FINELCO SRL

ANAS S.p.A.

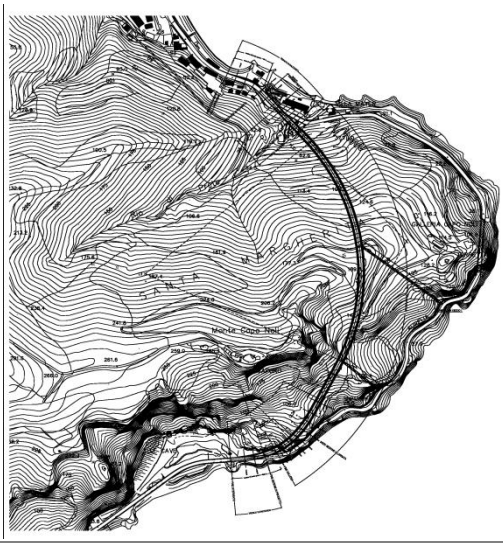
VARIANTE DI TRACCIATO ALLA S.P.1 AURELIA

CAPO NOLI

Località: Noli

GALLERIA CAPO NOLI

IN FASE DI PROGETTAZIONE



ANALISI DI RISCHIO

(CON METODO PREVISTO AI SENSI DEL D.Lgs. 264/06)

Elaborazione: 11/03/2011

Revisione: 11/11/2011

Firenze PM/ML/RR/FB/PM/LB

Versione: V04

FINELCO SRL

INDICE GENERALE DOCUMENTAZIONE

Rif.	Testo del decreto	STRUTTURA DELLA PRESENTE DOCUMENTAZIONE
		PARTE 0 1. Revisioni 2. Riferimenti 3. Abbreviazioni 4. Glossario 5. Introduzione 6. La metodologia di analisi di rischio
	Descrizione delle caratteristiche geometriche e strutturali della galleria e delle relative zone di imbocco *Ipotesi sulle previsioni di traffico*	**PARTE 1** 1. Scheda descrittiva della galleria Capo Noli 2. Descrizione della gestione della galleria 3. Analisi del traffico e dell'incidentalità 4. Analisi dei possibili eventi critici
	Analisi di rischio, per verificare la validità delle scelte strutturali e impiantistiche adottate *La metodologia qui presentata si riferisce esclusivamente all'analisi degli eventi considerati critici nello specifico ambiente confinato delle gallerie*	**PARTE 2** 1. Premessa 2. Presentazione degli scenari potenziali 3. Introduzione analisi probabilistica 4. Le ipotesi 5. Valutazione quantitativa del rischio
		PARTE 3 1. Sintesi generale 2. Conclusioni
		Allegati ALLEGATO 1_Verbale Riunione del 15 Febbraio 2011
		Documenti di riferimento 'DOC. DI RIF._2'_R003 - All.1_SDF Appendice.1B Traffico_IL.pdf 'DOC. DI RIF._3'_Minimizzazione costi cunicolo di esodo_IL.pdf 'DOC. DI RIF._4'_Dati Traffico_Provincia SV.pdf 'DOC. DI RIF._5'_Nota ANAS del 7 Marzo 2011 'DOC. DI RIF._6'_Analisi di Rischio: CAPO NOLI ADR rev 2 del 17/05/2011 'DOC. DI RIF._7'_Verbale Riunione del 28 Luglio 2011 presso Compartimento Anas 'DOC. DI RIF._8'_Relazione: 04_Capo_Noli_Sintesi_TMP_rev 001 del 08 09 2011

Introduzione e metodologia

Sommario

1. Revisioni 5
2. Riferimenti 6
   - 2.1. Riferimenti normativi e letteratura di riferimento 6
   - 1.1. Documentazione Ricevuta/Utilizzata 6
3. Abbreviazioni 7
4. Glossario 9
   - 4.1. Concetti 9
5. Introduzione 12
   - 5.1. Storia del Progetto 12
     - *5.1.1 Cenno sulle varianti di Progetto Preliminare della tratta di Capo Noli 12*
   - 5.2. Premessa 14
   - 5.3. Scopo 14
   - 5.4. Obiettivi 15
6. La metodologia di analisi di rischio 16
   - 6.1. Introduzione 16
     - *6.1.1 Schema generale 16*
     - *6.1.2 Definizione di rischio 17*
     - *6.1.3 La valutazione 17*
   - 6.2. Definizione del sistema 17
   - 6.3. Definizione quantitativa del rischio 18
     - *6.3.1 Definizione delle sequenze incidentali 18*
     - *6.3.2 Fault Tree Analysis (FTA) 18*
     - *6.3.3 Event Tree Analysis (ETA) 19*
     - *6.3.4 Stima delle frequenze di accadimento 20*
     - *6.3.5 Stima delle conseguenze 20*
     - *6.3.6 Quantificazione del rischio 20*

Indice delle figure

Figura 1: Schema generale analisi di rischio....16
Figura 2: Diagramma a farfalla....18
Figura 3: Albero degli eventi....19
Figura 4: Diagramma ALARP....20

1. REVISIONI

REVISIONE	DATA	ELABORAZIONE	CONTROLLO	NOTE / MODIFICHE
V00	11/03/11	PM	ML	-
V00a V00b	11/03/11	PM ML RR	LB	-
V01	05/05/11	PM	LB	Osservazioni al Documento del 21-04-11 da parte di Infrastrutture Liguria Introduzione dell'**'DOC. DI RIF. _5'_Nota ANAS del 7 Marzo 2011.**
V02	17/05/11	PM/ML	LB	Osservazioni da parte di Infrastrutture Liguria
V03	10/10/11	ML/ PM	LB	Nuove Indicazioni / Osservazioni Riunione del 28 Luglio 2011 presso Compartimento Anas
V04	11/11/11	PM	LB	Osservazioni 11/11/11 Anas

2. RIFERIMENTI

2.1. Riferimenti normativi e letteratura di riferimento

Numero	Riferimenti
1	**Direttiva 2004/54/CE** del Parlamento europeo e del Consiglio, relativa ai requisiti minimi di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea - 29/04/2004.
2	**Decreto Legislativo n. 264,** 5 ottobre 2006**.** Attuazione della Direttiva 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea.
3	**Circolare 7938 del 06/12/99** ad'oggi superata, D.M. del 05/06/2001, D.M. del 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche).
4	**Linee guida** per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali secondo la normativa vigente. – ANAS Novembre 2009
5	
6	

1.1. Documentazione Ricevuta/Utilizzata

1	Progetto Preliminare "Variante di Tracciato alla S.P.1 Aurelia- Capo Noli"; fonte Infrastrutture Liguria
2	Dati di traffico e incidentalità del 2009 tratto Noli – Finale Ligure; fonte Provincia di Savona
3	Pubblicazioni semestrali dati traffico e incidentalità AISCAT *(www.aiscat.it)*
4	Verbale riunione del 15 Febbraio 2011 a Noli presso il Comune
5	Studio del traffico dalla documentazione " Studio di Fattibilità stradale e Trasportistico prosecuzione tratta Albenga-Alassio dell'Aurelia bis" del 30/06/09; fonte Infrastrutture Liguia
6	Stima costi costruzione Vie di Fuga; fonte Infrastrutture Liguria
7	

3. ABBREVIAZIONI

Abbreviazione	Significato
A	
ALARP	As Low As Reasonably Practicable
AISCAT	Associazione Italiana Società Concessionarie Autostrade e Trafori
ASPI	Autostrada per l'Italia
ANAS	ANAS Spa
AdF	Autostrada dei Fiori
AIPCR	Associazione Internazionale Permanente dei Congressi della Strada (Associazione Mondiale della Strada)
B	
BPC	By-pass Carrabile
BPP	By-pass Pedonale
BT	Bassa Tensione
C	
CC	Capo Compartimento
CE	Cabina elettrica
CME	Condizioni Minime d'Esercizio
COC	Centro Operativo di COMPARTIMENTALE
COS	Comandante delle Operazioni di Soccorso
D	
DE	Direzione Esercizio
DTI	Direzione Tecnica Impianti
E	
ETA	Event Trees Analysis
F	
FTA	Fault Trees Analysis
G	
GTC	Gestione Tecnica Centralizzata
I	
IDC	Indicatori di Disponibilità della Corsia *(Semafori freccia croce)*
IL	Infrastrutture Liguria
M	
MCT	Monitoraggio Centrale di Tratta
MP	Merci Pericolose
MT	Media Tensione
MTP	Motopompe (Vigili del Fuoco)

N	
NC	Non Conosciuto
P	
PC	Stazione di Controllo / Comando
PGE	Piano di Gestione dell'Emergenza
PHA	Preliminary Hazard Analysis
PM	Polizia Municipale
PMV	Pannello a Messaggio Variabile
PMR	Persone a Mobilità Ridotta
R	
RAI	Rilevamento Automatico degli Incidenti
RI	Rilevamento Incendio
REX	Informazioni ottenute in base all'esperienza
RL	Regione Liguria
S	
SOC	Sala Operativa di Controllo
T	
TIR	Mezzi pesanti
TGMA	Traffico Giornaliero Medio Annuale
TMP	Trasporto di Merci Pericolose
U	
UPS	Gruppo di continuità elettrica
uvp	Unità veicoli particolari
V	
VAD	Valore Atteso del Danno
VVF	Vigili del Fuoco
VL	Veicolo Leggero
VP	Veicolo Pesante
VS(S)	Veicolo di Soccorso (Stradale)
VTMP	Veicolo Trasportando Merci Pericolose

4. GLOSSARIO

4.1. Concetti

A

ALARP: As Low As Reasonably Praticable, l'acronimo individua la porzione del diagramma frequenza di accadimento – numero di fatalità compresa tra il livello di accettabilità ed il livello di tollerabilità del rischio. I livelli di accettabilità e di tollerabilità delimitano la regione di accettabilità condizionata.

Allarme: Situazione o stato anormale che segnala un degrado, una variazione importante della condizione al contorno rilevata o un difetto di un impianto.

Allerta: Chiamata o segnale che proviene in seguito alla minaccia di un pericolo e che invita a prendere delle misure per contrastarlo.

Anomalia: termine che indica una deviazione dallo stato normale atteso.

C

Causa o evento iniziatore: Particolare situazione o condizione di pericolo che da origine a una sequenza incidentale.

Condizioni Minime di Esercizio (CME): Le CME corrispondono ad una soglia, oltre la quale, in situazione degradata, le misure compensatorie non permettono più di garantire la sicurezza degli utenti. Esse indicano lo stato di disponibilità minima dei dispositivi di sicurezza dal quale la galleria deve essere chiusa alla circolazione.

Conseguenza: S'intende l'effetto in termini fisici di un determinato incidente.

D

Danno: Rappresenta l'impatto ultimo di un incidente e può essere valutato in termini di decessi, numero di feriti, costo economico per il ripristino delle infrastrutture, ecc.

E

Elemento aggravante: Particolare situazione o condizione di pericolo che si presenta a evento incidentale già accaduto e che contribuisce all'aggravamento del danno in termini di aumento dei danni materiali e aumento del numero di feriti e/o morti.

Effetto domino: Concatenazione di un incidente (un primo incidente danneggia un altro sistema o impianto scatenando un nuovo incidente di gravità simile o superiore al primo).

Evacuazione: Operazione che permette lo spostamento delle persone dallo spazio adibito alla circolazione, e soggetto ad una situazione di emergenza, verso l'esterno dell'infrastruttura.

Evento: Qualsiasi turbativa al funzionamento nominale dell'infrastruttura, sia che questa è legata al funzionamento tecnico degli impianti o alla circolazione dei veicoli, sia che questa è imprevista (incidente) oppure no (lavori all'interno del tunnel).

Evento iniziatore: Accadimento all'origine di una catena di eventi successivi che determinano nel loro complesso una sequenza incidentale di pericolo caratterizzato da una specifica frequenza di accadimento e conseguenze che identificano il danno ad esso associato.

F

Feriti: persone a cui siano derivate, a seguito di incidente, lesioni. *[Definizione AISCAT]*

Flusso veicolare: Numero di veicoli transitanti in una sezione stradale nell'unità di tempo conteggiati indipendentemente dalle loro caratteristiche tipologiche.

Frequenza: Numero di accadimenti previsti per un certo evento rispetto ad un periodo di riferimento, in genere l'anno.

Funzionamento degradato: La situazione è caratterizzata dall'indisponibilità di personale e/o impianti che necessita la messa in opera di misure compensatorie, laddove queste possono riguardare il personale, gli impianti e/o la gestione del traffico.

G

Galleria virtuale: Galleria che possiede tutte le misure di sicurezza corrispondenti ai requisiti minimi obbligatori richiesti dal Decreto 264/06.

Gestore: Soggetto incaricato della realizzazione, della manutenzione dell'infrastruttura stradale e della gestione in sicurezza della circolazione.

I

Incidenti: gli eventi verificatisi, nel periodo in esame, entro i limiti della proprietà autostradale e nei quali risulti coinvolto almeno un veicolo in movimento che sia fuoriuscito dalla carreggiata, ovvero che sulla sede autostradale, sia venuto in collisione con altro veicolo, persona od ostacolo. *[Definizione AISCAT]*

Incidenti mortali: incidenti nei quali si siano verificati uno o più decessi fra le persone infortunate entro trenta giorni dal momento dell'incidente. *[Definizione AISCAT]*

Incidenti con conseguenze alle persone: Incidenti dai quali siano derivati traumi a persone di qualsiasi gravità (ferite e/o decessi). *[Definizione AISCAT]*

M

Malfunzionamento: condizione funzionale delle misure di sicurezza diversa dalle condizioni di progetto e caratterizzata da una specifica probabilità che essa possa determinare una condizione di pericolo ed un conseguente danno.

Misure di sicurezza: Provvedimenti strutturali, impiantistici, gestionali, mirati a ridurre la probabilità di accadimento e/o conseguenze di eventi incidentali.

Misure di sicurezza integrative: Provvedimenti complementari che integrano i requisiti minimi di sicurezza e sono finalizzati al perseguimento di un minore livello di rischio per le gallerie che presentano caratteristiche speciali rispetto ai parametri di sicurezza, tali da determinare condizioni di maggiore potenziale pericolo.

Morti: persone a cui siano derivate a seguito di incidente lesioni tali da provocarne il decesso all'atto dell'incidente o comunque entro trenta giorni. *[Definizione AISCAT]*

P

Pericolo: Condizione o stato potenzialmente in grado di produrre danni all'uomo o all'ambiente.

Persone coinvolte in incidenti: persone a cui siano derivati traumi, di qualsiasi gravità, a seguito di incidente. *[Definizione AISCAT]*

Popolazione esposta: Insieme costituito dagli utenti, dal personale di esercizio, dal personale addetto al soccorso.

Prevenzione: Misure ed azioni intese a ridurre la probabilità di accadimento di un evento pericoloso.

R

Rischio: Probabilità che un singolo individuo, un gruppo di individui, un determinato bene o comparto ambientale subisca effetti negativi di data natura ed entità a causa di uno specifico pericolo.

Requisiti minimi di sicurezza: Provvedimenti strutturali, infrastrutturali ed impiantistici necessari a garantire il livello globale di sicurezza associato alla soglia di rischio tollerabile.

S

Sequenza incidentale: Sequenza di eventi che descrivono la "storia" dell'incidente a partire dall'evento iniziatore fino al danno finale.

T

Tasso: rapporti tra il numero di incidenti, incidenti mortali, persone coinvolte, morti e le percorrenze relativamente svolte nel periodo dalle unità veicolari (espresse in centinaia di milioni di veic.-km).

V

Veicoli leggeri: si intendono i motocicli e gli autoveicoli a due assi con altezza da terra, in corrispondenza dell'asse anteriore, inferiore a 1,30 m. *[Definizione AISCAT]*

Veicoli pesanti: si intendono sia gli autoveicoli a due assi con altezza da terra, in corrispondenza dell'asse anteriore, superiore a 1,30 m., sia tutti gli autoveicoli a tre o più assi. *[Definizione AISCAT]*

Veicoli effettivi: è il numero di tutte le unità veicolari - siano esse autovetture, autocarri, motrici, autotreni, autoarticolati o autosnodati - entrate in autostrada, a prescindere dai chilometri percorsi. *[Definizione AISCAT]*

Veicoli chilometro: sono i chilometri complessivamente percorsi dalle unità veicolari entrate in autostrada. *[Definizione AISCAT]*

Veicoli teorici (o TGMT): sono le unità veicolari che idealmente, percorrendo l'intera autostrada, danno luogo nel complesso a percorrenze pari a quelle ottenute realmente (veicoli chilometro di cui sopra); il numero di tali veicoli è definito dal rapporto tra i veicoli-chilometro e la lunghezza dell'autostrada. *[Definizione AISCAT]*

5. INTRODUZIONE

5.1. Storia del Progetto

Nell'introduzione si ritiene opportuno fare un minimo accenno alla "storia del progetto" al fine di meglio inquadrare il contesto e l'importanza dell'opera.

La presente Analisi di Rischio analizza la Galleria Capo Noli, costituente l'opera principale della variante di tracciato alla S.S.1 Aurelia presso Capo Noli finalizzata a bypassare, in galleria, Capo Noli.

La progettazione dell'opera è stata affidata a Infrastrutture Liguria S.r.l. da parte della Regione Liguria; a seguito della convenzione siglata in data 4 dicembre 2009 fra ANAS S.p.a. e Regione Liguria i progetti Preliminare e Definitivo saranno approvati da ANAS S.p.a. che provvederà alla realizzazione dell'opera.

L'iniziativa della Regione nasce dalla esigenza, fortemente sentita a livello locale, di garantire la transitabilità in sicurezza del tratto di Aurelia che attraversa Capo Noli, interessato da eventi franosi che hanno imposto, anche di recente, periodi di chiusura e che isolano i due comuni di Noli e Finale. A tale aspetto si somma l'ottica di recupero del tracciato dismesso nell'ambito di un progetto di collaborazione tra Regione Liguria e la Soprintendenza per i Beni Archeologici per la Liguria per la valorizzazione paesistica del tracciato storico dell'Aurelia nel tratto ligure.

Il Progetto Preliminare è stato approvato in data 7 Ottobre 2010 dal Dipartimento Programmi Regionali, Porti, Trasporti, Lavori pubblici ed Edilizia - Settore Infrastrutture Viabilità Porti e Logistica ed in data 30 novembre 2010 da ANAS.

Per quanto riguarda la progettazione della sicurezza in galleria, il Progetto Preliminare è stato redatto in piena conformità alla componente prescrittiva delle "Linee Guida per la progettazione della sicurezza nelle Gallerie Stradali" edite da ANAS nel 2009.

Secondo quanto già condiviso con Regione Liguria ed ANAS nel corso dell'incontro del 19 maggio 2010, ai fini dello sviluppo del Progetto Definitivo Infrastrutture Liguria ha quindi affidato a FINELCO S.r.l. la redazione del presente documento di Analisi di Rischio.

5.1.1 Cenno sulle varianti di Progetto Preliminare della tratta di Capo Noli

La variante fuorisede alla S.P.1 Aurelia interessa il tratto compreso fra le progressive 590+300 e 591+750 interamente appartenente al Comune di Noli; il nuovo asse di progetto ha una lunghezza di 1.009 m, la galleria naturale in progetto, di seguito denominata Galleria Capo Noli, ha uno sviluppo complessivo di circa 800 m, il Progetto Preliminare indicava uno sviluppo di 777, tuttavia affinamenti progettuali successivi hanno incrementato lo sviluppo delle artificiali di imbocco (in particolare sull' imbocco lato Finale dove si è attribuita all'artificiale di imbocco una funzione paramassi), ai fini della presente Analisi di Rischio si assume, pertanto, che la galleria, intesa ai fini dell'Analisi di Rischio come naturale più artificiali di imbocco, risulta svilupparsi tra le progressive 0+117 e 0+931 ed ha uno sviluppo di 814 m.

Per il tronco di variante è stata scelta, l'attribuzione alla Categoria C - Strada extraurbana secondaria, delle soluzioni base di sezione trasversale fornite dalla norma, il Progetto Preliminare prevedeva la tipologia denominata C1, caratterizzata da corsie di larghezza 3,75 m e banchine di larghezza 1,50 m, mentre per il Progetto Definitivo si è scelto di sviluppare una sezione di tipo C2 caratterizzata da corsie di larghezza 3,50 m e banchine di larghezza 1,25 m, in coerenza con quanto riportato nella nota ANAS del 7 marzo 2011.

Gli elementi planimetrici che caratterizzano il tracciato in galleria sono due curve circolari: la curva 1 è di raggio relativamente grande (R = 450 m) e sviluppo notevole, mentre la curva 2 ha raggio (R = 150 m) e sviluppo ridotti. Fra le due curve, e le rispettive clotoidi in entrata ed uscita, è interposto un elemento rettilineo. La zona di raccordo con l'asse esistente lato Noli è rappresentata da un rettifilo che precede la curva 1, mentre lato Finale il raccordo con il viadotto esistente coincide con la clotoide in uscita della curva 2.

Il profilo longitudinale di tracciato è caratterizzato da tre livellette raccordate mediante raccordi verticali parabolici:

- livelletta 1: prosegue la pendenza dell'esistente lato Noli (3,35%);
- livelletta 2: coincide per la quasi totalità con lo sviluppo della galleria, ha pendenza pari al 2%;
- livelletta 3: realizza il raccordo lato Finale proseguendo la pendenza del viadotto (5,27%).

La galleria in progetto ha una sezione tipo funzionale di intradosso conforme a quanto previsto dalle norme tecniche “Caratteristiche geometriche e funzionali delle gallerie (ANAS 2009)” per la sezione di riferimento vale quanto sopra riportato, dalla progressiva 0+852 (0 +840 nel Progetto Preliminare) alla progressiva 0+ 913 la galleria presenta invece una sezione allargata di 60 cm per tenere conto delle esigenze legate sia all’iscrizione in curva che della visibilità secondo il D.M. 2001.”

In merito alle misure strutturali per la sicurezza in galleria il Progetto Preliminare, vista la favorevole conformazione del capo rispetto al tracciato di variante in progetto, prevedeva la realizzazione di due uscite dirette verso l’esterno a interdistanza inferiore a 300 m, con le seguenti caratteristiche:

- Cunicolo 1 con accesso posto alla progressiva 0+410, di lunghezza pari a 210,0 m e pendenza longitudinale 5,4% in salita nel senso di esodo;
- Cunicolo 2 con accesso posto alla progressiva 0+668, di lunghezza pari a 98,3 m e pendenza longitudinale 6,1% in salita nel senso di esodo.

Entrambi i cunicoli di esodo verso l’esterno conducono all’aperto lungo l’Aurelia esistente, ciò è stato ritenuto compatibile con le previsioni di chiusura al traffico e di possibile riutilizzo a fini turistici, mentre si ritiene nulla la probabilità di interazione con i potenziali dissesti del fronte lungo il Capo.

La progettazione degli impianti, anch’essa sviluppata in ottemperanza a quanto contenuto nelle “Linee Guida per la progettazione della sicurezza nelle Gallerie Stradali” (ANAS 2009), di seguito sono elencate le dotazioni impiantistiche previste a livello di Progetto Preliminare:

- impianto di illuminazione aree esterne;
- impianto di illuminazione di rinforzo;
- impianto di illuminazione permanente e di emergenza;
- Impianto di illuminazione di sicurezza;
- impianto idrico antincendio;
- impianti elettrici:
  - alimentazione ordinaria,
  - alimentazione di riserva (Gruppo elettrogeno),
  - energia di emergenza in continuità assoluta (UPS),
- impianti di comunicazione, sicurezza ed antincendio:
  - impianto segnaletica verticale di emergenza,
  - impianto di comunicazione agli utenti (PMV),
  - impianto indicatori di disponibilità corsia,
  - impianto SOS (stazioni di emergenza),
  - impianto conteggio e classificazione veicoli,
- impianti di allestimento Vie di Fuga:
  - impianto illuminazione di emergenza Vie di Fuga,
  - impianto pressurizzazione Vie di Fuga,
  - impianto TVcc Vie di Fuga,
  - impianto SOS (stazione di emergenza) Vie di Fuga,
- impianto di supervisione e controllo.

