

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA
U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA

RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI

LOTTO 1 - TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – PM SAN GIOVANNI TEATINO

NV11 - Viabilità stradale di Via Tiburtina al km 5+639,362 e di Via P.Nenni
Relazione di sicurezza

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

IA4S 01 D 29 RH NV1100 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESCUTIVA	R. Velotta	06.10.2023	E. Leggieri	06.10.2023	M. D'Avino	06.10.2023	F. Arduini 06.10.2023

ITALFERR Sp.A.
Direzione Tecnica
Dott. F. Arduini
Dott. E. Leggieri
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
11/10/2023

File: IA4S01D29RHNV1100001A.docx

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	3
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	5
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3.1	CONSIDERAZIONI SUL QUADRO NORMATIVO PER INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DI STRADE ESISTENTI	7
4	ANALISI DELLA CONDIZIONE ESISTENTE	10
4.1	CARATTERISTICHE FUNZIONALI E DIMENSIONI DELLA PIATTAFORMA STRADALE	11
4.2	RICOSTRUZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL TRACCIATO.....	11
4.3	DATI DI INCIDENTALITÀ.....	12
4.4	POSSIBILI FATTORI CONTRIBUTIVI DEGLI INCIDENTI STRADALI.....	16
5	ANALISI DELLA CONDIZIONE DI PROGETTO	18
5.1	CARATTERISTICHE FUNZIONALI E DIMENSIONI DELLA PIATTAFORMA STRADALE	18
5.2	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL TRACCIATO	18
5.3	INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DELLA STRADA ESISTENTE	19
6	STIMA DELL'INCIDENTALITÀ	20
6.1	IL METODO DELL'HIGHWAY SAFETY MANUAL (HSM).....	20
6.2	FUNZIONE DI PRESTAZIONE DELLA SICUREZZA STRADALE (SPF).....	23
6.3	CRASH MODIFICATION FACTORS CONSIDERATI (CMF)	24
6.4	FATTORE DI CALIBRAZIONE LOCALE (C).....	29
6.5	FREQUENZA MEDIA PREVISTA DI INCIDENTI (NPRED).....	30
6.5.1	<i>Frequenza media prevista di incidenti in condizione esistente.....</i>	<i>31</i>
6.5.2	<i>Frequenza media prevista di incidenti in condizione di progetto.....</i>	<i>31</i>
6.5.3	<i>Confronto degli indicatori di sicurezza stradale</i>	<i>32</i>
7	CONCLUSIONI	33

1 PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione del Progetto Di fattibilità tecnico economica del raddoppio ferroviario della tratta Pescara Porta Nuova – Chieti, riguardante l'intervento di velocizzazione della linea Roma – Pescara. Si rammenta come Il progetto di raddoppio della Pescara Porta Nuova – Chieti risulti suddiviso in due lotti posti in sequenza: il primo, Lotto 1 che riguarda il Raddoppio della Pescara Porta Nuova (e) – P.M. San Giovanni Teatino, mentre il secondo, Lotto 2 che concerne il Raddoppio della P.M. san Giovanni Teatino – Chieti (e).



Figura 1 - Inquadramento planimetrico

Risulta importante evidenziare come la linea esistente attraversi una moltitudine di poli attrattori e generatori di spostamenti rappresentati per l'appunto da frazioni ed aree antropizzate dislocate tra le province di Pescara e Chieti, ciò conferisce al tracciato delle caratteristiche di linea metropolitana. Il progetto, per quanto concerne in particolare i lotti in oggetto, è volto ad una ulteriore promozione della mobilità sostenibile attraverso un miglioramento delle caratteristiche di capacità dell'esistente linea ferroviaria.

Considerando i caratteri del territorio oggetto dell'intervento (area fortemente antropizzata) il raddoppio ferroviario che verrà realizzato in sede in stretto affiancamento, non è risultato possibile sempre sullo stesso lato rispetto alla linea storica (LS), pertanto il raddoppio della linea verrà realizzato in alcuni tratti sul lato destro ed in altri su quello sinistro rispetto al binario esistente. Per quanto concerne l'aspetto altimetrico il tracciato di progetto ripercorre l'andamento di quello della linea storica.

Oggetto della presente relazione è l'analisi degli aspetti relativi la sicurezza stradale nell'ambito degli interventi di progetto previsti per la viabilità NV11, ricadenti nella casistica di "interventi di adeguamento di strade esistenti".

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – PM SAN GIOVANNI TEATINO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA												
RELAZIONE DI SICUREZZA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA4S</td> <td>01 D 29</td> <td>RH</td> <td>NV1100 001</td> <td>A</td> <td>5 di 33</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA4S	01 D 29	RH	NV1100 001	A	5 di 33
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA4S	01 D 29	RH	NV1100 001	A	5 di 33								

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Come descritto nel precedente paragrafo, gli interventi di progetto relativi alla viabilità in esame si configurano come “adeguamento di viabilità esistente” per il quale la norma cogente di riferimento è costituita dal D.M. 22/04/2004, secondo cui le “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” di cui al D.M. 05/11/2001 sono limitate alle sole strade di nuova costruzione, ed indicate quale riferimento per l’adeguamento di quelle esistenti (art. 1 del D.M. 22/04/2004).

Con riferimento ai contenuti dell’art.4 del DM 22/04/2004, nella presente relazione sono analizzati gli aspetti connessi alle esigenze di sicurezza, attraverso la dimostrazione che l’intervento, nel suo complesso, è in grado di produrre un innalzamento del livello di sicurezza ed un miglioramento delle caratteristiche funzionali, fermo restando la necessità di garantire la continuità di esercizio della infrastruttura.

Nel seguito, dopo aver riportato l’analisi dell’infrastruttura esistente in termini di caratteristiche geometrico-funzionali, di traffico e di incidentalità, vengono descritti gli interventi di adeguamento previsti in progetto. Successivamente, viene descritta la metodologia applicata (HSM) al fine di valutare, attraverso indicatori quantitativi, gli effetti che gli interventi di progetto previsti comportano rispetto alla condizione esistente, in termini di sicurezza stradale.

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – PM SAN GIOVANNI TEATINO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
RELAZIONE DI SICUREZZA	COMMESSA IA4S	LOTTO 01 D 29	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV1100 001	REV. A	FOGLIO 6 di 33

3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Si riporta nel seguito l'elenco delle disposizioni legislative adottate per la definizione geometrico-funzionale delle viabilità.

- D. L.vo 30/04/1992 n. 285: “Nuovo codice della strada”;
- D.P.R. 16/12/1992 n. 495: “Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada”;
- D.M. 05/11/2001: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”;
- D.M. 22/04/2004: “Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»”;
- D.M. 19/04/2006: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”;
- Bozza 21/03/2006 “Norma per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti”;
- D.M. 18/02/1992: “Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale”;
- D.M. 21/06/2004: “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale”;
- D.M. 30/11/1999, n. 557 “Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili”;
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 21/07/2010: “Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”;
- Direttiva Ministero LL.PP. 24.10.2000: “Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione”.

Oltre alla normativa vigente si riporta nel seguito l'elenco delle disposizioni RFI adottate per la geometrizzazione delle viabilità:

- RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21.12.2018 - “Manuale di progettazione delle opere civili”.
- RFI DTC SI AM MA IFS 001 B del 21.12.2018 - “Manuale di progettazione delle opere civili – Sezione 1 - Ambiente”.
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 C del 21.12.2018 - “Manuale di progettazione delle opere civili – Sezione 2 – Ponti e Strutture”.
- RFI DTC SI CS MA IFS 001 C del 21.12.2018 - “Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili”.

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – PM SAN GIOVANNI TEATINO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
RELAZIONE DI SICUREZZA	COMMESSA IA4S	LOTTO 01 D 29	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV1100 001	REV. A	FOGLIO 7 di 33

Ad integrazione dei riferimenti normativi di cui sopra, sono stati presi in considerazione i contenuti riportati nei seguenti documenti tecnici:

- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) – Highway Safety Manual 1st edition – Supplement 2014;
- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) – Highway Capacity Manual fourth edition (HCM2000);
- PIARC – World Road Association – Road Safety Manual – Update 2019;
Autoroads publications and guide – Guide to Road Safety;
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Dipartimento per I trasporti, la navigazione ed I sistemi informative e statistici – Direzione Generale per la Sicurezza Stradale – Monitoraggio del PNSS – Linee Guida per la valutazione dei risultati degli interventi di sicurezza stradale – ID Documento: Rapporto –PA3.3 – Data: 15/05/2012;
- Consiglio Nazionale delle Ricerche – Commissione di studio per le norme relative ai materiali stradali e progettazione, costruzione e manutenzione strade (D.P. CNR N. 13465 del 11/09/1995) – Criteri per la classificazione della rete delle strade esistente ai sensi dell'art.13, comma 4 e 5 del nuovo codice della strada – Roma, 13 marzo 1998.

