



CONVEGNO

Barriere di sicurezza stradali

Normativa, soluzioni innovative e prospettive future

Mercoledì 4 Giugno 2025

MODULO 1 (3 CFP)
POMERIGGIO – h.14.30 – h.18.30

Le prospettive di evoluzione
della normativa in ambito
dispositivi di ritenuta.
Legislazione nazionale ed
europea.

Giovedì 5 Giugno 2025

MODULO 2 (3 CFP)
MATTINA – h.9.00 – h.13.00

Manutenzione, sorveglianza e
piani di intervento. Protezioni del
cantiere stradale.

Giovedì 5 Giugno 2025

MODULO 3 (3 CFP)
POMERIGGIO – h.14.30 – h.18.30

Nuove esigenze specifiche
di sicurezza: soluzioni
proposte e verifiche in
cantiere.



La programmazione degli interventi di manutenzione e adeguamento delle barriere di sicurezza

ing. Paolo Perco
Direttore Tecnico
Società Autostrade Alto Adriatico S.p.A.



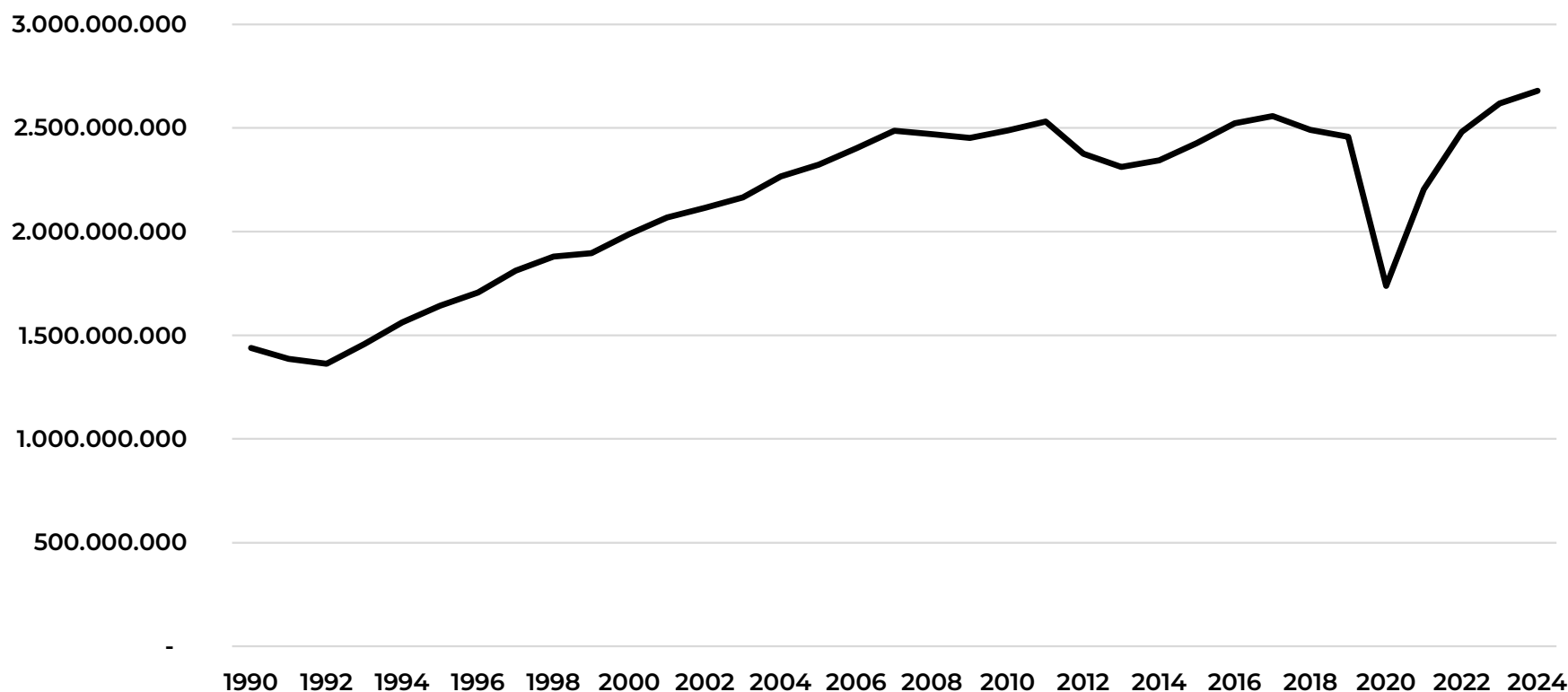
LA RETE AUTOSTRADALE DELLA SOCIETA'





