



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Roma



ASTRI
Society AET Scienze e Tecnologie
per la Ricerca e l'Industria



AET
1897
Sezione di Roma

Italy Section Chapter
Chapters Area R8

“Sustainability” 2021

Implicazioni delle Innovazioni Tecnologiche

Impatto delle innovazioni e loro sostenibilità (e sicurezza)

Mara Lombardi



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Roma



ASTRI
Society AET Scienze e Tecnologie
per la Ricerca e l'Industria



AET
1897
Sezione di Roma

Italy Section Chapter
Chapters Area R8

- 1 *Mara Lombardi* – *Docente Sapienza* - **Impatto delle innovazioni e loro sostenibilità**
- 2 *Alfonso Sturchio* – *Enel* – **I contatori elettronici**
- 3 *Mario Lanciano* *Italoiberica* - **Sicurezza delle gallerie**
- 4 *Paolo Perani* *ABB* **Sostenibilità aziendale e sostenibilità di prodotto**
- 5 *Alberto Gotti, Andrea Raffaini Schneider* **Tecnologia innovativa per quadri elettrici MT compatti ed eco-sostenibili**
- 6 *Discussione* – *tavola rotonda*



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Roma



ASTRI
Society AET Scienze e Tecnologie
per la Ricerca e l'Industria



AET
1897
Sezione di Roma

Italy Section Chapter
Chapters Area R8

Innovazione:

nuovi sistemi, nuovi ordinamenti, nuovi metodi di
produzione



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Roma



ASTRI
Society AET Scienze e Tecnologie
per la Ricerca e l'Industria



AET
1897
Sezione di Roma

Italy Section Chapter
Chapters Area R8

Sostenibilità:

sistema ecologico, sistema antropico, scenario tecnologico



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Roma



ASTRI
Society AET Scienze e Tecnologie
per la Ricerca e l'Industria



AET
1897
Sezione di Roma

Italy Section Chapter
Chapters Area R8

Sicurezza:

eventi, danni, rischi



Sostenibilità 3I: Agenda 2030

INDUSTRIA - INNOVAZIONE - INFRASTRUTTURE

9 INDUSTRIA,
INNOVAZIONE
E INFRASTRUTTURE



9.1: sviluppare la **qualità** delle infrastrutture rendendole **affidabili, sostenibili e resilienti**, comprese le **infrastrutture regionali e transfrontaliere**, per sostenere lo sviluppo economico e il benessere umano, con particolare attenzione alla possibilità di accesso equo per tutti

9.2 Promuovere l'**industrializzazione inclusiva e sostenibile** e, entro il 2030, aumentare in modo significativo la quota del settore di occupazione e il prodotto interno lordo, in linea con la situazione nazionale, e raddoppiare la sua quota nei paesi meno sviluppati

[...]



Sostenibilità 3I: Agenda 2030

INDUSTRIA - INNOVAZIONE - INFRASTRUTTURE

9 INDUSTRIA,
INNOVAZIONE
E INFRASTRUTTURE



9.4 Entro il 2030, **aggiornare le infrastrutture e ammodernare le industrie** per renderle sostenibili, con maggiore **efficienza** delle risorse da utilizzare e una maggiore adozione di **tecnologie pulite** e rispettose dell'ambiente e dei processi industriali, in modo che tutti i paesi intraprendano azioni in accordo con le loro rispettive capacità

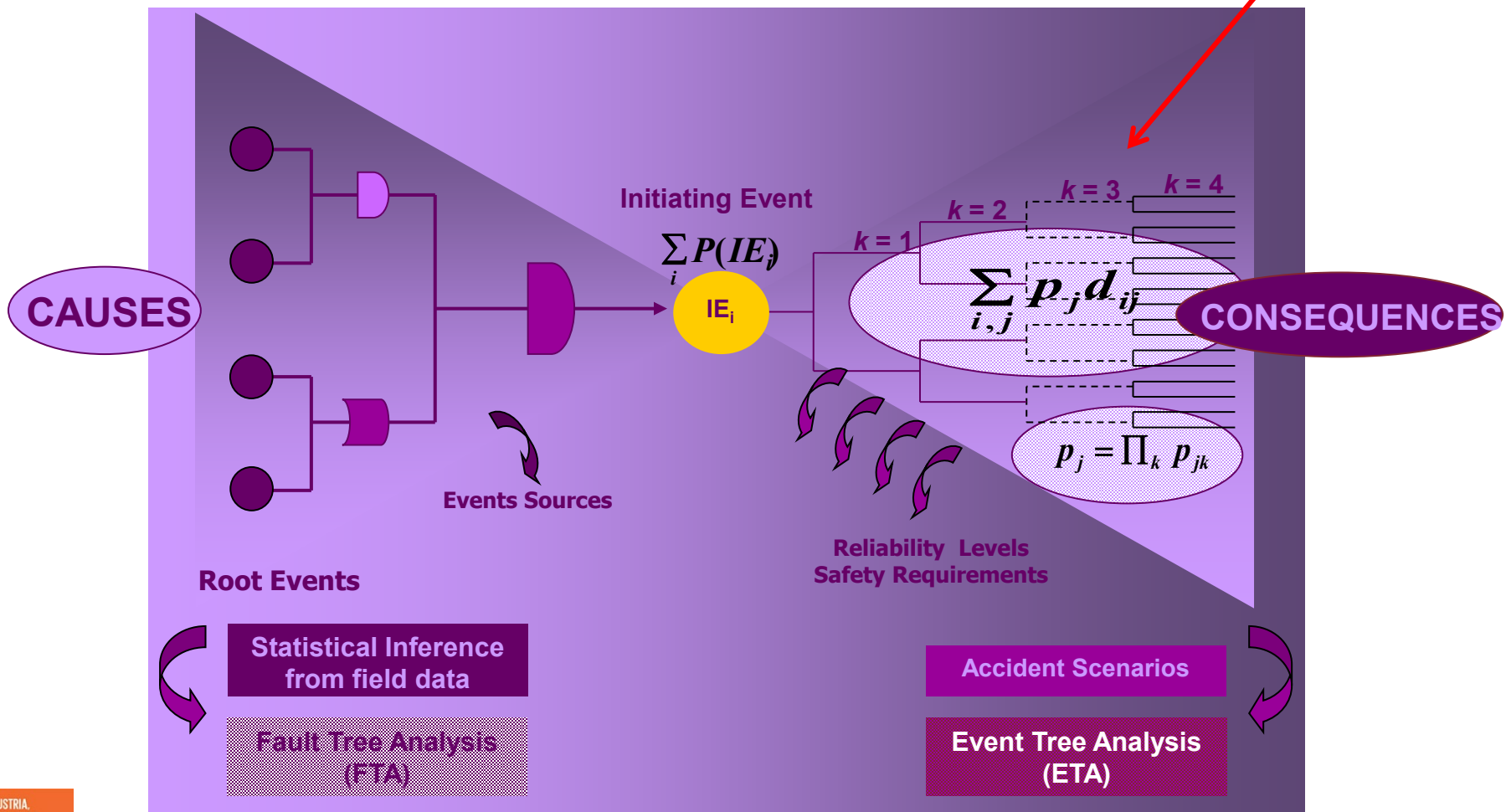
9.5 Potenziare la **ricerca scientifica**, promuovere le **capacità tecnologiche** dei settori industriali in tutti i paesi, in particolare nei paesi in via di sviluppo, anche incoraggiando, entro il 2030, l'innovazione e aumentando in modo sostanziale il numero dei lavoratori dei settori ricerca e sviluppo ogni milione di persone e la spesa pubblica e privata per ricerca e sviluppo