3.1 Considerazioni sul quadro normativo per interventi di adeguamento di strade esistenti

L'atto di regolamentazione normativa per la costruzione delle strade, che trova le sue origini nell'art. 13 del D.Lgs. 30 aprile 1992 n.285, è il D.M. 05/11/2001 con le allegate "Norme Funzionali e Geometriche per la Costruzione delle Strade". Tali norme, inizialmente predisposte, come recita l'art. 2 dello stesso D.M. 05/11/2001, sia per la costruzione di nuovi tronchi stradali sia per l'adeguamento di tronchi stradali esistenti, sono state limitate, con il successivo D.M. 22/04/2004 ("Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»"), alle sole strade di nuova costruzione, ed indicate quale riferimento per l'adeguamento di quelle esistenti, prevedendo l'emanazione di specifiche norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti (art. 1 del D.M. 22/04/2004).

Nonostante il D.M. 22/04/2004 prevedesse che nell'arco temporale di sei mesi venissero emanate le specifiche norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti, ad oggi non è stato emanato alcun Decreto in merito.

Ad oggi continua, quindi, a valere quale disciplina transitoria quanto previsto dall'art. 4 del D.M. 22/04/2004, ovvero che "i progetti di adeguamento delle strade esistenti devono contenere una specifica

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – PM SAN GIOVANNI TEATINO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA												
RELAZIONE DI SICUREZZA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA4S</td> <td>01 D 29</td> <td>RH</td> <td>NV1100 001</td> <td>A</td> <td>8 di 33</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA4S	01 D 29	RH	NV1100 001	A	8 di 33
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA4S	01 D 29	RH	NV1100 001	A	8 di 33								

relazione dalla quale risultino analizzati gli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza, attraverso la dimostrazione che l'intervento, nel suo complesso, è in grado di produrre, oltre che un miglioramento funzionale della circolazione, anche un innalzamento del livello di sicurezza dell'infrastruttura". Si evidenzia che tale disposizione, derivante dalla necessità di coprire il periodo necessario per l'emanazione delle specifiche norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti, essendo di carattere generale, non fornisce regole utili per la dimostrazione richiesta.

Tuttavia, nel Marzo 2006 è stata predisposta una bozza delle "Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti" (Bozza di "Norma per gli interventi delle strade esistenti", Ministero Infrastrutture e Trasporti – Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale – 21 marzo 2006). Tale bozza del Marzo 2006 non ha conseguito il previsto parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, il quale ha affermato che in assenza della formale emanazione delle "Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti", la suddetta bozza può assumere unicamente valore di letteratura tecnica e pertanto, a legislazione vigente, i riferimenti normativi per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti rimangono il D.M. 05/11/2001 e l'art. 4 del D.M. del 22/04/2004 (Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, parere del 7 marzo 2013).

Più recentemente è stato emanato il D.M. 02/05/2012 "Linee guida per la gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali ai sensi dell'articolo 8 del Decreto Legislativo 15 marzo 2011, n.35", il quale introduce azioni e procedure finalizzate al miglioramento della sicurezza delle infrastrutture stradali. In linea con il principio generale delle Direttive dell'Unione Europea, il D.M. 02/05/2012 ha previsto che tali procedure si applichino da subito sulla rete stradale transeuropea, e poi si estendano progressivamente a tutte le altre strade con i tempi previsti dall'art. 1 del Decreto Legislativo 15 marzo 2011, n.35.

Si evidenzia che il nuovo corpo normativo introdotto dal D.M. 02/05/2012, non va a modificare in alcun modo quanto previsto dal precedente D.M. 22/04/2004 che quindi mantiene la sua piena validità. Ne consegue che i progetti di interventi di adeguamento di strade esistenti devono comunque contenere la specifica relazione di sicurezza stradale prevista dall'art. 4 del D.M. 22/04/2004.

Alla luce dell'attuale quadro normativo che disciplina gli interventi di adeguamento delle strade esistenti, si ritiene che in linea con l'art. 1 del D.M. 22/04/2004, la definizione di un intervento di adeguamento sia il risultato del giusto equilibrio tra il pieno rispetto delle norme del D.M. 05/11/2001 e l'adozione di soluzioni tecniche diverse dovute a vincoli di natura oggettiva (riutilizzo di manufatti esistenti, presenza di vincoli ambientali/antropici non facilmente eliminabili, costi di costruzione, dilazioni temporali dovute alle procedure approvative, ecc.).

Inoltre, in linea con l'art. 4 del D.M. 22/04/2004, il progetto di adeguamento di una strada esistente deve contenere, attraverso una specifica relazione, una analisi degli aspetti di sicurezza stradale con

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – PM SAN GIOVANNI TEATINO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA												
RELAZIONE DI SICUREZZA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA4S</td> <td>01 D 29</td> <td>RH</td> <td>NV1100 001</td> <td>A</td> <td>9 di 33</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA4S	01 D 29	RH	NV1100 001	A	9 di 33
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA4S	01 D 29	RH	NV1100 001	A	9 di 33								

dimostrazione che l'intervento complessivo di adeguamento comporta un innalzamento del livello di sicurezza dell'infrastruttura di progetto rispetto all'infrastruttura esistente.

In merito alla relazione richiesta dall'art. 4 de D.M. 22/04/2004, si evidenzia che il regime transitorio, definito dallo stesso Decreto, non fornisce al progettista regole e metodologie per la redazione della relazione richiesta.

Si ritiene, pertanto, che la relazione di sicurezza stradale che deve dimostrare che l'intervento sulla strada esistente è in grado di produrre un innalzamento del suo livello di sicurezza, sia predisposta con criteri razionali, ovvero sulla base delle conoscenze scientifiche di settore.

All'attualità in Italia non esiste un metodo univoco di valutazione della sicurezza stradale. Tuttavia, un approccio, che può essere utilmente applicato nell'adeguamento delle reti stradali, inteso anche come miglioramento delle condizioni di sicurezza, è quello che fa uso di modelli predittivi di incidentalità.

I modelli predittivi correlano il numero di incidenti a parametri geometrici e funzionali delle strade, consentendo di stimare in termini numerici i benefici, intesi come riduzione del numero di incidenti, che i differenti interventi possibili possono apportare.

Nel presente studio, la metodologia HSM è stata adottata per valutare la frequenza media prevista di incidenti nella condizione esistente della viabilità in esame, e nella condizione di progetto. La frequenza media prevista di incidenti è stata assunta quale indicatore di sicurezza stradale al fine di valutare, in maniera quantitativa, gli effetti provocati dagli interventi di adeguamento previsti nell'ambito del presente progetto di fattibilità tecnico economica relativi al tratto stradale in esame. Per ulteriori approfondimenti sulla metodologia applicata nel presente caso progettuale si rimanda ai capitoli successivi.

4.1 Caratteristiche funzionali e dimensioni della piattaforma stradale

Di seguito si riportano le principali caratteristiche, e le dimensioni della piattaforma stradale relativa alla condizione esistente della viabilità NV11.

- Larghezza corsie: 3.60m
- Larghezza banchine: 1.40m
- Marciapiedi: non presente

In considerazione al contesto di rete stradale in cui la viabilità in esame si inserisce, e tenuto conto delle dimensioni degli elementi caratteristici che compongono la piattaforma stradale, i tratti di strada in cui ricadono gli interventi di progetto sono associabili funzionalmente ad una extraurbana secondaria di categoria C, secondo il DM 05/11/2001.

4.2 Ricostruzione delle caratteristiche geometriche del tracciato

La ricostruzione dell'andamento plano-altimetrico delle condizioni esistenti del tratto stradale oggetto di intervento è avvenuta sulla base di rilievi, studi ed indagini condotte nell'ambito delle attività di progettazione.

Gli interventi di progetto non prevedono rilevanti modifiche all'andamento altimetrico dell'asse esistente. Per cui, ai fini dell'applicazione del modello predittivo, le caratteristiche altimetriche associate alla condizione esistente, si sono considerate uguali alla condizione di progetto.