IL TRAFFICO LA RETE AUTOSTRADALE

Veicoli-chilometro sulla rete in gestione dal 1990 al 2024





Le opere necessarie per gestire l'incremento del traffico

nel ***“Primo programma delle opere strategiche”*** di cui alla legge 21 dicembre 2001, n. 443 (cd. ***“Legge obiettivo”***) sono inserite:

- 1 L'ampliamento con la terza corsia dell'autostrada A4 tra Quarto d'Altino e Trieste
- 2 L'adeguamento a sezione autostradale del raccordo Villesse – Gorizia

Il progetto preliminare dell'ampliamento con la terza corsia dell'autostrada A4 è approvato dal CIPE con deliberazione n. 13 del 18 marzo 2005, pubblicata sulla G.U. n. 207 del 6 settembre 2005

Il progetto preliminare dell'adeguamento a sezione autostradale del raccordo Villesse Gorizia è approvato dal CIPE con deliberazione n. 61 del 27 maggio 2005, pubblicata sulla G.U. n. 25 del 31 gennaio 2006



Le fasi di ampliamento dell'autostrada



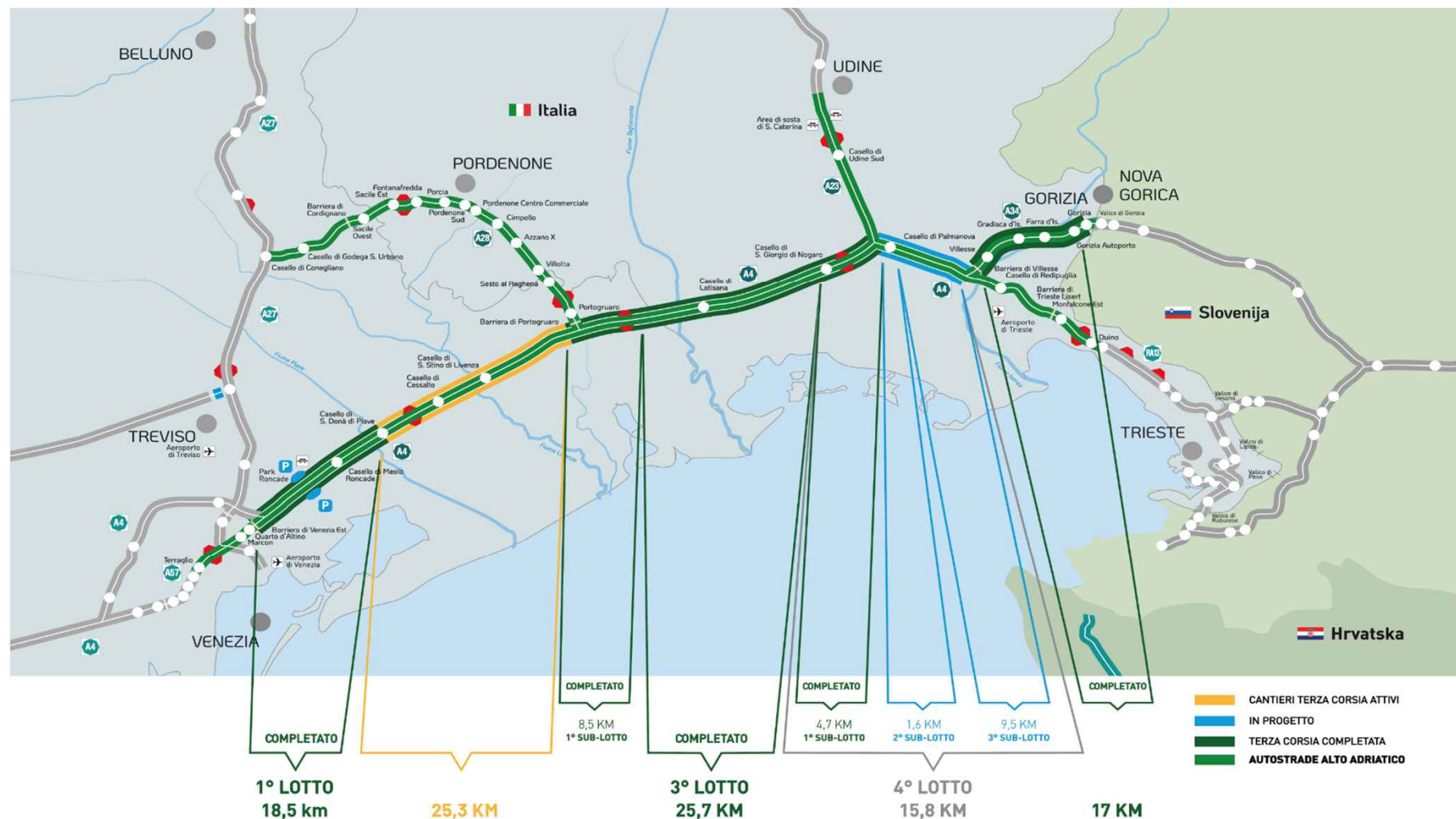


Le fasi di ampliamento dell'autostrada





Lo stato di avanzamento del progetto





Le barriere di sicurezza in esercizio

Lungo la rete autostradale della società sono installate molte tipologie di barriere di sicurezza, con diverse età e caratteristiche.

I dati delle barriere di sicurezza installate attualmente disponibili non sono sufficienti per ottimizzare la programmazione degli interventi.