Modello di analisi quantitativa

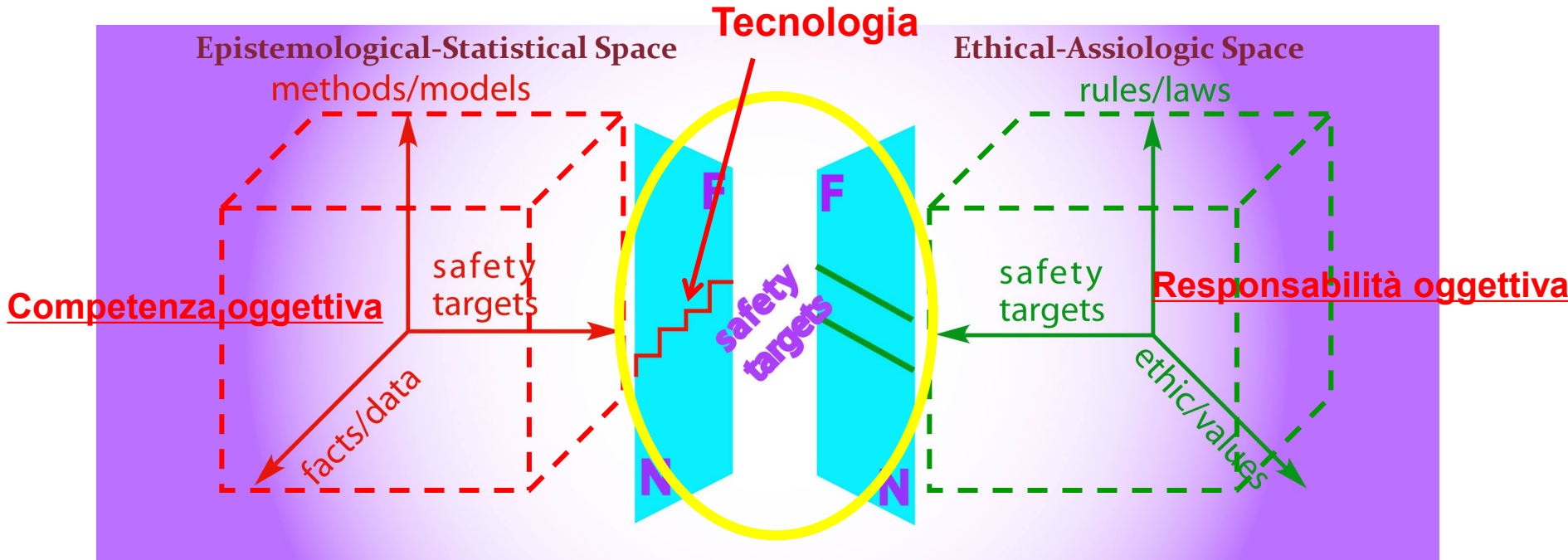
- Definire quantitativamente il rischio (**scenari?**)

Tecnologia



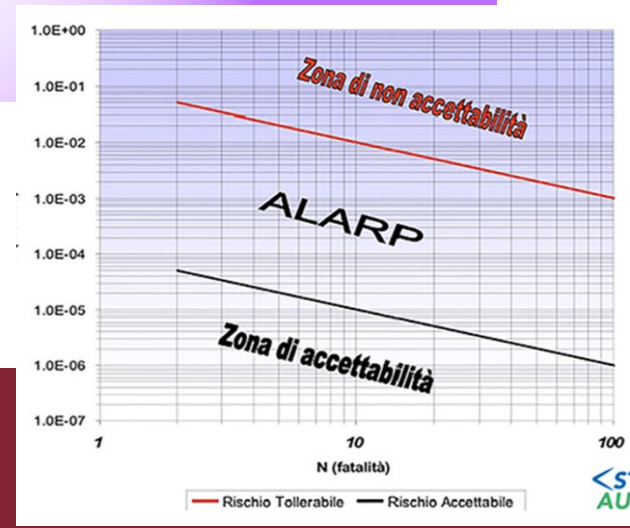
La logica prestazionale: iperspazio cindinico*

- Individuare le **misure** tecnologiche **compensative** (**affidabilità?**)



● a - Safety Targets Definition (governmental acts)

● b - Best Design according Rules and Safety Targets
* cfr. ISO 45001





Approccio cindinico: verifica di coerenza

- Individuare le **misure progettuali compensative** (**affidabilità?**)

Disponibilità: Efficacia ed efficienza dei sistemi tecnologici

- Determinazione delle **responsabilità** del processo partecipato di progettazione e installazione di sistemi tecnologici innovativi a supporto delle condizioni di resilienza (nell'ottica della sostenibilità presente e futura).
- **Sostenibilità** della progettazione e della installazione delle tecnologie a supporto della sicurezza del sistema (costi degli investimenti selezionati dal processo di sistema in relazione ai benefici ottenibili)
- Gerarchizzazione delle **priorità** degli interventi selezionati dal processo di analisi.



SICUREZZA PER LA SOSTENIBILITA':

assunto:

Definire il **livello di accettabilità del rischio residuo**, in virtù del quale si assicura una condizione “sociale” sicura e proficua, anche pesando l'effetto dell'introduzione di sistemi tecnologici innovativi → **misurare**

- **scelta di indicatori di rischio**
- **monitoraggio per garantire il rispetto delle soglie di rischio**
- **responsabilità dei risultati**



As Low As Reasonably Practicable - ALARP

Case law: *Edwards v National Coal Board*

[1949] 1 All ER 743

Edwards was a miner who was killed when a mine roadway collapsed. A roadway is a tunnel large enough for small carriages of coal to be transported on tracks. The National Coal Board argued that they should not be required to shore up every section of every roadway to prevent any risk of collapse - just those sections that required it.

This suggested that an assessment of the risk should be undertaken, to consider the likelihood and severity of harm on one hand, and the cost of the control measures on the other.

The judge stated:

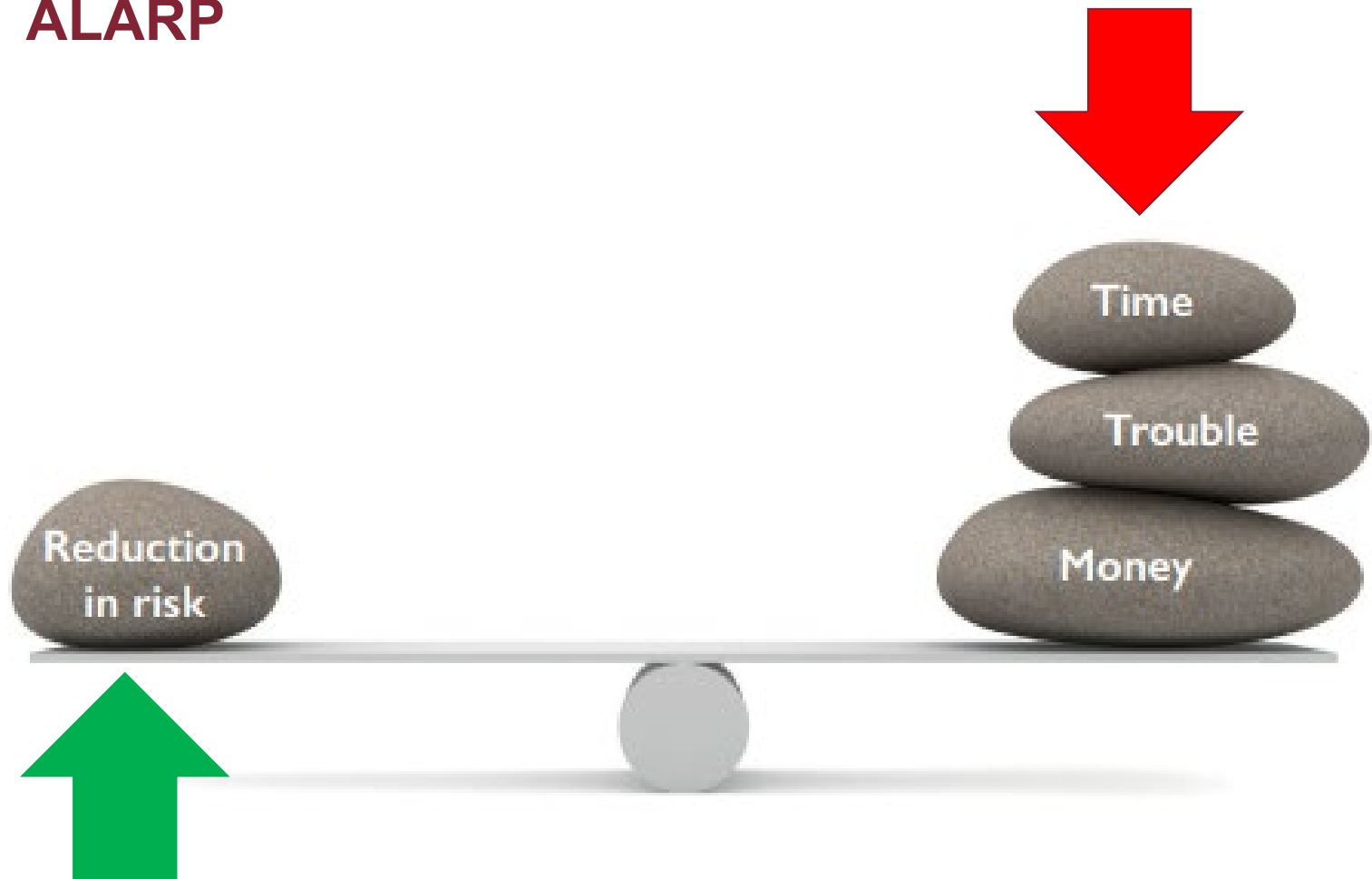
"Reasonably practicable is a narrower term than 'physically possible' and implies that a computation must be made... in which the quantum of risk is placed in one scale and the sacrifice involved in the measures necessary for averting the risk (whether in time, trouble or money) is placed in the other and that, if it be shown that there is a great disproportion between them - the risk being insignificant in relation to the sacrifice - the person upon whom the obligation is imposed discharges the onus which is upon him."



A roadway at Marine Colliery, the accident site.