5.2. Premessa

Il tratto di cui è prevista la realizzazione della nuova galleria Capo Noli:

1. andrà a costituire una via alternativa alla strada che costeggia Capo Noli, tratta particolarmente soggetta a frane; pertanto la nuova realizzazione costituisce di per se una alternativa più sicura per gli utenti rispetto l'odierno tracciato;

2. il tratto non si trova sulla rete TEN - rete autostradale transeuropea -, pertanto non è soggetta al dal Decreto Legislativo 5 Ottobre 2006, n 264 "Attuazione della direttiva 2004/54/CE [Rif. 2] in materia di sicurezza per le gallerie della rete autostradale transeuropea";

3. è di competenza Anas pertanto soggetta alle linee guida ANAS Novembre 2009;

4. non è un tratto ad alto tasso di incidentalità, secondo i dati forniti dalla Provincia di Savona e dalla Polizia Locale **– da verificare prima di procedere alle successive fasi di progettazione** -;

5. è un tratto dove non vi sono dati ufficiali relativi ai transiti di merci pericolose. E' comunque plausibile pensare che non vi sia un transito di Merci Pericolose rilevante, in quanto siamo in assenza di insediamenti produttivi, inoltre i comuni a monte e a valle della galleria sono facilmente accessibili dall'autostrada della Fiori. Pertanto la curva FN di seguito elaborata, si basa sui dati a disposizione, in particolare:
    - i dati traffico forniti dalla Provincia di Savona;
    - i dati relativi al TRANSITO MERCI PERICOLOSE (di seguito TMP) sono forniti dalla Municipale, basati sull'esperienza – non esistono studi di traffico -; in particolare è stato considerato un transito medio giornaliero di 5,5 veicoli/giorno, per il trasporto locale di GPL e rifornimento carburante (mediamente 100 rifornimenti/anno);
    - negli ultimi 5 anni alla Municipale non risultano incidenti con mezzi per il TMP coinvolti;
    - i dati relativi alla differenza di pressione tra i due imbocchi non sono disponibili, si ipotizza una velocità dell'aria all'interno della galleria pari a 3 m/sec

Si raccomanda di verificare i dati relativi ai transiti, oltre alla presunta differenza di pressione tra gli imbocchi, prima di procedere alle successive fasi di progettazione.

5.3. Scopo

La galleria in fase di Progettazione Preliminare è stata dotata di due vie di fuga pedonali, dato l'elevato costo della realizzazione in un contesto ove il tasso di traffico e incidentalità non è significativo, lo scopo è di verificare se prevedendo una sola via di esodo e introducendo misure compensative meno onerose, il livello di sicurezza della galleria risulta accettabile. Ovvero si andrà a verificare se, con l'introduzione di misure compensative ma con la realizzazione di una sola via di esodo, il livello di sicurezza della galleria rientrerà all'interno dell'area di accettabilità secondo la metodologia prevista dal D.Leg. 264/2006 ripresa ed applicata dalle Linee guida ANAS 2009 anche su tratte non soggette a decreto.

I risultati della presente Analisi di Rischio potranno fornire al committente finale tutti gli strumenti per poter operare una scelta.

5.4. Obiettivi

Si è redatto lo studio di rischio per la **Galleria Capo Noli** sulla base del **Progetto Preliminare e varianti successive – 'Doc. di Rif._5'-** dell'infrastruttura allo scopo di valutare il livello di sicurezza della stessa con una via di fuga introducendo **misure compensative**.

L'obiettivo di questa prima parte è di illustrare la metodologia utilizzata ed i criteri impiegati per la valutazione del criterio di sicurezza della galleria.

6. LA METODOLOGIA DI ANALISI DI RISCHIO

6.1. Introduzione

La Metodologia applicata è secondo D.Leg. 264/2006 e applicata anche sulle strade Anas non soggette a Decreto, come riportato nelle linee Guida ANAS.

6.1.1 Schema generale

L'analisi di rischio è un processo che ha l'obiettivo di fornire una rappresentazione formale della **possibilità di danno di un sistema** ed, in ultima analisi, di fornire le informazioni necessarie per una verifica documentata, motivata e giustificabile della rispondenza delle scelte di progetto agli obiettivi di rischio prefissati.

Poiché il rischio è definito da probabilità (o frequenza) di eventi e da loro conseguenze, l'analisi di rischio implica la definizione dell'insieme degli eventi possibili, oggetto dell'analisi, la valutazione della loro probabilità (o frequenza) e la determinazione delle loro conseguenze. Tecniche di analisi logico - probabilistiche e tecniche di analisi fenomenologiche sono quindi entrambe costituenti essenziali di ogni metodologia di analisi di rischio.

La figura 1. illustra le fasi principali nella quale è scomposta in linea generale l'analisi di rischio.

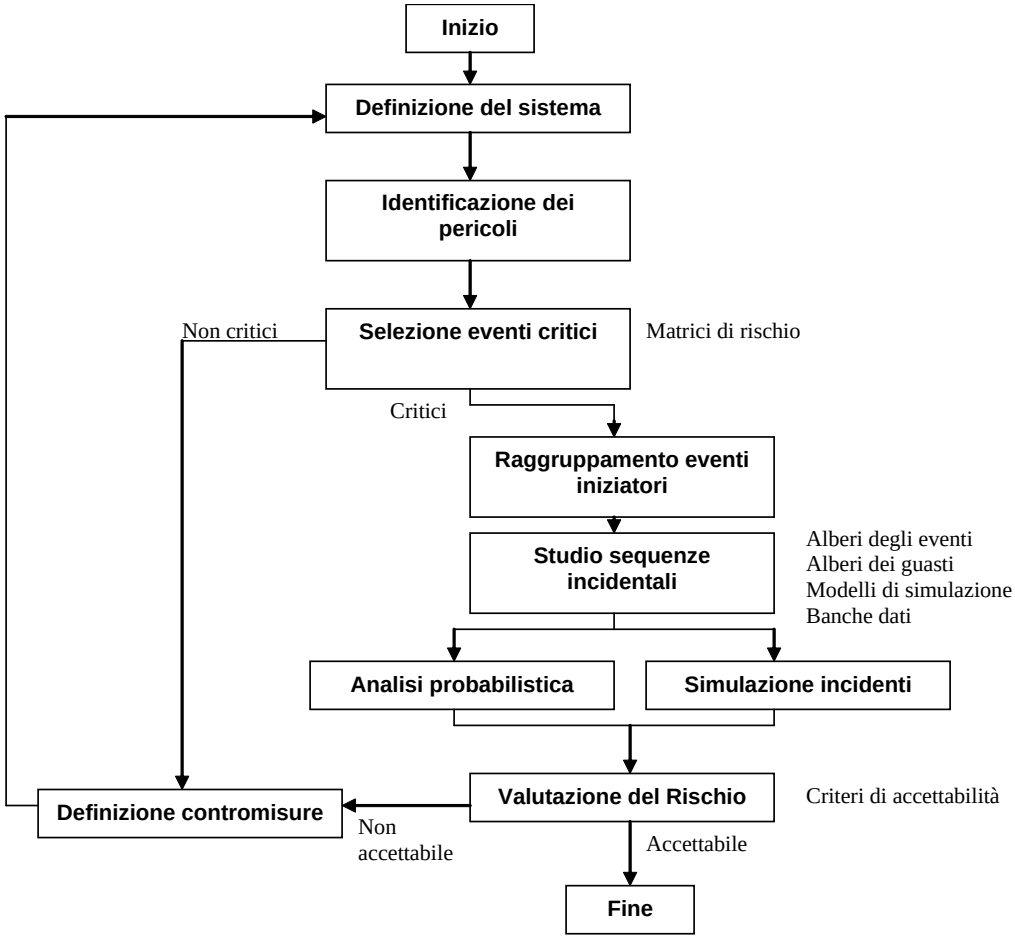


Figura 1: Schema generale analisi di rischio

6.1.2 Definizione di rischio

Il rischio è correntemente un concetto composto, che nasce dall'associazione di due definizioni più semplici:

- Il concetto di danno o perdita;
- Il concetto di incertezza o possibilità del verificarsi del danno stesso.

Il rischio può essere definito genericamente come ˝possibilità di danno˝.

L'analisi di rischio è un processo che ha l'obiettivo di fornire una rappresentazione formale delle possibilità di danno di un sistema ed, in ultima analisi, di fornire le informazioni necessarie per una verifica documentata, motivata e giustificabile della rispondenza delle scelte di probabilità (o frequenza) e la determinazione delle loro conseguenze.

Tecniche di analisi logico, probabilistiche e tecniche di analisi fenomenologiche sono costituenti essenziali, della metodologia di analisi di rischio.

6.1.3 La valutazione

La valutazione del rischio e il processo decisionale consentono di fornire una stima quantitativa dei due aspetti costituenti il rischio: il grado di probabilità del verificarsi di un determinato tipo di danno e l'entità del danno stesso.

La combinazione di queste due conduce alla quantificazione del rischio che confrontato con gli **obiettivi di sicurezza prefissati (criteri di accettabilità)** porta all'identificazione delle aree e sistemi che necessitano di ulteriori sistemi di prevenzione e/o protezione affinché il rischio dell'attività soddisfi i criteri di accettabilità prefissati per l'area stessa.

L'Analisi di Rischio non deve essere vista unicamente come strumento di verifica di rispondenza del progetto agli obiettivi (di rischio) imposti da normative o standard di riferimento ma soprattutto come strumento che mira a fornire indicazioni della "verosimiglianza" di determinate conseguenze nell'ambito di una realtà che può evolvere secondo molteplici percorsi.

6.2. Definizione del sistema

La base dell'analisi di rischio è la **completa e approfondita conoscenza del funzionamento normale del sistema**, mediante la comprensione dell'interdipendenza funzionale dei vari sottoinsiemi.

Nella definizione dell'oggetto dell'analisi, si dovrà caratterizzare il sistema in modo accurato (layout, impianti, componenti, sistema di controllo, procedure operative, ecc.), il sito in cui il sistema è collocato (meteorologia, demografia, presenza di infrastrutture, ecc.) le informazioni sulle procedure di gestione e di manutenzione, definizione dei "contorni" del sistema.

L'individuazione del soggetto dell'analisi è svolta attraverso la descrizione del sistema galleria sotto i seguenti aspetti:

- **Presentazione generale** della galleria e sua localizzazione;
- Descrizione dell'**ambiente** circostante (contesto sociale, naturale e geologico)
- Caratteristiche delle **opere civili**;
- Caratteristiche degli **impianti**;
- Dati di **traffico e dell'incidentalità** della tratta nella quale si inserirà l'opera in progetto;
- Sintesi delle **misure di gestione** (descrizione dell'organizzazione del Gestore e misure atte a garantire la gestione dell'infrastruttura in situazione ordinaria e di emergenza).

6.3. Definizione quantitativa del rischio

6.3.1 Definizione delle sequenze incidentali

Per ogni evento ritenuto significativo e rappresentativo si delineano le sequenze incidentali che questo potrebbe comportare costruendo una struttura logica ad albero che descrive tutti i possibili scenari di incidente che possono derivare dall'evento, **a seconda che i sistemi di protezione e mitigazione intervengano correttamente o meno**. In questo modo si ottiene una descrizione delle possibili "storie" dell'incidente, al fine di caratterizzare ciascuna con una frequenza di accadimento ed un danno.

A tal fine lo schema seguente mostra il cosiddetto diagramma a farfalla che sintetizza l'insieme delle sequenze incidentali possibili in funzione del tipo di cause e di elemento aggravante.

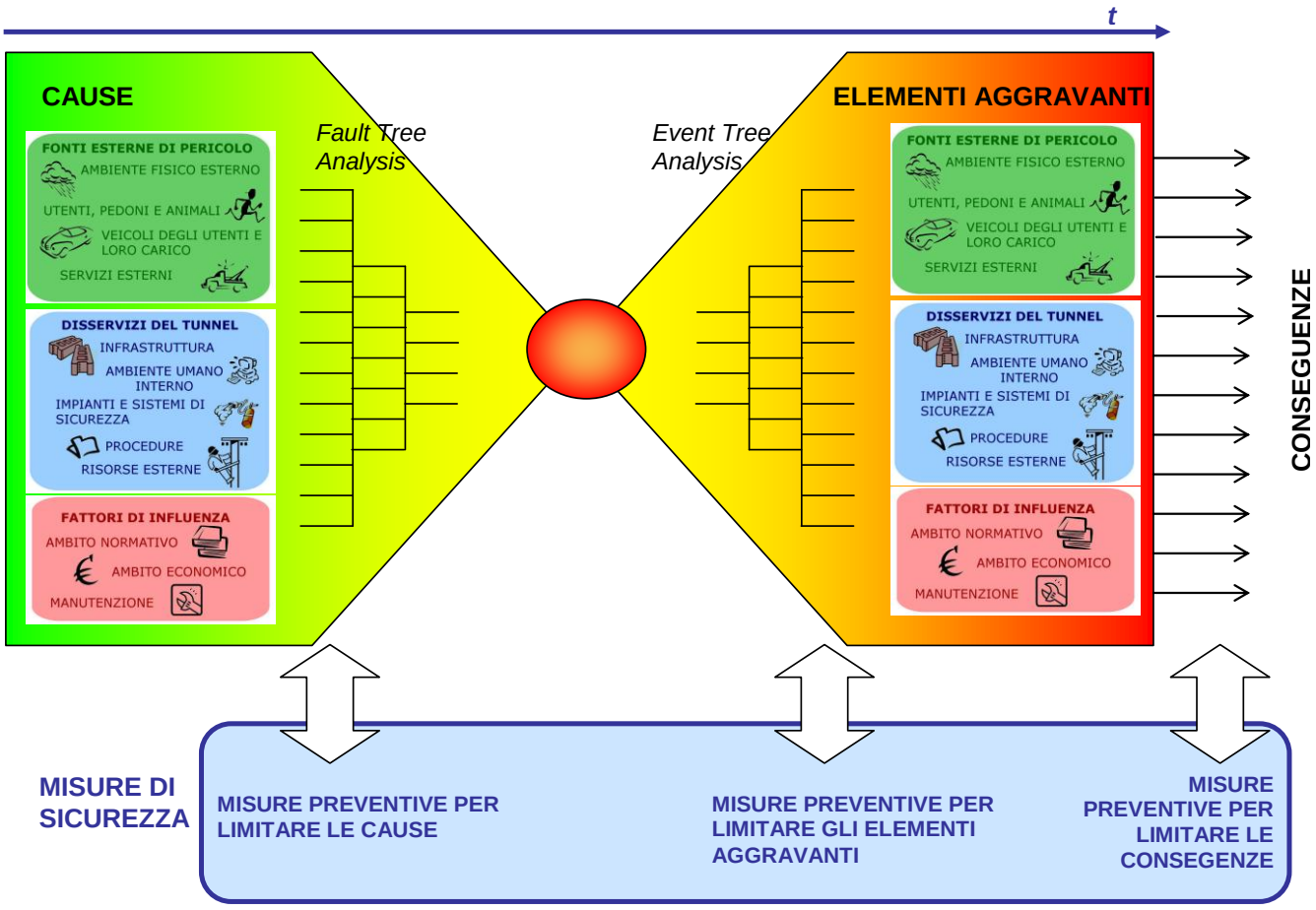


Figura 2: Diagramma a farfalla

6.3.2 Fault Tree Analysis (FTA)

La tecnica comunemente detta "ad albero di guasto" si basa sulla costruzione di un modello grafico che mostra combinazioni di guasti che hanno per risultato una specifica situazione negativa prescelta come oggetto dell'analisi.

L'albero dei guasti è un albero logico, in logica booleana, costituito da operatori logici descriventi un evento sistemico (Evento Top) in termini delle sue cause elementari (Eventi Primari); inoltre esso:

- è una metodologia deduttiva (risponde alla domanda "Perché accade un certo evento?");
- è un metodo statico (permette di analizzare il malfunzionamento del sistema in una singola fase operativa);
- permette un' analisi Quantitativa; cioè la determinazione della probabilità di guasto del sistema, sia essa Affidabilità o Indisponibilità;

- considera il guasto multiplo, cioè individua le cause del malfunzionamento del sistema sia come eventi elementari singoli che come combinazione di più guasti o errori;
- considera COMMON CAUSE of FAILURES CCF (incendi, allagamenti, vibrazioni, umidità, stesso fabbricante), cioè tutti quegli eventi che possono da soli compromettere contemporaneamente la funzionalità di più componenti.

In genere si ricorre all'albero dei guasti per descrivere il mal funzionamento di un sistema, che indichiamo col TOP EVENT in termini di combinazioni di guasti dei componenti elementari che lo costituiscono, in termini di errori umani o del software di gestione o anche in termini di eventi esterni al sistema (incendi, fulmini, allagamenti, …). Riferito ad una singola fase operazionale o ad una transizione di fase, in pratica il fault tree è un metodo sistematico per l'individuazione e la descrizione delle cause di mal funzionamento, ed è, inoltre, un modello logico del sistema in condizioni deteriorate. Il Top Event viene spiegato ricorsivamente mediante eventi più elementari messi in relazione da operatori logici booleani (AND, OR, NOT). Questo processo termina quando tutti gli eventi intermedi sono stati descritti in termini di eventi elementari o primari indipendenti statisticamente tra di loro e caratterizzabili in termini affidabilistici.

In assenza di dati sulle caratteristiche dei singoli componenti degli impianti, ed essendo la FTA onerosa per un sistema complesso, si descrive il mal funzionamento del sistema attraverso il ritorno d'esperienza dopo aver suddiviso gli impianti per tipo di funzione (ad esempio rilevazione, comunicazione, ventilazione, illuminazione, ecc.).

6.3.3 Event Tree Analysis (ETA)

L'Albero degli Eventi rappresenta una metodologia di tipo induttivo che permette di studiare ed evidenziare le sequenze incidentali che si generano a seguito di un singolo evento iniziatore. Non è altro che una rappresentazione sintetica e discretizzata di tutte le possibili "storie" evolutive dell'incidente e che si diramano dall'accadimento dell'evento iniziatore a seconda che accadano o meno certi guasti dei sistemi di protezione o eventi fenomenologici.

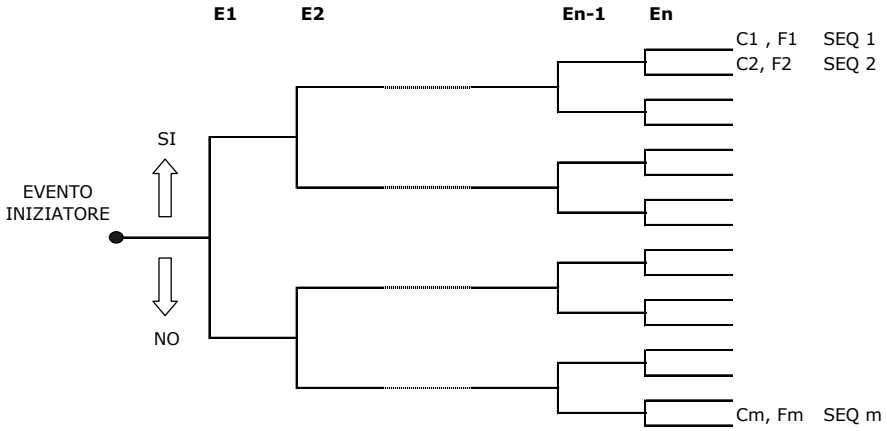


Figura 3: Albero degli eventi

Lo studio è di tipo logico/probabilistico in quanto discretizza in modo drastico la realtà in eventi macroscopici che possono accadere oppure non accadere (aspetto logico) generando sequenze incidentali alternative, che potranno essere caratterizzate in termini probabilistici (aspetto probabilistico). Dal punto di vista grafico l'albero appare come indicato in figura n°3.

Talvolta non tutte le sequenze sono plausibili pertanto si ricorrerà alla potatura dell'albero. Ai fini della potatura, per stabilire se un evento può accadere oppure no in un determinato contesto caratterizzato dagli eventi già accaduti sulla stessa sequenza, talvolta è sufficiente un giudizio qualitativo dell'analista, in altri casi è necessario ricorrere a strumenti molto più precisi, quale la simulazione di comportamento dell'impianto e dei fenomeni che in esso potrebbero realizzarsi, mediante opportuni modelli deterministici. Pertanto, pur essendo la metodologia di tipo logico qualitativo, questa necessita spesso del supporto di strumenti deterministici.

6.3.4 Stima delle frequenze di accadimento

La stima della frequenza di accadimento relativa alla sequenza incidentale richiede la determinazione della frequenza di accadimento dell'Evento Iniziatore e di tutte le probabilità condizionate degli eventi che completano la sequenza. Queste informazioni saranno tratte da banche dati commerciali oppure da informazioni **derivanti dall'esperienza sul tipo d'impianto**.

6.3.5 Stima delle conseguenze

Stima delle conseguenze, e quindi del danno, prevede invece la simulazione, mediante opportuni modelli, dei fenomeni incidentali delineati sull'albero degli eventi (rilascio di sostanza, dispersione, innesco, incendio, ecc.) al fine di delineare **l'estensione dell'area di danno** per ciascuna sequenza identificata, nonché stimare il danno relativo. L'approfondimento dell'analisi delle conseguenze è svolto nella parte 3 della seguente analisi di rischio.

6.3.6 Quantificazione del rischio

La quantificazione del rischio consente di operare un confronto tra il valore ricavato dall'analisi e gli obiettivi di sicurezza prefissati per l'attività oggetto dell'analisi. Tali obiettivi (criteri di accettabilità) possono derivare da requisiti normativi oppure da standard o linee guida di compagnie operatrici o di ingegneria. Questo confronto, unito ad una analisi di criticità dei vari fattori contribuenti al rischio valutato, porta infine all'identificazione delle aree/sistemi che necessitano di ulteriori sistemi di prevenzione e/o protezione affinché il rischio dell'attività oggetto dell'analisi soddisfi i criteri di accettabilità prefissati per l'attività stessa.

Con lo sviluppo dell'albero degli eventi e i risultati delle simulazioni si costruisce la **curva cumulata complementare** e rappresentata sul diagramma logaritmico

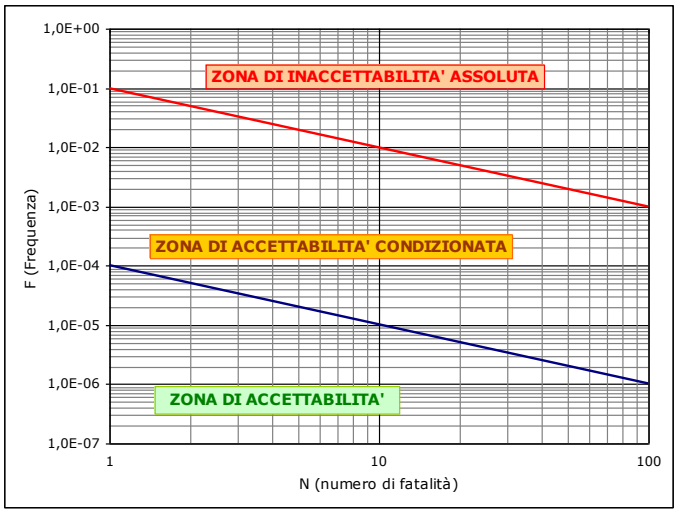


Figura 4: Diagramma ALARP

Il Decreto 264/06 definisce la posizione delle linee che delimitano le seguenti tre zone:

1. Area del rischio **"non accettabile"**. Un rischio che cade in questa regione non può essere giustificato in nessun caso;
2. Area del rischio **"accettabile"**. Qualora il rischio associato all'attività o opera in esame cada in questa regione, non sono necessari ulteriori indagini ed azioni in quanto il valore è da ritenersi accettabile;
3. **Area ALARP (As Low As Reasonably Practicable)**. Occorre svolgere ulteriori indagini e prevedere azioni mitigative al fine di ridurre, per quanto ragionevolmente praticabile, il valore di rischio, mettendo in opera misure di sicurezza integrative che assicurino un livello globale di sicurezza equivalente a quello della galleria virtuale associata.

Interventi sulla progettazione o sulla realizzazione di una modifica infrastrutturale importante possono avere ripercussioni di rilevo sulla gestione della struttura stessa, in termini di costi e modalità operative. In questo senso, l'analisi di rischio rappresenta lo strumento con cui quantificare i benefici attesi a seguito delle modifiche proposte e può essere utilizzata come strumento di supporto al processo decisionale, oltre che verifica del raggiungimento dei livelli minimi di sicurezza richiesti.

Il rischio viene altresì rappresentato come integrale della curva cumulata complementare tale valore è identificato come **Valore Atteso del Danno** (VAD).

FINELCO srl

ANAS S.p.A.