L'obiettivo della società è quello di dotarsi di uno strumento che consenta di ottimizzare la programmazione degli interventi di manutenzione e di adeguamento delle barriere di sicurezza.

La società ha quindi avviato un servizio per il censimento delle barriere di sicurezza installate lungo la rete autostradale in concessione e per lo sviluppo di uno strumento che possa individuare un indice rappresentativo della priorità dell'eventuale intervento manutentivo.



Il progetto del servizio

1. Censimento delle barriere di sicurezza installate lungo la rete autostradale in concessione
2. Verifica dello stato di conservazione e delle effettive condizioni di installazione delle barriere di sicurezza
3. Determinazione delle barriere di sicurezza da installare ai sensi dell'art. 6 del D.M. 2367/2004 e s.m.i.
4. Valutazione della riduzione della capacità di contenimento delle barriere di sicurezza a seguito delle effettive condizioni di installazione
5. Definizione del modello per individuare la priorità di intervento degli interventi di manutenzione e di adeguamento

Il titolo del servizio è:

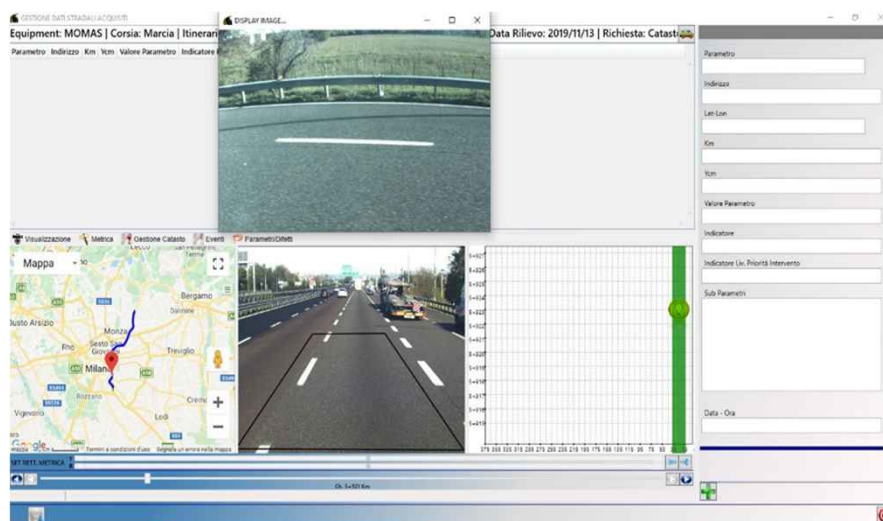
Censimento delle barriere di sicurezza installate lungo la rete autostradale in concessione e individuazione dell'indice di priorità degli interventi di manutenzione e adeguamento.



Censimento delle barriere di sicurezza installate

I rilievi sono stati eseguiti con un mezzo opportunamente attrezzato.