Per quanto concerne l'andamento planimetrico dell'asse NV11, invece, sono previste modifiche rispetto alla condizione esistente. In tabella seguente, si riporta la successione degli elementi planimetrici relativi alla condizione esistente.

Elemento	Sviluppo (m)	Raggio / A (m)	Pendenza longitudinale
Rettifilo	96.98	-	2.42%
Clotoide	50.00	100.00	2.42%
Curva	153.86	200.00	2.42%
Clotoide	50.00	100.00	2.42%
Rettifilo	400.69	-	2.42%

4.3 Dati di incidentalità

Relativamente alle strade urbane locali risulta ad oggi non presente un database univoco da cui reperire dati incidentali riferiti alla specifica strada di riferimento. In assenza di dati incidentali specifici del tratto stradale in cui ricadono gli interventi di progetto, si sono macroscopicamente analizzati i dati nazionali riferiti al triennio 2019-2022 riportati nel report ACI/ISTAT – Incidenti Stradali.

Dai dati riportati si evince che la maggior parte degli incidenti registrati sul territorio nazionale avviene in ambito urbano (73.4%), ovvero nel contesto in cui si mette la strada oggetto del presente studio. Relativamente alle conseguenze degli incidenti stradali, sulle strade urbane, inoltre, si registrano anche il maggior numero di feriti (69.8%), e una rilevante proporzione di morti per incidente stradale (42.2%).

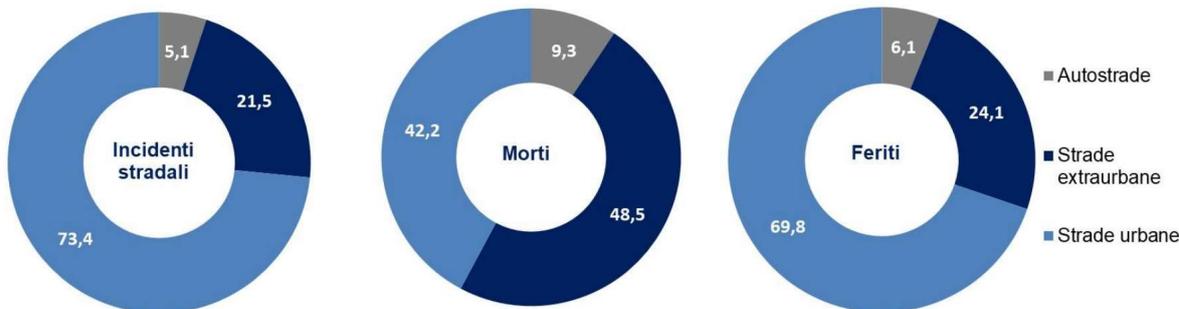
INCIDENTI STRADALI CON LESIONI A PERSONE SECONDO LA CATEGORIA DELLA STRADA.

Anni 2022, 2021 e 2019, valori assoluti e variazioni percentuali 2022/2021 e 2022/2019

CATEGORIA DELLA STRADA	Incidenti 2022	Incidenti 2021	Incidenti 2019	Morti 2022	Morti 2021	Morti 2019	Feriti 2022	Feriti 2021	Feriti 2019	Var.% incidenti 2022/2021	Var.% morti 2022/2021	Var.% incidenti 2022/2019	Var.% morti 2022/2019
Strade urbane (a)	121.818	110.952	127.000	1.333	1.264	1.331	155.934	142.729	168.794	+9,8	+5,5	-4,1	+0,2
Autostrade e raccordi	8.375	7631	9.076	295	246	310	13.579	12.023	15.009	+9,7	+19,9	-7,7	-4,8
Strade extraurbane (a)	35.696	33.292	36.107	1.531	1.365	1.532	53.962	49.976	57.581	+7,2	+12,2	-1,1	-0,1
Totale	165.889	151.875	172.183	3.159	2.875	3.173	223.475	204.728	241.384	+9,2	+9,9	-3,7	-0,4

(a) Sono incluse nella categoria "Strade urbane" anche le Provinciali, Statali e Regionali entro l'abitato. Sono incluse nella categoria "Strade extraurbane", le strade Statali, Regionali e Provinciali fuori dall'abitato e Comunali extraurbane.

INCIDENTI STRADALI, MORTI E FERITI PER CATEGORIA DI STRADA (a). Anno 2022, valori percentuali



Nel complesso, la maggior parte degli incidenti stradali avviene tra veicoli in marcia (67,7%). Il 91,3% coinvolge uno o due veicoli, il 6,7% tre veicoli e il 2,0% quattro e più veicoli. Gli incidenti a veicolo isolato, esclusi gli investimenti di pedone, rappresentano il 21,6%. Gli investimenti di pedone sono invece il 10,7% del totale.

Un'ulteriore analisi incidentale è stata sviluppata su scala regionale sulla base dei dati ACI-ISTAT riferiti all'anno 2021, i cui risultati sono riportati nelle immagini e nelle tabelle seguenti.

Incidenti stradali, morti e feriti per provincia in Abruzzo. Anno 2021

Territorio	Totale incidenti			di cui incidenti mortali		
	N	Persone infortunate		N	Persone infortunate	
		Morti	Feriti		Morti	Feriti
L'Aquila	568	26	835	24	26	18
Teramo	744	15	1.088	13	15	6
Pescara	745	9	984	9	9	5
Chieti	672	30	915	27	30	12
Abruzzo	2.729	80	3.822	73	80	41

Incidenti stradali a veicoli isolati per tipo e provincia in Abruzzo. Anno 2021

Province	Investimento di pedone	Urto del veicolo in marcia con		Fuoriuscita sbandamento o altro	Infortunio per frenata improvvisa	Infortunio per caduta da veicolo	Totale
		Veicolo in sosta	Ostacolo accidentale o fisso				
L'Aquila	66	8	61	67	0	7	209
Teramo	60	22	54	47	3	11	197
Pescara	94	18	48	33	1	10	204
Chieti	59	11	55	62	2	14	203
Abruzzo	279	59	218	209	6	42	813

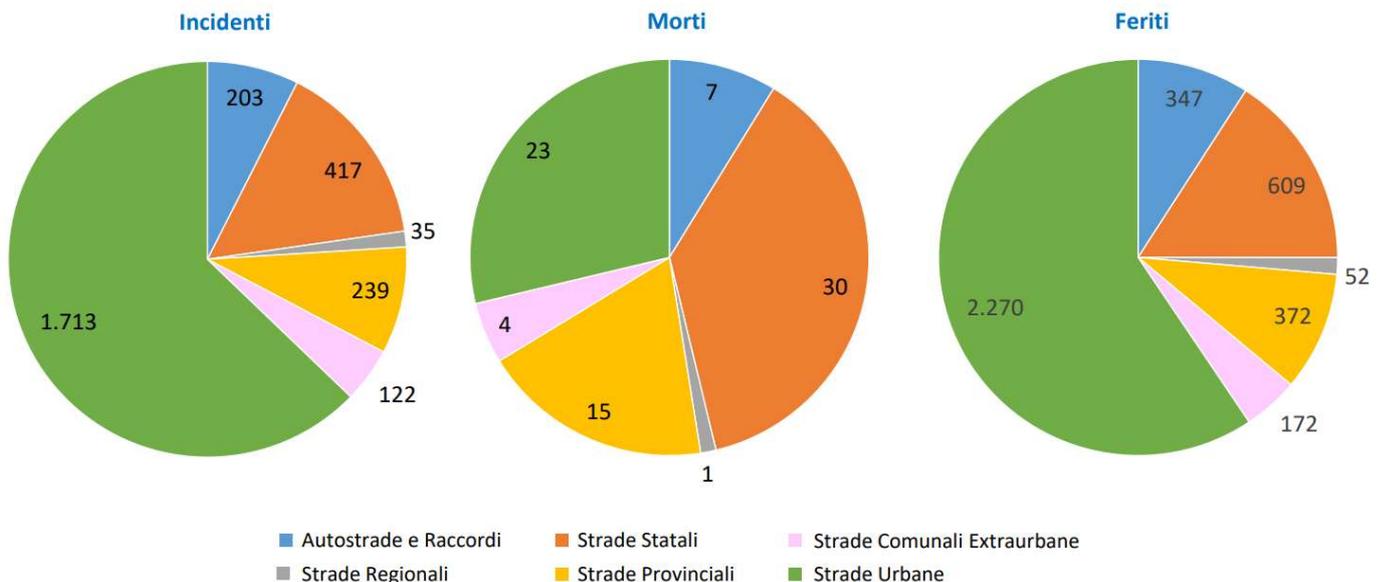
Incidenti stradali tra veicoli in marcia per tipo e provincia in Abruzzo. Anno 2021