ALARP





ALARP

Causa C-127/05

**Commissione delle Comunità europee
contro
Regno Unito di Gran Bretagna e Irlanda del Nord**

«Inadempimento di uno Stato — Politica sociale — Tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori — Direttiva 89/391/CEE — Art. 5, n. 1 — Obbligo per il datore di lavoro di garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori in tutti gli aspetti connessi con il lavoro — Responsabilità del datore di lavoro»



ALARP

Quanto all'art. 5, n. 4, primo comma, della direttiva 89/391, che prevede la facoltà degli Stati membri di limitare la responsabilità dei datori di lavoro «per fatti dovuti a circostanze a loro estranee, eccezionali e imprevedibili, o a eventi eccezionali, le conseguenze dei quali sarebbero state comunque inevitabili, malgrado la diligenza osservata», detto comma è destinato a chiarire la portata di alcune disposizioni della menzionata direttiva precisando il margine di manovra degli Stati membri nella trasposizione di queste ultime nel diritto nazionale. In compenso, non può dedursi da tale disposizione, in base ad un'interpretazione a contrario, un'intenzione del legislatore comunitario d'imporre agli Stati membri l'obbligo di prevedere un regime di responsabilità oggettiva in capo ai datori di lavoro.



**Sentenza della Corte (Terza Sezione) del 14 giugno 2007 —
Commissione delle Comunità europee/Regno Unito di
Gran-Bretagna e Irlanda del Nord**

ALARP

(Causa C-127/05) ⁽¹⁾

Ricorrente: Commissione delle Comunità europee (rappresentanti:
sig.re M.-J. Jonczy e N. Yerrell, agenti)

Convenuto: Regno Unito di Gran-Bretagna e Irlanda del Nord
(rappresentanti: sig.ra C. Gibbs, agente, D. Anderson, QC, e D.
Barr, barrister)

Oggetto

Inadempimento di uno Stato — Violazione dell'art. 5, nn. 1 e 4,
della direttiva del Consiglio 12 giugno 1989, 89/391/CEE,
concernente l'attuazione di misure volte a promuovere il miglio-
ramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il
lavoro (GU L 183, pag. 1) — Normativa nazionale che limita
l'obbligo del datore di lavoro di garantire la sicurezza e la salute
dei lavoratori in tutti gli aspetti connessi con il lavoro



ALARP

dichiarare che, circoscrivendo nei limiti di quanto ragionevolmente praticabile l'obbligo del datore di lavoro di garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori in tutti gli aspetti connessi con il lavoro, il Regno Unito è venuto meno agli obblighi che gli incombono in virtù dell'art. 5, nn. 1 e 4, della direttiva quadro;

Responsabilità oggettiva

(Causa C-127/05) ⁽¹⁾

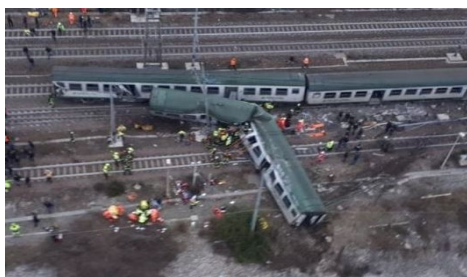
La Commissione non ha dimostrato adeguatamente che il Regno Unito viene meno agli obblighi ad esso incombenti ai sensi dell'art. 5, nn. 1 e 4, della direttiva 89/391, concernente l'attuazione di misure volte a promuovere il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro, circoscrivendo nei limiti di quanto ragionevolmente praticabile l'obbligo del datore di lavoro di garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori in tutti gli aspetti connessi con il lavoro.



La sicurezza come prestazione misurabile

Indicatori di Rischio

(misura del danno probabile e/o probabilità del danno)



VS



Tassi di Pericolo

(sismicità, incidentalità)

Tassi di Danno

(mortalità)





Sicurezza in Galleria

- Analisi dati incidentalità
 - Incidentalità specifica di galleria
 - Probabilità di incendio
 - Probabilità degli eventi iniziatori
- Disponibilità dei sottosistemi
- Analisi delle conseguenze
 - Modello di simulazione
 - Distribuzione* retrocumulata

* non curva, per definizione

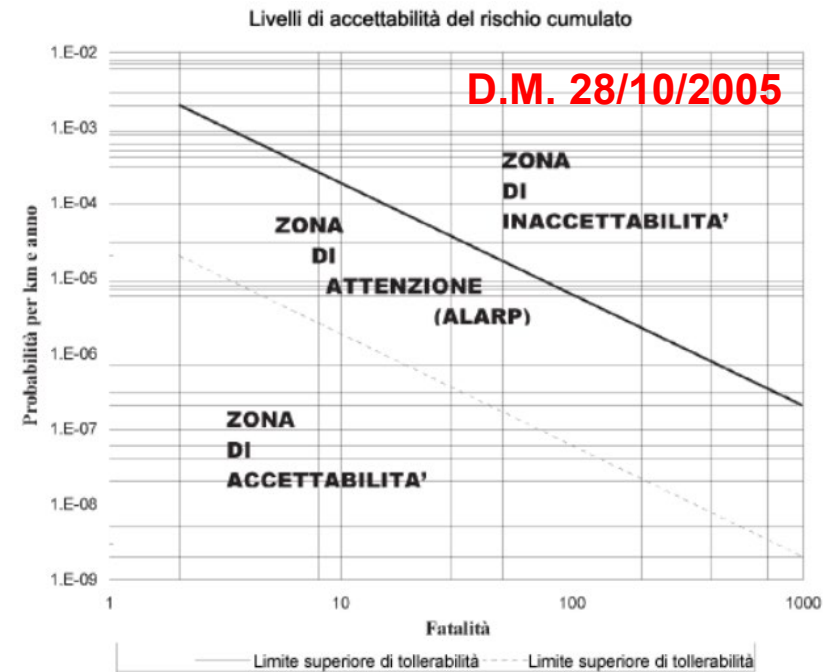
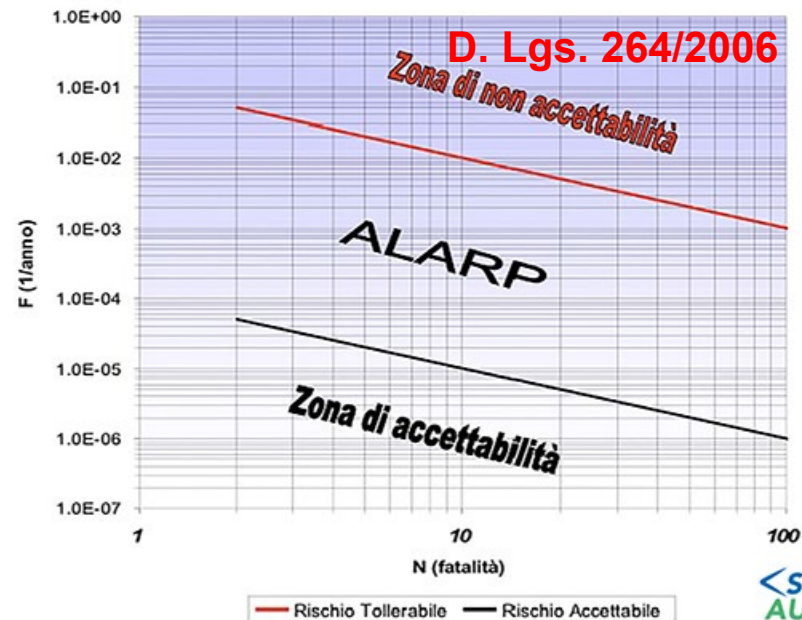


Tavola 4.3.I: Obiettivi di sicurezza: livelli di accettabilità del Rischio Cumulato nelle gallerie ferroviarie. Il dato della probabilità di superamento $1-F(x)$ è normalizzato rispetto ai chilometri di percorrenza annua sulla rete.