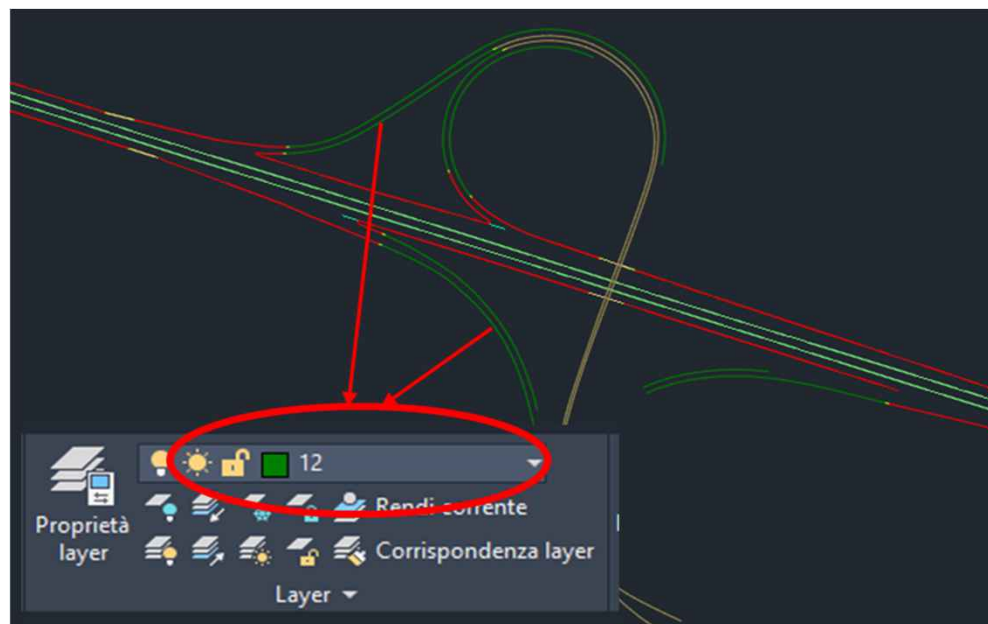
I tracciati rilevati, contenenti le coordinate dei punti del tracciato ed il riferimento ai fotogrammi associati a ciascun punto, realizzati con le quattro fotocamere di cui è dotato il mezzo (centrale, destra 45°, destra 90°, sinistra 45°) sono stati elaborati con uno specifico software.





Censimento delle barriere di sicurezza installate

Il software ha generato automaticamente un geodatabase nel quale sono stati caricati i dati del censimento. I dati sono stati restituiti in formato .dwg e sotto forma di “shapefile” georiferito nel sistema cartografico WGS84 UTM 33N, costituito da un grafo stradale e da primitive di tipo polyline rappresentative di ciascun singolo tratto di barriera di sicurezza installato (definito tratto omogeneo).





La verifica dello stato di conservazione e delle effettive condizioni di installazione delle barriere di sicurezza

La verifica dello stato di conservazione e delle effettive condizioni di installazione delle barriere di sicurezza in esercizio è stata effettuata mediante rilievo sul campo dei seguenti elementi:

1. Altezza di installazione della barriera di sicurezza
2. Presenza di ostacoli a tergo della barriera di sicurezza (larghezza operativa)
3. Geometria del supporto (scarpata o cordolo)
4. Condizioni e difformità della barriera di sicurezza (stato ossidativo, mancanza e serraggio bulloneria, ripristini con elementi non originali, condizioni calcestruzzo NJ, stato giunzioni NJ)
5. Caratteristiche del supporto (Prove dinamiche THOR e prove sclerometriche)

Mediamente, è stato effettuato un rilievo ogni 50 m di tracciato.



La verifica dello stato di conservazione e delle effettive condizioni di installazione delle barriere di sicurezza

Per il rilievo in campo è stato utilizzato l'applicativo MERGIN, un plugin del software QGIS, che è in grado di registrare i dati geospaziali di campo su un dispositivo mobile visualizzando la propria posizione su una mappa, acquisendo dati e foto e archiviando i contenuti registrati all'interno di un cloud.

In tal modo è stato possibile registrare tutti i rilievi effettuati direttamente nel geodatabase.