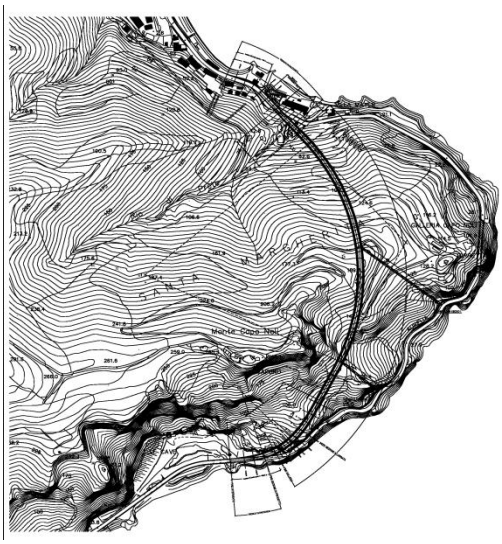
VARIANTE DI TRACCIATO ALLA S.P.1 AURELIA

CAPO NOLI

Località: Noli

GALLERIA CAPO NOLI

IN FASE DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE



ANALISI DI RISCHIO

Parte 1: Descrizione generale della galleria

Elaborazione: 11/03/2011

Revisione: 11/11/2011

Firenze PM/RR/PM/LB

Versione: V04

INDICE PARTE 1

1. SCHEDA DESCRITTIVA DELLA VARIANTE DI CAPO NOLI - GALLERIA CAPO NOLI 4

1.1. LOCALIZZAZIONE 4

1.1.1 Cenni Storici 6
1.1.2 Attuale Aurelia 6

1.2. PERCORSO DA GENOVA A VENTIMIGLIA 7

1.2.1 Aurelia da Genova a Ventimiglia 7
1.2.2 PERCORSO ALTERNATIVO A10_Autostrada dei Fiori da Savona a Ventimiglia . 7
1.2.3 Schema del tracciato autostradale 8

1.3. DISTANZE ENTI DI SOCCORSO 9

1.4. QUADRO GENERALE DI PROGETTO 10

1.4.1 Identificazione del contesto e del PROGETTO 12
1.4.2 Identificazione della galleria – PRESUPPOSTI DI PROGETTO + AFFINAMENTI SUCCESSIVI - 13
1.4.3 Caratterizzazione geometrica della galleria come da 'Doc. di Rif._5' 14
1.4.4 Sistema d'illuminazione – PRESUPPOSTI DI PROGETTO- 17
1.4.5 Sistema di ventilazione – PRESUPPOSTI DI PROGETTO- 18
1.4.6 Sistemi di comunicazione agli utenti – PRESUPPOSTI DI PROGETTO- 18
1.4.7 Sistemi di rilevazione e monitoraggio – PRESUPPOSTI DI PROGETTO- 19
1.4.8 Sistemi di erogazione idrica – PRESUPPOSTI DI PROGETTO- 19
1.4.9 Sistemi di Gestione e Controllo ANAS 20
1.4.10 Alimentazione elettrica – PRESUPPOSTI DI PROGETTO- 21
1.4.11 Comportamento al fuoco della struttura 22
1.4.12 Comportamento al fuoco dei dispositivi 23

1.5. CARATTERISTICHE AMBIENTALI 24

1.5.1 Descrizione del clima 24

2. DESCRIZIONE DELLA GESTIONE DELLA GALLERIA 26

2.1. PREMESSA 26

2.2. ORGANIZZAZIONE GENERALE 26

2.3. CENTRO OPERATIVO COMPARTIMENTALE 26

2.3.1 Premessa 26
2.3.2 Dotazioni del COC 26
2.3.3 Risorse umane 27
2.3.4 Compito del COC 27

2.4. IL SERVIZIO SU STRADA 27

3. ANALISI DEL TRAFFICO E DELL'INCIDENTALITA' 28

3.1. PREMESSA 28

3.2. ANALISI DEI DATI DI TRAFFICO 29

3.3. ANALISI DEI DATI DI TRAFFICO AISCAT 30

3.4. ANALISI DELL'INCIDENTALITÀ: TASSI INCEDENTALITÀ 31

4. Analisi dei possibili eventi critici 33
4.1. PREMESSA 33
4.2. VEICOLO IN PANNE 34
4.3. CODA ED ESODO 34
4.4. COLLISIONE DI UNO O PIÙ VEICOLI 35
4.5. INCENDIO 36
4.6. COINVOLGIMENTO DI UN TRASPORTO MERCI PERICOLOSE TMP 37

1. SCHEDA DESCRITTIVA DELLA VARIANTE DI CAPO NOLI - GALLERIA CAPO NOLI

Di seguito sarà brevemente descritta la localizzazione dell'opera, oltre alle caratteristiche impiantistiche e strutturali previste nel Progetto Preliminare e negli Allegati.

1.1. Localizzazione

La galleria in fase di progettazione si trova tra i Comuni di Noli e Finale Ligure con lo scopo di escludere dal tracciato in esercizio il percorso lungo Capo Noli particolarmente soggetto a frane.





Localizzazione Galleria Capo Noli.

1.1.1 Cenni Storici

Capo Noli è situato sull'Aurelia strada storica, una antica strada consolare **romana iniziata a metà del III secolo A.C.** che fu prolungta nel 109 A.C, dal console Æmilius fino alla Liguria, passando per Genova.

L'Imperatore Augusto ha continuato il tracciato, della Via Auralia attraversando l'attuale frontiera italo-francese a Ventimiglia poi entrando in Gallia e raggiungendo Arelate (Arles).

La Via Aurelia ha modernizzato la comunicazione tra la penisola italiana, la Gallia e l'Hispania (l'attuale Spagna), prima collegate da la Via Domitia, la quale aveva come inconveniente quello di passare le Alpi al colle del Monginevro, situato a 1800 metri d'altitudine.

Da Roma ad Arles, la Via Aurelia percorreva 1000 km e costituiva uno degli assi più importanti dell' Impero Romano collegando le allora principali città : Civitavecchia al km 71, Pisa al km 336, Lucca al km 351, Viareggio al km 367, Genova al km 501, Savona al km 546, Sanremo al km 640, Nizza al km 687, Frejus al km 742, Tolone al km 827 e Marsiglia al km 880.

1.1.2 Attuale Aurelia

L'attuale Aurelia corrisponde alla S.S 1 ex S.P 1 mantenendo il primato come una delle principali arterie stradali nazionali. Collega Roma con la Francia seguendo la costa del mar Tirreno e del mar Ligure, toccando nove capoluoghi di provincia oltre a importanti località turistiche. **Solo il tratto tra Civitavecchia a Rosignano Marittimo fa parte della strada europea E80.**

1.2. Percorso Da Genova a Ventimiglia

1.2.1 Aurelia da Genova a Ventimiglia

Il tratto di Aurelia che percorre la Riviera di Ponente è profondamente diverso da quello di Levante; anziché spingersi all'interno, la strada si mantiene vicina al mare, attraversando i numerosi centri costieri. Le uniche asperità sono rappresentate dai vari promontori che formano il profilo costiero della riviera, alla sommità dei quali la strada sale, il più delle volte con pendenze non eccessive, per poi scollinare e scendere sul versante opposto. Per tutto questo tratto l'Aurelia è pressoché parallela all'autostrada dei Fiori, che percorre l'immediato entroterra.

Oltre ai quartieri occidentali di Genova (Sampierdarena, Cornigliano, Sestri Ponente, Pegli, Pra' e Voltri), la strada tocca i due capoluoghi di provincia Savona e Imperia, e tutti i centri costieri della riviera, alcuni dei quali Varazze, Albisola Superiore, Albissola Marina, Noli, Finale Ligure, Pietra Ligure Loano, Albenga, Alassio, Andora, Diano Marina, Sanremo, Bordighera e Ventimiglia. La maggior parte di essi non è provvista di una variante o di una tangenziale che ne eviti l'attraversamento, esclusa Albenga.

Qualche chilometro oltre Ventimiglia, in località Ponte San Luigi (dov'è posto il confine di Stato con la Francia) la Strada Statale 1 Via Aurelia ha termine, dopo quasi 700 chilometri di sviluppo. La strada prosegue in territorio transalpino, con il nome di *Route Nationale 7*.

1.2.2 PERCORSO ALTERNATIVO A10_Autostrada dei Fiori da Savona a Ventimiglia

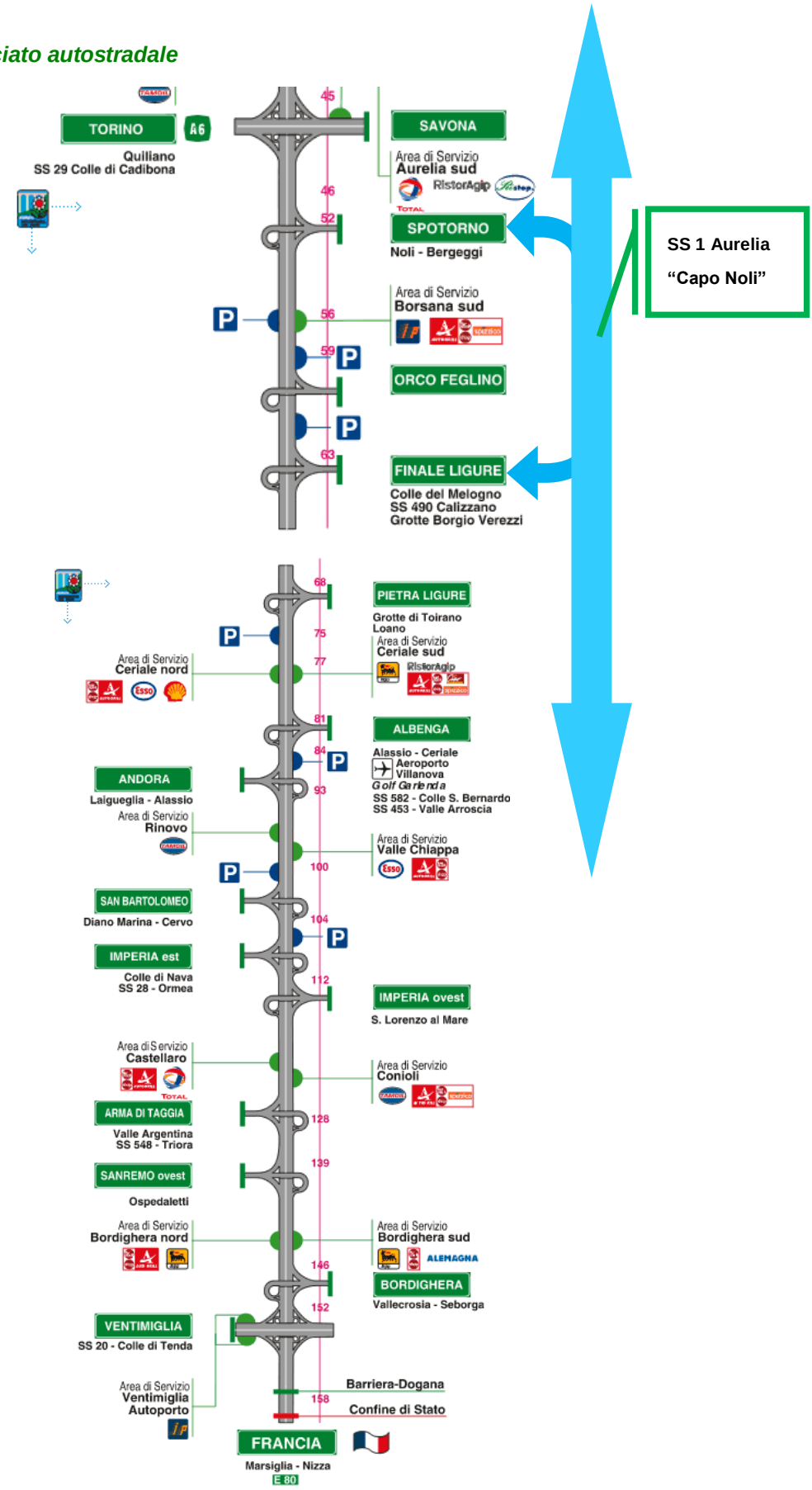
L'Autostrada A10, conosciuta anche come Autostrada dei Fiori o AutoFiori, corre interamente in territorio ligure, collegando Savona a Ventimiglia (Confine di Stato) da dove prosegue come Autostrada A8 in territorio francese. La rete autostradale in concessione ad Autostrada dei Fiori S.p.A. conta 90 viadotti, 67 gallerie e 11 aree di sosta sviluppandosi per una lunghezza totale di circa 113,3 km a cui vanno aggiunti altri tratti minori di collegamento con la viabilità esterna. L'autostrada fa parte, per tutta la sua estensione, della Strada Europea E80.

La tratta fra Savona e il confine di Stato, realizzata alla fine degli anni '60, è completamente nuova, e quindi costituita da due carreggiate affiancate a 2 corsie per senso di marcia ed aperta al traffico nel 1971.

L'autostrada A10 conta quindici stazioni d'ingresso tra cui, nel caso specifico **Finale Ligure e il casello di Spotorno che garantiscono la via alternativa dell'Aurelia nel tratto di Capo Noli.**

L'autostrada A10, superata Savona, tocca le città di **Spotorno**, Orco Feligno, **Finale Ligure**, Pietra Ligure, Albenga, Andora, San Bartolomeo, Imperia, Arma di Taggia, Sanremo, Bordighera e Ventimiglia. Dopo 6 Km da quest'ultimo svincolo, all'interno della galleria Cima della Girauda, vi è il confine di stato con la Francia.

1.2.3 Schema del tracciato autostradale



1.3. Distanze Enti di soccorso

Distanza comando VVF lato Noli	Comando di Savona – presso il casello A10 - Km 17 circa all'imbocco Tempi medi di intervento 20 minuti dalla chiamata.			
Distanza comando VVF lato Finale Ligure	Distaccamento di Finale- presso il casello A10 – Km 7 circa all'imbocco Tempi medi di intervento 20 minuti dalla chiamata.			
Distanza comando servizi di pubblica sicurezza lato Noli	Comune di Noli – Polizia Municipale Km 2 circa			
Distanza comando servizi di pubblica sicurezza lato Finale Ligure	Comune di Noli – Polizia Municipale Km 2 circa			
Distanza servizio pronto intervento sanitario Lato Noli	Croce Bianca di Noli Km 2 circa; Auto Medica di Savona SS1 km 17 circa (A10 km 19 circa). Tempi medi di intervento 10 minuti dalla chiamata.			
Distanza servizio pronto intervento sanitario Lato Finale Ligure	Croce Bianca di Borgio Km 6 circa; Croce Bianca e e Croce Verde di Finale Ligure Km 6 circa; Auto Medica di Pietra Ligure SS1 km 15 circa (A10 km 19 circa) Tempi medi di intervento 10 minuti dalla chiamata.			
Distanza struttura sanitaria attrezzata per l'emergenza Lato Noli	Ospedale S. Paolo di Savona – sede della centrale operativa- Km 19 circa			
Distanza struttura sanitaria attrezzata per l'emergenza lato Finale Ligure	Ospedale di Pietra Ligure SS1 Km 15 circa (A10 km 19 circa)			
Distanza aeroporto-eliporto	Vi sono 2 eliporti Genova e Albenga Tempi medi di intervento 25 m dalla chiamata.			
Viabilità alternativa	Si☒	No❑		
Tipologia viabilità alternativa	Autostradale – A10		Stradale S.P.45 – percorrendo Finale, Manie, Noli	
Centro abitato prossimo alla struttura	Lato Est	Noli	Lato Ovest	Finale L.
Densità media di popolazione nella zona di influenza dei portali	Portale 1 Noli (abitanti /km2)		Portale 2 Finale Ligure (abitanti /km2)	
	301		361	

1.3.1.1 Fonti dati

- **Informazioni e Tempi di percorrenza**, riunione con gli enti di soccorso presso Comune di Noli il 15 02 2011, vedi verbale riunione allegato alla presente ;
- **Densità media popolazione** *www.linktour.it*

1.4. Quadro generale di Progetto

Di seguito sono elencate le caratteristiche strutturali e impiantistiche previste in fase di progettazione Preliminare e successivi affinamenti progettuali di seguito riportati :

- il PP prendeva in considerazione una galleria di Categoria C sezione Tipo 1, mentre con nota ANAS del 7 marzo 2011, che si allega, il PD sarà sviluppato secondo una Sezione Tipo 2;
- l'affinamento progettuale ha portato a rivedere le lunghezze delle artificiali di imbocco allungano la galleria di circa 50m rispetto al PP.

In dettaglio di seguito si elancano le variazioni al Progetto Preliminare :

"La variante fuorisede alla S.P.1 Aurelia interessa il tratto compreso fra le progressive 590+300 e 591+750 interamente appartenente al Comune di Noli; il nuovo asse di progetto ha una lunghezza di 1.009 m, la galleria naturale in progetto, di seguito denominata Galleria Capo Noli, ha uno sviluppo complessivo di circa 800 m, il Progetto Preliminare indicava uno sviluppo di 777, tuttavia affinamenti progettuali successivi hanno incrementato lo sviluppo delle artificiali di imbocco (in particolare sull' imbocco lato Finale dove si è attribuita all'artificiale di imbocco una funzione paramassi), ai fini della presente Analisi di Rischio si assume, pertanto, che la galleria, intesa ai fini dell'Analisi di Rischio come naturale più artificiali di imbocco, risulta svilupparsi tra le progressive 0+117 e 0+931 ed ha uno sviluppo di 814 m.

Per il tronco di variante è stata scelta, l'attribuzione alla Categoria C - Strada extraurbana secondaria, delle soluzioni base di sezione trasversale fornite dalla norma, il Progetto Preliminare prevedeva la tipologia denominata C1, caratterizzata da corsie di larghezza 3,75 m e banchine di larghezza 1,50 m, mentre per il Progetto Definitivo si è scelto di sviluppare una sezione di tipo C2 caratterizzata da corsie di larghezza 3,50 m e banchine di larghezza 1,25 m, in coerenza con quanto riportato nella nota ANAS del 7 marzo 2011.

Gli elementi planimetrici che caratterizzano il tracciato in galleria sono due curve circolari: la curva 1 è di raggio relativamente grande (R = 450 m) e sviluppo notevole, mentre la curva 2 ha raggio (R = 150 m) e sviluppo ridotti. Fra le due curve, e le rispettive clotoidi in entrata ed uscita, è interposto un elemento rettilineo. La zona di raccordo con l'asse esistente lato Noli è rappresentata da un rettifilo che precede la curva 1, mentre lato Finale il raccordo con il viadotto esistente coincide con la clotoide in uscita della curva

Il profilo longitudinale di tracciato è caratterizzato da tre livellette raccordate mediante raccordi verticali parabolici dove la livelletta 2: coincide per la quasi totalità con lo sviluppo della galleria, ha pendenza pari al 2%.

La galleria in progetto ha una sezione tipo funzionale di intradosso conforme a quanto previsto dalle norme tecniche "Caratteristiche geometriche e funzionali delle gallerie (ANAS 2009)" per la sezione di riferimento vale quanto sopra riportato, dalla progressiva 0+852 (0 +840 nel Progetto Preliminare) alla progressiva 0+ 913 la galleria presenta invece una sezione allargata di 60 cm per tenere conto delle esigenze legate sia all'iscrizione in curva che della visibilità secondo il D.M. 2001."

In merito alle misure strutturali per la sicurezza in galleria il Progetto Preliminare, vista la favorevole conformazione del capo rispetto al tracciato di variante in progetto, prevedeva la realizzazione di due uscite dirette verso l'esterno a interdistanza inferiore a 300 m, con le seguenti caratteristiche:

- Cunicolo 1 con accesso posto alla progressiva 0+410, di lunghezza pari a 210,0 m e pendenza longitudinale 5,4% in salita nel senso di esodo;
- Cunicolo 2 con accesso posto alla progressiva 0+668, di lunghezza pari a 98,3 m e pendenza longitudinale 6,1% in salita nel senso di esodo.

Entrambi i cunicoli di esodo verso l'esterno conducono all'aperto lungo l'Aurelia esistente, ciò è stato ritenuto compatibile con le previsioni di chiusura al traffico e di possibile riutilizzo a fini turistici, mentre si ritiene nulla la probabilità di interazione con i potenziali dissesti del fronte lungo il Capo.

La progettazione degli impianti, anch'essa sviluppata in ottemperanza a quanto contenuto nelle "Linee Guida per la progettazione della sicurezza nelle Gallerie Stradali" (ANAS 2009), di seguito sono elencate le dotazioni impiantistiche previste a livello di Progetto Preliminare.

Dotazioni previste in fase di Progettazione Preliminare :

- impianto di illuminazione aree esterne;
- impianto di illuminazione di rinforzo;
- impianto di illuminazione permanente e di emergenza;
- Impianto di illuminazione di sicurezza;
- impianto idrico antincendio;
- impianti elettrici:
  - alimentazione ordinaria,
  - alimentazione di riserva (Gruppo elettrogeno),
  - energia di emergenza in continuità assoluta (UPS),
- impianti di comunicazione, sicurezza ed antincendio:
  - impianto segnaletica verticale di emergenza,
  - impianto di comunicazione agli utenti (PMV),
  - impianto indicatori di disponibilità corsia,
  - impianto SOS (stazioni di emergenza),
  - impianto conteggio e classificazione veicoli,
- impianti di allestimento Vie di Fuga:
  - impianto illuminazione di emergenza Vie di Fuga,
  - impianto pressurizzazione Vie di Fuga,
  - impianto TVcc Vie di Fuga,
  - impianto SOS (stazione di emergenza) Vie di Fuga,
- impianto di supervisione e controllo.

1.4.1 Identificazione del contesto e del PROGETTO

Nome Tratta Stradale	S.S. 1 AURELIA - tratta Savona/Ventimiglia		
Nome della Galleria	Capo Noli		
Anno di costruzione	In fase di PROGETTAZIONE PRELIMINARE	**Anno di inizio gestione**	STIMATA ENTRO 2015
Società di Gestione	ANAS –DT Genova		
Caratteristiche della semi tratta	La galleria si trova in un tratto ad alta densità abitativa tra due Comuni Noli e Finale		

Tipologia progetto	**Affidamento**	**Consegna**
❑ Studio fattibilità	/	/
☒ Progetto preliminare	14/09/2009	21/072010
❑ Progetto definitivo	/	/
❑ Progetto definitivo per appalto integrato	/	/
❑ Progetto esecutivo	/	/
❑ Revisione di progetto	/	/
❑ Progetto di adeguamento	/	/

Tipologia progetto		
	Galleria di nuova realizzazione	☒
	Galleria esistente	❑
	Galleria in corso di realizzazione	❑
	Altro:	❑

Osservazioni

L'A10 costituisce un'alternativa valida al tratto della SS1 Noli- Finale Ligure, data la vicinanza ai caselli di Spotorno e Finale Ligure; infatti le due tratte SS 1 e A10 presentano tempi di percorrenza paragonabili:

tratta	*distanza*	*percorso*	*punto a.*	*punto b.*	*tempo totale medio di percorrenza*
SS 1	**9,2km**	**SS 1**	**Noli**	**Finale Ligure**	**12 minuti**
A10	**26km**	**A10-Casello Spotorno**	**Noli**	**Casello Finale Ligure**	**30 minuti**

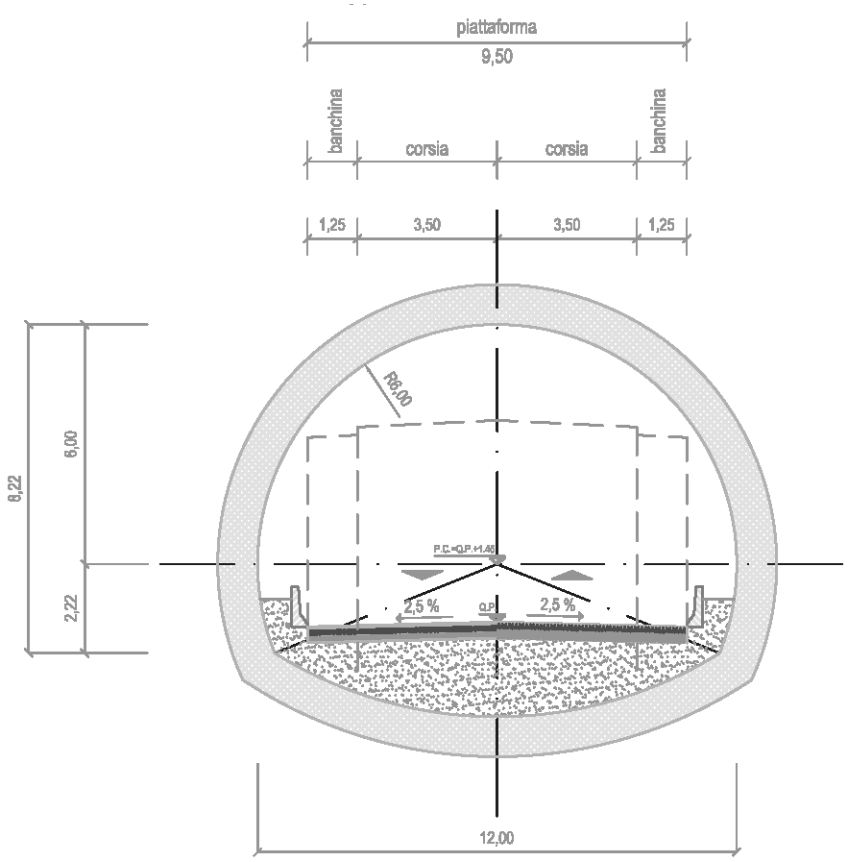
Anche nei precedenti casi in cui a causa di frane è stato necessario chiudere Capo Noli i due Comuni Noli e Finale Ligure, non sono risultati "isolati", ne l'accessibilità agli stessi è risultata particolarmente difficoltosa – come dimostrato dai tempi di percorrenza sopra indicati.

