



*Carlo Polidori, Xavier Cocu, An Volckaert, Tobias Teichner,
Kerstin Lemke, Peter Saleh, Petr Pokorny*

Manuale per la sicurezza preventiva sulle strade secondarie

**Per la formazione internazionale dei Controllori e degli
Ispettori della sicurezza stradale**



Conforme alla Direttiva Europea 2008/96/CE

Edizione Italiana – Dicembre 2013

COORDINATORE DEL PROGETTO PILOT4SAFETY

Adewole Adesiyun, FEHRL

AUTORI

Carlo Polidori, subcontractor FEHRL; Xavier Cocu, BRRC (Belgio); An Volckaert, BRRC (Belgio)
Tobias Teichner, BAST (Germania); Kerstin Lemke, BAST (Germania); Peter Saleh, AIT (Austria)
Petr Pokorny, CDV (Repubblica Ceca)

Collaboratori

Christian Stefan, AIT (Austria); Marietta Spiliopoulou, Regione della Macedonia Centrale (Grecia);
Andreas Hegewald, BAST (Germania)

PARTNER DEL PROGETTO



CURATORE DELLA VERSIONE ITALIANA

Marco Petrelli, Università ROMA TRE

PILOT4SAFETY é stato co-finanziato dalla Direzione Generale Trasporti (DG MOVE) della Commissione Europea con il grant agreement: MOVE/SUB/2010/D3/300-1/SI2.560087/PILOT4SAFETY. Gli autori sono interamente responsabili del contenuto. La Commissione Europea non é responsabile dell'uso che viene fatto dei contenuti

INTRODUZIONE ALLA VERSIONE ITALIANA

Il progetto Pilot4Safety si è concluso nel Maggio 2012 con un successo superiore a quello delle aspettative iniziali, sia perché la Commissione Europea ha inserito alcuni concetti che erano alla base di questo progetto pilota in una sua comunicazione ufficiale (come richiamato al termine del paragrafo 1.1), sia per il notevole successo della fase pratica di training e applicazione sul campo con la richiesta di partecipazione da parte di gestori stradali di diverse Regioni europee.

Lo strumento di base per il training è stato il "Safety Prevention Manual for Secondary Roads", elaborato dai vari partecipanti al progetto e basato sulla analisi di numerosi manuali internazionali sulla sicurezza stradale e dei risultati dei progetti di ricerca europei in questo campo. La completa rispondenza dei suoi contenuti alla Direttiva 2008/96/CE e gli sforzi compiuti per chiarirne alcuni aspetti di applicazione pratica hanno fatto sì che venisse tradotto in diverse lingue e adottato da numerosi enti gestori di strade sia regionali che nazionali in Europa.

Il Manuale consiste di una prima parte dedicata a richiamare quei principi di ingegneria della sicurezza stradale di cui ogni ispettore o controllore dovrebbe avere cognizione; un capitolo viene quindi dedicato alla sicurezza degli "utenti stradali vulnerabili"; seguono infine due parti specifiche dedicate ai controlli e alle ispezioni di sicurezza arricchite da schede di controllo ed esempi di formulari e rapporti.

Attualmente, il manuale è già disponibile nelle lingue Inglese, Greco, Ceco, Bulgaro, Ucraino e Slovacco, tutti disponibili liberamente nel sito <http://pilot4safety.fehrl.org>, insieme a molto altro materiale prodotto dal progetto; la Generalitat de Catalunya ha pubblicato una versione preliminare in Catalano.

La versione Italiana del manuale è stata realizzata con il contributo dell'Azienda Strade Lazio (Astral), partner ufficiale di Pilot4Safety, dell'Università RomaTre e di diversi membri dell'Associazione Italiana Professionisti per la Sicurezza Stradale che hanno partecipato a vario titolo al progetto.

In alcune figure e tabelle si è ritenuto opportuno lasciare il testo in Inglese (a volte con una nota in Italiano a fianco), a favore di una maggiore comprensibilità e congruenza con i termini e le abbreviazioni usate in altre formule o descrizioni. Per lo stesso motivo sono stati mantenuti gli acronimi inglesi RSA e RSI per indicare rispettivamente il controllo e l'ispezione della sicurezza stradale, così come definiti nella versione italiana della Direttiva.

I lettori che dovessero trovare errori (inevitabili, per quante riletture si possano fare prima della pubblicazione), sono pregati di inviare una segnalazione a info@aipss.it; il loro contributo verrà citato nella successiva edizione.

Con la speranza di avere dato un contributo utile, sia con i testi che con gli esempi e le liste di controllo, auguriamo a tutti i lettori un buon lavoro per l'implementazione della sicurezza sulle strade italiane

Roma, 22 Gennaio 2014

Carlo Polidori

(Co-Autore e curatore della versione inglese)

Marco Petrelli

(Curatore della versione italiana)

Indice

Lista delle abbreviazioni	7
Indice delle figure	8
Indice delle tabelle	10
1 Ambito ed Obiettivi del Manuale	11
1.2 Introduzione	11
1.2 Definizione delle Procedure della Sicurezza Stradale	12
1.2.1 Definizione del “Controllo della Sicurezza Stradale” (RSA)	12
1.2.2 Definizione consolidata di RSA adottata da PILOT4SAFETY.....	12
1.2.3 Definizione dell’Ispezione della Sicurezza Stradale (RSI).....	13
1.2.4 Definizione consolidata della RSI adottata da PILOT4SAFETY	14
1.2.5 Gestione dei Punti Neri, Gestione della Sicurezza della Rete.....	15
1.3 Definizione di Strade Secondarie	16
1.4 Fonti Bibliografiche	17
2 Principi di Ingegneria per la Sicurezza Stradale	18
2.1 Analisi e Statistiche Infortunistiche degli incidenti stradali	18
2.1.1 Numero e Gravità degli Incidenti, Periodo sotto Esame di analisi	18
2.1.2 Costi degli incidenti.....	18
2.1.3 Densità degli Incidenti	20
2.1.4 Tasso Infortunistico	20
2.2 Parametri Geometrici che Influiscono sulla Sicurezza Stradale.....	24
2.2.1 Parametri Geometrici e Velocità	24
2.2.1.1 Definizione e indicatori del Comportamento di Guida	24
2.2.2 Parametri Geometrici ed Incidenti	30
2.2.2.1 Allineamento Orizzontale.....	30
2.2.2.2 Allineamento Verticale.....	34
2.2.2.3 Larghezza della corsia.....	35
2.2.2.4 Larghezza delle banchine	36
2.2.2.5 Distanza di visibilità	36
2.3 Altri Fattori che influiscono sulla Sicurezza Stradale	37
2.3.1 Condizioni della superficie stradale	37
2.3.1.1 Attrito	38
2.3.1.2 Uniformità	46
2.3.2 Progettazione dei bordi stradali	48
2.3.2.1 Riduzione della pendenza dei rilevati	50
2.3.3 Bordi Concilianti: Aree esterne alla carreggiata che “perdonano l’errore” (“forgiving roadsides”).....	53
2.3.3.1 Definizione di bordo stradale	53
2.3.3.2 Strade “concilianti” a confronto con “strade autoesplicative”	54
2.3.4 Segnaletica stradale orizzontale	55

2.3.5 Illuminazione stradale	55
2.3.6 Volume e composizione del traffico	56
2.3.7 Svincoli, incroci e passi carrabili	57
2.3.7.1 Passi carrabili o punti di accesso	57
2.3.7.2 Incroci a livello raso	60
2.3.7.3 Illuminazione degli svincoli/incroci	74
2.4 Bibliografia	74
3 Utenti Stradali Vulnerabili	80
3.1 Ciclisti e Pedoni	81
3.1.1 Ciclisti	81
3.1.2 Interventi lungo la strada	81
3.1.3 Incroci	85
3.1.4 Pedoni	87
3.2 Fattori di rischio per i veicoli motorizzati a due ruote (PTW)	87
3.2.1 Tipo di zona	87
3.2.2 Geometria stradale ed apparecchiature sui bordi di banchina	88
3.2.3 Illuminazione e Visibilità	93
3.2.4 Tipo di collisione	93
3.2.5 Tipo di Svincolo	94
3.2.6 Condizioni della superficie della pavimentazione	94
3.2.7 Fattori di rischio più importanti	97
3.3 Bibliografia	98
4 Revisione della Sicurezza Stradale (RSA)	102
4.1 Generalità	102
4.1.1 Area di Applicazione	102
4.1.2 Obiettivo e definizione della RSA	102
4.1.3 Costi e Benefici della RSA	103
4.2 Fasi RSA	104
4.3 Processo di revisione	105
4.4 Applicazione della revisione	108
4.4.1 Documenti richiesti	108
4.4.2 Procedura	110
4.4.3 Rapporto di revisione	111
4.5 Revisori	111
4.5.1 Requisiti dei revisori	111
4.5.2 Posizione dei revisori	111
4.5.3 Squadra di revisori	112
4.6 Responsabilità	112
4.7 Bibliografia	112
5 Ispezioni di Sicurezza Stradale (RSI)	114

5.1	Perchè servono le RSI?	114
5.2	Benefici e costi delle RSI	116
5.3	Quando dovrebbe essere eseguita la RSI?	118
5.3.1	RSI e dati infortunistici	118
5.3.2	Ragioni principali per iniziare la RSI	119
5.3.3	Frequenza dell'ispezione	119
5.3.4	Ispezione e manutenzione	120
5.4	Partner nel processo RSI: ruoli e responsabilità	121
5.5	Responsabilità	123
5.6	Il procedimento di ispezione	124
5.6.1	Panoramica/Introduzione	124
5.6.2	Linee guida per la RSI	124
5.6.2.1	Condizioni di ispezione	124
5.6.2.2	Approccio dalla prospettiva di tutti gli utenti stradali	125
5.6.2.3	Approccio indipendente e multidisciplinare	126
5.6.2.4	Elementi di sicurezza fondamentali	127
5.6.3	Approccio graduale	127
5.6.3.1	Lavoro preliminare in ufficio (= fase 1)	128
5.6.3.2	Studio sul campo (= Fase 2)	130
5.6.3.3	Risultati RSI e rapporto di ispezione (= Fase 3)	131
5.6.3.4	Completamento della RSI (= Fase 3) - Consigli e meeting finale	135
5.6.3.5	RSI Piano d'azione e Controllo (= Fase 4)	137
5.7	Carenze tipiche di sicurezza - alcuni concetti	139
5.8	Bibliografia	140
APPENDICE 1: Liste di controllo per le RSA e le RSI come proposto dal Comitato Tecnico per la Sicurezza Stradale PIARC		141
APPENDICE 2: Schema del Rapporto RSA		169
APPENDICE 3: Schema del Rapporto RSI		177
APPENDICE 4: Schema del Risultato della Revisione		182
APPENDICE 5: Direttive per le versioni locali di questo Manuale		187
APPENDICE 6: Direttiva 2008/96/CE sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali		188

Lista delle abbreviazioni

Abbreviazione	Significato
AADT	Traffico Medio Giornaliero Annuale
AC	Costi degli Incidenti
ACD	Densità del Costo degli Incidenti
ACR	Tasso del Costo degli Incidenti
AD	Densità degli Incidenti
ADT	Traffico Medio Giornaliero
AMF	Fattore di Modifica degli Incidenti
AR	Tasso degli Incidenti
BSM	Gestione dei Punti Neri
CCR	Tasso del Cambiamento di curvatura
ICRS	Commissione interministeriale per la Sicurezza Stradale
IHSMD	Modello Interattivo sulla Progettazione della Sicurezza sulle Autostrade
IRI	Indice Internazionale di Asperità
NSM	Gestione della Sicurezza della Rete
OECD	Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico
PSR	Valutazione della Manutenzione Attuale
PTW	Motocicli
RHR	Valutazione del Pericolo Stradale
RSI	Indice della Gravità Relativa
RSIA o RIA	Accertamento della Valutazione d'Impatto sulladella Sicurezza Stradale
RSA	Revisione Controllo della Sicurezza Stradale
RSI	Ispezione della Sicurezza Stradale
RSM	Gestione della Sicurezza Stradale
SCRIM	Macchina dell'Inventario Stradale per il Coefficiente della Forza Laterale
SD	Grave incidente materiale di soli danni
SI	Grave incidente con lesioni personali
TERN	Rete Stradale Europea
VRU	Utenti Stradali vulnerabili
VRS	Sistemi di Contenimento dei Veicoli

Indice delle figure

Figura 1: RSI come parte della Gestione di Sicurezza stradale - fonte BRRC-Belgian Road Research Centre.....	13
Figura 2: Panoramica delle RSA e RSI paragonate alla gestione dei punti neri.....	16
Figura 3: E67 Via Baltica: una strada TREN, ma considerata come secondaria secondo la definizione adottata. ..	17
Figura 4: Paragone del tasso infortunistico (medio) e del tasso infortunistico critico (Fonte: PIARC Manuale di Sicurezza Stradale, 2003, pagina 112).....	22
Figura 5: Raggio di curvatura e velocità (diversi approcci internazionali)	26
Figura 6: Sopraelevazione nello sviluppo del Manuale per la Sicurezza Stradale (PIARC, 2003)	27
Figura 7: Differenze di velocità ed incidenti nelle curve consecutive (LIPPOLD 1997)	29
Figura 8: Tasso del costo infortunistico e raggio della singola curva, HAMMERSCHMIDT (2006)	31
Figura 9: Tasso del Costo Infortunistico e CCR (HAMMERSCHMIDT 2006)	32
Figura 10: Rapporto tra curve consecutive, LIPPOLD (1997)	33
Figura 11: Forza dell'Attrito e le sue proprietà	38
Figura 12: Lunghezze d'Onda della trama (m) Impatto sulle Caratteristiche della Superficie.....	39
Figura 13: Rapporto non-lineare tra Collisioni sul Pavimento Bagnato e l'Attrito.....	42
Figura 14: Percentuale di Incidenti sulla Pavimentazione Bagnata e Attrito	43
Figura 15: Tassi di Collisione come Funzione dell'Attrito	45
Figura 16: Definizioni delle Categorie di Rischio e i Pericoli sul Ciglio Stradale utilizzate con l'Algoritmo per la Previsione degli Infortuni	50
Figura 17: Possibilità di incidenti con un solo veicolo su pendenze diverse paragonata ad una pendenza di 1:7 ..	51
Figura 18: Sezione stradale tipo per strade con scarpate laterali libere.....	54
Figura 19: Incidenti per Mvkm per le diverse densità dei punti di accesso	59
Figura 20: incidenti per Mvkm per diverse densità dei punti di accesso	60
Figura 21: Angoli inclinati per diverse forme di incroci.....	61
Figura 22: Angolo di deflessione in una rotonda	64
Figura 23: 9 punti di conflitto di un incrocio a tre lati e 6 punti di conflitto in una rotonda con tre lati.....	69
Figura 24: 32 punti di conflitto di un incrocio a 4 lati (incrocio standard) e 8 punti di conflitto di una rotonda a 4 lati.....	69
Figura 25: 18 punti di conflitto di un incrocio sfalsato (2 incroci a T ravvicinati)	70
Figura 26: 18 punti di conflitto di un incrocio a 4 lati con "due manici di brocca"	70
Figura 27: Morti sulle strade rurali divise per gruppo di utenti stradali (2007-2009 average), fonte: ETSC, 2010..	80
Figura 28: Il diagramma delle opzioni per le sezioni tratti stradali al di fuori delle zone costruite (CROW, 2007)	81
Figura 29: Strada secondaria con alto volume di traffico motorizzato e ciclisti. Linee stradali e segnali per evidenziare la presenza dei ciclisti. (South Moravia region, CZ).....	82
Figura 30: Banchina inadatta e segnaletica con promemoria di "condivisione della strada" (foto di Allen McGregor).....	83
Figura 31: Pista ciclabile consigliata sulle strade secondarie in Olanda	84

← Figura 32: Percorso ciclabile lungo la strada secondaria e collega il villaggio vicino con Prostejov nella regione della Moravia centrale(CZ). Viene utilizzato principalmente dal traffico pendolare.	84
↑ Figura 33: Il percorso ciclabile che collega due villaggi nella regione centrale della Moravia (CZ) viene utilizzato invece della strada rurale trafficata	84
Figura 34: Svolta a sinistra di una pista ciclabile con attraversamento di una strada secondaria molto trafficata verso il percorso ciclabile senza nessun provvedimento (regione della Moravia del Sud, CZ)	85
Figura 35: Segnali di avvertimento su una strada secondaria principale molto trafficata davanti all'incrocio con una strada minore con molto traffico ciclabile – un punto nero (regione della Moravia del Sud, CZ)	86
Figura 36: Rotatorie semi-rurali con percorsi ciclabili separati a due sensi (vicino la città di Otrokovice, CZ)	86
Figura 37: Processo di pianificazione e progettazione	105
Figura 38: Partecipanti alla RSA.....	106
Figura 39: Procedura della revisione di sicurezza.....	107
Figura 40: Fattori che contribuiscono agli incidenti -Treat & al (1979)	114
Figura 41: Efficienza dei costi degli investimenti più promettenti dell'infrastruttura della sicurezza stradale - CEDR (2008)	117
Figura 42: Partner nel processo RSI; I loro ruoli e le loro responsabilità - fonte BRRC	122
Figura 43: La RSI deve considerare le condizioni stradali rappresentative - fonte BRRC	125
Figura 44: Illusione ottica - combinazione di curve verticali ed orizzontali - PIARC (2003)	126
Figura 45: Mappa dettagliata della situazione, qui con il luogo delle foto che mostrano carenze di sicurezza - fonte BRRC.....	129
Figura 46: Un contachilometri utilizzato per individuare le carenze - fonte BRRC.....	129
Figura 47: Macchina di ispezione con luci lampeggianti e triangolo di emergenza (sinistra) - Ispettori con giubbotto catarifrangente (destra) -fonte BRRC	130
Figura 48: Rapporto RSI - informazioni generali sulla sezione stradale ispezionata ed i membri della squadra di ispezione (esempi da SETRA, 2008)	132
Figura 49: Rapporto RSI - riconoscimento (di base) ed illustrazione delle carenze - fonte BRRC	133
Figura 50: sopra: matrice del rischio da un rapporto di ispezione norvegese; sotto; esempio di un'ispezione portoghese.....	134
Figura 51: Parte di un rapporto di ispezione con raccomandazioni - fonte BRRC	136
Figura 52: Illustrazione dei consigli da breve a lungo termine	137
Figura 53: Azioni pianificate dopo un'ispezione di sicurezza stradale in Francia (da SETRA, 2008).....	138
Figura 54: Esempio di frontespizio.....	170
Figura 55: Esempio di Pagina di Introduzione	171
Figura 56: Esempio della pagina dei Dettagli Specifici del Progetto	172
Figura 57: Esempio degli elementi risultanti dalla pagina di revisione	174
Figura 58: Esempio della pagina della dichiarazione della squadra di revisione.....	176
Figura 59: Esempio di una mappa che indica I luoghi dei problemi in Italia	178
Figura 60: Esempio del frontespizio.....	178
Figura 61: Esempio della pagina di introduzione	179

Figura 62: Esempio della pagina dei Dettagli Specifici del Progetto	180
Figura 63: Esempio degli elementi della pagina dell'ispezione (Spagna).....	180
Figura 64: Esempio degli elementi della pagina dell' ispezione (Danimarca)	181

Indice delle tabelle

Tabella 1: Costo medio per incidente MCA(c) in €/A per la valutazione della situazione infortunistica attuale come funzione della categoria infortunistica e della categoria stradale per diversi stati nazioni europei	19
Tabella 2: Impatto della trama su alcune Variabili.....	40
Tabella 3: Valori Tipici di Resistenza allo Sbandamento in Finlandia	40
Tabella 4: Valori Investigativi della Resistenza allo Sbandamento in GB	41
Tabella 5: Gradazione Utilizzata per le Miscele d'Asfalto con Drenaggio Interno	41
Tabella 6: Tassi di Collisione per diversi Intervalli di Attrito	44
Tabella 7: Tassi di Collisione con Diverse Condizioni Stradali	44
Tabella 8: Variabilità del PSR	47
Tabella 9: Larghezze raccomandate per le zone prive di ostacoli secondo il Manuale di Sicurezza Stradale	51
Tabella 10: AMF per l'Installazione di Corsie di Svolta a Sinistra sui Tratti Principali degli Incroci.....	63
Tabella 11: AMF per l'Installazione di Corsie di Svolta a destra sui Tratti Principali degli Incroci	63
Tabella 12: Diminuzione media degli incidenti in diversi paesi	65
Tabella 13:Frequenza degli infortuni nelle rotatorie della G.B. per numero di accessi 1999 - 2003.....	65
Tabella 14:Frequenza degli incidenti nelle rotatorie in diverse nazioni	66
Tabella 15:Tabella Comparata dei risultati commisurata alla gravità degli incidenti	67
Tabella 16: Risultati per il modello infortunistico Svedese di Brüde e Larson	68
Tabella 17: Valori infortunistici tipici per diversi tipi di incroci (Schnüll et al. 1994)	71
Tabella 18: Tipo di incrocio consigliato per incroci tra strade secondarie e strade di altre categorie.	72
Tabella 19: rapporto costi benefici (B/C) della RSA	104
Tabella 20: Documenti necessari per la revisione.....	109
Tabella 21: Riassunto degli effetti previsti sugli infortuni con lesioni come risultato delle ispezioni della sicurezza stradale - Elvik (2006)	116
Tabella 22: RSI e dati infortunistici secondo PILOT4SAFETY	119
Tabella 23:: Rapporto RSI - proposta strutturale per riferire le carenze individuate su una strada secondaria (come proposto da Cocu & al, 2011, sulla base dei consigli PIARC (2007)).....	133

1 Ambito ed Obiettivi del Manuale

1.2 Introduzione

Il Parlamento ed il Consiglio Europeo hanno emanato il 19/11/2008 la Direttiva 2008/96/CE sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali, la quale prevede una serie di controlli di sicurezza, nonché la formazione e l'abilitazione dei revisori di sicurezza stradale.

Il campo di applicazione della direttiva è limitato solo alla rete stradale TEN-T (coprendo solo una parte delle autostrade dell'unione europea), mentre il più alto numero di vittime avviene sulle cosiddette "strade secondarie"¹.

L'obiettivo del progetto PILOT4SAFETY, finanziato dalla Commissione Europea (DG MOVE) è di applicare l'approccio della Direttiva su alcune strade secondarie selezionate nelle regioni dell'Unione Europea, per potere condividere le buone pratiche, concordare dei programmi e strumenti comuni per la qualifica degli esperti della sicurezza stradale.

PILOT4SAFETY è un progetto sperimentale, che tratta solo i "Controlli della Sicurezza Stradale" (RSA) e le "Ispezioni di Sicurezza Stradale" (RSI)² tra tutti i provvedimenti indicati dalla Direttiva, poiché queste due procedure incidono molto sui fattori di sicurezza stradale delle infrastrutture e sono facilmente gestibili.

Una delle funzioni del progetto è di sviluppare degli strumenti per le revisioni e le ispezioni delle strade secondarie in un gruppo selezionato di regioni dell'Unione Europea implementando il documento del progetto FP6 RIPORD-ISEREST: "Manuale per la Sicurezza delle Strade Secondarie", oltre ad altro materiale di formazione proveniente da altre fonti.

Lo scopo di questo manuale è di supportare la formazione dei revisori e degli ispettori di sicurezza stradale; il manuale è composto da questa introduzione, da una parte generale sulla sicurezza stradale che deriva da diversi progetti di ricerca dell'Unione Europea, e dalle due sezioni specifiche sulle RSA e RSI.

La sua struttura è stata concepita per permettere ad ogni gestore stradale, regionale o locale di aggiungere parti specifiche che ottemperino alle proprie necessità locali; la versione attuale è stata aggiornata con i risultati delle 10 RSA e RSI internazionali effettuate durante il progetto. Due mesi dopo l'inizio del progetto, la Commissione Europea ha emanato il Comunicato COM(2010) 389 "Verso uno spazio europeo della sicurezza stradale: orientamenti 2011-2020 per la sicurezza stradale", dove viene chiaramente indicato nell'obiettivo numero 3 che " *la Commissione promuoverà l'applicazione dei rilevanti principi in materia di gestione della sicurezza delle infrastrutture alle **strade secondarie** degli Stati membri, in particolare tramite lo scambio di buone pratiche*"

I partner del progetto PILOT4SAFETY sono orgogliosi di riscontrare che i concetti base del progetto sono stati inclusi in questo comunicato ufficiale.

¹ Strade a due corsie pavimentate fuori dalle zone urbane, come definite nel progetto RIPCORD-ISEREST

² La denominazione è riportata in accordo con la traduzione italiana del testo della Direttiva, mentre le sigle vengono lasciate in Inglese (Road Safety Audit e Road Safety Inspection), in quanto di comune utilizzo in tutta Europa; tali abbreviazioni verranno usate nel seguito del testo.

1.2 Definizione delle Procedure della Sicurezza Stradale

Con la Direttiva No. 2008/96 sulla Gestione della Sicurezza delle Infrastrutture Stradali pubblicata nell'ottobre del 2008, l'Unione Europea ha stabilito che le RSA e le RSI saranno obbligatorie per la Rete Stradale Trans-Europea (TERN) nei prossimi anni. Nella direttiva citata, RSA e RSI fanno parte di un pacchetto composto dalle seguenti procedure di sicurezza stradale:

- Valutazione d'impatto sulla sicurezza stradale (RSIA o RIA) (articolo 3),
- RSA per le fasi di progettazione delle strade (articolo 4),
- Classificazione e gestione della sicurezza della rete stradale aperta al traffico (articolo 5)
- RSI per le strade esistenti (articolo 6).

Per un corretto inquadramento di quanto trattato nel seguito, è necessaria una definizione chiara delle procedure previste ed una comprensione chiara di come queste procedure si complementano all'interno della gestione complessiva della sicurezza delle infrastrutture stradali. Nella sezione seguente, verrà data particolare enfasi a RSI e RSA, mentre la RSIA (un'analisi comparata strategica dell'impatto di una strada nuova o una modifica sostanziale alla rete esistente sulla prestazione di sicurezza della rete stradale) non verrà considerata. Una spiegazione della "Gestione dei Punti Neri" e della "Gestione della Sicurezza della Rete" viene data alla fine di questa sezione.

1.2.1 Definizione del "Controllo della Sicurezza Stradale" (RSA)

La RSA (Controllo della sicurezza stradale) è un "controllo di sicurezza accurato, indipendente, sistematico e tecnico delle caratteristiche di un progetto di costruzione di un'infrastruttura stradale, nelle diverse fasi dalla pianificazione al funzionamento iniziale", come da definizione nell'art. 2 della Direttiva.

Gli obiettivi delle RSA sono di progettare le strade in costruzione o di eseguire lavori di riqualificazione ed ampliamento in modo sicuro e minimizzare il rischio degli incidenti. La RSA evidenzia il problema della sicurezza stradale nell'intero processo di pianificazione, progettazione e costruzione: essa copre tutte le fasi dalla pianificazione al pre-esercizio, dove la sicurezza stradale viene analizzata in un riesame esaustivo. Il risultato è un rapporto formale che identifica qualsiasi carenza di sicurezza stradale e, ove necessario, fornisce consigli finalizzati alla rimozione o alla riduzione delle carenze.

L'applicazione sistematica delle RSA avrà come risultato l'adeguamento delle esigenze di sicurezza per tutti gli utenti stradali interessati (motociclisti, ciclisti, pedoni ed altri mezzi di trasporto), a seguito di nuovi progetti di costruzione o riqualificazione.

1.2.2 Definizione consolidata di RSA adottata da PILOT4SAFETY

Per gli scopi di questo Manuale, è stata concordata tra i partner del progetto la seguente definizione:

Il Controllo della Sicurezza Stradale (RSA) descrive un esame sistematico ed indipendente di un progetto stradale, finalizzato a evidenziare il prima possibile i problemi potenziali della sicurezza nelle fasi di pianificazione e costruzione, a ridurre o eliminare questi problemi e limitare il rischio per i diversi tipi di utenti stradali.

La RSA è fortemente correlata alla RSI ed è utile ricordare tramite la seguente figura 1 il loro ruolo nell'approccio globale alla gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali e le loro connessioni con le altre tre procedure della direttiva.

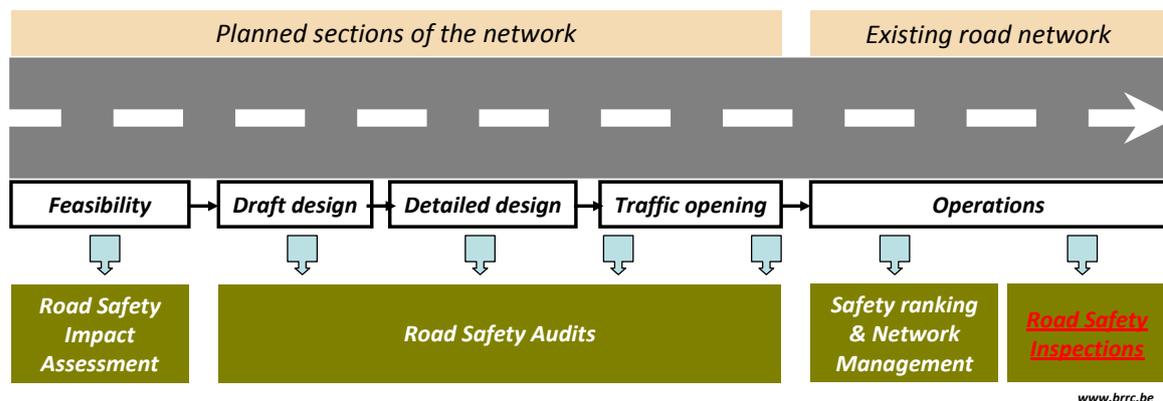


Figura 1: RSI come parte della Gestione di Sicurezza stradale - fonte BRRC-Belgian Road Research Centre

1.2.3 Definizione dell'Ispezione della Sicurezza Stradale (RSI)

Secondo l'articolo della Direttiva la RSI (Ispezione di Sicurezza Stradale) è *“la verifica ordinaria periodica delle caratteristiche e dei difetti che esigono un intervento di manutenzione per ragioni di sicurezza”*.

Nell'Articolo 6 intitolato “Ispezioni di sicurezza”, la Direttiva indica anche che:

1. *Gli Stati Membri adottano le misure necessarie affinché le strade aperte al traffico siano soggette a ispezioni di sicurezza al fine di individuare le caratteristiche connesse alla sicurezza stradale e di prevenire gli incidenti;*
2. *Le ispezioni di sicurezza comprendono ispezioni periodiche della rete stradale ed accertamenti circa i possibili effetti dei lavori in corso sulla sicurezza del flusso di traffico;*
3. *Gli Stati Membri adottano le misure necessarie affinché le ispezioni periodiche siano realizzate dall'organo competente. La frequenza di tali ispezioni deve essere sufficiente a garantire livelli adeguati di sicurezza per l'infrastruttura stradale in questione.”*

Le parole sottolineate sopra spiegano gli elementi più importanti della RSI e come dovrebbe essere effettuata. In generale una Direttiva Europea è il risultato di un processo di analisi comparativa durante il quale diverse pratiche e opinioni (in breve, lo stato dell'arte in un determinato momento) vengono discusse insieme; il risultato di tale processo è naturalmente un compromesso.

Per avere una definizione globale della RSI, è utile allargare la prospettiva e fare riferimento anche ad altre fonti bibliografiche.

Secondo Allan (2006), una RSI è una revisione sistematica “sul campo” di una strada esistente o di un tratto di strada per identificare condizioni, difetti, o carenze pericolose che possono portare ad incidenti gravi.

A livello europeo, il progetto RiPCORD-ISEREST ha tentato di identificare le migliori pratiche per le RSI e di formulare delle raccomandazioni. In questo contesto, una definizione è stata proposta da Cardoso & al. (2005) basata su una comprensione comune (tra i Paesi esaminati e le opinioni degli esperti) della RSI, che è stata definita come:

- *Uno strumento preventivo;*

- *Costituita da un' ispezione in loco, regolare e sistematica, delle strade esistenti, che copra l'intera rete stradale;*
- *Eseguita da squadre di esperti di sicurezza appositamente addestrati;*
- *Con conseguente rapporto formale sui pericoli stradali individuati e i problemi di sicurezza;*
- *Necessita di una risposta formale dall'autorità stradale competente.*

A seguito di uno studio sugli effetti della sicurezza e le prassi migliori effettuato in quattro nazioni europee, Elvik (2006) ha proposto delle linee guida per migliorare le prassi delle RSI, per esempio:

- Gli elementi inclusi nelle RSI dovrebbero essere riconosciuti come fattori di rischio degli incidenti o delle lesioni;
- Le ispezioni dovrebbero essere standardizzate e progettate per garantire che tutti gli elementi inclusi vengano trattati e valutati in modo obiettivo;
- Le ispezioni dovrebbero riferire le proprie conclusioni e proporre misure di sicurezza tramite dei rapporti standardizzati;
- Gli ispettori dovrebbero essere qualificati formalmente per il loro lavoro;
- Dovrebbe esserci un'ispezione di controllo dopo un certo periodo di tempo.

1.2.4 Definizione consolidata della RSI adottata da PILOT4SAFETY

I riferimenti precedenti illustrano che una pratica comune per la RSI non è ancora stata standardizzata ed esistono varie interpretazioni su come effettuare un'ispezione. Non esiste neanche una definizione comune, se non quella riportata nella Direttiva, che però risulta troppo generica per gli scopi di questo Manuale. Pertanto una definizione più dettagliata della RSI è stata concordata (basata sui diversi elementi sottolineati nei due capitoli precedenti) dai partner del PILOT4SAFETY ed utilizzata nel seguito.

L' Ispezione di Sicurezza Stradale (RSI) è uno strumento gestionale preventivo di sicurezza realizzato dalle autorità/operatori stradali come parte di una Gestione di Sicurezza Stradale globale. La RSI è uno studio sistematico sul campo organizzato abbastanza frequentemente su tutte le strade esistenti, o tratti di strade, per assicurare dei livelli di sicurezza adeguati. Viene eseguito da esperti di sicurezza qualificati per identificare le condizioni pericolose e le carenze che potrebbero portare ad incidenti gravi. Il risultato della RSI è un rapporto formale sui rischi identificati e sui problemi di sicurezza.

Questa definizione è il risultato di un'analisi dei più importanti riferimenti europei e in tale modo riflette la comprensione condivisa degli Autori in merito alla procedura RSI. Tuttavia, la definizione solleva alcune questioni molto importanti riguardo alle prassi comuni a livello europeo, ad esempio:

1. La frequenza delle ispezioni;
2. L'utilizzo, o il mancato utilizzo, dei dati sugli incidenti all'interno della procedura RSI;
3. L'indipendenza della squadra di ispezione;
4. Schema e contenuti del rapporto finale; in particolare, bisogna raccomandare delle misure di sicurezza correttive oppure elencare solamente i potenziali rischi rilevati?

Tali questioni verranno affrontate nel capitolo 5 dedicato alla RSI

1.2.5 Gestione dei Punti Neri, Gestione della Sicurezza della Rete

Il livello di sicurezza di una strada esistente può essere migliorato attraverso altri tipi di procedure: Gestione dei Punti Neri (BSM) e Gestione della Sicurezza della Rete (NSM).

BSM e NSM mirano all'identificazione, all'analisi e ai provvedimenti per i punti neri e per i tratti stradali pericolosi. I punti neri/tratti pericolosi vengono definiti come qualsiasi luogo/tratto stradale che ha un numero di incidenti previsti più alto rispetto ad altri luoghi/tratti, dovuto a fattori locali.

NSM è diverso da BSM poiché tratta tratti stradali più lunghi, di solito tra i 2 e i 10 km. Da molti anni BSM e NSM sono diventati degli strumenti di sicurezza importanti. Tuttavia hanno dei limiti, come viene spiegato in Cocu & al, (2011):

- Fanno affidamento su statistiche di incidenti che non sono sempre recenti e non necessariamente molto affidabili (ad es. frequenza di registrazione, localizzazione degli incidenti);
- Eliminare un punto nero a volte sposta la zona di maggiore incidentalità più su o più giù lungo la strada (attenuazione degli incidenti)
- L'analisi dei punti neri riguarda più che altro i luoghi con il numero maggiore degli incidenti previsti; una volta che questi punti neri sono stati trattati ed il numero totale degli incidenti è diminuito, questo approccio diventa insufficiente per via della "diluizione degli incidenti" lungo la rete;
- Solo un "piccolo" numero di incidenti riguarda i punti neri; ad esempio in Vallonia (Belgio), le zone di rischio medio ed alto interessano solamente il 15% degli incidenti con lesioni personali sulle strade regionali.

Questi argomenti indicano che procedure di attenuazione come la BSM e la NSM non sono le uniche iniziative necessarie per ottenere una riduzione drastica degli incidenti e dei decessi dovuti al traffico.

Come indicato nella Direttiva, sono necessarie delle misure di sicurezza preventiva applicate in maniera estensiva sulla rete stradale, come le RSI.

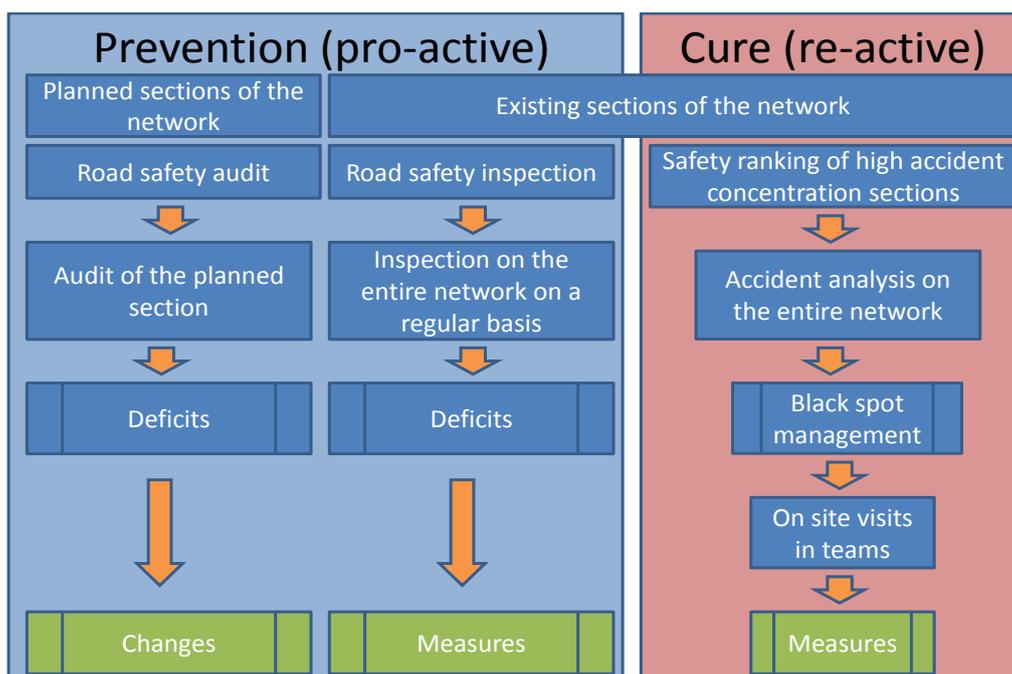


Figura 2: Panoramica delle RSA e RSI paragonate alla gestione dei punti neri

Sia le RSA che le RSI sono procedure di iniziativa che mirano a prevenire gli incidenti (azioni preventive), mentre la gestione dei siti stradali ad alto rischio è una procedura di intervento retroattiva quando il numero degli incidenti è già alto (azioni reattive) (Figura 2).

1.3 Definizione di Strade Secondarie

L'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE, l'acronimo inglese utilizzato nel seguito è OECD) ha riconosciuto che l'interpretazione della sicurezza stradale sulle strade extraurbane (rural roads) è ostacolata poichè "non esiste nessuna definizione internazionale formale riconosciuta per classificare le rural roads" (OECD, 1999).

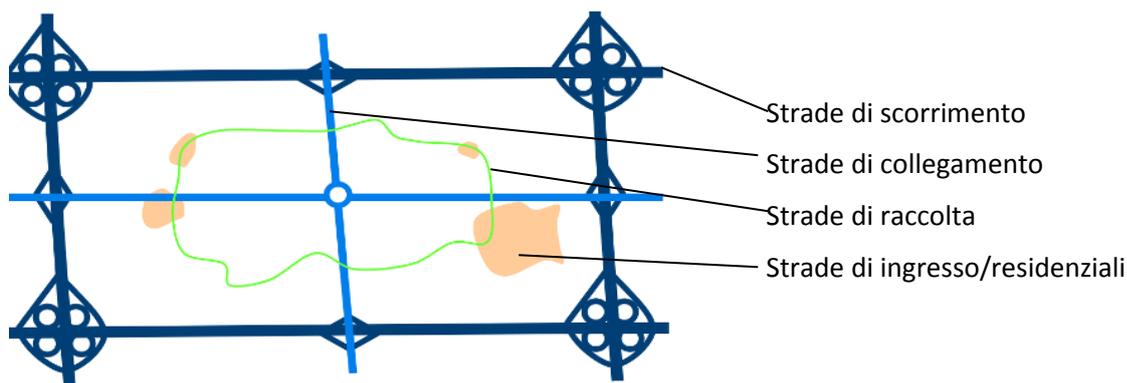
OECD definisce le strade extraurbane come quelle "fuori dalle zone urbane che non siano autostrade o strade non pavimentate" (Hamilton, Kennedy, 2005). Tuttavia, molte definizioni diverse esistono nelle fonti della letteratura, e capire cosa vuol dire "extraurbano" è importante per capire i rischi associati a queste strade.

Nell'ambito della pianificazione il termine "extraurbano" è utilizzato in opposizione a "periferico" e "urbano", che indicano aree con densità di popolazione via via crescente.

Le considerazioni precedenti indicano la necessità di una definizione chiara e standardizzata: questo manuale utilizza il termine "strada secondaria" per una strada con le seguenti caratteristiche fisiche:

- Carreggiata singola, due corsie
- Strada pavimentata
- Al di fuori delle zone urbane

In molte nazioni europee la definizione di strade secondarie è fondata prevalentemente sulle caratteristiche funzionali come nello schema seguente, dove i diversi colori e spessori delle linee indicano le strade di scorrimento, di collegamento, di raccolta di ingresso/residenziali.



Tuttavia, poichè le misure di sicurezza sono connesse prevalentemente alle caratteristiche fisiche dell'infrastruttura stradale, questo manuale non prende in considerazione nessuna distinzione funzionale: anche le strade principali di collegamento che appartengono alla Rete TREN e che soddisfano la definizione suddetta sono considerate strade secondarie.