Safety Requirements, EU 2004 – 54 CE road tunnels

SOMMARIO DELLE INFORMAZIONI RELATIVE AI REQUISITI MINIMI

			Traffico ≤ 2000 veicoli per corsia		Traffico > 2000 veicoli per corsia			Condizioni complementari per l'attuazione obbligatoria o osservazioni
			500-1000m	>1000m	500-1000m	1000-3000m	>3000m	
Misure strutturali	2 o più fornici	§2.1						Obbligatorio se le previsioni su 15 anni indicano traffico > 10000 veicoli/corsia
	Dislivelli ≤ 5 %	§2.2	*	*	*	*	*	Obbligatorio a meno che non sia geograficamente possibile
	Banchine pedonabili di emergenza	§2.3.1	*	*	*	*	*	Obbligatorio se non esiste una corsia di emergenza, a meno che sia rispettata la condizione di cui al punto 2.3.1. Nelle gallerie esistenti sprovviste sia di corsie di emergenza sia di banchine pedonabili di emergenza devono essere adottate misure supplementari e/o rafforzate
		§2.3.2	*	*	*	*	*	
	Uscite di emergenza almeno ogni 500 m	§2.3.3	○	○	*	*	*	La creazione di uscite di emergenza nelle gallerie esistenti deve essere valutata caso per caso
		§2.3.9	○	○	*	*	*	
	Gallerie trasversali per i servizi di pronto intervento almeno ogni 1500 m	§2.4.1	○	○ / ●	○	○ / ●	●	Obbligatorio nelle gallerie a doppio fornici di lunghezza superiore a 1500 m
	Punti di attraversamento dello spartitraffico al di fuori di ciascun portale	§2.4.2	●	●	●	●	●	Obbligatorio al di fuori delle gallerie a due o più fornici ovunque sia geograficamente possibile
	Piazzole di sosta almeno ogni 1000 m	§2.5	○	○	○	○ / ●	○ / ●	Obbligatorio nelle nuove gallerie bidirezionali > 1500 m, sprovviste di corsie di emergenza. Nelle gallerie bidirezionali esistenti >1500 m in funzione dell'analisi della situazione. Per le gallerie nuove ed esistenti, in funzione della larghezza supplementare utilizzabile della galleria
Drenaggio di liquidi infiammabili e tossici	§2.6	*	*	*	*	*	Obbligatorio se è autorizzato il trasporto di merci pericolose	
Caratteristiche ignifughe delle strutture	§2.7	●	●	●	●	●	Obbligatorio se un eventuale cedimento locale può avere conseguenze catastrofiche	

- obbligatorio per tutte le gallerie
- * obbligatorio con eccezioni
- non obbligatorio
- raccomandato



Safety Requirements, EU 2004 – 54 CE road tunnels

SOMMARIO DELLE INFORMAZIONI RELATIVE AI REQUISITI MINIMI

			Traffico ≤ 2000 veicoli per corsia		Traffico > 2000 veicoli per corsia			Condizioni complementari per l'attuazione obbligatoria o osservazioni
			500-1000m	>1000m	500-1000m	1000-3000m	>3000m	
Illuminazione	Illuminazione ordinaria	§2.8.1	●	●	●	●	●	
	Illuminazione di sicurezza	§2.8.2	●	●	●	●	●	
	Illuminazione di evacuazione	§2.8.3	●	●	●	●	●	
Ventilazione	Ventilazione meccanica	§2.9	○	○	○	●	●	
	Disposizioni speciali per la ventilazione (semi) trasversale	§2.9.5	○	○	○	○	●	Obbligatorio nelle gallerie bidirezionali dove esiste un centro di controllo
Stazioni di emergenza	Almeno ogni 150 m	§2.10	●	●	●	●	●	Munite di telefono e di 2 estintori. È consentito un intervallo massimo di 250 m nelle gallerie esistenti
Erogazione idrica	Almeno ogni 250 m	§2.11	●	●	●	●	●	Se non è prevista, è obbligatorio assicurare in altro modo una sufficiente erogazione idrica
Segnaletica stradale		§2.12	●	●	●	●	●	Per tutti gli impianti di sicurezza previsti per gli utenti della galleria (cfr. allegato III)
Centro di controllo		§2.13	○	○	○	○	●	La sorveglianza di diverse gallerie può essere accentrata in un unico centro di controllo
Impianti di sorveglianza	Telecamere	§2.14	●	●	●	●	●	Obbligatorio se esiste un centro di controllo
	Rilevamento automatico degli incidenti e/o degli incendi	§2.14	●	●	●	●	●	Almeno uno dei due sistemi è obbligatorio nelle gallerie dove esiste un centro di controllo
Impianto per chiudere la galleria	Semafori prima degli ingressi	§2.15.1	○	●	○	●	●	
	Semafori all'interno della galleria almeno ogni 1000 m	§2.15.2	○	○	○	○	●	Raccomandato se esiste un centro di controllo e se la lunghezza è superiore a 3000 m

- obbligatorio per tutte le gallerie
- * obbligatorio con eccezioni
- non obbligatorio
- ⊙ raccomandato



Safety Requirements, EU 2004 – 54 CE road tunnels

SOMMARIO DELLE INFORMAZIONI RELATIVE AI REQUISITI MINIMI

			Traffico ≤ 2000 veicoli per corsia		Traffico > 2000 veicoli per corsia		Condizioni complementari per l'attuazione obbligatoria o osservazioni	
			500-1000m	>1000m	500-1000m	1000-3000m		>3000m
Sistemi di comunicazione	Ritrasmissioni radio ad uso dei servizi di pronto intervento	§2.16.1	○	○	○	●	●	
	Messaggi di emergenza via radio destinati agli utenti della galleria	§2.16.2	●	●	●	●	●	Obbligatorio se esistono canali di ritrasmissione radio destinati agli utenti della galleria e se esiste un centro di controllo
	Altoparlanti nei rifugi e presso le uscite	§2.16.3	●	●	●	●	●	Obbligatorio se gli utenti della galleria in fase di evacuazione devono aspettare prima di poter raggiungere l'esterno
Alimentazione elettrica		§2.17	●	●	●	●	●	Per assicurare il funzionamento dell'impianto di sicurezza indispensabile almeno durante l'evacuazione degli utenti della galleria
Caratteristiche ignifughe degli impianti		§2.18	●	●	●	●	●	Devono mirare al mantenimento delle necessarie funzioni di sicurezza

- obbligatorio per tutte le gallerie
- non obbligatorio
- * obbligatorio con eccezioni
- ◐ raccomandato



SAFETY TUNNELS

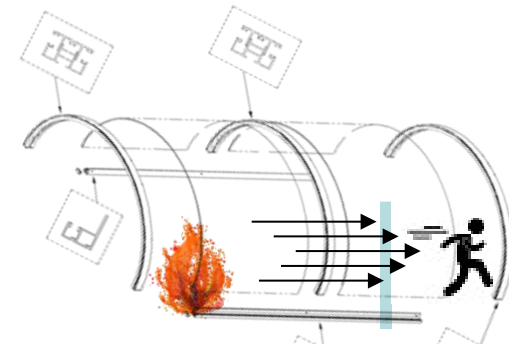
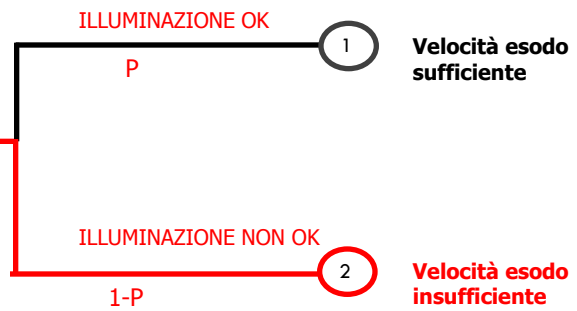
Livello di protezione [1] (Gallerie I)

❖ Protezione attiva

-illuminazione



TdR [MW]

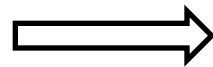


Rispetto al livello di protezione 0 si ha che:

- ASET costante
- RSET decresce

❖ Protezione passiva

- banchine
- drenaggio
- resistenza al fuoco materiali



Valutazione effetti mediante simulatori CFD/Exodus



SAFETY in TUNNELS

Livello di protezione [2] (Gallerie II,III)

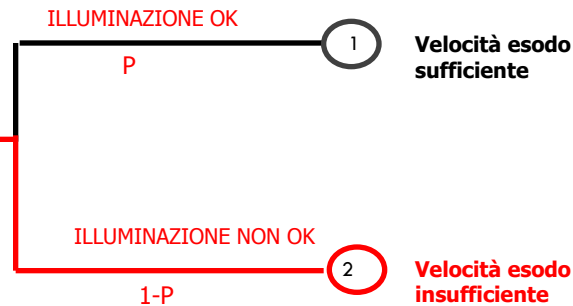


Rispetto al livello di protezione [1] si ha che:

- ASET costante
- RSET decresce

❖ Protezione attiva

-illuminazione



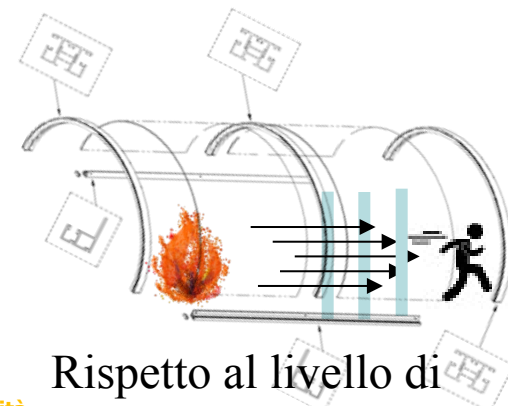
❖ Protezione passiva

- banchine
- drenaggio
- resistenza al fuoco
- via di esodo ogni 500 m



SAFETY in TUNNELS

Livello di protezione [3] (Gallerie IV)



Rispetto al livello di protezione 2 si ha che:

-ASET aumenta per effetto della gestione dei fumi

-RSET decresce per le condizioni di esodo migliorate

❖ Protezione attiva

-illuminazione

-ventilazione longitudinale



❖ Protezione passiva

-banchine

-drenaggio

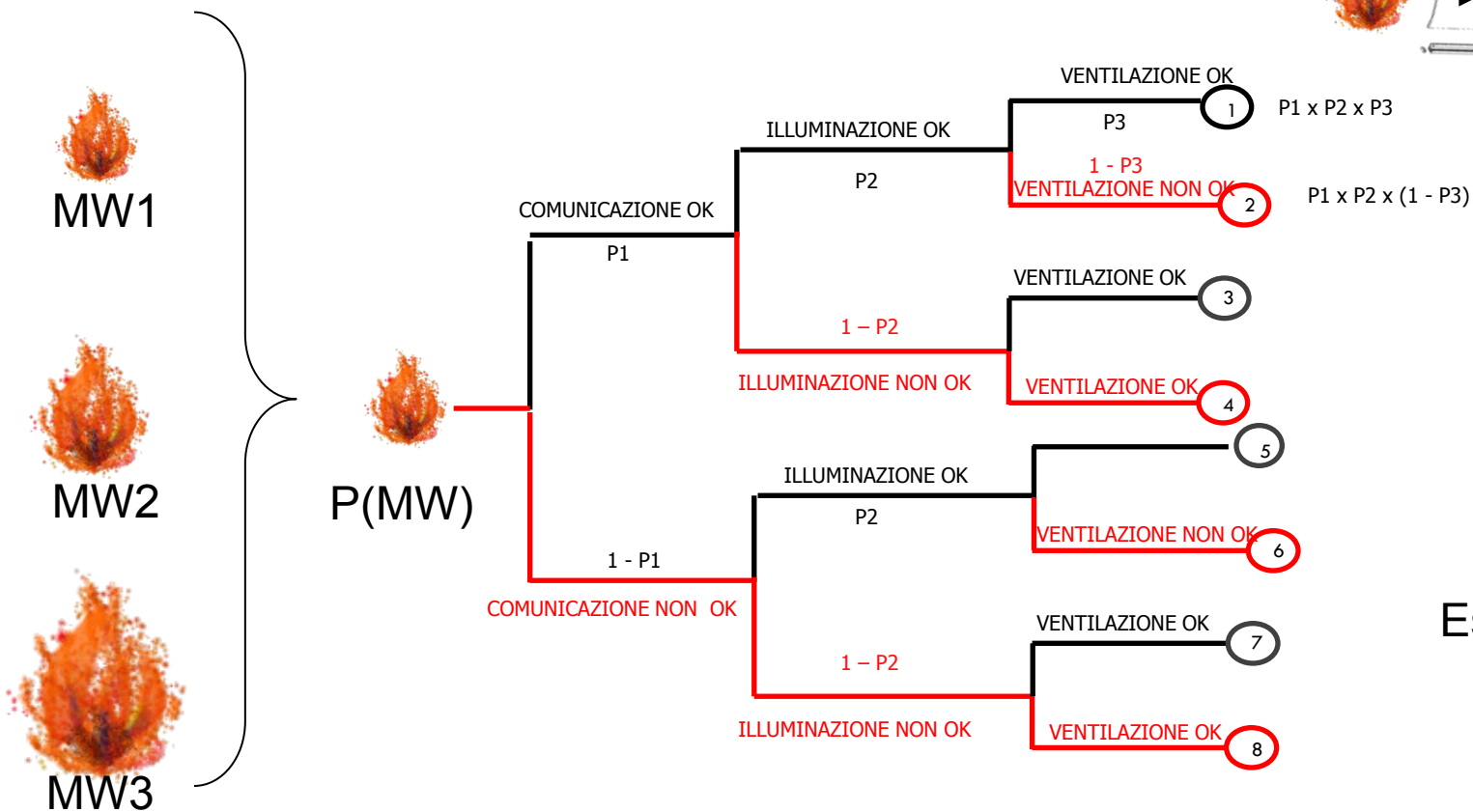
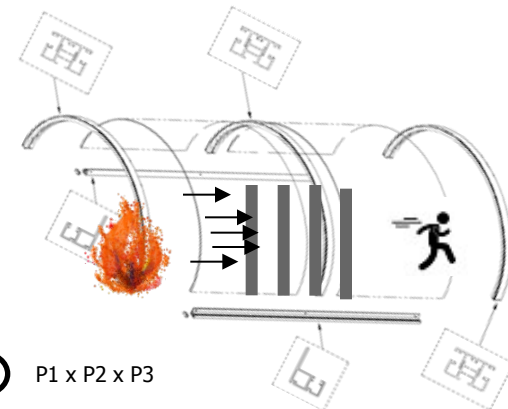
-resistenza al fuoco

-via di esodo ogni 500 m



SAFETY in TUNNELS

Livello di protezione [4] (Gallerie V)



Esposizione



SAFETY in TUNNELS

Livello di protezione [4] (Gallerie V)

❖ Protezione attiva

-illuminazione
esodo

-ventilazione semi-trasversale,

-centro di controllo

- Semafori ogni 1000 m

❖ Protezione passiva

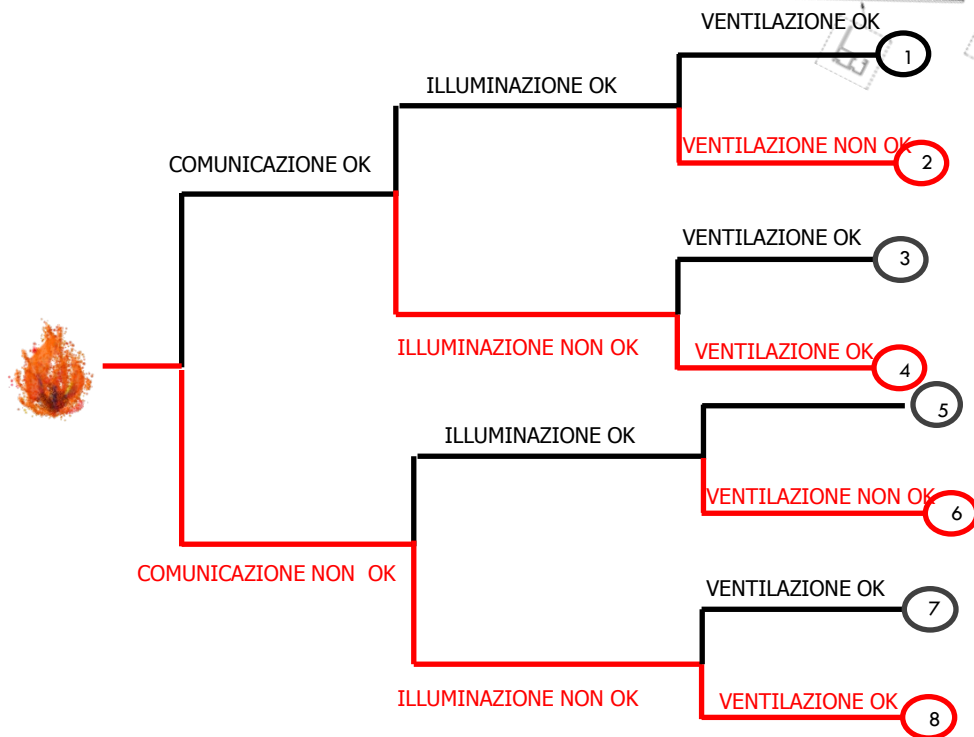
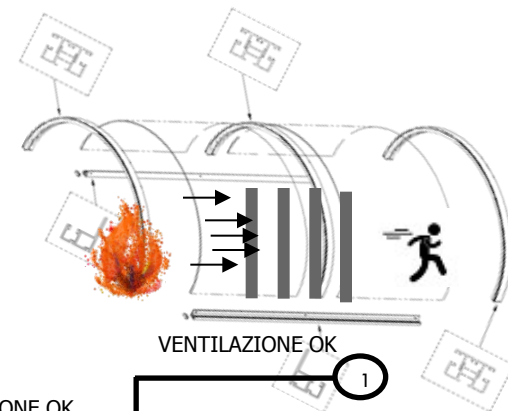
-banchine

