:14:41'. Below this, the 'Source Definition' table lists the following formation rates:

Source Definition	
HF formation rate	0,027981 kg/s
CO formation rate	0,014069 kg/s
HCl formation rate	0,019864 kg/s
HCN formation rate	0,0012834 kg/s
NO2 formation rate	0,014294 kg/s

Modelli e Software gestionali degli scenari di incidente



**DIREZIONE REGIONALE  
VIGILI DEL FUOCO • PIEMONTE**  
Grugliasco, 2 dicembre 2025



# GEOREFERENZIAZIONE DELLO SCENARIO



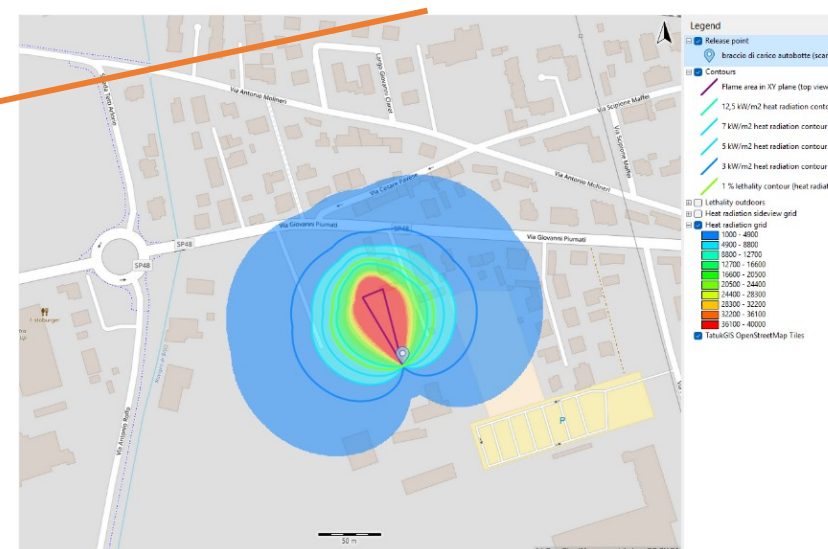
## IN PASSATO

Per valutare le effettive aree di impatto risultanti dallo scenario era necessario riportare le distanze di danno su planimetrie cartografiche da cui ricavare le coordinate geografiche.

Georeferenziazione più rapida. Già dal software è possibile avere un'idea dell'estensione dell'area di impatto dello scenario incidentale, e di quali elementi vulnerabili/sensibili sono coinvolti.

## OGGI

Possibilità di introdurre le coordinate geografiche e georeferenziare lo scenario incidentale direttamente con il software.



Modelli e Software gestionali degli scenari di incidente



**DIREZIONE REGIONALE  
VIGILI DEL FUOCO • PIEMONTE**  
Grugliasco, 2 dicembre 2025





# INTERFACCIA GRAFICO E SUPPORTO UTENTE



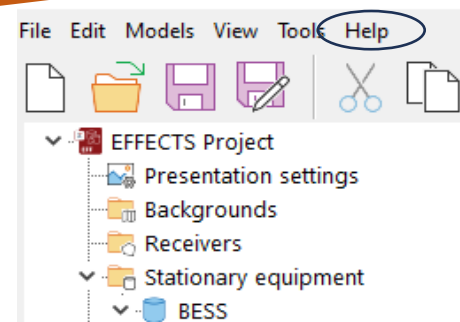
## IN PASSATO

Complicazione degli input e report dei risultati più «primitivi». Gli errori richiedevano approfondimenti sui manuali del software e talvolta sui libri tecnici di riferimento.

## OGGI

Compilazione degli input più intuitiva e supportata da un apposito comando di «Help». Report dei risultati di più facile interpretazione. In caso di errori il software permette una più semplice individuazione delle cause radice.

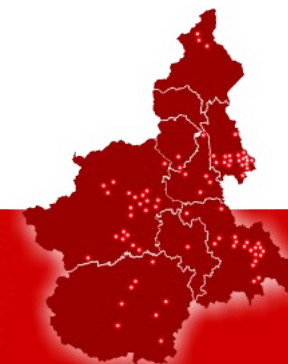
Più facile accessibilità alla comprensione e realizzazione dello scenario incidentale. Richiesti meno approfondimenti e meno tempo per effettuare la simulazione.