La verifica dello stato di conservazione e delle effettive condizioni di installazione delle barriere di sicurezza

Altezza della barriera di sicurezza





La verifica dello stato di conservazione e delle effettive condizioni di installazione delle barriere di sicurezza

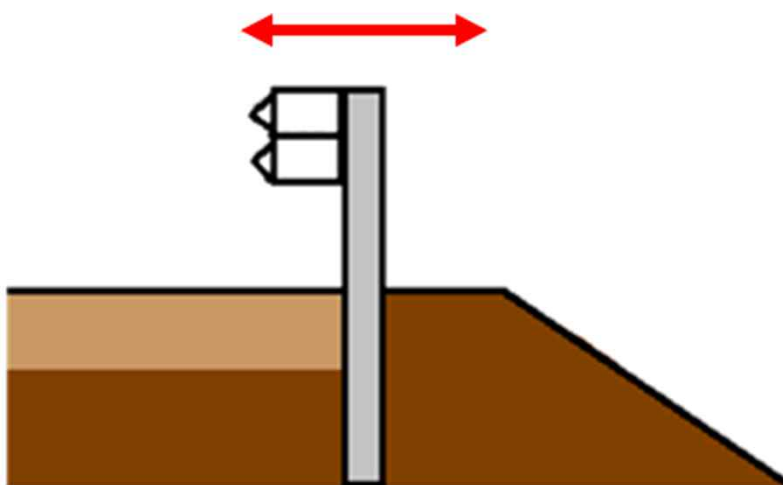
Larghezza operativa della barriera di sicurezza





La verifica dello stato di conservazione e delle effettive condizioni di installazione delle barriere di sicurezza

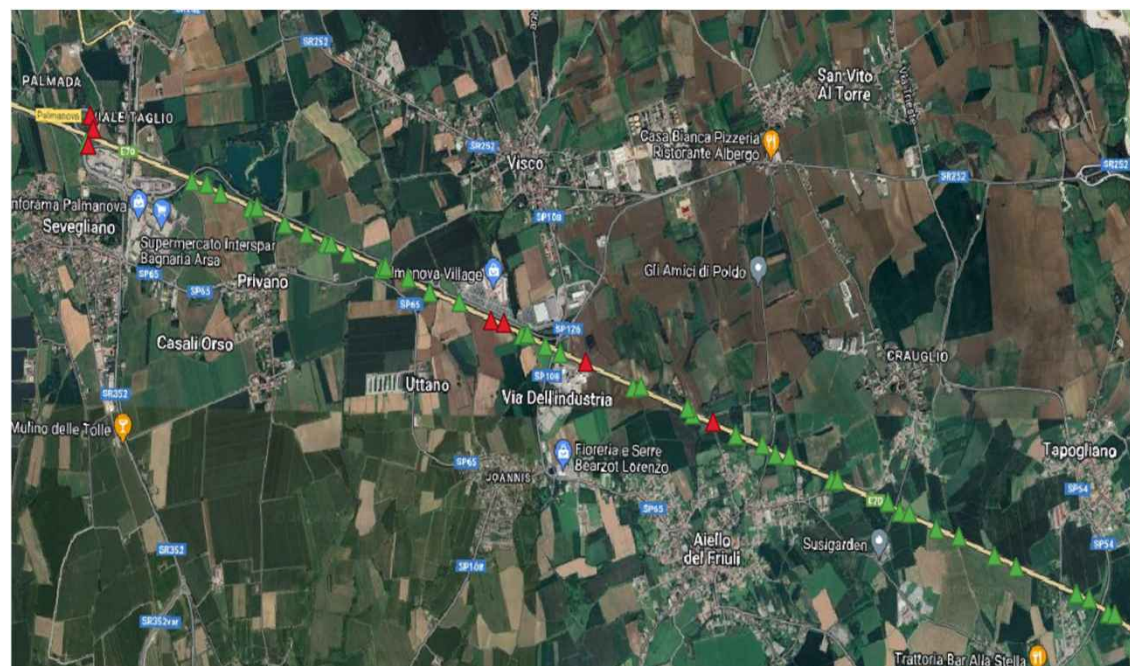
Larghezza del supporto della barriera di sicurezza





La verifica dello stato di conservazione e delle effettive condizioni di installazione delle barriere di sicurezza