-drenaggio

-resistenza al fuoco

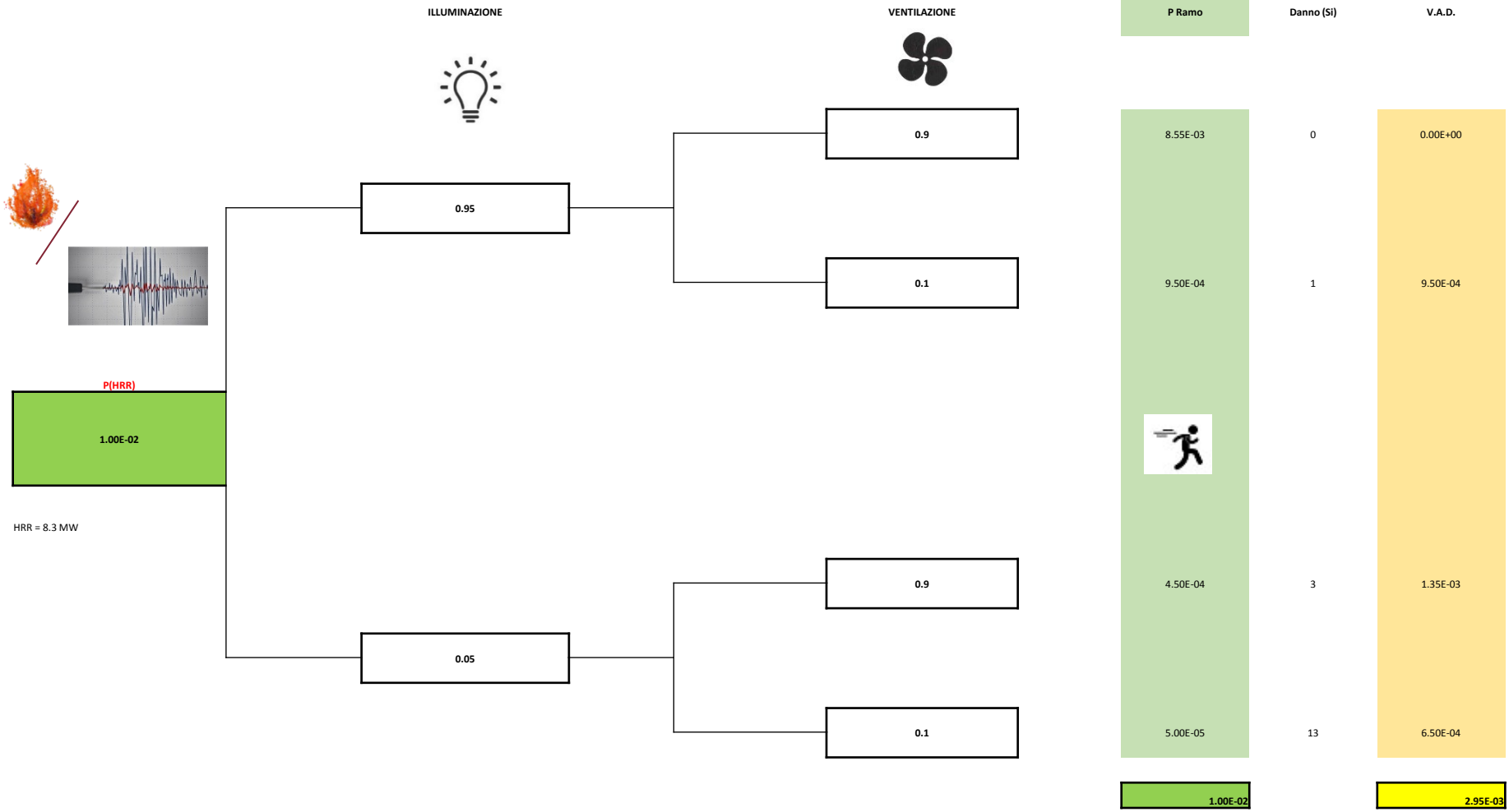
-via di esodo ogni 500 m

- by-pass carrabile



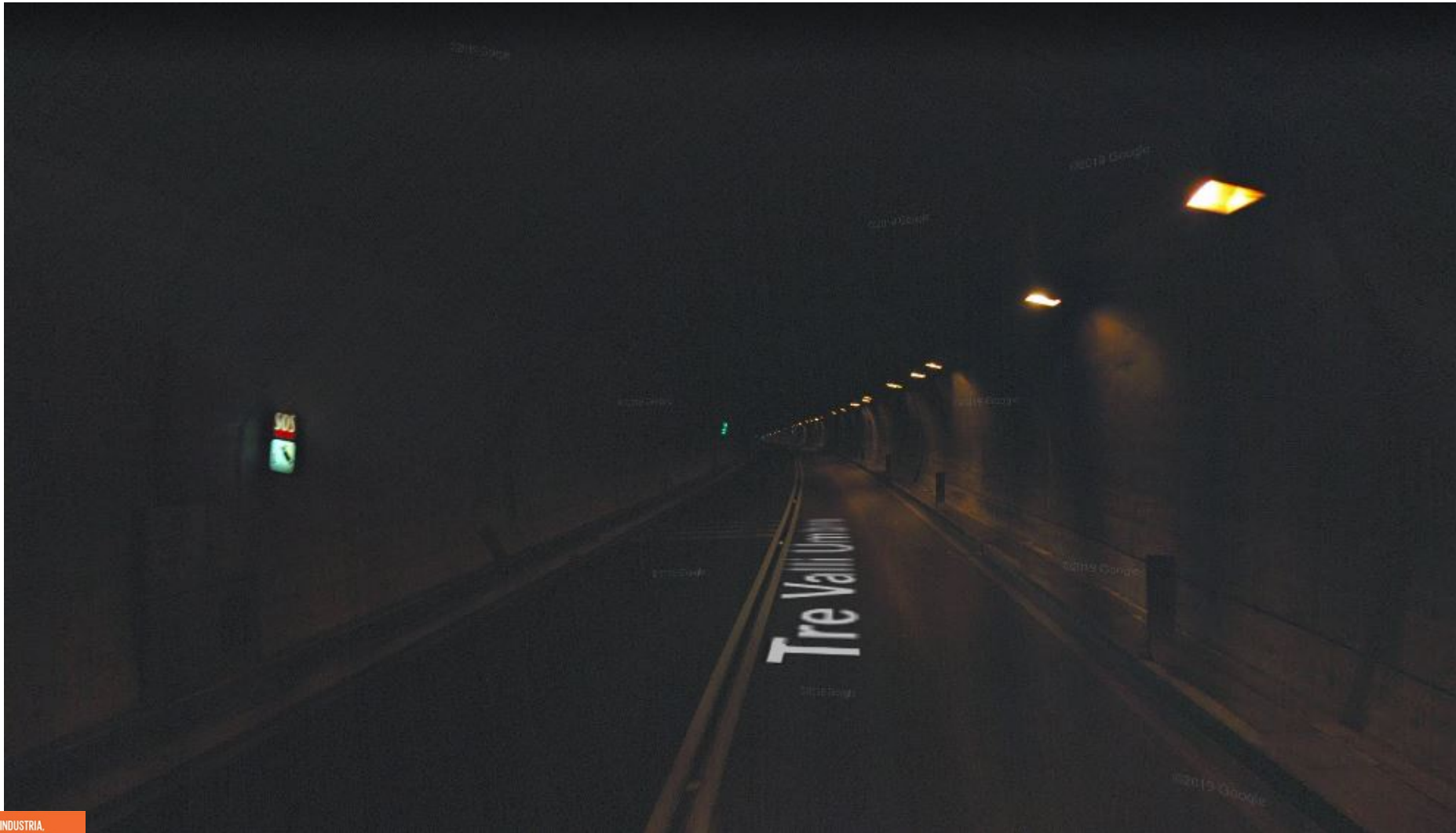


SAFETY in ROAD TUNNELS: ETA



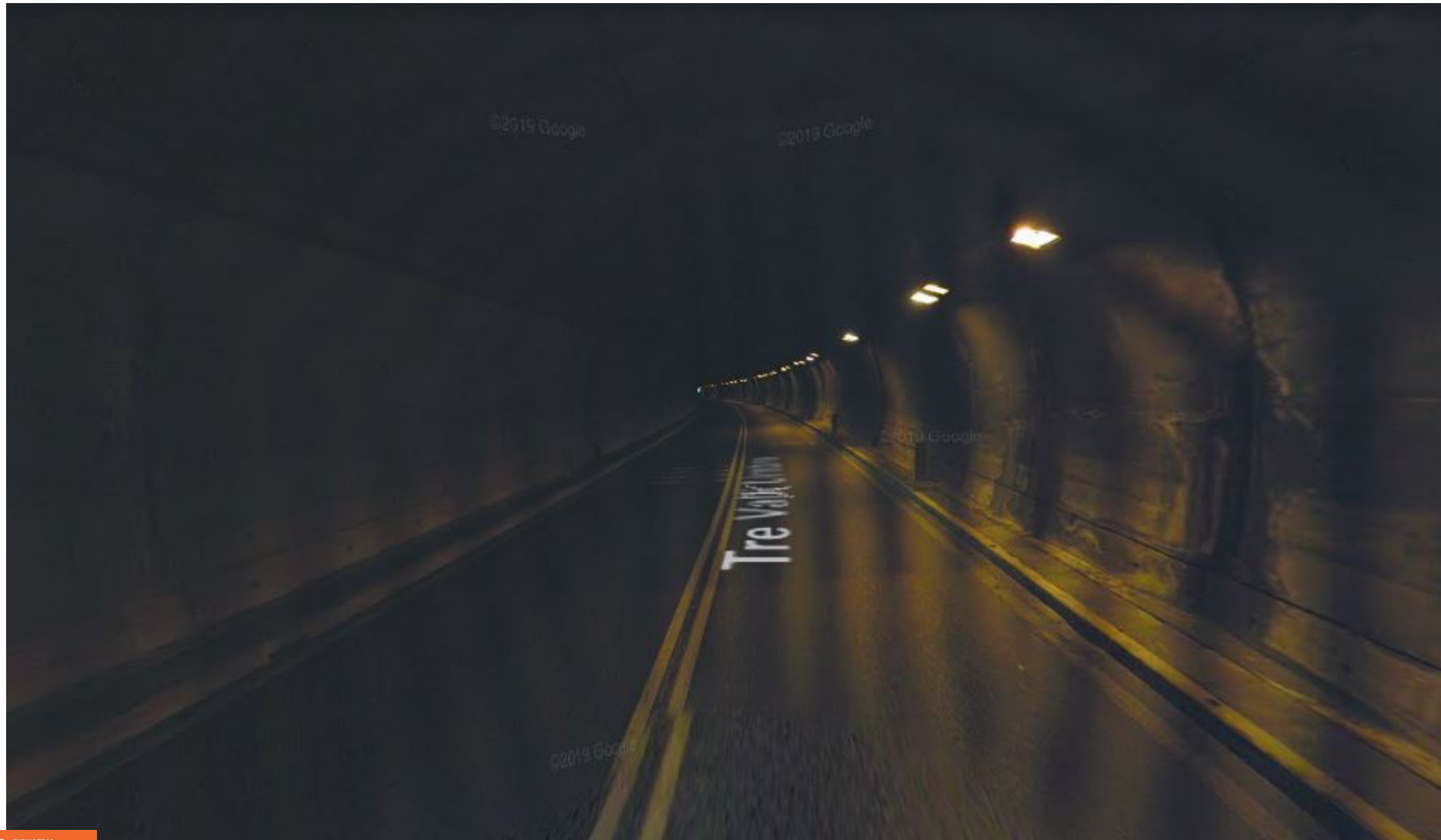


SAFETY in ROAD TUNNELS: ETA San Benedetto Tunnel



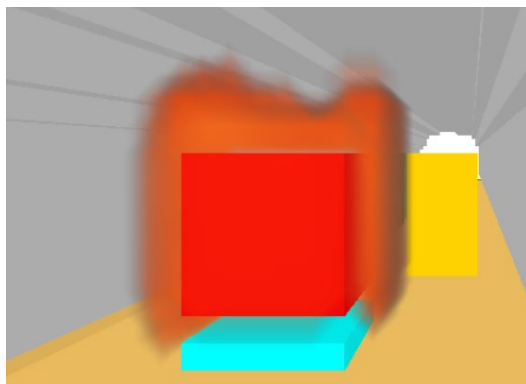
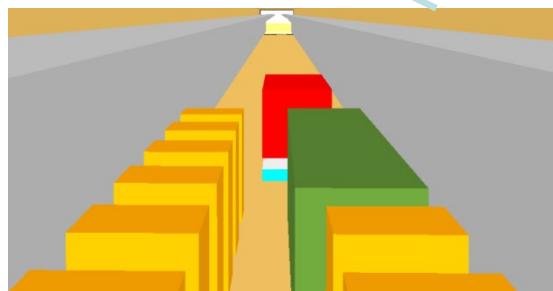


SAFETY in ROAD TUNNELS: ETA San Benedetto Tunnel





SAFETY in ROAD TUNNELS: EXODUS SIMULATIONS





SAFETY in RAIL TUNNELS: ACCEPTABILITY CRITERION

Decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 28 ottobre 2005

Sicurezza nelle gallerie ferroviarie.

(pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 83 dell'8 aprile 2006 - suppl. ord. n. 89)

IL MINISTRO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

di concerto con

IL MINISTRO DELL'INTERNO

Il Governo ad emanare nuove norme in materia di polizia, sicurezza e servizi di trasporto»;
Il Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti sia delegato a «determinare, tenendo conto del prevalente interesse ferroviario, gli organi competenti ad emanare od approvare i regolamenti, tra l'altro, di «organizzazione tecnica e amministrativa del servizio di polizia ferroviaria»;