Figura 3: E67 Via Baltica: una strada TREN, ma considerata come secondaria secondo la definizione adottata.

1.4 Fonti Bibliografiche

Kevin Hamilton e Janet Kennedy - Sicurezza delle Strade Rurali: una panoramica della letteratura – Scottish Executive Social Research – 2005

2 Principi di Ingegneria per la Sicurezza Stradale

2.1 Analisi e Statistiche Infortunistiche degli incidenti stradali

2.1.1 Numero e Gravità degli Incidenti, Periodo sotto Esame di analisi

Per via delle diverse condizioni legali e i diversi modi di raccolta e registrazione dei dati, l'ambito e la copertura delle banche dati infortunistiche nazionali cambiano da nazione a nazione in Europa. Inoltre, la categorizzazione degli incidenti (tipi di incidenti) indica molte incoerenze tra le diverse nazioni. Quindi i paragoni internazionali fra gli incidenti (e.g. IRTAD – www.irtad.net) di solito si concentrano su popolazioni infortunistiche ristrette, come ad esempio i decessi. I dati infortunistici migliori di solito sono disponibili per le autostrade e per la rete stradale nazionale. Gli incidenti con soli danni non fanno parte abitualmente delle banche dati nazionali sugli incidenti.

Affinchè le amministrazioni statali possano valutare una classifica dei tratti stradali, la valutazione dovrebbe essere fondata su tutte le informazioni disponibili per potere raggiungere dei risultati statisticamente affidabili. Di conseguenza, per quanto riguarda la rete sotto esame, dovrebbero essere inclusi anche i dati di incidenti meno gravi, se possibile.

Per quanto riguarda la metodologia descritta, si possono distinguere le seguenti categorie infortunistiche:

SI - Incidente con lesioni personali gravi (incidenti con morti o persone gravemente ferite)

MI - Incidente con lesioni personali non gravi (incidenti con persone lievemente ferite)

SD - Solo danni materiali gravi

Le diverse definizioni delle categorie infortunistiche non influiscono sulla metodologia, ma devono essere tenute in considerazione nell'adattare i parametri alla situazione nazionale.

Il numero disponibile degli infortuni deve essere abbastanza alto per potere analizzare le strade esistenti. Altrimenti dovrebbero essere effettuate prove statistiche. Il numero di incidenti fatali spesso è molto basso, specialmente sui tratti brevi con poco traffico, e la classificazione non porterebbe a dei risultati statisticamente affidabili. Il calcolo dovrebbe anche includere gli incidenti con lesioni personali gravi (SI).

Per quanto riguarda il periodo in esame, l'esperienza ha dimostrato che servono dei periodi che vanno dai 3 ai 5 anni per prevenire le tendenze generali e ipotizzare modifiche alle infrastrutture che possano avere un rilevante impatto sul calcolo del livello di sicurezza.

2.1.2 Costi degli incidenti

Nell'analisi degli incidenti di diverse categorie, ogni incidente dovrebbe essere valutato per la propria gravità. I costi degli incidenti (AC) vengono utilizzati per assegnare un valore monetario ai diversi tipi di incidenti ed anche un valore della gravità, quindi aumentano la loro comparabilità.

E' risaputo che in Europa vengono adottati diversi criteri per stimare l' AC. Finchè questi valori nazionali vengono usati solo per determinare una classifica di tratti stradali all'interno del singolo Stato, i risultati non vengono influenzati dai diversi criteri di calcolo. Gli AC vengono utilizzati spesso per calcolare il rapporto costi-benefici degli interventi (per la sicurezza stradale), inclusi i costi (nazionali) di costruzione.

I Costi Medi per Incidente (MCA) devono essere calcolati come una funzione della gravità dell'incidente "c" e del tipo di strada per ogni Stato. Questi valori rappresentano la conformazione delle lesioni (ad esempio il numero di persone gravemente ferite e le persone lievemente ferite in 100 incidenti della

categoria sotto esame) e sono quindi molto condizionati dalle differenze delle definizioni di gravità. Per ogni tratto stradale all'interno della rete, i costi infortunistici (AC) di ogni livello di gravità c vengono calcolati moltiplicando il numero di incidenti A(c) con il costo medio per incidente MCA(c):

Costo degli incidenti [€]

$$AC(SI) = A(SI) \cdot MCA(SI)^2$$

$$AC(SI + MI + SD) = A(SI) \cdot MCA(SI) + A(MI) \cdot MCA(MI) + A(SD) \cdot MCA(SD) \quad (1)$$

Dove:

A(c)	Numero di incidenti della specifica categoria c per t ≥ 3 anni	[A]
MCA(c)	Costo medio per incidente in funzione della categoria c incidente (Tabella1)	[€/A]
SI	Incidenti con lesioni personali gravi	
MI	Incidenti con lesioni personali lievi	
SD	Incidente con soli danni materiali gravi	

Tabella 1: Costo medio per incidente MCA(c) in €/A per la valutazione della situazione infortunistica attuale come funzione della categoria infortunistica e della categoria stradale per diversi stati nazioni europee

Costo medio per incidente [€/A]						
Nazione	Autostrade			Strade secondarie		
	Categoria infortunistica			SI	MI	SD
	SI	MI	SD			
A**	320.000			290.000		
B**	315.000			285.000		
CH**	340.000			305.000		
D	300.000	31.000	18.500	270.000	18.000	13.000
DK**	335.000			300.000		
E**	245.000			220.000		
F	515.000	36.500	-	550.000	40.000	-
FIN**	300.000			270.000		
GB**	300.000			270.000		
GR**	185.000			165.000		
I**	300.000			270.000		
N**	300.000			270.000		
NL**	335.000			300.000		
P**	200.000			180.000		
S**	295.000			265.000		

livello dei prezzi anno 2000

Di solito i costi infortunistici degli incidenti si riferiscono ad un periodo di un anno, con il risultato seguente:

Costo annuo medio degli incidenti AC_a [€/anno]

$$AC_a(SI) = \frac{A(SI) \cdot MCA(SI)}{t} \quad (2)$$

$$AR = \frac{10^6 \cdot A}{365 \cdot ADT \cdot L \cdot t} = \frac{10^6 \cdot AD}{365 \cdot ADT} \quad (5)$$

Dove

ADT Traffico Medio Giornaliero

[veh/24h]

Tasso del Costo degli Incidenti (ACR)

[€/(1000 veh· Km)]

$$ACR = \frac{1000 \cdot AC}{365 \cdot AD \cdot L \cdot t} = \frac{10^6 \cdot ACD}{365 \cdot ADT} \quad (6)$$

I tassi infortunistici (AR) descrivono il numero medio di incidenti lungo una sezione stradale per ogni milione di veicoli-km. I tassi dei costi infortunistici (ACR) descrivono il costo medio corrispondente come risultato degli incidenti stradali che si sono verificati lungo una sezione stradale per ogni 1000 chilometri percorso dai veicoli.

Tasso Infortunistico Critico (CAR)

Questo criterio paragona il tasso infortunistico in un luogo con il tasso medio infortunistico calcolato in un gruppo di luoghi con caratteristiche simili (popolazione di riferimento). L'ipotesi di base è che i luoghi che hanno caratteristiche simili dovrebbero avere anche livelli di sicurezza simili. Il tasso critico infortunistico determina il valore minimo del tasso infortunistico per il quale un luogo viene considerato pericoloso.

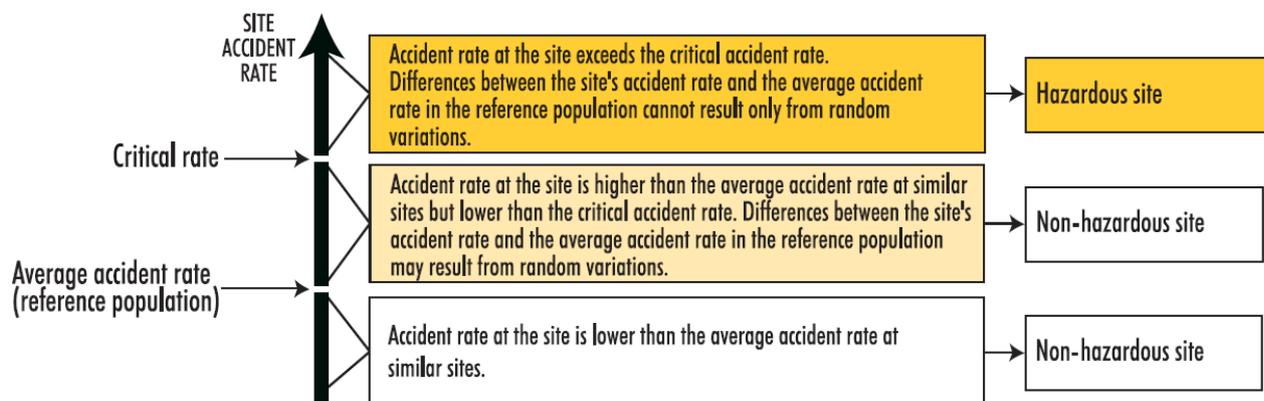


Figura 4: Paragone del tasso infortunistico (medio) e del tasso infortunistico critico (Fonte: PIARC Manuale di Sicurezza Stradale, 2003, pagina 112)

Diverse caratteristiche stradali influenzano il fattore rischio. Le strade extraurbane principali, ad esempio, che sono progettate e gestite per livelli di servizio più alti delle strade extraurbane secondarie, di solito sono più sicure per quanto riguarda gli incidenti per veicolo-km. Pertanto, la prospettiva di miglioramento dipende molto dalla natura del luogo studiato e dalle modifiche che possono essere effettuate.

Di conseguenza, dovrebbero essere determinate diverse popolazioni di riferimento per aiutare a definire quale è un livello rappresentativo di sicurezza per un determinato tipo di luogo. Queste popolazioni vengono determinate valutando le caratteristiche stradali principali che possono influenzare la sicurezza. Ad esempio, una popolazione di riferimento può essere determinata per strade a due corsie + incroci nelle zone urbane con fermate sui tratti minori, un'altra popolazione per incroci a T su strade simili, etc.

La procedura per calcolare il CAR è la seguente:

1. Calcolare il tasso infortunistico (AR) ad ogni luogo
2. Calcolare il tasso medio infortunistico per ogni popolazione di riferimento

$$R_p = \frac{\sum f_j \times 10^6}{365.25 \times P \times \sum L_j \times Q_w} \quad (7)$$

Dove

R_{rp} = tasso di incidentalità media (acc./Mveh-km)

F_j = frequenza di infortunio sul sito j

P = periodo di analisi (anni)

L_j = lunghezza del tratto j (km)

Q_w = ponderata traffico annuale medio giornaliero (AADT)

$$Q_w = \frac{\sum(Q_j \times L_j)}{\sum L_j} \quad (8)$$

Q_j = AADT del sito j determinare il tasso minimo infortunistico che autorizzi un'analisi di sicurezza dettagliata

Indice Relativo di Gravità Relativa (RSI)

Questo criterio si basa sui seguenti postulati:

- 1) Per ogni singolo incidente , diversi fattori influiscono sulla gravità del trauma sopportato, come la velocità dell'impatto, il punto di impatto sul veicolo, il tipo di veicolo, l'età e le condizioni di salute degli

occupanti, i dispositivi di protezione, etc. Di conseguenza, due incidenti dello stesso tipo che avvengono nello stesso luogo possono avere livelli traumatici abbastanza diversi.

2) La gravità media dell'incidente, calcolata su un ampio numero di incidenti simili che si sono verificati in ambienti stradali analoghi, è considerata un indicatore più stabile del livello traumatico sopportato nel singolo incidente.

L'indice di Gravità Relativa(RSI), dunque, attribuisce ad ogni tipo di incidente un peso che non è collegato alla sua gravità reale, ma è invece collegato alla gravità media di diversi incidenti che si sono verificati in condizioni simili. La gravità media viene espressa meglio in termini monetari, ad esempio moltiplicata per il proprio fattore del costo dell'incidente.

La procedura per il calcolo del RSI è la seguente:

a.) Per ogni popolazione di riferimento:

- Calcolare il costo medio di ogni tipo di incidente nella popolazione di riferimento
- Calcolare la RSI e la RSI media (RSI) di ogni sito

$$RSI_j = \sum f_{ij} \times C_i$$

(9)

Dove:

RSI_j = indice relativo di gravità nel luogo j

f_{ij} = frequenza di un tipo di incidente sul luogo j

C_i = costo medio degli incidenti tipo i

$$\overline{RSI}_j = RSI_j / f_j \quad (10)$$

Dove:

- f_j = frequenza infortunistica totale del luogo j , calcola la media della popolazione RSI (RSI rp):

$$\overline{RSI}_{rp} = \frac{\sum \sum (C_i \times f_{ij})}{\sum f_j} \quad (11)$$

- Determina il valore minimo di RSI che garantisce un'analisi di sicurezza dettagliata

2.2 Parametri Geometrici che Influiscono sulla Sicurezza Stradale

Conoscere l'importanza della geometria stradale è una condizione indispensabile per un'analisi infortunistica dettagliata e seria. I capitoli successivi forniscono una panoramica dei fattori geometrici che influiscono sulla velocità del guidatore (comportamento di guida)³ e dei fattori geometrici di solito collegati ai risultati dell'analisi infortunistica.

2.2.1 Parametri Geometrici e Velocità

2.2.1.1 Definizione e indicatori del Comportamento di Guida

Al momento non esistono dei modelli dettagliati per il comportamento di guida: tutti i lavori scientifici fondati sulle analisi di indicatori oggettivi ritengono che il comportamento di guida sia il controllo del veicolo nelle direzioni longitudinale e trasversale.

I parametri comuni per descrivere ed analizzare il comportamento di guida sono la velocità, l'accelerazione e la posizione laterale.

Velocità

La velocità è la distanza percorsa divisa per il tempo della percorrenza. La velocità è un valore importante nella progettazione stradale;

Diversi parametri vengono influenzati dalla velocità (velocità di progettazione o velocità 85mo percentile⁴).

Fondamentalmente, ci sono due velocità diverse: la velocità che viene influenzata dall'infrastruttura e dall'ambiente circostante, e la velocità che viene influenzata dal traffico. Per indagare sugli impatti della

³ I fattori molteplici e complessi che influiscono sul comportamento del guidatore non vengono considerati in questo manuale: una buona analisi approfondita viene fatta nel libro di Gert Weller "The psychology of Driving on Rural Roads" –VS Verlag 2010.

⁴ La velocità all' 85mo percentile è la velocità che non viene superata dall'85% dei veicoli.

geometria stradale e dell'ambiente, solo la prima dovrebbe essere presa in considerazione. A tale proposito, dovrebbe essere utilizzata la "velocità sul luogo" (velocità in un luogo definito ad un tempo definito).

Accelerazione

L'accelerazione viene definita come il tasso di variazione di velocità nel tempo. L'accelerazione longitudinale è un valore del cambiamento della velocità e può essere usato (insieme all'accelerazione centrifuga) come criterio per fornire informazioni su quanto velocemente un guidatore può cambiare velocità o quale velocità viene considerata accettabile in curva.

Posizione Laterale

La posizione laterale è la posizione del veicolo all'interno di una corsia o della carreggiata. È un valore geometrico, cioè la distanza tra il bordo o il centro della strada e l'asse longitudinale del veicolo. Questo indice permette di analizzare la carreggiata percorsa ed è un indice valido per poi indagare sul "taglio delle curve" in curva.

Tratti in rettilineo

Sui rettilinei, la velocità di guida dipende dal limite legale di velocità, dall'ambiente e dalle condizioni attuali del traffico. In generale, la velocità sui rettilinei è alta, specialmente se non vi sono altri veicoli. Di solito, più è lungo il rettilineo, più alta è la velocità e dunque anche il rischio: in tutte le regole di progettazione, la lunghezza massima dei rettilinei viene regolata per evitare velocità alte.

Raggio di curvatura

In molti progetti di ricerca è stato valutato come i raggi di curvatura influiscono sul comportamento di guida (velocità) (ad esempio FIEDLER 1967, KÖPPEL/BOCK 1979, DAMIANOFF 1981, SCHNEIDER 1986, STEIERWALD/BUCK 1992, LIPPOLD 1997). La figura 5 indica alcuni approcci funzionali degli ultimi decenni. Gli approcci sono molto diversi, specialmente nell'ambito dei raggi più piccoli: una ragione è il miglioramento dei veicoli nel corso degli anni. I telai moderni permettono alle persone di guidare più velocemente, ma in modo sicuro, in curva. Gli studi hanno mostrato un grosso impatto nell'ambito dei raggi di curva minori di 250m; l'impatto diminuisce nei raggi di curva maggiori di 350m. In generale, gli studi sulla velocità in curva sono caratterizzati da una variante sopra i 20 km/h, che indica la varietà dei fattori di collisione. È stato provato che altri parametri geometrici delle curve, come il cambiamento di direzione, la lunghezza, etc. devono essere presi in considerazione.

Riguardo alla sicurezza stradale, uno dei problemi principali è la transizione da un allineamento dritto ad una curva di piccolo raggio. È stato provato che più è piccolo il raggio, minore è la velocità, quindi la differenza di velocità è più alta quando vi sono curve consecutive con raggi diversi. L'assenza di un buon rapporto tra elementi consecutivi porta a frequenze infortunistiche alte: sulle distanze brevi, i guidatori devono decelerare il veicolo fino alla velocità di corretto approccio alla curva. In questa situazione, di

solito i guidatori frenano troppo tardi ed entrano in curva troppo velocemente, causando incidenti uscendo fuori strada, o compensano la velocità “tagliando le curve”, il che potrebbe portare ad uno scontro con le altre macchine che sorraggiungono.

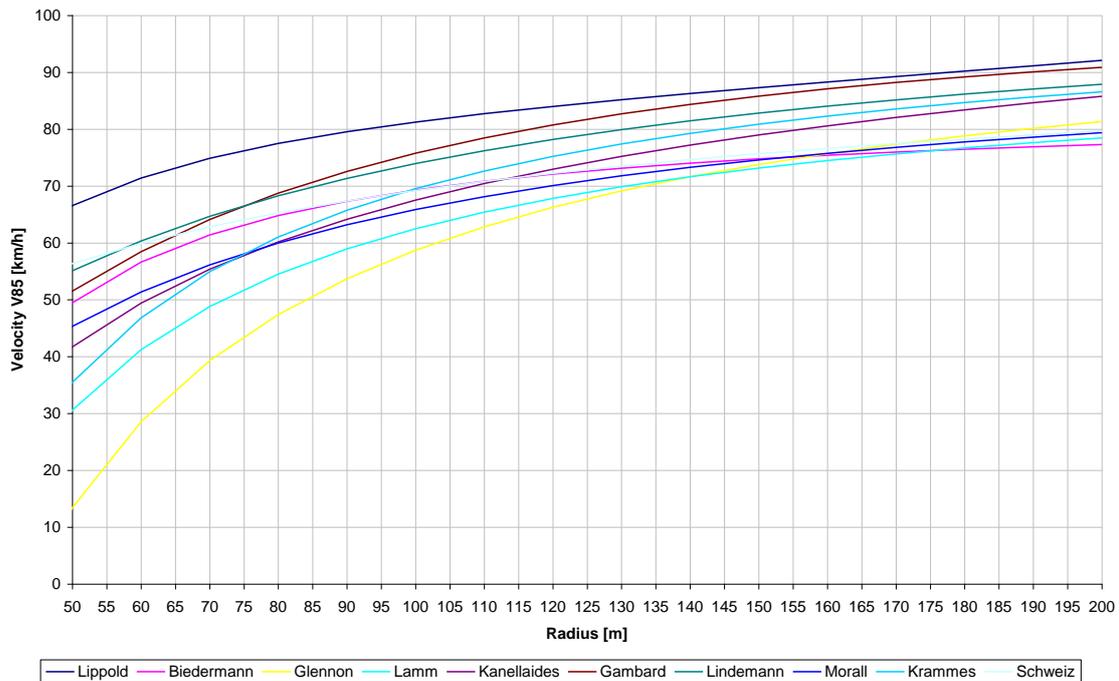


Figura 5: Raggio di curvatura e velocità (diversi approcci internazionali)

Sopraelevazione in curva

“Una zona di transizione tra il rettilo e la curva circolare è necessaria anche per introdurre gradualmente la sopraelevazione. In alcune parti di questa zona, il profilo trasversale diventa orizzontale sull’esterno della curva, che può portare ad un accumulo di acqua e a sbandamenti. La fine di questa zona orizzontale deve essere individuata prima dell’inizio della curva ed attenzione particolare deve essere prestata alla qualità del drenaggio in quella zona.” (PIARC, 2003)

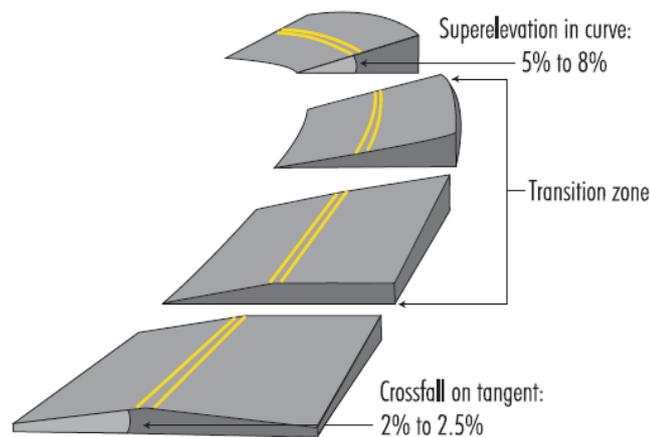


Figura 6: Sopraelevazione nello sviluppo del Manuale per la Sicurezza Stradale (PIARC, 2003)

Pendenza

L'impatto della pendenza è importante solo al di sopra di un certo valore. La ragione di ciò è lo sviluppo dei motori negli ultimi anni. Prima gli studi indicavano un impatto della pendenza al di sopra del 2%.

(DIETRICH 1965, TRAPP 1971, TRAPP/OELLERS 1974, KÖPPEL/BOCK 1979). Oggi, solo pendenze al di sopra del 6% influenzano la velocità dei veicoli. (LIPPOLD 1997). Le discese ripide sono critiche per via della velocità che aumenta rapidamente, mentre le salite ripide sono critiche perché possono portare a velocità diverse tra i veicoli pesanti e gli autoveicoli.

Tasso di variazione di curvatura (CCR)

Diversi progetti di ricerca hanno mostrato una correlazione tra il Tasso di variazione di Curvatura⁵ (CCR) e l'andamento della velocità (e.g. KÖPPEL/BOCK 1979, BIEDERMANN 1984, LIPPOLD 1997). Un CCR superiore ai 100-150 gon/km ha un certo impatto, per CCR più bassi la velocità viene influenzata da parametri non geometrici come il limite legale della velocità, l'ambiente, etc.

Come per i modelli delle curve individuali, altri parametri devono essere considerati per analizzare l'impatto del CCR (ad esempio la larghezza della strada). La transizione fra tratti di strada con grandi differenze nei CCR da un allineamento dritto ad un tratto di strada con molte curve potrebbe essere cruciale per via delle diverse alte velocità.

Larghezza

La larghezza della strada (o larghezza della corsia) è l'indicatore principale di una sezione trasversale: vi sono diverse opinioni sull'impatto che potrebbe avere sulla sicurezza. Gli studi precedenti hanno indicato un impatto minimo della larghezza della corsia sul comportamento di guida (TRAPP 1971, LAMM 1973, TRAPP/OELLERS 1974).

KÖPPEL/BOCK (1979) hanno studiato quanto la larghezza della corsia influisca sul CCR ed hanno determinato un livello di velocità più basso con un CCR simile ed una larghezza di corsia decrescente.

Anche LIPPOLD (1997) ha riscontrato questa relazione tra curve individuali e sezioni CCR.

⁵ CCR è definito come la variazione angolare assoluta in direzione orizzontale per unità di distanza

Nel suo studio, la larghezza della corsia viene divisa in tre gruppi: 5-6m, 6-7m and 7-8m. Le corsie più grandi di 6m hanno la stessa relazione, pertanto l'impatto della larghezza della corsia al di sopra di questo valore è molto basso. Le larghezze sotto 6m sono molto diverse.

Elementi Consecutivi

Il comportamento di guida viene anche influenzato dagli elementi direttamente consecutivi, specialmente dalle differenze dei loro parametri, per i quali non vi è un profilo omogeneo della velocità. Molte ricerche dimostrano che tali differenze, in caso di velocità elevate, possono essere pericolose.

KOEPEL/BOCK (1970) hanno trovato un'interazione tra il raggio di curvatura e la velocità media in curva se il cambiamento del raggio è al di sotto del 20%. I risultati di questo studio sono stati inclusi nelle linee guida tedesche nel 1973 (RAL-L-1 1973).

Anche LEUTNER (1974) ha dimostrato grandi differenze nei profili della velocità sulle strade con allineamenti discontinui. AL-KASSAR et al. (1981) hanno provato un rischio infortunistico crescente come risultato di un comportamento disomogeneo della velocità nei raggi sbilanciati.

LIPPOLD (1997) ha paragonato il comportamento della velocità con gli incidenti stradali con e senza un allineamento bilanciato. Ci sono stati molti meno incidenti con un allineamento continuo. I risultati della sua ricerca sono indicati nella figura 7.

All'interno dello schema, gli incidenti che si sono verificati nelle curve a S o in sezioni di transizione tra la tangente e la curva (simbolo a cerchio) e gli incidenti che si sono verificati nelle curve consecutive (simbolo a triangolo) vengono distinti.

La figura dimostra che specialmente nelle transizioni da un raggio più grande ad un raggio più piccolo, il rischio infortunistico è molto più alto. Basandosi su questo studio, le direttive tedesche sono state migliorate riguardo ai requisiti per il bilanciamento di elementi consecutivi (curve).

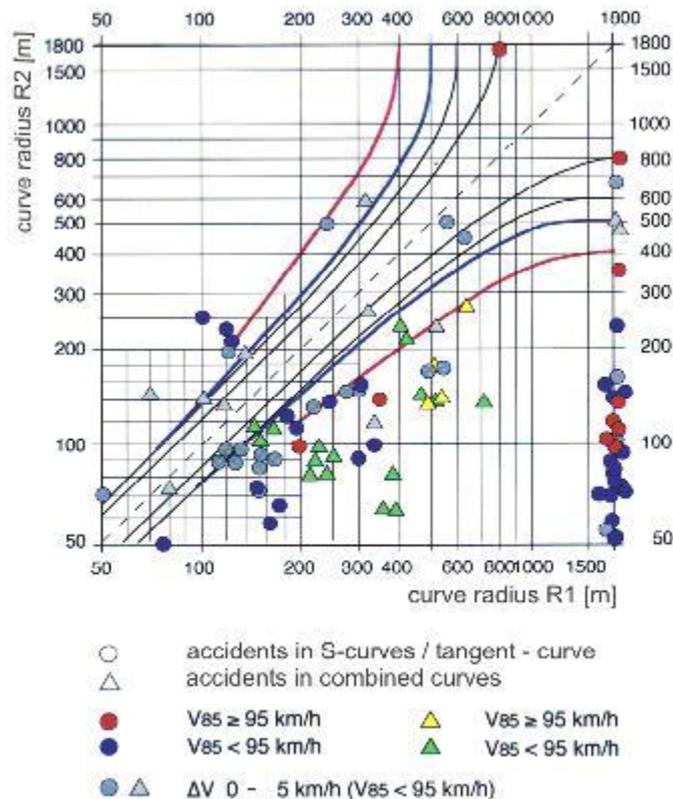


Figura 7: Differenze di velocità ed incidenti nelle curve consecutive (LIPPOLD 1997)

Combinazione planoaltimetrica di elementi stradali

Gli elementi spaziali si basano su una combinazione degli elementi di progettazione per l'allineamento orizzontale e verticale e semplificano la valutazione dell'allineamento spaziale. WEISE et al. 2002 ha studiato l'influenza degli elementi spaziali sul comportamento di guida. I risultati hanno indicato che la velocità in rettilineo è minore sui dossi di pendenza rispetto alle cunette con variazione di pendenza. Risultati simili sono stati ottenuti per gli elementi spaziali curvi.

Velocità più alte sono state misurate nei dossi curvi con variazione omogenea di pendenza che nei dossi curvi con cambio improvviso di pendenza. Inoltre, le differenze nella velocità sono aumentate con un maggiore raggio della curva. Un livello di velocità simile è stato determinato per i raggi di curvatura minori, è ciò dimostra nuovamente l'impatto dominante del raggio di curvatura.

2.2.2 Parametri Geometrici ed Incidenti

Molti studi scientifici hanno delineato l'importanza dei parametri geometrici come fattore determinante della sicurezza stradale. Nella documentazione esistente i parametri seguenti vengono citate spesso:

- Allineamento orizzontale
 - o Raggio
 - o Angolo di curvatura
 - o Tasso di variazione della curvatura
 - o Elementi bilanciati
 - o Rapporto dei raggi
- Allineamento verticale
 - o Pendenza
 - o Raggio
- Sezione trasversale
 - o Larghezza della corsia
 - o Larghezza del bordo
- Distanza di visibilità

Alcuni di questi parametri interagiscono, come il tasso di cambio della curvatura e la distanza visiva, pertanto non possono essere trattati separatamente.

2.2.2.1 Allineamento Orizzontale

Raggio della Curva

Molti studi hanno dimostrato che i raggi crescenti causano minori frequenze infortunistiche. I raggi minori di 500m (McBEAN 1982), o 600m (JONSTON 1982), vengono associati a tassi infortunistici più elevati. OECD (1976) ha indicato i raggi minori di 430m come critici, ed è provato che la maggior parte degli incidenti in curva corrispondono a sbandamento e uscita dalla carreggiata. KREBS/KLÖCKNER (1977) ha trovato un alto numero di incidenti causati dall'alta velocità nelle curve strette. LEUTZBACH/ZOELLNER (1988) ha dimostrato che l'AR, inoltre all'aACR, diminuisce fino al valore del raggio di 1000m. I raggi maggiori sono caratterizzati da tassi infortunistici e tassi dei costi crescenti. Questi risultati confermano lo studio di KREBS/KLÖCKNER (1977) che dimostra che il vantaggio della sicurezza diminuisce nei raggi sopra ai 400m. In GLENNON et al. (1985), il grado di curvatura è stato utilizzato come parametro al posto del raggio della curva. Sono stati studiati segmenti stradali di lunghezza di 1km, composti da una curva e tangenti di almeno 200m: in generale, i risultati non hanno mostrato un rapporto diverso.

Un tasso infortunistico crescente nei raggi sotto i 1000m e maggiori dei 3300m è stato indicato nella ricerca di HEDMAN (1990). Il modello di ZEGEER et al. (1991) trae due conclusioni generali: più è stretta la strada, più è alto il numero degli incidenti e più piccolo è il raggio, più alto è il numero degli incidenti.

Il suo modello indica che ha un impatto maggiore la lunghezza della curva rispetto al suo raggio, eccetto in piccole curve dove la lunghezza è molto meno importante .

In HAMMERSCHMIDT (2006), l'ACR per le curve individuali è stato calcolato (Figura 8). Le curve individuali con raggi di 50-150m hanno indicato un ACR alto; i raggi più piccoli sono meno critici per via delle loro velocità minori. I raggi al di sopra dei 150m indicano un ACR minore.

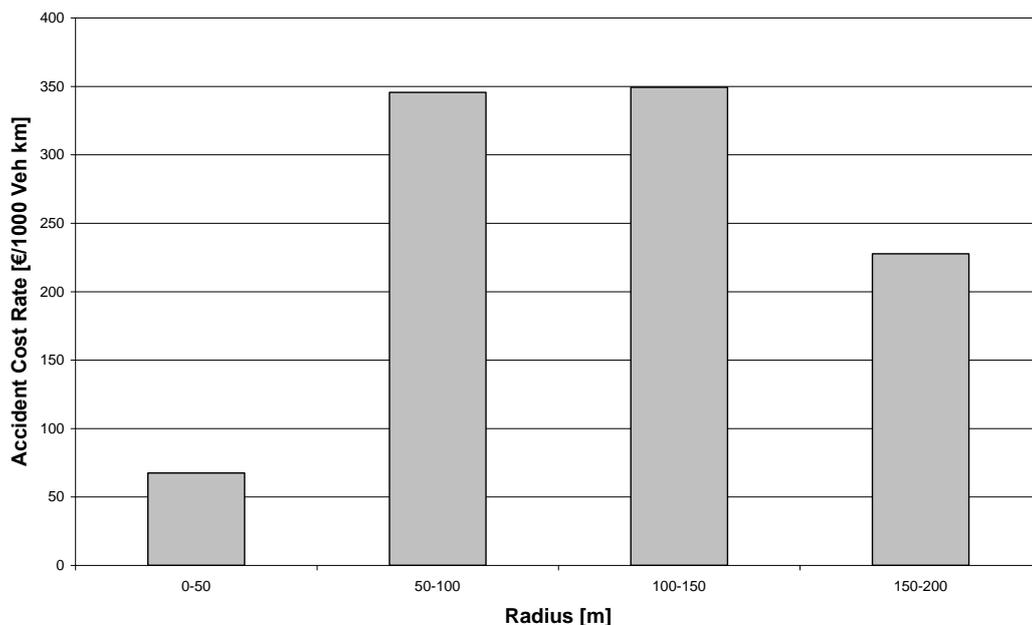


Figura 8: Tasso del costo infortunistico e raggio della singola curva, HAMMERSCHMIDT (2006)

Tutti gli studi hanno indicato un impatto importante del raggio della curva sulla sicurezza stradale. Infatti i raggi minori al di sopra dei 50m e fino ai 150m sono caratterizzati da una frequenza infortunistica maggiore e da una maggiore gravità. Il tipo di incidente più frequente è l'uscita fuori strada. Ci sono diverse opinioni riguardo al raggio con il quale l'impatto diminuisce (tra i 400m ed i 600m).

Tasso di Variazione della Curvatura (CCR)

Diversi progetti di ricerca hanno dimostrato che il Tasso di Variazione di Curvatura (CCR) come valore di elementi consecutivi è collegato ai parametri rilevanti della sicurezza. Il CCR caratterizza una combinazione di elementi consecutivi, mentre il raggio rappresenta un solo elemento singolo. Il concetto di fondo è che raggi identici potrebbero causare un comportamento di guida diverso e quindi un rischio infortunistico diverso. (DILLING 1973, KOEPEL/BOCK 1970, DURTH et al. 1983). Pertanto, il CCR è un valore più appropriato per descrivere le proprietà geometriche di diversi elementi.

PFUNDT (1969) e BABKOV (1975) hanno studiato il rapporto tra il numero delle curve ed il numero degli incidenti. Hanno scoperto che le strade con molte curve sono caratterizzate da meno incidenti delle strade con poche curve. KREBS/KLÖCKNER (1977) hanno derivato un rapporto tra il CCR e gli indici infortunistici: più alto è il CCR, più alto sono l'AR e l'ACR. HIERSCHE et al. (1984) hanno studiato le strade con allineamento moderno e storico. Per via di un CCR in aumento, hanno trovato un'inclinazione progressiva dell'AR sugli allineamenti storici ma una diminuzione su strade con allineamenti moderni.

Questi risultati sono stati anche provati da DURTH et al. (1988). Come HIERSCHE (1984), hanno studiato gli allineamenti moderni e storici. I risultati dimostrano che le strade con CCR simili ed un allineamento continuo sono caratterizzate da un rischio infortunistico minore rispetto alle strade con un allineamento discontinuo. In generale, un CCR più alto è associato con AR e tassi di costo più alti. LEUTZBACH/ZOELLMER (1988) hanno derivato un aumento lieve dell'AR in rapporto al CCR. A CCR=100 gon/km, l'aumento termina e l'AR diminuisce mentre il CCR aumenta. Si presume che i due effetti diversi si sovrappongano: da una parte, il numero di incidenti aumenta secondo il volume del traffico e, dall'altra parte, la gravità media infortunistica diminuisce perchè l'aumento del CCR causa una velocità minore. LEUTZBACH/ZOELLMER (1988) hanno scoperto che il numero di incidenti di guida e di incidenti in direzione longitudinale aumenta con il CCR. Questa tendenza è anche dimostrata dall'AR che è aumentato due volte. Questi risultati indicano un rischio maggiore degli incidenti alla guida se l'allineamento orizzontale è caratterizzato da molte curve..

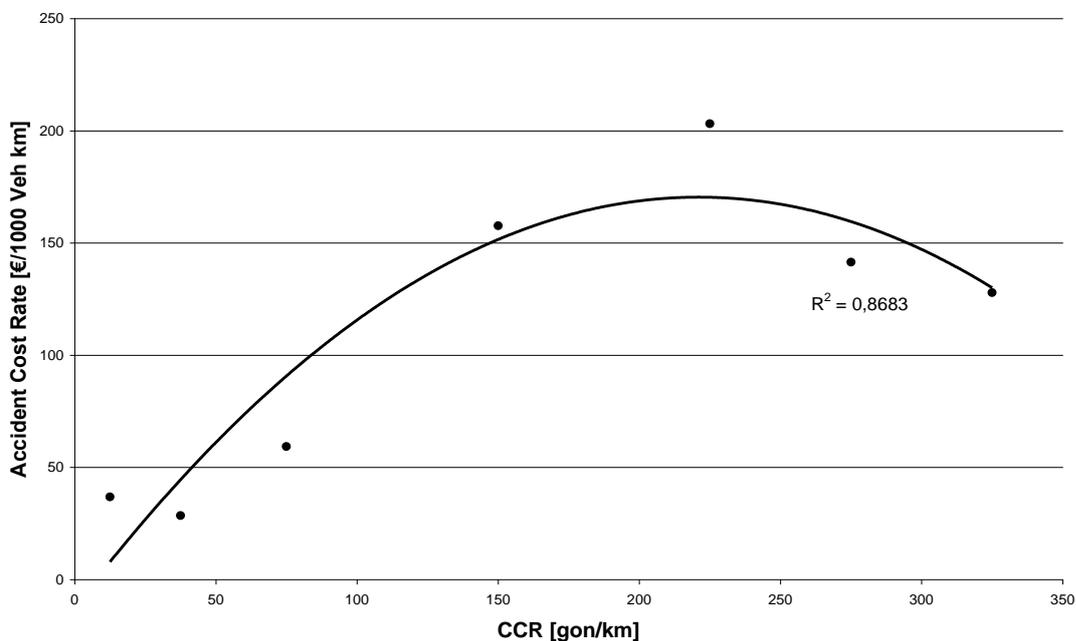


Figura 9: Tasso del Costo Infortunistico e CCR (HAMMERSCHMIDT 2006)

Lo studio di HAMMERSCHMIDT (2006) ha indagato il rapporto tra il CCR e i parametri infortunistici su 500km di strade extraurbane secondarie. I risultati sono indicati nella Figura 9. I CCR di circa 150 gon/km-250 gon/km hanno mostrato degli AR particolarmente alti; i CCR al di sotto di 100 hanno causato meno del 25% dei costi infortunistici ed i CCR al di sopra di 250 sono caratterizzati da una diminuzione dell'AR per via delle velocità basse.

E' stata dimostrata una relazione tra il CCR e gli indici infortunistici in molti progetti di ricerca. Il CCR è un valore appropriato per caratterizzare un tratto di strada con molte curve. Su questi tratti stradali, il comportamento di guida non viene influenzato dai singoli elementi ma dalla combinazione di elementi consecutivi: è risaputo che all'interno di tratti con geometria analoga, la velocità di guida è all'incirca costante. A causa degli effetti sul comportamento di guida, anche gli indici infortunistici devono essere influenzati. E' stato provato che più è alto il CCR più aumenta il rischio di un incidente.

La gravità degli incidenti diminuisce con l'aumento del CCR, per via della velocità che cala: questa è la differenza principale tra tratti di strada con geometrie simili (CCR=cost.) ed elementi singoli che interrompono l'allineamento.

Curve di Transizione – Allineamento Bilanciato

Gli studi del CCR hanno dimostrato che gli elementi consecutivi influenzano il comportamento di guida e quindi la sicurezza stradale. E' risaputo che un allineamento discontinuo causa un rischio infortunistico più alto rispetto ad un allineamento continuo. Per questi fattori, le direttive della progettazione stradale moderna richiedono un allineamento bilanciato, per il quale il rapporto dei raggi degli elementi consecutivi è compreso in una gamma definita. Gli elementi consecutivi bilanciati evitano transizioni discontinue e la velocità non deve cambiare improvvisamente: pertanto, il rischio infortunistico diminuisce.

LAMM et al. (1999a) ha studiato la combinazione degli elementi rettilo-curva. Hanno determinato un'influenza negativa di curva minore ai 150m. Ma anche le curve fino a 300m devono essere classificate come di sicurezza critica (LAMM et al. 1999b). Il lavoro di ricerca di LIPPOLD (1997) ha indicato che la transizione da una linea dritta ad una curva di meno di 100–200m è caratterizzato da un'alta frequenza di incidenti.

LEUTZBACH/ZOELLMER (1983), hanno analizzato le curve consecutive. Il coefficiente tra i raggi della curva attuale e la curva precedente sono stati paragonati all'AR e all'ACR. In LIPPOLD (1997), sono stati studiati gli incidenti nelle curve consecutive. I risultati hanno indicato che la frequenza degli incidenti è alta nei tratti in cui l'allineamento cambia da curve larghe a curve strette. Tali combinazioni sono inadatte, ma anche le combinazioni con differenze minori possono causare gli incidenti. LIPPOLD ha migliorato il "tulipano dei raggi" indicato nella figura 10.