PROVINCE	Scontro frontale	Scontro frontale-laterale	Scontro laterale	Tamponamento	Veicolo in fermata o arresto	Totale
L'Aquila	35	182	44	82	16	359
Teramo	54	262	75	127	29	547
Pescara	38	307	71	99	26	541
Chieti	40	211	57	135	26	469
Abruzzo	167	962	247	443	97	1.916

Incidenti stradali, morti e feriti per categoria di strada in Abruzzo . Anno 2021

Territorio	Autostrade e Raccordi	Strade Statali	Strade Regionali	Strade Provinciali	Strade Comunali Extraurbane	Strade Urbane	Totale
Incidenti							
L'Aquila	36	149	26	36	33	288	568
Teramo	69	101	-	77	22	475	744
Pescara	24	70	9	28	21	593	745
Chieti	74	97	-	98	46	357	672
Abruzzo	203	417	35	239	122	1.713	2.729
Morti							
L'Aquila	0	15	1	2	2	6	26
Teramo	2	3	0	4	0	6	15
Pescara	1	1	0	1	1	5	9
Chieti	4	11	0	8	1	6	30
Abruzzo	7	30	1	15	4	23	80
Feriti							
L'Aquila	64	216	42	72	43	398	835
Teramo	130	153	-	122	33	650	1.088
Pescara	33	96	10	43	36	766	984
Chieti	120	144	-	135	60	456	915
Abruzzo	347	609	52	372	172	2.270	3.822

Incidenti stradali, morti e feriti per categoria di strada in Abruzzo. Anno 2021



Tenuto conto della categoria funzionale della strada in esame, ai fini di una corretta applicazione del modello predittivo di incidentalità HSM, si è considerata la ripartizione di incidenti per tipologia (scontri frontali, tamponamenti ecc), riportata in tabella seguente, estratta dai dati nazionali ACI/ISTAT relativi all'anno 2020.

NATURA DELL'INCIDENTE	Valori assoluti			Composizione percentuale			Indice di mortalità (a)
	Incidenti	Morti	Feriti	Incidenti	Morti	Feriti	
Scontro frontale	167	18	301	6.1	22.5	7.9	10.8
Scontro frontale-laterale	962	18	1'418	35.3	22.5	37.1	1.9
Scontro laterale	247	6	321	9.1	7.5	8.4	2.4
Tamponamento	443	5	709	16.2	6.3	18.6	1.1
Urto con veicolo in momentanea fermata o arresto	97	1	139	3.6	1.3	3.6	1.0
Totale incidenti tra veicoli	1'916	48	2'888	70.2	60.0	75.6	2.5
Investimento di pedone	279	8	300	10.2	10.0	7.9	2.9
Urto con veicolo in sosta	59	2	67	2.2	2.5	1.8	3.4
Urto con ostacolo accidentale	218	9	272	8.0	11.3	7.1	4.1
Fuoriuscita	209	11	245	7.7	13.8	6.4	5.3
Frenata improvvisa	6	0	6	0.2	0.0	0.2	0.0
Caduta da veicolo	42	2	44	1.5	2.5	1.2	4.8
Totale incidenti a veicoli isolati	813	32	934	29.8	40.0	24.4	3.9
Totale generale	2'729	80	3'822	100.0	100.0	100.0	2.9

(a) Rapporto tra il numero dei morti e il numero degli incidenti stradali con lesioni a persone, moltiplicato 100.

4.4 Possibili fattori contributivi degli incidenti stradali

Nell'ambito dell'analisi della condizione esistente, si sono rilevate alcune criticità che caratterizzano lo stato attuale infrastruttura. Tali criticità possono ritenersi possibili fattori contributivi di incidenti stradali. Ovvero, condizioni dell'infrastruttura esistente che influiscono sulla probabilità di collisione. Nel seguito vengono descritti gli elementi critici rilevati, e successivamente correlati alla tipologia di collisione probabile.

Per quanto concerne la segnaletica orizzontale lungo il tratto stradale oggetto di intervento si rileva uno stato di degrado della stessa, con caratteristiche di luminosità e riflettenza che non rispondono ai requisiti prestazionali minimi tali da garantire un adeguato livello di sicurezza dell'infrastruttura.



Sulla base di studi scientifici, statistici e letteratura tecnica di riferimento, si riporta una tabella riassuntiva che indica per ciascuna criticità rilevata nella condizione attuale, le tipologie di collisione ad essa correlate.

Fattori contributivi	Tipologia di incidente	Fonti
Segnaletica orizzontale inadeguata	Incidenti con pedoni	AASHTO, HSM Austroads, AGRS08
	Scontri frontali	AASHTO, HSM Austroads, AGRS08, PIARC
	Scontri Fronto-Laterali	AASHTO, HSM Austroads, AGRS08, PIARC

5 ANALISI DELLA CONDIZIONE DI PROGETTO

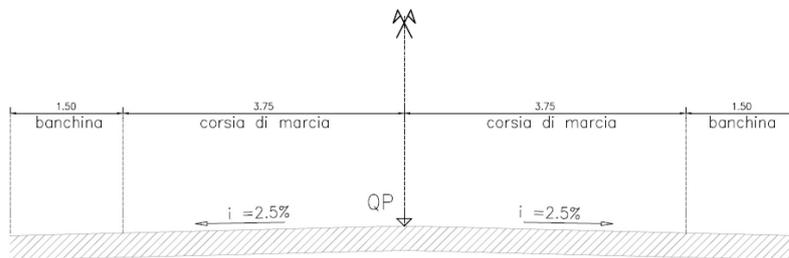
Nei paragrafi successivi si descrivono gli interventi previsti nell'ambito del presente Progetto Di fattibilità tecnico economica, focalizzando gli aspetti relativi la sicurezza stradale.

5.1 Caratteristiche funzionali e dimensioni della piattaforma stradale

In considerazione al contesto di rete stradale in cui la viabilità in esame si inserisce, e tenuto conto delle dimensioni degli elementi caratteristici che compongono la piattaforma stradale di progetto, la viabilità NV11 è stata funzionalmente associata ad una strada extraurbana secondaria di categoria C, secondo il DM 05/11/2001.

Si riportano di seguito le dimensioni degli elementi che costituiscono la piattaforma stradale di progetto:

- Larghezza corsie: 3.75m
- Larghezza banchine: 1.00m



5.2 Caratteristiche geometriche del tracciato

In tabella seguente si riporta la successione degli elementi planimetrici che costituiscono il tracciato di progetto, indicando la massima pendenza longitudinale relativa a ciascun elemento planimetrico.

Elemento	Sviluppo (m)	Raggio / A (m)	Pendenza longitudinale
Clotoide	50.00	100.00	3.66%
Curva	131.18	200.00	3.66%
Clotoide	112.50	150.00	0.86%
Rettifilo	187.26		7.00%
Clotoide	78.94	181.00	7.00%
Curva	70.15	415.00	0.55%
Rettifilo	32.72		0.55%

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – PM SAN GIOVANNI TEATINO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA												
RELAZIONE DI SICUREZZA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA4S</td> <td>01 D 29</td> <td>RH</td> <td>NV1100 001</td> <td>A</td> <td>19 di 33</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA4S	01 D 29	RH	NV1100 001	A	19 di 33
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA4S	01 D 29	RH	NV1100 001	A	19 di 33								

5.3 Interventi di adeguamento della strada esistente

Oltre alle modifiche altimetriche descritte nei paragrafi precedenti, gli interventi di adeguamento previsti per la viabilità in esame sono relativi a:

- Miglioramento delle caratteristiche prestazionali della pavimentazione;
- Miglioramento della segnaletica stradale.

L'adeguamento delle caratteristiche prestazionali della pavimentazione, ed in particolare il miglioramento degli aspetti legati all'aderenza, contribuisce alla riduzione di probabilità di incidenti per tamponamento.

Per quanto concerne la segnaletica orizzontale, l'adeguamento della stessa prevede migliori caratteristiche prestazionali, sia in termini di luminosità che di riflettenza. Tali caratteristiche aumentano la percezione del tracciato soprattutto in condizioni notturne e/o di scarsa luminosità, intervenendo sulla riduzione di probabilità di incidenti per fuoriuscita, scontri frontali e fronto-laterali.