1.4.2 Identificazione della galleria – PRESUPPOSTI DI PROGETTO + AFFINAMENTI SUCCESSIVI -

CARATTERISTICHE DI PROGETTO				
Nome Galleria	Capo Noli			
Anno di costruzione	STIMATA ENTRO 2015			
Nome Tratta Viaria	Aurelia S.S.1			
Classe tratta viaria	C2			
Tipologia		**Costruzione**		
Autostradale	❑	Naturale	☒	
Stadale urbano	❑	Artficiale	❑	
Stradale extra-urbano	☒	Trincea coperta	❑	
Altro	❑	Sottomarina	❑	
		Altro	❑	
Numero fornici	1			
Direzionalità	Unidirezionale	❑	Bidirezionale	☒
Direzione Noli Spotorno				
Progressiva Chilometrica intervento di variante	inizio Km 590 + 300 lato Noli (imbocco Km 0+117)	fine Km 591+750 lato Finale Ligure (imbocco Km 0+931)	L'intervento prevede in entrambe i lati una variante sul tracciato esterno oltre alla galleria in oggetto.	
Localizzazione Portale d'ingresso	Noli direzione Finale Ligure		Orientamento	Est
Localizzazione Portale di uscita	Finale Ligure direzione Noli		Orientamento	Ovest
TRANSITO MERCI PERICOLOSE – TMP -	NO			❑
	SI	Libero		☒
		Scortato		❑
		Limitato nel tempo		❑
		Limitati nella Tipologia		❑
Accessibilità ALTERNATIVE agli imbocchi	Lato Noli	Si ❑ No ☒	Lato Finale Ligure	SI ❑ No ☒

1.4.3 Caratterizzazione geometrica della galleria come da 'Doc. di Rif._5'

SEZIONE TIPO C2



CARATTERISTICHE DI PROGETTO						
Galleria	Direzione	SX Noli	DX Finale Ligure			
Dimensioni Lineari	Lunghezza	m 840,00				
	Larghezza	m 9,50				
	Altezza	m 8,22				
Pendenza media	2% (Inferiore al 3%)					
Forma della Sezione	Circolare					
Corsie	N° Corsie per senso di marcia	1	N° Corsie emergenza	0	Totale corsie n°2	
Numero vie di fuga pedonali / Cunicolo di esodo	N°2		+ 410 m dall'imbocco Noli		+ 503 dall'imbocco Finale Ligure	
			Lunghezza 210 m - Pendenza 5,4%			
			+ 688 m dall'imbocco Noli		+ 225 dall'imbocco Finale Ligure	
			Lunghezza 98,3 m - Pendenza 6,1%			
Numero by-pass carrabili	N° 0					
Numero by-pass pedonali	N° 0					
Marciapiedi	no					
Banchina	☒	N° per careggiata	2- entrambe i lati	Larghezza cad	m 1,25	
Caratteristiche sezione tipo vie di fuga	+ 410 m dall'imbocco Noli; Pendenza 5,4%		+ 688 m dall'imbocco Noli Pendenza 6,1%			
	Altezza Libera (≥ 4 m)		m 4,75			
	Raggio di Volta (≥ 3 m)		m 5,09			
Caratteristiche sezione tipo galleria	Pendenza (> 3%)					
	Altezza Libera ≥ 4,75 m		m 8,69			
	Raggio di Volta (≥ 6,45 m)		m 5,09			
Tracciato	Imbocco in curva lato Noli – destra-		Imbocco in curva lato Finale Ligure – sinistra -			
	Numero curve in galleria			1		
	Raggio di curvatura		450 m in galleria e di 150 in corrispondenza all'imbocco lato Finale Ligure			
	Restringimenti di carreggiata in galleria			No		
	Svincoli o incroci in galleria			No		

CARATTERISTICHE DI PROGETTO						
Percorsi di Esodo	Interno Galleria	❑	/			
	Canna Parallela	❑	/		/	
	Galleria Servizio	❑	/		/	
	Canale Ventilazione	❑	/		/	
	Strada parallela / Strada di servizio	❑	/			
	Uscite di emergenza	☒	Attraverso le vie di fuga pedonali, luogo di raccolta esterno accessibile solo lato Noli			
Uscite di emergenza	Uscite Luoghi Sicuri Statici		N° /	Uscite Dirette Esterno	N° 2	
	Uscite Luoghi Sicuri Dimanici		N° /	Uscite Canna Parallela	N° /	
	Uscite Canale di Ventilazione		N° /	Uscite Galleria Servizio	N° /	
	Uscite By- pass		N° /		N° /	
		Capacità	n° persone /			
		Classe REI	☒	/		
		Dimensioni/ Lunghezza	m	Prima via di fuga lato Noli 210m / Prima via di fuga lato Finale L. 98,3m		
		Interdistanza	m	Da Noli verso Finale L.: Km 0 imbocco Noli ; 293m; 278m; 225m distanza dall' imbocco lato Finale L.		
		Impianto Ventilazione Pressurizzato	☒	Aria esterna	☒	
		Impianto Trasmissioni	☒	Videocamera TV	☒	
		Filtro antifumo	☒	SOS	☒	
Collegamento esterno tra i due portali			Portale lato Noli		☐	
			Portale lato Loano		☐	
Sistema di Drenaggio	Fognatura (acque di piattaforma)				☒	
	Vasca di Raccolta				☒	
	Desolatore				☒	
	Caditoie sifonate con pozzetti tagliafuoco				☐	
Sistema antincendio	Bocchette per idranti ogni 150m alternate sx/dx				☒	
	Numero stazioni pompaggio				N° 1	

1.4.4 Sistema d'illuminazione – PRESUPPOSTI DI PROGETTO-

<table>
<tr><th colspan="3">Criterio di dimensionamento</th></tr>
<tr><td colspan="3">norma UNI 11095 con individuazione delle zone:
▪ Zone di accesso;
▪ Zona di soglia o adattamento;
▪ Zona di transizione;
▪ Zona interna o permanente.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Velocità di progetto: direzione Finale Ligure = 70 km/h –
Direzione Noli = 50 km/h.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Sistemi di sicurezza impianto illuminazione</td><td>Linea Preferenziale Cabina</td><td>☒</td></tr>
<tr><td>Linea Preferenziale G.E./UPS</td><td>☒</td></tr>
<tr><td>Sezionamento</td><td>☒</td></tr>
<tr><td>Batterie Tampone</td><td>❑</td></tr>
<tr><td>Illuminazione di evacuazione</td><td colspan="2">☒</td></tr>
<tr><td>Illuminazione di sicurezza</td><td colspan="2">☒</td></tr>
</table>

1.4.5 Sistema di ventilazione – PRESUPPOSTI DI PROGETTO-

Non è previsto impianto di Ventilazione in galleria, solo la pressurizzazione delle vie di fuga come previsto da linee guida ANAS.

Tipologia	Naturale			☒
	Longitudinale			❑
	Semitrasversale/Trasversale		Invertibile	❑
			Non invertibile	❑
			Ibrido	❑
	Trasversale	❑	Ibrido	❑
Anemometro	m dall'imbocco			

Ventilazione delle vie di fuga	Aria esterna	☒	
	Sovapressione	☒	
	Filtrazione aria	❑	Climatizzazione ❑
	Serrande tagliafiamma	❑	Ridondanza ❑

1.4.6 Sistemi di comunicazione agli utenti – PRESUPPOSTI DI PROGETTO-

Segnalazione Acustica		Autoparlanti		❑
		Guida sonora		❑
Segnaletica attiva		Segnaletica di sicurezza		☒
		Pannelli e Messaggio Variabile – imbocchi -		☒
		Freccia-Croce – Imbocchi e all'interno ogni 300m		☒
		Semafori imbocchi		☒
		Ai portali		❑
		Sbarre di chiusura galleria		❑
Copertura GSM		Tim, Vodafone, H3G, Wind		❑
Segnalazione Radio		Cavo Fessurato		❑
		Messaggi agli utenti		❑
		Frequenze Attive		❑
		Frequenze Attive		❑
Stazioni di emergenza SOS	Interno galleria Progressiva km	Direzione Finale Ligure	Ogni 300m sfalsati di 150m rispetto al lato opposto	
		Direzione Noli	Ogni 300m sfalsati di 150m rispetto al lato opposto	
	Esterno	Direzione Finale Ligure	❑	
		Direzione Noli	❑	

1.4.7 Sistemi di rilevazione e monitoraggio – PRESUPPOSTI DI PROGETTO-

Monitoraggio parametri ambientali	Anemometro	❑				
	Sensori CO2	❑				
	Sensori CO	❑				
	Opacimetri	❑				
	Sensori Nox /	❑				
Sistema di controllo del traffico	Automatico da telecamere	☒	Una telecamera ogni 150m			
Sistema di Rivelazione Segnalazione Incendio	Rivelatori Fumi	❑	Opacimetri	❑		
	Sensori CO	❑	Rilevatori Gas Tossici	❑ /		
	Sensori CO2 /	❑	Telecamere	❑		
	Sensori Termici – rilevamento Incendio		Interni (cavo in FO)	❑	lineari	☒
Sistema di Allarme Incendio	Manuale			☒		
	Automatico			❑		
Monitoraggio traffico	Sistemi di conteggio classificazione veicoli			☒	imbocchi	☒

1.4.8 Sistemi di erogazione idrica – PRESUPPOSTI DI PROGETTO-

Sistema di Spegnimento (Mezzi ed impianti Estinzione Incendi)	Tipologia rete		Ad anello
	Vasca Accumulo		Approvvigionamento dall'acquedotto di Noli. Vasca di accumulo imbocco lato Noli.
	Sistemi di controllo		Livello stato con sonda di trasmissione (controllo livello pieno, allarme di vasca semipiena 2/3, allarme di vasca vuota a 60 cm dal fondo).
		UNI 45	☒
		UNI 70 con Manichetta agli imbocchi	☒
		Interdistanza	m 150 alternati lato dx/sx

1.4.9 Sistemi di Gestione e Controllo ANAS

Blocco del traffico	Barriere	❑ /	interdistanza		m	
Monitoraggio del Traffico	Telecamere	☒	Ogni 150 m			
	Sistema di rilevamento automatico dello stato del traffico tramite telecamere (Rilevazione veicolo contromano; Rilevazione incidente; Rilevazione coda)	❑				
	Sistema conteggio e classificazione veicoli	☒				
Centro di controllo	Remoto dal Compartimento di Genova.	☒	In loco	❑	H24	☒
Sistema di gestione galleria	Assente	❑	Automatico	☒	Operatore	❑
	Procedura emergenza standard	☒	Procedure emergenza diversificate	❑	Comunicaz. servizi soccorso	☒
Procedure di gestione	☒ Procedure di esercizio ANAS	**Protocolli d'intesa con gli enti si soccorso**		☒ I vari enti di soccorso hanno stipulato un "Protocollo d'intesa" in accordo e con il coordinamento della prefettura di Savona		

1.4.10 Alimentazione elettrica – PRESUPPOSTI DI PROGETTO-

				Galleria
Impianto elettrico	Tipologia rete			MT/BT
	N° punti fornitura			1 arrivo ENEL diviso in due forniture
	Numero gruppi elettrogeni			n° 1
Dispositivi sotto gruppo elettrogeno				
	impianto di alimentazione di emergenza			☒
	impianto di SOS			☒
	impianto di ventilazione delle vie di fuga			☒ /
	Impianto idrico antincendio			☒ /
	Impianto illuminazione di emergenza della galleria			☒
Dispositivi sotto UPS				
	Impianto di illuminazione notturna e di sicurezza			☒
	Impianto di illuminazione delle vie di fuga			☒ /
	Impianto di sorveglianza			☒
	impianto di rilevazione incidenti			☒
	sistema di gestione e comunicazione con il centro di Controllo della galleria			☒
	impianti di comunicazione Durata prevista UPS			☒ Min 30

1.4.11 Comportamento al fuoco della struttura

Rivestimento	Tipo calcestruzzo	300 RcK		
	Resistenza a compressione	MPa 30		
	Porosità	/		
	Additivi speciali	Fibre: polimeriche, metalliche	/	
	Materiale di rivestimento	Calcestruzzo		
	Spessore rivestimento	60- 110 cm		
	Materiale armatura	Centine e acciaio		
	Classe di resistenza Strutturale	R	/	
	Resistenza spalling	Min	/	
Cunicoli sotto traccia	Tipo calcestruzzo	300 Rck		
	Resistenza a compressione	MPa 30		
	Porosità	/		
	Additivi speciali	Fibre: polimeriche, metalliche	/	
	Materiale di rivestimento	Calcestruzzo		
	Spessore rivestimento	Mm 20- 30 medio 40		
	Materiale armatura	Centine e acciaio		
	Classe di resistenza Strutturale	REI	/	
	Resistenza spalling	Min	/	
Vie di fuga	Tipo calcestruzzo	300 Rck		
	Resistenza a compressione	MPa 30		
	Porosità	/		
	Additivi speciali	Fibre: polimeriche, metalliche	/	
	Materiale di rivestimento	Calcestruzzo		
	Spessore rivestimento	Mm 20- 30 medio 40		
	Materiale armatura	/		
	Classe di resistenza Strutturale	REI	/	
	Resistenza spalling	Min.	/	
Locali tecnici	Centrali di ventilazione	Classe REI	/	
	Sale pompe	Classe REI	/	
	Locali quadri elettrici	Classe REI	60	
	Locali G.E.	Classe REI	120	
	Autorimesse non a cielo aperto	N° veicoli	/	
		Classe REI	/	
Porte vie di fuga	Classe	REI 120	Larghezza	Cm 90
	Apertura a spinta <200 N		Autochiusura	Si
Vernici	Tipo	Bianco		
	Classe reazione al fuoco	0		
	Emissione sostanze tossiche	A	Temperatura limite	°C 600
Asfalto	Tipo rivestimento	Conglomerato	Drenante	No
	Classe reazione al fuoco	/		
	Temperatura di rammollimento	° C /	Pirolisi	°C /

1.4.12 Comportamento al fuoco dei dispositivi

Ventilatori in centrale	Resistenza a temperatura	°C	min /	C.R.F.
Serrande in centrale	Resistenza a temperatura	°C	min /	C.R.F.
Canali in centrale	Resistenza a temperatura	°C	min /	C.R.F.
Bocchette di estrazione	Resistenza a temperatura	°C	min /	C.R.F.
Bocchette di immissione	Resistenza a temperatura	°C	min /	C.R.F.
Acceleratori	Resistenza a temperatura	°C	min /	C.R.F.
Cavi acceleratori	Durata in emergenza	min		C.R.F.

1.5. Caratteristiche ambientali

1.5.1 Descrizione del clima

Gli elementi distintivi che caratterizzano il Clima della Liguria occidentale sono i seguenti:

- la ridotta escursione termica annua;
- le temperature invernali straordinariamente miti;
- l'elevata insolazione;
- la scarsa piovosità.

Si è in presenza di un microclima tra i più favorevoli del Mediterraneo, per diversi aspetti paragonabili a quelli che s'incontrano lungo le coste centro meridionali della penisola.

A conferma che le temperature estive non sono eccessivamente alte e quelle invernali non sono affatto rigide. In base alla media trentennale di riferimento 1961-1990 della stazione meteorologica di Varazze, la temperatura media del mese più freddo, gennaio, si attesta a +7,5 °C; quella del mese più caldo, luglio, è di +22,9 °C. La temperatura media annuale è pari a +15 °C. Dati mediamente confermati anche dalla stazione meteo di Imperia.

IMPERIA	Mesi												Stagioni				Anno
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Inv	Pri	Est	Aut	
T. max. media (°C)	12,8	13,1	15,1	17,8	20,9	24,5	27,4	27,3	24,6	20,8	16,3	13,8	13,2	17,9	26,4	20,6	19,5
T. min. media (°C)	6,9	7,1	8,8	11,1	14,1	17,5	20,2	20,3	17,9	14,3	10,3	7,7	7,2	11,3	19,3	14,2	13
Precipitazioni (mm)	81	76	72	47	49	33	12	33	49	80	98	62	219	168	78	227	692
Giorni di pioggia (>=1 mm)	6	5	6	5	6	4	2	3	4	6	8	5	16	17	9	18	60

Tabella 1 - Tabella climatica medie trentennali 1961-1990

VARAZZE	Mesi												Stagioni				Anno
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Inv	Pri	Est	Aut	
T. max. media (°C)	11	12	14	17	21	24	27,2	27	25	20	15	13	**12**	**17**	**26**	**20**	**18,8**
T. media (°C)	7,5	8	10	14	17	20	22,9	23	20	16	12	9,1	**8,2**	**14**	**22**	**16**	**15**
T. min. media (°C)	4	4,6	6,8	9,7	13	16	18,6	19	16	12	8,2	5,6	**4,7**	**9,8**	**18**	**12**	**11,1**
T. max. assoluta (°C)	17	17	19	24	28	31	32,5	32	30	26	20	17	**17**	**28**	**33**	**30**	**32,5**
T. min. assoluta (°C)	-2,6	-1,9	0,5	5	8	12	14,8	14	11	7	2,9	0	**-2,6**	**0,5**	**12**	**2,9**	**-2,6**

Tabella 2 - Tabella climatica medie trentennali 1961-1990

La specificità del clima è indicativa di come esso sia determinato, prima ancora che dalla posizione in latitudine, dal concorso di molteplici fattori quali la geomorfologia del territorio, l'esteso contatto con il mare, l'esposizione geografica della costa in relazione al movimento della masse d'aria che scorrono sul bacino Mediterraneo. L'esposizione geografica è decisiva nel determinare il regime pluviometrico, in quanto la costa, orientata a SE, lascia sfilare i fronti perturbati, in larga parte di provenienza occidentale, senza esercitare particolare resistenza.

Procedendo nel loro moto le perturbazioni si insaccano nel golfo ligure sino a trovare l'ostacolo offerto dalla catena appenninica, generando così piogge e temporali. Si spiega pertanto come la pluviometria aumenti gradualmente spostandosi verso levante: si passa da poco più di 700 mm della Riviera dei Fiori, ai circa 900 mm del Savonese, ai 1200-1300 mm del tratto tra Genova e Sarzana.

Il numero dei temporali è mediamente di 10 l'anno nella Riviera dei Fiori, 30 in provincia di Genova e 20 nella Riviera di Levante. Una conseguenza del ridotto numero di giorni piovosi è l'elevato soleggiamento.

L'Osservatorio Meteorologico Ligure registra in media oltre 2600 ore all'anno, e non sono rari gli anni in cui si superano le 2800 ore. L'indice di soleggiamento medio, cioè il rapporto tra il numero di ore di sole registrate effettivamente e il numero massimo possibile se il cielo fosse sempre sereno, è pari a 0,54.

2. DESCRIZIONE DELLA GESTIONE DELLA GALLERIA

2.1. Premessa

Le informazioni riguardanti l'organizzazione del Gestore si assume siano quelle di seguito riportate in modo esemplificativo e non esaustivo in quanto hanno l'obiettivo di inquadrare il contesto in cui è inserita la struttura oggetto del presente studio di rischio (vedi ALLEGATO 1_Verbale Riunione del 15 Febbraio 2011). **Si intende che quanto di seguito indicato farà comunque parte delle prescrizioni finali.**

Eventuali approfondimenti e dettagli saranno parte integrante delle procedure di gestione ANAS.

2.2. Organizzazione generale

L'organizzazione Anas prevede una struttura completa in grado di far fronte a tutte le situazioni di esercizio e manutenzione.

In linea generale si ipotizzano due strutture Esercizio e Manutenzione operative h24 e che fanno capo al compartimento Anas, nel caso specifico Compartimento Anas di Genova. Da ogni struttura dovrà essere possibile in linea generale per esempio:

- telegestire gli impianti dal Centro di Controllo;
- acquisire e gestire ogni segnalazione di anomalia allarme, associata alla gestione traffico e a tutte le anomalie impiantistiche in tempo reale;
- in caso di allarme/anomalia sul traffico attivare gli scenari adeguati per la gestione dell'evento oltre che per minimizzarne le conseguenze (PMV/Pittogrammi, freccia/croce…);
- in caso di allarme/anomalia sul traffico attivare gli enti di soccorso idonei alla risoluzione del problema.

2.3. Centro Operativo Compartimentale

2.3.1 Premessa

Si assume che la struttura portante del controllo del servizio di mobilità e del suo stato è costituita dal **Centro Operativo Compartimentale (COC)** attivo 24 ore su 24; ad esso confluiscono tutte le informazioni ed i dati provenienti dalle varie fonti (impianti, personale, Enti, clienti, ecc.) e da esso vengono attivate le funzioni aziendali, gli enti e le ditte esterne interessate a seconda del tipo e della gravità dell'evento, nonché del suo prevedibile impatto sul traffico.

Le attività del COC, direttamente svolte e /o attivate, con le relative registrazioni sono identificate e descritte in dettaglio nella procedura di esercizio Anas.

2.3.2 Dotazioni del COC

Si assume saranno previste tutte le dotazioni necessarie al CONTROLLO E GESTIONE in tempo reale di tutti gli impianti previsti nella galleria in oggetto, in particolare:

- Gestione allarmi – rilevamento automatico incidenti/code…
- Gestione scenari automatici allarme
- Terminale collegato in rete per il controllo e comando di:
  - PMV e freccia/croce
  - Sistema conteggio/classificazione veicoli
  - Telecamere
  - Telegestione impianti

- Linea dedicata per la risposta alle chiamate da SOS con richiesta di intervento: sanitario, meccanico, incendio.

2.3.3 Risorse umane

Si assume che il COC sarà presidiato 24h/24.

2.3.4 Compito del COC

Il COC di massima svolge le seguenti mansioni:

- Controllare il traffico, le condizioni della strada, ambientali e dei cantieri;
- Monitorare la tratta autostradale;
- Codificare, registrare e smistare le informazioni che riceve;
- Attivare le funzioni previste nelle procedure di gestione eventi attivate in funzione delle diverse situazioni in caso di evento turbativo al traffico;
- Attivare le funzioni previste nel Protocollo d'intesa concordato tra i vari enti di soccorso e la Prefettura di Savona.

2.4. Il Servizio su strada

In funzione dell'evento rilevato verranno attivate i servizi di soccorso idonei alla risoluzione dell'evento. In linea generale i mezzi di soccorso saranno attivati dal gestore.

3. ANALISI DEL TRAFFICO E DELL'INCIDENTALITA'

3.1. Premessa

I dati del traffico a disposizione si riferiscono al 2009, eseguiti dalla Provincia di Savona sono relativi ad un rilievo parziale del traffico in primavera ed in estate (vedi 'DOC. DI RIF._4'_Dati_Traffico_Provincia_SV). Tali dati da soli non consentono di effettuare uno studio completo sull'andamento del traffico ne consegue che è stato necessario integrarli utilizzando:

- l'analisi dettagliata effettuata nella zona di Albenga – Alassio per la prosecuzione dell'Aurelia bis (vedi 'DOC. DI RIF._2');
- i dati relativi all'andamento di crescita/decrescita del traffico sull'A10 – tracciato parallelo all'Aurelia-, fonte dei dati AISCAT.

In questo modo si è potuto ricostruire un andamento del traffico **cautelativo in quanto ci si è basati su condizioni di traffico relative a zone ad alta densità abitativa come quella di Alassio (es. ha densità abitativa di circa 662 abitanti/kmq, il doppio della zona in analisi) e, nel caso dell'Autostrada dei Fiori, con flussi veicolari decisamente superiori all'Aurelia.**

Pertanto in assenza di uno studio di traffico specifico, per poter sfruttare al meglio i dati rilevati nel 2009 sono stati considerati i fattori di conversione ricavati dallo studio Albenga – Alassio ('DOC. DI RIF._2'). In tale documento infatti vengono analizzati nel dettaglio gli scenari trasportistici ed individuati i rapporti di conversione tra il numero di veicoli ora rilevati ed i relativi flussi stradali di riferimento.

Inoltre, essendo il tracciato in progetto parallelo all'autostrada dei Fiori, sono stati estratti dalle statistiche semestrali pubblicate dall'AISCAT, i dati di traffico e incidentalità delle tratte autostradali, controllate a pedaggio in prossimità della tratta in oggetto.

Così, partendo da rilievi orari primaverili ed estivi si è cercato di evidenziare una possibile correlazione tra i due dati rilevati ('DOC. DI RIF._4') e la relativa formula di conversione estrapolata dallo studio trasportistico ('DOC. DI RIF._2').

Si è considerato come base l'andamento nel tempo del traffico dell'A10 (dati Aiscat) a compensazione della mancanza di dati sull'Aurelia.

I dati traffico elaborati si considerano sovrastimati, pertanto eventuali studi di traffico sviluppati prima delle successive fasi di progettazione potranno affinare sia la progettazione che la stesura di successive analisi di rischio.

3.2. Analisi dei dati di traffico

Lo studio del traffico parte integrante dalla presente analisi è effettuato nella zona di Alassio che si trova sulla SS1 a circa 40 km da Capo Noli lungo la costa Ligure.

In assenza di stuti sull'andamento del traffico nella zona d'interesse verranno utilizzati i risultati dell'analisi traffico di Alassio. In particolare la percentuale di crescita e composizione del traffico che si riferiscono alla tratta di Alassio sono state applicate ai dati noti del 2009 per poter ipotizzare un andamento nel tempo del traffico nella zona.

I dati sono suddivisi per senso di marcia e per la seguente tipologia di veicoli:

- Auto;
- Auto carrello;
- Commerciali leggeri
- Commerciali pesanti;
- Autobus;
- Altro (motocicli e biciclette).