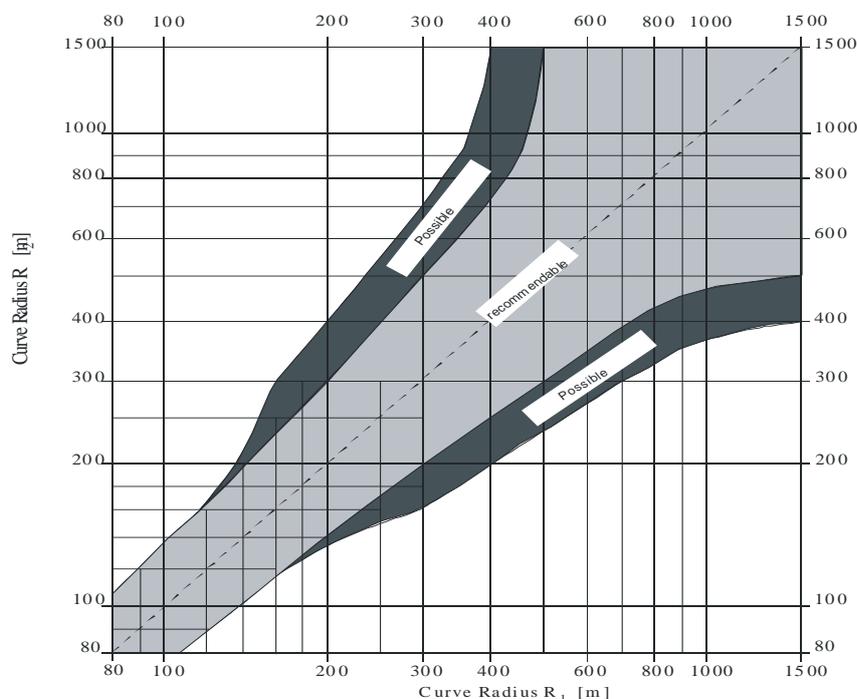


Figura 10: Rapporto tra curve consecutive, LIPPOLD (1997)

Il risultato dello studio è stato una definizione delle combinazioni dei raggi consigliabili, possibili ed inaccettabili basata su determinati AR ed ACR. La ricerca di LAMM et al. (1999a) indica risultati simili.

I rapporti dei raggi inferiori a 0.8 causano un aumento significativo dell'AR, e al di sopra di 0.8 l'impatto è basso.

Il bilanciamento di elementi consecutivi come dritto-curva e curva-curva ha un impatto importante sulla sicurezza stradale. La transizione fra i tratti dritti e le curve è cruciale per la sicurezza se il raggio della curva è al di sotto dei 200m..

2.2.2.2 Allineamento Verticale

Contrariamente all'allineamento orizzontale, l'allineamento verticale ha un impatto minore sulla sicurezza stradale.

Pendenza

Negli ultimi decenni, molte ricerche hanno dimostrato un'influenza diversa delle pendenze sulla sicurezza stradale.

KREBS/KLÖCKNER (1977) hanno trovato un'influenza delle pendenze superiori a 6-7% sull'AR. Le pendenze minori hanno un impatto scarso. In HIERSCHE et al. (1984), le discese e le salite sono state studiate separatamente riguardo all'AR ed è stato trovato un intervallo buono tra 0% e $\pm 2\%$: il rischio infortunistico diminuisce leggermente sulle discese $>2\%$.

LEUTZBACH/ZOELLMER (1988) hanno studiato nove categorie di pendenza su 1273km ed hanno trovato una leggera inclinazione dell'AR per via dell'aumento delle pendenze. Questa inclinazione è maggiore per pendenze $\leq 3\%$ che nell'intervallo tra 3-6%. Hanno ritenuto che più alta è la pendenza, minore è la gravità dell'incidente. DURTH et al. (1988) hanno riscontrato un aumento maggiore di incidenti nelle pendenze superiori al 7%. Le pendenze più ripide vengono di solito associate con un AR maggiore. HOBAN (1988) ha confermato il fatto che le pendenze superiori al 6% vengono associate con un AR maggiore.

HEDMAN (1990) ha riscontrato che pendenze del 2.5% e del 4.0% aumentano gli incidenti del 10% e del 20% se paragonati a sezioni stradali orizzontali. ZEGER et al. (1992) hanno dimostrato che le discese sono associate ad un rischio infortunistico maggiore. MIAOU (1996) ha lavorato sul rapporto tra il cambiamento delle pendenze ed il rischio infortunistico. Ha anche riscontrato un impatto diverso di discese e salite.

LAMM et al. (1999a) classificano le pendenze in tre gruppi: da 0 a 4% sicuri, $<6\%$ impatto lieve e $>6\%$ impatto importante.

I risultati degli studi esistenti nella documentazione hanno cambiato le opinioni a proposito dell'impatto delle pendenze sulla sicurezza stradale. A causa dello sviluppo dell'ingegneria automobilistica, l'impatto è diminuito. Al giorno d'oggi è stato provato un rischio crescente sulle pendenze in discesa ripide.

Curve Verticali

Le curve verticali vengono distinte in dossi ed cunette. Entrambi gli elementi hanno problemi di sicurezza diversi.

I problemi di sicurezza associati alle curve verticali vengono divisi in due gruppi: problemi di distanza visiva e distorsioni delle curve orizzontali.

Il raggio dei dossi ha prevalentemente un impatto sulla distanza visiva. Pertanto, il minimo per il raggio del dosso di solito viene limitato per garantire la distanza visiva di fermata necessaria. Nella maggior parte delle nazioni, la distanza visiva di fermata viene definita come una distanza visiva minima, permettendo ai guidatori di percepire un ostacolo e di fermare il veicolo senza rischi.

Anche i dossi che ostruiscono curve inaspettate sono pericolosi. Tuttavia, i problemi relativi ai dossi sono problemi di distanza visiva. Le cunette non coinvolgono problemi di distanza visiva durante il giorno, ma di notte la distanza viene limitata dai fari del veicolo.

Ancora più importante è l'effetto della distorsione associata alle cunette. Contrariamente ai dossi, le cunette causano un aumento ottico delle curve orizzontali, quindi le curve possono apparire più grandi di come sono realmente. Ciò può causare una velocità inappropriata ed eventualmente un incidente. È stato provato che le cunette in curva sono associate ad un AR maggiore (DURTH et al. 1988). Anche i dossi possono influenzare l'aspetto ottico delle curve orizzontali.

2.2.2.3 Larghezza della corsia

In generale, la maggior parte degli studi indicano che gli AR più bassi vengono attribuiti a corsie più ampie. Ma sembra che ci sia una larghezza ottimale per le corsie di circa 3.50m. Gli studi hanno anche riscontrato che gli approcci dovrebbero essere maggiormente fondati sui parametri della sezione trasversale, almeno per il volume del traffico.

ZEGEERetal (1981), ZEGEER/COUNCIL (1993) e McLEAN (1985) hanno dimostrato che le larghezze di 3.4-3.7m indicano un Ar più basso. In LEUTZBACH/BAUMANN (1983), è stato studiato l'effetto della sezione trasversale e del volume del traffico. Il tasso infortunistico sulle sezioni trasversali con 6.50m di larghezza della carreggiata è quattro volte più alto delle sezioni con larghezze di 12m. Un effetto simile è stato dimostrato da HIERSCHE et al. (1984), che hanno studiato gli standard tedeschi. Sono state ridisegnate 90km di strade secondo le direttive nazionali. Secondo l'analisi di regressione, l'AR è diminuito, ma l'ACR è aumentato a seguito dell'aumento della larghezza della carreggiata. Ciò indica che la gravità degli incidenti è aumentata mentre il numero degli incidenti è diminuito. In LEUTZBACH/ZOELLMER (1989), l'AR è diminuito fino ad una larghezza di 8.5m. Le strade con sezioni trasversali più larghe hanno mostrato di nuovo una diminuzione.

TRB (1987) ha osservato che le corsie più larghe di 3.70m non contribuiscono ad una sicurezza maggiore perché possono causare manovre pericolose come i sorpassi nonostante sopraggiungano veicoli in direzione contraria. Un'altra ragione è la velocità più alta sulle corsie più larghe, che può portare ad un aumento degli incidenti. VOGT/BARED (1998) hanno sviluppato un modello basandosi su delle ricerche dell'allargamento delle corsie nel Minnesota e a Washington. Hanno scoperto che più aumenta la larghezza della corsia, più diminuisce il rischio infortunistico. LAMM et al. (1999) hanno trovato una diminuzione significativa dell'AR fino a 7.5m delle sezioni trasversali. COOUNCIL / STEWART (2000) hanno analizzato i dati di quattro stati degli Stati Uniti creando un modello per la previsione di incidenti sia in corrispondenza di incroci, sia in loro assenza. I risultati statistici sono stati importanti solo per due stati ed indicano grandi differenze riguardo ai benefici ottenuti con l'allargamento delle sezioni trasversali. Nel North Carolina, allargare la superficie di 1m riduce gli incidenti del 14%, in California del 34%.

ELVIK et al. (2004) hanno anche riscontrato che una diminuzione dell'ACR avviene se la sezione trasversale viene allargata al massimo di 3m. Alle sezioni trasversali più larghe non viene attribuito un impatto positivo sulla sicurezza stradale.

Tutti gli studi citati sopra hanno indicato una diminuzione del rischio infortunistico per le sezioni trasversali più larghe. Questa tendenza positiva è stata provata fino ad una certa larghezza della corsia; le sezioni trasversali più larghe sono caratterizzate da un vantaggio di sicurezza più basso o addirittura da un aumento del rischio infortunistico.

2.2.2.4 Larghezza delle banchine

Esistono diverse opinioni sull'impatto della larghezza della banchina o del bordo stradale in generale. Nella documentazione, diversi aspetti sia positivi che negativi sono stati discussi. Essendo una zona priva di ostacoli, la banchina dà ai guidatori la possibilità di riprendere il controllo del veicolo dopo averlo perso. Le banchine offrono anche spazi per le fermate di emergenza, ma possono causare situazioni pericolose quando il veicolo si ricongiunge al traffico. Inoltre, le banchine possono essere percorse ed utilizzate per permettere ai veicoli più veloci di superare veicoli particolarmente lenti.

Lo studio di ZEGEER et al. (1981) ha mostrato che l'aumento della larghezza di banchina viene associato ad una diminuzione degli incidenti. Una diminuzione del 21% degli incidenti totali è stata riscontrata sulle strade con banchine di 0.9-2.7m, rispetto alle strade sprovviste. Loro suggeriscono che, per le strade senza banchine, la larghezza ideale è di 1.5m. Una ricerca di TURNER et al (1981) ha dimostrato che sulle strade a due corsie con banchine non pavimentate, l'Ar è molto più alto rispetto alle strade a due corsie con bordi pavimentate è ancora più alto delle strade a quattro corsie senza banchine. Un modello con variabili molteplici è stato sviluppato da ZEGEER et al (1987), basandosi sui dati di sette stati degli USA. Il modello prende in considerazione come variabili l'ADT, la larghezza della corsia, la larghezza della banchina, il tipo, i pericoli ai bordi ed il terreno. I risultati sono: aumentare la larghezza di una banchina pavimentata di 1ft riduce gli incidenti del 6%, aumentare la larghezza di un bordo non pavimentata diminuisce gli incidenti del 4%, e pavimentare di 1ft la banchina riduce gli incidenti del 2%.

Dei risultati simili sono stati ottenuti da HEDMAN (1990), che ha riscontrato una riduzione degli incidenti quando le banchine aumentano fino a 2m; sopra i 2m il vantaggio diminuisce. Secondo HADI et al. (1995), per le strade a due corsie, si verifica una riduzione degli incidenti di 1-3% e delle lesioni di 2-4% quando la banchina viene allargata di 1ft. Una riduzione infortunistica con una banchina fino a 3m è stata provata da ODGEN (1996). MIAOU (1996) indica una riduzione di incidenti con un solo veicolo dell'8.8%, relativa ad un allargamento di 1ft.

STEWART/COUNCIL (2000) hanno analizzato i dati di quattro stati degli USA ed hanno sviluppato un modello di previsione per gli incidenti con e senza incroci. Il parametro per la larghezza del bordo è stato statisticamente significativo. Per quanto riguarda le correlazioni determinate vi sono differenze, mentre i risultati per la California, il Minnesota e Washington sono abbastanza simili (specialmente al di sopra di 11.5 m), ma il risultato per il North Carolina è completamente diverso. Nel North Carolina, allargare il bordo di 1m riduce gli incidenti solamente del 12%, invece nel Minnesota del 26%, in California del 29% e a Washington del 39%.

In generale, la progettazione delle banchine, per quanto riguarda la pavimentazione e la larghezza, influisce in modo positivo sulla sicurezza stradale. Questi effetti sono stati dimostrati negli ultimi anni in molte ricerche. Come per la larghezza stradale, l'effetto positivo diminuisce fino ad una certa larghezza della banchina, oltre la quale non si ha più un impatto positivo. Le banchine pavimentate hanno un impatto positivo sulla sicurezza specialmente sulle strade strette.

2.2.2.5 Distanza di visibilità

Come per tutta la strada, la distanza di visibilità in qualsiasi punto di una curva orizzontale deve essere sufficiente per permettere manovre di fermata, e dunque verrà adattata alla velocità osservata sul luogo.

In generale, la distanza di visibilità ha un impatto sulla sicurezza perchè è il risultato della geometria sovrapposta al terreno esistente, e l'influenza dei parametri geometrici è stata provata.

In KREBS/KLÖCKNER (1977), sono stati analizzati dei raggi che corrispondono a diverse distanze di visibilità.

I raggi e le distanze di visibilità sono stati divisi in gruppi. Specilmente nelle curve con raggi piccoli ($R < 400$ m),

l'AR è molto più alto dell'AR di altre curve se la distanza di visibilità è inferiore ai 99m. Con una distanza di visibilità maggiore, la differenza tra le curve diminuisce.

Nei luoghi con distanze di visibilità ridotte per via di curve verticali (ad esempio dossi), la frequenza degli incidenti è più alta del 52% (TRB 1987). Lo studio citato ha sviluppato un modello per determinare l'efficienza dei costi nell'allungare i dossi. Sono arrivati alla conclusione che la ricostruzione di un tale sito ha un beneficio per quanto riguarda i costi quando:

- La velocità nella progettazione è superiore di almeno 33 km/h alla velocità operativa
- Il flusso del traffico eccede i 1500 veh./d
- Incrocio con alti volumi
- Curva stretta
- Discesa ripida e/o
- Riduzione della corsia

GLENNON (1987) ha evidenziato che migliorare le distanze di visibilità in curva viene associato ad un'alta efficienza dei costi, specialmente quando sono state utilizzate delle misure a basso costo come ad esempio togliere la vegetazione, etc. Ha trovato che migliorare la distanza di visibilità sui dossi è efficace solamente se la strada è molto trafficata.

HEDMAN (1990) ha scoperto che gli AR diminuiscono quando aumenta la distanza di visibilità. Ma se le queste distanze sono superiori alla distanza di visibilità di arresto ma minori di quella di sorpasso, i guidatori possono iniziare manovre di sorpasso anche se la distanza di visibilità è troppo breve per permettere di superare. In LAMM et al. (1999a), sono stati determinati AR alti per le distanze più brevi di 100m. Sopra i 150m, nessun altro effetto positivo è stato riscontrato.

ELVIK/VAA (2004) hanno calcolato che migliorare la distanza di visibilità non porta inevitabilmente ad una diminuzione del rischio infortunistico. Hanno calcolato che i miglioramenti delle distanze di visibilità brevi dai 200m in su hanno causato un peggioramento significativo del rischio infortunistico.

Molte ricerche hanno dimostrato l'impatto delle distanze di visibilità sulla sicurezza stradale. Le distanze brevi sono spesso collegate ad una frequenza infortunistica alta. Le distanze maggiori invece (che possono far pensare alla possibilità di un sorpasso, anche se non c'è una distanza di visibilità completa per il sorpasso) potrebbero causare incidenti.

2.3 Altri Fattori che influiscono sulla Sicurezza Stradale

2.3.1 Condizioni della superficie stradale

Il traffico, le condizioni del tempo e del terreno espongono le superfici stradali al logoramento. Le buche, le crepe e le disuniformità rendono la guida più difficile e possono essere un pericolo per il traffico. Possono rendere più difficile la guida di un veicolo in modo stabile. Inoltre, le buche di dimensioni rilevanti sulla superficie possono danneggiare i veicoli e portare il guidatore a perderne il controllo. Attrito ed uniformità sono due caratteristiche importanti che influenzano la sicurezza stradale.

2.3.1.1 Attrito

Un fattore discusso e valutato in questi anni a proposito delle caratteristiche della superficie stradale è la resistenza allo sbandamento (attrito) delle pavimentazioni stradali, considerando le condizioni del tempo e l'usura.

La resistenza allo sbandamento della pavimentazione è la forza dell'attrito sviluppatasi nella zona di contatto tra il pneumatico e la pavimentazione. In altre parole, la resistenza allo sbandamento è la forza che contrasta lo slittamento sulle superfici pavimentate (Figura 11). Questa forza è un componente essenziale della sicurezza del traffico perché fornisce la presa di cui ha bisogno il pneumatico per mantenere il controllo del veicolo e per la fermata in situazioni di emergenza.

La resistenza allo sbandamento è cruciale nel prevenire uno slittamento eccessivo e nel ridurre la distanza di fermata nelle situazioni in cui si frena in emergenza.

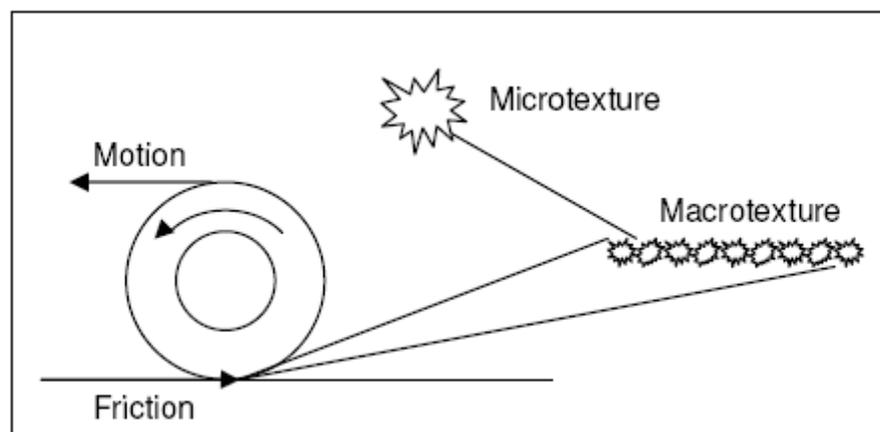


Figura 11: Forza dell'Attrito e le sue proprietà

La resistenza allo sbandamento ha due componenti principali: adesione ed isteresi (Cairney, 1997). L'adesione è il risultato della rottura del legame molecolare che si forma quando il pneumatico di gomma viene spinto a stretto contatto con le particelle della superficie. L'isteresi è il risultato della dissipazione dell'energia quando il pneumatico di gomma si deforma passando sulle asperità della superficie ruvida della pavimentazione.

Questi due componenti della resistenza allo sbandamento sono collegate a due proprietà fondamentali delle superfici della pavimentazione d'asfalto che sono la micro-consistenza (Microtexture) e la macro-consistenza Macrotexture).

Micro-consistenza (Microtexture) si riferisce alle irregolarità della superficie delle particelle lapidee (trama fine) che hanno un impatto sull'adesione. Queste irregolarità rendono tali particelle lisce o ruvide al tatto.

Macro- consistenza (Macrotexture) si riferisce alle irregolarità maggiori nella superficie stradale (trama ruvida) che influiscono sull'isteresi. Queste irregolarità maggiori vengono associate a dei vuoti tra le particelle lapidee. L'importanza di questo componente dipende da svariati fattori. La macro-consistenza

è anche essenziale per creare canali di fuga per l'acqua nell'interazione tra il pneumatico e la superficie, riducendo così l'aquaplaning.

Uno studio europeo riferisce che l'aumento di macro-consistenza riduce il numero totale degli incidenti sul bagnato e sull'asciutto (Roe, et al. 1998). Inoltre, questo studio dimostra che l'aumento di macro-consistenza riduce gli incidenti a velocità minori più di quanto si pensasse.

Ci sono altre due proprietà della consistenza della superficie stradale che sono meno significative della micro e macro-consistenza nel generare la resistenza allo slittamento, anche se sono un componente importante della qualità generale della superficie pavimentata, che sono mega-consistenza (Megatexture) e ruvidità (asperità).

Mega-consistenza descrive le irregolarità che possono risultare da solchi, buche, riparazioni, perdita del pietrisco in superficie, e da giunture e crepe importanti (McLean and Foley, 1998). Ha un impatto maggiore sul rumore e sulla resistenza al rotolamento più che sulla resistenza allo sbandamento.

Ruvidità si riferisce alle irregolarità della superficie maggiori della mega-consistenza che hanno anche un impatto sulla resistenza al rotolamento, oltre che sulla qualità del trasporto ed sui costi operativi del veicolo. Fornisce una buona misura generale della condizione della pavimentazione e di solito viene calcolata attraverso l'Indice Internazionale di Ruvidità (IRI).

Queste proprietà della consistenza della pavimentazione sono le caratteristiche della superficie stradale che in definitiva determinano la maggior parte delle interazioni tra il pneumatico e la strada, compreso l'attrito sul bagnato, il rumore, lo schizzo e lo spruzzo, la resistenza al rotolamento, e l'usura delle gomme.

Al 18 mo Congresso Stradale Mondiale sulle strade, il Comitato per le Caratteristiche della Superficie Stradale dell'Associazione Stradale Mondiale (PIARC) ha proposto la gamma delle lunghezze d'onda per ognuna delle categorie mostrate nella Figura 12 (PIARC, 1987). Sandberg ha classificato il loro impatto in dettaglio nella Tabella 2 (Sandberg, 1997).

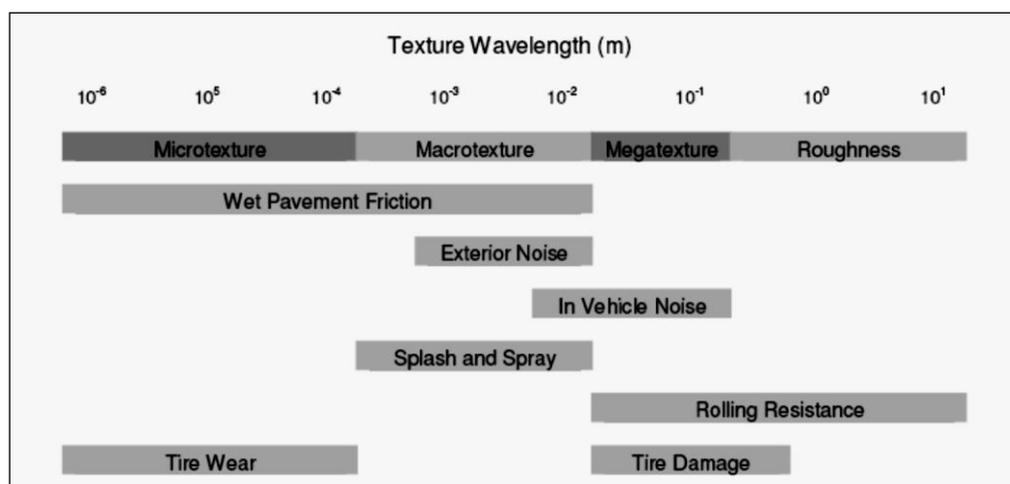


Figura 12: Lunghezze d'Onda della trama (m) Impatto sulle Caratteristiche della Superficie.

Tabella 2: Impatto della trama su alcune Variabili

Effect on Vehicle, Driver or Environment	Road Surface Characteristic of Importance	Magnitude of the Influence
Friction	Macrotexture	High
	Megatexture	Moderate
	Microtexture	Very high
Rolling Resistance/ Fuel Consumption/ Air Pollution	Macrotexture	High
	Megatexture	Very high
	Unevenness	High
Tire Wear	Macrotexture	Moderate
	Microtexture	Very high
Exterior Noise	Macrotexture	Very high
	Megatexture	Very high
Water Runoff	Macrotexture	High
Splash and Spray	Macrotexture	High?
Light Reflection	Macrotexture	High
	Microtexture	Little known
Interior Noise	Macrotexture	High
	Megatexture	Very high
	Unevenness	High

A livello mondiale vengono utilizzati diversi valori numerici per l'attrito allo sbandamento. In Svezia, l'attrito sulla superficie stradale bagnata viene misurato con dei dispositivi a scivolamento fisso (Skiddometer BV-11 or Saab Friction Tester, SFT).

Sono auspicabili valori di attrito di 0.5. La Finlandia ha stabilito dei livelli di attrito accettabili come una funzione della velocità, come mostrato nella Tabella 3 (Wallman and Ström, 2001, Larson 1999). I valori sono stati ottenuti seguendo gli standard Finlandesi di collaudo (PANK 5201 or TIE 475).

In Gran Bretagna, è stato stabilito un procedimento per determinare i livelli di attrito accettabili per diverse situazioni stradali e di traffico. I livelli di attrito vengono chiamati livelli investigativi, per cui se l'attrito è equivalente o inferiore a questi livelli è obbligatoria un'indagine o un trattamento della superficie.

Tabella 3: Valori Tipici di Resistenza allo Sbandamento in Finlandia

Speed (km/h)	Speed (mph)	Acceptable friction
≤ 80	≤ 50	0.4
≤ 100	≤ 60	0.5
≤ 120	≤ 75	≥ 0.6

La Tabella 4 riassume i valori calcolati con la Macchina dell'Inventario Stradale per il Coefficiente della forza Laterale (SCRIM).

Tabella 4: Valori Investigativi della Resistenza allo Sbandamento in GB

Skid Resistance Measure	Site Category	Skid Resistance Value
SCRIM at 50 km/h	A - Motorway (mainline)	0.35
	B - All-purpose dual carriageway – non-event sections	0.35
	C - Single carriageway – non-event sections	0.40
	D - All-purpose dual carriageway – minor junctions	0.40
	E - Single carriageway – minor junctions	0.45
	F - Approaches to and across major junctions	0.45
	G1 - Grade 5 to 10% longer than 50 m	0.45
	G2 - Grade > 10%, longer than 50 m	0.50
	H1 - Curve with radius < 250 m not subject to 65 km/h speed limit or lower	0.45
	J - Approach to roundabout	0.55
	K - Approach to traffic signals, pedestrians crossings, railway level crossings or similar	0.55
SCRIM at 20 km/h	H2 - Curve with radius < 100 m not subject to 65 km/h speed limit or lower	0.60
	L - Roundabout	0.55

Le superfici di asfalto poroso offrono valori alti per la resistenza allo slittamento e contribuiscono alla rimozione dell'acqua dalla superficie della pavimentazione. Un riassunto delle caratteristiche della miscela per diverse pavimentazioni porose usate negli USA ed in Europa è fornita nella Tabella 5.

Tabella 5: Gradazione Utilizzata per le Miscele d'Asfalto con Drenaggio Interno

Size	Percent Passing				
	Oregon	Typical Europe	Swiss	Belgium	France
25.0 mm	99 - 100	-	-	-	-
19.0	85 - 96	100	-	-	-
14.0	-	-	-	100	100
12.5	60 - 71	-	-	-	-
11.2	-	90 - 95	-	-	-
10.0	-	-	100	-	55
9.5	-	-	-	-	-
8.0	-	28 - 40	-	-	-
6.3	17 - 31	-	-	-	23
5.0	-	18 - 23	-	-	-
4.75	-	-	-	-	-
2.75	-	-	-	-	-
2.36	-	-	-	-	-
2.0	7 - 19	10 - 12	-	-	14
710 µ	-	6 - 8	-	-	-
250	-	4 - 6	-	-	-
90	-	2 - 4	-	-	-
74	1 - 6	-	-	-	-
Air Voids (%)	5.7 - 10	17 - 22	14 - 20	16 - 28	24
Thickness (mm)	1.5 - 2.0	40 - 50	40 - 50	40	42
Permeability (1/s)	-	0.06 - 0.12	0.06 - 0.12	0.0078 - 0.023	0.02

Uno studio dell'Amministrazione Nazionale Finlandese ha esaminato quanto i guidatori prendano in considerazione la scivolosità della pavimentazione (Wallman and Ström, 2001; Heinijoki, 1994). Agli automobilisti è stato chiesto di valutare la scivolosità della strada su una scala misurata e divisa in quattro categorie di coefficienti di attrito (f):

- Buona presa ($f > 0.45$);
- Presa abbastanza buona ($0.35 < f < 0.45$);
- Abbastanza scivolosa ($0.25 < f < 0.35$); e
- Scivolosa ($f < 0.25$).

I risultati hanno dimostrato che gli automobilisti non hanno valutato in modo corretto le condizioni stradali reali. Meno del 30% delle valutazioni hanno coinciso con i valori misurati, e più del 27% sono risultate diverse di due o tre delle categorie indicate sopra.

Secondo lo studio, mentre i valori dell'attrito sono diminuiti, il rapporto tra la stima dell'attrito degli automobilisti e le condizioni reali è aumentato. Di conseguenza, la resistenza allo sbandamento della pavimentazione non ha avuto un impatto significativo sulla velocità di guida.

Nel 1984, il Gruppo Internazionale Scientifico di Esperti sull'Ottimizzazione delle Caratteristiche Stradali della Superficie dell'OECD ha notato che negli USA qualsiasi riduzione dell'attrito è stata associata con un aumento costante degli incidenti (OECD, 1984). Analisi dettagliate hanno rivelato un rapporto lineare tra le collisioni e la resistenza allo slittamento come funzione da utilizzare nell'interpretazione dei dati (OECD, 1984). Questa funzione comportamentale contrasta con altri rapporti ottenuti dall'Europa.

Uno studio delle strade secondarie ad alta velocità in Germania propone una relazione non lineare, con una pendenza maggiore per i valori di attrito minori rispetto ai valori di attrito maggiori (Figura 13).

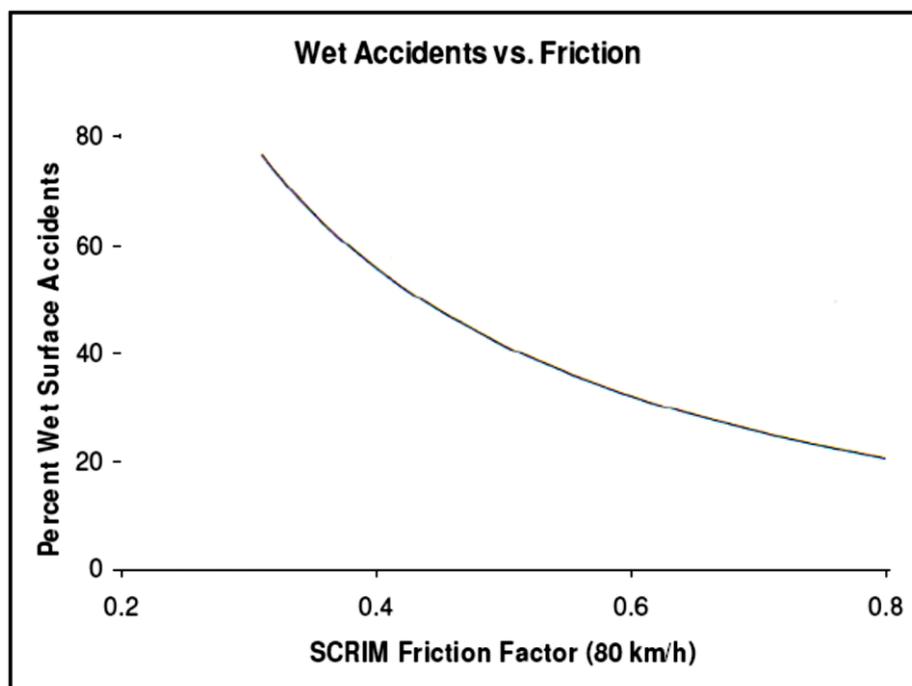


Figura 13: Rapporto non-lineare tra Collisioni sul Pavimento Bagnato e l'Attrito

Wallman e Astrom (2001) hanno anche riportato un'analisi di regressione simile in Germania, fatta da Schulze (1976). La Figura 14 mostra l'andamento generale della percentuale in aumento delle collisioni sulla superficie bagnata con il livello dell'attrito in diminuzione (Wallman and Astrom 2001).

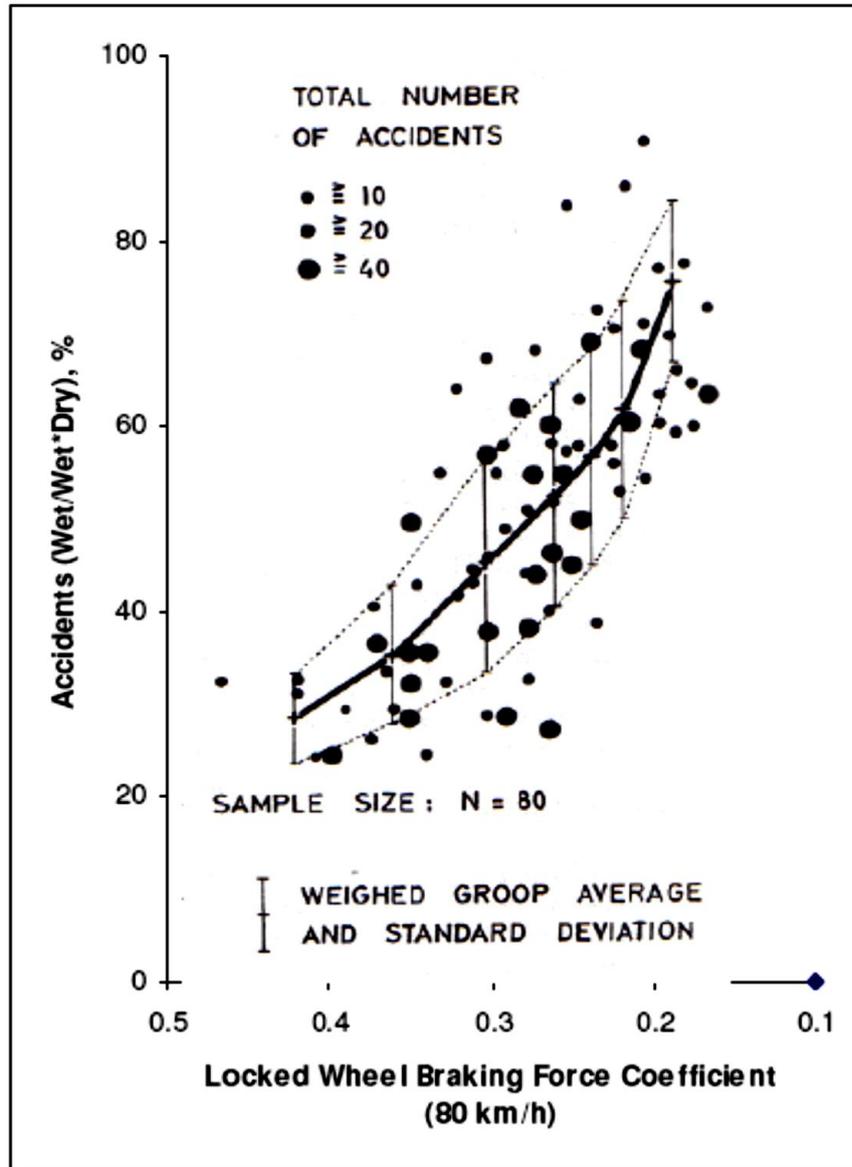


Figura 14: Percentuale di Incidenti sulla Pavimentazione Bagnata e Attrito

Un altro studio descritto da Wallman ed Astrom con comportamenti simili è il Norwegian Veggrepssprosjektet. In questo studio, le misure globali dell'attrito e le osservazioni stradali sono state completate, con conseguente valutazione dei tassi delle collisioni per diversi intervalli di attrito come riassunti nelle Tabelle 6 e 7..

Tabella 6: Tassi di Collisione per diversi Intervalli di Attrito

Friction Interval	Accident Rate (personal injuries per million vehicle kilometers)
< 0.15	0.80
0.15 – 0.24	0.55
0.25 – 0.34	0.25
0.35 – 0.44	0.20

Tabella 7: Tassi di Collisione con Diverse Condizioni Stradali

Roadway Condition	Accident Rate (personal injuries per million vehicle kilometers)
Dry bare roadway, winter	0.12
Wet bare roadway, winter	0.16
Slush	0.18
Loose snow	0.30
Ice	0.53
Hoarfrost	0.53
Packed snow	0.31
Bare ruts	0.12
Black ice in ruts	0.30
Dry bare roadway, summer	0.14
Wet bare roadway, summer	0.18
Note that rates for slush and ruts are not reliable	

Il progetto Nordeuropeo TOVE ha fornito dei risultati simili per le autostrade a due corsie in Danimarca (Figura 15) per i valori dell'attrito ottenuti con un congegno di forza laterale, Stradograph

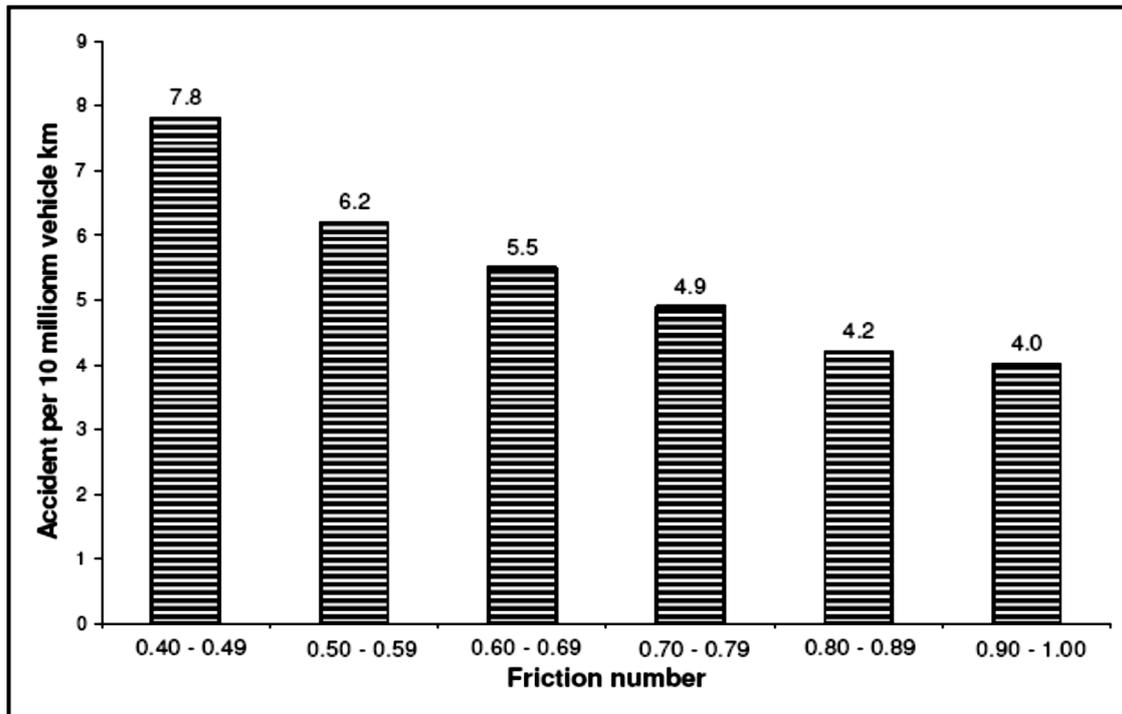


Figura 15: Tassi di Collisione come Funzione dell'Attrito

La documentazione internazionale ha incluso degli studi spagnoli sul rapporto tra le proprietà del bitume e l'aderenza.

I. Pérez Barreno ha analizzato il rapporto tra le proprietà del bitume e la resistenza alle buche delle miscele bituminose. Un buon rapporto lineare è stato osservato tra l'inverso di diversi valori delle proprietà collanti, ed i risultati dei collaudi dei tracciati delle ruote delle miscele su collanti convenzionali e modificati.

M. Á. Rodríguez Valverde et al. hanno osservato che la tecnologia della miscela a freddo della pavimentazione basata sulle emulsioni del bitume richiede dei fenomeni complessi principalmente di natura cinetica. La fase importante della formazione della pellicola del bitume sugli aggregati, per ottenere un asfalto a miscela fredda di qualità spesso ad alto rendimento, è la rottura dell'emulsione.

La fase bituminosa e quella acquosa rompono il proprio equilibrio colloidale a questo punto. La velocità di questa fase viene usata per classificare le emulsioni prodotte con diverse condizioni. Un parametro adatto per la quantificazione di queste differenze è il tempo di rottura.

In questo lavoro (Valverde et al.) viene spiegato un metodo obiettivo ed affidabile per misurare facilmente il tempo caratteristico durante la fase di separazione. Questo approccio migliora i risultati qualitativi dei saggi tradizionali designati a ciò e richiede poco materiale (per le emulsioni e per gli aggregati). Inoltre, le condizioni sperimentali sono più simili a quelle vere con pochi limiti iniziali.

Potti et al. (2003) hanno progettato una generazione di emulsioni per fornire un'aderenza eccellente tra gli strati e per ridurre l'asperità in eccesso.

2.3.1.2 Uniformità

L'uniformità è la misura della regolarità della superficie stradale. Tutti i tipi di superfici stradali (rigide, flessibili, ghiaiose, etc.) si deteriorano ad una velocità che dipende dall'azione combinata di vari fattori: carico sull'asse dei veicoli; volume del traffico; condizioni del tempo; qualità dei materiali; tecniche di costruzione.

Tali deterioramenti hanno un impatto sulla ruvidità della superficie stradale causando crepe, deformazioni e disintegrazione. Diversi indici possono essere utilizzati per stimare la qualità dell'uniformità longitudinale della superficie stradale, ma l'Indice Internazionale di Ruvidità (IRI), sviluppato dalla Banca Mondiale negli anni 80, è quello utilizzato di più al giorno d'oggi.

L'IRI misura il movimento verticale della sospensione del veicolo che viaggia sulla strada in condizioni standard di collaudo (metri di spostamento verticale per chilometro percorso).

Uno dei vantaggi principali dell'IRI rispetto ai metodi di misurazioni di prima è l'affidabilità. Le condizioni standard del collaudo facilitano sia la ripetibilità che il paragone dei risultati. I valori tipici dell'IRI vanno da 0m/km e 20m/km ("0" rappresenta le condizioni perfette).

La misurazione del profilo trasversale della pavimentazione permette l'individuazione di diversi tipi di problemi: curvatura inadeguata, congiunzione corsia/banchina, buche, etc.

Molte amministrazioni stradali utilizzano la profondità delle buche come parametro per poi iniziare le azioni riparatrici della superficie. La presenza di buche rende gli spostamenti laterali più difficili riduce il confort ed aumenta la difficoltà di manovra.

Inoltre, la presenza di buche può causare un accumulo di acqua, aumentando quindi il rischio di aquaplaning. La situazione è particolarmente pericolosa per i veicoli a due ruote. La profondità di una buca di 20-25mm spesso è considerata cruciale. Può essere misurata manualmente o con congegni laser.

Anche la condizione della pavimentazione può essere espressa in termini di Valutazione attuale del coefficiente di servizio della pavimentazione stradale (PSR, dall'inglese Present Serviceability Rating). Il PSR va da 0 a 5 (molto scarsa a molto buona), come indicato nella Tabella 8, ed include una descrizione del grado di percorribilità, pericolo fisico come incrinature, e necessità di riparazioni.