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – PM SAN GIOVANNI TEATINO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA												
RELAZIONE DI SICUREZZA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA4S</td> <td>01 D 29</td> <td>RH</td> <td>NV1100 001</td> <td>A</td> <td>20 di 33</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA4S	01 D 29	RH	NV1100 001	A	20 di 33
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA4S	01 D 29	RH	NV1100 001	A	20 di 33								

6 STIMA DELL'INCIDENTALITÀ

6.1 Il Metodo dell'Highway Safety Manual (HSM)

Nel presente paragrafo vengono descritti gli aspetti teorici ed analitici del metodo predittivo dell'Highway Safety Manual (HSM), utilizzato per confrontare, in termini di sicurezza stradale, la condizione esistente e la condizione di progetto.

Il metodo predittivo utilizzato nell'ambito del presente studio, presentato nella parte C del manuale HSM, fornisce una metodologia strutturata per stimare la frequenza media prevista di incidenti di un sito, una infrastruttura o una rete stradale, per un dato periodo di tempo, per date caratteristiche geometriche di progetto e di controllo del traffico, e per dati volumi di traffico (TGM).

La frequenza media prevista di incidenti è un indicatore del livello di sicurezza stradale, utilizzato per rappresentare la previsione o la stima del numero di incidenti relativo ad una infrastruttura stradale in un determinato insieme di condizioni geometriche e di traffico, in un periodo di tempo definito.

Nell'ambito del presente studio, il metodo predittivo dell'HSM è stato utilizzato per calcolare il suddetto indicatore di sicurezza stradale in due condizioni:

- Condizione di esistente (Caratteristiche geometriche e funzionali relative all'infrastruttura esistente)
- Condizione di progetto (Caratteristiche geometriche e funzionali relative alla configurazione sviluppata nell'ambito delle attività di progettazione)

Al fine della corretta applicazione del metodo predittivo dell'HSM, l'infrastruttura stradale, sia nella condizione di progetto che nella condizione di non intervento, è stata suddivisa in tratti stradali omogenei, ovvero tratti stradali le cui condizioni geometriche, funzionali e di circolazione possono ritenersi costanti nel rispettivo sviluppo. Successivamente, la somma cumulata delle frequenze medie attese di incidenti relative ai singoli tratti stradali omogenei che costituiscono l'infrastruttura, è stata utilizzata quale indicatore di sicurezza stradale relativo alla specifica condizione.

Nell'HSM, vengono utilizzati alcuni modelli di previsione per stimare la frequenza media prevista di incidenti, $N_{predicted}$, per una particolare tipologia di infrastruttura stradale, utilizzando un modello di regressione sviluppato con dati di un determinato numero di siti simili. Questi modelli di regressione, chiamati Funzioni di prestazione della Sicurezza (SPF), sono stati sviluppati per una specifica tipologia di sito e per "condizioni base", quali le specifiche caratteristiche del progetto geometrico dell'asse stradale.

Le Funzioni di Prestazione della Sicurezza (SPF) sono equazioni di regressione che stimano la frequenza media di incidentalità per una specifica tipologia di infrastruttura (con specifiche condizioni di

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – PM SAN GIOVANNI TEATINO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA												
RELAZIONE DI SICUREZZA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA4S</td> <td>01 D 29</td> <td>RH</td> <td>NV1100 001</td> <td>A</td> <td>21 di 33</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA4S	01 D 29	RH	NV1100 001	A	21 di 33
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA4S	01 D 29	RH	NV1100 001	A	21 di 33								

base) in funzione del traffico giornaliero medio annuo (AADT) ed in funzione della lunghezza del tratto stradale. Le condizioni base vengono specificate per ciascuna SPF e possono includere varie caratteristiche geometriche del tratto stradale sulla base del quale sono state sviluppate.

Le SPF previste dal metodo predittivo dell'HSM sono sviluppate sulla base di dati statistici di incidenti registrati relativi ad una serie di infrastrutture stradali con caratteristiche simili, negli USA. Tali SPF sono generalmente funzione di poche variabili, principalmente dipendono dai dati di traffico (AADT).

Si riporta di seguito, a titolo esemplificativo, la forma canonica delle SPF relative ai segmenti stradali:

$$a = \exp(\beta_0) \cdot AADT^\beta \cdot L \cdot \exp(b_1 \cdot X_1 + \dots + b_n \cdot X_n)$$

I parametri riportati nella relazione precedente assumono differenti valori ed espressioni in funzione della categoria di infrastruttura oggetto della procedura.

Le SPF sono sviluppate con tecniche statistiche di regressione multipla utilizzando i dati di incidenti osservati raccolti nel corso di un certo numero di anni su siti con caratteristiche geometriche e funzionali simili. Tali SPF, presenti nel manuale HSM, devono necessariamente essere calibrate alle condizioni locali, ovvero alle caratteristiche geometriche e funzionali dell'infrastruttura stradale al quale si applica il metodo.

Tale calibrazione avviene attraverso l'utilizzo di alcuni coefficienti chiamati Fattori di Modificazione degli Incidenti (CMF-Crash Modification Factors) che rappresentano la variazione relativa della frequenza di incidentalità prevista a causa di una variazione di una specifica condizione. Ovvero, i CMF rappresentano il rapporto tra le frequenze di incidentalità di un sito in due condizioni diverse, pertanto un CMF può considerarsi quale stima dell'effetto di una particolare caratteristica geometrica o di controllo del traffico, o come stima dell'efficacia di un particolare trattamento.

Di fatti:

$$CMF = \frac{\text{Frequenza media di incidenti stimata nella condizione B}}{\text{Frequenza media di incidenti stimata nella condizione A}}$$

Per cui:

- CMF = 1 → La frequenza media di incidenti non cambia;
- CMF < 1 → La frequenza media di incidenti diminuisce, quindi la configurazione esaminata rappresenta un miglioramento della sicurezza stradale rispetto alla condizione base (SPF);
- CMF > 1 → La frequenza media di incidenti aumenta, quindi la configurazione esaminata rappresenta un peggioramento della sicurezza stradale rispetto alla condizione base (SPF).

Pertanto, la frequenza media prevista di incidenti dell'infrastruttura considerata può ritenersi pari alla frequenza media prevista calcolata attraverso la relativa SPF, moltiplicata per la produttoria dei CMF che

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – PM SAN GIOVANNI TEATINO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
RELAZIONE DI SICUREZZA	COMMESSA IA4S	LOTTO 01 D 29	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV1100 001	REV. A	FOGLIO 22 di 33

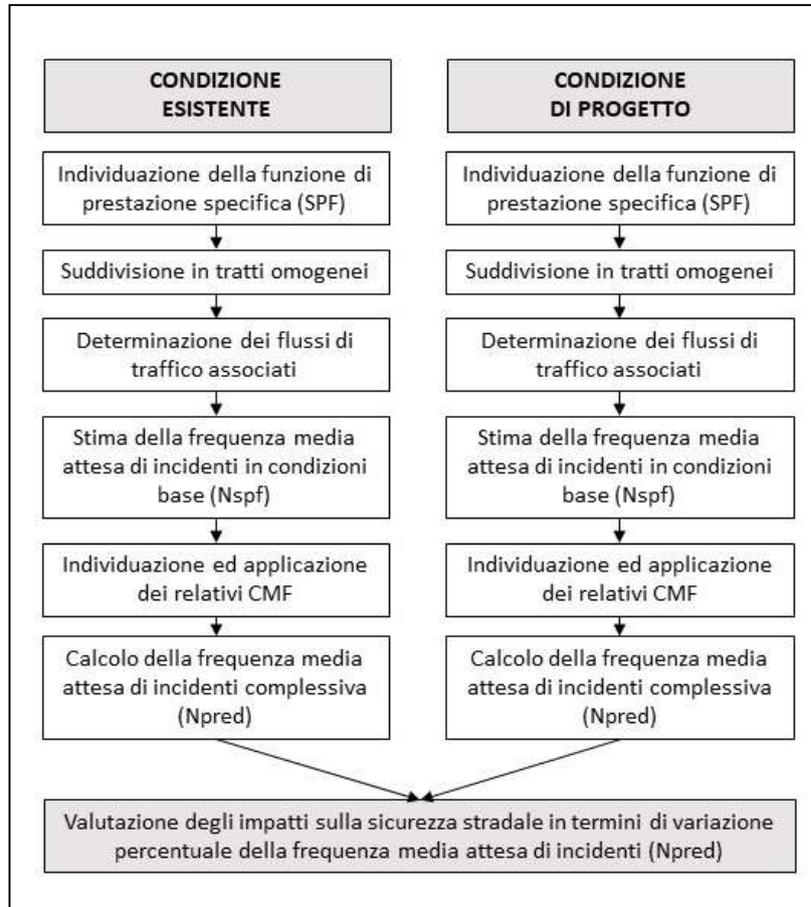
tengono conto delle variazioni tra le condizioni base relative alla suddetta SPF e le condizioni dell'infrastruttura esaminata. Per cui, il modello di previsione utilizzato per stimare la frequenza media prevista di incidentalità assume la seguente forma:

$$N_{predicted} = N_{SPF} \cdot (CMF_1 \cdot CMF_2 \cdot \dots \cdot CMF_n) \cdot C$$