Partendo dallo studio di traffico Albenga – Alassio il calcolo del flusso di veicoli annuali è stato calcolato secondo la seguente formula:

$$F_{totale_annuo} = F_{orario_primavera} \cdot \overline{K_g} \cdot \overline{K_s} \cdot \left(5 + \overline{K_1} + \overline{K_2}\right) \cdot 52$$

Nella quale:

$F_{orario_primavera}$ è il flusso orario medio primaverile rilevato dallo studio di traffico di Capo Noli

$\cdot \overline{K_g}$ è il rapporto tra il valore medio giornaliero ed il valore medio dell'ora di punta, tale valore secondo la letteratura tecnica è pari a 16.

$\cdot \overline{K_s}$ è il rapporto tra il flusso medio giornaliero stagionale e quello primaverile

$\overline{K_1}$ è il rapporto tra il flusso del sabato ed il flusso medio feriale

$\overline{K_2}$ è il rapporto tra il flusso della domenica ed il flusso medio feriale

Applicando tale principio ai rilievi forniti si ottengono i seguenti valori:

Flusso di veicoli annuali	
	2009_ veicoli/gg
Direzione Noli	5422
Direzione Finale ligure	4905

Ciò che corrisponde ad un TGM giornaliero complessivo cautelativo di circa 10'327 veicoli giorno.

Lo studio di traffico fornito contente inoltre di determinare la composizione del traffico circolante in galleria. In particolare per il 2009, effettuando una media dei valori rilevati si ottengono le percentuali seguenti:

Tipo veicolo	%	TGM
VL	90,0	9294
***VP**	7,2	744
Pullman	1,3	134
Altro	1,5	155
TOTALE		10327

*Si ipotizza che il transito medio giornaliero di VP_TMP è di 5,5 veicoli/gg – vedi premessa-, compreso TGM sopra indicato.

3.3. Analisi dei dati di traffico AISCAT

Al fine di approfondire i dati di traffico e la loro analisi, sono stati estratti dalle **statistiche semestrali pubblicate dall'AISCAT**, i dati di traffico e incidentalità delle tratte autostradali, controllate a pedaggio, più in prossimità della tratta in oggetto. Le tratte esaminate sono le seguenti:

- A10 – Ventimiglia Savona.

Dai dati AISCAT si sono potuti osservare i tassi di crescita del TGMA. Questi sono raccolti nella tabella seguente:

% di crescita del TGM rispetto l'anno precedente	Ventimiglia Savona
2005	0,98
2006	3,75
2007	2,29
2008	-0.69
2009	0.74

Si suppone che l'andamento del traffico nel tratto analizzato corrisponda a quello relativo alla tratta Autostradale parallela, della quale sono reperibili tutti i dati Aiscat. Pertanto applicando i coefficenti di crescita/decresita della semitratta Autostradale ai dati traffico nei dintorni di Capo Noti ('DOC. DI RIF._4') si ipotizza, in modo cauteleativo, che l'adamento del traffico nella zona di interesse corrisponda a quanto di seguito riportato.

TGM	Capo Noli
2005	10981
2006	10569
2007	10327
2008	10398
2009	10327

3.4. Analisi dell'incidentalità: tassi incedentalità

I dati d'incidentalità forniti ('DOC. DI RIF._4') si riferiscono alla tratta in esercizio e sono raccolti nella tabella seguente:

N di INCIDENTI			
	2005	**2006**	**2007**
Intera tratta	4	1	1
Con feriti	4	1	1

Il tasso di incidentalità calcolato per la tratta in esame è riportato nella tabella seguente:

Tasso d'incidentalità	
2005	1
2006	0,26
2007	0,27
Valor medio	0,51

Tasso d'incidentalità Con feriti	
2005	1
2006	0,26
2007	0,27
Valor medio	0,51

I dati incidentali a disposizione risultano relativamente pochi, inoltre secondo quanto ampiamente documentato in tutti i rilievi incidentali gli eventi che avvengono in galleria sono rari e quindi la numerosità campionaria delle analisi statistiche è bassa per poterla definire affidabile e pertinente.

Pertanto, si fa riferimento a dati di letteratura che consentono di dare un quadro generico dell'esposizione al rischio in galleria.

In questa fase si ritiene utile confrontare i valori forniti dalle Linee guida ANAS con i valori ottenuti dalle analisi d'incidentalità svolte sino a questo punto. La tabella seguente riporta tutti i valori permettendone un confronto e la scelta dei tassi finali per la galleria esaminata.

	Linee guida ANAS		SP 1 tratta	Galleria Capo Noli	Numero di eventi annuale	Frequenza evento
Incidenti con soli danni materiali	da 20 a 100	95%		20	6.63	55 giorni
Incidenti con danni alle persone	da 0 a 20		0.51	10	3.3	3 mesi
Incidenti con morti	da 0 a 2		0	1	0.33	1 anni
Incendio VL	0.2	3,5%	0.51	0.2	0.06	17 anni
Incendio VP	0.15	1,5%	0	0.15	0.049	20 anni

I dati utilizzati per la stesura dell' analisi di rischio, sono quelli riportati nella colonna azzurra "Galleria Capo Noli". L'individuazione di tali dati è stata fatta prendendo in esame i dati forniti dalle principali fonti di riferimento in materia. Si nota che il numero di eventi annuali e la relativa frequenza di accadimento sono direttamente legati al numero di veicoli che transitano in galleria, risulta pertanto di fondamentale importanza lo studio di traffico alla base della progettazione.

4. ANALISI DEI POSSIBILI EVENTI CRITICI

4.1. Premessa

A prescindere dalle molteplici cause, gli eventi incidentali in galleria sui quali si concentra l'analisi di rischio qualitativa sono:

1. **Fermata di un veicolo;**
2. **Coda di veicoli;**
3. **Collisione di un veicolo contro la struttura o tra veicoli;**
4. **Incendio di un veicolo;**

Le cause possibili possono essere numerose, sia singolarmente che come loro combinazioni. Uno stesso incidente può avere diverse conseguenze, in funzione del tipo ed entità del danno materiale, e numero di feriti e/o morti. In seguito l'evento può aggravarsi o meno in funzione della presenza di "elementi aggravanti" analizzati successivamente per i singoli sottosistemi. **L'intera sequenza, perciò, sintetizzata nel rapporto causa – effetto, può avere diversi scenari quante sono le combinazioni possibili dei fattori** finora citati.

In questo paragrafo ci limitiamo a descrivere il solo evento incidentale focalizzando l'attenzione sulle misure di sicurezza indispensabili per la sua gestione. L'unico fattore che rende diverso un incidente dall'altro è il tipo di veicolo coinvolto, poiché potranno essere diversi i danni nel caso di un veicolo leggero, pesante o pullman, e diversi saranno anche gli interventi e procedure da utilizzare.

La classificazione di probabilità di ogni singolo evento è basata sui dati ricavati nell'analisi di traffico e incidentalità. In base delle classificazioni di probabilità di accadimento di un evento e della gravità del danno si collocano i diversi eventi incidentali nella matrice di rischio.

4.2. Veicolo in panne

Nel caso di un veicolo in panne, l'assenza della corsia di emergenza non permettere la fermata di un veicolo senza che questa rappresenti un intralcio per la circolazione.

Il sistema di controllo automatico del traffico potrà rilevare in tempi molto rapidi un eventuale veicolo in panne, successivamente mediante le telecamere installate, l'operatore andrà a verificare /convalidare l'evento, attivando di conseguenza lo scenario di gestione più opportuno.

Una volta rilevato il veicolo in panne è necessario che sia attivata l'opportuna segnaletica di gestione del traffico al fine di segnalare tempestivamente l'evento critico agli utenti che stanno per entrare in galleria. Per tale motivo è importante che gli operatori abbiano una formazione adeguata della gestione del sistema e delle procedure da adottare.

Dopo la rilevazione e la convalida dell'evento potrebbero essere predisposti scenari automatici per l'attivazione degli impianti e l'ottimizzazione dei tempi di gestione dell'evento critico.

La tabella seguente mostra la frequenza dell'evento critico "veicolo in panne" in base alla tipologia di veicolo.

4.3. Coda ed esodo

La tratta in questione è caratterizzata da traffico turistico durante i fine settimana e nel periodo estivo, dove troviamo un importante **aumento del TGM sopratutto durante il fine settimana** rispetto ai giorni feriali.

Pertanto si suppone, in assenza di specifici rilievi, che la frequenza dell'evento coda/traffico congestionato è da considerarsi complessivamente inferiore ai 3 mesi. **Le conseguenze di tale evento sono legate alla gestione dell'esercizio particolarmente delicata che richiede la messa in servizio di misure e risorse importanti atte a garantire la sicurezza di un numero elevato di utenti che utilizzano la struttura.**

4.4. Collisione di uno o più veicoli

La bidirezionalità del traffico può generare eventuali incidenti frontali all'interno della galleria. I dati incidentali forniti, ancorchè in numero non esaustivo per un corretto studio statistico, riportano la presenza di un evento incidentale di tipo frontale.

Per tale tipologia di incidente è plausibile individuare come riferimento sia l'incidente con danni materiali che l'incidente con feriti.

Le tabelle seguenti mostrano la frequenza dell'evento critico "collisione" in base alla tipologia di veicolo.

Incidente con danni materiali

Tipo veicolo	%	Tasso (10^8 véhicule.km)	Lunghezza canna (km)	TMGA	Numero veicoli totale annuale	Numero d'eventi annuali
VL	90,0	6,63	0,800	9.294	3.392.310	1.80E-01
VP	7,2	6,63	0,800	744	271.560	1.44E-03
Pullman	1,3	6,63	0,800	134	65.116	3.45E-03
Altro	1,5	6,63	0,800	155	57.101	3.03E-03

Incidenti con danni alle persone

Tipo veicolo	%	Tasso (10^8 véhicule.km)	Lunghezza canna (km)	TMGA	Numero veicoli totale annuale	Numero d'eventi annuali
VL	90,0	3,3	0,800	9.294	3.392.310	8.96E-02
VP	7,2	3,3	0,800	744	271.560	7.17E-04
Pullman	1,3	3,3	0,800	134	65.116	1.72E-03
Altro	1,5	3,3	0,800	155	57.101	1.51E-03

4.5. Incendio

In caso d'incendio in un fornice devono essere previste opportune procedure per consentire la salvaguardia degli utenti coinvolti cercando di minimizzare le conseguenze allertando/bloccado gli utenti in procinto di entrare.

Nella galleria Capo Noli, l'evento incendio risulta particolarmente difficile da gestire, oltre che potenzialmente oneroso in termini di conseguenze; in quanto sprovvista dell'impianto di ventilazione e in presenza di traffico bidirezionale.

Le due vie di fuga pedonali garantiscono l'evacuazione degli utenti. Le porte REI 120, così come il muro, realizzato in materiale REI 120 certificato, assicurano la protezione dal calore. La pressurizzazione delle vie di fuga impedisce la propagazione dei fumi e quindi l'evacuazione sicura degli utenti. D'altro canto è necessario considerare che le vie di fuga sono previste solo su un lato della galleria, lato marcia da Finale a Noli, pertanto, in caso di evento gli utenti che percorrono la galleria direzione finale, in caso di evento, saranno costretti ad attraversare la corsia opposta per raggiungere la via di esodo. Azione che costituisce un fattore di rischio.

La tabella seguente mostra la frequenza dell'evento critico "incendio " in base alla tipologia di veicolo.

Tipo veicolo	%	Tasso (10^8 véhicule.km)	Lunghezza canna (km)	TMGA	Numero veicoli totale annuale	Numero d'eventi annuali
VL	90,0	0.06	0,800	9.294	3.392.310	1.63E-03
VP	7,2	0.049	0,800	744	271.560	1.06E-04
Pullman	1,3	0.049	0,800	134	65.116	2.55E-05
Altro	1,5		0,800	155	57.101	

4.6. Coinvolgimento di un Trasporto Merci Pericolose TMP

La collisione di un veicolo pesante che trasporta sostanze pericolose pone notevoli problemi sia per quanto riguarda le persone coinvolte o intervenute per i soccorsi, che in riferimento all'ambiente circostante.

I dati di traffico ricevuti non evidenziano la presenza di TMP rilevante ne risultano incidenti negli ultimi 5 anni con veicoli TMP coinvolti (vedi Premessa).

FINELCO SRL

ANAS S.p.A.

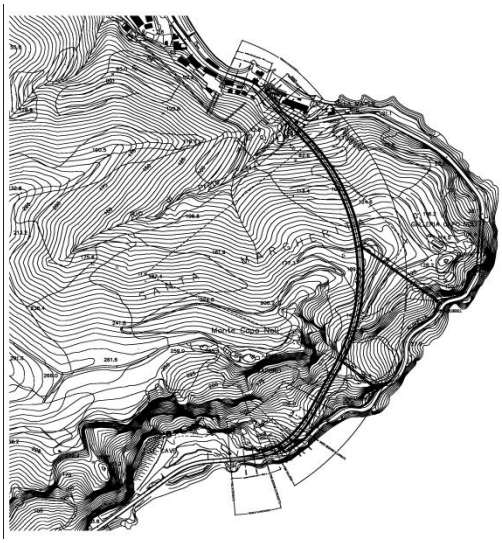
VARIANTE DI TRACCIATO ALLA S.P.1 AURELIA

CAPO NOLI

Località: Noli

GALLERIA CAPO NOLI

IN FASE DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE



ANALISI DI RISCHIO

Parte 2: Analisi probabilistica

Elaborazione: 14/03/2011 Firenze ML/PM/RR/LB

Revisione: 11/11/2011 Versione: V04

INDICE PARTE 2

1. PREMESSA 4

2. PRESENTAZIONE DEGLI SCENARI POTENZIALI 5

2.1. INTRODUZIONE 5
2.1.1 Obiettivi 5

2.2. SCENARI INCENDIO 5
2.2.1 Introduzione 5
2.2.2 Cause 5
2.2.3 Frequenze di accadimento 6

3. INTRODUZIONE ANALISI PROBABILISTICA 7

3.1. L'ALBERO DEGLI EVENTI 7
3.1.1 L'albero degli eventi 7
3.1.2 Il danno 7

3.2. IL DIAGRAMMA ALARP 8

4. LE IPOTESI PER IL CALCOLO DELLA CURVA DELLA GALLERIA CON UNA SOLA VIA DI ESODO 9

4.1. LE IPOTESI GENERALI 9
4.1.1 Premessa 9

4.2. IL TRAFFICO. 9
4.2.1 Premessa 9
4.2.2 TGM e composizione 10
4.2.2.1 Velocità dei veicoli 10
4.2.2.2 Interasse dopo la fermata 10
4.2.2.3 Tasso di occupazione dei veicoli 10
4.2.2.4 Densità di popolazione 10

4.3. LA RILEVAZIONE DI UN EVENTO 11
4.3.1 Premessa 11
4.3.2 Definizioni 11
4.3.3 Impianti 12
4.3.4 Le pattuglie del Servizio viabilità 12
4.3.5 Utenti 12
4.3.6 Analisi probabilistica 12

4.4. LA CONVALIDA DELL'EVENTO 13
4.4.1 Scopo 13
4.4.2 Analisi del tempo 13

4.5. AZIONI SUGLI IMPIANTI 13
4.5.1 Premessa 13
4.5.2 Analisi dei tempi 13

4.6. BLOCCO DEL TRAFFICO 14
4.6.1 Analisi dei tempi 14

4.7. VENTILAZIONE 15
4.7.1 Premessa 15

4.8. ILLUMINAZIONE 15
4.8.1 Premessa 15
4.8.2 Analisi probabilistica 15

4.9. ALLERTA DEI SERVIZI DI SOCCORSO 16
4.9.1 Allerta....16
4.9.1.1 Chiamata Servizio Viabilità....16
4.9.1.2 Chiamata Polizia....16
4.9.1.3 Chiamata Vigili del Fuoco....16
4.9.1.4 Chiamata Soccorso sanitario....17
4.9.1.5 Chiamata soccorso stradale....17
4.9.1.6 Chiamata Protezione Civile....17
4.9.1.7 Chiamata ARPA....17
4.9.1.8 Chiamata Ditte convenzionate e specializzate per l'intervento su materie pericolose....17

4.10. EVACUAZIONE DEGLI UTENTI 18
4.10.1 Reazione degli utenti 18
4.10.1.1 Reazione degli utenti nei veicoli 18
4.10.1.2 Reazione degli utenti in fase di evacuazione (a piedi)....18
4.10.1.3 Tempi di reazione 19
4.10.1.4 Velocità di evacuazione....19
4.10.2 Criteri di sopravvivenza....20
4.10.2.1 Gli effetti termici....20
4.10.2.2 La tossicità 20

4.11. L'INTERVENTO DEI SERVIZI DI SOCCORSO 21
4.11.1 Le squadre di intervento 21
4.11.2 Servizio ANAS....21
4.11.2.1 Tempo medio di arrivo 21
4.11.3 Vigili del fuoco 21
4.11.3.1 Localizzazione: 21
4.11.3.2 Trasmissione dell'allerta e intervento 21
4.11.3.3 Tempo medio di arrivo 21
4.11.3.4 Missioni....21
4.11.4 Polizia 22
4.11.4.1 Localizzazione: 22
4.11.4.2 Trasmissione dell'allerta e intervento 22
4.11.4.3 Tempo medio di arrivo: 22
4.11.4.4 Missioni....22
4.11.5 Soccorso sanitario 23
4.11.5.1 Localizzazione 23
4.11.5.2 Trasmissione dell'allerta e intervento 23
4.11.5.3 Tempo medio di arrivo 23
4.11.5.4 Missioni....23
4.11.6 Soccorso stradale....24
4.11.6.1 Trasmissione dell'allerta e intervento 24
4.11.6.2 Missioni....24
4.11.7 Protezione civile 24
4.11.7.1 Trasmissione dell'allerta e intervento 24
4.11.7.2 Missioni....24

5. CONCLUSIONI DELL'ANALISI DETERMINISTICA DEGLI SCENARI DELLA GALLERIA 25

5.1. EFFICACIA DEL RILEVAMENTO 25
5.2. EFFICACIA DELLA COMUNICAZIONE E DELL'ALLERTA....25
5.3. EFFICACIA DELLA CHIUSURA DELL'OPERA....25
5.4. EFFICIENZA DELL'AUTO-SALVATAGGIO DEGLI UTENTI 26
5.5. EFFICIENZA DELL'INTERVENTO DEI SOCCORSI SUL CAMPO 26

6. VALUTAZIONE QUANTITATIVA DEL RISCHIO 27

6.1. CURVA FN 27
6.2. VALORE ATTESO DEL DANNO....27

1. PREMESSA

La seguente analisi probabilistica ha l'obiettivo di fornire il livello di sicurezza della galleria Capo Noli attraverso il calcolo della curva FN e del Valore Atteso del Danno (VAD) come richiesto dalla normativa vigente nella condizioni differenti rispetto a quanto previsto in fase di Progettazioni Preliminare, ovvero con la realizzazione di un solo cunicolo di esodo introducendo misure compensative.

2. PRESENTAZIONE DEGLI SCENARI POTENZIALI

2.1. INTRODUZIONE

2.1.1 Obiettivi

La definizione e la selezione degli scenari sono un passo essenziale dell'analisi di rischio sia nel caso della valutazione deterministica che nel caso dell'analisi probabilistica.

Data la grande ampiezza del numero di scenari in galleria, per valutare il livello di sicurezza è necessario ridurre la popolazione dei possibili scenari a un numero rappresentativo e gestibile.

L'analisi degli eventi critici ha permesso di identificare come scenario rappresentativo l'incendio. Nei paragrafi successivi sono specificate e approfondite, in ambito probabilistico statistico, le scelte e le ipotesi adottate per gli scenari incendio.

2.2. SCENARI INCENDIO

2.2.1 Introduzione

Gli scenari incendi riguardano quegli eventi critici che colpiscono unicamente lo spazio traffico. Gli incendi che colpiscono i locali tecnici non sono presi in considerazione .

Uno scenario incendio rappresenta una delle possibili sequenze dell'evento in base alle differenti modalità di funzionamento degli impianti e modalità di intervento. I fattori che influenzano la sequenza incidentale sono:

- Il traffico;
- Il tipo di incendio, la potenza e la sua localizzazione all'interno della galleria;
- Le modalità di intervento degli operatori del COC (rilevazione, convalida, attivazione degli impianti, allerta);
- Le modalità di intervento degli enti esterni di soccorso (POLIZIA , VVF, 118, ecc.).

Si possono considerare vari tipi d'incendi (isolati o combinati) su veicoli:

- Incendio di veicoli leggeri;
- Incendio di veicoli pesanti;
- Incendio di pullman.

2.2.2 Cause

Gli incendi possono essere spontanei:

- Forte riscaldamento dei freni;
- Riscaldamento del motore;
- Incendio del sistema turbo;
- Incendio del carico del veicolo, ecc.…

o aver luogo a seguito di un incidente (singolo o di un tamponamento) che può avere diverse origini:

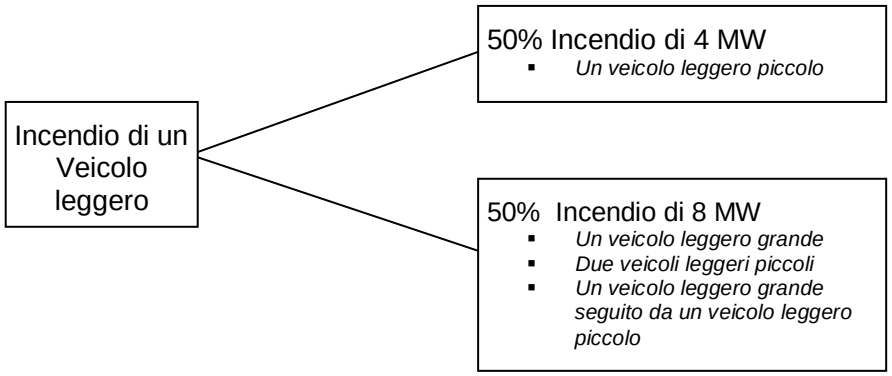
- Mancanza di rispetto delle regole di guida (velocità, interdistanza);
- Perdita di controllo del veicolo (guida pericolosa o difetto meccanico);
- Incontro di un ostacolo sulla carreggiata;
- Collisione dopo fermata del veicolo sulla carreggiata, ecc.…

2.2.3 Frequenze di accadimento

Le frequenze di accadimento dell'evento incendio sono ricavate dall'analisi di traffico e incidentalità riportata nella parte n° 1. Di seguito si riporta una tabella con la sintesi dei valori.

Tipo veicolo	%	Tasso (10^8 véhicule.km)	Lunghezza canna (km)	TMGA	Numero veicoli totale annuale	Numero d'eventi annuali
VL	90,0	0.06	0,800	9.294	3.392.310	1.63E-03
VP	7,2	0.049	0,800	744	271.560	1.06E-05
Pullman	1,3	0.049	0,800	134	65.116	2.55E-05
Altro	1,5		0,800	155	57.101	-

In particolare l'incendio di un autoveicolo (veicolo leggero) si suddivide secondo lo schema seguente:



L'incendio di un veicolo pesante (VP) fa riferimento ad una potenza d'incendio di 30MW.

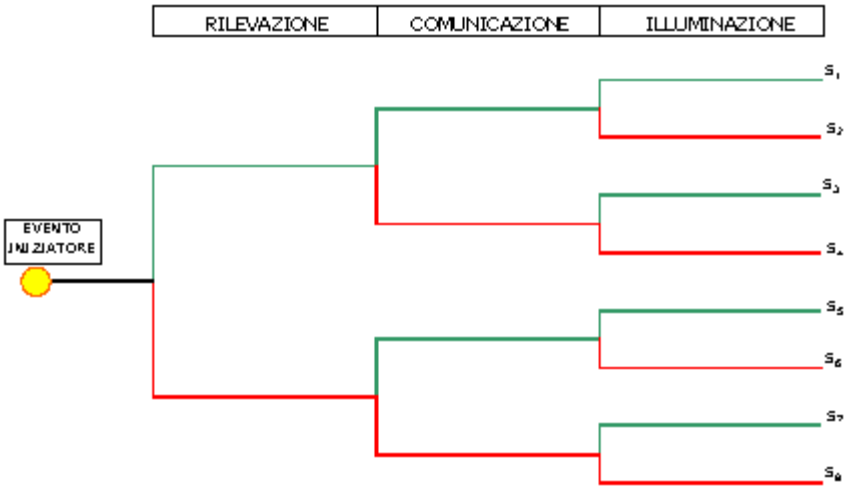
3. INTRODUZIONE ANALISI PROBABILISTICA

3.1. L'ALBERO DEGLI EVENTI

3.1.1 L'albero degli eventi

L'Albero degli Eventi rappresenta una metodologia di tipo induttivo che permette di studiare ed evidenziare le sequenze incidentali che si generano a seguito di un singolo evento iniziatore. Questa è una rappresentazione sintetica che discretizza tutte le possibili sequenze evolutive dell'incidente che si diramano dall'accadimento dell'evento iniziatore a seconda che accadano o no certi guasti dei sistemi di protezione o eventi fenomenologici.