Tabella 8: Variabilità del PSR

Pavement Condition Rating (Use full range of values)	
PSR & Verbal Rating	Description
5	
Very Good	Only new, superior (or nearly new) pavements are likely to be smooth enough and distress free (sufficiently free of cracks and patches) to qualify for this category. Most pavements constructed or resurfaced during the data year would normally rated very good
4	
Good	, although not quite as smooth as these described above give a first class ride and exhibit few, if any, visible signs of surface deterioration. Flexible pavements may be beginning to show evidence of rutting and fine random cracks. Rigid pavements may be beginning to show evidence of slight surface deterioration such as minor cracks and spalling
3	
Fair	The riding qualities of the pavements in this category are noticeably inferior to those of new pavements, and may be barely tolerable for high speed traffic. Surface defects of flexible pavements may include rutting, map cracking and extensive patching. Rigid pavements in this group may have few joint failures faulting and cracking.
2	
Poor	Pavements in this category have deteriorated to such extent that they affect the speed of free-flow traffic. Flexible pavements may have large patches and deep cracks. Distress includes ravelling cracking, rutting and occurs over 50% , or more, of the surface. Rigid pavements distress includes joint spalling, faulting patching, cracking, scaling and may include faulting.
1	
Very Poor	Pavements in this category are in an extremely deteriorated condition. The facility is passable only at a reduced speeds, with considerable discomfort. Large potholes and deep cracks exists. Distress occurs over 75% or more of the surface
0	

Quando l'uniformità di un'intera sezione stradale è fortemente deteriorata, gli utenti tendono a ridurre la velocità per mantenere la propria comodità ad un livello accettabile, minimizzando quindi gli impatti potenziali sulla sicurezza. L'attrito della superficie stradale può essere migliorato in diversi modi:

Trattamento della Superficie - Qualsiasi applicazione sulla superficie asfaltata della pavimentazione per ripristinare o proteggere le caratteristiche della superficie.

Riparazione con aggregato - Un trattamento superficiale nel quale la pavimentazione viene spruzzata con asfalto (di solito emulsionato), poi coperta immediatamente con aggregato e rullata. La riparazione con aggregato viene utilizzata principalmente per sigillare la superficie della pavimentazione che non ha crepe associate a carichi e per migliorare l'attrito della superficie, anche se viene comunemente usata per migliorare la resistenza sulle strade a basso volume di traffico. Viene tipicamente utilizzata per allungare la vita della superficie della pavimentazione tenendo fuori l'umidità, che può causare grossi danni alla pavimentazione, finché non vengono fatte riparazioni più importanti.

Fresatura a Diamante – Un procedimento che utilizza una serie di seghe con lame che hanno punte di diamante montate su un'asta o un'armatura per radere la superficie più esterna della pavimentazione, affinché possano essere rimosse le protuberanze, ripristinata una buona percorrenza della pavimentazione, e migliorato l'attrito della superficie

Scanalature - Il processo utilizzato per ritagliare delle fessure nella superficie della pavimentazione per fornire dei canali all'acqua affinché possa fuoriuscire da sotto i pneumatici, migliorare la resistenza allo sbandamento e ridurre il potenziale dell'aquaplaning.

Sabbiatura - Una procedura nella quale l'aria compressa viene utilizzata per soffiare particelle di sabbia su una superficie pavimentata per corrodere e pulire la superficie. La sabbiatura è una fase di costruzione nelle riparazioni di profondità parziale e nelle chiusure dei giunti.

Riparazione a Sabbia - Un'applicazione di collante d'asfalto, di solito un'emulsione, coperto da un aggregato fine. Può essere utilizzata per migliorare la resistenza allo sbandamento di pavimentazioni scivolose e per sigillare contro l'intromissione di aria ed acqua.

Riparazione a stesura - Una miscela di asfalto emulsionato a posatura lenta, aggregato fine di buona qualità, riempitivo minerale, ed acqua. Viene utilizzato per riempire le crepe e sigillare le zone vecchie della pavimentazione, ripristinare una consistenza uniforme della superficie, sigillare la superficie per prevenire l'intromissione di umidità ed aria nella pavimentazione, e migliorare la resistenza allo sbandamento.

Ripavimentazione del Manto Stradale – Questo trattamento consiste nel posare una nuova superficie stradale con un attrito particolarmente buono sopra alla vecchia superficie, come l'asfalto poroso o di drenaggio, garantendo un attrito alto anche sotto la pioggia.

Ricostruzione del Manto - Rimozione completa e sostituzione della struttura della pavimentazione esistente, che potrebbe includere materiali nuovi e/o riciclati, per migliorare l'attrito della superficie.

Manutenzione Invernale - Le zone più fredde ovviamente hanno bisogno di una manutenzione invernale della strada, la quale è composta da diversi interventi, quali:

- Sgombrare la strada dalla neve
- Coprire con sabbia le zone ghiacciate
- Sale (scioglimento chimico)
- Aumentare la preparazione per la manutenzione
- Aumento generale nello standard della manutenzione invernale
- Ripari dalla neve nelle zone esposte ai cumuli di neve

2.3.2 Progettazione dei bordi stradali

La pericolosità delle aree laterali influisce sugli incidenti e sulla loro gravità. Il Modello Interattivo di Progettazione per la Sicurezza Autostradale (IHSDM) prende in considerazione la qualità della sua progettazione: è stato sviluppato un fattore di modifica degli incidenti (AMF9) incentrato su Zegeer et al. Poiché non sono stati trovati degli studi soddisfacenti sul rapporto tra la progettazione del bordo stradale e gli incidenti, AMF9 è stato preso direttamente dal modello base delle sezioni stradali presentato nell'equazione seguente.

$$AMF_9 = \frac{\exp(-0,6869 + 0,0668 \cdot RHR)}{\exp(-0,4865)}$$

Dove:

RHR = La classificazione della pericolosità del bordo per il segmento autostradale, considerando entrambi i lati della strada.

La Figura 16 mostra i valori possibili per l'AMF9, e descrive la classifica corrispondente, con un esempio di una strada tipica per ogni categoria.

RHR	AMF ₉	Descrizione	Esempio di carreggiata tipica
1	0,87	<p>Zone ampie e sgombre maggiori o uguali ai 9m dalla linea del bordo stradale</p> <p>Inclinazione laterale più piatta di 1:4</p> <p>Recuperabile</p>	
2	0,94	<p>Zona sgombra tra i 6 ed i 7.5m dal bordo stradale</p> <p>Inclinazione laterale di circa 1:4</p> <p>Recuperabile</p>	
3	1	<p>Condizione nominale o di base</p> <p>Zona sgombra a circa 3m dalla linea della banchina</p> <p>Inclinazione laterale di circa 1:3 o 1:4</p> <p>Superficie del bordo della banchina ruvida</p> <p>Marginalmente recuperabile</p>	
4	1,07	<p>Zona sgombra tra 1.5 e 3m dalla linea del bordo stradale della banchina</p> <p>Inclinazione laterale di circa 1:3 o 1:4</p> <p>Potrebbe esserci il guardrail (1.5 a 2 m dalla linea del bordo stradale di banchina)</p> <p>Potrebbero esserci alberi scoperti, pali o altri oggetti (circa 3 m dalla linea del bordo stradale banchina)</p> <p>Marginalmente conciliante, ma con alta</p>	

RHR	AMF ₉	Descrizione	Esempio di carreggiata tipica
		possibilità di una collisione sul bordo	
5	1,14	Zona sgombra tra 1.5 e 3m dalla linea del bordo stradale Inclinazione laterale di circa 1:3 Ci potrebbe essere un guardrail (da 0 a 1.5m dalla linea del bordo stradale) Potrebbero esserci ostacoli rigidi o un argine (entro i 2 o 3m dalla linea del bordo stradale) Praticamente non recuperabile	
6	1,22	Zona sgombra di 1.5m o meno Inclinazione laterale di circa 1:2 Nessun guardrail Ostacoli rigidi scoperti entro 0 o 2m dalla linea del bordo stradale Non recuperabile	
7	1,31	Zona sgombra minore o uguale a 1.5 m Inclinazione laterale 1:2 o più inclinata Strapiombo o parete di roccia in verticale Nessun guardrail Non recuperabile con alta probabilità di Lesioni gravi negli scontri sul bordo	

Figura 16: Definizioni delle Categorie di Rischio e i Pericoli sul Ciglio Stradale utilizzate con l'Algoritmo per la Previsione degli Infortuni

2.3.2.1 Riduzione della pendenza dei rilevati

Per arrivare ad un alto livello di sicurezza stradale, è consigliabile costruire rilevati con ridotta pendenza. La pendenza non dovrebbe essere mai costruita più inclinata del 3:1, perché gli automobilisti non sono in grado di controllare i veicoli su tali pendenze: il veicolo si ribalterebbe.

I rilevati con pendenze tra 3:1 e 4:1 possono essere accettabili se uniformi, il che vuol dire che non ci dovrebbe essere nessun tipo di irregolarità importante fino al punto in cui finisce l'inclinazione; in questo caso gli automobilisti possono riprendere il controllo dei veicoli e risalire sulla strada. Le superfici

del rilevato dovrebbero essere abbastanza robuste da minimizzare i problemi nel caso in cui un veicolo sia costretto a percorrerle. La Figura 17 mostra la possibilità degli incidenti con un solo veicolo (un solo veicolo è coinvolto) su diverse pendenze paragonata ad una pendenza di 1:7..

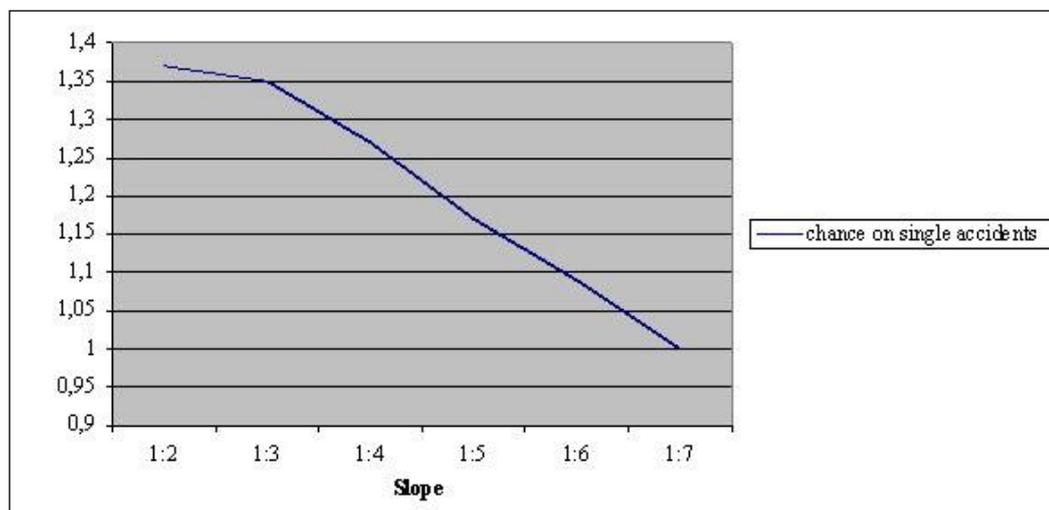


Figura 17: Possibilità di incidenti con un solo veicolo su pendenze diverse paragonata ad una pendenza di 1:7

Le misure per migliorare la sicurezza sono:

Aumentare la distanza dagli ostacoli fissi –Un veicolo fuori controllo che lascia la propria corsia cerca di tornare sulla strada.

Se l'area ai margini della carreggiata stradale è tale da "perdonare l'errore" ("forgiving roadside") nella maggior parte dei casi questa manovra si renderebbe possibile. Se ci fossero degli ostacoli (alberi, argini molto inclinati, etc.), questi porterebbero quasi sicuramente ad un incidente. Per questa ragione, gli ostacoli dovrebbero essere posizionati il più lontano possibile dal bordo stradale. I rigagnoli scoperti sul bordo presentano un rischio serio, anche per una piccola distrazione. I muri delle strutture di scolo sotto la superficie dovrebbero essere posizionati adeguatamente. Gli studi indicano che più è grande la distanza tra il bordo stradale e gli ostacoli, meno sono gli incidenti e meno gravi sono quelli che invece capitano. I suggerimenti per le zone prive di ostacoli nei Paesi Bassi sono:

Tabella 9: Larghezze raccomandate per le zone prive di ostacoli secondo il Manuale di Sicurezza Stradale

Larghezza della fascia	Zona priva di ostacoli		
	100 Km/h	80 Km/h	60Km/h
Di norma	8.00 m	6.00 m	4.5m
Minimo	6.00 m	4.50 m	3.00 m

In circostanze particolari, è raccomandabile costruire una zona priva di ostacoli ancora più larga:

- Per ottemperare alla distanza visiva di fermata di visibilità necessaria per l'arresto
- Sui tratti di strada in cui è permessa una velocità superiore

Installazione dei sistemi di barriere di sicurezza

Le barriere per gli urti dovrebbero essere installate solo se la loro esistenza riduce l'impatto di incidenti possibili, poiché lo scopo fondamentale delle barriere per gli urti è di prevenire che i veicoli abbandonino la strada senza controllo e vadano a sbattere contro un oggetto, poiché ciò li può portare ad un arresto violento o ad una caduta lungo il pendio laterale. In altre parole: le conseguenze probabili dell'incidente dovrebbero essere considerate più seriamente di quelle provocate dalla collisione stessa con la barriera.

Una collisione con la barriera non dovrebbe provocare né un rovesciamento del veicolo né una decelerazione tale da causare un danno serio agli occupanti del veicolo stesso: infatti il cervello umano rimane permanentemente danneggiato se c'è una decelerazione di 80g ($g=9.81 \text{ m/sec}^2$) per più di 3 millisecondi, ed anche il cuore e i polmoni non possono sopportare valori maggiori di 60g per più di 3 millisecondi.

Il veicolo deve essere riportato su una traiettoria senza diventare un pericolo per gli altri veicoli che percorrono la stessa strada: questo vuol dire che la traiettoria di rimbalzo deve avere l'angolo minore possibile rispetto all'asse stradale. Tale risultato può essere ottenuto con l'assorbimento da parte della barriera della più alta percentuale dell'accelerazione trasversale del veicolo.

Esistono due tipologie di barriere di sicurezza:

- Ferro (doppia e tripla onda) o legno (compatibili con l'ambiente)
- Cemento (New Jersey)

Le prime sono composte da una serie di supporti verticali di ferro che provengono da una o più bande metalliche orizzontali con una forma a doppia o tripla onda, e diversi elementi di divisione; qualche volta, per via di necessità ambientali, le bande orizzontali sono di legno rinforzato.

La componente trasversale della velocità viene assorbita dalla deformazione plastica della barriera e del veicolo.

Il New Jersey è costituito da blocchi di cemento che introduce un profilo particolare in grado di produrre i seguenti effetti importanti per una macchina o un veicolo pesante:

- Una riduzione dell'energia cinetica, dovuto all'avanzare lungo il profilo e l'impatto negativo delle forze di gravità;
- Il raddrizzamento delle ruote del veicolo e la tendenza conseguente di riportare la traiettoria in una direzione parallela all'asse stradale.
- L'evitare, per via della continuità delle barriere, di urtare contro elementi più rigidi e più duri (i supporti delle barriere metalliche).

Trattamenti del bordo stradale

Gli ingegneri stradali tentano di aumentare la visibilità sulle autostrade ponendo strisce indicative sulla strada, ed esiste un certo numero di trattamenti del bordo stradale che può ridurre l'incidenza e la gravità degli impatti del tipo dovuto all'uscita fuori strada, in particolare quelli che avvertono

l'automobilista all'imminente uscita fuori strada dei loro veicoli e/o riducono il pericolo una volta che hanno lasciato la superficie pavimentata.

I trattamenti del bordo includono: strisce rumorose; incremento di paletti sulle curve; installazione di segnali rialzati sulla pavimentazione. Tali trattamenti individuano una zona di recupero ben pavimentata sufficientemente grande (come intorno alle autostrade).

2.3.3 Bordi Concilianti: Aree esterne alla carreggiata che "perdonano l'errore" ("forgiving roadsides")

Le analisi degli incidenti fatali nell'Unione Europea dimostrano che il 45% di essi coinvolgono un singolo veicolo. Questi incidenti vengono classificati principalmente come incidenti di uscita fuori strada, nei quali il veicolo lascia la strada e va sull'area esterna, che viene definita "non perdonante" se oggetti pericolosi come alberi vengono messi ad una distanza inadeguata dalla strada, poiché aumentano il rischio di incidenti gravi.

I Direttori Stradali Europei (www.cedr.fr) hanno indicato la realizzazione di aree esterne in grado di "perdonare l'errore" come una delle misure a breve termine più promettenti per aumentare la sicurezza stradale. Lo scopo di questo concetto è di evitare scontri di veicoli che sbandano o di minimizzare le conseguenze degli incidenti.

In letteratura vengono proposte tre categorie di trattamento:

1. La rimozione o spostamento di oggetti potenzialmente pericolosi (cartelli, alberi, etc.)
2. La modifica degli oggetti sul bordo o la progettazione di nuovi e più adeguati oggetti
3. La copertura protettiva degli oggetti sul bordo stradale

La prima categoria comprende essenzialmente consigli per le zone chiamate zone di sicurezza. Queste sono zone prive di ostacoli oltre la corsia di marcia per evitare collisioni.

Inoltre, queste zone aiutano gli automobilisti facilitando le manovre di recupero. Una zona di sicurezza adeguata dovrebbe essere presa in considerazione specialmente nella fase della progettazione di una strada.

Se gli ostacoli pericolosi non possono essere rimossi o spostati, devono essere modificati. Strutture resistenti agli urti o dispositivi di fuga sono esempi comuni di modifiche apportate; anche la adeguata progettazione di rilevati e trincee costituisce un fattore rilevante per ottenere una strada sicura.

In molti casi, la rimozione o la modifica di oggetti pericolosi non è possibile o economicamente troppo onerosa: in questi casi isolare o proteggere gli automobilisti da tali oggetti aiuta a minimizzare la gravità dell'eventuale impatto. Le barriere di sicurezza e gli attenuatori d'urto sono degli esempi validi di questo tipo di trattamento..

2.3.3.1 Definizione di bordo stradale

Vi sono diverse opinioni in letteratura in merito a quali elementi facciano parte dell'area esterna alla carreggiata da dover prendere in considerazione ai fini della sicurezza stradale.

Nel rapporto del progetto RISER la linea mediana viene inclusa, poiché definisce l'area che divide una strada a carreggiate separate. Quindi anche tutti gli elementi che si trovano sulla mediana (come ad esempio il New Jersey) vengono inclusi in questa definizione.

La Figura 18 seguente rappresenta una sezione trasversale della carreggiata (sezione a mezza costa) inclusi alcuni elementi esterni. In questa figura l'area esterna è la zona oltre le corsie del traffico (o carreggiata).

Le banchine fanno quindi parte dell'area esterna, poiché le strisce delle corsie definiscono i confini. Le inclinazioni, le zone sgombrare (anche chiamate zone di sicurezza) o l'albero sono esempi di caratteristiche del bordo che verranno descritti in dettaglio nei capitoli seguenti

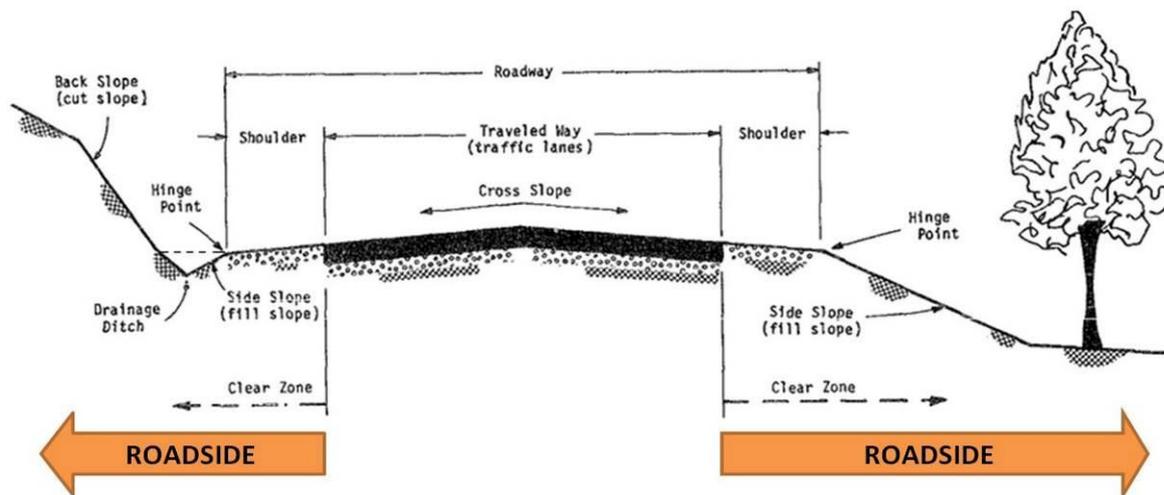


Figura 18: Sezione stradale tipo per strade con scarpate laterali libere.

2.3.3.2 Strade "concilianti" a confronto con "strade autoesplicative"

"Forgiving roads" e "self-explaining roads" sono due concetti diversi della progettazione stradale che mirano a ridurre il numero di incidenti sull'intera rete stradale. Anche se questo paragrafo tratta solo le forgiving roadsides, il termine "autoesplicativo" deve essere definito per differenziarlo dal termine "conciliante".

In letteratura le "self explaining roads" sono fondate sull'idea che un comportamento appropriato di guida o di velocità può essere indotto dalla configurazione stessa della strada. Esse riducono quindi la necessità dei limiti di velocità o dei segnali di avvertimento. E' risaputo che molti cartelli stradali in situazioni di traffico complesse possono portare ad un sovraccarico di informazioni e ad un aumento degli errori di guida. Herrstedt (2006) sostiene che un'infrastruttura sicura dipende dalla progettazione dei diversi elementi adattata agli utenti stradali, come ad esempio i segnali orizzontali, la segnaletica, la geometria, l'attrezzatura, la luce, la superficie stradale, la gestione del traffico e della velocità, le norme stradali, etc. L'idea alla base delle "self explaining roads" è di progettare la strada secondo una combinazione ottimale di questi elementi stradali.

In breve, si potrebbe dire che le strade di questo tipo mirano a prevenire gli errori di guida, mentre le "forgiving roads" ne minimizzano le conseguenze. La prima priorità di queste ultime è di ridurre le conseguenze di un incidente causato da un errore di guida, dal malfunzionamento del veicolo o dalle cattive condizioni stradali. Ci si deve concentrare sulle misure da adottare per riportare i veicoli che sbandano sulla corsia riducendo gli incidenti con lesioni o gli incidenti fatali dovuti ad un'uscita fuori strada. Se il veicolo comunque colpisce un elemento stradale, la seconda priorità è di ridurre la gravità dell'impatto. In altre parole, il bordo stradale dovrebbe perdonare l'errore dell'automobilista riducendo la gravità degli incidenti causati dall'uscita fuori strada.

Informazioni prese dal Deliverable 1 (State of the art report on existing treatments for the design of forgiving roadsides) del progetto IRDES (Improving Roadside Design to Forgive Human Errors)
<http://trid.trb.org/view/1246527>

2.3.4 Segnaletica stradale orizzontale

Per guidare in modo sicuro e confortevole, gli automobilisti dipendono dai punti di riferimento sia in prossimità del veicolo, sia più avanti nella direzione in cui guidano. Con il buio in particolare, ma anche in altre condizioni in cui la visibilità è scarsa (ad esempio con la nebbia), questi punti di riferimento sono essenziali quando è difficile distinguere la strada dalla zona circostante.

Negli incroci complicati è importante per gli utenti stradali potere trovare il posto giusto sulla carreggiata usando tali punti di riferimento. La segnaletica orizzontale deve:

- Indirizzare il traffico indicando il percorso stradale e segnalando la strada in rapporto alla zona circostante;
- Avvertire gli utenti delle condizioni specifiche o pericolose in rapporto all'allineamento stradale;
- Controllare il traffico, ad esempio riservando alcune parti della strada per determinati tipi di utenza e permettere o proibire i sorpassi ed i cambiamenti di corsia;
- Integrare e rinforzare le informazioni date dalla segnaletica verticale.

I seguenti interventi possono migliorare particolarmente la sicurezza:

- Linee longitudinali sulla superficie stradale realizzate con pittura retro-riflettente o di plastica
- Strisce rumorose sul bordo (linee del bordo)
- Una combinazione di diversi tipi di segnaletica orizzontale

2.3.5 Illuminazione stradale

La maggior parte delle informazioni che gli automobilisti utilizzano nel traffico sono visive. Le condizioni visive possono quindi essere molto importanti per viaggiare sicuri. Al buio, l'occhio vede i contrasti, i dettagli ed i movimenti molto meno che con la luce del giorno. In particolare, al buio il rischio aumenta di più per gli automobilisti più giovani che per quelli più anziani e per i pedoni rispetto alle persone che viaggiano con dei veicoli a motore.

Circa il 35% di tutti gli incidenti con lesioni denunciati alla polizia accadono con la penombra o al buio. La percentuale degli incidenti al buio è più alta per gli incidenti che coinvolgono i pedoni e gli incidenti nei quali i veicoli escono fuori strada. L'obiettivo dell'illuminazione stradale è di ridurre il tasso degli incidenti al buio: con l'illuminazione si vede meglio la strada, gli altri automobilisti e la zona circostante.

In alcuni paesi l'illuminazione stradale viene ridotta durante determinati periodi per risparmiare energia. Il modo comune per ridurre l'illuminazione è di spegnere una lampada sì e una no con l'effetto di dimezzare il livello dell'illuminazione. L'effetto della riduzione dell'illuminazione sul numero di incidenti è oggetto di studio, poiché dimezzare il livello dell'illuminazione viene attualmente associato con un aumento degli incidenti notturni di circa il 15-25%.

Anche gli aspetti collegati all'illuminazione stradale devono essere presi in considerazione nel costruire le strade di nuova generazione. Ciò riguarda la certezza di parametri adeguati per:

- La luminosità della superficie stradale;
- L'uniformità dell'illuminazione stradale;
- La limitazione dell'abbagliamento;
- La visibilità indotta dal sistema di illuminazione.

La luminosità (densità dell'intensità luminosa in una certa direzione) della superficie stradale è la misura della lucentezza grazie alla quale viene notata la superficie dall'osservatore. Migliori sono le qualità di riflesso della superficie stradale, maggiore è la quantità di luce che torna indietro e la superficie sembrerà più luminosa. Un livello determinato di luminosità assicurerà una buona visibilità stradale. Sulla base delle ricerche, è risaputo che per l'illuminazione stradale ad un livello di 0.5CD/m² (intensità della luce 2.5 lx), la capacità di percepire è del 10%, e per il valore della luminosità di 2CD/m² (intensità della luce 10 lx), la capacità di percepire è dell' 85%.

L'uniformità dell'illuminazione stradale è il rapporto tra la luminosità minima e la luminosità media della superficie stradale. Minore è il rapporto (luminosità minore), peggiore sarà la capacità di percepire gli oggetti rispetto allo sfondo della superficie stradale. Per esempio, ridurre l'uniformità da 0.4 a 0.2 causa una riduzione dall' 85% al 55% della capacità di notare gli oggetti, che vuol dire un peggioramento di circa il 65%.

Gli abbagliamenti accadono quando ci sono delle fonti di luce estremamente forti sullo sfondo scuro del campo visivo. Il livello di perdita dell'efficienza visiva dipende sia dalla conformazione dell'apparecchio illuminante che dall'installazione dell'illuminazione stradale in generale.

Questo effetto diminuisce la qualità visiva, ad esempio diminuire l'indice dell'efficienza visiva dovuta agli abbagliamenti del 20% causa una diminuzione della capacità di notare gli oggetti dall' 85% al 70%.

Gli apparecchi di illuminazione sospesi sopra le strade forniscono informazioni maggiori all'automobilista sulla direzione della strada. I passi carrabili e le uscite dalla strada principale dovrebbero essere illuminati dai diversi tipi di luce. Ciò può essere realizzato, ad esempio, con dei contenitori appesi ad altezze diverse o attrezzati con luci di diverso colore. Questo consentirà al guidatore di ricevere in anticipo le informazioni sulla direzione della strada.

2.3.6 Volume e composizione del traffico

Il volume del traffico viene definito di solito come il numero di veicoli a motore che utilizzano una strada per unità di tempo. I pedoni, ciclisti, ed altri utenti⁶ stradali tendono a non essere inclusi, perchè spesso non c'è un calcolo affidabile dei loro numeri. Il volume dei viaggi include i passeggeri ed i guidatori.

Il rapporto tra l'esposizione e gli incidenti può essere espresso in termini di una funzione matematica nella seguente forma:

$$\text{Numero degli incidenti} = \alpha Q^b$$

Q è la misura del volume del traffico, elevata all'esponente b;

α è una costante di scala.

Il coefficiente b indica la percentuale di cambio nel numero di incidenti quando cambia il volume del traffico dell'1%, o equivalentemente l'elasticità degli incidenti rispetto al volume del traffico. Un

⁶ nelle zone rurali, gli altri utenti potrebbero essere persone a cavallo, asini e carri. Anche i pastori utilizzano dei punti per attraversare queste strade; a volte diventano anche utenti quando, ad esempio, riportano le mucche il bestiame alla fattoria utilizzando le strade tra i campi e la fattoria

campione di risultati presi da una tesi di dottorato norvegese (Fridstrøm 1999) indica che il numero totale degli incidenti con lesioni aumenta di quasi 1% se il volume del traffico aumenta dell'1%. Gli incidenti che coinvolgono diversi veicoli o diversi utenti stradali, ad esempio pedoni e ciclisti, aumentano leggermente di più dell'1% quando il volume del traffico aumenta dell'1%. Gli incidenti con un solo veicolo aumentano di meno dell'1% quando il volume del traffico aumenta dell'1%. Il volume del traffico citato sopra viene definito senza tenere in considerazione la sua composizione. Nei vari studi, i modelli di previsione degli incidenti collegano il numero di incidenti alla composizione del traffico, assumendo la percentuale dei veicoli pesanti come una variabile di input.

2.3.7 Svincoli, incroci e passi carrabili

Gli ingressi e gli incroci sono tra i più frequenti fattori di rischio. Quando il traffico che viene da un'altra strada si immette in una strada, si crea un flusso di traffico con dei conflitti. Questo comprende il traffico che viene dalle strade locali, pubbliche e private. Le sezioni seguenti trattano i fattori più importanti che influiscono sulla sicurezza agli incroci e concludono con un paragone dei diversi tipi e con dei suggerimenti per gli incroci tra le strade secondarie e le strade di altre categorie.

2.3.7.1 Passi carrabili o punti di accesso

Densità dei passi carrabili

La separazione dei punti nei quali devono essere prese delle decisioni, l'eliminazione di eventi imprevedibili ed il controllo degli accessi dalle proprietà laterali sono le ragioni per cui le autostrade hanno un livello di sicurezza maggiore delle altre strade.

Nel paragrafo seguente, la parola "accesso" si riferisce ad un punto in cui il traffico si immette da altre strade, comprese strade locali, pubbliche, private o commerciali.

Controllando l'accesso, le strade possono diventare più sicure. Controllare l'accesso significa creare spazio, ridurre o eliminare la varietà di eventi ai quali l'automobilista deve rispondere.

E' uno dei fattori più importanti della riduzione degli incidenti. Ad esempio, è possibile ridurre il numero degli accessi ad una strada costruendo o utilizzando una strada o via laterale alla quale hanno accesso le proprietà adiacenti. Tale strada laterale avrà un accesso alla strada principale in una zona sicura, dove vi sia una adeguata visibilità.

Questo modus operandi influisce notevolmente sul livello di sicurezza delle strade con una densità di traffico elevata.

La scelta giusta degli spazi tra gli accessi e la posizione degli incroci ha anche un impatto importante sulla capacità.

Esistono degli studi che affermano che la frequenza degli incidenti aumenta rapidamente quando aumenta la densità degli accessi.

Ciò indica che dovrebbe essere diminuito il numero degli accessi.

Spesso non è possibile o pratico eliminare gli accessi, sebbene la diminuzione del livello di conflitti nei punti di accesso può moderare gli effetti negativi degli accessi. Ad esempio:

- Riducendo il numero degli accessi
- Eliminando le svolte a sinistra
- Offrendo strade/vie laterali (parallele)
- Offrendo corsie per tornare indietro
- Offrendo corsie per decelerare/accelerare

Le svolte a sinistra sono pericolose come gli accessi laterali, pertanto si dovrebbe cercare di ridurre il numero quanto più possibile.

Questo non vuol dire che tutte le svolte a sinistra dovrebbero essere eliminate, ma dovrebbe esserne ridotta la quantità e quelle che rimangono dovrebbero essere rese più sicure.

Un'altra ottima soluzione è la costruzione di possibilità di svolta a sinistra a livello separato invece di un attraversamento del traffico in arrivo.

Sono stati fatti diversi studi per provare l'ipotesi che esiste un rapporto tra il punto d'accesso, la densità dei passi carrabili e gli incidenti.

All'interno del contesto di uno studio condotto dal Comitato sulla gestione degli accessi (Transportation Research Circular), è stata calcolata la seguente funzione per descrivere il rapporto:

$$\text{Incidenti/ MVkm} = 1,199 + 0,0047 \cdot X + 0,0024 \cdot X^2 \quad (13)$$

Dove:

X = punto di accesso per km

I dati per le diverse densità dei punti di accesso sono indicati nella Figura 19 seguente.

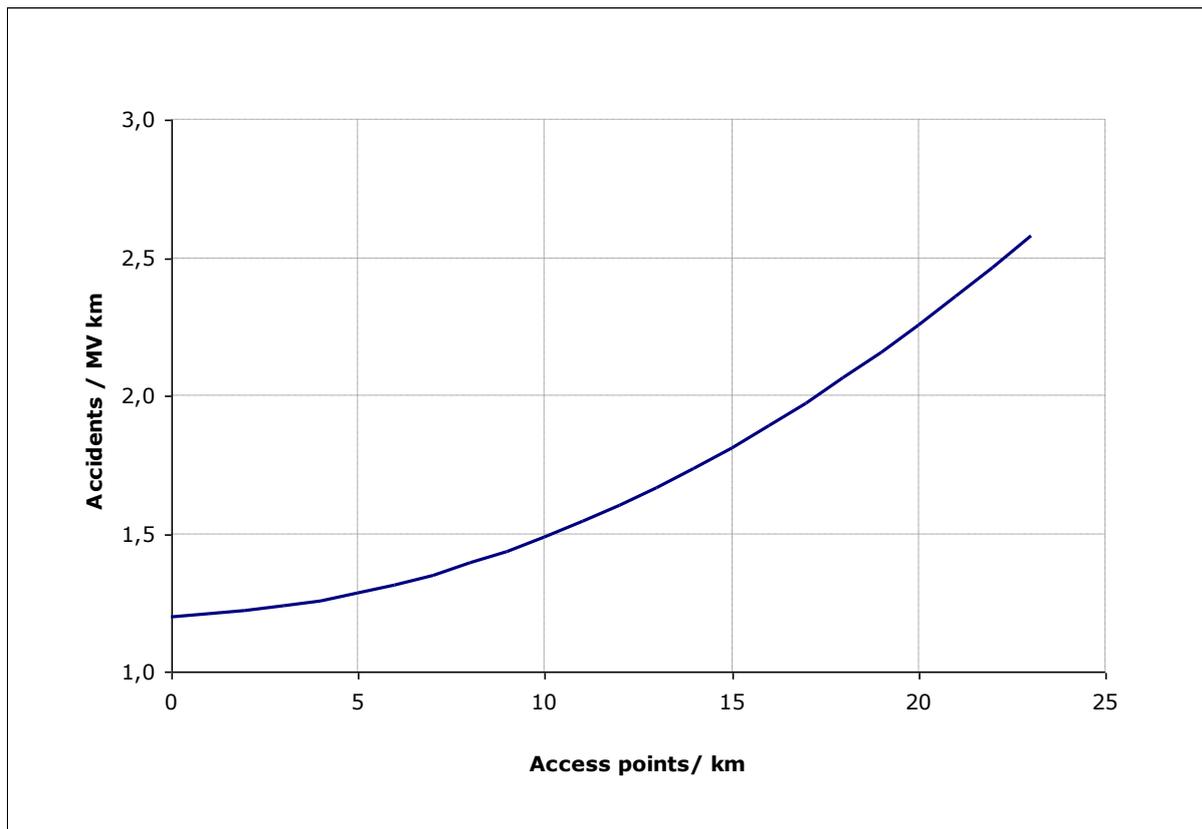


Figura 19: Incidenti per Mvkm per le diverse densità dei punti di accesso

Un altro studio di Muskaug si è concluso con una stima del tasso infortunistico per sei classi ADT. Lo studio tratta solo gli incidenti con lesioni. Hauer ha messo i dati in una funzione:

$$\text{Incidenti/MVkm} = 0.2 + (0.05 - 0.005 \cdot \ln [\text{ADT}]) \cdot \text{DD} \quad (14)$$

Dove:

ADT = Traffico Medio Giornaliero

DD = Densità di Passi Carrabili

La figura seguente indica le sei classi ADT citate sopra:

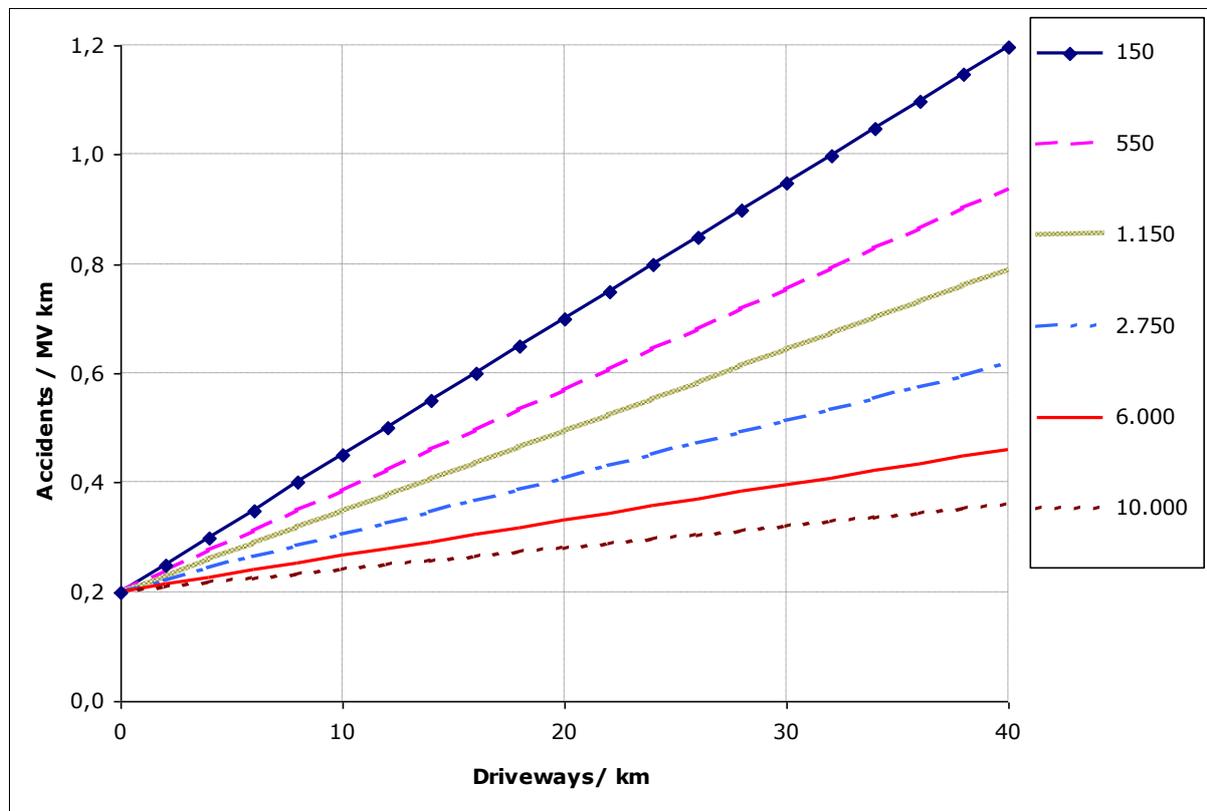


Figura 20: incidenti per Mvkm per diverse densità dei punti di accesso

2.3.7.2 Incroci a livello raso

Angolo di inclinazione dell'Incrocio

Il Modello Interattivo sulla Sicurezza Autostradale (IHSDM) realizzato negli Stati Uniti definisce l'angolo inclinato di un incrocio come la derivazione di un angolo di incrocio di 90°, o in altre parole il valore assoluto della differenza tra 90° e l'angolo reale tra i lati maggiori e minori dell'incrocio. Questo valore assoluto è sempre tra 0° e 90°. La condizione nominale o di base dell'angolo inclinato dell'incrocio è un'inclinazione di 0° ed è presente ad un incrocio rettangolare dove i tratti maggiori e minori si incrociano a 90°: dal punto di vista della sicurezza del traffico, questo angolo dell'incrocio è consigliato. Il valore del Fattore di Modifica dell'Incidente (AMF) per l'angolo inclinato dell'incrocio è uguale indipendentemente dal fatto che vi sia uno STOP sul tratto minore o che bisogna dare la PRECEDENZA.