- $N_{predicted}$ = frequenza media prevista di incidenti per uno specifico anno e per un determinato tratto omogeneo (inc/anno);
- N_{SPF} = frequenza media prevista di incidenti determinata per le condizioni base attraverso la Funzione di prestazione della sicurezza (SPF) rappresentativa del tratto omogeneo in esame (incidenti/anno);
- CMF_i = Crash Modification Factors – fattori di Modificazione degli incidenti, specifici delle condizioni locali del tratto omogeneo in esame.
- C = coefficiente di calibrazione del modello posto pari ad 1.

La metodologia dell'HSM descritta è stata applicata al caso in esame, per calcolare la frequenza media prevista di incidenti, quale indicatore di sicurezza stradale, nella condizione di non intervento (condizione esistente) e nella condizione di progetto. I valori degli indicatori sono stati successivamente confrontati al fine di valutare gli effetti quantitativi in termini di sicurezza stradale, che gli interventi previsti nell'ambito del presente progetto di fattibilità tecnico economica comportano sulla strada oggetto di intervento.

Si riporta di seguito il diagramma di flusso della procedura strutturata nell'ambito dell'applicazione del modello HSM utilizzato per il calcolo della frequenza media prevista di incidenti, sia nella condizione esistente che nella condizione di progetto.



In conclusione, si ritiene che gli interventi di adeguamento previsti possano ritenersi migliorativi in termini di sicurezza stradale.

6.2 Funzione di prestazione della sicurezza stradale (SPF)

Sia nella condizione esistente che nella condizione di progetto, le caratteristiche geometriche della porzione di tracciato della viabilità in esame, in cui ricadono gli interventi di progetto, sono riconducibili ad una strada extraurbana di categoria C, secondo il D.M.05/11/2001. In entrambe le condizioni si è adottata la categoria “Rural Two-Lane, Two-Way Roads”, secondo il manuale HSM.

A tale categoria di infrastruttura, corrisponde la seguente SPF:

$$N_{SPF} = AADT \cdot L \cdot 365 \cdot 10^{-6} \cdot \exp(-0.312)$$

Dove:

- N_{SPF} = numero atteso di incidenti per anno in condizioni base dell’HSM;
- $AADT$ = traffico giornaliero medio annuo (veic/giorno);

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – PM SAN GIOVANNI TEATINO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA												
RELAZIONE DI SICUREZZA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA4S</td> <td>01 D 29</td> <td>RH</td> <td>NV1100 001</td> <td>A</td> <td>24 di 33</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA4S	01 D 29	RH	NV1100 001	A	24 di 33
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA4S	01 D 29	RH	NV1100 001	A	24 di 33								

- L = lunghezza del tratto omogeneo considerato espresso in miglia.

Le condizioni base dell'HSM relative a tale categoria di infrastruttura sono le seguenti:

- Larghezza delle corsie = 3.60m;
- Larghezza delle banchine in destra = 2.40m;
- Tipo di banchina = pavimentata;
- Andamento planimetrico = rettilineo;
- Pendenza longitudinale = 0%

6.3 Crash Modification Factors considerati (CMF)

Per tener conto delle differenze tra le caratteristiche geometriche delle condizioni base dell'HSM e le condizioni riferite alla strada oggetto di analisi, nell'ambito del modello intervengono diversi CMF che tengono conto di varie condizioni.

Nell'ambito di tutti i CMF previsti dall'HSM, nella presente analisi sono stati presi in considerazione i fattori contributivi degli incidenti relativi a:

- Larghezza delle corsie;
- Larghezza delle banchine;
- Curve orizzontali – Sviluppo, raggio e presenza di clotoidi;
- Pendenza longitudinale;
- Miglioramento delle caratteristiche della pavimentazione;
- Miglioramento della segnaletica orizzontale.

Di seguito vengono riportati gli aspetti analitici di ciascun CMF applicato alla condizione esistente e di progetto della strada oggetto di analisi.

CMF Larghezza corsie

Il CMF relativo alla larghezza delle corsie costituisce una stima dell'efficacia, in termini di sicurezza stradale, a seguito della variazione della larghezza della corsia di marcia. Tale CMF, funzione della larghezza delle corsie e del TGM, è applicabile alle seguenti tipologie di collisione.

Il presente CMF è applicabile alle seguenti tipologie di collisione:

- Fuoriuscite (8%);
- Laterali (9%);
- Fronto-Laterali (35%);

- Frontali (6%).

Le percentuali relative alla tipologia di collisione sono state desunte dai dati incidentali riportati al Paragrafo 4.3.

Si riporta di seguito un estratto dell'HSM relativo al CMF applicabile per la larghezza delle corsie, nell'ambito della categoria "Rural Two-Lane Roadway".

Table 13-2. CMF for Lane Width on Rural Two-Lane Roadway Segments (16)

Lane Width	Average Annual Daily Traffic (AADT) (vehicles/day)		
	< 400	400 to 2000	> 2000
9 ft or less	1.05	$1.05 + 2.81 \times 10^{-4}(AADT-400)$	1.50
10 ft	1.02	$1.02 + 1.75 \times 10^{-4}(AADT-400)$	1.30
11 ft	1.01	$1.01 + 2.5 \times 10^{-5}(AADT-400)$	1.05
12 ft or more	1.00	1.00	1.00

NOTE: The collision types related to lane width to which these CMFs apply are single-vehicle run-off-the-road and multiple-vehicle head-on, opposite-direction sideswipe, and same-direction sideswipe crashes. Standard error of the CMF is unknown.

To determine the CMF for changing lane width and/or AADT, divide the "new" condition CMF by the "existing" condition CMF.

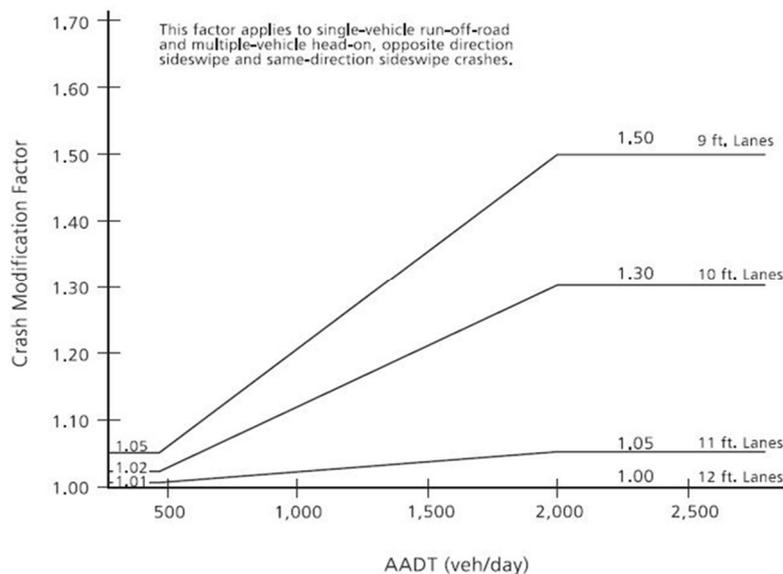
$$CMF = (CMF_{rel} - 1.0) \times p_{rel} + 1.0 \quad (13-3)$$

Where:

CMF = crash modification factor for total crashes;

CMF_{rel} = crash modification factor for related crashes, i.e., single-vehicle run-off-the-road crashes and multiple-vehicle head-on, opposite-direction sideswipe, and same-direction sideswipe collisions; and

p_{rel} = related crashes expressed as a proportion of total crashes.