Il Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti, nell'ambito delle competenze della richiamata Legge delega n. 835/1978, recante «Nuove norme sul servizio delle ferrovie e di altri servizi di trasporto»;
Il Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti sia delegato a «determinare, tenendo conto del prevalente interesse ferroviario, gli organi competenti ad emanare od approvare i regolamenti, tra l'altro, di «organizzazione tecnica e amministrativa del servizio di polizia ferroviaria»;

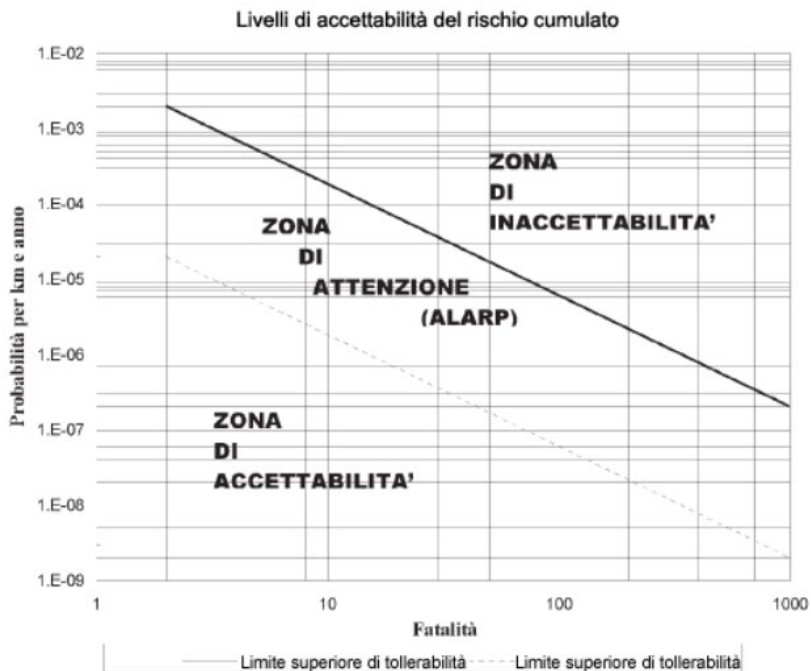
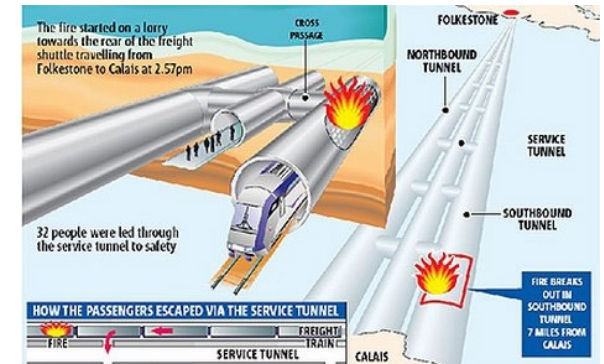


Tavola 4.3.I: Obiettivi di sicurezza: livelli di accettabilità del Rischio Cumulato nelle gallerie ferroviarie. Il dato della probabilità di superamento $1-F(x)$ è normalizzato rispetto ai chilometri di percorrenza annua sulla rete.

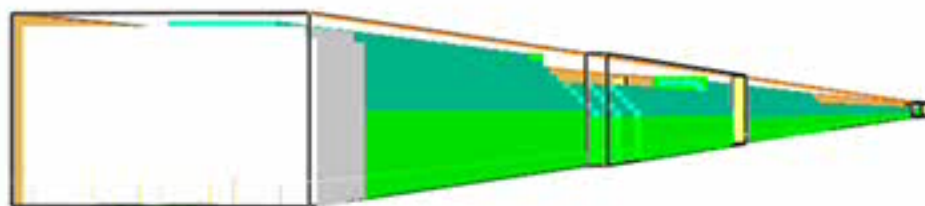
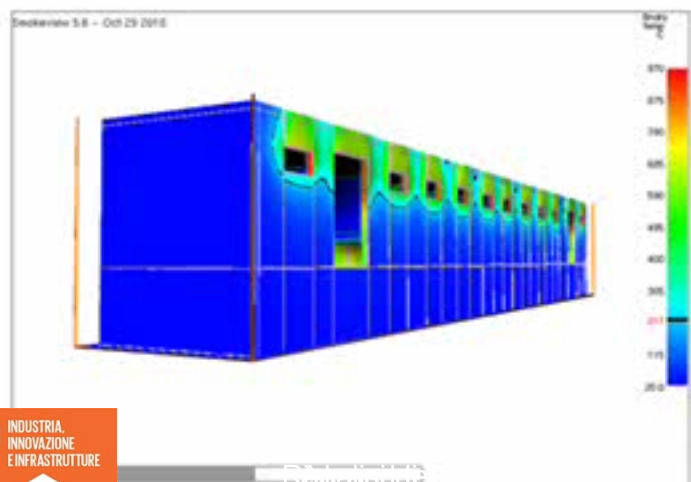
SAFETY in RAIL TUNNELS: QUANTITATIVE RISK ANALYSIS

- L'ambiente confinato massimizza la pericolosità di eventi di incendio.
- L'autosoccorso avviene in condizioni difficili:
 - alta densità degli esposti
 - scarsa familiarità con l'ambiente;
 - vie di fuga impervie (salti di quota);
 - distanze molto lunghe da percorrere;
 - ridotti volumi disponibili per la diffusione dei prodotti della combustione.