In un incrocio con quattro lati dove gli angoli degli incroci dei lati sono diversi a sinistra e a destra della strada principale, viene fatta la media. Ad esempio, se un lato forma un angolo a 50° e l'altro lo incrocia a 20°, allora la media sarebbe di 35° [INCLINAZIONE = $(20+50)/2 = 35^\circ$]

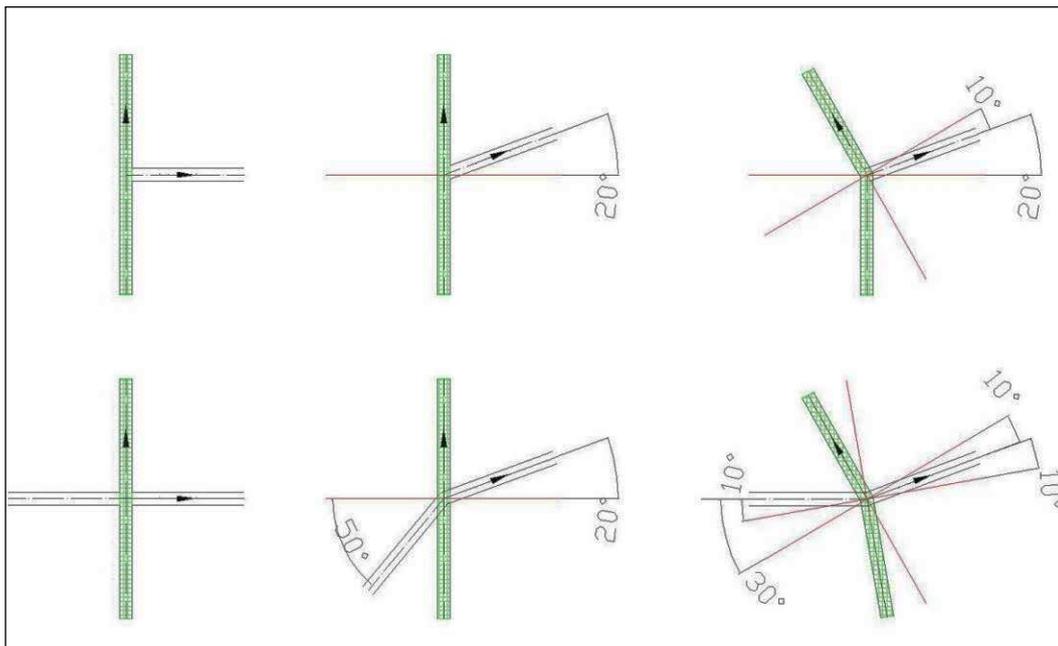


Figura 21: Angoli inclinati per diverse forme di incroci

Segnaletica di controllo (controllo con STOP e controllo con PRECEDENZA)

L' IHSMD distingue tra gli incroci a tre lati regolati dagli STOP (regolati dalla PRECEDENZA) e incroci a quattro lati regolati dagli STOP (regolati dalla PRECEDENZA). Gli incroci con più di quattro lati (multi-laterali) non sono stati contemplati nella versione iniziale dell'algoritmo IHSMD per la previsione degli incidenti.

L'equazione ridotta per calcolare l'AMF per l'angolo inclinato dell'incrocio (AMFSKEW) per un incrocio a tre lati regolato dagli STOP è:

$$AMF_{SKEW,3LEG} = \text{Exp}(0,0040 \cdot SKEW) \quad (15)$$

L'equazione ridotta per calcolare l'AMF per l'angolo inclinato dell'incrocio (AMFSKEW) di un incrocio a quattro lati regolato da uno STOP è:

$$AMF_{SKEW,4LEG} = \text{Exp}(0,0054 \cdot SKEW) \quad (16)$$

in entrambi:

SKEW = angolo di inclinazione dell'incrocio descritto precedentemente

Il valore per gli incroci regolati dagli STOP su tutti i lati è:

$$AMF_{SKEW,STOP} = 1,00$$

Questi AMF riguardano il totale degli incidenti agli incroci.

Gli incroci a tre lati segnalati (come gli incroci multi-laterali segnalati) non sono stati contemplati nella versione iniziale dell'algoritmo IHSDM per la previsione degli incidenti. Il modello fornisce solo un AMF per gli incroci a quattro lati segnalati. Questo valore è::

$$AMF_{SKEW,LIGHT} = 1,00$$

per tutti i casi dell'angolo inclinato.

Controllo del traffico agli incroci

La condizione nominale o di base per gli incroci regolati dagli STOP nell'IHSDM è un incrocio con i segnali STOP solo sul lato minore o sui lati minori. Gli incroci dei lati minori regolati dalla PRECEDENZA vengono trattati in modo identico agli incroci dei lati minori regolati dagli STOP nell'algoritmo per la previsione degli incidenti. In questo caso è::

$$AMF_{MINOR,STOP} = 1,00$$

L'altro possibile modo per controllare il traffico è che tutte le vie siano regolate dagli STOP. Lovell e Hauer hanno studiato gli incidenti agli incroci negli USA e nel Canada ed hanno trovato che un incrocio regolato con gli STOP su tutte le vie ha il 47% in meno degli incidenti rispetto ad un incrocio regolato con gli STOP su due strade. Come risultato, hanno stabilito l'AMF (riguarda il totale degli incidenti per via degli incroci) per gli incroci regolati dagli STOP su tutte le strade a:

$$AMF_{ALL,STOP} = 0,53$$

Si potrebbe dedurre, pertanto, che gli incroci regolati dagli STOP su tutte le vie sono collegati a meno incidenti e quindi la trasformazione da incroci di strade minori a incroci regolati dagli STOP su tutte le strade ridurrà sempre il numero degli incidenti.

è comunque buona norma utilizzare il controllo con gli STOP per tutte le strade solo quando vi sono i presupposti adeguati, per evitare un uso indiscriminato del controllo con gli STOP su tutte le vie. Il controllo con gli STOP su tutte le strade è più appropriato per le strade a velocità minore con un volume di traffico simile su tutti i lati dell'incrocio..

Corsie per le svolte a sinistra agli incroci

La Tabella 10 indica il valore dell'AMF per le corsie delle svolte a sinistra specificate per l'uso nel IHSDM. L'AMFLTL dipende dal tipo di incrocio, dal tipo di controllo sul traffico in quell'incrocio ed il numero degli accessi (lati) dove vengono installate le corsie di svolta a sinistra. Se non ci sono corsie di svolta a sinistra sulle strade principali dell'incrocio (condizione nominale o di base) l'AMFLTL viene stabilito a 1.00. Gli AMF nella tavola seguente si basano su FHWA-RD-02-089 ed altre fonti valutate nel IHSDM. Tutti gli AMF riguardano il totale degli incidenti collegati agli incroci

Tabella 10: AMF per l'Installazione di Corsie di Svolta a Sinistra sui Tratti Principali degli Incroci

Tipo di Incrocio	Controllo del traffico negli incroci	Le corsie di svolta a sinistra vengono installate su un solo accesso (braccio)	Le corsie di svolta a sinistra vengono installate in entrambi gli accessi.
Incrocio a tre lati	Regolato dagli STOP	0.56	N/A
Incrocio a tre lati	Regolato dalla segnaletica	0.85	
Incrocio a quattro lati	Regolato dagli STOP	0.72	0.52
Incrocio a quattro lati	Regolato dalla segnaletica	0.82	0.67

Corsie per le svolte a destra agli incroci

La Tabella 11 mostra i valori dell' AMF per le corsie di svolta a destra che vengono specificate per l'uso nell' IHSDM.

L'AMFRTL dipende dal tipo di incrocio, dal tipo di controllo sul traffico per quell'incrocio e dal numero degli accessi (lati) sui quali vengono installate le corsie di svolta a destra. Se non ci sono corsie di svolta a destra su nessuna delle strade principali dell'incrocio (condizione nominale o di base) l'AMFRTL è di 1,00. Gli AMF nella tavola seguente si basano su FHWA-RD-02-089 ed altre fonti valutate dal gruppo di esperti. Tutti gli AMF riguardano il totale degli incidenti collegati agli incroci..

Tabella 11: AMF per l'Installazione di Corsie di Svolta a destra sui Tratti Principali degli Incroci

Tipo di Incrocio	Controllo del traffico negli incroci	Un accesso (lato) sul quale vengono installate le corsie di svolta a destra	Entrambi gli accessi (lati) sui quali sono installate le corsie di svolta a destra
Incrocio a tre lati	Regolato dagli STOP	0.86	N/A
Incrocio a tre lati	Regolato dalla segnaletica	0.96	N/A
Incrocio a quattro lati	regolato dagli STOP	0.86	0.74
Incrocio a quattro lati	regolato dalla segnaletica	0.96	0.92

Rotatorie

Le rotatorie di solito vengono usate nelle situazioni seguenti:

- Incroci tra due strade secondarie;

- In luoghi particolari come nelle zone periurbane laddove avviene un cambiamento nella categoria della strada.

La rotatoria a corsia singola è la forma più sicura di incrocio, poiché:

- La velocità reale degli automobilisti è bassa. Più bassa è la velocità, più bassa la possibilità degli incidenti e/o degli incidenti con vittime.
- Sulla rotatoria si riduce la possibilità di situazioni conflittuali. Ogni strada di collegamento è una situazione ben organizzata.

Una rotatoria a corsia singola è più sicura di una rotatoria a due corsie. Questo riguarda specialmente i danni materiali sugli oggetti urtati e meno le possibili vittime da incidente.

Le rotatorie sono abbastanza facili da capire per via della loro semplicità ed uniformità di funzionamento. Al di là di questo, forniscono un modo comodo per girare fino ad arrivare nella direzione opposta (inversione di marcia) e di trovare l'uscita giusta (facendo un altro giro). Sulle rotatorie, c'è la possibilità di incorporare successivamente un'altra strada se c'è abbastanza spazio (fino a quattro strade).

Nella maggior parte dei paesi dell'Europa occidentale come il Regno Unito, la Francia, la Spagna, la Germania, la Svizzera, la Norvegia, il Portogallo, i Paesi Bassi, etc., le rotatorie sono piuttosto diffuse.

Secondo Ourston et al. (1995) l'elemento operativo più importante della rotatoria moderna è il controllo della PRECEDENZA all'entrata, che permette al traffico di continuare a circolare. Questa procedura operativa funziona bene anche con molto traffico. Siccome non è necessario avere una distanza di mescolamento, le rotatorie rimangono compatte.

Vi sono altri elementi che caratterizzano questo tipo di incrocio come il più sicuro.

Le caratteristiche delle rotatorie moderne sono:

-Il tragitto di entrata nel traffico mira al centro dell'isola e viene lentamente deviato intorno ad essa, portando ad una diminuzione della velocità e ad una consapevolezza maggiore, e quindi ad una riduzione degli incidenti.

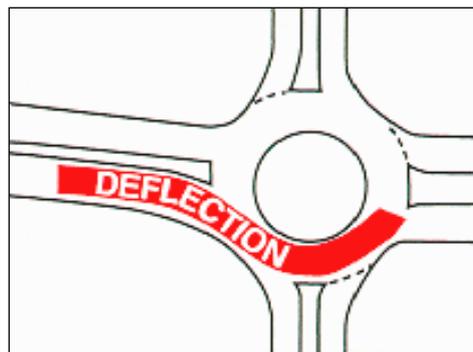


Figura 22: Angolo di deflessione in una rotatoria

- Per controllare la velocità di entrata e scoraggiare le svolte a sinistra, tutti gli accessi hanno dei divisori
- Numero basso dei punti di conflitto nella rotatoria se paragonata ad altri tipi di intersezioni a raso
- Separazione dei punti di conflitto
- Operazione ad un senso della carreggiata di circolazione
- Disponibilità di una distanza visiva adeguata agli accessi
- Gli attraversamenti non sono permessi

- Non è permesso parcheggiare all'interno della rotatoria

Un vantaggio ulteriore delle rotatorie è che l'unico movimento all'entrata e all'uscita è la svolta a destra.

Questo riduce la frequenza e la gravità degli incidenti se paragonati ad incroci dove è permesso girare a sinistra (incidenti frontali di svolta a sinistra) o dove le strade sono organizzate in modo perpendicolare (il traffico di attraversamento può portare ad incidenti ad angolo retto).

In generale è risaputo che le rotatorie riducono la frequenza degli incidenti e per questo vengono realizzate con maggiore frequenza.

Nel convertire diversi tipi di svincoli in rotatorie, alcuni paesi hanno condotto degli studi del "prima e dopo" per dimostrare l'effetto di questo strumento sulla riduzione degli incidenti. In generale, sono state trovate delle diminuzioni notevoli, eccetto per gli incidenti che coinvolgono veicoli a due ruote, ove le diminuzioni sono state minime.

Secondo uno studio effettuato nel 1994 nei Paesi Bassi, una diminuzione del 95% nelle lesioni agli occupanti dei veicoli è stato raggiunto quando molti incroci convenzionali sono stati rimpiazzati da rotatorie moderne. Anche altri paesi hanno avuto risultati simili con una diminuzione degli incidenti.

La tabella 12 illustra i risultati di svariati studi internazionali sulla diminuzione degli incidenti..

Tabella 12: Diminuzione media degli incidenti in diversi paesi

Nazione	Diminuzione Media (%)	
	Tutti gli Incidenti	Incidenti con lesioni
Australia	41 - 61%	45 - 87%
Francia		57 - 78%
Germania	36%	
Paesi Bassi	47%	95%
Gran Bretagna		25 - 39%
Stati Uniti	37%	51%

Una caratteristica importante delle rotatorie per quanto riguarda la frequenza degli incidenti è il numero di lati, come dimostra chiaramente uno studio inglese. La Tabella 13 (Kennedy et al, 2005) mostra, come previsto, che la frequenza degli incidenti aumenta con il numero di accessi.

Tabella 13: Frequenza degli infortuni nelle rotatorie della G.B. per numero di accessi 1999 - 2003

Nº di strade	Nº di siti	Frequenza degli incidenti	Gravità (% di incidenti fatali e gravi)
3	326	0,79	9,3

4	649	1,79	7,1
5	157	3,66	7,1
6	30	5,95	5,2
Tutti	1162	1,87	7,2

Tabella 14:Frequenza degli incidenti nelle rotatorie in diverse nazioni

Nazione	Riferimenti	Nº. Di rotatorie studiate	Frequenza degli incidenti	Nº totale degli incidenti
Australia	Citato in NCHRP 264 (1998)	290	0.60	174
Australia ¹	Arndt and Troutbeck (1995)		4.00	----
Francia	Guichet (1997)	12,000	0.11	1,320
Danimarca	Jorgensen (1990)	63	1.0 to 1.25	71
Nuova Zelanda	Harper and Dunn (2003)	95	0.51	48
Paesi Bassi ²	Schoon and Van Minnen (1994)	16	0.75	12
Paesi Bassi ²	Van Minnen (1993)	46	0.23	11
Svizzera ³	Spacek (2004)	32	0.85	27
GB	Maycock and Hall (1984)	84	2.36 to 4.38	283
GB	Current	1,162	1.77	2,057
US ⁴	NCHRP Synthesis 264 (1998)	11	1.50	17

Siti all'estero	396	0.603	239
Siti europei	13,403	0.282	3,780
Tutti i siti	13,799	0.291	4,019

1 Stimato per le rotatorie a due corsie; include solo gli incidenti con danni materiali

2 vittime per rotatoria per anno

3 Stima

4 Rotatoria ad una corsia nel Maryland ed in Florida

La Tabella 14 indica le frequenze degli incidenti per diverse nazioni ed anche le frequenze medie degli incidenti per l'Europa, l'estero e per tutti i siti. Le frequenze medie degli incidenti per tutti i siti e per l'Europa sono molto simili, poiché i campioni più grandi vengono prevalentemente dalle nazioni europee.

Nel 1999, Luis Serrano Sadurní e Fernando Gutiérrez Parra hanno effettuato uno studio *“prima e dopo”* per analizzare l’impatto dell’installazione delle rotatorie sugli incidenti del traffico. Hanno classificato tre tipi di casi nei quali gli incroci sono stati convertiti in rotatorie:

- Incroci senza semafori. Ogni strada dell’incrocio sarebbe un accesso alla futura rotatoria. Questo caso viene chiamato: *“incrocio _ rotatoria”*. Hanno studiato 12 casi.
- Incroci con semafori. Ogni strada dell’incrocio sarebbe un accesso alla futura rotatoria. Questo caso viene chiamato: *“incrocio con semaforo _ rotatoria”*. Hanno studiato quattro casi.
- Siti dove c’è una rotatoria al momento ma non c’era nel passato. Questo caso viene chiamato: *“niente _ rotatoria”*. Hanno studiato sei casi.

I cambiamenti nel numero degli incidenti quando vengono considerati gli incidenti dal 1996-1999 vengono indicati nella Tabella 15..

Tabella 15: Tabella Comparata dei risultati commisurata alla gravità degli incidenti

Parametro	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
	Incrocio _ Rotatoria 12 casi	Incrocio con semaforo _ Rotatoria 4 casi	Niente _ Rotatoria 6 casi
Nº di incidenti	-61.20%	-66.70%	+10.50%
Nº di incidenti fatali	-48.62%	-72.90%	-73.92%
Nº di incidenti con lesioni	-72.04%	-73.59%	-61.47%
Nº di veicoli coinvolti	-70.00%	-65.54%	-18.13%
- Segno: riduzione		+ Segno: aumento	

Il valore positivo (nessuna riduzione ma aumento degli incidenti) significa che attualmente ci sono incidenti in un posto senza incidenti, poichè non c’era un incrocio.

Inoltre i ricercatori hanno cercato di collegare l’avvenimento degli incidenti sulle rotatorie con le caratteristiche degli incroci. I ricercatori svedesi Brüde e Larson hanno sviluppatao un modello che considera il numero di lati (tre o quattro lati), il limite massimo di velocità locale (70 km/h o 50 km/h) ed il numero di corsie di entrata (una o due)..

$$\text{Tasso di collisione CR} = 0,1353 \cdot 0,86^{3\text{leg}} \cdot 1,88^{\text{speed}70} \cdot 1,20^{2\text{lanes}}$$

Le tre variabili fittizie rappresentano:

- Il numero di accessi

(^{3leg} = 1 se ci sono 3 accessi, 0 con 4 accessi)

- Il limite Massimo della velocità locale

(^{speed70} = 1 se il limite massimo di velocità locale è 70 km/h, 0 se 50 km/h)

- Il numero di corsie di entrata

(^{2lanes} = 1 se ci sono 2 corsie di ingresso, 0 se vi è solo 1 corsia)

Gli incidenti con lesioni [acc./106 veh. in entrata allo svincolo] vengono dati da:

$$A = 0,8178 CR^{1,6871}$$

La Tabella 16 indica i risultati possibili per il Tasso di Collisione (CR) ed il numero di incidenti con lesioni ogni 106 veicoli, secondo il modello svedese. Come previsto, le rotonde a tre lati con un limite di velocità locale di 50 km/h e solo una corsia di entrata hanno il tasso più basso di incidenti con lesioni, se paragonati alle rotonde a quattro lati con un limite di velocità locale di 70 km/h e due corsie di entrata, le quali hanno i tassi più alti di incidenti con lesioni.

La tabella indica, dato un traffico medio giornaliero (ADT= 15.000 veicoli al giorno) in entrata allo svincolo, il tasso annuale degli infortuni nelle varie combinazioni dei casi: tre o quattro strade, 50 o 70 Km/h, una o due corsie di entrata.

Tabella 16: Risultati per il modello infortunistico Svedese di Brùde e Larson

3-strade	1	1	1	1	1	1	1	1
4-strade	0	0	0	0	0	0	0	0
Limite velocità = 70 km/h	1	1	1	1	1	1	1	1
Limite velocità = 50 km/h	0	0	0	0	0	0	0	0
2 corsie in entrata	1	1	1	1	1	1	1	1
1 corsia in entrata	0	0	0	0	0	0	0	0
Tasso di collisione: CR	0,2625	0,2188	0,1396	0,1164	0,3052	0,2544	0,1624	0,1353
Incidenti con lesioni: A [acc./10 ⁶ veh.]	0,0856	0,0630	0,0295	0,0217	0,1105	0,0812	0,0381	0,0280
Posizione	7	5	3	1	8	6	4	2

ADT	15.000							
Incidenti con lesioni/anno	0,4689	0,3447	0,1616	0,1188	0,6047	0,4446	0,2085	0,1533
Un incidente con lesioni ogni	2,1 anni	2,9 anni	6,2 anni	8,4 anni	1,7 anni	2,2 anni	4,8 anni	6,5 anni

Comparazione dei tipi di incroci

La frequenza e la gravità dell'incidente cambia a seconda del tipo di incrocio. La differenza nel tasso di incidentalità viene attribuita alle diverse velocità ed ai diversi numeri e tipi di punti di conflitto..

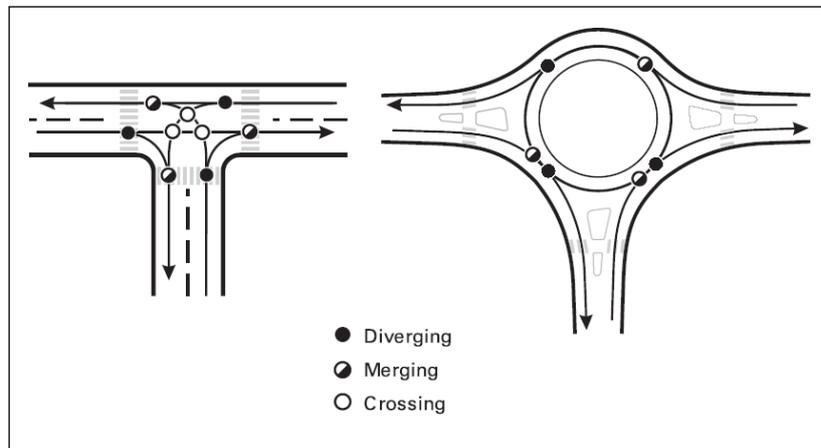


Figura 23: 9 punti di conflitto di un incrocio a tre lati e 6 punti di conflitto in una rotatoria con tre lati

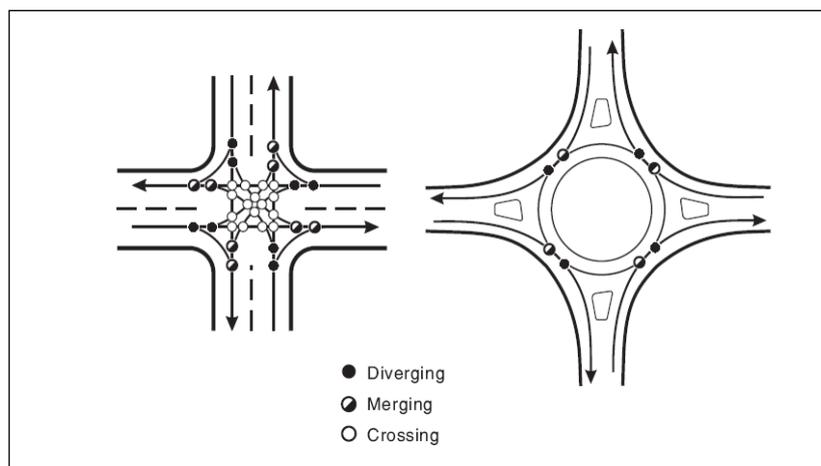


Figura 24: 32 punti di conflitto di un incrocio a 4 lati (incrocio standard) e 8 punti di conflitto di una rotatoria a 4 lati

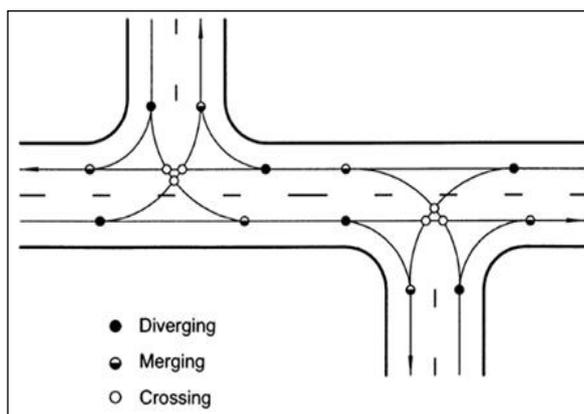


Figura 25: 18 punti di conflitto di un incrocio sfalsato (2 incroci a T ravvicinati)

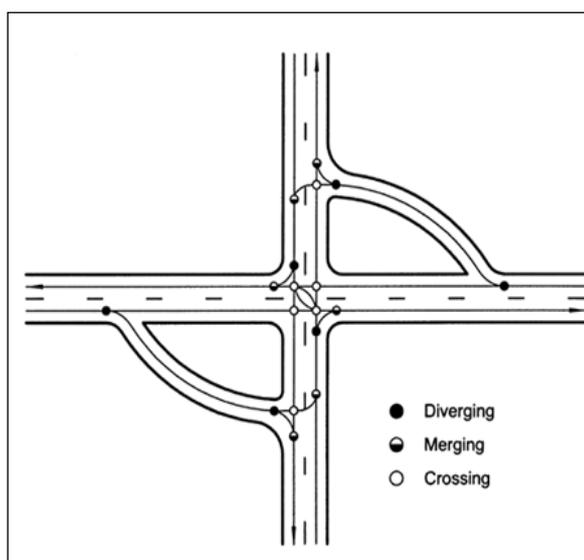


Figura 26: 18 punti di conflitto di un incrocio a 4 lati con "due manici di brocca"

I conflitti possono essere divisi in tre categorie di base, nelle quali cambia la gravità, come segue:

- Conflitti di coda (divergenti). Questi conflitti sono causati da un veicolo che, sopraggiungendo, tampona la parte posteriore di un altro veicolo in fila. Questi tipi di conflitti possono succedere dietro una coda in movimento o dove i veicoli in fila per girare a sinistra aspettano di trovare degli spazi per immettersi. Sono i meno gravi di tutti i conflitti poiché gli impatti coinvolgono le parti più protette dei veicoli e la differenza di velocità tra i veicoli è minore rispetto agli altri conflitti.
- Conflitti di convergenza e divergenza. Questi conflitti sono causati dalla convergenza o divergenza di due flussi di traffico. Gli scontri più comuni dovuti ai conflitti di convergenza sono gli urti laterali e gli impatti posteriori. I conflitti di convergenza possono essere più gravi per via di una possibilità maggiore di collisioni al lato del veicolo, che di solito è meno protetto rispetto alle parti anteriore e posteriore.
- Conflitti di attraversamento. Questi conflitti sono causati dall'incrocio di due flussi di traffico. Sono i conflitti più gravi in assoluto e di solito causano incidenti con lesioni o vittime. Gli scontri tipici sono gli impatti ad angolo retto e gli impatti frontali.

Il funzionamento del traffico migliora con il diminuire dei punti di conflitto. Pertanto, le rotatorie a tre lati sono più sicure degli incroci a tre lati etc.

Uno studio effettuato nel 1994 da Schnüll et al. paragona la sicurezza dei tipi di svincoli di base -incroci e congiunzioni sfalsate - sulle strade al di fuori delle zone abitate. Lo scopo della ricerca è di dare dei suggerimenti sulle aree utili dei tipi di svincoli elementari. Alcuni risultati sono riassunti nella Tabella 17

Tabella 17: Valori infortunistici tipici per diversi tipi di incroci (Schnüll et al. 1994)

	Incroci	Incroci attrezzati con segnali Senza filtro per svolta a sinistra e spenti di notte	Incroci attrezzati con segnali e filtro per svolta a sinistra non spenti di notte	Grado di separazione parziale	Incrocio sfalsato
Tasso medio infortunistico [acc./10 ⁶ veh.]	0,93	1,31	0,86	0,94	0,84
Tasso del costo degli incidenti [DEM/10 ³ veh.]	80,40		36,80	38,60	37,20
Incidente di gravità media [DEM/acc.]	86.000	41.000 - 44.000	41.000 - 44.000	41.000 - 44.000	41.000 - 44.000

Gli incroci a raso presentano un rischio infortunistico molto più alto degli svincoli sfalsati e di altre forme di svincoli.

Per tale ragione, questi incroci dovrebbero essere utilizzati solo per le strade con un volume di traffico e velocità ridotti, e dovrebbero essere evitati se possibile. Gli incroci con velocità alte ed un volume di traffico intenso dovrebbero essere attrezzate con semafori, o ancora meglio con rotatorie o svincoli sfalsati.

Paragonati agli incroci, anche gli svincoli sfalsati hanno una prestazione migliore (somma di tutti i veicoli che entrano nello svincolo) presumendo una frazione media di uscita. Incroci: 12,000 veh/giorno e svincoli sfalsati 15,000 veh/ giorno.

Schnüll et al. hanno fatto delle ricerche su un grande numero di criteri di valutazione come i valori infortunistici tipici, le prestazioni, la compatibilità ambientale e l'efficacia dei costi, e sono arrivati al risultato che contrariamente agli incroci gli svincoli sfalsati in teoria hanno solo dei vantaggi. Ma hanno anche suggerito di effettuare una valutazione comparata tra: 1) forme di svincolo di base con grado di separazione parziale, 2) rotatorie e 3) incroci attrezzati con semafori.

Anche un altro studio di Eckstein et al. fatto nel 2002 ha paragonato la sicurezza dei tipi di svincoli. Sono arrivati ai seguenti risultati, tra molti altri:

- I tassi del costo infortunistico dello svincolo dipendono dal tipo base (progettazione dello svincolo) e dalla gestione del traffico
- I tassi del costo infortunistico degli svincoli sono indipendenti dal volume del traffico
- gli svincoli influiscono sulla sicurezza dei tratti di strada adiacenti

- Le rotatorie piccole hanno tassi infortunistici più bassi e quindi un livello di sicurezza migliore
- Le rotatorie piccole sono seguite dagli svincoli a mezzo quadrifoglio (la strada di attraversamento è separata per livello)
- Gli incroci a T sono più sicuri degli altri incroci ma siccome ci vogliono due incroci a T per sostituire un incrocio, non si può dire in generale che la somma di due incroci a T sia più sicura di un incrocio
(in contrasto a Schnüll et al.)
- I semafori aumentano il livello di sicurezza solo quando utilizzati con più di due fasi
- Gli incroci gestiti con STOP/PRECEDENZA hanno il livello di sicurezza più basso. I semafori a due fasi non aumentano il livello di sicurezza.

La Tabella 18 seguente indica quale tipo di incrocio è raccomandabile per gli incroci tra strade secondarie e strade di altre categorie..

Tabella 18: Tipo di incrocio consigliato per incroci tra strade secondarie e strade di altre categorie.

	Strada secondaria	
	Due corsie (2x2)	Una corsia (2x1)
Strada principale: <i>Strada di scorrimento</i>	Rotatoria, o: tutti gli accessi controllati da stop/precedenza con semafori e possibilmente misure per ridurre la velocità	Rotatoria, o: tutti gli accessi controllati da stop/precedenza, possibilmente con semafori e/o misure per ridurre la velocità
Strada secondaria:		
<i>Due corsie (2x2)</i>	Rotatoria, o tutti gli accessi controllati da stop/precedenza con semafori e possibilmente misure per ridurre la velocità	Rotatoria, o tutti gli accessi controllati da stop/precedenza, possibilmente con semafori e/o misure per ridurre la velocità
<i>Una corsia (2x1)</i>	Rotatoria, o tutti gli accessi controllati da stop/precedenza con semafori e possibilmente misure per ridurre la velocità	Rotatoria, o tutti gli accessi controllati da stop/precedenza, possibilmente con semafori e/o misure per ridurre la velocità
Strada locale	Da evitare il più possibile	Rotatoria, o tutti gli accessi controllati da stop/precedenza, possibilmente con semafori e/o misure per ridurre la velocità
Pista ciclabile	Svincoli su più livelli	Svincoli su più livelli o rotatoria o semaforo
Corsie per I mezzi pubblici	Svincoli su più livelli	Svincoli su più livelli o attraversamenti a livello protetti

Rotatoria: La rotatoria, come indicato prima, è la forma più sicura dell'incrocio (tutte le strade sullo stesso livello).

Incroci gestiti da stop/precedenza: La progettazione degli incroci controllati da stop/precedenza devono favorire la precedenza. Per questa ragione e per ragioni di sicurezza del traffico, i seguenti elementi di progettazione sono necessari:

- Una corsia per la svolta a sinistra sulla strada principale
- Un'isola di separazione sulla strada laterale
- Un massimo di una singola corsia per il flusso del traffico in ogni direzione
- Un massimo di una singola corsia sulla strada laterale..

Conclusioni

La quantità di traffico spiega più della metà della variazione dei tassi infortunistici degli incroci controllati da stop/precedenza. L'impatto della quantità di traffico sulle strade laterali è maggiore dell'impatto della quantità di traffico sulla strada principale.

Quando gli incroci controllati da stop/precedenza con tre lati sono paragonati agli incroci controllati da stop/precedenza a quattro lati, sembra che gli incroci a tre strade siano più sicuri degli incroci a quattro strade.

La separazione delle corsie per le strade laterali non dovrebbe essere troppo alta per via della possibilità di collisioni

Incroci con semafori

Gli incroci con stop/precedenza di solito hanno semafori per via dei problemi di capienza o del flusso del traffico. I semafori potrebbero essere utilizzati anche solo per la sicurezza del traffico. Per ragioni di sicurezza, i semafori dovrebbero funzionare 24 ore al giorno.

Incroci a livelli separati

La capacità di un incrocio a raso dovrebbe essere controllata dalle caratteristiche della strada principale. In alcuni casi i veicoli che arrivano dalle strade minori controllano il numero di veicoli che possono passare attraverso l'incrocio. Al di là dei problemi di capienza citati, questi incroci forniscono molte opportunità di collisione tra i veicoli e quindi probabilmente hanno un numero elevato di incidenti.

Una delle soluzioni possibili al problema è la conversione ad un incrocio a livelli separati. Dal punto di vista della sicurezza, la scelta di incroci a livelli separati è molto vantaggiosa, ma i costi iniziali di costruzione sono notevoli se paragonati alle intersezioni a raso.

Pertanto, l'ingegnere responsabile della progettazione dovrebbe valutare attentamente ed utilizzare le seguenti condizioni per giustificare la sua decisione. Un incrocio a livelli separati dovrebbe essere realizzato:

- Se si desidera un flusso del movimento del traffico libero
- Se deve essere eliminata una strettoia

-Se deve essere eliminato un punto nero del traffico esistente

- Se le perdite economiche dovute ai rallentamenti del traffico sono abbastanza alte (alla lunga, i costi di costruzione iniziali potrebbero essere inferiori ai costi della benzina, delle gomme, dell'olio, delle riparazioni e degli incidenti, inoltre ai costi del tempo degli utenti stradali)

- Se le difficoltà topografiche rendono la costruzione di un incrocio a livello più cara di un incrocio a livelli separati.

2.3.7.3 Illuminazione degli svincoli/incroci

Nel 1976, Rockwell, Hungerford, e Balasubramanian hanno effettuato una ricerca per studiare la condotta degli automobilisti che accedono agli incroci attrezzati di strisce rifrangenti speciali e segnali, o illuminazioni. Un risultato importante nell'osservare 168 approcci di prova è stato che l'utilizzo dell'illuminazione stradale ha migliorato in modo significativo la guida e la percezione anticipata dell'incrocio, mentre la segnaletica, la demarcazione e le strisce stradali nuove hanno mostrato un cambiamento marginale della guida.

Nel 1996, Bauer e Harwood hanno riscontrato che agli incroci in aree extraurbane con quattro lati gestiti dagli STOP, gli incroci illuminati hanno avuto il 21% in meno di incidenti totali e con lesioni rispetto agli incroci non illuminati. Tuttavia, nessun effetto simile è stato osservato per il totale degli incidenti agli incroci, e l'opposto è stato riscontrato per gli incroci in aree urbane con quattro lati controllati dagli STOP. Questi risultati sono stati presi dagli incidenti osservati in ogni momento della giornata (durante il giorno e la notte).

Uno studio di Blower, Campbell, e Green (1993) indica che gli incidenti con i camion in Michigan sono più frequenti di notte ed in ambienti rurali; la combinazione di questi due fattori sembra indicare una illuminazione minore.

2.4 Bibliografia

- *RISER consortium. D06: European Best Practice for Roadside Design: Guidelines for Roadside Infrastructure on New and Existing Roads. RISER deliverable, February 2006*
- *Matena et al.: Road Design and Environment – Best practice on Self-explaining and Forgiving Roads. RIPCORDER-ISEREST deliverable D3, 2005*
- *Herrstedt: Self-explaining and Forgiving Roads – Speed management in rural areas. Paper presented in ARRB Conference, October 2006*
- *U.S. Department of Transportation. Roadside improvements for local roads and streets. Federal highway administration, USA, October 1986*
- *BABKOV: Road Conditions and Traffic Safety, Miv Publishers, Moskau, 1975, Soviet Union*
- *BIEDERMANN: Straßentrassierung auf der Grundlage von Geschwindigkeiten aus Sehfelduntersuchungen, Dissertation, Darmstadt, Technische Hochschule Darmstadt, Fakultät für Wasser und Verkehr, 1984, Germany*
- *COUNCIL, STEWARD: Safety effects of the conversion of two-lane rural to four-lane rural roadways based on crosssectional models, Transportation Research Board Annual Meeting, 2000*

- DURTH, W., BIEDERMANN, B., VIETH: *Einflüsse der Erhöhung der Geschwindigkeiten und Beschleunigungen von Fahrzeugen auf die Entwurfsgeschwindigkeit*, In: *Straßenbau und Straßenverkehrstechnik*, Bonn - Bad Godesberg, H.385, 1983, Germany
- DURTH, W., BALD, J.S., WOLFF, N.: *Wirksamkeit trassierungstechnischer Ausgleichsmaßnahmen bei Unter- und Überschreitung von Trassierungsgrenzwerten*
- *Schlussbericht des Forschungsauftrages FA 2.076G81E des Bundesministeriums für Verkehrs, Darmstadt, 1986, Germany*
- ELVIK, R. / VAA, T.: *The handbook of road safety measures*; Amsterdam; Heidelberg [u.a.] : Elsevier, 2004
- GLENNON, J., NEWMAN, T., LEISCH, J.: *Safety and operational considerations for design of rural curves*, Report No. FHWA/RD-86/035, Federal Highway Administration, Washington, D.C., 1985, U.S.A.
- HAMMERSCHMIDT, A.: *Einfluss ausgewählter Entwurfsparameter auf das Unfallgeschehen*
- *Studienarbeit, TU Dresden, 2006, Germany*
- HIERSCHE / LAMM / DIETERLE / NIKPOUR: *Auswirkungen von Ausbaumaßnahmen gemäß RAS-L auf die Verkehrssicherheit zweispuriger Straßen*, in In: *Straßenbau und Straßenverkehrstechnik*, Bonn – Bad Godesberg, H.431, 1984, Germany
- HEDMAN: *Road design and safety - VTI Rapport 351A*, pp 225-238, Swedish Road and Traffic Research Institute, Linköping, 1990, Sweden
- HOBAN: *Selecting appropriate geometric standards for rural road improvements - Compendium of technical papers*, 58th Annual Meeting, pp 332-340, Institute of Transportation Engineers, Washington D.C., 1988, U.S.A.
- JOHNSTON, I.R: *Modifying Driver Behaviour on Rural Road Curves - Proc 11th Australian Road research Board Conference 11(4)*, pp 115-134, 1982, Australia
- KOEPEL, BOCK: *Kurvigkeit, Stetigkeit und Fahrgeschwindigkeit in: Straße und Autobahn*, H.8, Kirschbaum Verlag Bonn, 1970, Germany
- KREBS, H.G., KLÖCKNER: *Untersuchungen über Unfallraten in Abhängigkeit von Straßen- und Verkehrsbedingungen außerhalb geschlossener Ortschaften*
- *in: Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik; Bonn – Bad Godesberg, Heft 223, 1977, Germany*
- LAMM, R.: *Beeinflusst die Überlagerung von Lage- und Höhenplankrümmungen das Unfallgeschehen?* in: *Straßen- und Tiefbau*, H.1-3, 1982, Germany
- LAMM, R., BECK, A., ZUMKELLER K.: *Analyse von Zusammenhängen zwischen Verkehrssicherheit und Straßenentwurf auf Außerortsstraßen*
- *in: Straßen- und Tiefbau; Heft 12, Seiten 6 – 12; 1999*
- LAMM, R., PSARIANOS, B., MAILAENDER T.: *Highway design and traffic safety engineering handbook*; New York, - McGraw-Hill, 1999
- LEUTNER, R.: *Fahrraum und Fahrverhalten - Veröffentlichungen des Institutes für Straßenbau und Eisenbahnwesen der Universität Karlsruhe*, 1974, Germany
- LEUTZBACH, W., BAUMANN: *Zusammenhang zwischen Verkehrsunfällen und Verkehrsbedingungen auf zweispurigen Landstraßen in Abhängigkeit vom Straßenquerschnitt*

- *Forschungsauftrag 3.123 G 80 F des Bundesministeriums für Verkehr, 1983, Germany*
- *LEUTZBACH, W., ZOELLMER, J.:Zusammenhang zwischen der Verkehrssicherheit und den Elementen des Straßenentwurfs - Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Bonn – Bad Godesberg, Heft 545, 1989, Germany*
- *LIPPOLD, Ch. - Weiterentwicklung ausgewählter Entwurfsgrundlagen von Landstraßen - Dissertation; Fachbereich Wasser und Verkehr der technischen Hochschule Darmstadt; Darmstadt, 1997, Germany*
- *McBEAN, P.A. - The influence of road geometry at a sample of accident sites - Laboratory Report LR1053, 16 p., Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, 1982, United Kingdom*
- *McLEAN, J.R. - Accident-width relationship for single-carriageway rural roads - Australian Road Research 15(4), pp 271-275, 1985, Australia*
- *MIAOU, S. P. Measuring the Goodness-of-Fit of Accident Prediction Models - Report No. FHWA-RD-96-040, Federal Highway Administration, 1996, U.S.A*
- *OGDEN, K.W. - Safer roads: A guide to road safety engineering - Institute of Transport Studies, Department of Civil Engineering, Monash University Melbourne, Avebury Technical, 1996, Australia*
- *OECD - Hazardous road locations: Identification and counter-measures - Organisation for Economic Cooperation and Development, 108 p., OECD, Paris, 1976, France*
- *PFUNDT - Vergleichende Unfalluntersuchungen auf Landstraßen - Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Bonn – Bad Godesberg, Heft 82, 1969, Germany*
- *TRB - Transportation Research Board: Designing safer roads - Special Report 214, 319 p, TRB, Washington D.C., 1987, U.S.A.*
- *TURNER, D. S. / FAMBRO, D. B. / ROGNESS, R. O. - Effects of paved shoulders on accident rates for rural Texas highways - Transportation Research Record 819, pp 30-37, 1981*
- *ZEGEER / DEEN / MAYES - Effect of lane and shoulder widths on accident reduction on rural two-lane roads - Transportation Research Board 806, pp 33-43, Washington D.C., 1981, U.S.A.*
- *ZEGEER / STEWART / REINFURT / COUNCIL / NEUMAN / HAMILTON / MILLER / HUNTER - Cost-effective geometric improvements for safety upgrading of horizontal curves - Report FHWA-RD-90-021, FHWA, Washington, D.C., 1991, U.S.A.*
- *ZEGEER / TWOMEY / HECKMAN / HAYWARD - Safety Effectiveness of highway design features - Federal Highway Administration, Vol.2, Alignment, Washington D.C., 1992, U.S.A.*
- *ZEGEER / COUNCIL - Highway design, highway safety and human factors - Transportation Research Circular 414, pp 20-34, Transportation Research Board, Washington D.C., 1993, U.S.A.*
- *Cairney, P: Skid Resistance and Crashes – A Review of the Literature. Research Report No. 311, ARRB Transport Research Ltd, Vermont South Victoria, Australia, 1997.*
- *Roe, Parry, Viner: High and Low Speed Skidding Resistance: The Influence of Texture Depth. TRL Report 367. Crowthorne, U.K., 1998.*
- *McLean J., G. Foley: Road Surface Characteristics and Condition – Effects on Road Users. Research Report No. 314, ARRB Transport Research Ltd, Vermont South, Victoria, Australia, 1998.*