CMF Larghezza banchine

Il CMF relativo alla larghezza delle banchine costituisce una stima dell'efficacia, in termini di sicurezza stradale, a seguito della variazione della larghezza della banchina in destra. Tale CMF, funzione della larghezza delle banchine e del TGM, è applicabile alle seguenti tipologie di collisione.

Il presente CMF è applicabile alle seguenti tipologie di collisione:

Il presente CMF è applicabile alle seguenti tipologie di collisione:

- Fuoriuscite (8%);
- Laterali (9%);
- Fronto-Laterali (35%);
- Frontali (6%).

Le percentuali relative alla tipologia di collisione sono state desunte dai dati incidentali riportati al Paragrafo 4.3.

Si riporta di seguito un estratto dell'HSM relativo al CMF applicabile per la larghezza delle banchine, nell'ambito della categoria "Rural Two-Lane Roadway".

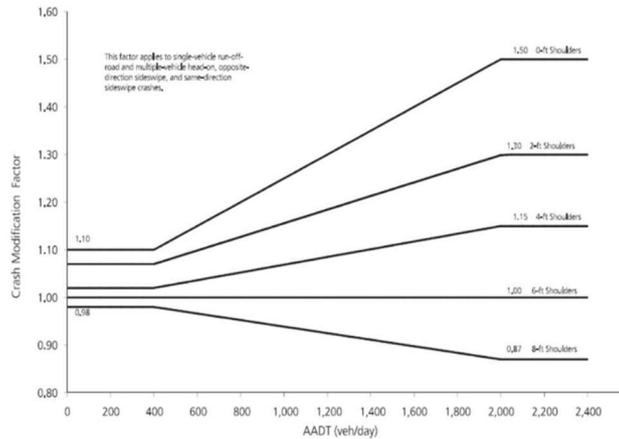
Table 13-7. CMF for Shoulder Width on Rural Two-Lane Roadway Segments

Shoulder Width	Average Annual Daily Traffic (AADT) (vehicles/day)		
	< 400	400 to 2000	> 2000
0 ft	1.10	$1.10 + 2.5 \times 10^{-4} (\text{AADT} - 400)$	1.50
2 ft	1.07	$1.07 + 1.43 \times 10^{-4} (\text{AADT} - 400)$	1.30
4 ft	1.02	$1.02 + 8.125 \times 10^{-5} (\text{AADT} - 400)$	1.15
6 ft	1.00	1.00	1.00
8 ft or more	0.98	$0.98 - 6.875 \times 10^{-5} (\text{AADT} - 400)$	0.87

NOTE: The collision types related to shoulder width to which this CMF applies include single-vehicle run-off-the-road and multiple-vehicle head-on, opposite-direction sideswipe, and same-direction sideswipe crashes.

Standard error of the CMF is unknown.

To determine the CMF for changing paved shoulder width and/or AADT, divide the "new" condition CMF by the "existing" condition CMF.



CMF Curvatura orizzontale (sviluppo, raggio e presenza/assenza di clotoidi)

Il CMF relativo alle curve orizzontali costituisce una stima dell'efficacia, in termini di sicurezza stradale, a seguito della variazione del raggio planimetrico delle curve, del rispettivo sviluppo e della presenza o assenza di curve di transizione tra la curva esaminata e gli elementi planimetrici a curvatura fissa successivi e precedenti.

Tale CMF è applicabile a tutti gli incidenti, indipendentemente dalla distribuzione degli stessi in funzione della tipologia di collisione. Con riferimento ai contenuti dell'HSM, il CMF corrispondente alle curve orizzontali è calcolato con la seguente relazione:

$$CMF = \frac{(1.55 \cdot L_c) + \left(\frac{80.2}{R}\right) - (0.012 \cdot S)}{(1.55 \cdot L_c)}$$

Dove:

- L_c = Sviluppo della curva espresso in miglia, comprese le clotoidi.
- R = Raggio della curva espresso in piedi (ft);
- S = presenza/assenza di clotoidi (1 se presente, 0 se assente).

CMF Pendenza Longitudinale

Il CMF relativo alla pendenza longitudinale costituisce una stima dell'efficacia, in termini di sicurezza stradale, a seguito della variazione della pendenza longitudinale rispetto alle condizioni base dell'HSM. Tale CMF è applicabile a tutti gli incidenti, indipendentemente dalla distribuzione degli stessi in funzione della tipologia di collisione.

Con riferimento ai contenuti dell'HSM, il CMF corrispondente alla pendenza longitudinale, si è calcolato con la seguente relazione:

$$CMF = 1 + 0.02 \cdot G$$

Dove:

- G = pendenza longitudinale della livelletta relativa al tratto omogeneo considerato (%).

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – PM SAN GIOVANNI TEATINO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA												
RELAZIONE DI SICUREZZA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA4S</td> <td>01 D 29</td> <td>RH</td> <td>NV1100 001</td> <td>A</td> <td>28 di 33</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA4S	01 D 29	RH	NV1100 001	A	28 di 33
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA4S	01 D 29	RH	NV1100 001	A	28 di 33								

CMF Pavimentazione

All'interno dell'Highway Safety Manual non si fa riferimento a CMF applicabili a miglioramenti della pavimentazione. Tuttavia, la metodologia dell'HSM rimanda alla letteratura tecnica di settore e studi di ricerca per tematiche non affrontate nell'attuale versione del manuale. In tali casi, l'HSM autorizza l'utilizzo di CMF derivanti da studi pubblicati su "CMF Clearinghouse del U.S. Department of Transportation Federal".

Nell'ambito della condizione esistente, si è tenuto conto di un valore del CMF relativo alla pavimentazione unitario. Ovvero, rappresentativo delle "condizioni base dell'HSM". Mentre, per tener conto del miglioramento delle caratteristiche prestazionali della pavimentazione previsto negli interventi di progetto, in considerazione alla tipologia di strada esaminata, si è considerato un valore di CMF riportato di seguito.

$$\text{CMF} = 0.776$$

Fonte: *Evaluation of Pavement Safety Performance, Merritt et al., 2015*



CMF / CRF Details

CMF ID: 7229

Improve pavement friction (grooving)

Description:

Prior Condition: Portland cement concrete pavement without grooves

Category: Roadway

Study: [Evaluation of Pavement Safety Performance, Merritt et al., 2015](#)

Star Quality Rating:	
Star Quality Rating:	 [View score details]
Crash Modification Factor (CMF)	
Value:	0.776
Adjusted Standard Error:	
Unadjusted Standard Error:	0.087

Come riportato nella tabella precedente, il CMF in esame assume un valore minore di 1, per cui è rappresentativo di una riduzione della frequenza media prevista di incidenti rispetto alla condizione esistente.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – PM SAN GIOVANNI TEATINO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
	RELAZIONE DI SICUREZZA	COMMESSA IA4S	LOTTO 01 D 29	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV1100 001	REV. A

CMF Segnaletica orizzontale

Come riportato nell'analisi dalla strada esistente, si evidenzia una carenza di requisiti prestazionali della segnaletica orizzontale, soprattutto in termini di visibilità. Per cui, nella stima della frequenza media prevista di incidenti nella relativa condizione di non intervento si è assunto un valore del CMF unitario. Ovvero, rappresentativo della condizione base dell'HSM. Mentre, per valutare gli effetti in termini di sicurezza stradale della condizione di progetto, che prevede l'utilizzo di segnaletica orizzontale con standard qualitativi idonei alla normativa di settore, si è applicato il CMF relativo alla condizione installazione di strisce di margine e striscia centrale, desunto dal database "CMF Clearinghouse del U.S. Department of Transportation Federal".

Nel caso in esame, il CMF rappresentativo del miglioramento della segnaletica orizzontale è il seguente:

$$\text{CMF} = 0.76$$

Fonte: *Handbook of Road Safety Measures, Elvik, R. And Vaa, T., 2004*



CMF / CRF DETAILS

CMF ID: 101

PLACE EDGELINE AND CENTERLINE MARKINGS

DESCRIPTION:

PRIOR CONDITION: *NO PRIOR CONDITION(S)*

CATEGORY: DELINEATION

STUDY: HANDBOOK OF ROAD SAFETY MEASURES, ELVIK, R. AND VAA, T., 2004

Star Quality Rating: 

Crash Modification Factor (CMF)

Value: 0.76

Adjusted Standard Error: 0.11

Unadjusted Standard Error: 0.06

Come riportato nella tabella precedente, il CMF in esame assume un valore minore di 1, per cui è rappresentativo di una riduzione della frequenza media prevista di incidenti rispetto alla condizione esistente.