Pendenza e altezza della scarpata (anche dove la barriera non è presente)





La verifica dello stato di conservazione e delle effettive condizioni di installazione delle barriere di sicurezza

Condizioni e difformità della barriera di sicurezza





La verifica dello stato di conservazione e delle effettive condizioni di installazione delle barriere di sicurezza

Caratteristiche del supporto



La prova dinamica è stata realizzata in 61 siti rappresentativi delle caratteristiche dei diversi rilevati della rete autostradale in concessione



Determinazione dei dispositivi di ritenuta da installare ai sensi dell'art. 6 del D.M. 2367/2004

Per ciascun tratto omogeneo di barriera di sicurezza in esercizio lungo la rete autostradale, nonché per ciascun tratto ove la barriera di sicurezza oggi non è presente, è stata definita la tipologia e la classe della barriera di sicurezza che sarebbe eventualmente da installare ai sensi del D.M. 2367/2004.

Questa informazione è stata associata a ciascun tratto omogeneo nel geodatabase.



Valutazione della riduzione della capacità di contenimento delle barriere di sicurezza a seguito delle effettive condizioni di installazione

La valutazione della riduzione della capacità di contenimento della barriera di sicurezza sulla base delle effettive condizioni di installazione, mira a valutare, tramite opportune simulazioni numeriche, l'influenza che le effettive condizioni d'installazione rilevate (altezza del dispositivo e caratteristiche meccaniche del terreno di supporto (BL) o tenuta dei tirafondi (BP)) hanno sulla capacità contenitiva della barriera di sicurezza stessa.

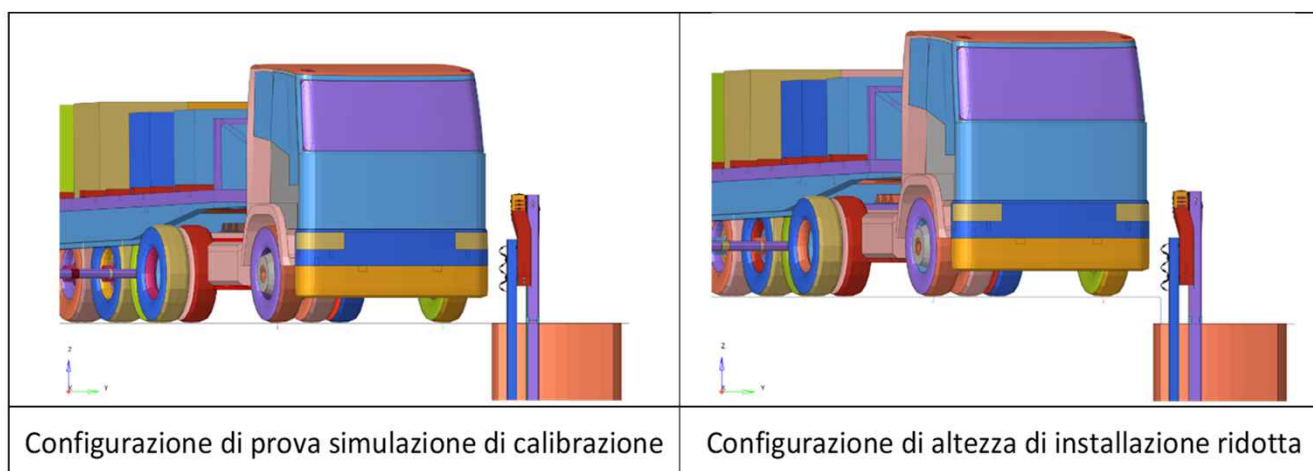
Il «limite di accettabilità» della riduzione della capacità di contenimento delle barriere assunto nella valutazione è stato individuato tramite l'esame della normativa vigente e sulla base di considerazioni di natura probabilistica.

Per le simulazioni numeriche sono stati impiegati dei modelli ad elementi finiti di barriere di sicurezza stradale già validati sui risultati di prove sperimentali di crash.