- *PIARC: Report of the Committee on Surface Characteristics. World Road Association (PIARC), XV__ World Road Congress, Brussels, Belgium, 1987.*
- *Sandberg U. Influence on Road Surface Texture on Traffic Characteristics Related to Environment, Economy, and Safety. A State-of-the-art Study Regarding Measures and Measuring Methods. VTI notat 53A. Swedish National Road and Transport Research Institute, 1997.*
- *Wallman, C.G., Ström H: Friction Measurement Methods and the Correlation between Road Friction and Traffic Safety – Literature Review. Project Code 80435, Swedish National Road and Transport Research Institute, Linköping, Sweden, 2001.*
- *Larson, R.M. Consideration of Tire/Pavement Friction/Texture Effects on Pavement Structural Design and Materials Mix Design. Office of Pavement Technology, HIPT, 1999.*
- *Heinijoki H: Kelin kokemisen, rengaskunnon ja rengustyyppin vaikutus nopeuskäyttäytymiseen (Influence of the Type and Condition of Tires and Drivers' perception of Road conditions on Driving Speed). FinnRA reports 19/1994, Finnish Road Administration, Helsinki, 1994.*
- *Wallman C.G. Driver Behaviour on Winter Roads, a Driving Simulator Study. VTI rapport 419A, Statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping, 1995.*
- *Öberg G. Vädrets och väglagets inverkan på personbilshastigheten. VTI notat No. 62, Statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping, 1994.*
- *Schulze K.H., A. Gerbaldi, J. Chavet: Skidding Accidents, Friction Numbers, and the Legal Aspects Involved. In Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 623, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1976.*
- *Pérez Barreno. Influencia del ligante en la resistencia a deformaciones plásticas de las mezclas bituminosas. Revista Carreteras, Nº 130, 2003.*
- *M. Á. Rodríguez Valverde et al.. Velocidad de rotura de las emulsiones bituminosas en contacto con áridos. Revista Carreteras, Nº 130, 2003.*
- *Potti el al.. Emulsiones termoadherentes para riegos de adherencia. Revista Carreteras, Nº 127, 2003.*
- *C.J. Bester – The effect of road roughness on safety – Department of Civil Engineering University of Stellenbosch, 2002*
- *C. V. Zegeer, D. W. Reinfurt, J. Hummer, L. Herf, and W. Hunter: "Safety Effects of Cross-Section Design for Two-Lane Roads", Transportation Research Record 1195, Transportation Research Board, 1988*
- *Zeeger C., Reinfurt D., Hummer J., Herf L., Hunter W. – Safety effects of cross-section design fort two lane roads – FHWA-RD-87/008, 1987*
- *M.Roine, R. Kulmala: Accident models for major roads in Finland. Links on single carriageways outside densely populated areas – Research Report 730, VTT, 1990.*
- *Kalakota K.R., Seneviratne P.N – Accident prediction models for two-lane rural highways – north Dakota State University – 1994*
- *"Guide for Monitoring and Enhancing Safety on the National Truck Network", Federal Highway Administration, Washington, D C, 1986*
- *J. A. Cirillo: "Safety Effectiveness of Highway Design Features", Volume 1, Access Control, 9 p, Federal Highway Administration, Washington, D C, 1992*

- *Committee on access management: "Driveway and street intersection spacing", Transportation Research Board, Transportation Research Circular 456, Washington, D.C., 1996*
- *Ezra Hauer: "Access and Safety", Professor (Emeritus), Department of Civil Engineering, University of Toronto, Toronto, April 15, 2001*
- *R. Muskaug: "Risiko på norske riksveger", Institute of Transport Economics, Oslo, 1985*
- *D.W. Harwood, F.M. Council, E. Hauer, W.E. Hughes, and A. Vogt: "Prediction of the expected safety performance of rural two-lane highways", FHWA-RD-99-207, December 2000*
- *Interactive Highway Safety Design Model (IHSDM): "Crash Prediction Module Engineer's Manual", September 30, 2004*
- *J. Lovell and E. Hauer: "The Safety Effect of Conversion to All-Way STOP Control", Transportation Research Record 1068, Transportation Research Board, 1986*
- *Eduardo Fernández de Villalta Ferrer-Dalmau: "Intersection morphology and design", in CARRETERAS magazine, Spain, Nov.-Dez. 2004*
- *Leif Ourston and Joe G. Bared: "Roundabouts: A Direct Way to Safer Highways", in PUBLIC ROADS online magazine, Volume 58, No. 2, Autumn 1995*
- *J. Kennedy, J. Peirce and I. Summersgill: "Review at accident research at roundabouts" National roundabout conference U.K., Draft 2005*
- *C. Shoon and J. Van Minnen: "The Safety of Roundabouts in the Netherlands", TRAFFIC ENGINEERING AND CONTROL, pp. 142-148, March 1994*
- *"Roundabouts: An Informational Guide", Federal Highway Administration Report No. FHWA-RD-00-067, U. S. Department of Transportation, Washington, D.C., June 2000*
- *J. Kennedy, J. Peirce and I. Summersgill: "Review at accident research at roundabouts" National roundabout conference U.K., Draft 2005*
- *Luis Serrano Sadurní and Fernando Gutiérrez Parra: "La influencia de la implantación de glorietas en los accidentes de tráfico", Asociación Técnica de Carreteras, RUTAS magazine, p.33-37, Madrid, Mar.-Apr. 1999*
- *U. Brüde and J. Larson: "What roundabout provides the highest possible safety from a traffic safety point of view?", VTI meddelande 864 and 865 Nordic Road and Transport Review N° 2, 2000*
- *R. Schnüll and T. Richter: "Sicherheitsvergleich der Knotenpunktgrundformen Kreuzung Und Rechtsversatz an Straßen außerhalb bebauter Gebiete", Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 683, Bonn: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen 1994*
- *K. Eckstein and V. Meewes: Sicherheit von Landstraßen-Knotenpunkten, Institut für Straßenverkehr Köln, Nr. 40, Köln 2002*
- *NetTOM eLearning Workshop: July 2004, TOM609, "Highway Engineering" on:*
- *http://cbdd.wsu.edu/edev/NetTOM_ToT/Resources/Other/TOM609/index.htm, downloaded: 19. Sep. 2005*
- *L. Staplin, K. W. Gish, L. E. Decina, K. H. Lococo, D. L. Harkey, . S. Tarawneh, R. Lyles, D. Mace and P. Garvey: "Synthesis of human factors research on older drivers and highway safety", Volume II:*

Human Factors and Highway Safety Research Synthesis, FHWA-RD-97-095, Federal Highway Administration, October 1997

- *K. M. Bauer and D. W. Harwood: "Statistical Models of At-Grade Intersection Accidents", Report No. FHWA-RD-96-125, Federal Highway Administration, 1996*
- *D. Blower, K.L. Campbell and P.E. Green: "Accident rates for heavy truck-tractors in Michigan", Accid Anal Prev.,25(3):307-21, Jun. 1993*

3 Utenti Stradali Vulnerabili

Gli standard della progettazione stradale per le strade secondarie hanno origine principalmente da ciò che veniva utilizzato decine di anni fa, con degli standard destinati ad una composizione del traffico diversa e tipi di veicoli diversi. Le misure di sicurezza per gli utenti stradali vulnerabili come le agevolazioni per l'attraversamento pedonale, le piste ciclabili, le "forgiving roadsides", i segnali e la segnaletica orizzontale potrebbero non esserci o essere inadeguati. Inoltre, con un aumento della motorizzazione e con veicoli capaci di velocità maggiori, gli utenti stradali vulnerabili (VRU) sono ancora più in pericolo.

I VRU sono principalmente coloro che non hanno una protezione esterna, ossia i pedoni ed i ciclisti; le persone anziane, i bambini e le persone disabili; i veicoli a "due ruote motorizzati" (motociclette, scooter e motorini = PTW) sono anche relativamente indifesi, dunque vengono definiti vulnerabili.

Nell'Unione Europea, il 32% circa delle persone uccise sulle strade rurali sono VRU: 10% pedoni, 5% ciclisti e 17% motociclisti con motorini o motociclette. La loro quota varia di nazione in nazione (fig.27). In Svizzera, Lussemburgo, Italia, Slovenia, Francia, Austria, GB, Grecia, Cipro, Germania e Spagna, la quota di morti PTW è più alta che in altre nazioni e può solo in parte essere spiegata da un numero maggiore di motociclisti. Nei Paesi Bassi, ed in misura minore anche in Belgio, la quota di ciclisti è più alta che in altri paesi europei. Dal 2001, le morti sono scese in tutte le categorie di utenti stradali, eccetto per i motociclisti. (ETSC Pin Report, 2010)..

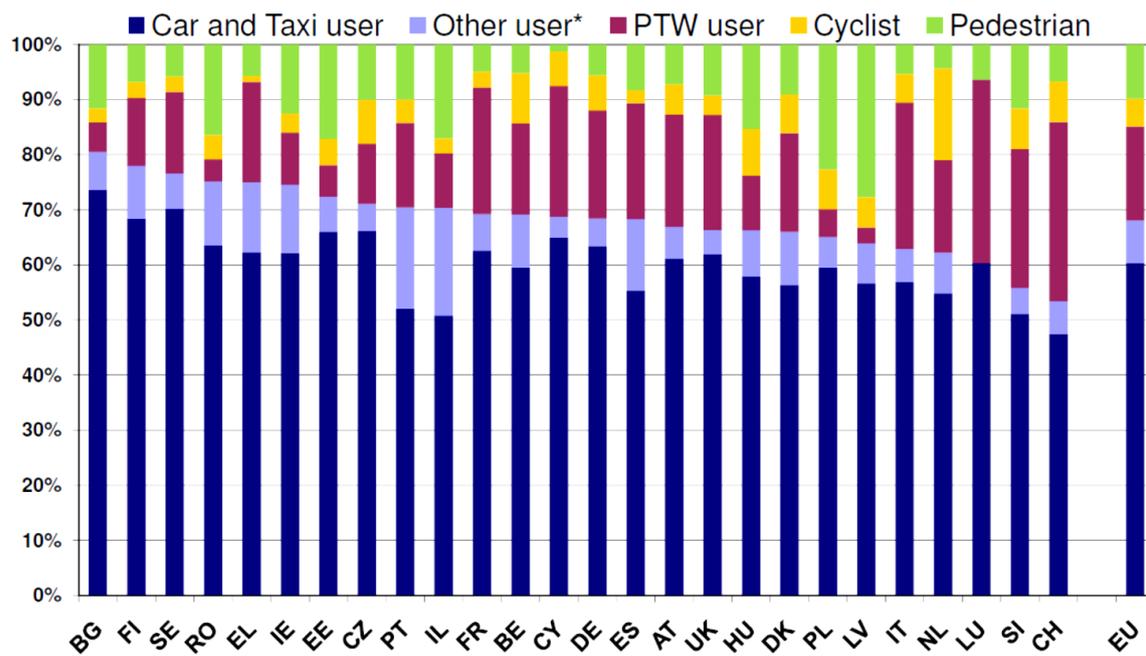


Figura 27: Morti sulle strade rurali divise per gruppo di utenti stradali (2007-2009 average), fonte: ETSC, 2010

Poichè i PTW hanno una velocità diversa rispetto ad altri VRU, vengono spesso considerati vulnerabili solo in seconda analisi. Da una parte, i PTW sono molto più veloci dei pedoni o dei ciclisti; dall'altra, questa velocità aumenta il rischio, ad esempio in presenza di ostacoli sul bordo. Un altro fattore del rischio è la differenza nella massa in caso di collisione.

Non è possibile avere delle grandi masse/velocità diverse su una strada realmente sicura, perchè ciò accentua le diverse vulnerabilità dei diversi tipi di utenti stradali; anche se la soluzione migliore sarebbe la separazione totale dei diversi tipi di utenti stradali, nella maggioranza dei casi non è possibile. Una soluzione alternativa è di limitare la velocità di guida ad un valore ritenuto adeguato per la sicurezza.

Altre misure possibili sono una progettazione stradale meno aggressiva, che vuol dire più strade autoesplicative e che perdonino gli errori. Le strade sicure sono quelle in cui l'andamento planoaltimetrico riduce il rischio degli incidenti, nonché gli effetti negativi dell'incidente una volta che questo sia avvenuto.

Includere la sicurezza VRU all'interno di un approccio integrale per la gestione della sicurezza stradale dovrebbe diventare la prassi; oppure usare delle liste di controllo (separate) per i VRU, ad esempio in RSI o RSA, per garantire un'attenzione specifica su quel gruppo di utenti stradali

3.1 Ciclisti e Pedoni

Gli incidenti che coinvolgono pedoni e ciclisti sono meno frequenti sulle strade rurali che su quelle urbane. Tuttavia, sulle strade rurali laddove i pedoni ed i ciclisti vengono coinvolti negli incidenti, i risultati sono particolarmente gravi per via dell'alta velocità del traffico e della tolleranza limitata del corpo umano agli impatti per velocità che superano i 40km/h. Il rischio personale dei ciclisti e dei pedoni è molto alto, pertanto è molto importante tenere in considerazione la loro sicurezza.

3.1.1 Ciclisti

Le specifiche della sicurezza lungo le strade e negli incroci per i ciclisti vengono qui descritte più in dettaglio, sulla base di diverse ricerche internazionali e direttive di progettazione.

3.1.2 Interventi lungo la strada

Il Manuale di Progettazione Olandese per il traffico delle biciclette (CROW, 2007), figura 28, indica un diagramma di opzioni per la scelta di un servizio ciclabile adeguato per i tratti stradali al di fuori delle zone edificate, sulla base della funzione della strada, la velocità e l'intensità dei veicoli a motore e dei ciclisti.

			Bicycle traffic road section function	
Function	Speed (km/h)	Intensity (pcu/day)	basis network	(main)cycle route ($I_{\text{cycle}} > 2,000/\text{day}$)
Motorised traffic road section function	Estate access road	1 - 2.500	combined traffic	cycle street, if $I_{\text{pcu}} < 500 \text{ pcu/day}^1$
		2.000 - 3000	cycle lane or cycle track	cycle track, or perhaps lanes
		> 3000	cycle track	
	District access road	80	irrelevant	cycle/moped track parallel road

1 Plus any additional requirements in the area of safety

Figura 28: Il diagramma delle opzioni per le sezioni tratti stradali al di fuori delle zone costruite (CROW, 2007)

Secondo questo diagramma delle opzioni, il traffico unificato è possibile solo se il volume del traffico motorizzato e di biciclette sono bassi e la velocità massima è di 60km/h. Per via di un'intensità di circa 2500 pcu/giorno, dovrebbero essere contemplate le infrastrutture per le biciclette. Dovrebbe essere presa in considerazione anche la percentuale dei veicoli pesanti ed agricoli.

Banchine stradali

Le direttive Neozelandesi dichiarano, senza valori specifici, che laddove ci sono molti ciclisti, la contromisura più importante è di fornire abbastanza spazio sul bordo stradale con una larghezza notevole, e di assicurarsi che il bordo stradale fornisca una superficie abbastanza pulita e liscia per i ciclisti affinché lo possano utilizzare.

Sebbene siano auspicabili delle larghezze adeguate nei progetti, anche le banchine di dimensioni modeste sono un vantaggio.

I punti in cui la strada si restringe ed i ciclisti devono muoversi vicino o all'interno del traffico costituiscono un pericolo particolare. La strettoia dovrebbe essere contenuta il più possibile o gestita da misure come segnali di avvertimento e segnali orizzontali, provvedimenti per ridurre la velocità o segnaletica attiva



Figura 29: Strada secondaria con alto volume di traffico motorizzato e ciclisti. Linee stradali e segnali per evidenziare la presenza dei ciclisti. (South Moravia region, CZ)



Figura 30: Banchinaoordo inadattao e segnaletica con promemoria di “condivisione della strada” (foto di Allen McGregor)

Pista ciclabile

Laddove i volumi di ciclisti sono notevoli, ci dovrebbe essere una separazione maggiore. Le direttive danesi suggeriscono sulle strade con turisti in bicicletta e sulle strade con più di 100 ciclisti al giorno, una banchina pavimentata di 1.5m, anche se sarebbe preferibile un percorso o una corsia ciclabile (ad esempio una pista ciclabile evidenziata (“suggerita”) sulla corsia stradale se non c’è molto spazio ed il volume del traffico non è molto alto).

Dei margini divisorii tra la pista ciclabile e la strada sono una buona soluzione sulle strade ad alta velocità e con pochi svincoli per km di strada.

La larghezza del margine dovrebbe essere stabilita sulla base di una valutazione globale delle necessità riguardo alla vegetazione, le esigenze di visibilità e la distanza dagli oggetti solidi rispetto alle condizioni dello spazio circostante.

La progettazione dell’inizio e della fine delle piste ciclabili è una parte importante del progetto definitivo di una strada. L’inizio e la fine delle piste ciclabili dovrebbero essere create con una transizione fluida tra la strada e la pista come continuazione diretta della pavimentazione della pista e senza bordi..



Figura 31: Pista ciclabile consigliata sulle strade secondarie in Olanda

Percorsi ciclabili

I percorsi ciclabili a due sensi vengono stabiliti principalmente attraverso le aree di sosta come scorciatoie tra le città o lungo le strade principali con pochi svincoli. Hanno una sezione trasversale indipendente, interamente separata da qualsiasi strada vicina.



← Figura 32: Percorso ciclabile lungo la strada secondaria e collega il villaggio vicino con Prostějov nella regione della Moravia centrale (CZ). Viene utilizzato principalmente dal traffico pendolare.



↑ Figura 33: Il percorso ciclabile che collega due villaggi nella regione centrale della Moravia (CZ) viene utilizzato invece della strada rurale trafficata

I percorsi ciclabili lungo le strade dovrebbero essere stabiliti solo dopo la valutazione della sicurezza in relazione ad altre soluzioni.

Non dovrebbero essere posizionati lungo le strade dove ci sono molte strade laterali, passi carrabili, etc., che attraversano la pista. I problemi di sicurezza sorgono laddove un percorso ciclabile attraversa le strade laterali, poiché spesso è difficile per gli automobilisti realizzare che i ciclisti possono venire dalla direzione “sbagliata”. Da una prospettiva di sicurezza stradale, di solito è meglio posizionare il percorso ciclabile sul lato della strada che ha meno strade laterali, passi carrabili, etc. Agli svincoli tra le piste e le strade e alla fine dei percorsi, sorgono i conflitti tra i ciclisti e gli automobilisti. In particolare, la parte che deve dare la precedenza dovrebbe valutare il problema. E' importante avere delle condizioni di visibilità uniformemente buone da entrambi i lati dello svincolo. Ci sono molte soluzioni per rendere i ciclisti consapevoli e fargli accettare la precedenza dove i percorsi attraversano le strade.

I segnali di stop o i segnali orizzontali di precedenza possono essere utilizzati; cunette, cordoli e salite possono essere posizionati in prossimità della strada, o elementi per ridurre la velocità in uscita. Infine, anche le barriere all'accesso possono essere utilizzate per imporre ai ciclisti l'obbligo di dare la precedenza. Questa è una soluzione efficace, ma seccante per i ciclisti. A volte vengono usate le barriere all'accesso per prevenire i veicoli a motore dall'entrare nel percorso, ma possono essere utilizzate anche delle colonnine con i riflettori. Le barriere di accesso dovrebbero quindi essere usate solo raramente. Dovrebbero essere posizionate circa 5-7m dal bordo stradale affinché i ciclisti possano essere condotti ad una posizione dove c'è una buona panoramica della situazione. La barriera più vicina dovrebbe essere sempre a destra. Le barriere e le colonne dovrebbero essere sempre illuminate e visibili sul percorso da una distanza di almeno 30m.

Molti percorsi ciclabili lungo le autostrade finiscono nelle periferie della città. Questo punto finale può essere unito a misure per attenuare il traffico di entrata in città.

3.1.3 Incroci

Una percentuale significativa delle lesioni fatali e gravi su strade secondarie (ad esempio il 30 % in Nuova Zelanda) sono dovute ai conflitti tra gli incroci e i passi carrabili, con lesioni gravi dovute alle cadute dei ciclisti che non danno la precedenza ai veicoli a motore più veloci. Ciò di solito accade quando si gira a sinistra attraversando il traffico da dietro e in entrata dai passi carrabili e dalle strade laterali.



Figura 34: Svolt a sinistra di una pista ciclabile con attraversamento di una strada secondaria molto trafficata verso il percorso ciclabile senza nessun provvedimento (regione della Moravia del Sud, CZ)



Figura 35: Segnali di avvertimento su una strada secondaria principale molto trafficata davanti all'incrocio con una strada minore con molto traffico ciclabile – un punto nero (regione della Moravia del Sud, CZ)

I ciclisti sono anche vulnerabili quando circolano intorno a rotatorie più grandi (o con più corsie) con il diametro dell'isola centrale di 20–40 m, e quando vengono stretti dai veicoli pesanti sugli approcci, con la parte posteriore del veicolo pesante che si sposta mentre gira a destra.

Per questa ragione, le piste ciclabili e i bordi segnalati non sono consigliati secondo le direttive danesi e in molti paesi non sono permessi negli approcci e nelle zone di circolazione della maggior parte delle rotatorie rurali. La scelta più sicura per le rotatorie rurali è di fornire un percorso ciclabile separato. Di solito i ciclisti sulla pista dovrebbero attraversare la strada con l'obbligo di dare la precedenza al traffico sulla strada.

Per prevenire i ciclisti dal dovere fare una deviazione troppo ampia, un percorso ciclabile a due sensi potrebbe essere una buona soluzione. I ciclisti del traffico unificato possono utilizzare le rotatorie meno dinamiche con un'isola centrale di 10-20m di diametro..



Figura 36: Rotatorie semi-rurali con percorsi ciclabili separati a due sensi (vicino la città di Otrokovice, CZ)

3.1.4 Pedoni

Gli incidenti con i pedoni avvengono principalmente nelle zone urbane, ma gli incidenti con i pedoni nelle zone rurali spesso portano alla morte dei pedoni stessi. Secondo un'analisi di Campbell, Zegger, Huang e Cyneski (2004), i gruppi di pedoni che sono sovrarappresentati negli incidenti con pedoni sono i pedoni giovani, i pedoni che hanno consumato alcool e i pedoni più anziani.

Secondo dati dagli Stati Uniti (studio del 2004), tra tutti gli incidenti rurali fatali con pedoni, quasi il 90% ha coinvolto un veicolo singolo. La metà dei decessi avviene durante il fine settimana (da venerdì a domenica). Quasi tutti gli studi hanno riscontrato che i maschi sono sovrarappresentati se paragonati alla loro percentuale nella popolazione (una ricerca statunitense del 1996 ha dichiarato che il 74% di tutte le fatalità pedonali ha coinvolti maschi).

Evidentemente, la visibilità limitata gioca un ruolo importante nelle fatalità pedonali. Il buio e le condizioni di mancanza di luce erano presenti nel 64% degli incidenti, ed il 12% si sono verificati sulle strade illuminate durante le ore buie. Il 4% delle collisioni rurali fatali con i pedoni sono state associate ad un incidente precedente. Secondo i dati infortunistici della Nuova Zelanda, le morti fatali e gravi dei pedoni sono divise equamente tra quelle in cui un pedone attraversava la strada e quelle in cui un pedone camminava lungo una strada (nelle zone urbane, gli incidenti avvengono principalmente quando i pedoni attraversano la strada).

In un'altra classificazione rilevante, i pedoni stavano in piedi inutilmente sulla strada o anche distesi per terra. Dove si sa che molti pedoni attraversano la strada in grosse quantità, i requisiti necessari di una visibilità adeguata, distanze più brevi, gestione della velocità ed una chiara delineazione tra la strada e gli spazi pedonali sono molto importanti (ad esempio le zone di attrazione turistica, le stazioni di benzina, le zone di sosta). Per i pedoni che camminano lungo la strada, avere un posto dove camminare al di fuori delle corsie del traffico è importante, come lo è l'illuminazione stradale per le strade di scorrimento quando attraversano piccole comunità di campagna.

3.2 Fattori di rischio per i veicoli motorizzati a due ruote (PTW)

I problemi di sicurezza dei PTW devono essere visti in un'ottica globale per le procedure RSI e RSA. In questo capitolo, tali aspetti vengono trattati separatamente poichè sono un elemento supplementare per la maggioranza degli utenti.

Il progetto europeo "2-BE-SAFE" ha evidenziato come l'infrastruttura stradale influisce in particolare sui rischi infortunistici dei PTW (Attività 1.2). Alcuni dei risultati più importanti sono riassunti nei seguenti paragrafi..

3.2.1 Tipo di zona

Un numero importante di progetti e di documenti relativi all'impatto degli elementi infrastrutturali sul comportamento dei PTW è presente nella letteratura. Tuttavia, vi sono meno documenti sulla sicurezza dei PTW.

Una delle caratteristiche più importanti dell'interazione tra gli incidenti dei PTW e l'infrastruttura è il tipo di zona. MAIDS (ACEM 2003) riferisce che la maggior parte degli incidenti (72%) accade nelle zone urbane ed il 25% circa accade nelle zone rurali. Pearson e Whittington (2001) riferiscono anche che il 70% circa delle lesioni in moto succedono sulle strade secondarie in Australia. ASSING (2002), uno studio tedesco sullo sviluppo generale degli incidenti che coinvolgono le motociclette, utilizzando dati

individuali delle statistiche infortunistiche ufficiali relative agli incidenti con lesioni a persone nelle quali almeno una moto sia stata coinvolta (motorino, scooter o motocicletta), rivela che la gravità maggiore si ha al di fuori delle aree urbanizzate.

Inoltre, la gravità dell'incidente dipende dal luogo. Siccome la maggior parte degli scontri agli incroci succede all'interno delle zone urbane dove la velocità di solito è più bassa delle zone urbane esterne, anche la gravità risulta minore in questi luoghi (ASSING 2002). Contrariamente, la percentuale di incidenti in curva è molto più alta al di fuori delle zone urbane.

I ponti possono diventare un problema per i motociclisti. Ci sono problemi quando sono situati in curva o se presentano un attrito di superficie più basso di quello della strada di approccio (ad esempio in cemento o legno dopo una strada di asfalto) (NPRA 2004).

SPORNER (2006) analizza gli aspetti principali ed i rischi particolari per gli incidenti sulle strade rurali in cooperazione con TÜV Bayern ed alcune stazioni di polizia negli stati federali della Baviera ed al Nord della Rhine Westphalia. Per la prima volta, una visione globale sul comportamento del veicolo/guida ed uno schema delle strade viene proposto: se appare solo uno degli elementi del rischio derivato, potrebbe non esserci un pericolo, ma associato ad altri può causare un incidente. Lo studio comprende dei campioni analiticamente ricercati che riguardano le ragioni principali della causa dell'incidente, oltre ad una lista di elementi tipici relativi allo schema delle strade analizzate..

3.2.2 Geometria stradale ed apparecchiature sui bordi di banchina

Una valutazione seria sulla sicurezza dei PTW riguarda l'impatto della geometria stradale, le installazioni di banchina come le barriere, i pali, ed altro, ma anche i segnali orizzontali. Miller (1997) riferisce che banchine con ghiaia (invece che asfaltate), strisce segnaletiche scivolose, i tombini/lastre di acciaio scivolose e le superfici stradali irregolari sono un pericolo per i motociclisti. Miller (1997) suggerisce di contrassegnare o dipingere i bordi stradali con materiale fosforescente per garantire che siano più evidenti in condizioni di illuminazione scarsa.

Secondo uno studio approfondito delle situazioni di sicurezza in Germania, dossi vicino alle curve ed agli incroci, molte curve e molte pendenze caratterizzano le strade che hanno un alta percentuale di incidenti con motociclette (Kuhn 2008)

Gerlach (2007), ha analizzato i dati per i tratti stradali dove ci sono stati incidenti e li ha paragonati a quelli senza incidenti. Quest'analisi comparativa ha fornito i risultati più importanti del progetto. E' stato possibile dimostrare che nei tratti di strada dove:

- a) l'angolo che varia è più di 200gon/km,
- b) ci sono un massimo di 15 cambi di direzione per km,
- c) almeno il 50% delle strade sono dritte e
- d) la sezione stradale è più lunga di 2.0km,

c'è un rischio potenziale più alto rispetto al potenziale rischio medio sulle sezioni stradali comparate.

Gerlach (2007) sottolinea anche che il 18% di 595 incidenti con motociclette (unico tipo di scontro: incidente di guida) è successo nei siti dove le pendenze trasversali non hanno uguagliato i requisiti delle dinamiche di guida (sopraelevazione nella curva interna). Tuttavia, queste pendenze trasversali "negative" hanno avuto principalmente una sopraelevazione al di sotto del 25%. Inoltre, può essere dimostrato che la pendenza trasversale massima consigliata dell' 8.0% è stata sorpassata in alcuni casi.

Una particolare analisi relativa alla pendenza ha mostrato che il numero di morti con motociclette nei tratti stradali con una pendenza discendente tra il 4.0% ed il 10.0% è maggiore che in quelli con una pendenza ascendente più bassa del 4.0%. Di conseguenza, una pendenza discendente ha un forte impatto sulla sicurezza delle motociclette (Gerlach 2007).

Un'analisi dettagliata che unisce gli effetti delle pendenze trasversali, le pendenze e la direzione della curva ha evidenziato che la maggior parte degli incidenti con motociclette succedono nelle curve a sinistra con pendenze discendenti seguite da curve a destra con pendenze discendenti. Inoltre è stato scoperto che specialmente nelle curve a sinistra con pendenza discendente, una pendenza trasversale negativa è un grosso problema (Gerlach 2007).

Poichè il 78% degli incidenti con motociclette studiati succedono sulle strade con una curvatura di più di 200gon/km (60% delle strade studiate), può essere provato che la curvatura di una strada è un criterio molto importante dal punto di vista della sicurezza (Gerlach 2007).

Il rapporto MAIDS (ACEM 2003) ha identificato i fattori che incidono su ogni incidente analizzato: considerando un difetto nella progettazione stradale come la condizione che ha apportato un pericolo per i PTW (come la mancanza di segnaletica, ostacoli incassati, curva con raggio decrescente o distanza inadeguata alle linee di immissione), i dati hanno indicato che i difetti di progettazione stradale erano presenti in 57 casi (6.2%) lungo il percorso PTW prima dell'impatto, ma non hanno contribuito alla causa dell'incidente nel 47% di questi casi.

Un difetto di manutenzione stradale è stato riferito in 146 casi (15.8%), essendo un fattore primario o che ha contribuito in 25 casi (il 17.1% dei casi comportavano un difetto di manutenzione stradale). Le condizioni del tempo non hanno contribuito alla causa degli incidenti nel 92.7% del numero totale dei casi, mentre in 18 casi (2%) il tempo è stato identificato come il fattore contribuente principale ed ha anche contribuito alla causa degli incidenti in 42 casi (4.6% di tutti i casi).

MAG (2005) sottolinea che la causa principale delle lesioni quando un motociclista viene a contatto con le barriere per gli impatti sono i pali sporgenti. Sono state sviluppate diverse soluzioni; un sistema molto diffuso al giorno d'oggi comporta l'installazione di un secondo parapetto alla barriera esistente; barriere definite "per aiutare i motociclisti". Dopo diversi incidenti con motociclette (con morti) allo svincolo A2070 Cloverleaf Junction nel Kent, le Agenzie per le Autostrade hanno identificato il sistema tedesco "Bike Guard" come il migliore per migliorare la sicurezza dei motociclisti. L'analisi delle statistiche sugli incidenti, da quando è stato introdotto, ha mostrato che "non ci sono state lesioni alle persone".

Per quanto riguarda gli elementi infrastrutturali, Elliot et al. (2003) ha evidenziato le seguenti aspetti:

- I solchi paralleli longitudinali nella superficie stradale (ad esempio per evitare aquaplaning) possono causare instabilità.
- Mentre si percorre una strada con segnali orizzontali sul percorso, un potenziale angolo di inclinazione di 45° sul catrame secco può venire ridotto a 40° sui segni stradali asciutti, ed a 25° sui segni bagnati.
- Le strisce stradali incrociate (segni che vanno in una direzione diversa da quella parallela alla direzione percorsa) causano "forti impulsi di sterzata portando a deviazioni di circa 100mm" dalla direzione della motocicletta. Inoltre, le strisce stradali causano una ritenzione idrica superficiale e possono aumentare la possibilità di aquaplaning.

Le strisce stradali, i tombini e le griglie per il bestiame possono essere più scivolose della superficie stradale, specialmente quando sono bagnate (NPR 2004). Peraltro, le telecamere di sorveglianza

influiscono sulla guida; il coinvolgimento senza colpa negli impatti agli incroci viene ridotto in queste circostanze (Haque et al. 2009).

Sono state espresse delle preoccupazioni sul potenziale dei Sistemi per il Contenimento dei Veicoli (VRS) poiché potrebbero causare delle lesioni ai motociclisti. Sono state formulate le seguenti osservazioni: (MacDonald 2002):

Gli standard e le specifiche attuali per le attrezzature sul bordo stradale, ed anche i sistemi stessi, non sono stati progettati per l'impatto dei motociclisti.

Lo standard europeo attuale non viene necessariamente applicato alle strade minori;

C'è una differenza tra una recinzione di sicurezza ed una barriera di sicurezza. La prima è fatta di pali che supportano uno o più elementi orizzontali, mentre la seconda ha una superficie continua. Le barriere di sicurezza generalmente non presentano lo stesso tipo di pericolosità per motociclisti rispetto alle recinzioni.

Gibson e Benetatos (2000) hanno esaminato i documenti degli incidenti mortali nel New South Wales del 1998/1999, identificando tre scenari infortunistici che coinvolgevano le barriere d'impatto:

- Il motociclista viene lanciato in aria prima dell'impatto con la barriera;
- Il motociclista si separa dalla moto e scivola lungo la strada prima di urtare la barriera;
- Il motociclista urta la barriera mentre è ancora in sella.

Hanno anche concluso che la maggioranza degli impatti mortali hanno avuto un angolo relativamente basso (<45°). La percezione di rischio dell'impatto con la barriera di cemento è minore per ampiezze inferiori a questo angolo paragonata all'impatto con un palo di barriera con trave a W o una barriera di cavo metallico. Morgan e Ogden (1999) indicano che le forze d'impatto non sono così gravi quando ci si scontra con una superficie ampia con angolo di attacco basso. Gibson e Benetatos (2000) e Duncan et al. (2000) quindi sostengono che colpire un palo scoperto può causare delle lesioni più gravi. Gli impatti con i pali del guardrail causano lesioni che sono cinque volte più gravi di quelle di un incidente medio in motocicletta.

ATSB (2000) ha esaminato l'evidenza e le informazioni riguardo alle implicazioni della sicurezza delle barriere fatte di filo metallico. Per quanto riguarda l'uso dei sistemi di sicurezza con barriere stradali, lo studio sottolinea che le barriere di sicurezza stradali sono un elemento importante ed efficace della sicurezza stradale.

I rappresentanti dei motociclisti sostengono che viene data poca importanza all'installazione di barriere che sono sicure per tutti gli utenti stradali, e che le necessità dei motociclisti sono "molto ignorate" in questa materia. Dato che la segnalazione di incidenti non è abbastanza dettagliata da quantificare il problema della sicurezza, sostengono che le staccionate di filo metallico causano un "trauma non quantificato".

ATSB (2000) raccomanda le barriere di cemento, e sostiene che quando si prendono in considerazione i costi di manutenzione, esse possono essere una scelta economicamente possibile. Inoltre, dichiara che i rovesciamenti dei veicoli possono essere prevenuti usando le barriere di cemento 'profilo F', fornendo una soluzione buona per tutti.

Diversamente, il punto di vista dell' ATSB è che le barriere di sicurezza di filo metallico non sono "attualmente un problema di sicurezza per le motociclette", dato che è stato riferito solo un incidente con un ferito in motocicletta e nessun incidente mortale dovuto alla barriera di sicurezza di filo metallico. Inoltre, anche se i motociclisti sono solo lo 0.5% del traffico stradale, le autorità hanno

l'obbligo di prendere in considerazione le loro questioni di sicurezza. Tuttavia, senza l'evidenza non si può rimuovere un elemento che apporta benefici per la sicurezza degli altri utenti stradali.

Considerando il lavoro dell'APROSYS (2006), un'analisi della documentazione esistente sull'interazione tra i motociclisti e l'infrastruttura ha dimostrato che gli scontri con un ostacolo accadono dal dal 4.2% al 19.7% degli incidenti con motociclette, a seconda della zona. Le barriere sul bordo stradale vengono interessate dal 2.4% al 4% di tutti gli incidenti PTW.

Il luogo tipico dell'impatto sulla barriera è in curva, dove in circa la metà dei casi nell'incidente il motociclista è in posizione verticale. Nonostante ciò, la ricerca si concentra di solito sull'altra metà dei casi nei quali la posizione d'impatto è di slittamento. Alcune contro-misure sono state sviluppate per ridurre le lesioni dei motociclisti coinvolti in questa posizione d'impatto di slittamento, come una ringhiera supplementare continua montata sopra le barriere ai bordi stradali.

Come risultato di un'analisi approfondita dei dati, si è arrivati alla conclusione che l'impatto ai bordi avviene con angoli stretti e ad alta velocità, causando lesioni prevalentemente alla testa ed alle estremità basse. (APROSYS 2006).

Considerando gli impatti sulle barriere metalliche, sembra che la ringhiera venga colpita più dei paletti. Gli scontri contro gli alberi e i pali sono pericolosi per i PTW quanto gli scontri contro le barriere.

La posizione MAG rispetto alle barriere di sicurezza nel Regno Unito è riassunta nel seguito (MAG 2006):

- Nel 2003, ci sono state 109 incidenti in motociclette lievi, seri o fatali in cui il motociclista ha colpito la barriera centrale
- In 144 collisioni il motociclista ha colpito la barriera vicina o laterale
- Dal 1999 al 2003, ci sono state 1271 vittime in motocicletta nelle collisioni con una barriera vicina, centrale o laterale. Ci sono state 142 morti in queste collisioni
- Nel 2003, il 5.2% di tutte le morti sono state causate da impatto con le barriere.

Il documento evidenzia le simulazioni al computer e le prove che indicano come "le lesioni saranno gravi se il motociclista colpisce i cavi o i paletti di supporto dei sistemi di contenimento per i veicoli" (MAG 2006).

La posizione di MAG (Motorcycle Action Group) nel documento è che i sistemi di contenimento per i veicoli vengono progettati pensando alla maggioranza degli utenti stradali, e che i motociclisti "non vengono considerati a sufficienza". MAG suggerisce di progettare e provare i sistemi di contenimento dei veicoli per la sicurezza dei motociclisti ed anche per la sicurezza degli altri utenti stradali.

Nell'impatto con le barriere, gli studi hanno indicato che il manichino sperimenta una decelerazione/carico minore nel colpire le barriere di alluminio che con le barriere di cemento. Nonostante ciò, la ricerca mostra che la decelerazione in entrambi i casi avrebbe avuto come risultato delle lesioni gravi o rischiose per la vita (Berg et al. 2005).

Quando il motociclista ha colpito la barriera di acciaio in posizione verticale, le prove dell'urto hanno mostrato che il motociclista è scivolato lungo e sopra la barriera. In questo caso, un contatto o un agganciamento a parti della barriera avrebbero causato lesioni gravi. Il motociclista non è stato rallentato dalla barriera di cemento, ed anche se i carichi misurati sul manichino non hanno rivelato un rischio di lesioni pericolose per la vita, l'energia cinetica non si è dispersa, e ciò aumenta il rischio di essere scagliati nel traffico in arrivo (Berg et al. 2005).

I risultati ottenuti dalla barriera simulata di cemento indicano che i motociclisti che la colpiscono in posizione eretta sperimentano una decelerazione bassa e riportano delle lesioni alle quali possono sopravvivere, a meno che non vengano catapultati sopra la barriera e non colpiscano gli oggetti intorno alla quali sorgono le barriere (Berg et al. 2005).

I risultati sulle barriere simulate di cavi hanno indicato che (Berg et al. 2005):

- I motociclisti probabilmente non riescono ad evitare queste barriere: le colpiscono e decelerano molto rapidamente;
- I fili verosimilmente guidano la motocicletta contro i paletti e li portano ad impatti forti, aumentando il rischio di lesioni gravi per il motociclista.

L'urto contro le barriere /ringhiere di sicurezza può risultare in lesioni gravi per i motociclisti. Al giorno d'oggi esistono diversi mezzi per migliorare le prestazioni di sicurezza delle barriere/ringhiere esistenti per renderle più sicure per i PTW. In particolare, le barriere che permettono al motociclista di scivolare lungo la superficie della barriera senza colpire nessun oggetto che potrebbe concentrare l'energia dello scontro sembrano diminuire il rischio delle lesioni. Al momento non è possibile calcolare quanto sarà la diminuzione della gravità delle lesioni quando verranno modificate le barriere d'urto, ma non c'è dubbio sul fatto che tale diminuzione ci sarà..

Sarebbe bene dare priorità agli sforzi per migliorare le barriere/ringhiere sulle curve strette o sui punti neri degli incidenti in motocicletta. infine, per Ulleberg (2003) è anche importante concentrarsi sulla zona delle banchine nei luoghi in cui non ci sono ringhiere/barriere, specialmente nella rimozione degli oggetti intorno alla zona del bordo i quali potrebbero essere investiti dai motociclisti negli incidenti che comportano l'uscita di strada.