***“STUDIO DI SCENARI D’INCENDIO CON
VERIFICA PRESTAZIONALE DEI LIVELLI DI
SICUREZZA:
IL CASO DELLA STAZIONE «COLOSSEO»***

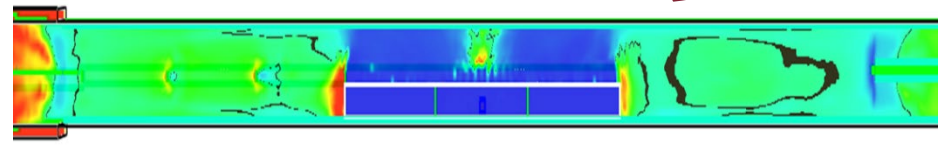
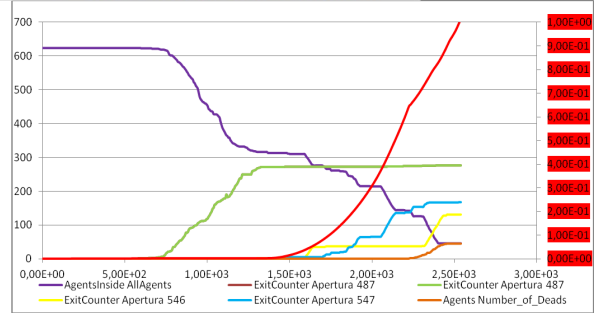
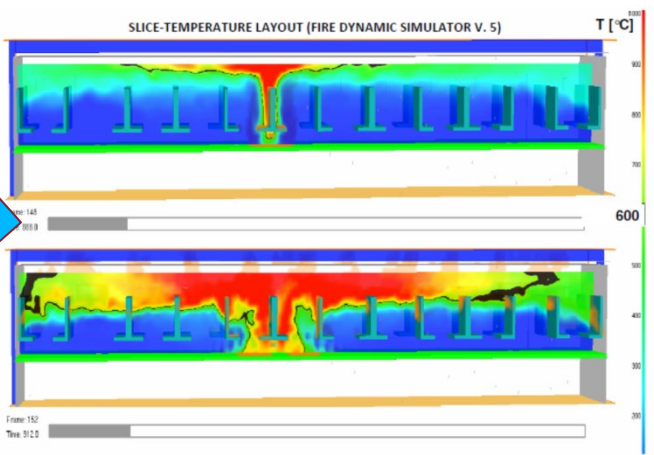
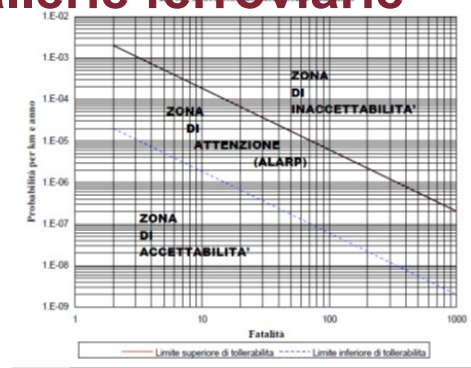
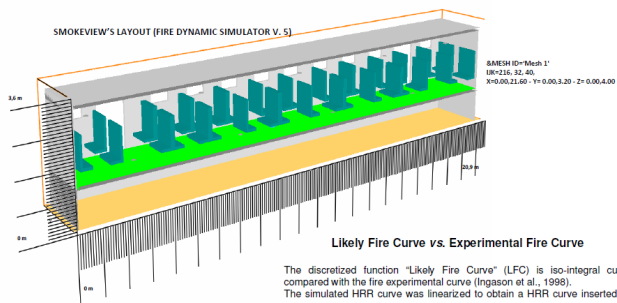




INDICATORI DI RISCHIO

SM: Verifica prestazionale del livello di sicurezza per sistemi complessi

Analisi di rischio per gallerie ferroviarie



SAFETY in RAIL TUNNELS: ETA

Livelli di accettabilità del rischio cumulato

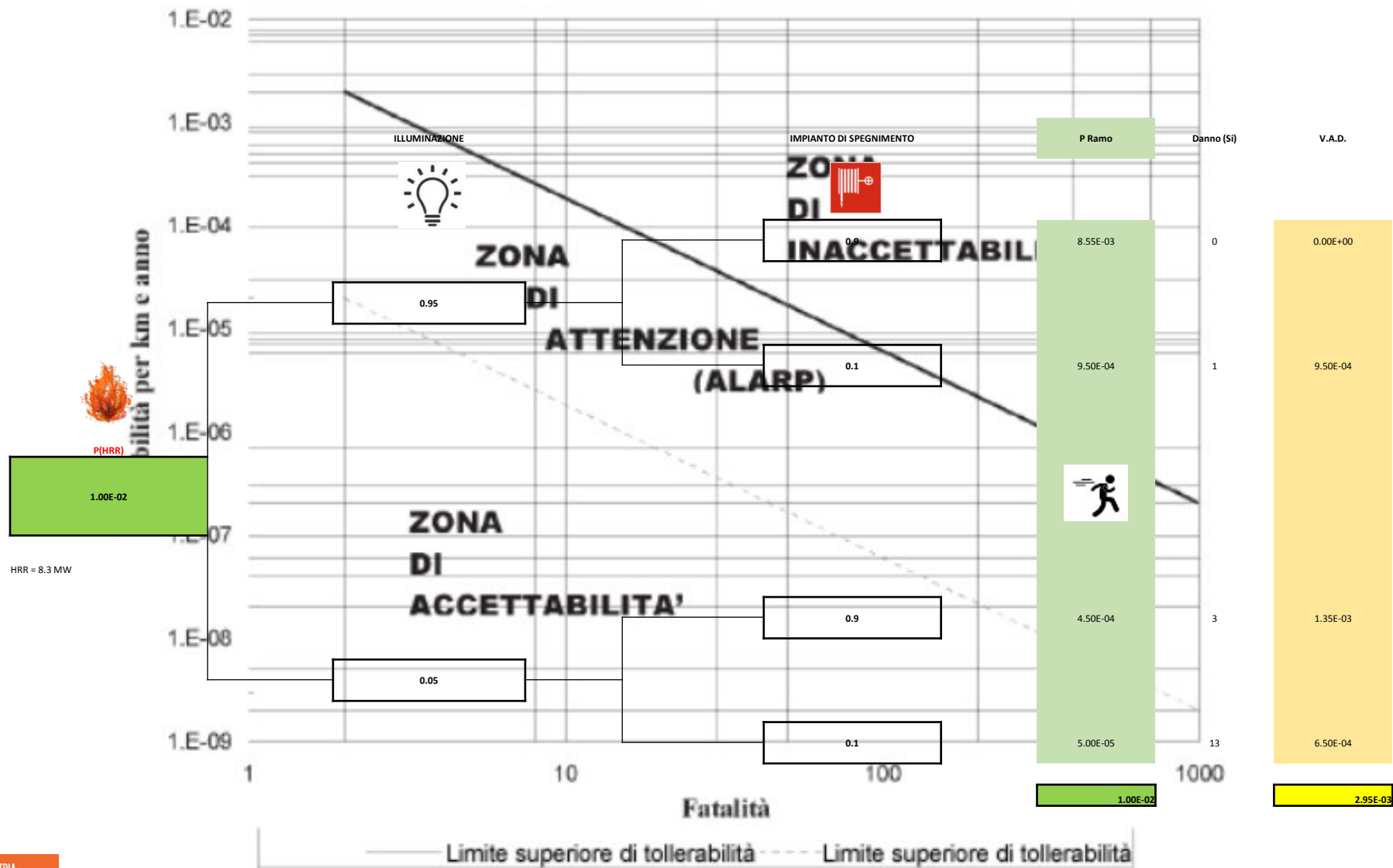


Tavola 4.3.I: Obiettivi di sicurezza: livelli di accettabilità del Rischio Cumulato nelle gallerie ferroviarie. Il dato della probabilità di superamento 1-F(x) è normalizzato rispetto ai chilometri di percorrenza annua sulla rete.



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Roma



ASTRI
Society AET Scienze e Tecnologie
per la Ricerca e l'Industria



AET
1897
Sezione di Roma

Italy Section Chapter
Chapters Area R8

“Sustainability” 2021

Implicazioni delle Innovazioni Tecnologiche

Mara Lombardi