Valutazione della riduzione della capacità di contenimento delle barriere di sicurezza a seguito delle effettive condizioni di installazione

Altezza della barriere di sicurezza

Il limite di accettabilità per l'altezza della barriera di sicurezza è definita nella tabella in funzione della classe di contenimento della barriera di sicurezza stessa:



Hminima/Hprogetto

N2	0.90
H1	0.85
H2	0.85
H3	0.80
H4b	0.80



Valutazione della riduzione della capacità di contenimento delle barriere di sicurezza a seguito delle effettive condizioni di installazione

La consistenza del terreno di supporto della barriere di sicurezza

Il limite di accettabilità per il terreno di supporto è quello che comporta una riduzione pari al 25% della capacità di assorbimento di energia rispetto al terreno utilizzato per la prova di crash, così come espresso dalla UNI/TR 11785:2020

Il limite di accettabilità per la tenuta dei tirafondi è quello che comporta una riduzione del 20% della tenuta dell'ancoraggio alla prova di pull-out rispetto al valore misurato in sede di prova di crash della barriera di sicurezza



Il modello per definire la priorità di intervento PI

Priorità di Intervento veicoli leggeri

si basa sulla determinazione del numero, per tratto omogeneo, di punti singolari rilevati nell'ambito dello studio.

Priorità di Intervento veicoli pesanti

l'algoritmo che porta alla sua definizione considera ogni aspetto legato al funzionamento della barriera di sicurezza: condizioni di installazione, entità del traffico e contesto normativo all'interno del quale è stata installata. Per la valutazione di ognuna di queste caratteristiche sono stati utilizzati degli appositi "sotto indici" correlati fra loro secondo dei coefficienti che vanno a pesare opportunamente la relativa influenza di ognuno di essi.

Priorità di Intervento dei cavalcavia

È determinata dal prodotto dell'indice che valuta le condizioni complessive di installazione del dispositivo e l'indice riferito alla tipologia di strada che insiste sul cavalcavia.



La priorità di intervento PI per i veicoli pesanti

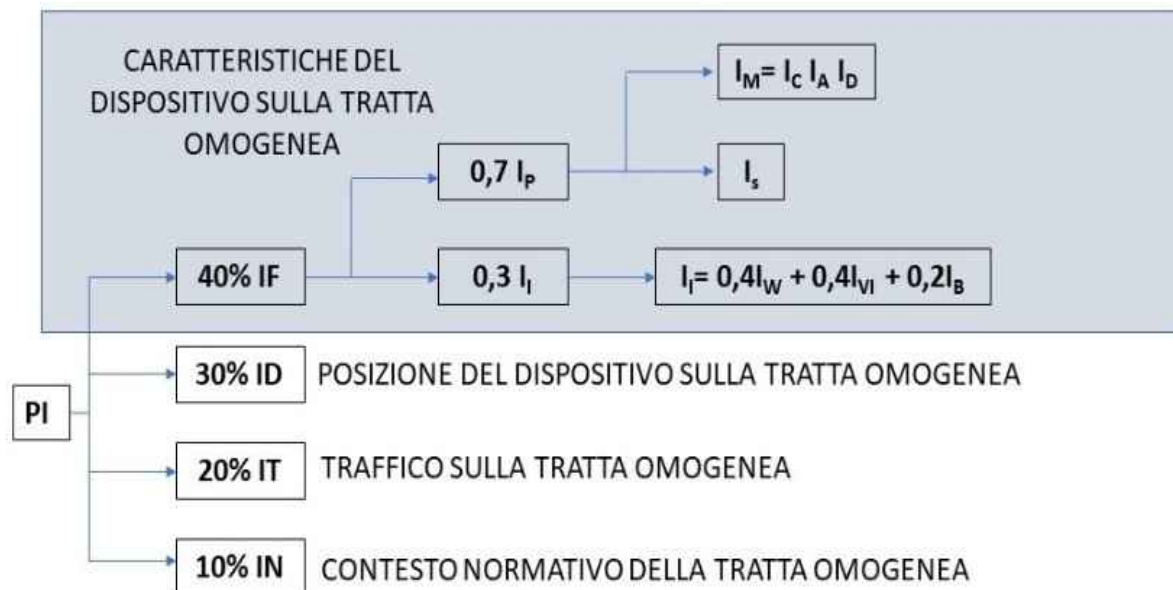
$$PI = IF \times 0,4 + ID \times 0,3 + IT \times 0,2 + IN \times 0,1$$

IF Indice di Funzionamento (condizioni di installazione della barriera di sicurezza)

ID Indice di Destinazione (bordo laterale, bordo ponte, spartitraffico)