6.4 Fattore di calibrazione locale (C)

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – PM SAN GIOVANNI TEATINO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
	RELAZIONE DI SICUREZZA	COMMESSA IA4S	LOTTO 01 D 29	CODIFICA RH	DOCUMENTO NV1100 001	REV. A

In assenza di SPF sviluppate con riferimento al contesto nazionale italiano, nell'ambito dell'applicazione della metodologia HSM, risulta opportuno avere a disposizione dei coefficienti di calibrazione per i vari contesti locali e per diverse tipologie di infrastrutture stradali.

Nel presente paragrafo vengono riportati i risultati di diversi studi di calibrazione condotti in Italia per diversi scopi e per diverse tipologie di strada, a seguito della concomitanza della pubblicazione dell'Highway Safety Manual (2010). Sono stati oggetto di studio sia diversi segmenti a due corsie a carreggiata unica (Rural Two-Lane Roads) che i segmenti di autostrade ed extraurbane a carreggiate separate (Rural Divided Freeways).

Tipologia di tronchi stradali	Area Geografica	Autori	Dataset	Periodo di riferimento	Fattore di Calibrazione (C)
Autostrade	Sicilia	Cafiso et al. (2012)	47 segmenti (58Km), 314 incidenti con morti e feriti	2005 -2008	1.26
Autostrade	Italia	La Torre et al. (2014)	56 segmenti (700Km)	2005 -2009	1.52 (MV, FI) 1.19 (MV, PDO) 0.36 (SV, FI) 0.64 (SV, PDO)
Strade extraurbane a due corsie (statali, provinciali e locali)	Toscana (Provincia di Arezzo)	Martinelli et al. (2009)	938 Km, 402 incidenti	2002 - 2004	0.37
Strade extraurbane a due corsie (statali, provinciali e locali)	Piemonte (Provincia di Torino)	Sacchi et al. (2012)	242 segmenti (115 Km), 236 incidenti con morti e feriti	2005 - 2008	0.44
Strade extraurbane a due corsie (statali e provinciali)	Italia	Colonna et al. (2016)	398 segmenti (220 Km), 422 incidenti con morti e feriti	2008 - 2012	1.44

Con riferimento alla tipologia di strada in esame ed all'area geografica, si è considerato un valore del fattore di calibrazione locale C pari a 1.44.

6.5 Frequenza media prevista di incidenti (Npred)

6.5.1 Frequenza media prevista di incidenti in condizione esistente

In assenza di specifici dati di traffico, l'analisi predittiva di incidentalità è stata effettuata nell'ipotesi di diversi range di volumi di traffico (da 1000 veic/g a 50000 veic/g). A titolo esemplificativo, nel seguente tabulato è riportata la stima dell'incidentalità effettuata attraverso l'applicazione del modello HSM nell'ipotesi di TGM pari a 20000veic/g. Nei paragrafi seguenti si riportano i risultati ottenuti nelle diverse ipotesi di traffico veicolare.

Stima dell'incidentalità nella condizione Esistente																
ID	Elemento	Sviluppo	R	R	L tratto omogeneo	L tratto omogeneo	Pend. Long	Nspf	CMF						Fattore di calibrazione locale	Npred
		(m)	(m)	(ft)	(m)	(mi)	(%)		inc/anno	Curva	Corsia	Banch.	Pend Long	Segnal.	Pavim.	
1.0	Rettifilo	96.98	-	-	96.98	0.06	2.42	0.32	-	1.000	1.044	1.048	1.000	1.000	1.44	0.51
3.1	Clotoide	50.00	-	-	253.86	0.16	2.42	0.84	1.451	1.000	1.044	1.048	1.000	1.000	1.44	1.93
3.2	Curva	153.86	200.00	656.16												
3.3	Clotoide	50.00	-	-												
1.0	Rettifilo	400.69	-	-	400.69	0.25	2.42	1.33	-	1.000	1.044	1.048	1.000	1.000	1.44	2.10
															Npred,tot	4.53

6.5.2 Frequenza media prevista di incidenti in condizione di progetto

In assenza di specifici dati di traffico, l'analisi predittiva di incidentalità è stata effettuata nell'ipotesi di diversi range di volumi di traffico (da 1000 veic/g a 50000 veic/g). A titolo esemplificativo, nel seguente tabulato è riportata la stima dell'incidentalità effettuata attraverso l'applicazione del modello HSM nell'ipotesi di TGM pari a 20000veic/g. Nei paragrafi seguenti si riportano i risultati ottenuti nelle diverse ipotesi di traffico veicolare.

Stima dell'incidentalità nella condizione di Progetto																
ID	Elemento	Sviluppo	R	R	L tratto omogeneo	L tratto omogeneo	Pend. Long	Nspf	CMF						Fattore di calibrazione locale	Npred
		(m)	(m)	(ft)	(m)	(mi)	(%)		inc/anno	Curva	Corsia	Banch.	Pend Long	Segnal.	Pavim.	
1.0	Rettifilo	50.00	-	-	50.00	0.03	3.66	0.17	-	1.000	1.044	1.073	0.760	0.776	1.44	0.16
2.0	Clotoide	131.18	-	-	430.94	0.27	7.00	1.43	1.266	1.000	1.044	1.140	0.760	0.776	1.44	1.83
3.0	Curva	112.50	200.00	656.16												
4.0	Clotoide	187.26	-	-												
5.0	Rettifilo	78.94	-	-	78.94	0.05	7.00	0.26	-	1.000	1.044	1.140	0.760	0.776	1.44	0.26
6.0	Clotoide	70.15	-	-	102.87	0.06	0.55	0.34	1.473	1.000	1.044	1.011	0.760	0.776	1.44	0.45
7.0	Curva	32.72	415.00	1361.53												
8.0	Rettifilo	100.00	-	-												
															Npred,tot	3.00

6.5.3 Confronto degli indicatori di sicurezza stradale

In tabella seguente si riporta il valore della frequenza media di incidenti stimata attraverso l'applicazione del modello HSM, per la condizione di progetto e per la condizione esistente, in diverse ipotesi di scenario di traffico.

TGM (Veic/g)	Condizione esistente Npred (inc/anno)	Condizione di progetto Npred (inc/anno)	Riduzione di incidentalità stimata
	TOT	TOT	
1000	0.22	0.15	-32%
5000	1.13	0.75	-34%
10000	2.26	1.50	-34%
20000	4.53	3.00	-34%
50000	11.32	7.50	-34%

	VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA ROMA – PESCARA. RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – CHIETI. LOTTO 1: TRATTA PESCARA PORTA NUOVA – PM SAN GIOVANNI TEATINO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA												
RELAZIONE DI SICUREZZA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA4S</td> <td>01 D 29</td> <td>RH</td> <td>NV1100 001</td> <td>A</td> <td>33 di 33</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA4S	01 D 29	RH	NV1100 001	A	33 di 33
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA4S	01 D 29	RH	NV1100 001	A	33 di 33								

7 CONCLUSIONI

A seguito delle analisi e valutazioni di sicurezza stradale effettuata con riferimento alla viabilità in esame, ed al fine di quantificare gli effetti benefici, in termini di sicurezza stradale, associati agli interventi di progetto, si è adottato il metodo predittivo contenuto nel manuale HSM. Pertanto, si è scelto quale indicatore rappresentativo della sicurezza stradale, la frequenza media prevista di incidenti.

Preliminarmente è stata condotta un'analisi della strada esistente, al fine di identificare i possibili fattori contributivi degli incidenti stradali, correlandoli alle specifiche tipologie di collisione.

Sulla base della letteratura tecnica di settore, si ritiene che gli interventi di adeguamento proposti consistenti nel miglioramento delle caratteristiche prestazionali della segnaletica e della pavimentazione possano ritenersi migliorativi in termini di sicurezza stradale.

Inoltre, sulla base dell'analisi predittiva di incidentalità sviluppata con riferimento alla metodologia HSM, indipendentemente dai volumi di traffico, gli interventi di adeguamento previsti comportano una significativa riduzione dell'incidentalità stimata.

In conclusione, si ritiene che gli interventi di adeguamento previsti possano ritenersi migliorativi in termini di sicurezza stradale.