Lo studio è di tipo logico/probabilistico in quanto **discretizza in modo drastico la realtà in eventi macroscopici** che possono accadere oppure non accadere (aspetto logico) generando sequenze incidentali alternative, che potranno essere caratterizzate in termini probabilistici (aspetto probabilistico). Dal punto di vista grafico l'albero appare come indicato nella figura seguente.



Abbinando all'evento iniziatore (esempio incendio di un veicolo pesante) una frequenza di accadimento (1/anno) ed agli eventi E1, E2, ..., En una probabilità di accadimento, si potrà valutare la frequenza di ciascuna sequenza individuata.

Per la costruzione dell'albero si individuano quindi tutte le funzioni di sicurezza che la mitigazione dell'incidente richiede, e si organizzano nell'ordine temporale di intervento, individuando per ciascuno il "ramo di successo" e il "ramo di non successo".

A ciascun ramo è abbinata la propria probabilità di accadimento che è valutata mediante le tecniche di affidabilità dei sistemi. Tra i metodi applicabili il più utilizzato è l'albero dei guasti il cui utilizzo vincola la costruzione dell'albero degli eventi.

3.1.2 Il danno

Alla fine di ogni ramo corrisponde una conseguenza espressa in termini di numero di vittime, ottenuto attraverso la **simulazione e l'elaborazione degli scenari incendio ed evacuazione**, le cui ipotesi e caratteristiche delle condizioni al contorno sono descritte nei paragrafi successivi.

3.2. Il diagramma ALARP

Di seguito sono riportati i diagrammi F-N con le soglie di accettabilità definite dal D. Lgs. 264/06 [Rif. 2] e le zone individuate dagli scenari studiati.

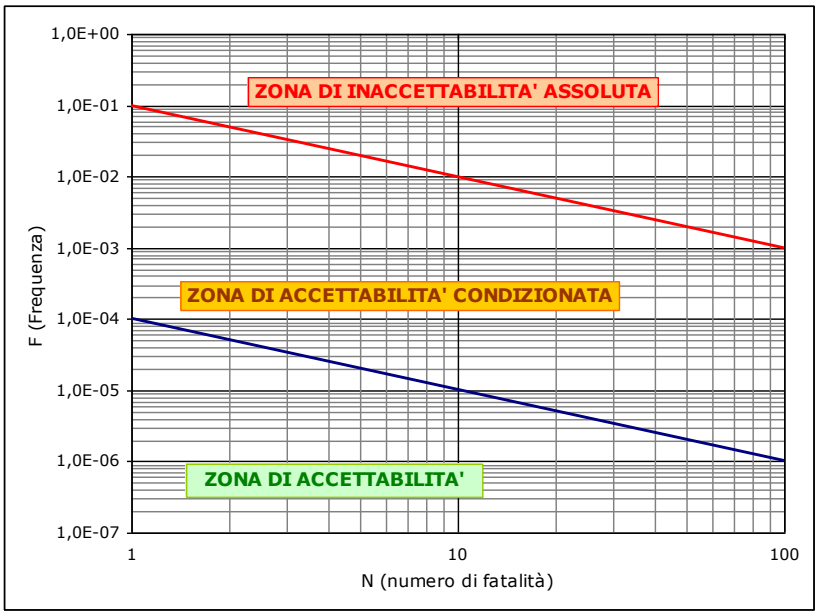


Figura 1 - Diagramma FN con soglie indicate dal D.Lgs. 264/06

Anziché la curva nel diagramma sono individuate le aree in cui si collocano gli scenari esaminati, dovuto al fatto che l'aleatorietà delle variabili, caratterizzanti le braccia dell'albero degli eventi, individuano un range di frequenza e di numero di fatalità entro il quale si muovono.

4. LE IPOTESI PER IL CALCOLO DELLA CURVA DELLA GALLERIA CON UNA SOLA VIA DI ESODO

Si prevede tutto quanto è stato definito in fase di Progettazione Preliminare e successive (vedi 'Doc. di Rif._5'.) MA CON UNA SOLA VIA DI FUGA CENTRALE oltre all'introduzione di misure compensative ma mantenendo la velocità di progetto (50km/h direzione Noli, 70km/h direzione finale Ligure).

4.1. Le ipotesi generali

4.1.1 Premessa

Le ipotesi degli scenari analizzati riguardano:

- La configurazione del **sistema galleria** descritta nella parte 1 come da Progetto Preliminare e successivi ('Doc. di Rif._5'.) **ma con una sola via di fuga**;
- Il **traffico,** la cui analisi è riportata nella parte 1;
- La **Centrale Operativa di Compartimentale COC** (allerta, chiamata e coordinamento e dei servizi di soccorso);
- Gli **utenti ed il loro comportamento** in caso di emergenza;
- La tipologia e **modalità di funzionamento degli impianti** di sicurezza esistenti;
- I **servizi di soccorso esterni** e tempi d'intervento;
- **Misure Compensative strutturali/impiantistiche e procedurali aggiuntive.**

La Velocità di percorrenza è come da progetto 50km/h direzione Noli, 70km/h direzione Finale Ligure;

4.2. Il Traffico.

4.2.1 Premessa

Le variabili input delle simulazioni incendio ed evacuazione che riguardano il traffico sono:

- Tipologia e composizione del traffico;
- TGM e previsioni.

E' importante la definizione di tali variabili in quanto influiscono sulla:

- Frequenza di accadimento dell'evento critico analizzato;
- Tipologia di incendio (potenza sprigionata totale e potenza sprigionata in funzione del tempo) in funzione del tipo di veicolo;
- Tempo di riempimento della galleria a monte dell'incendio che influisce a sua volta sull'eventuale effetto pistonamento, poco provabile in quanto la galleria è bidirezionale, e quindi movimento dei fumi e sulla densità di popolazione dello spazio galleria al momento dell'emergenza.

4.2.2 TGM e composizione

Il TGM al 2009 inserito nelle simulazioni risulta pari a 10.327 veicoli.

Si considera consentito il Transito di Merci Pericolose. In ogni caso è plausibili pensare che non vi siano transiti merci pericolose su questa tratta, non tanto per l'assenza di rilievi ma perché non vi sono particolari insediamenti produttivi. Inoltre i comuni limitrofi sono direttamente accessibili dall'autostrada.

4.2.2.1 Velocità dei veicoli

La velocità di progetto per questa galleria è differente a seconda della direzione di percorrenza. È pari a 70km/h se si viaggia in direzione Noli mentre nell'altra direzione è di 50km/h.

4.2.2.2 Interasse dopo la fermata

La distanza di fermata tra parafango anteriore di un'unità veicolare e il parafango anteriore dell'unità successiva è di **6,6 metri** in base alle raccomandazioni del AIPCR.

Un veicolo pesante è considerato tre volte un unità veicolare leggero sempre secondo le raccomandazioni del AIPCR.

Il rispetto della distanza di sicurezza ha influenza fondamentale nella probabilità di aggravamento dell'incendio. Minore è la distanza trà il veicolo fermo/bloccato e quello incendiato, maggiore è la probabilità che l'incendio si propaghi allo stesso, con conseguente aumento della potenza d'incendio.

4.2.2.3 Tasso di occupazione dei veicoli

La percentuale d'occupazione media dei veicoli è secondo le raccomandazioni AIPCR di:

Tipo di veicolo	Tasso di occupazione
VL, Mezzo Pesante	1,5 persone
Pullman	40 persone

4.2.2.4 Densità di popolazione

Il tempo di riempimento della galleria combinato al tempo e modalità di funzionamento degli impianti adibiti alla gestione e blocco del traffico, determina la dimensione della popolazione esposta all'incendio.

In caso di galleria piena di veicoli con traffico bloccato a monte dell'incendio e coda fino all'imbocco di entrata, in base alla composizione del traffico si rileva una densità di popolazione, pari a:

D_p = 0,2 persone/ml ovvero 1 persona ogni 5 ml.

4.3. La rilevazione di un evento

4.3.1 Premessa

I tempi di gestione di un evento incidentale in galleria, hanno un influenza importante sull'evoluzione della sequenza incidentale, e quindi sulle dimensioni delle conseguenze. **Maggiori sono i tempi di reazione e di gestione, più gravi saranno le conseguenze**.

Lo schema seguente mostra come un allungamento dei tempi di ciascuna fase comporta un allungamento complessivo dei tempi di gestione dell'evento incidentale.

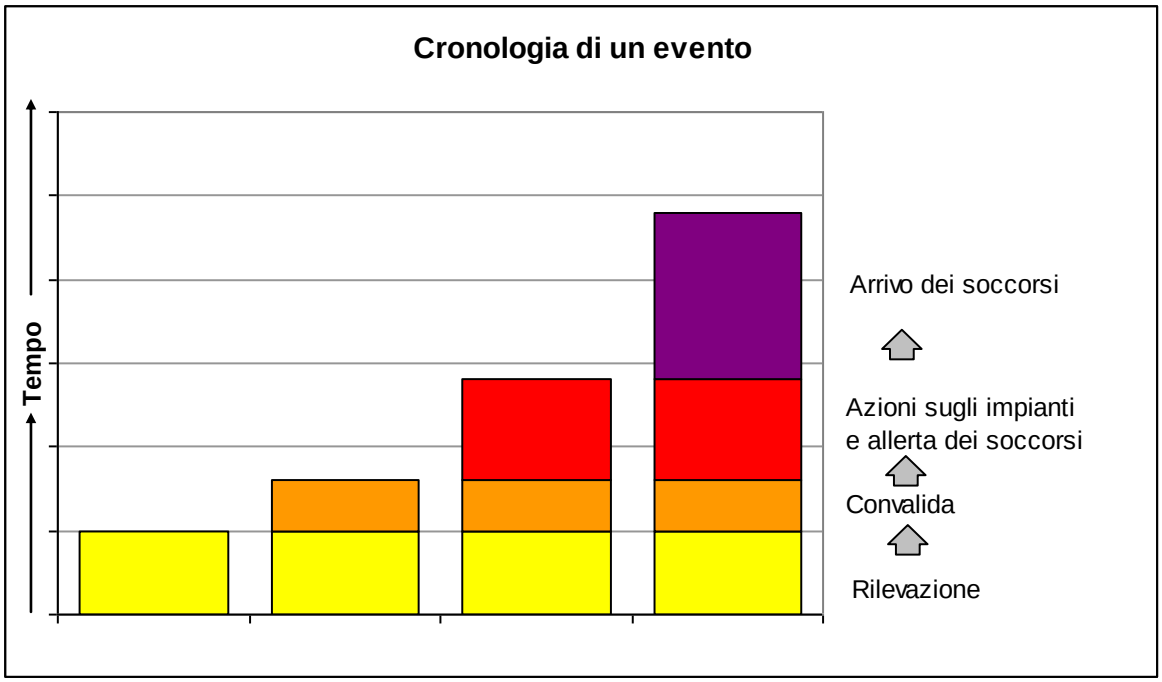


Figura 2 - Schema cronologico di un evento

Esistono infinite sequenze incidentali possibili in funzione dell'ampiezza delle differenti fasi. Dato l'alto numero di possibili scenari è importante effettuare un'analisi dei tempi e delle probabilità con le quali questi si presentano.

4.3.2 Definizioni

S'intende per rilevazione l'intervallo di tempo che passa dall'accadimento dell'incidente, comunemente individuato nell'istante t_0, all'istante di acquisizione dell'allarme da parte dell'operatore della COC. Il tempo di rilevazione varia in funzione:

1. Del tipo di impianti presenti in galleria e loro caratteristiche di affidabilità;
2. Della frequenza dei pattugliamenti degli ausiliari ANAS e/o della Polizia stradale;
3. Delle modalità e tempi di reazione degli utenti.

Le caratteristiche di questi tre punti determinano le probabilità con le quali si hanno tempi di rilevazione differenti.

4.3.3 Impianti

Le caratteristiche degli impianti in galleria sono riassunte nella Parte 1.

Gli impianti atti a garantire la rilevazione dell'evento sono:
- Sistema di conteggio del traffico;
- Videosorveglianza;
- SOS
- Rilevazione incendio – non previsto nel Progetto Preliminare-

Gli impianti atti allertare l'utente minimizzando le conseguenze di ogni evento sono:
- Sistema segnalazione Pittogrammi/PMV e freccia croce;
- Sbarre di chiusura – non previste nel P.Preliminare-

Gli impianti dedicati alla prevenzione stimolando l'utente a rispettare i limiti:
- Sistema con pannello per indicare la velocità di percorrenza– non previste nel P.Preliminare-;
- Sistema di rilevamento velocità a fini sanzionatori– non previste nel P.Preliminare-.

4.3.4 Le pattuglie del Servizio viabilità

La rilevazione di un evento può essere effettuata da pattuglie del servizio viabilità (o POLIZIA) che si trovano in galleria al momento dell'accadimento dell'evento.

4.3.5 Utenti

Il contributo dell'utente nel tempo di rilevazione è funzione:
- Dei mezzi/impianti disponibili sul posto al momento dell'incendio;
- Del tempo di reazione di fronte ad una situazione di emergenza.

Nel caso l'evento critico non venga rilevato attraverso l'impianto di videosorveglianza, gli utenti hanno la possibilità di allertare il COC attraverso le colonnine SOS disposte sul piedritto destro della galleria.

4.3.6 Analisi probabilistica

L'obiettivo dell'analisi probabilistica nella fase di rilevazione è individuare, la distribuzione di probabilità del tempo di rilevamento dell'evento incidentale, considerando l'insieme delle variabili descritte sopra.

Al variare del tempo di rilevazione varia l'evoluzione della sequenza incidentale rendendola specifica e unica. Il numero delle possibili sequenze è funzione del differente tempo di rilevazione quindi infinito. E' necessario perciò effettuare una scelta razionale dei tempi di analisi, in maniera da ottimizzare l'analisi e i risultati.

La determinazione dei tempi di risposta è stata ottenuta mediante l'analisi statistica dei dati derivati dall'analisi delle prestazioni dei sistemi previsti. È possibile approssimare la distribuzione delle probabilità del tempo di rilevazione di un incendio, ad una distribuzione di Poisson.

4.4. La convalida dell'evento

La fase di convalida è una fase importante nella sequenza di un evento incidentale, poiché va a sommarsi nei tempi complessivi di gestione e allerta.

4.4.1 Scopo

Lo scopo della fase di convalida è la verifica e conferma dell'evento in maniera tale da attivare le procedure corrette per la sua gestione o in caso contrario annullare l'emergenza per falso allarme.

4.4.2 Analisi del tempo

La presenza di un sistema del controllo del traffico e dell'incidente mediante sistema di conteggio e classificazione veicoli, allarmi e immagini gestiti dal COC, ed un impianto di illuminazione a norma che garantisca una visione ottimale dell'ambiente, fa si che **l'operazione di convalida venga stimata a 2'12"**.

Le segnalazioni provenienti dal personale ANAS, dalla Polizia o dai VVF possono ritenersi automaticamente convalidate.

4.5. Azioni sugli impianti

4.5.1 Premessa

Si sottolinea che l'efficacia degli impianti è maggiore quanto minori sono i tempi di attivazione, dipendenti dal:

1. Tempo di rilevazione;
2. Tempo di convalida;
3. Reazione e modalità operative degli operatori del COC.

4.5.2 Analisi dei tempi

L'obiettivo, in caso di emergenza, è ridurre la fase di staticità dell'infrastruttura, in altre parole quell'intervallo nel quale le misure attive, cioè gli impianti di sicurezza che si attivano solo a emergenza avvenuta, non sono ancora entrati in funzione per garantire all'utenza un evacuazione sicura.
L'attivazione degli impianti/scenari automatizzati è stimata a **30 secondi** dopo la convalida dell'allarme.

La trasmissione del segnale sul campo è stimata a **30 secondi** dopo l'attivazione degli impianti.

Nota: i tempi sopra stimati dovranno essere confermati dall'Anas o comunque applicati in fase di realizzazione in quanto parte integrante dell'Analisi

4.6. Blocco del traffico

In caso di emergenza incendio, il tempo utile per il blocco del traffico all'imbocco d'entrata in galleria influisce sul numero di persone esposte all'emergenza quindi sulle possibili conseguenze finali. Quanto prima si blocca il traffico maggiore è la probabilità di avere conseguenze meno gravi. Infatti nel caso specifico **dovranno essere considerati apparati di chiusura galleria** (es. sbarre agli imbocchi e ripetute all'interno) **come misura compensativa.** Al fine di minimizzare le conseguenze dell'evento.

Inoltre dovranno essere sistemi di **rilevamento automatico di INCIDENTI E INCENDI** al fine di poter minimizzare i tempi di reazione degli operatori del COC; **sistemi che dovranno essere considerati come misura compensativa.**

4.6.1 Analisi dei tempi

Per la galleria Capo Noli a seguito del rilevamento automatico e/o manuale di un evento, le possibili modalità di blocco del traffico sono:

1. Risalita della coda di veicoli bloccati dietro l'incendio fino l'esterno della galleria;
2. Attivazione dei semafori freccia-croce e sbarre installati agli imbocchi;
3. Arrivo di una pattuglia del Servizio ANAS o Polizia a cui sia stato preventivamente comunicata l'emergenza e che ha modo di agire sui semafori posti agli imbocchi e bloccare l'accesso al tunnel.

Nel primo caso il blocco del traffico equivale alla galleria riempita nel tratto veicolo incendiato – imbocco d'entrata. Il tempo nel quale la coda raggiunge l'imbocco d'entrata dipende dal:

- Flusso orario di veicoli al momento dell'emergenza;
- Localizzazione dell'incendio all'interno del fornice;
- Composizione e tipologia di traffico, che influisce sullo spazio occupato da ciascun veicolo.

Nel secondo caso, l'attivazione dei semafori permette una rilevazione molto rapida e fa si che il numero di utenti/veicoli che entrano in galleria siano ridotti, a patto che la segnaletica venga rispettata, per questo si prevedono anche le sbarre di chiusura.

La probabilità di avere la coda all'esterno in n° minuti è legata alla probabilità di avere un determinato flusso orario veicolare.

Tuttavia è necessario anche tenere conto della probabilità che il traffico sia bloccato all'esterno prima del riempimento della galleria per opera di una pattuglia del Servizio ANAS o della POLIZIA allertati e giunti sul posto.

L'obiettivo è:

1. Ridurre il numero di veicoli che entrano in galleria e che rimangono bloccati a monte dell'incendio;
2. Ridurre la distanza degli utenti già entrati dal veicolo incendiato, corrispondente ad una riduzione della distanza di esposizione all'incendio.

La presenza di IDC e PMV agli imbocchi è già un elemento valido per il blocco del traffico, sebbene diverse statistiche dimostrino il non rispetto della segnaletica semaforica.

A tal proposito si consiglia l'installazione di impianti atti alla chiusura fisica della galleria (es. barriera telegestita) oltre a sistemi di rilevamento automatico degli incidenti e incendi, con la finalità di attivare tutto il "sistema di gestione" in tempo reale MINIMIZZANDO LE CONSEGUENZE DI OGNI EVENTO GRAVOSO.

4.7. Ventilazione

4.7.1 Premessa

Nell'analisi degli scenari s'intende per ventilazione l'analisi del movimento dei fumi e temperature sprigionate dall'incendio in condizioni di ventilazione naturale.

Come già detto in precedenza, l'evoluzione dei fumi dipende dai seguenti fattori:

- **Tipo d'incendio**, legato al tipo di veicolo e suo carico;
- **Effetto pistonamento** dei veicoli, ma solo fino al blocco del traffico;
- **Differenze di pressione tra gli imbocchi** (condizioni meteo, direzione e intensità del vento).

La galleria di Capo Noli è di lunghezza inferiore a 1000m e non necessita di ventilazione. In ogni caso sono state effettuate delle simulazioni per poter valutare qual è l'andamento dei fumi all'interno della galleria.

Le dimensioni della galleria, l'esposizione dei portali e la copertura prevista consentono di ipottizzare una differenza di pressione agli imbocchi trascurabile. L'effetto predominante sull'andamento dei fumi verrà dato da un lato dall'effetto camino dovuto alla pendenza della galleria e dall'effetto pistonamento dei veicoli anche se non facilmente prevedibile essendo una galleria bidirezionale.

4.8. Illuminazione

4.8.1 Premessa

Le condizioni di illuminazione della galleria sono fondamentali per definire le caratteristiche dello spazio nel quale gli utenti si trovano ad evacuare. La luminosità dell'infrastruttura influisce quindi sulle modalità e capacità di evacuazione degli utenti bloccati a monte del veicolo incendiato.

4.8.2 Analisi probabilistica

L'obiettivo è garantire, in caso d'emergenza, l'illuminazione adatta all'evacuazione delle persone verso un luogo sicuro/via di fuga o imbocchi.

L'impianto d'illuminazione installato, rispetta i requisiti imposti dalle normative vigenti (UNI11095) con rispetto delle proprietà di resistenza al fuoco, e opportuno sezionamento. Questo fa si che le caratteristiche di affidabilità siano elevate.

A una maggiore affidabilità corrisponde una minore probabilità di malfunzionamento. Tale probabilità è inoltre fortemente condizionata dalle procedure adottate in funzione dei livelli di degrado dell'impianto rilevati durante l'esercizio che influiscono sui tempi e modalità d'intervento, sulla durata del malfunzionamento e sulla scelta delle procedure atte a garantire un medesimo livello di sicurezza per utenti.

Le probabilità utilizzate nella metodologia di albero degli eventi sono stimate in base alla classificazione riportata nella tabella seguente.

Illuminazione	Probabilità
Funzionante	95,00%
NON Funzionante	5,00%

4.9. Allerta dei servizi di soccorso

La fase di allerta consiste in un processo di comunicazione di emergenza che coinvolge il Gestore e tutti i servizi di soccorso che intervengono nel caso di un incidente/evento stradale.

Anche i tempi di allerta influiscono sulla cronologia dell'evento determinando le dimensioni delle conseguenze. Se maggiori sono i tempi di allerta maggiori saranno i tempi di arrivo dei soccorsi sul posto, e minore sarà l'efficienza delle azioni volte alla sicurezza dell'utenza e della tratta.

Per servizi di soccorso s'intende:

- Servizio ANAS (Risorse interna);
- Polizia Municipale;
- Vigili del Fuoco;
- Soccorso sanitario;
- Protezione civile;
- Soccorso meccanico, ecc.

In questa fase il COC è in prima linea. In caso di emergenza ha il compito di raccogliere le informazioni riguardo l'evento e condividerle con gli enti di soccorso. Questi ultimi dovranno essere:

1. Allertati per attivare il loro intervento;
2. Tenuti aggiornati sull'evoluzione dell'emergenza in maniera da ottimizzare le loro azioni.

4.9.1 Allerta

I tempi di allerta degli attori sono confermati (ALLEGATO 1) dalle squadre di soccorso (Polizia, Vigili del Fuoco, Ambulanze) e aggiornati in base all'esperienza ed esercitazioni svolte nel corso del tempo.

4.9.1.1 Chiamata Servizio Viabilità

L'operatore del COC allerta gli agenti del servizio viabilità ANAS (in pattuglia, al centro o reperibili) e trasmette a loro le informazioni utili.

La priorità di chiamata al servizio viabilità ANAS/Polizia è dovuta alla necessità di fermare e gestire il traffico in maniera tale da facilitare l'ingresso dei Vigili del Fuoco e il loro intervento.

Il tempo di trasmissione delle informazioni stimato è di 1 minuto **(1 minuto dalla convalida dell'allarme).**

4.9.1.2 Chiamata Polizia

L'operatore A della Sala di controllo allerta poi direttamente la Polizia situata presso il Comune di competenza.

Quest'azione è stimata ad 1 minuto (**1 minuti dalla convalida dell'allarme)**.

4.9.1.3 Chiamata Vigili del Fuoco

L'operatore allerta il centro di Trattamento delle Allerte dei Vigili del Fuoco attraverso i numeri pre-impostati sull'apparecchio telefonico disponibile in postazione.

Il tempo di trasmissione delle informazioni stimato è di 1 minuto (**2 minuto dalla convalida dell'allarme)**.

I Vigili del Fuoco vengono allertati nei seguenti casi :

- A titolo preventivo, in caso d'incidente stradale ;
- In caso d'incendio.

I vigili del fuoco assumono il coordinamento delle operazioni per quanto riguarda gli aspetti di protezione civile ad esempio in caso di intasamento di lunga durata sull'autostrada (che metta in pericolo gli utenti).

4.9.1.4 Chiamata Soccorso sanitario

L'operatore allerta il centro di Trattamento delle Allerte del Soccorso Sanitario attraverso i numeri pre-impostati sull'apparecchio telefonico disponibile in postazione, dopo che è stato informato della presenza di uno/dei ferito/i (eccetto caso di incendio dove l'allerta è immediato). Può esserne informato da Servizio viabilità ANAS sul posto o da una pattuglia della polizia o altri enti di soccorso.