IT Indice di Traffico (TGM mezzi pesanti > 3,5 ton)

IN Indice Normativo (barriera marcata CE, omologata, con crash test, senza crash test)





La priorità di intervento PI per i veicoli pesanti

L'Indice di Funzionamento IF riassume in sé tutte le valutazioni relative alle effettive condizioni del singolo tratto omogeneo di barriera di sicurezza, in termini di stato di conservazione, condizioni di installazione e stato del supporto

$$IF = 0,7 \times I_p + 0,3 \times I_l = 0,7 \times (I_C \times I_A \times I_D \times I_S) + 0,3 \times I_l$$

- IP Indice di Prestazione: valuta le condizioni «intrinseche» della barriera di sicurezza, senza considerare le condizioni al contorno quali gli ostacoli a tergo della barriera e la larghezza del supporto su cui è installata;
- Il Indice di Installazione: valuta le condizioni al contorno della barriera di sicurezza, ovvero la presenza di ostacoli a tergo e la larghezza del supporto su cui è installata;
- IC Indice di Contenimento: valuta la rispondenza della barriera di sicurezza installata rispetto alla classe di contenimento prevista dal D.M. 2367/04 per la medesima installazione;
- IA Indice di Altezza: valuta gli effetti della riduzione di altezza della barriera di sicurezza dal piano viabile rispetto a quella di progetto;
- ID Indice di Difformità: valuta i difetti presenti sulla barriera di sicurezza;
- IS Indice del Supporto: valuta le condizioni meccaniche del supporto della barriera di sicurezza.



La priorità di intervento PI per i veicoli pesanti

La disponibilità dei diversi indici consente al progettista di valutare le effettive condizioni di installazione e quindi individuare l'intervento di manutenzione più idoneo, che non necessariamente deve prevedere la sostituzione della barriera di sicurezza.

Per ridurre la Priorità di Intervento del singolo tratto omogeneo, e spostarlo quindi nell'elenco ordinato, potrebbero infatti essere previsti altri interventi volti a migliorare il valore di uno o più indici:

- II – Indice di Installazione: può essere aumentato eliminando gli ostacoli presenti a tergo della barriera;
- IA – Indice di Altezza: può essere aumentato abbassando il piano viabile in occasione di un intervento manutentivo sulle pavimentazioni;
- ID – Indice di Difformità: può essere aumentato risolvendo le difformità rilevate sulla barriera di sicurezza;
- IS – Indice del Supporto: può essere aumentato migliorando le caratteristiche di contenimento del terreno su cui è installata la barriera di sicurezza.



Il modello per definire la priorità di intervento PI

Il calcolo dell'Indice di Priorità PI per ogni tratto omogeneo di barriera di sicurezza presente nel database consente di ottenere un elenco ordinato in funzione della priorità calcolata.

Questo elenco, calcolato sulla base di indici sintetici, è utile ai fini programmatori in quanto è un importante aiuto nell'individuazione degli interventi di manutenzione più urgenti.

L'Indice di Priorità PI non può sostituire una valutazione tecnica del progettista che, una volta «presi in carico» una serie di tratti omogenei dall'elenco ordinato, deve comunque condurre una valutazione di merito su ciascuno di essi al fine di valutare l'effettiva necessità dell'intervento di manutenzione, nonché i suoi contenuti.



Il modello per definire la priorità di intervento PI

Il modello sviluppato ha lo scopo di addivenire, tramite una valutazione di massima delle capacità prestazionali delle barriere installate, ad una graduatoria relativa delle condizioni di installazione, e rappresentano pertanto uno strumento a disposizione del gestore per poter programmare le successive verifiche di dettaglio e gli eventuali interventi di manutenzione e/o adeguamento da porre in essere nel corso del tempo.

Il modello non è quindi uno strumento volto a fornire un giudizio in termini assoluti delle condizioni di installazione di un singolo dispositivo di ritenuta.



L'asseverazione del modello per definire la priorità di intervento PI

Il modello per definire la priorità di intervento PI è stato recentemente asseverato dal prof. Marco Anghileri del Politecnico di Milano, con la conferma che può essere utilizzato dalla Società quale strumento di riferimento per la programmazione dei futuri interventi di adeguamento delle barriere di sicurezza.



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Ing. Paolo Perco