Modelli e Software gestionali degli scenari di incidente



**DIREZIONE REGIONALE  
VIGILI DEL FUOCO • PIEMONTE**  
Grugliasco, 2 dicembre 2025



# UTILIZZO DELL'APPROCCIO INGEGNERISTICO



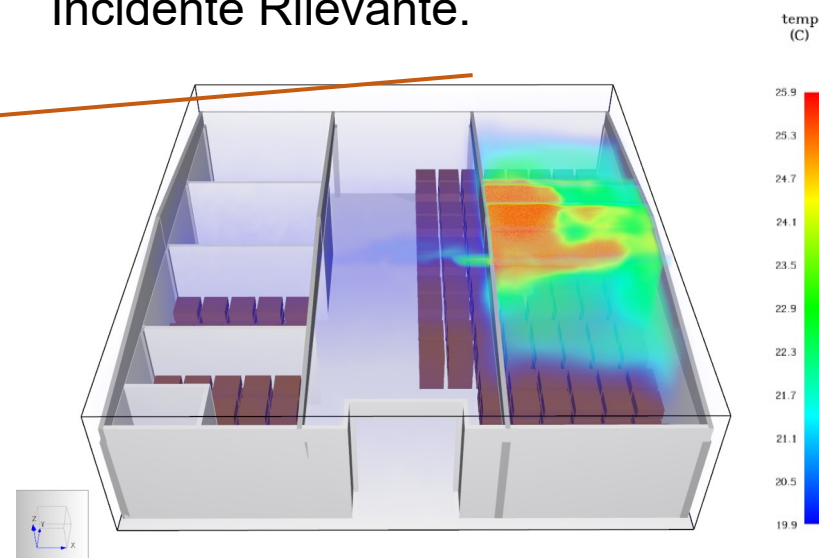
## IN PASSATO

L'approccio ingegneristico veniva applicato soltanto ai fini della prevenzione incendi, con la Fire Safety Engineering introdotta col DM 09/05/2007.

## OGGI

Grazie all'introduzione del Codice di Prevenzione Incendi, l'approccio ingegneristico e la Fire Safety Engineering trovano applicazione anche per casi all'interno di aziende soggette a Rischio di Incidente Rilevante.

Possibilità di indagare dettagliatamente la crescita e lo sviluppo dell'incendio, i prodotti della combustione e gli effetti dell'innalzamento della temperatura specialmente all'interno di magazzini e locali chiusi adibiti a stoccaggio.



Modelli e Software gestionali degli scenari di incidente



**DIREZIONE REGIONALE  
VIGILI DEL FUOCO • PIEMONTE**  
Grugliasco, 2 dicembre 2025



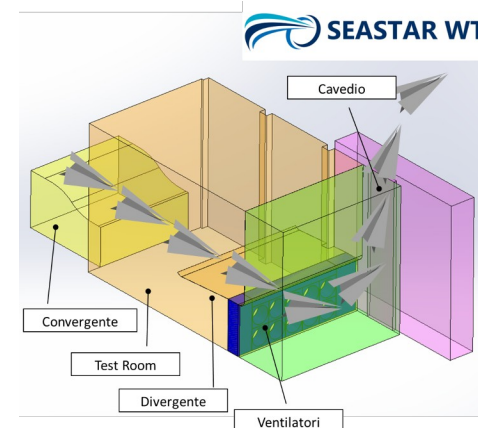
# UTILIZZO DELL'APPROCCIO INGEGNERISTICO



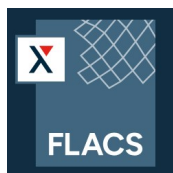
## OGGI

Utilizzo di Software e metodologie applicate per lo studio CFD e la modellazione di campi fluidodinamici per studiare nel dettaglio le dispersioni di gas tossici o infiammabili.

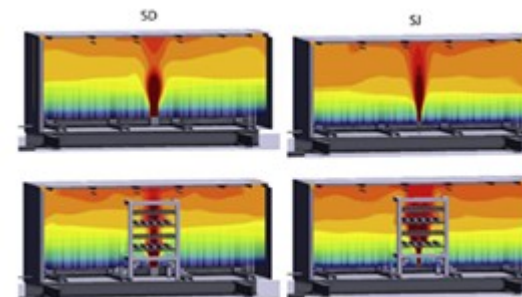
Obiettivo: studiare le conseguenze incidentali all'interno di locali chiusi o con geometrie complesse (Container ISO oppure aree contingentate all'interno di uno stabilimento RIR).



Realizzato dal Politecnico di Torino – camera del vento per simulare dispersione di gas infiammabili e studiarne il comportamento al variare della velocità del vento.



Realizzazione di modelli con geometrie complesse e studi CFD approfonditi.