Per quanto riguarda gli urti contro il guardrail, Gabler (2007) ha esaminato i dati del Sistema di Riferimento delle Analisi degli incidenti mortali (FARS) per individuare i trend degli urti contro il guardrail nei casi in cui ci sono state delle morti. I risultati principali dello studio sono stati i seguenti:

- Nel 2005 per la prima volta, i PTW hanno subito più incidenti mortali dei passeggeri automobilistici o di qualsiasi altro veicolo coinvolto in uno scontro con il guardrail;
- Le motociclette sono solo il 2% dei veicoli totali negli USA, ma sono responsabili per il 42% degli incidenti mortali che coinvolgono il guardrail;
- Più dei due terzi dei motociclisti deceduti negli urti contro il guardrail portavano il casco;
- Approssimativamente uno su otto motociclisti colpiti dal guardrail sono deceduti; un rischio di mortalità più alto di 80 volte rispetto agli occupanti delle macchine coinvolte in uno scontro contro il guardrail.

In Germania nel 1986 e 1987, il 15% delle morti di motociclisti sono dovute a scontri contro il guardrail (Koch e Brendicke, 1988). La soluzione proposta da Brailly (1998) è stata l'utilizzo di una protezione sulle barriere per proteggere il motociclista dalle sezioni verticali della barriera. Lo studio ha suggerito di introdurre una 'zona di sicurezza' sulle barriere utilizzando questo metodo di 'ringhiere ridotte' specialmente sulle curve con un raggio di meno di 250m. La soluzione tedesca è stata di riprogettare i paletti e di utilizzare un materiale che assorbe l'energia.

3.2.3 Illuminazione e Visibilità

Un problema importante nella sicurezza dei PTW è la visibilità. La visibilità scarsa (curvatura orizzontale, curvatura verticale, buio) è responsabile dell'incremento della gravità delle lesioni dei motociclisti (Savolainen e Mannering 2007). Una visibilità scarsa della linea della visuale e la visibilità del motociclista/motocicletta contribuiscono agli incidenti con le motociclette agli incroci (NPRA 2004). Inoltre, guidare al buio senza illuminazione stradale è causa di lesioni gravi ai motociclisti (de Lapparent 2006, Pai e Saleh 2007, 2008).

I motociclisti sono più vulnerabili la notte sia agli incroci che sulle autostrade (Haque et al. 2009). Le ferite dovute alla guida la mattina presto, in generale, sembrano le più gravi, specialmente agli svincoli controllati da stop e segnali orizzontali o segnaletica di precedenza (Pai e Saleh 2007).

L'obiettivo di DGT (2007) è stato di ottenere gli scenari infortunistici dei PTW e di identificare le loro cause e conseguenze in una zona a campione ben definita, ad esempio le strade non urbane della rete stradale spagnola. Lo studio si è concentrato sugli incidenti mortali con almeno una motocicletta (morte del motociclista o dell'automobilista per via dell'incidente) durante il 2007.

Dallo studio risulta che la maggior parte degli incidenti succedono con abbastanza luce, condizioni di tempo buono ed una buona superficie stradale. Circa tre su quattro degli incidenti mortali avvengono su strade convenzionali. Ci sono stati incidenti per fuori strada nel 60% dei casi, e questi i tipi di incidenti mortali sono stati i più frequenti.

Gli elementi sul bordo stradale sono stati indicati come molto pericolosi per i motociclisti, dato che sono stati colpiti nel 35% circa di tutti gli incidenti mortali. Fra gli incidenti, inclusi quelli con gli elementi sul bordo, gli scontri con le barriere metalliche sono stati denunciati nel 18% di tutti i casi.

I motociclisti di solito hanno una visibilità ridotta quando indossano gli occhiali e le visiere o hanno il parabrezza (NPRA 2004): l'umidità si forma velocemente sulle visiere, i parabrezza o gli occhiali dei motociclisti quando si entra in galleria.

3.2.4 Tipo di collisione

Per quanto riguarda il tipo di collisione, uno studio francese (Brailly, 1998) ha dichiarato che il tasso di ferite mortali per ogni collisione è cinque volte più alto della media nazionale se il motociclista colpisce una barriera. Le collisioni con le barriere sono responsabili per l'8% di tutte le morti in motocicletta e per il 13% delle morti sulle strade secondarie extraurbane.

Gli incidenti per colpa sulle autostrade aumentano quando si percorre la corsia mediana, con un motore più potente e quando si guida con un passeggero sul sedile posteriore (Haque et al. 2009).

Gli scontri frontali con altri veicoli in curva costituiscono il 6% degli incidenti con lesioni personali, ed il 13% degli incidenti mortali (NPRA 2004). Gli scontri contro oggetti fermi risultano in lesioni più gravi (Quddus

et al. 2002, Lin et al., 2003, Keng, 2005, Savolaine e Mannering 2007). I motociclisti sono rimasti feriti maggiormente durante i sorpassi o mentre i veicoli giravano (Pai and Saleh 2008).

Negli scontri agli incroci tra macchine e motociclette, gli automobilisti di solito hanno torto. Una possibile spiegazione per questo è che gli automobilisti non "vedono" le motociclette, perché la forma ed il colore delle motociclette le confondono con l'ambiente e le rendono difficili da vedere o perché gli automobilisti guardano solo le altre macchine, tralasciando le moto anche se sono chiaramente visibili (Glad 2001).

3.2.5 Tipo di Svincolo

Il tipo di svincolo è un fattore importante della sicurezza PTW. Hurt et al. (1981) e de Lapparent (2006) notano che la probabilità che un incidente grave/fatale succeda agli incroci è maggiore di quella senza incroci. L'incidente più comune sembra essere la violazione del diritto di precedenza (ROWV),

dove un veicolo esce da una strada laterale su una strada principale mentre sta sorraggiungendo una motocicletta (Hurt et al. 1981, Haworth et al. 2005, de Lapparent, 2006, Crundall et al. 2008).

Pai e Saleh (2007, 2008) forniscono uno studio esteso sull'interazione tra il tipo di svincolo e la gravità delle ferite dei motociclisti. In breve, i fattori importanti per la gravità delle lesioni ai motociclisti negli svincoli non controllati sono: motociclista anziano, dimensione maggiore del motore della moto, guidare la mattina presto, il fine settimana e con il tempo buono; illuminazione stradale spenta; guidare su una strada senza traffico; scontri con autobus/pullman o HGV.

Nel caso di incroci segnalati, i parametri critici identificati sono i seguenti: dimensione maggiore del motore della moto; scontri con autobus/pullman o HGV; guidare con il tempo buono e sulle strade senza edifici; e tipo di scontro. Riguardo alle interazioni del tipo di svincolo con il sesso e l'età, è stato notato che più motociclisti maschi sono rimasti feriti agli incroci segnalati rispetto a quelli non segnalati (Pai and Saleh 2007). Inoltre, i motociclisti adolescenti sono più a rischio di quelli tra i 20–59 anni negli incidenti dove gli stop, i segnali di precedenza o i segnali stradali controllano gli svincoli, contrariamente ai risultati degli incidenti negli svincoli non controllati (Pai e Saleh 2007).

Gli incidenti dove i veicoli con automobilisti più anziani fanno una svolta scontrandosi con le motociclette succedono di più negli svincoli non segnalati (Pai e Saleh 2008).

Gli incidenti agli incroci sono responsabili per più del 30% degli incidenti con lesioni personali ed il 17% degli incidenti mortali. Questi tipi di incidenti sono più comuni tra i 'ciclomotori'. Nell'87% di tali incidenti, è l'automobilista a dover dare la precedenza, mentre nel 13% è il motociclista. Ciò indica che il comportamento dell'automobilista è il fattore principale negli incidenti agli incroci (NPR 2004).

Una velocità pericolosa influisce molto sulla gravità della lesione (Branas e Knudson 2001, Savolainen e Mannering 2007); l'effetto della velocità aumenta agli incroci non segnalati (Pai e Saleh 2007).

Più della metà degli scontri con le moto con lesioni personali succedono agli incroci e agli svincoli fatti a T, incluse le entrate e le uscite (ASSING 2002). Tuttavia, questi scontri sono caratterizzati da una gravità abbastanza contenuta (ASSING 2002). La gravità dello scontro è molto più alta per gli scontri in curva, specialmente se associati alle pendenze..

3.2.6 Condizioni della superficie della pavimentazione

Riguardo alle condizioni della superficie della pavimentazione, Shankar et al. (1996) focalizzano l'attenzione sulla superficie della pavimentazione ed il tipo di impatto in autostrada sugli scontri agli svincoli con colpi laterali tra le moto ed altri tipi di veicoli motorizzati .

La superficie bagnata della pavimentazione causa incidenti di moto con colpa al di fuori degli incroci (Haque et al. 2009). Tuttavia, Savolainen e Mannering (2007)asseriscono che in alcune circostanze i rischi potrebbero essere attenuati dai motociclisti stessi; per esempio quando viaggiano su pavimentazione bagnata, vicino agli incroci.

ASSING (2002) riferisce che in Germania durante il 1999, l'83% di tutti gli scontri con moto sono avvenuti su superfici stradali asciutte. In confronto, la percentuale di tutti gli scontri con lesioni personali sulle superfici stradali asciutte è stato solo del 66%. Questa differenza può essere spiegata dal fatto che molti motociclisti usano le moto solo quando il tempo è buono.

Nell'analisi degli incidenti riguardanti i PTW eseguita da MAIDS (ACEM 2003), le strade erano asciutte e senza difetti nell' 84.7% di tutti gli incidenti, mentre le strade erano bagnate nel 7.9% di tutti i casi raccolti. Vi erano difetti della superficie stradale nel 30% dei casi.

Il bitume utilizzato nelle riparazioni della superficie stradale ha una resistenza minore allo sbandamento dell'asfalto bagnato, causando problemi nello sterzare quando i motociclisti attraversano il bitume bagnato, specialmente mentre si piegano o frenano in posizione eretta, secondo Elliot et al. (2003).

Un problema ben noto causato dalla rigidità insufficiente dell'intelaiatura della moto è la riduzione della stabilità (Brorsson e Ifner 1983). Ferite gravi sono state causate dalle moto che improvvisamente iniziano a vacillare o a sbandare. La superficie stradale ha contribuito al 15% degli scontri esaminati dallo studio di controlli dei casi Victorian Motorcycle (Haworth et al. 1997). Gli autori dichiarano che i fattori importanti in questi scontri sono stati:

- Resistenza allo sbandamento (presa sulla superficie)
- Irregolarità della superficie e buche
- Materiali sparsi
- Riparazioni con toppe
- Segnaletica orizzontale

Pearson e Whittington (2001) indicano che le moto sono molto sensibili ai cambiamenti nel livello di attrito tra la superficie stradale e le gomme..

Esempi di zone a rischio:

Per i motociclisti, un difetto di manutenzione stradale può causare un incidente o può essere un fattore che contribuisce nel 6.6% di tutti i casi.



La presenza di oggetti che ostruiscono la visuale del motociclista o dell'automobilista è una delle cause più comuni degli incidenti.

Le barriere sul bordo stradale presentano un pericolo notevole per i motociclisti PTW, causando ferite alle estremità basse, alla spina dorsale e gravi ferite alla testa. Ma questo elemento varia molto da paese a paese. Questo fattore del rischio deve essere valutato insieme alle statistiche degli incidenti locali.

Le barriere contro gli urti sono progettate per guidare e contenere i veicoli fuori controllo, dagli autoveicoli di piccole dimensioni agli autocarri pesanti. Un motociclista coinvolto in un incidente o una caduta lascia la moto e scivola lungo la superficie stradale, con una velocità iniziale uguale alla velocità della moto. Durante questo slittamento, il motociclista rischia di urtare “elementi posti sul bordo” come pali della luce, paletti della segnaletica o barriere per gli urti.



Le barriere esistenti spesso sono fatte di travi di acciaio, montate su paletti di acciaio di sostegno. La causa principale delle lesioni (fatali) ai motociclisti che vengono in contatto con una barriera per gli urti è che il motociclista urta i paletti di sostegno della barriera stessa.

La maggior parte degli “elementi posti sul bordo” è progettata pensando agli autoveicoli e le necessità della sicurezza dei motociclisti non vengono considerate; questo è chiaro se si guarda la progettazione ed i collaudi delle barriere d’urto convenzionali.

Siccome le strade ed i bordi stradali dovrebbero essere sicuri per tutti gli utenti stradali, inclusi i motociclisti, la soluzione migliore è di avere “bordi stradali senza ostacoli”; quando non si può avere un bordo stradale senza ostacoli e devono essere installate le barriere per gli urti, la sicurezza del PTW dovrebbe essere considerata utilizzando barriere adatte ai motociclisti come nella figura seguente;

Un’altra soluzione è l’uso di barriere di cemento in caso di un maggiore rischio di urto da parte dei PTW.

Una questione importante è che la sicurezza delle moto non vuol dire solo meno ferite o morti negli incidenti; è importante prima diminuire il numero degli incidenti. Devono essere prese delle misure preventive per assicurare un rischio infortunistico basso.



Conclusioni:

La sicurezza PTW può essere divisa in due livelli (alcuni esempi sotto):

1. Livello macroscopico:

- Il tipo di zona
- Il tipo di carreggiata
- Attrezzature stradali e oggetti stazionari
- Condizioni della superficie della pavimentazione
- Tipo di svincolo
- Specifiche geometriche

2. Livello microscopico:

- Allineamento:
 - i. Pendenza trasversale e raggio della curva (raggi minori di 200m)
 - ii. Tasso di variazione della curvatura (CCR)
- Punti neri per le macchine che portano passeggeri
- Carenze (asperità generali, ad esempio ondulazioni della superficie stradale e buche)
- Resistenza allo slittamento, valore dell'attrito
- Materiale sulla superficie stradale, come ad esempio accumulo di leganti bituminosi e solchi
- Leggibilità (=geometria stradale non prevedibile)
- Visibilità
- Ostacoli

3.2.7 Fattori di rischio più importanti

- Difetti nella progettazione stradale (difetti nella costruzione della strada, geometria del tracciato disarmonica, curvatura, irregolarità, buche, etc) Difetti di manutenzione stradale
- Condizione della superficie stradale (problemi sulle strade bagnate, bitume scivoloso sull'asfalto caldo, poca resistenza allo sbandamento,etc)
- Collisioni con barriere sul bordo stradale in incidenti per fuori strada (tasso di mortalità molto alto)
- Raggi di curvatura critici (rapporti tra raggi di curve consecutive)
- Pendenza trasversale "negativa" (la pendenza trasversale non è uguale ai requisiti delle dinamiche di guida)
- Effetto combinato della pendenza trasversale, pendenza e direzione della curva (la maggior parte degli incidenti in moto succedono nelle curve a sinistra con pendenza discendente, seguite da curve a destra con pendenza discendente; nelle curve a sinistra con pendenza discendente, una pendenza trasversale negativa è un grosso problema)
- Incroci (linea della visuale scarsa e visibilità del motociclista/moto possono contribuire agli incidenti in moto agli incroci)

- Segnaletica stradale, tombini e recinzione metallica per il bestiame
- Poca visibilità e velocità sono un multiplo comune del rischio infortunistico relativo alle infrastrutture

3.3 Bibliografia

- *Pedestrian Safety on Rural Highways, FHWA. 2004*
- *Campbell, Zegger, Huang and Cyneski: A Review of Pedestrian Safety Research in the United States and Abroad, FHWA. 2004*
- *Factors contributing to pedestrian and bicycle crashes on rural highways – summary report, FHWA. 2010*
- *High-risk rural roads guide, NZ Transport Agency. 2011*
- *Collection of Cycle concept, Denmark Road Directorate. 2000*
- *Design Manual for bicycle traffic, CROW. 2007*
- *ETSC PIN Report. 2010*
- *SWOV Fact sheet - Vulnerable road users- February 2007*
- *FEMA Federation of European Motorcyclists' Associations - POSITION STATEMENT DIRECTIVE ON ROAD INFRASTRUCTURE SAFETY MANAGEMENT- 19th April, 2007*
- *FEMA - The road to success - July 2005*
- *ACEM Association des Constructeurs Europeens de Motorcycles (2006): Guidelines for PTW-Safer road design in Europe, Brussels.*
- *ACEM Association des Constructeurs Europeens de Motorcycles (2004), MAIDS (Motorcycle Accident in-depth Study)*
- *APROSYS SP4 D413. Report on accident scenarios for motorcycle-motorcyclist-infrastructure interaction. State-of-the art. Future research guidelines.*
- *ASSING (2002): Schwerpunkte des Unfallgeschehens von Motorradfahrern [Main aspects of motorcycle accidents], Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Schriftenreihe „Mensch und Sicherheit“, Heft M 137, Bergisch Gladbach.*
- *Australian Transport Safety Bureau (ATSB) – Working party report, (2000). Review of Wire rope safety barriers*
- *BALD, S.: Untersuchungen zu Determinanten der Geschwindigkeitswahl.; Bericht zum FP 8525/3 der BAST, Bereich Unfallforschung, Nr. 158, Bergisch Gladbach, April 1987, 119 S.; 1987.*
- *BARSI T. S, FAERGEMANN C. AND LARSEN L. B. (2002). Road Traffic Accidents with Two-Wheeled Motor Vehicles During a Five-Year Period in Odense, Denmark, Traffic Injury Prevention, 3, 283–287.*
- *Berg, Rucker, Gartner, König, Grzebieta and Zou (2005). Motorcycle impacts to roadside barriers – real world accident studies, crash tests and simulations carried out in Germany and Australia*
- *BJÖRKETUN, U.: Relationships between Pavement Types and Traffic Accidents in Different Weather Conditions.; VTI Topics Vol.4 No.3, May 1985, S. 3-4.; 1985.*
- *C Duncan, B Corben, N Truedsson, C Tingvall, 01.12.2000, “CR 201: Motorcycle and Safety Barrier Crash-Testing: Feasibility Study”, Monash University Accident Research Centre*

- CROSS, K.D.; FISHER, G.: *A Study of Bicycle/Motor-Vehicle Accidents: Identification of Problem Types and Countermeasure Approaches.*; Vol. I, Final Report September.; 1977.
- DE LAPPARENT M. (2006), *Empirical Bayesian analysis of accident severity for motorcyclists in large French urban areas*, *Accident Analysis and Prevention*, 38 (2), 260-268.
- DfT – Department of Transport (2005): *The Government’s Motorcycling Strategy*, London.
- DGT (Dirección General de Tráfico, España). *Estudio de accidentes con implicación de motocicletas en España. (Motorcycle accident analysis study)*
- EISENBERG, D.: *The mixed effects of precipitation on traffic crashes.*; *Accident Analysis & Prevention* Vol.36, 2004, S. 637-647.; 2004.
- ELLIOTT M A, BAUGHAN C J, BROUGHTON J, CHINN B, GRAYSON G B, KNOWLES J, SMITH L R AND SIMPSON H (2003), *Motorcycle safety: a scoping study*, TRL Report TRL581, UK.
- EURORAP – European Road Assessment Programme (2008): *Barriers to change: designing safe roads for motorcyclists – position paper on motorcycle and crash barriers*, Brussels.
- FEMA – Federation of European Motorcyclists Association (2007): *A European Agenda for Motorcycle Safety – The Motorcyclist’s Point of View*, Brussels.
- FEMA (Federation of European Motorcyclists Associations) *Position Statement*, 19.04.2007, “Directive on road infrastructure safety management”
- FGSV - Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen [German Road and Transportation Research Association] (2007): *MVMot - Merkblatt zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf Motorradstrecken [Guideline for improving traffic safety along motorcycle routes]*, FGSV-Verlag, Köln.
- Gabler (Virginia Tech), *The risk of fatality in motorcycle crashes with roadside barriers*.
- GALVAGNINI, S.: *Die Verkehrssicherheit der motorisierten Zweiräder.*; *Diplomarbeit am Institut für Straßenbau und Verkehrswesen der TU Wien, Abteilung für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik*, Wien, 29. Oktober 1985, 205 S.; 1985.
- GERLACH, ODERWALD (2007): *Schutzeinrichtungen am Fahrbahnrand kritischer Streckenabschnitte für Motorradfahrer [Measures for the enhancement of safety of motorcyclists at the edge of carriageways on critical road sections]*, *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Schriftenreihe „Verkehrstechnik“*, Heft V 152, Bergisch Gladbach.
- HAQUE MD. M., CHIN H. C. AND HUANG H. (2009), *Modeling fault among motorcyclists involved in crashes*, *Accident Analysis and Prevention*, forthcoming.
- HAQUE MD. M., CHIN H. C. AND HUANG H. (2009), *Modeling fault among motorcyclists involved in crashes*, *Accident Analysis and Prevention*, forthcoming.
- HARDY E., BAIRD T., (2009), *Consultation, The Rider’s Perspective 2009*, *Motorcycle safety in Northern Ireland*
- HAWORTH, N., MULVIHILL, C., 2005. *Review of Motorcycle Licensing and Training*. Monash University Accident Research Center, Victoria, Australia.
- HAWORTH, NARELLE AND ROWDEN, PETER (2006) *Fatigue in motorcycle crashes. Is there an issue?. In Proceedings Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference, Gold Coast, Queensland.*

- *Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen (2003): Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit auf Motorradstrecken – Leitfaden [Measures to improve road safety along motorcycle routes – guideline], Leitfaden des Dezernats Verkehrssicherheit und Verkehrstechnik, Wiesbaden.*
- *HORBERRY T., HUTCHINS R. AND TONG R. (2008), Motorcycle Rider Fatigue: A Review, Road Safety Research Report No. 78, February, Department for Transport, London, UK.*
- *HORSWILL M. S. AND HELMAN S. (2003). A behavioral comparison between motorcyclists and a matched group of non-motorcycling car drivers: factors influencing accident risk, Accident Analysis and Prevention 35, 589–597*
- *HURT, H.H., OUELLET, J.V., THOM, D.R., 1981. Motorcycle Accident Cause Factors and Identification of Countermeasures, Final Report to National Highway Traffic Safety Administration, U.S. Department of Transportation.*
- *IHIE – Institute of Highway incorporated engineers (2008): IHIE Guideline for motorcycling, London.*
- *JOHNSTON P., BROOKS C., SAVAGE H. (2008). Fatal and serious road crashes involving motorcyclists, Research and analysis report, Road Safety, Monograph 20 April Department of Infrastructure, Transport, Regional Development and Local Government, Canberra, AU.*
- *KÜHN (2008): Analyse des Motorradunfallgeschehens [Analysis of motorcycle crashes], Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. – GDV [German Insurance Association], Unfallforschung kompakt, Berlin.*
- *LIN, M.R., CHANG, S.H., PAI, L., KEYL, P.M., 2003. A longitudinal study of risk factors for motorcycle crashes among junior college students in Taiwan. Accident Analysis and Prevention 35, 243–252.*
- *M Macdonald (2002). Motorcyclists and Roadside Safety hardware, Presented at the A2A04 Summer meeting*
- *Motorcycle Action Group (MAG), (2005). Motorcycle Friendly Crash Barriers*
- *Motorcycle Action Group (MAG), (2006). Vehicle Restraint Systems; Safety Fences, Crash Barriers, Motorcyclists, Version 1.4*
- *NATIONAL TRANSPORT COMMISSION (2001) Options for a Regulatory Approach to Fatigue in Drivers of Heavy Vehicles in Australia and New Zealand. www.ntc.gov.au.*
- *NMCU – Norwegian Motorcycling Union (2004): MC Safety - Design and Operation of Roads and Traffic Systems, Oslo.*
- *OUELLET, J.V.; SMITH, T.A.; THOM, D.R.; KASANTIKUL, V.: Environmental Contributing Factors in Thailand Motorcycle Crashes.; INSTITUT FÜR ZWEIRADSICHERHEIT (Hrsg.): Sicherheit Umwelt Zukunft IV.; 2002.*
- *PAI, CHIH-WEI AND SALEH, W. (2007), An analysis of motorcyclist injury severity under various traffic control measures at three-legged junctions in the UK Safety Science 45 832–847.*
- *PAI, CHIH-WEI AND SALEH, W. (2008). Modelling motorcyclist injury severity resulting from sideswipe collisions at Tjunctions in the United Kingdom: new insights into the effects of manoeuvres, International Journal of Crashworthiness, 13(1), 89-98.*

- REEDER, A.I., CHALMERS, D.J., LANGLEY, J.D., (1995). *Young on-road motorcyclists in New Zealand: age of licensure, unlicensed riding, and motorcycle borrowing*. *Injury Prevention* 1, 103–108.
- RTR 2001-2003 Projects, “*Motorcycle Accident Investigation: Development of a Common Methodology for Motorcycle Crashes Data Collection*”, (Chairman of the Technical Expert Group: Mr. Cesari, INRETS, France)
- RUTTER, D.R. AND QUINE, L., (1996). *Age and experience in motorcycling safety*. *Accident Analysis and Prevention* 28, 15–21.
- SAVOLAINEN, P. AND MANNERING F. (2007), *Probabilistic models of motorcyclists’ injury severities in single- and multivehicle crashes*, *Accident Analysis and Prevention* 39, 955–963.
- SEXTON, B.; BAUGHAN, C.; ELLIOTT, M.; MAYCOCK, G.: *The accident risk of motorcyclists.*; TRL Report 607, Crowthorne, Berkshire 2004, 57 S.; 2004.
- SHANKAR V., MANNERING F.L. AND BARFIELD W. (1996). *Statistical analysis of accident severity on rural freeways*, *Acc. Anal. Prev.* 28(3), 391–401.
- SHANKAR, V.; MANNERING, F.; BARFIELD, W.: *Effect of roadway geometrics and environmental factors on rural freeway accident frequencies*. *Accident Analysis & Prevention* Vol.27, 1995, S. 371-389.; 1995.
- SPORNER (2006): *Risiken beim Motorradfahren – Spezielle Einflussgrößen durch Straßenführung und Umfeld [Motor Cycle Accidents – Particular risks due to layout of roads and environment]*, Institut für Zweiradsicherheit, Forschungsheft Nr. 12, Tagungsband der 6. Internationalen Motorradkonferenz, Essen.
- *Statens vegvesen (Norwegian Public Roads Administration) (2004). Handbook 245e: MC Safety – Design and Operation of Roads and Traffic Systems.*
- SWEZEY, R.W., LLANERAS, R.E., 1997. *Models in training and instruction*. In: Salvendy, G. (Ed.), *Handbook of Human Factors and Ergonomics*, second ed. John Wiley & Sons, New York.
- Ulleberg, Pål *Motorcykelsäkerhet - en litteraturstudie och meta-analys (Motorcycle safety- a literature review and meta-analysis)*. Oslo : Transportökonomisk institutt TÖI report 681, 2003 - the most recent European study on motorcycle accident causations)
- Ute Grosse, *Helsinki University of technology (2006). Safer restraint systems for motorcyclists, Literature research*

4 Revisione della Sicurezza Stradale (RSA)

4.1 Generalità

In molti paesi europei, i requisiti per la sicurezza stradale per la pianificazione, la costruzione, la manutenzione e l'attrezzatura sono indicati negli standard, nelle specifiche e nelle direttive tecniche applicabili. Tuttavia, gli schemi e le misure per la costruzione stradale spesso vengono pianificati ed implementati senza sfruttare interamente le possibilità di progettazione per la sicurezza stradale, secondo gli ultimi sviluppi tecnologici e della ricerca. Si deve anche considerare che occorre un certo tempo affinché le nuove scoperte scientifiche vengano assorbite nel processo di progettazione. Lo strumento adatto per gestire le questioni sopra citate è la Revisione della Sicurezza stradale (RSA).

L'RSA ha una lunga tradizione, specialmente nel Regno Unito: attualmente procedure formali per la RSA sono state sviluppate nella maggior parte dei paesi europei e in molti paesi extraeuropei. L'obiettivo di queste procedure è di minimizzare i deficit della sicurezza durante il processo di pianificazione e progettazione stradale; esse contengono i principi generali ed anche questioni più specifiche locali e nazionali e si sono dimostrate valide in diversi paesi.

I suggerimenti forniti qui sono fondati sulla valutazione dei manuali RSA esistenti e delle revisioni dei progetti effettuate nell'ambito del progetto PILOT4SAFETY.

4.1.1 Area di Applicazione

Le strade pubbliche vengono divise secondo

- Il luogo (all'interno o all'esterno delle zone abitate),
- I punti di accesso dai siti vicini (con o senza accesso)
- La funzione primaria (collegamento, accesso, residenza)

e pianificate, costruite e gestite secondo gli standard e le specifiche tecniche del Paese interessato.

La RSA integra questi standard e queste specifiche e può essere applicata a tutti i tipi di progetto - grandi e piccoli. Alcuni criteri del progetto (ad esempio i costi, la categoria stradale e l'autorità stradale responsabile) potrebbero imitare l'esecuzione della RSA.

Il progetto PILOT4SAFETY riguarda solo le strade secondarie, secondo la definizione data in precedenza: questo manuale può essere utilizzato per costruzioni nuove, riqualificazioni e lavori di espansione sulle strade secondarie di tutta Europa.

4.1.2 Obiettivo e definizione della RSA

Esistono diverse definizioni della RSA nella letteratura e nelle direttive nazionali, che mostrano una visione comune. PIARC 2001 la definisce come *“una valutazione sistematica formale della sicurezza stradale della strada o dello schema stradale eseguita da un revisore o una squadra di revisori qualificati che fanno rapporto sul potenziale infortunistico del progetto per tutti i tipi di utenti stradali.”*

La Direttiva 2008/96/EC utilizza la seguente definizione: *“un controllo indipendente, dettagliato, sistematico e tecnico della sicurezza relativa alle caratteristiche di progettazione di un progetto per l'infrastruttura stradale coprendo tutte le fasi dalla pianificazione al funzionamento iniziale”*.

L'obiettivo della RSA è di progettare le strade per nuove costruzioni, riqualificazioni e lavori di espansione in modo sicuro e di minimizzare il rischio di incidenti il più possibile. La RSA sottolinea in modo particolare la questione della sicurezza stradale nell'intero processo di pianificazione, progettazione e costruzione. La RSA copre tutte le fasi, dalla pianificazione di una nuova infrastruttura stradale fino alla fase di pre-esercizio.

La RSA è uno degli elementi del processo di garanzia della qualità e dovrebbe fare parte di un sistema generale di gestione della qualità. L'applicazione sistematica della RSA ha lo scopo di aumentare la sicurezza di tutti gli utenti stradali (automobilisti, ciclisti e pedoni) ed evitare ulteriori "punti neri" sulle strade nuove e sui tratti stradali ricostruiti.

4.1.3 Costi e Benefici della RSA

Secondo SWOV (2007), i benefici della RSA sono principalmente i costi risparmiati dagli incidenti prevenuti grazie ai consigli della revisione. Inoltre, vi sono dei benefici qualitativi: meno lavori di riparazione dovuti ad incidenti, una riduzione dei costi totali del progetto, una consapevolezza maggiore della sicurezza stradale ed una qualità maggiore dei processi di progettazione, servizi migliori per gli utenti stradali vulnerabili, un contributo nel raggiungere gli obiettivi di sicurezza stradale, standard migliori, e direttive globali di progettazione.

I costi di una RSA possono cambiare molto a secondo della dimensione del progetto e della fase in cui avviene la revisione. Può essere fatta una distinzione tra i costi diretti ed indiretti. I costi diretti consistono nel tempo impiegato dai revisori ed il tempo supplementare che serve ai progettisti per includere le raccomandazioni nel progetto. Prima viene fatta una RSA nel processo e più bassi saranno i costi relativi.

L'esperienza del progetto PILOT4SAFETY mostra che la RSA di un "tipico"⁷ progetto su una strada secondaria in una fase di revisione può essere effettuata da una squadra di due revisori in meno di una settimana, quindi i costi diretti di questa RSA sono abbastanza bassi se paragonati ai costi di costruzione.

I costi indiretti sono i costi supplementari delle attività di costruzione e ricostruzione raccomandate dai revisori. I calcoli delle esperienze all'estero sono tra l'1% ed il 2% dei costi totali del progetto.

Nei progetti minori, i costi diretti ed indiretti di una RSA sono proporzionalmente maggiori dei costi dei progetti più grandi. Basandosi su uno studio della documentazione esistente, Macaulay & McInerney (2002) sostengono che una RSA di solito è conveniente per quanto riguarda i costi.

Secondo Elvik (2004), gli effetti della RSA dipendono dall'applicazione delle proposte fatte dal revisore. L'efficacia della revisione della sicurezza stradale è "un'efficacia derivata" - dipende dall'efficacia dell'applicazione delle misure proposte.

⁷ Singola intersezione, nuova strada di by-pass, ricostruzione di un tratto stradale fino a 15 Km di lunghezza, etc

Il Manuale di Misure di Sicurezza Stradale (2004) indica la seguente tabella di rapporti tra i costi e i benefici.

Tabella 19: rapporto costi benefici (B/C) della RSA

Selected assessments of road safety audits			B/C-ratio
Safety Audit - Denmark			1.46
Method:	CBA	Result:	acceptable
Source: Herrstedt L. (1999); Herrstedt L. (2000)			
Implementation of Road Safety Audits (RSA) in Germany			4-99
Method:	CBA	Result:	excellent
Source: BAST (2002)			
Road Safety Audits in Norway			1.34
Method:	CBA	Result:	acceptable

La RSA ha dimostrato all'estero il suo valore per la sicurezza stradale e si può quindi dedurre che la RSA contribuisce alla sicurezza stradale. Tuttavia, non ci si possono aspettare grandi contributi perché di solito interessa solo delle piccole alterazioni del progetto (SWOV, 2007).

4.2 Fasi RSA

La RSA idealmente dovrebbe essere integrata nella procedura di pianificazione di un progetto come segue:

Fase 1: Progettazione preliminare e definitiva

Fase 2: Progetto esecutivo

Fase 3: Pre-apertura

Fase 4: Funzionamento iniziale

Queste fasi di revisione rappresentano il modo consigliato per integrare la RSA nella procedura globale. La figura 37 mostra l'integrazione delle fasi di revisione nella procedura di pianificazione e progettazione globale per le strade secondarie. A causa delle differenti normative nazionali, l'integrazione RSA nel processo di pianificazione può cambiare in ogni Paese, ma non in maniera sostanziale.

Il numero richiesto di fasi di revisione dipende dal tipo di progetto e dalle fasi di pianificazione. Le fasi di revisione 1 e 2 dovrebbero svolgersi durante la progettazione e prima delle approvazioni, dei permessi e delle decisioni finali.

Le fasi di revisione 3 e 4 si riferiscono al periodo in cui la strada è aperta; la revisione in questo caso dovrebbe essere fatta prima e dopo l'apertura al traffico.

Le fasi di revisione 2 e 4 dovrebbero anche controllare se sono stati presi in considerazione i risultati delle fasi di revisione precedenti.

La RSA dovrebbe essere effettuata in tutte le fasi. Se ciò non è possibile (ad esempio nei casi di alcuni progetti specifici), la RSA dovrebbe essere fatta il prima possibile poiché il grado di approvazione dei risultati della RSA è maggiore durante le prime fasi del progetto.

Fase 1: Bozza del Progetto
Progettazione dell'andamento planimetrico (allineamento), Procedura di Pianificazione Regionale (se necessaria), Determinazione dell'allineamento da parte di diverse Autorità, Approvazione dei Progetti, Permesso per la progettazione, Mancanza di Approvazione dei progetti
Fase 2: Progetto dettagliato
Progetto Dettagliato, Preparazione ed Aggiudicazione, Approvazione dell'Autorità competente Detailed Design, Preparation an Awarding, Approval by Road Authority
Fase 3: Pre-apertura
Norme sul Traffico, Costruzione, Approvazione, Direzione Lavori, Costruzione
Fase 4: Funzionamento iniziale
Collaudo, apertura al traffico, Analisi di incidentalità

Figura 37: Processo di pianificazione e progettazione

4.3 Processo di revisione

Il cliente, il progettista ed il revisore dovrebbero partecipare congiuntamente al processo di revisione.

- **Il cliente:** generalmente l'autorità stradale che commissiona il progetto al progettista
- **Il progettista:** l'appaltatore o l'unità organizzativa responsabile della pianificazione/progettazione del progetto
- **Il revisore:** l'organizzazione autonoma, la persona o la squadra che esamina in modo critico il progetto preparato dal progettista.

Di solito il cliente inizia la revisione di sicurezza e nomina il revisore, e tutte le informazioni e i rapporti vengono distribuiti dal cliente (Figura 38).

Cliente, in genere il gestore stradale

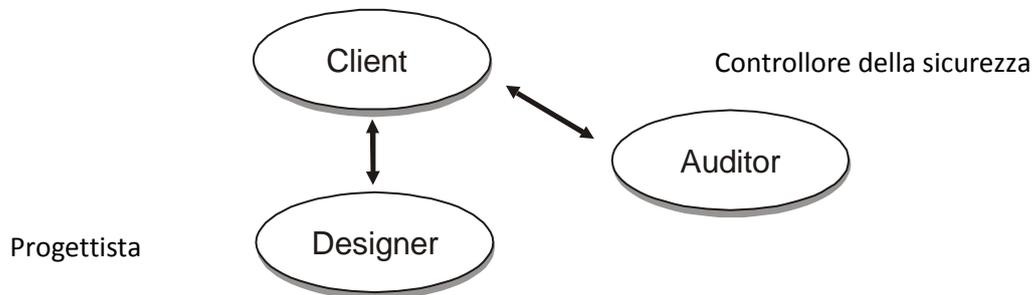


Figura 38: Partecipanti alla RSA

La RSA deve essere un procedimento indipendente con procedure formalizzate e, in quanto tale, una parte essenziale del processo di pianificazione (Figura 39), sia che la revisione venga fatta esternamente che internamente. Il tempo necessario per la RSA è poco se paragonato alle singole fasi di pianificazione.

In ogni caso, dovrebbe essere pianificata con il dovuto anticipo. Il cliente fornisce al revisore tutti i documenti del progetto necessari per la RSA. Il revisore effettua la revisione in maniera indipendente, basandosi su questi documenti e, di solito, anche su una visita al sito.

La revisione viene fatta considerando le seguenti domande:

- l'infrastruttura stradale è sicura per gli utenti interessati?
- Il progetto che è stato scelto è il migliore per la sicurezza del traffico, considerando il contesto delle decisioni secondo le norme?
- Ci sono dei nuovi risultati sulla sicurezza del traffico e sulla progettazione stradale che possono far sembrare un progetto diverso più idoneo?

Il rapporto di revisione elenca le carenze di sicurezza che sono state identificate, oltre alle opportunità per i miglioramenti e i suggerimenti su come correggerle o applicarle. Il revisore non ha il mandato per creare un progetto nuovo quando effettua una RSA. I consigli vengono scritti come raccomandazioni semplici e generali.

Il cliente riceve il rapporto di revisione. E' utile che il cliente, il progettista ed il revisore discutano i risultati della revisione. Il cliente decide se questo colloquio è necessario.

Il cliente decide se, e come, le proposte contenute nel rapporto di revisione debbano portare a delle modifiche progettuali. Le ragioni di ogni rifiuto devono essere messe per iscritto ed aggiunte ai documenti di pianificazione.

Il cliente deve informare il progettista ed il revisore della sua decisione (questa procedura dovrebbe essere espressamente citata nel contratto tra cliente e revisore). Questo conclude il processo di revisione corrispondente a ciascuna fase.

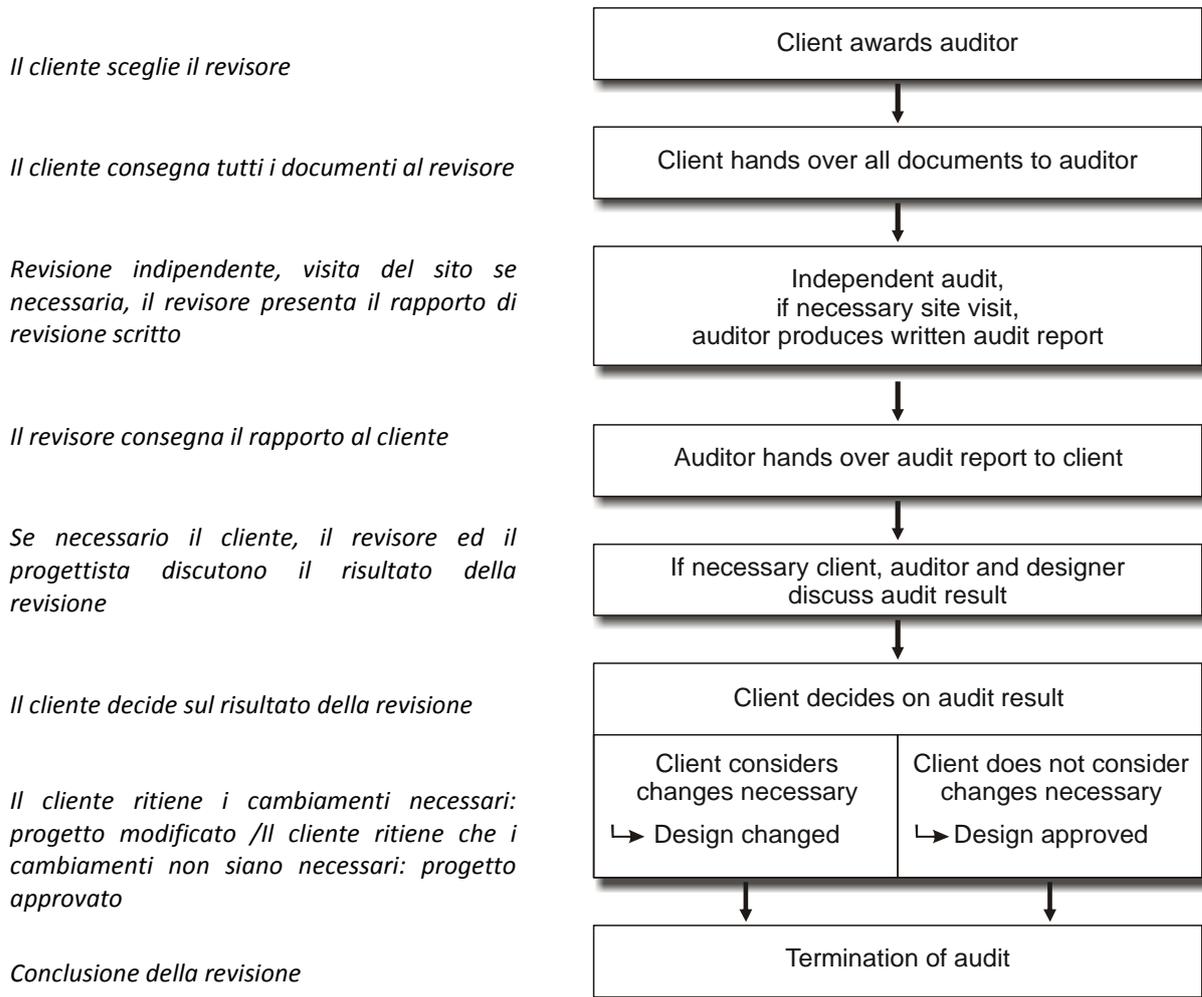


Figura 39: Procedura della revisione di sicurezza

4.4 Applicazione della revisione

4.4.1 Documenti richiesti

Il numero di documenti richiesti aumenta durante le diverse fasi. Il revisore dovrebbe verificare solo i documenti ricevuti dal cliente e non eseguire studi complementari sul traffico.