Il tempo di trasmissione delle informazioni è stimato ad 1 minuto **(3 minuti dalla convalida dell'allarme).** Le ambulanze vengono allertate nei seguenti casi:

- In caso d'incidente con ferito/i;
- In caso d'incendio.

4.9.1.5 Chiamata soccorso stradale

Dopo verifica sul campo da parte degli agenti del servizio viabilità, l'operatore chiama un'unità del soccorso stradale se necessario.

4.9.1.6 Chiamata Protezione Civile

L'intervento della protezione civile è richiesto, in caso di particolari necessità e direttamente dalla Prefettura.

4.9.1.7 Chiamata ARPA

L'intervento dell' ARPA è richiesto, in caso di particolari necessità (dispersione di sostanze pericolose) direttamente dal Soccorso Sanitario (118).

4.9.1.8 Chiamata Ditte convenzionate e specializzate per l'intervento su materie pericolose

L'operatore in caso di dispersione di sostanze pericolose allerta i VVF che a loro volta allertano le ditte specializzate.

4.10. Evacuazione degli utenti

L'analisi dell'evacuazione degli utenti negli scenari di emergenza è un passo fondamentale in quanto si determinano direttamente **le dimensioni delle conseguenze degli scenari** stessi.

Le modalità di evacuazione non dipendono soltanto dal tipo di impianti di sicurezza presenti in galleria ma anche dal tipo di popolazione esposta (età, sesso, ecc...), dall'informazione/formazione percepita riguardo le situazioni di emergenza e quindi modalità di evacuazione e comportamento in una situazione di pericolo.

4.10.1 Reazione degli utenti

Al fine di caratterizzare in modo uniforme il comportamento degli utenti in una situazione di emergenza si sono stabilite ipotesi valide per tutti gli scenari incendio riguardo:

- Il comportamento degli utenti nei veicoli;
- Il comportamento degli utenti a piedi (modello di esodo);
- Criteri di sopravvivenza in zona critica.

4.10.1.1 Reazione degli utenti nei veicoli

Blocco dei veicoli dietro il sinistro all'interno della galleria

Per il traffico, prima dell'incendio, si adottano le ipotesi di flusso, velocità e interdistanze sviluppate all'inizio di capitolo.

Nel caso d'incendio di un veicolo pesante che occupa l'intera carreggiata, si assume che:

- I veicoli a monte e a valle del sinistro non superano più l'ostacolo;
- I veicoli si fermano quando incrociano la zona di fumi (opacità maggiore di 0,05 m^{-1} – grigio chiaro nei diagrammi di evacuazione);
- I veicoli si fermano in vista dell'incendio.

Blocco dei veicoli all'imbocco

La galleria non ha dispositivi automatici di blocco al suo ingresso; dunque si dovranno adottare le seguenti ipotesi:

- I veicoli si fermano se incontrano la coda che esce dalla galleria
- I veicoli si fermano se dall'imbocco della galleria esce fumo
- I veicoli si fermano in presenza di pattuglie della POLIZIA
- I veicoli si fermano in messaggio di chiusura sul PMV

4.10.1.2 Reazione degli utenti in fase di evacuazione (a piedi)

E' necessario definire le caratteristiche degli utenti che possono trovarsi in galleria riguardo:

- Il *comportamento umano*, poiché la psicologia umana gioca un ruolo importante nella salvezza delle persone;
- Le *caratteristiche della reazione* legate alla sensibilità (capacità di riconoscere e comprendere un evento critico e pericoloso) e alla reattività (abilità di interpretare correttamente i segnali e attivare le appropriate azioni);
- I tempi di esodo, funzione della previsione del movimento degli utenti durante la fase di evacuazione. Tale previsione è influenzata dalla distanza degli utenti da un logo sicuro, condizioni di visibilità, condizioni di respirabilità e criteri di sopravvivenza.

4.10.1.3 Tempi di reazione

Per ipotesi e in base alle esperienze precedenti di casi simili, gli utenti lasceranno il loro veicolo e il loro ambiente circostante non appena :

- Il fumo arriva sul veicolo;
- I soccorsi danno l'ordine agli utenti di evacuare la zona;
- Vedranno altri utenti fuggire.

Il tempo di reazione comprende :

- Il tempo di reazione;
- Il tempo per togliere le cinture di sicurezza;
- Il tempo per far scendere gli occupanti situati sul sedile posteriore;
- etc…

Il tempo di reazione medio è fissato a 300 secondi per tutti i tipi di veicoli (leggeri, pesanti, pullman).

4.10.1.4 Velocità di evacuazione

- Velocità di spostamento in zona chiara: 1 m/s;
- Velocità di spostamento in zona invasa dai fumi leggeri (opacità compresa tra 0,05 e 0,4 m^{-1}, visibilità inferiore a 80 m): 0,5 m/s;
- Velocità di spostamento in zona invasa dai fumi densi (opacità superiore a 0,4 m^{-1}, visibilità inferiore a 10 m): 0,3 m/s.
- Velocità di spostamento in zona con visibilità nulla: 0,3 m/s

4.10.2 Criteri di sopravvivenza

Tali criteri indicano la possibilità di sopravvivenza delle persone esposte all'incendio e ai prodotti della combustione. Esse possono variare in funzione delle condizioni fisiche e mentali degli occupanti e della lunghezza del tempo di esposizione. La determinazione dei criteri è basata su:

- Gli **effetti termici**;
- La tossicità.

4.10.2.1 Gli effetti termici

Gli effetti termici sono associati alle conseguenze dovute all'ipotermia, ustioni cutanee, ustioni del tratto respiratorio.

Ai fini dell'analisi probabilistica e simulazione degli scenari si definisce che:

- **In zona con Temperatura compresa fra 50°C e 140°C, l'utente ha un periodo di sopravvivenza pari a 5 minuti;**
- **Mentre ove la temperatura è maggiore di 140°C, l'utente non sopravvive.**

4.10.2.2 La tossicità

La tossicità è associata al concetto di *"Dose effettiva frazionaria" (fractional effective dose – FED)* e "*Concentrazione effettiva frazionaria" (Fractional effective Concentration - FEC)* dipendenti dalla concentrazione dei prodotti di combustione alla quale gli individui sono esposti.

Tra i prodotti di combustione di un incendio di un veicolo possono trovarsi i seguenti gas: Ossido di carbonio, anidride carbonica, anidride solforosa, ipoazotide o biossido di azoto, acido cianidrico, acido fluoridrico, ammoniaca, idrogeno solforato, ecc. La pericolosità di tutti questi gas dipende dalla quantità inalata funzione del tempo di esposizione e concentrazione nell'aria.

Ai fini dell'analisi probabilistica e simulazione degli scenari si stima che il tempo di sopravvivenza sia :

- **In zona fumo denso** (opacità superiore a 0,4 m^{-1}, visibilità inferiore a 10 m) **di 16 min** ;
- **In zona di back-layering o fumo chiaro di 25 minuti**.

Si considera che il Gestore in caso d'incendio attivi la procedura di blocco del traffico.

4.11. L'intervento dei servizi di soccorso

4.11.1 Le squadre di intervento

I dati qui di seguito indicati riguardo le squadre di intervento.

4.11.2 Servizio ANAS

4.11.2.1 Tempo medio di arrivo

Il tempo medio di arrivo dipende dalla posizione della pattuglia al momento dell'evento. Ai fini degli scenari si analizzano il tempo medi d'intervento rilevato al Gestore è **ipotizzato** a **7 minuti e 30 secondi**.

4.11.3 Vigili del fuoco

4.11.3.1 Localizzazione:

- **Comando provinciale di Savona**;
- **Distaccamento di Finale Ligure**;

4.11.3.2 Trasmissione dell'allerta e intervento

I tempi di trasmissione delle informazioni all'agente del Centro di Trattamento delle Allerte (CTA-VF) dei Vigili del Fuoco e di complemento d'informazione è stimato ad **1 minuto** (natura del sinistro, localizzazione precisa, ecc.).

In caso d'incendio, il CTA-VF potrebbe essere già stato avvertito dagli utenti componendo il 115.

L'agente del CTA-VF chiama quindi i centri di soccorso situati nelle vicinanze. Quest'azione è stimata ad **1 minuto e 30 secondi**.

4.11.3.3 Tempo medio di arrivo

I tempi medi di intervento sono di circa 20 minuti dalla chiamata (ALLEGATO 1).

Questi tempi d'intervento sono dei tempi medi, usati per le necessità degli scenari sviluppati e stimati in base all'esperienza. Questi tempi non possono essere **in nessun caso dei tempi di riferimento** che impegnano i servizi.

4.11.3.4 Missioni

- Ricezione dell'allerta incendio (115);
- Anello della catena di Ricezione – Trasmissione dell'allerta ;
- Lotta contro l'incendio ;
- Nel corso dell'intervento : Valutazione delle capacità di controllo dell'incendio in vista di un'eventuale richiesta di rinforzo ;
- S'incarica delle missioni di COS (Comandante delle Operazioni di Soccorso) ;
- Partecipazione al PC operativo ;
- Partecipazione all'esperienza acquisita.

4.11.4 Polizia

4.11.4.1 Localizzazione:

- Polizia Municipale di Noli a circa 2km dall'imbocco lato Noli

4.11.4.2 Trasmissione dell'allerta e intervento

Il tempo di trasmissione delle informazioni all'agente di Polizia al suo interno e di complemento d'informazione è stimato ad 1 minuto (natura del sinistro, localizzazione precisa, ecc.).

Quindi vien attivata la pattuglia di Polizia. Quest'azione è stimata ad 1 minuto.

Il tempo d'arrivo della pattuglia sul luogo dell'incidente può variare in base al posizione della pattuglia.

4.11.4.3 Tempo medio di arrivo:

Il tempo medio d'intervento è stimato a 5 minuti ;

Questi tempi d'intervento sono dei tempi medi, usati per le necessità degli scenari sviluppati.

Dovranno essere comunque oggetto di un'**ulteriore verifica**. Questi tempi non possono essere **in nessun caso dei tempi di riferimento** che impegnano i servizi.

4.11.4.4 Missioni

- Ricezione delle chiamate utenti ;
- Anello della catena di Ricezione – Trasmissione d'allerta ;
- Protezione dei luoghi e garanzia del perimetro di sicurezza ;
- Polizia della strada ;
- Evacuazione dei veicoli bloccati nella zona sana ;
- Partecipazione al PC operativo ;
- Partecipazione all'esperienza acquisita.

4.11.5 Soccorso sanitario

4.11.5.1 Localizzazione

La Centrale Operativa del 118 di Savona.

La Centrale Operativa coordina il soccorso sanitario dal luogo dell'emergenza sino al ricovero ospedaliero, provvede anche alla rilevazione, in tempo reale, dei posti letto nei reparti di emergenza delle strutture ospedaliere regionali, consentendo la destinazione finale dei pazienti a seconda della gravità.

4.11.5.2 Trasmissione dell'allerta e intervento

Il tempo di trasmissione delle informazioni all'agente del Centro di Trattamento delle Allerte (CTA-Amb) delle Ambulanze e di complemento d'informazione è stimato ad 1 minuto (natura del sinistro, localizzazione precisa, ecc.).

In caso d'incidente con ferito/i, il CTA-Amb sarà certamente già stato avvertito dagli utenti componendo il 118.

L'agente del CTA-Amb chiama quindi il centro ambulanze situato nelle vicinanze. Quest'azione è stimata ad 1 minuto.

4.11.5.3 Tempo medio di arrivo

Il tempo medio d'intervento è stimato a 8 minuti, 15 minuti per l'automedica (ALLEGATO 1);

Questi tempi d'intervento sono dei tempi medi, usati per le necessità degli scenari sviluppati.

Dovranno essere comunque oggetto di un' **ulteriore verifica**. Questi tempi non possono essere **in nessun caso dei tempi di riferimento** che impegnano i servizi.

4.11.5.4 Missioni

- Ricezione delle allerte in caso di feriti (118) ;
- Anello della catena di Ricezione – Trasmissione dell'allerta ;
- Soccorso alle persone (ferite e coinvolte) ;
- Partecipazione al PC operativo ;
- Partecipazione all'esperienza acquisita.

4.11.6 Soccorso stradale

4.11.6.1 Trasmissione dell'allerta e intervento

Il tempo di trasmissione delle informazioni al centro di soccorso stradale e di complemento d'informazione è stimato ad 1 minuto (natura del sinistro, localizzazione precisa, ecc.). dopo verifica sul posto effettuata dall'agente del Servizio Viabilità.

Il tempo di arrivo del o dei veicoli di soccorso stradale (carro attrezzi) sul luogo dell'incidente non è stato definito per gli scenari.

4.11.6.2 Missioni

- Rimozione dei veicoli guasti, incidentati o incendiati (alla fine del sinistro).

4.11.7 Protezione civile

4.11.7.1 Trasmissione dell'allerta e intervento

Il tempo di trasmissione delle informazioni alla Protezione Civile e di complemento d'informazione è stimato ad 1 minuto (natura del sinistro, localizzazione precisa, ecc.).

Il tempo di arrivo dei veicoli del personale della Protezione Civile sul luogo dell'incidente non è stato definito per gli scenari.

4.11.7.2 Missioni

- Protezione degli utenti in caso di intasamento prolungato sull'autostrada;
- Definizione di un perimetro di protezione e trattamento specifico in caso di rovesciamento di merci pericolose.
- Partecipazione al PC operativo;
- Partecipazione all'esperienza acquisita.

5. CONCLUSIONI DELL'ANALISI DETERMINISTICA DEGLI SCENARI DELLA GALLERIA

5.1. Efficacia del rilevamento

Per una galleria bidirezionale la rilevazione rapida è importantissima al fine di bloccare il traffico all'esterno prima che si crei coda, limitare il numero di utenti esposti e consentire un più agevole intervento dei servizi di soccorso.

L'impianto di videosorveglianza non è dotato di un sistema di Rilevamento automatico d'incidente. Il sistema di conteggio del traffico potrà fornire l'allarme di anomalie della circolazione dovute all'accadimento di un evento ma con tempi superiori rispetto a un sistema Controllo Automatico del Traffico per mezzo di telecamere RAI e di un sistema per il rilevamento incendio.

Inoltre sarebbe opportuna una sorveglianza degli imbocchi per mezzo di telecamere brandeggiabili, ai fini preventivi e per una migliore visione globale in fase di organizzazione degli interventi.

I tempi della fase di convalida dell'evento da parte dell'operatore sono dipendenti dai tempi di **rilevamento, raggiungimento visivo**, persa coscienza, dell'evento con le telecamere, **reazione (attivazione degli scenari – PMV/pittogrammi…)** e **attivazione dei soccorsi**.

5.2. Efficacia della comunicazione e dell'allerta

Gli utenti hanno modo di comunicare con il COC attraverso le colonnine SOS. Queste non sono chiuse in nicchie di sicurezza quindi **la comunicazione rischia di essere disturbata dal rumore del traffico**. L'utente rischia di non sentire correttamente le indicazioni dell'operatore.

Dato che gli allarmi e controllo dell'infrastruttura, sono indirizzati verso il COC, è importante che gli operatori siano opportunamente formati.

Affinché l'allerta sia efficace, gli operatori del COC, dovranno applicare le procedure di esercizio previste per la situazione in essere.

S'intende che il personale del COC dovrà essere formato adeguatamente, e le procedure dovranno essere sempre adeguate e aggiornate, in base alle nuove esperienze e all'evolversi delle nuove tecnologie. Il fine ultimo è quello di poter garantire sempre e comunque **la risoluzione efficace di ogni problema nel minor tempo possibile minimizzandone le conseguenze.**

E' inoltre fondamentale la redazione di un Piano di Gestione dell'Emergenza in collaborazione con i servizi di pronto intervento. Lo scopo è quello di ottimizzare le comunicazioni, minimizzando i tempi di comunicazione e coordinamento, definendo inoltre i ruoli e le responsabilità di ognuno.

5.3. Efficacia della chiusura dell'opera

La chiusura della galleria è tanto più efficace quanto più la rilevazione è rapida e il flusso veicolare è basso. Data la lunghezza della galleria, se il traffico è particolarmente elevato, la coda raggiungerà l'esterno ancora prima della rilevazione e attivazione degli impianti. E' importante che, in funzione dell'evento critico, il COC sia in grado di chiudere tempestivamente la corsia interessata, attraverso PMV/pittogrammi e IDC**.**

5.4. Efficienza dell'auto-salvataggio degli utenti

La fase di auto-salvataggio corrisponde al tempo che gli utenti dispongono per potersi mettere al riparo da eventuali fumi o emanazioni tossiche prima della presa in carico da parte dei servizi di soccorso.

Nella via di fuga sono previsti di impianto di pressurizzazione con dotazioni idonee per garantire la tenuta al fuoco, permettono l'evacuazione verso l'esterno. L'interdistanza da progetto verso le uscite passa dia un massimo di 300m a 450m dagli imbocchi.

Il punto di raccolta è verso il vecchio tracciato Capo Noli, soggetto a frane, e da progetto accessibile solo lato Noli; **al fine di una più facile accessibilità si raccomanda di prevedere accessibile il vecchio tracciato anche lato Finale** (dedicato solo ai mezzi di soccorso).

A tal proposito si ribadisce la necessità di una procedura di blocco del traffico completa di impianti idonei per entrambi gli imbocchi.

5.5. Efficienza dell'intervento dei soccorsi sul campo

Il tempo d'intervento dei Vigili del fuoco, tenendo conto della loro localizzazione e presenza degli svincoli di Savona e Finale in prossimità della galleria, è stimato a 20 minuti come tempo medio ma, data la vicinanza è plausibile pensare che possa essere inferiore (questa considerazione non costituisce alcun vincolo).

Attualmente la via alternativa alla nuova realizzazione è A10 e nel caso di traffico bloccato in un al fine di facilitare l'accesso dei soccorsi è stato chiesto di:

- **come prescrizione**- di mantenere l'accessibiltà ad entrambe gli imbocchi al vecchio tracciato di Capo Noli solo ai mezzi di soccorso, affinché possa costituire una via alternativa;

Inoltre il traffico **preventivamente controllato/gestito** ed eventualmente bloccato fuori dalla galleria (attraverso la segnaletica / presenza della Polizia o quanto il gestore riterrà opportuno) non costituirà un'aggravante sull'evento in galleria.

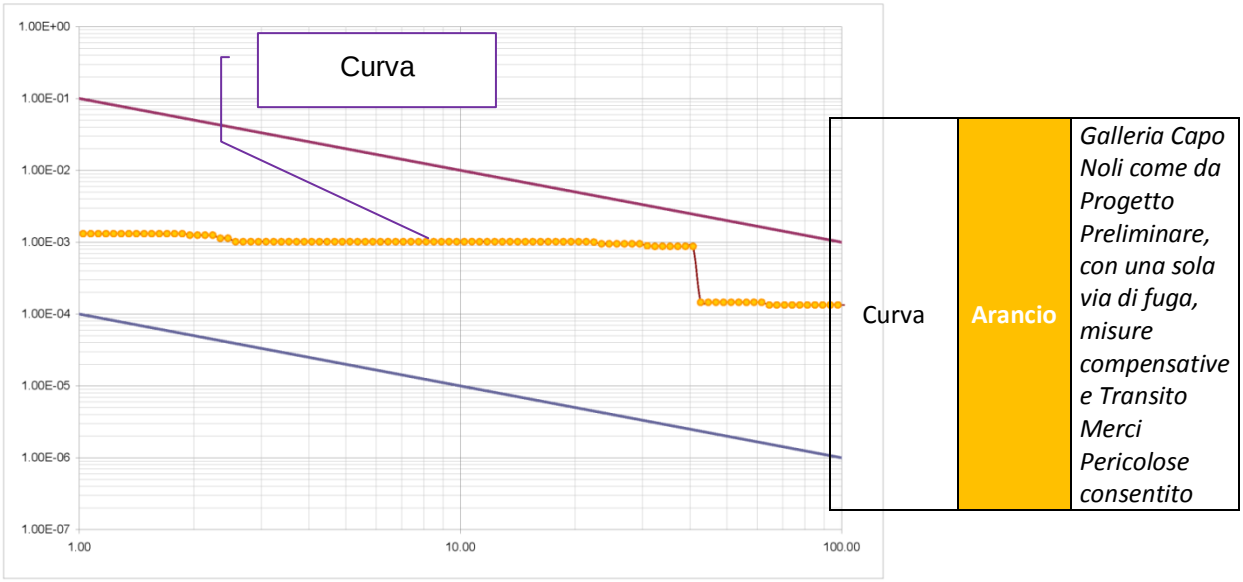
La presenza dell'impianto antincendio favorisce la capacità e l'efficacia dell'intervento dei Vigili del fuoco nella lotta contro l'incendio, l'inserimento di un sistema di **rilevamento incendio – prescrizione-** permetterà di minimizzare ulteriormente i tempi di allerta.

6. VALUTAZIONE QUANTITATIVA DEL RISCHIO

Si premette che il rischio connesso ad una galleria è definito:

1. Come distribuzione delle probabilità di superamento di determinate soglie di danno, rappresentate graficamente dalla curva cumulata complementare sul piano logaritmico F-N dove F indica la probabilità di superamento della soglia e N il numero di fatalità (numero di vittime);
2. O come valore atteso del danno (VAD) rappresentante l'area sottostante la curva cumulata complementare.

6.1. Curva FN



Come si evince dal grafico la curva, basata su dati forniti dal committente, è sotto la soglia di accettabilità con l'introduzione di **misure compensative**.

6.2. Valore atteso del danno

Il valore atteso del danno definisce un indicatore di rischio globale idoneo a determinare le condizioni di equivalenza fra soluzioni progettuali diverse.

Configurazione		VAD
B. + TMP	**1 via di fuga**	0.05

Da ciò di deduce che il valore atteso danno è di 5 morti ogni 100 anni.

FINELCO srl

ANAS S.p.A.

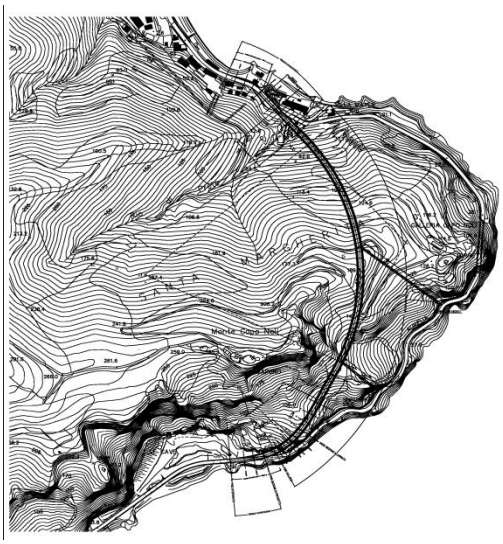
VARIANTE DI TRACCIATO ALLA S.P.1 AURELIA

CAPO NOLI

Località: Noli

GALLERIA CAPO NOLI

IN FASE DI PROGETTAZIONE PRELIMINARE



ANALISI DI RISCHIO

Parte 3: Sintesi e Conclusioni

Elaborazione: 11/03/2011

Revisione: 11/11/2011

Firenze ML/PM/RR/LB/PM

Versione: V04

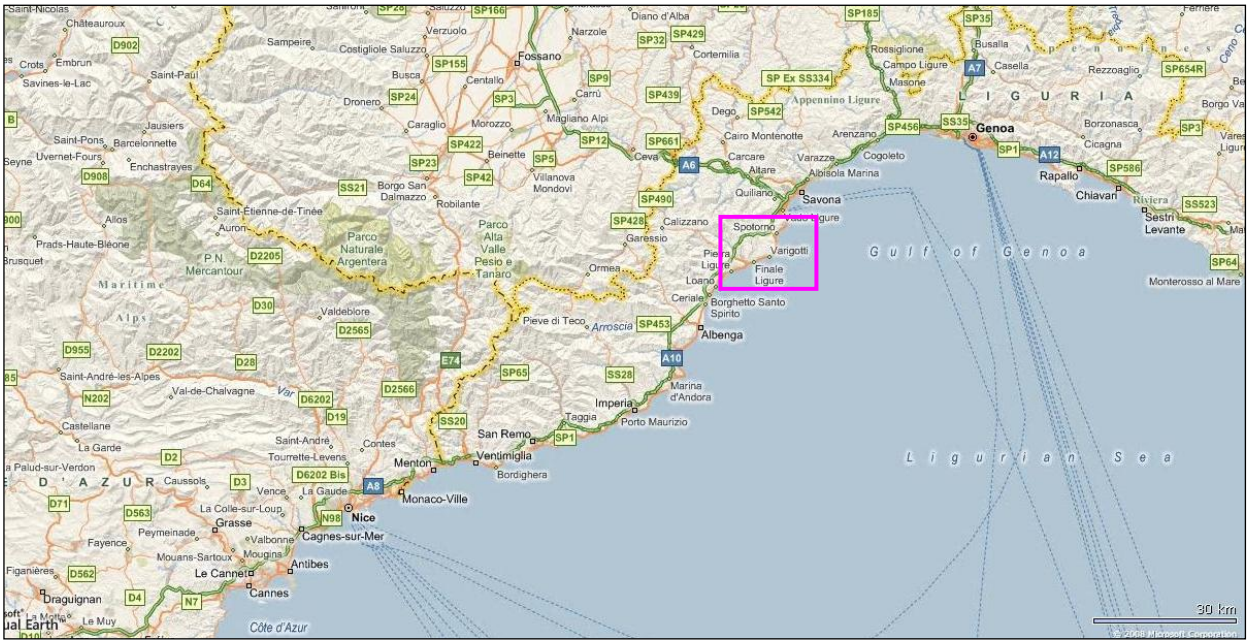
Sommario

1. SINTESI GENERALE 3
1.1. Caratteristiche principali di Progetto della galleria Capo Noli 3
1.2. Scopo dell'analisi di rischio 6
1.3. Stato attuale dell'opera in fase di Progettazione Preliminare 6
1.4. Rischi specifici della galleria Capo Noli come previsto in fase di Progettazione. 7
1.5. La curva 8
1.5.1 La curva FN 8
1.6. Il Valore Atteso del Danno (VAD) 8
2. Conclusioni 9
2.1. Livello di rischio 9
2.2. Misure compensative 10
1.1.1 Provvedimenti impiantistici 10
2.2.1 Provvedimenti strutturali 10
2.2.2 Provvedimenti procedurali/gestionali 10
2.3. Raccomandazioni 11

1. SINTESI GENERALE

1.1. Caratteristiche principali di Progetto della galleria Capo Noli

La galleria Capo Noli è costituita da un fornice bidirezionale con 1 corsia per senso di marcia. La nuova galleria è prevista come alternativa al tratto denominato Capo Noli sulla tratta Noli – Finale Ligure della SS1 Aurelia; attualmente soggetta a frane e frequenti chiusure, pertanto la galleria, di per se, già costituisce un innalzamento del livello di sicurezza per gli utenti.