Modelli e Software gestionali degli scenari di incidente



**DIREZIONE REGIONALE  
VIGILI DEL FUOCO • PIEMONTE**  
Grugliasco, 2 dicembre 2025



# CONCLUSIONI

La **transizione energetica** con l'introduzione di nuovi rischi nonché il continuo cambiamento dei processi industriali, indispensabile per soddisfare mercati sempre più dinamici, richiede una valutazione del rischio altrettanto «**dinamica**» basata sulla possibilità di:

1. usufruire della innumerevole quantità di dati che la sensoristica dell'industria «digitalizzata» può mettere a disposizione;
2. rilevare e riconoscere i segnali di allarme e allerta in modo chiaro e tempestivo al fine di garantire risposte efficaci di emergenza;
3. tenere conto del fattore «invecchiamento» degli impianti e apparecchiature connesse introducendo una variabilità delle frequenze di guasto nel tempo.



Modelli e Software gestionali degli scenari  
di incidente



**DIREZIONE REGIONALE  
VIGILI DEL FUOCO • PIEMONTE**  
Grugliasco, 2 dicembre 2025



# CONCLUSIONI



## **l'intelligenza artificiale**

con la possibilità di scegliere condizioni al contorno in tempo reale e gestire una grande mole di dati permette di eseguire simulazioni sempre più vicine all'evoluzione reale dello scenario incidentale consentendo un maggiore monitoraggio del livello di rischio che compete i sistemi e gli impianti delle aziende RIR.... ma questa è un'altra «storia»



Modelli e Software gestionali degli scenari  
di incidente



**DIREZIONE REGIONALE  
VIGILI DEL FUOCO • PIEMONTE**  
Grugliasco, 2 dicembre 2025





# BIBLIOGRAFIA

- TNO, "Methods for the determination of possible damage", 1989.
- Cook J., Bahrami Z., Whitehouse R. J., "A comprehensive program for calculation of flame radiation levels", Journal of Loss Prevention, vol. 3 (Jan.) 1990: 150 – 155.
- Cramer & Warner Ltd, Risk analysis of six potentially hazardous industrial objects. Reidel Publishing, 1981.
- Davis B. C., Bagster D. F., "Computation of view factors of fire models", in Journal of Loss Prevention, vol. 3 (June) 1989: 327–329.
- Doury, A., "A design basis for the operational modeling of atmospheric dispersion", in Journal of Loss Prevention, vol. 1 (July) 1988: 156–163.
- Drysdale D., An introduction to fire dynamics. Wiley and Sons, 1985.
- Ertugrul A., Zelensky M. J., "Risk quantification for meteorology-dependent hazards due to point and linear sources", in Journal of Loss Prevention, vol. 9 (May), 1996: 135 – 145.
- Molak V., Fundamentals of risk analysis and risk management. Lewis Publishers, 1996.
- Nelms C. R., "Computerized hazard analysis", in Journal of Loss Prevention, vol. 1 (July), 1988: 168 – 172.
- Nieuwstadt F. T., Van Dop H., Atmospheric turbulence and air pollution modelling. Reidel, 1982.
- Owens K. A., Hazeldean J. A., "Fires, explosions and related incidents at work", in Journal of Loss Prevention, vol. 8 (May) 1993: 291 – 297.
- Pasman H. J., Duxbury H. A., Bjordal E. N., "Major hazards in the process industries: achievements and challenges in loss prevention", in Journal of hazardous materials, 1992: 1 – 38.
- Pasquill F., Smith B., Atmospheric diffusion. Ellis Horwood, 1983.
- INAIL Quaderni di ricerca Valutazione dinamica del rischio nel contesto Seveso - Patrizia Agnello, Giusi Ancione, Vincenzo Bartolozzi, Paolo Bragatto, Bruno Fabiano, Maria Francesca Milazzo, Margherita Pettinato, Tomaso Vairo
- Perry J. H., Chemical Engineers' Handbook. Mc Graw Hill.
- Picknett, Field experiments on the behaviour of dense gas clouds. Porton, 1978, report PTN/il 1154/78/1.
- Ricou F. P., Spalding B. D., "Measurement of entrainment by axisymmetrical turbulent jets", in Journal of Fluid Dynamics, n. 11, 1961: 21-32.
- Thomas, "The size of flames from natural fires", in 9th symposium on combustion, Academic Press, 1963.
- Turner J. S., Buoyancy effects in fluids. Cambridge University Press, 1979.
- UK Health and Safety Executive The Canvey study, 1978.
- Simulazione Software In Tempo Reale Di Incidenti Industriali - Filippo Bezzi<sup>1</sup>, William Dosi<sup>2</sup> CREA srl,



Modelli e Software gestionali degli scenari  
di incidente



**DIREZIONE REGIONALE  
VIGILI DEL FUOCO • PIEMONTE**  
Grugliasco, 2 dicembre 2025