Localizzazione Galleria Capo Noli. Fonte: http://maps.live.com/

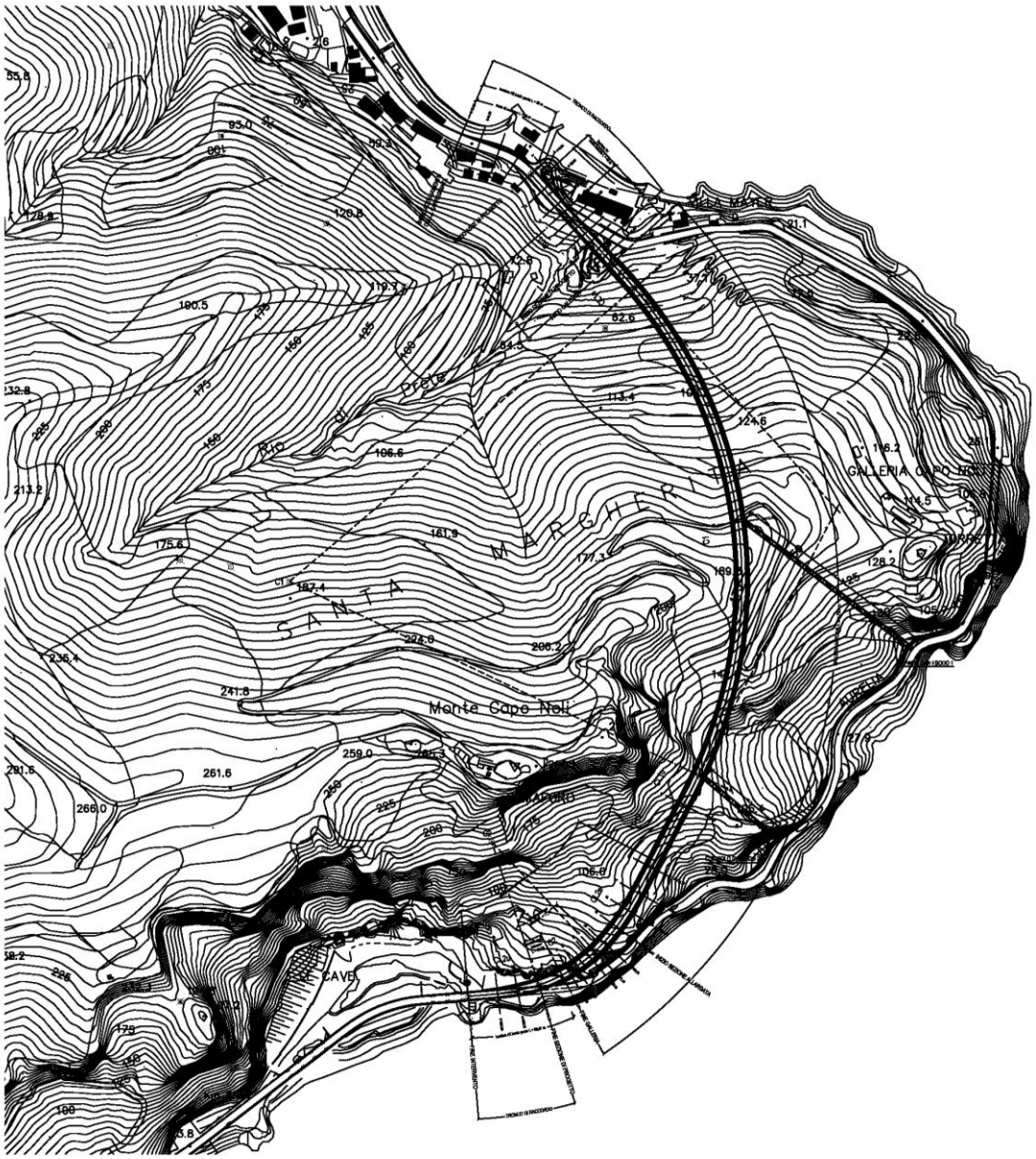
La galleria Capo Noli presenta una piattaforma stradale di utile di 7 m di larghezza totale, la carreggiata è costituita da due corsie di 3,5 m con due spazi laterali di circa 1,25 m.

Da progetto la galleria è dotata di due vie di fuga ad una distanza:

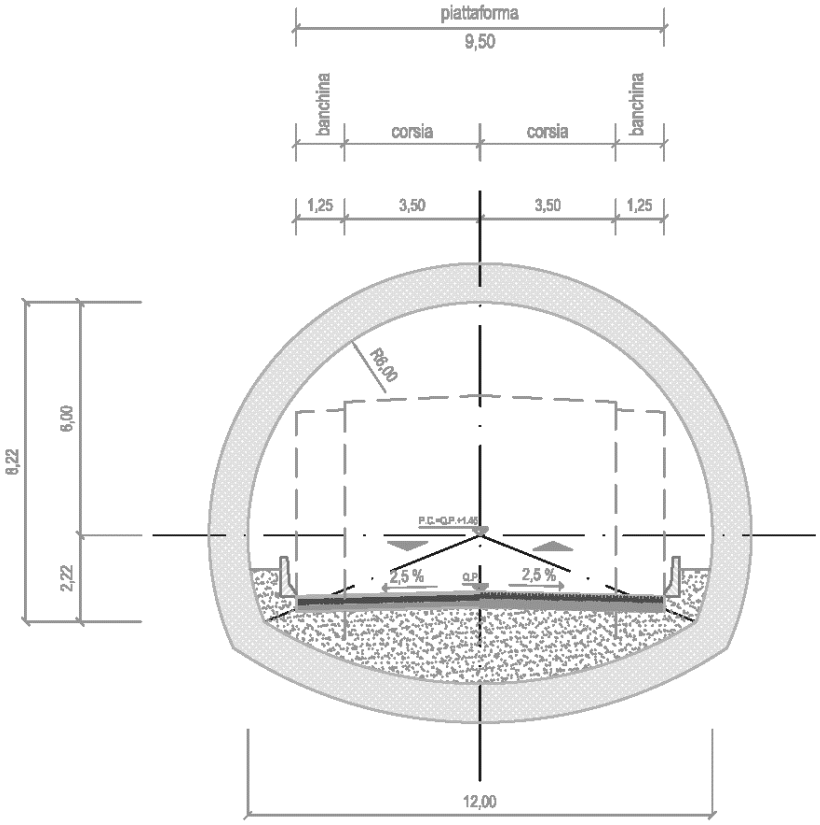
- lato Noli con accessibilità sulla sinistra, a circa 300 m dall'imbocco il secondo a circa 700 m;
- lato Finale Ligure con accessibilità sulla destra, a 250 m dall'imbocco il secondo a 528 m;

Con una interdistanza massima di 300 m.

SVILUPPO PLANIMETRICO GALLERIA CAPO NOLI



SEZIONE TIPO C2



Il traffico considerato per la stesura del documento di analisi di rischio è il seguente i cui dettagli sono sviluppati nella **parte 1** del presente documento.

Tipo veicolo	% TGM	TGM
VL	90,0	9.294
***VP**	7,2	744
Pullman	1,3	134
Altro	1,5	155

*Si ipotizza che il transito medio giornaliero di VP_TMP è di 5,5 veicoli/gg – vedi Premessa PARTE 01- , compreso TGM sopra indicato **– da verificare prima di procedere alle successive fasi di progettazione**.

1.2. Scopo dell'analisi di rischio

Premesso che la galleria Capo Noli è stata progettata in conformità agli standard progettuali ANAS 2009 e non è soggetta al Decreto DLg. 264/2006 in quanto non fa parte della rete TEN.

Scopo è quello di verificare il livello di sicurezza della galleria nella configurazione ad una via di fuga più misure compensative.

1.3. Stato attuale dell'opera in fase di Progettazione Preliminare

Allo stato di fatto in fase di Progettazione Preliminare la galleria Capo Noli, caratterizzata dai seguenti impianti, anch'essi sviluppati in ottemperanza a quanto contenuto nelle "Linee Guida per la progettazione della sicurezza nelle Gallerie Stradali" (ANAS 2009), di seguito sono elencate le dotazioni impiantistiche previste a livello di Progetto Preliminare:

- impianto di illuminazione aree esterne;
- impianto di illuminazione di rinforzo;
- impianto di illuminazione permanente e di emergenza;
- Impianto di illuminazione di sicurezza;
- impianto idrico antincendio;
- impianti elettrici:
  - alimentazione ordinaria,
  - alimentazione di riserva (Gruppo elettrogeno),
  - energia di emergenza in continuità assoluta (UPS),
- impianti di comunicazione, sicurezza ed antincendio:
  - impianto segnaletica verticale di emergenza,
  - impianto di comunicazione agli utenti (PMV),
  - impianto indicatori di disponibilità corsia,
  - impianto SOS (stazioni di emergenza),
  - impianto conteggio e classificazione veicoli,
- impianti di allestimento Vie di Fuga:
  - impianto illuminazione di emergenza Vie di Fuga,
  - impianto pressurizzazione Vie di Fuga,
  - impianto TVcc Vie di Fuga,
  - impianto SOS (stazione di emergenza) Vie di Fuga,
- impianto di supervisione e controllo.

1.4. Rischi specifici della galleria Capo Noli come previsto in fase di Progettazione

Durante l'elaborazione dell'analisi di rischio si sono potuti apprezzare alcuni rischi specificamente legati alla galleria Capo Noli e alle caratteristiche del tracciato stradale su cui è ubicata, in particolare:

- Il tracciato della galleria è in curva ivi compresi gli imbocchi;
- Se pur la galleria presenta una pendenza al di sotto del 3% le pendenze agli imbocchi, come di seguito descritto, costituiscono un rischio. Infatti il profilo longitudinale di tracciato è caratterizzato da tre livellette raccordate mediante raccordi verticali parabolici:
  - livelletta 1: prosegue la pendenza dell'esistente lato Noli (3,35%);
  - livelletta 2: coincide per la quasi totalità con lo sviluppo della galleria, ha pendenza pari al 2%;
  - livelletta 3: realizza il raccordo lato Finale proseguendo la pendenza del viadotto (5,27%).

- la pendenza longitudinale media del 2% è sicuramente il fattore di rischio più influente, in quanto nel caso di sviluppo di fumi e/o incendi l'effetto camino avrebbe un effetto negativo in direzione Finale Ligure – da considerare in fase di stesura del PGE-.

- Il progetto prevede velocità differenti per ogni direzione di marcia, in linea di principio nulla osta all'adozione di differenti limiti di velocità nelle opposte direzioni di marcia di un tratto stradale, qualora vi siano condizioni differenti (di geometria, di caratteristiche, di traffico, ecc.). Sebbene nel caso in questione il limite è motivato dalla distanza di visibilità per l'arresto in relazione al raggio di curvatura della galleria nel senso di marcia più vincolante, la considerazione che si tratta di una galleria bidirezionale ad una corsia per senso, in pendenza ed i presenza di veicoli a 2 ruote farebbe ritenere cautelativo uniformare il limite nei 2 sensi a 50km/h. Inoltre ciò faciliterebbe nell'utenza abituale la percezione della galleria come di un tratto soggetto a limitazione e di conseguenza il rispetto del limite adottato.

  Si cosata che spostare il limite di 70km/h di circa 1000m, ovvero dall'imbocco all'uscita della galleria, risulterebbe ininfluente per la fluidità del traffico, ma estremamente utili ai fini della sicurezza.

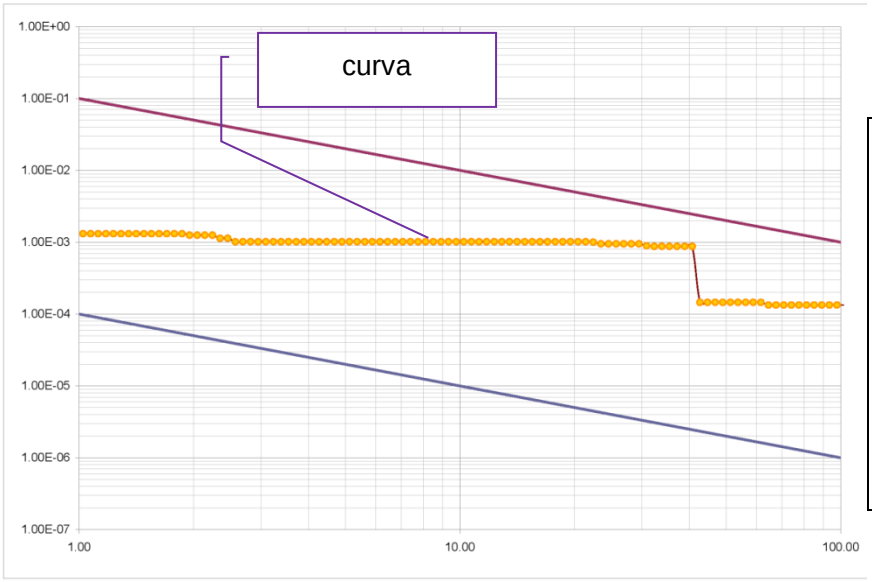
  Inoltre uniformare la velocità in galleria a 50km/h, nei due sensi, porterebbe ad un risparmio economico in termini di impianto ma soprattutto di esercizio, in quanto l'impianto di illuminazione potrebbe essere progettato per una velocità più bassa.

- L'analisi di traffico parte integrante della presente evidenzia TGM differenti rispetto a quanto previsto in fase preliminare, pertanto si suggerisce di tener conto delle variazioni in fase di Progettazione Definitiva. Sarebbe comunque opportuno uno studio di traffico specifico per la tratta in oggetto.

1.5. La curva

La seguente analisi probabilistica ha l'obiettivo di fornire il livello di sicurezza della galleria Capo Noli attraverso il calcolo della curva FN e del Valore Atteso del Danno (VAD) come richiesto dalla normativa vigente nella configurazione ad una vie di esodo più misure compensative rispetto a quanto previsto in fase di Progettazione.

1.5.1 La curva FN



Curva	Arancio	*Galleria Capo Noli come da Progetto Preliminare, con una sola via di fuga, misure compensative e Transito Merci Pericolose consentito*

Dalla curva sopra si evince che, in base ai dati forniti, la soluzione analizzata rimane all'interno del livello di accettabilità.

1.6. Il Valore Atteso del Danno (VAD)

Il valore atteso del danno, definisce un indicatore di rischio globale idoneo a determinare le condizioni di equivalenza fra soluzioni progettuali diverse.

Configurazione		VAD
B. + TMP	**1 via di fuga**	0.05

Da ciò di deduce che il valore atteso danno è di:

- 5 morti ogni 100 anni.

2. CONCLUSIONI

Valutato il Livello di sicurezza, considerando i dati di traffico e incidentalità messi a disposizione , le dotazioni previste e quelle di seguito prescritte; preso atto che la curva risultante, calcolata in base ai dati forniti, rimane sempre all'interno della fascia di accettabilità; si sono dati al gestore gli elementi per poter valutare la configurazione idonea.

Pertanto si può affermare che, tenendo conto:

- dell'oneroso costo per la realizzazione delle vie di fuga;
- dell'esiguo costo delle misure compensative;

dai risultati emersi dalla presente Analisi di Rischio si evince che **introducendo misure compensative** il livelli di sicurezza, basato si dati a disposizione, è sotto la soglia di RISCHIO TOLLERABILE e che pertanto il gestore può decidere di realizzare o meno una o entrambe le vie di fuga attualmente previste in fase di Progettazione.

Si sottolinea che la curva FN prodotta si basa sui dati traffico forniti, specialmente su dati di TMP la cui variazione porterebbe ad una sostanziale modifica della curva – vedi Premessa PARTE 01-. Pertanto in fase di Progettazione Esecutiva si raccomanda di effettuare un'analisi del traffico.

2.1. Livello di rischio

Il livello di rischio caratteristico dello stato di progetto è localizzato nel grafico ALARP nella zona di **accettabilità condizionata considerando le misure compensative di seguito elencate:**

- **Divieto transito pedoni – sarà prevista una via alternativa;**
- **Divieto di sorpasso;**
- **Sistemi di comunicazione all'interno della gallerie – copertura GSM come richiesto dagli enti di soccorso (allegato n° 1) e/o impianto di continuità radio**
- **Accessibilità del tracciato attualmente in esercizio di Capo Noli, in modo che possa essere facilmente utilizzato dai mezzi di soccorso lato Noli e lato Finale Ligure.**
- **Impianto di controllo automatico del traffico per mezzo dell'analisi video delle telecamere e gestione in tempo reale degli allarmi generati da parte del COC – ANAS-**
- **Impianto di rilevamento automatico incendio e gestione in tempo reale degli allarmi generati da parte del COC – ANAS-**
- **La presenza di un Centro di controllo adeguatamente attrezzato per la gestione/coordinamento e il comando dell'infrastruttura in esercizio h24**
- **Prevedere procedure di gestione specifiche (es. divieti, regolazione del traffico …) nei mesi estivi e nei periodi di alta densità di traffico**

Nota: la gestione tempestiva degli impianti di comunicazione (PMV/Pittogrammi, freccia/croce e/o semafori), per esempio per la chiusura della galleria, è fondamentale per minimizzare le conseguenze di ogni evento gravoso accaduto all'interno della galleria stessa. Perché possa funzionare è necessario che gli impianti tvcc, rilevamento incendio e controllo automatico del traffico siano presenti e telegestiti, affinché gli Operatori del Centro di Controllo si trovino nelle condizioni di attivare tempestivamente le procedure più idonee in funzione dell'evento rilevato.

2.2. Misure compensative

Il livello di rischio è localizzato nel grafico ALARP nella zona di accettabilità condizionata, **di seguito si elencano le misure compensative che dovranno essere attuate .**

Misure supplementari possono essere messe in atto per aumentare ulteriormente il livello di sicurezza vedi Raccomandazioni.

1.1.1 Provvedimenti impiantistici

I provvedimenti più importanti che incidono sul livello di rischio sono i seguenti:

- Prevedere sistemi idonei di segnalazione per evidenziare la presenza di curva agli imbocchi.
- Verifica della presenza di specifico **algoritmo di gestione degli impianti** in funzione dell'evento critico dopo convalida dell'operatore del COC e con **controllo da remoto** degli impianti in galleria già previsto.
- Prevedere presso gli imbocchi segnaletica e sistemi/controlli atti a garantire il rispetto dei limiti previsti (velocità, divieto di sorpasso, divieto transito pedoni …). Per esempio tra i sistemi indubbiamente più efficaci se **ben visibili dagli utenti,** vi sono gli apparati per il rilevamento della velocità a fini sanzionatori, sistemi digitali fissi, telegestiti a distanza dagli enti competenti, in modo da poter garantire coperture h24 minimizzando i tempi di disservizio.
- Interdistanza delle telecamere ogni 100m poste lato sinistro – rispetto all'ingresso da Noli –.
- Telecamere dome agli imbocchi della galleria, atte a controllare le aree esterne in prossimità degli imbocchi.
- Impianto di rilevamento automatico degli incidenti e incendio/fumi ripetuto all'interno della galleria (es. tramite flussi video) .

2.2.1 Provvedimenti strutturali

I provvedimenti più importanti che incidono sul livello di rischio sono i seguenti:

- Provvedere alla creazione di uno spazio di manovra per i mezzi di soccorso, in corrispondenza all'imbocco esterno della via di fuga.
- Provvedere alla creazione di nicchie per l'alloggiamento degli SOS nella via di fuga.
- Prevedere asfalto non drenante .
- Sistema di raccolta liquidi completo di sifoni tagliafuoco e adeguate vasche di raccolta.

2.2.2 Provvedimenti procedurali/gestionali

Al di là dei provvedimenti impiantistici adottati è fondamentale, per una maggiore efficacia della gestione delle situazioni di emergenza, prevedere le seguenti misure procedurali:

- Procedure di gestione della galleria Capo Noli condivise con tutti gli enti di soccorso.
- Specifica procedura di chiusura gallerie (segnaletica attiva …) oltre allo specifico scenario di gestione impianti.
- Specifica **formazione del personale** adibito alla manutenzione e controllo degli impianti con una particolare attenzione al periodo iniziale di messa in funzione, al fine di garantire non solo il corretto funzionamento ma anche la rilevazione di eventuali guasti e falsi allarmi del sistema, più frequenti nel primo periodo di vita di ciascun impianto.
- Procedure specifiche per il controllo e manutenzione dei pozzetti per il drenaggio dei liquidi di carreggiata affinché venga garantita la loro funzione.
- Adozione di misure specifiche di sicurezza atte a compensare i deficit di sicurezza causati dal malfunzionamento di un impianto (Definizione dei livelli di degrado tollerabili degli impianti).
- Definizione, continuo aggiornamento e condivisione con gli Enti di soccorso del **Piano di Gestione dell'Emergenza PGE**.
- In fase di progetto Esecutivo prevedere/identificare aree idonee per il POSTO COMANDO e PMA – competenza del PGE-.

- In fase di progetto Esecutivo prevedere/identificare aree idonee per l'atterraggio dell'elisoccorso – competenza del PGE-.
- Esercitazioni periodiche e **incontri con i Servizi di soccorso** per un miglior coordinamento delle situazioni di emergenza.
- Valutare la possibilità Intensificare i controlli per verificare il rispetto dei divieti – velocità, – e del codice della strada in generale.
- Valutare con le autorità locali la possibilità di prevedere, ad ogni imbocco, sistemi di rilevamento velocità fissi a fine sanzionatorio.
- Campagne di informazione/formazione riguardanti la sicurezza nella gallerie, volte agli utenti dell'infrastruttura.
- Prevedere un segnale di pericolo generico che di per se imporrebbe una guida più attenta e prudente.

2.3. Raccomandazioni

Sono inoltre emersi nell'analisi alcuni aspetti critici che, se applicati, porterebbero ad un ulteriore innalzamento del livello di sicurezza, in particolare:

- A cura del gestore valutare il divieto del transito dei Mezzi Pesanti in particolare quelli abilitati al trasposto Merci Pericolose specialmente nei periodi di punta del traffico (es. esodo).
- Si raccomanda l'uso di sistemi di segnalazioni all'utente (tipo pittogrammi) in prossimità degli imbocchi (a distanza di frenata prima degli imbocchi della galleria). Data la collocazione della galleria e la bassa velocità, si ritiene possano essere utilizzati Pittogrammi ancorati su sostegni a lato strada ben visibili agli utenti anziché i tradizionali portali (difficilmente collocabili in prossimità degli imbocchi). Sarebbe opportuno valutare eventualmente di ripetere la segnalazione su due portali consecutivi lato Noli e specialmente lato Finale.

  Il sistema dovrà minimo informazione all'utente della presenza di:

  - incidente;
  - incendio;
  - rallentamenti/code;
  - veicolo fermo;
  - disservizi sugli impianti es. galleria non illuminata/scarsamente illuminata;
  - della presenza di controllo Velocità a fini sanzionatori;
  - cantiere.

  Inoltre sarebbe opportuno ripetere l'informazione sulla viabilità la dove l'utente è in tempo per percorrere vie alternative a Capo Noli. Una efficace deviazione del traffico, in caso di blocco, porta a minimizzare eventuali ripercussioni sul traffico cittadino, oltre ad agevolare l'intervento dei mezzi di soccorso.