I seguenti documenti dovrebbero essere disponibili per il revisore (ogni fase di revisione è elencata tra parentesi):

- L'analisi del traffico, inclusa la previsione del volume del traffico (bozza del progetto), ed il rapporto esplicativo (tutte le fasi della revisione).
- La cartografia che fornisce informazioni sul luogo dei lavori per ogni strada dovrebbe essere disponibile per i revisori (bozza del progetto e progetto dettagliato).
- I piani generali di allineamento verticale ed orizzontale in una scala adeguata (scala 1:5,000 fino ad una scala di 1:10,000) sono richiesti per tutte le fasi di revisione. I tipi di svincoli devono essere indicati.
- Le sezioni trasversali che contengono i dettagli della larghezza dei singoli elementi della sezione trasversale, gli strumenti di sicurezza stradale pianificati e la stabilità dei margini della strada sono necessari per la revisione (progetto di bozza e progetto dettagliato).
- I progetti di allineamento verticale ed orizzontale sono i documenti più importanti (tutte le fasi di revisione). Devono quindi essere consegnati al revisore con una scala adatta (scala 1:250 a scala 1:1,000). E' molto importante che questi progetti siano chiari e leggibili. Le planimetrie devono essere a colori.
- Le planimetrie per la pianificazione paesaggistica (bozza del progetto) e l'esecuzione della pianificazione paesaggistica (progetto dettagliato, pre-apertura) indicano il luogo esatto delle piante, specialmente degli alberi; tuttavia, vengono anche utilizzate per verificare i panorami.
- Per un'ispezione accurata della segnaletica del traffico, dei segnali e dell'attrezzatura stradale, che influiscono molto sulla sicurezza del traffico, i revisori devono avere accesso ai progetti della segnaletica, alle planimetrie con l'attrezzatura stradale, e all'analisi dell'ingegneria del traffico per la segnaletica pianificata (se necessario, bozza del progetto, progetto dettagliato, pre-apertura).

Tutti i documenti necessari per le fasi individuali della revisione sono elencati nella Tabella 20. Non tutti i documenti sono sempre necessari: questo dipende dal tipo e dalla portata dell'intervento in progetto

Tabella 20: Documenti necessari per la revisione

Bozza del progetto	Progetto dettagliato	Pre-apertura	Funzionamento iniziale
Rapporto esplicativo	Risultato della fase di revisione precedente con decisione del Cliente	Risultato della fase di revisione precedente con decisione del Cliente	Risultato della fase di revisione precedente con decisione del Cliente
Analisi del traffico inclusa previsioni del volume del traffico	Rapporto esplicativo	Rapporto esplicativo	
Mappa panoramica	Mappa panoramica	Allineamento orizzontale	Rapporto esplicativo
Planimetrie generali con indicazioni del tipo di svincoli	Sezioni trasversali	Allineamento verticale	
Panoramica dei progetti di allineamento verticale	Allineamento orizzontale	Planimetrie della pianificazione paesaggistica dettagliata	
Sezioni trasversali	Allineamento verticale	Progetti della segnaletica	
Allineamento orizzontale	Progetti di costruzione	Progetti della segnaletica	
Allineamento verticale	Planimetrie della progettazione paesaggistica dettagliata	Planimetrie con attrezzatura stradale	
Bozze della costruzione	Progettazione della segnaletica	Progettazione dell'installazione della segnaletica inclusi i documenti di ingegneria del traffico per la pianificazione dei segnali	
Planimetrie delle misure paesaggistiche di accompagnamento	Planimetrie con attrezzatura stradale		
Progetti esistenti della segnaletica	Progettazione dell'installazione della segnaletica, inclusi i documenti di ingegneria sul traffico per la pianificazione dei segnali		

4.4.2 Procedura

L'applicazione della RSA dipende dal tipo di progetto (costruzione nuova, riqualificazione o ampliamento), dal luogo del progetto nella rete stradale e dalla fase di revisione. Il revisore dovrebbe avere abbastanza tempo per eseguire la RSA per garantire una revisione approfondita.

Tutti i documenti necessari dovrebbero essere consegnati al revisore all'inizio della RSA. I documenti incompleti portano a domande e richieste supplementari, e quindi un tempo più lungo e maggiore lavoro per la revisione.

Il revisore dovrebbe effettuare una visita locale al sito per gli schemi delle modifiche o degli ampliamenti affinché possa giudicare meglio gli effetti dello schema di costruzione basandosi sulle condizioni del traffico esistenti e l'ambiente circostante.

La documentazione fotografica è utile. Una visita al sito non è sempre necessaria per i lavori di nuova costruzione. Durante la verifica nelle fasi 1 e 2, il revisore deve immedesimarsi nelle posizioni dei vari utenti stradali (automobilisti, ciclisti e pedoni) utilizzando i documenti di progettazione affinché possa giudicare lo schema della sicurezza del traffico dal punto di vista di tutti gli utenti stradali. Il revisore può esaminare lo schema e la revisione sul campo solo nella terza e la quarta fase della revisione.

Per valutare l'infrastruttura stradale dal punto di vista di tutti gli utenti stradali, dovrebbe percorrere la struttura in un veicolo per passeggeri, in bicicletta e a piedi come pedone (se necessario). Potrebbe anche essere necessario vedere il luogo durante i momenti diversi della giornata (ad esempio di giorno o di notte o dopo che chiudono le scuole).

Il revisore può eseguire una RSA sulla base della propria esperienza personale e della propria conoscenza della sicurezza stradale. Per garantire che nessuno degli aspetti di sicurezza venga trascurato durante questa procedura basata sulla propria esperienza, sarebbe opportuno utilizzare delle liste di controllo. Queste di solito vengono divise a seconda delle diverse fasi di revisione (vedi appendice 1).

Le liste di controllo vengono stabilite sulle basi seguenti:

- Discrezione piena sugli standard e le specifiche tecniche per ottimizzare la sicurezza stradale
- Risultati delle ricerche sugli incidenti locali
- Risultati nuovi di ricerca
- Esperienza ottenuta dalle revisioni sperimentali
- Normali errori di progettazione

Le rappresentazioni realistiche nelle foto dalla prospettiva degli utenti, rese possibili grazie ai programmi moderni di progettazione, e le analisi quantitative dell'impressione dello spazio delle strade possono essere utili nel redigere la RSA, poiché facilitano la risposta ad alcune delle domande delle liste di controllo.

Le liste di controllo, le rappresentazioni fotografiche, e l'analisi quantitativa della combinazione di allineamenti verticali ed orizzontali non possono sostituire l'esame globale della progettazione o della strada completata da parte di un revisore esperto; il semplice completamento delle liste di controllo non costituisce pertanto un espletamento della RSA..

4.4.3 Rapporto di revisione

Il revisore presenta un rapporto di revisione scritto per ogni fase della revisione. Questo rapporto di revisione elenca le carenze della sicurezza che sono state identificate e fornisce informazioni su come correggerle. Nella fase di pre-apertura e di funzionamento iniziale, il rapporto di revisione dovrebbe essere accompagnato dalle foto.

Il cliente decide in base ai risultati della revisione, presenta una giustificazione scritta per le proposte rifiutate e le archivia insieme al rapporto di revisione. Il rapporto di revisione e la decisione del cliente dovrebbero essere disponibili per il progettista ed il revisore.

Il rapporto di revisione può essere strutturato secondo le caratteristiche individuali "sezione trasversale, allineamento, svincolo" e, se necessario, secondo i gruppi di utenti stradali. Un esempio dello schema di un rapporto RSA basato sull'esperienza del progetto PILOT4SAFETY è indicato nell'appendice 2.

4.5 Revisori

4.5.1 Requisiti dei revisori

I requisiti per l'istruzione e la professionalità del revisore cambiano da paese a paese. In generale, per quanto riguarda le qualifiche, i revisori devono avere una conoscenza ed un'esperienza approfondita sia della progettazione che della valutazione della sicurezza delle strutture stradali. *Come qualifica di base, i revisori dovrebbero avere completato un'istruzione universitaria o una formazione equiparata.*

Sono anche necessari diversi anni di esperienza nel campo della progettazione stradale e verifiche sulla sicurezza delle strade. I revisori dovranno seguire una formazione iniziale per poi avere un certificato di competenza.

Oltre a questi requisiti di base, altre qualifiche dovrebbero essere ottenute con formazioni ulteriori. I revisori dovrebbero essere in grado di valutare la sicurezza del traffico di una strada per i diversi gruppi di utenti stradali. Inoltre, i revisori dovrebbero essere aggiornati sulle ultime informazioni di sicurezza della progettazione e sul funzionamento delle strade.

4.5.2 Posizione dei revisori

L'autonomia dei revisori è importante per un giudizio imparziale ed obiettivo e per la valutazione del progetto revisionato. **L'autonomia in questo contesto vuol dire che la revisione viene effettuata da revisori che non sono responsabili del progetto e che non sono neanche coinvolti nel presentare la progettazione da verificare.**

Rispetto alla posizione dei revisori esistono tre diverse opzioni:

- (1) I revisori appartengono alle unità organizzative dell'autorità stradale (revisori "interni"), non coinvolte nel processo della progettazione.
- (2) L'autorità stradale chiama dei revisori "esterni".
- (3) La revisione viene effettuata da revisori "interni" ed "esterni" insieme.

I revisori possono anche venire consultati durante il procedimento della progettazione come consulenti, per evitare le carenze di pianificazione che potrebbero influire sulla sicurezza. I revisori che effettuano la revisione successiva, tuttavia, non possono essere stati precedentemente coinvolti nel progetto come consulenti..

4.5.3 Squadra di revisori

La RSA può essere effettuata da revisori singoli o da squadre di revisione. Le squadre di revisione hanno il vantaggio, laddove esistono problematiche più complicate, di avere più punti di vista e più approcci di esperti con diverse professionalità. Nella squadra ci deve essere almeno una persona con un certificato di abilitazione. Problematiche meno complesse possono essere gestite da un revisore singolo.

4.6 Responsabilità

Il cliente (di solito l'amministrazione stradale) è l'autorità responsabile per le decisioni nelle diverse fasi di pianificazione e progettazione. Come parte del processo di valutazione globale, deve prendere in considerazione la sicurezza stradale. La RSA contribuisce a questo processo globale

A tale riguardo, il cliente ha la responsabilità per i danni possibili ai terzi, in quanto la responsabilità per la sicurezza della strada è della persona o dell'ente che gestisce la sicurezza stradale. La revisione, quindi, non cambia le condizioni dei termini relativi alla responsabilità del cliente e del progettista.

La responsabilità del revisore può al massimo coesistere con la responsabilità derivante dall'incarico affidatogli secondo le normative nazionali.

Il fattore decisivo per la responsabilità consiste nel riscontrare il coinvolgimento dei revisori interni (impiegati dall'autorità stradale) o dei revisori esterni (terzi privati).

Se il revisore è un impiegato dell'autorità stradale, la responsabilità del revisore verso gli utenti stradali viene considerata se la revisione viene assegnata come incarico ufficiale. Tuttavia, ciò è difficile da immaginare nel significato normale di una procedura di revisione. La responsabilità del revisore verrebbe messa in discussione solo nei regolamenti generali di un ricorso, ad esempio nel caso di intenzione o negligenza grave.

Se il revisore è un terzo privato, i rapporti legali tra il cliente ed il revisore vengono specificati contrattualmente.

Il contratto può anche contenere una regolamentazione per la responsabilità. Ciò viene valutato, tuttavia, caso per caso. Inoltre, la responsabilità verso il cliente rientra tra i regolamenti generali sull'inadempienza degli obblighi contrattuali.

4.7 Bibliografia

- *DIRECTIVE 2008/96/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 19 November 2008 on road infrastructure safety management*
- *Guidelines for Road Safety Audits (ESAS) - Empfehlungen für das Sicherheitsaudit von Straßen (ESAS), FGSV Verlag, Köln, Germany 2003.*
- *Road Safety Audits, PIARC Technical Committee on Road Safety, 2001*
- *Practical road safety auditing, 2nd edition, Belcher, Proctor and Cook, TMS Consultancy 2008*
- *Guidelines for Road Safety Audits - Bezpečnostní audit pozemních komunikací (Metodika provádění), CDV, Brno, The Czech republic 2006*
- *RIPCORDER – ISEREST project*
- *PIARC ROAD SAFETY MANUAL*

- *Gadd, M. (1997). Contract reports methods for determining the benefits of safety audit : a scoping study. Transfund New Zealand, Wellington*
- *Surrey County Council (1994). Road Safety Audit: An investigation into casualty savings. Discussion report. Surrey County Council Highways Management Division, Casualty Reducion Group, UK.*
- *Elvik, Vaa (2004): The Handbook of Road Safety Measures.*
- *SWOV Fact sheet (2007) The Road Safety Audit and Road Safety Inspection*

5 Ispezioni di Sicurezza Stradale (RSI)

Nel capitolo 1, è stata citata la definizione della RSI dalla Direttiva 2008/98/EC, ed una definizione globale della RSI è stata quindi redatta dai partner del PILOT4SAFETY ed approvata per il progetto, per sottolineare meglio che la RSI mira ad essere una misura preventiva e viene effettuata sulla rete stradale esistente.

5.1 Perché servono le RSI?

A PARTIRE Dal 2000, c'è stato uno sviluppo importante in Europa: il numero di morti dovuti agli incidenti stradali è in diminuzione⁸. Tuttavia, gli obiettivi prefissati per il 2010 non sono stati raggiunti. Pertanto, il nuovo programma di azione per la sicurezza stradale ha posto come nuovo obiettivo il dimezzamento del numero di morti tra il 2011 ed il 2020⁹.

L'incidente è spesso il risultato di una combinazione di diversi fattori sfavorevoli connessi al guidatore (attitudine, comportamento), allo stato dell'infrastruttura (attrito degradato, un cambio improvviso del raggio della curva, un ostacolo laterale non protetto, etc.), al tipo e alle condizioni del veicolo. Se, come indicato da diverse fonti, il comportamento umano è il fattore principale della sicurezza stradale, l'infrastruttura fa parte del sistema complesso e contribuisce ad una grossa percentuale dei casi (come indicato dalla Figura 40), alla genesi dell'incidente o al peggioramento delle conseguenze.

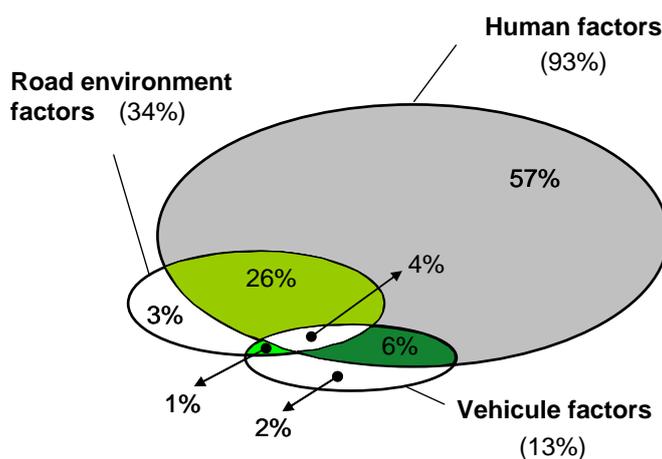


Figura 40: Fattori che contribuiscono agli incidenti -Treat & al (1979)

⁸ Secondo I dati CARE, il numero totale di morti lungo le strade europee (una media per i 27 stati membri) è diminuito di circa il 36% tra il 2001 ed il 2009

⁹ Programma per la Sicurezza stradale 2011-2020: misure dettagliate - MEMO/10/343, 20 Luglio 2010

Le autorità stradali devono quindi garantire dei livelli adeguati di sicurezza sulle strade esistenti. Per raggiungere questo obiettivo, una gestione evoluta della sicurezza stradale dovrebbe considerare l'intero ciclo di vita dell'infrastruttura stessa.

Come si è visto nel capitolo 1, le Ispezioni della Sicurezza Stradale, come misura preventiva, hanno un ruolo importante, rinforzato dalla Direttiva stessa nel punto 9 delle considerazioni iniziali: *"Una volta affrontato il problema dei tratti stradali ad elevata concentrazione di incidenti e dopo aver adottato le opportune misure correttive, le ispezioni preventive della sicurezza dovrebbero svolgere un ruolo di maggiore rilevanza. Le ispezioni regolari sono uno strumento essenziale di prevenzione dei pericoli ai quali possono essere esposti tutti gli utenti della strada, segnatamente gli utenti vulnerabili, e anche in caso di lavori stradali."*

La Gestione dei Punti Neri (BSM) e la Gestione della Sicurezza della Rete (NSM) (vedi capitolo 1.2.5) sono strumenti di diagnosi, ma come molte altre procedure presentano dei limiti o difficoltà:

- Fiducia sulle statistiche infortunistiche (tasso di registrazione? Luogo dell'incidente?);
- L'eliminazione di un punto nero non risolve sempre tutto (misura ad hoc <--> spostamento del pericolo?);
- BSM e NSM interessano i luoghi con una concentrazione infortunistica maggiore (e il resto?);
- "Diluizione degli incidenti" su tutta la rete!;
- Già oggi un numero "relativamente modesto" di incidenti interessa i punti neri.

Le procedure correttive come BSM e NSM non sono quindi le uniche misure necessarie per raggiungere una diminuzione drastica degli incidenti e delle morti su strada; sono necessarie anche misure di sicurezza preventiva come le RSI, implementate ampiamente sulla rete stradale.

5.2 Benefici e costi delle RSI

Come discusso nel capitolo 1, l'obiettivo della RSI è di gestire la sicurezza attivamente, identificando e trattando i rischi associati con le carenze della sicurezza stradale.

Nelle sue raccomandazioni, Elvik (2006) riconosce che ci sono pochi studi degli effetti sulle misure di sicurezza stradale applicate dopo le RSI. Ci sono, tuttavia, molti studi sull'efficacia delle misure di sicurezza stradali proposte nei rapporti delle RSI. Come suggerito da Elvik, è quindi ragionevole presumere che gli effetti delle misure introdotte secondo la RSI saranno uguali agli effetti di quelle misure riportate in generale negli studi di valutazione.

La Tabella 21 riassume gli effetti che possono essere previsti da alcune misure correttive importanti introdotte come risultato di una RSI.

Tabella 21: Riassunto degli effetti previsti sugli infortuni con lesioni come risultato delle ispezioni della sicurezza stradale - Elvik (2006)

Rimedio	Incidenti condizionati	Diminuzione prevista degli infortuni (%)
Rimozione degli ostacoli visivi	Tutti gli incidenti	0-5%
Appiattimento delle pendenze laterali	Uscite di strada	5-25%
Offrire delle zone di ripresa	Uscite di strada	10-40%
Guardrail lungo gli argini	Uscite di strada	40-50%
Misure alla fine del guardrail	Veicoli che colpiscono la fine del guardrail	0-10%
Paletti illuminati	Veicoli che colpiscono i paletti	25-75%
Segnaletica per curve pericolose	Uscite di strada in curva	0-35%
Rettifica dei segnali sbagliati	Tutti gli incidenti	5-10%

Come si può vedere, la tabella indica le “misure a basso costo” che vengono incluse nella proposta del rapporto RSI per l’installazione a breve e medio termine.

Nel 2008, la Conferenza dei Direttori Europei Stradali (CEDR) ha esaminato esaurientemente l'efficienza delle questioni e dei risultati di valutazione esistenti dei molti investimenti nell'infrastruttura della sicurezza stradale (CEDR, 2008), che coprono tutti i tipi di infrastruttura (incluse le autostrade, le strade rurali, gli svincoli e le zone urbane). Questi investimenti sono stati classificati secondo i loro effetti sulla sicurezza ed i loro costi di attuazione ed è stata fatta un'analisi approfondita dei cinque investimenti più promettenti relativi agli effetti sulla sicurezza, altri effetti (mobilità, ambientali, etc.), e ai costi di attuazione (Figura 41).

Investment	Sub-investment	Safety effect (%) *		Implementation cost (€)		Benefit / Cost ratio	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
Roadside treatment	Clear zones	-23		<i>n/a</i>	<i>n/a</i>	< 1:1	<i>n/a</i>
	Side slopes	-22	-42	<i>n/a</i>	<i>n/a</i>	< 1:1	<i>n/a</i>
	Safety barriers	-30	-47	130,000 per km	220,000 per km	8.7:1	32:1
Speed limits / reduction of operating speed	Introducing speed limits	-22		300 per km		> 1:1	<i>n/a</i>
	Reducing speed limits	-9	-67	300 per km		> 1:1	<i>n/a</i>
Junctions layout	Roundabouts	-11	-88	450,000 per junc.	1,300,000 per junc.	2:1	3:1
	Redesigning junctions	-17	-50	1,100,000 per junc.	<i>n/a</i>	3:1	
	Channelisation	+16	-57	65,000 per junc.	1,650,000 per junc.	< 1:1	2.5:1
Traffic control at junctions	STOP signs	-19	-45	250 per sign	700 per sign	< 1:1	6.8:1
	Introducing traffic signals	-15	-36	50,000 per junc.	300,000 per junc.	< 1:1	8:1
	Upgrading traffic signals	+60	-37	<i>n/a</i>	<i>n/a</i>	< 1:1	8.6:1
Traffic calming	Area-wide traffic calming	-8	-50	1,300,000	3,000,000	2:1	4:1

* on target injury accidents
n/a : not available

Figura 41: Efficienza dei costi degli investimenti più promettenti dell'infrastruttura della sicurezza stradale - CEDR (2008)

Facendo riferimento ai costi RSI, il CEDR ha riferito che nei paesi europei dove vengono eseguite ispezioni regolarmente, i costi vanno da 600 a €1,000 per km di autostrada (costi riferiti al 2008).

Possono essere consultate altre fonti che trattano l’Analisi dei Benefici-Costi e l’Efficienza dei Costi delle misure di sicurezza stradale (la lista non è esaustiva):

- Progetto ROSEBUD (Analisi della Sicurezza stradale e Benefici-Costi Ambientali ed Efficacia dei Costi da Utilizzare nel Prendere le Decisioni) - http://ec.europa.eu/transport/road_safety/pdf/projects/rosebud.pdf
- PIARC Comitato Tecnico 3.1 Sicurezza Stradale (2009). PIARC catalogo dei problemi di sicurezza della progettazione e contromisure potenziali. Rapporto 2009R07 – www.piarc.org
- SEROES - Sistema esperto di pratica migliore informazioni sulla sicurezza - www.seroes.eu
- SWOV (2010). Effectiviteit en kosten van verkeersveiligheidsmaatregelen. Report R-2010-9 - <http://www.swov.nl/rapport/R-2010-09.pdf>
- Gerlach et al. (2008): Möglichkeiten zur schnelleren Umsetzung und Priorisierung straßenbaulicher Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit [Possibilities of faster realization and prioritization of structural measures to improve road safety at black spots], Free download: <http://tinyurl.com/35ej63p>

Anche se non è sempre facile quantificare precisamente i benefici economici della RSI, vi sono chiare dimostrazioni che queste ispezioni sono molto efficaci per i costi. Introducendo alcune misure tipiche come quelle citate sopra, è possibile salvare vite umane. Ovviamente, anche salvando una sola vita umana all'anno in una sezione stradale ispezionata, il beneficio della RSI sarebbe molto più alto del costo.

Cardoso & al (2005) citano un'analisi fatta in Australia dei risultati ottenuti con un'attività simile alla RSI, nella quale la maggioranza (78%) degli interventi proposti hanno avuto dei rapporti costi-benefici maggiori di 1.0 ed il 35% ha avuto un rapporto costi-benefici più alto di 10.

5.3 Quando dovrebbe essere eseguita la RSI?

Un aspetto importante della RSI è che questa attività dovrebbe coprire l'intera rete. Inoltre, per essere veramente efficace, dovrebbe esservi una certa regolarità nelle RSI per assicurare una valutazione sistematica periodica dei pericoli di sicurezza sull'intera rete stradale. I capitoli seguenti esamineranno le ragioni principali per iniziare una RSI. In alcune nazioni, i dati infortunistici vengono utilizzati come criteri che danno origine all'ispezione. Il capitolo 5.3.1 tratterà quindi di nuovo questo aspetto molto importante che è spesso oggetto di discussione

5.3.1 RSI e dati infortunistici

La RSI è considerata uno strumento preventivo poichè il suo impiego su un percorso e su una sezione stradale non dipende dalla conoscenza del livello di sicurezza specifico. Infatti, né la decisione di iniziare una RSI né le procedure per la sua esecuzione richiedono una conoscenza della documentazione ufficiale sulla sicurezza o del rischio infortunistico del percorso in questione.

Per effettuare una RSI bisogna avere una conoscenza generale dei pericoli stradali, delle questioni di sicurezza relative all'ambiente stradale, e degli interventi efficaci sull'infrastruttura. Gli esperti della Sicurezza Stradale PIARC (PIARC, 2007) sostengono l'idea che la RSI non ha bisogno dei dati infortunistici ed ha quindi un grosso vantaggio nei casi privi di dati infortunistici affidabili.

Questa opinione è fondata sull'idea che la RSI è un approccio puramente preventivo che fornisce un esame sistematico del livello di sicurezza dell'intera rete stradale, senza considerare il numero di incidenti.

Cionostante, in alcuni paesi dell'Unione Europea le informazioni infortunistiche vengono utilizzate come criteri per iniziare le ispezioni o come informazioni complementari per preparare interventi adeguati. Secondo Cardoso, & al. (2005), questa differenza dal significato comune citato non influisce seriamente sull'applicazione del concetto della RSI, a condizione che le informazioni infortunistiche richieste siano prontamente disponibili ed all'altezza dei requisiti di qualità.

Tuttavia bisogna stare attenti ed assicurarsi che la RSI non diventi semplicemente una parte della classificazione sulla sicurezza e della gestione della rete stradale esistente (NSM e BSM).

La RSI, la classificazione sulla sicurezza e la gestione della rete stradale esistente si completano a vicenda. Mentre la RSI, come *approccio preventivo*, copre l'intera rete e si occupa principalmente dei difetti che hanno bisogno di lavori di manutenzione, NSM e BSM sono gli che mirano a creare contromisure per i siti stradali ad alto rischio.

Pertanto, quando nelle NSM e BSM le visite ai siti (Direttiva articolo 5, punto 2) vengono eseguite come nelle RSI, i dati infortunistici devono essere presi in considerazione.

Tabella 22: RSI e dati infortunistici secondo PILOT4SAFETY

Sulla base di queste opinioni e considerando la propria esperienza nazionale, i partner PILOT4SAFETY:

- Sostengono che le RSI non hanno necessariamente bisogno dei dati infortunistici;
- Riconoscono che le autorità stradali possono decidere di utilizzare informazioni affidabili sui rischi infortunistici durante il processo;
- Vogliono preservare il principio secondo il quale il processo RSI è sistematico e non si concentra solo su sezioni particolari ad alto rischio identificate dai dati infortunistici o a volte solo da informazioni aneddotiche sugli incidenti o su degli episodi;
- Ricordano che l'obiettivo delle RSI è di identificare qualsiasi rischio che possa portare ad incidenti futuri, affinché possano essere presi provvedimenti correttivi prima che tali incidenti si verifichino.

5.3.2 Ragioni principali per iniziare la RSI

Non c'è una ragione sola che porta alla decisione di iniziare una RSI su una (sezione di) strada. Dipende principalmente dalla politica nazionale sulla sicurezza e sulle procedure di gestione della sicurezza stabilite dall'autorità stradale o dall'operatore.

La ragione principale per iniziare una RSI su una sezione stradale è il "programma RSI", inteso come impegno periodico. Altre RSI possono iniziare:

- poichè parte di programmi sulle infrastrutture di strade specifiche o siti stradali o aspetti tematici specifici, ad esempio RSI nei tunnel, passaggi a livello, alberi, motociclisti, di notte, etc.;
- quando un progetto di ricostruzione o riabilitazione viene pianificato dall'amministrazione stradale per un futuro prossimo; in questo caso, la RSI può identificare le necessità specifiche relative alla sicurezza stradale (di base);
- Nel caso di cambiamenti strutturali importanti nella rete vicina o nell'utilizzo del terreno, ad esempio nuove autostrade con strade di collegamento nuove o la costruzione di un nuovo centro commerciale.

5.3.3 Frequenza dell'ispezione

Ancora una volta, non esiste una posizione "standard" per questa problematica. La Direttiva Europea 2008/96/CE sulla gestione della sicurezza dell'infrastruttura stradale non impone obblighi, né da consigli; ricorda solo "ispezioni periodiche della rete stradale" e conviene che "le ispezioni saranno abbastanza frequenti da salvaguardare dei livelli di sicurezza adeguati".

Uno sguardo veloce alla letteratura aiuta ad illustrare alcune delle prassi europee.

Lo studio di Cardoso & al. (2005) all'interno del contesto del progetto RiPCORD-iSEREST dimostra che la frequenza delle ispezioni stradali va dai due anni (in Germania sulle strade principali) ai cinque anni (in Portogallo ed in Ungheria sulle strade statali).

In Francia, il Comitato interministeriale per la Sicurezza stradale (ICRS) ha deciso il 13 febbraio 2008 che le RSI verranno effettuate periodicamente sull'intera rete stradale nazionale con inizio nel 2009 e

verranno ripetute ogni tre anni (SETRA, 2008). La frequenza dell'ispezione stradale dipende dalla lunghezza totale della rete da ispezionare, ed è collegata alla complessità della metodologia scelta dalle autorità stradali. Ad esempio, le autorità stradali francesi hanno scelto una metodologia "leggera e conveniente" dato che ogni sezione stradale viene ispezionata ogni tre anni:

- La visita è immediata e centrata sulla questione della sicurezza dal punto di vista dell'utente;
- Gli ispettori annotano le loro impressioni o i fatti reali di cui si occuperà l'operatore stradale;
- L'ispettore richiama l'attenzione su alcune situazioni stradali e sull'ambiente senza fare riferimenti a standard e regolamenti e senza suggerire le misure correttive.

Le direttive tedesche per le RSI ("Merkblatt für die Durchführung von Verkehrsschauen (M DV)") distinguono tre cause delle RSI con frequenze diverse (FGSV, 2007):

- Ispezioni regolari, e periodiche effettuate su tutte le strade, ogni due anni sulle strade principali ed ogni quattro anni sulle strade secondarie e locali;
- Ispezioni con un obiettivo particolare che includono le RSI notturne, le ispezioni dei passaggi ferroviari, le ispezioni dei tunnel, le ispezioni della segnaletica di destinazione ed ispezioni di altra segnaletica e degli strumenti per il controllo del traffico ogni quattro;
- RSI ad-hoc eseguite quando c'è bisogno e che includono la segnaletica e gli strumenti per il controllo del traffico.

Quest'ultima prassi solleva la questione che verrà affrontata nel prossimo capitolo: qual'è il ruolo delle RSI in rapporto alla manutenzione ordinaria?

Secondo la Sicurezza Stradale PIARC TC (PIARC, 2007), alcune autorità stradali potrebbero effettuare le ispezioni o i lavori di riparazione dovuti all'ispezione molto sporadicamente non avendo i fondi per un procedimento regolare. Tuttavia, i costi possono essere controllati selezionando le strade da ispezionare, variando i tempi delle ispezioni e stabilendo la priorità dei lavori di riparazione dopo l'ispezione. Un esame della documentazione indica anche che le RSI spesso portano alla proposta di misure a basso costo per i lavori di riparazione.

Sebbene nella letteratura non venga consigliata una scadenza particolare, le ispezioni dovrebbero essere fatte almeno ogni cinque anni.

5.3.4 Ispezione e manutenzione

Anche se la Direttiva 2008/96/CE dichiara che "l'ispezione di sicurezza implica una verifica periodica ordinaria delle caratteristiche e dei difetti che hanno bisogno di lavori di manutenzione per ragioni di sicurezza" deve essere chiaro che la RSI non fa parte dei lavori di ordinaria manutenzione.

La manutenzione è un procedimento costante dove le questioni principali dell'infrastruttura come i rami sporgenti, la superficie stradale, le buche e la segnaletica di qualità scarsa vengono controllati e vengono attuati i rimedi necessari. Ciò può essere fatto da persone che non hanno necessariamente esperienza nell'ambito dell'ingegneria stradale o della sicurezza stradale, ma seguono semplicemente un procedimento pianificato (PIARC, 2007).

Come già spiegato precedentemente, la RSI è uno studio sul campo concentrato sulla sicurezza stradale; ha come obiettivo gli elementi conosciuti come fattori rischiosi che possono causare incidenti o gravi lesioni. Pertanto, l'obiettivo di tale procedura va al di là della missione dell'unità di manutenzione.

Ovviamente la RSI può identificare le carenze nella sicurezza dovute ad una cattiva manutenzione (ad esempio segnaletica e strisce scarse o problemi di visibilità causati dalla vegetazione). Alcune caratteristiche stradali, come il livello dell'attrito sulla pavimentazione, sono però difficili da valutare durante la RSI. Questi problemi possono essere quantificati grazie all'attrezzatura utilizzata nelle ispezioni di manutenzione ordinaria.

5.4 Partner nel processo RSI: ruoli e responsabilità

Il Cliente (di solito l'autorità stradale o la società privata che gestisce la strada) e **l'ispettore** (o squadra di ispettori) partecipano al procedimento di ispezione.

Il Cliente è l'ente (di solito l'amministrazione stradale) responsabile della sicurezza stradale nella propria rete. Il Cliente è pienamente responsabile di garantire che le richieste dell'ispezione vengano eseguite e deve iniziare i miglioramenti proposti il prima possibile. E' anche compito del Cliente organizzare gli investimenti necessari per l'attuazione dei risultati della RSI.

L'ispettore è l'esperto, la squadra o l'organizzazione per la sicurezza stradale che eseguirà la RSI. Idealmente, dovrebbe essere una squadra con diverse competenze appropriate al progetto. Una persona della squadra dovrebbe essere a capo della squadra stessa per gestire sia la squadra che il procedimento.

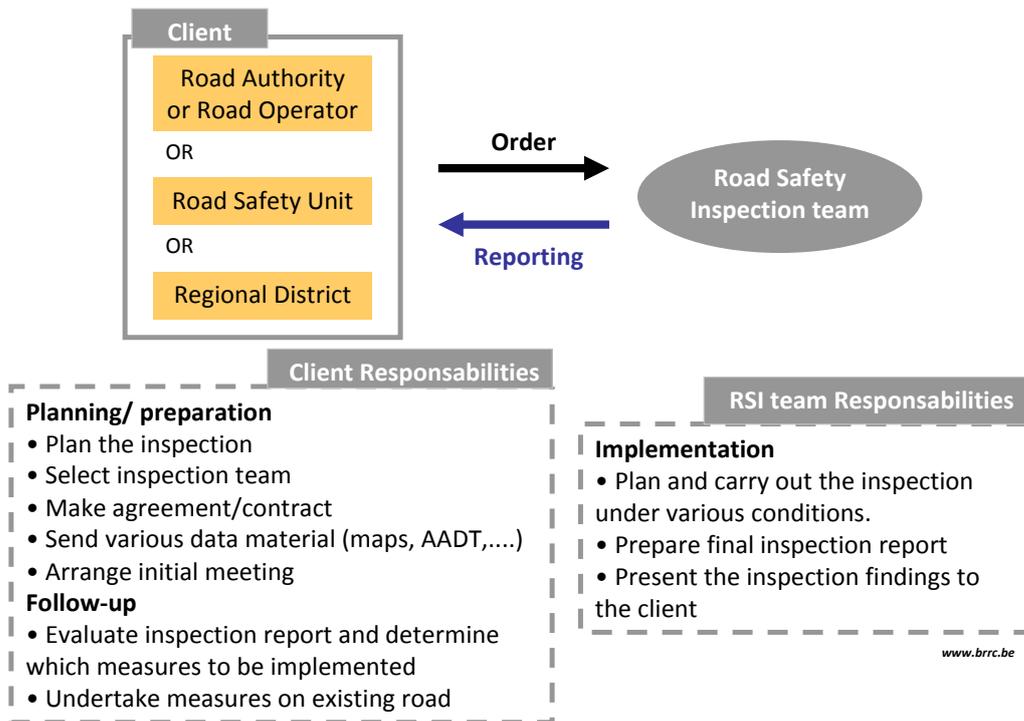
Una lista di ispettori potenziali redatta dal Cliente può essere utile nel processo di selezione. L'esperto è responsabile per un'esecuzione attenta della RSI tenendo conto del punto di vista della sicurezza stradale. L'ispettore presenterà i risultati, le carenze e le fonti in una lettera formale scritta. L'ispettore utilizzerà la propria conoscenza da esperto riguardo alla prassi migliore per valutare le situazioni esistenti.

E' cruciale che l'ispettore abbia una buona esperienza di progettazione e costruzione stradale inoltre a nozioni di ingegneria della sicurezza e di analisi infortunistiche. Per garantire la qualità della RSI, gli ispettori dovrebbero sottoporsi ad una formazione iniziale per aggiudicarsi l'abilitazione e prendere parte ad ulteriori corsi di formazione periodici.

Laddove le RSI vengono eseguite da squadre, almeno un membro della squadra dovrebbe avere l'abilitazione. A volte sarebbe utile avere esperti della polizia del traffico locale nella squadra di ispezione. In Germania, le squadre sono composte da almeno un membro del traffico e dell'autorità stradale e dalla polizia.

Cliente

- Autorità stradale o Operatore stradale
- O Unità di Sicurezza Stradale
- O Distretto Regionale



Responsabilità del cliente

Pianificazione/ preparazione

- Pianificare l'ispezione
- Selezionare la squadra di ispezione
- Redigere l'accordo/contratto
- Mandare i vari materiali informativi (mappe, AADT,...)
- Organizzare la prima riunione

Controllo

- Valutare il rapporto di ispezione e determinare quali misure da attuare
- Intraprendere delle misure sulla strada esistente

Responsabilità della squadra di ispezione

Attuazione

- Pianificare ed effettuare l'ispezione in varie condizioni (giorno, sera, pioggia sole, etc).
- Preparare il rapporto di ispezione finale
- Presentare i risultati dell'ispezione al cliente

Figura 42: Partner nel processo RSI; I loro ruoli e le loro responsabilità - fonte BRRC

5.5 Responsabilità

I problemi riguardo alla responsabilità a volte possono contrastare l'attuazione della RSI. Secondo RiPCORD (Cardoso & al., 2005), le leggi riguardo alla responsabilità di questioni collegate all'impatto dei fattori stradali sugli incidenti cambiano da paese a paese, ma possono identificarsi comunque tre tipi di responsabilità dovute a diversi tipi di negligenza:

1) Quali sono le conseguenze di non avere tentato di individuare un pericolo (non effettuando una RSI)?

Le amministrazioni che svolgono regolarmente la RSI dimostrano un interesse attivo nel migliorare la sicurezza, riducendo la credibilità delle critiche di negligenza. Questo argomento sostiene l'interesse ad avere un programma RSI attivo.

Come ricordato da PIARC nel Manuale di Sicurezza Stradale, le autorità stradali hanno il dovere di interessarsi della sicurezza pubblica e devono quindi utilizzare metodi all'avanguardia per identificare le carenze di sicurezza della rete stradale, proporre azioni correttive appropriate e poi attuare metodi obiettivi per stabilire la priorità delle azioni.

2) Quali sono le conseguenze per non avere individuato un pericolo nell'esecuzione di una RSI?

Questa domanda sottolinea quanto sia importante avere un programma attivo per aggiornare le conoscenze di un ispettore stradale e tenere regolarmente delle conferenze tecniche dove condividere l'esperienza degli ispettori;

3) Quali sono le conseguenze del non avere agito su un pericolo individuato?

A seguito dell'individuazione di un pericolo ci dovrebbe essere ovviamente un intervento sulla strada. Tuttavia, la sicurezza non è l'unico criterio da soddisfare nel gestire una rete stradale (devono anche essere considerati i fondi, l'utilizzo del terreno, e gli aspetti sociali o ambientali).

In alcuni paesi, le amministrazioni stradali hanno il potere come autorità discrezionale di decidere come agire di fronte all'individuazione di un pericolo, secondo delle regole prestabilite. In questi casi viene tenuto un registro delle decisioni prese e delle motivazioni. Se si stabiliscono delle priorità, è importante potere giustificare come sono state stabilite. (PIARC - Manuale di sicurezza stradale).

La discussione sulle problematiche della responsabilità sottolinea la necessità di una valutazione approfondita delle conseguenze legali delle RSI prima dell'attuazione in ogni paese, e dell'impostazione di una struttura legale idonea.

5.6 Il procedimento di ispezione

5.6.1 Panoramica/Introduzione

Una RSI può essere avviata per molte ragioni, ad esempio come strategia globale nella gestione della sicurezza della rete stradale (vedi anche il capitolo 5.3.2). La prima decisione da prendere è di stabilire la portata dell'ispezione determinando l'inizio e la fine. Di solito si tratta di una strada dall'inizio alla fine (ad esempio tra incroci ben definiti), ma potrebbe essere anche una sezione stradale di una certa lunghezza.

Un accordo (scritto) deve essere fatto tra gli ispettori della sicurezza stradale (capi dei team) e il cliente. Questi accordi dovrebbero contenere una descrizione dei tratti da ispezionare, cosa includere nell'ispezione (ad esempio indicando carenze nella sicurezza stradale, o proponendo misure correttive), la scadenza del rapporto di ispezione, chi paga cosa, tempi e scadenze (Statens vegvesen, 2006).

Nei capitoli seguenti, viene presentata una metodologia per spiegare gli elementi e le fasi più importanti da tenere in mente nel pianificare una RSI.

5.6.2 Linee guida per la RSI

Prima di iniziare la descrizione del processo di ispezione, è utile ricordare alcune regole pratiche che devono essere prese in considerazione per la riuscita della RSI, in accordo con le quattro voci seguenti:

- Condizioni di ispezione;
- Approccio dalla prospettiva di tutti gli utenti;
- Approccio indipendente e multi-disciplinare;
- Elementi di sicurezza fondamentali.

5.6.2.1 Condizioni di ispezione

Per avere una buona riuscita, una RSI deve essere effettuata nelle condizioni più rappresentative; ciò vuol dire tenendo conto che le caratteristiche ambientali stradali e le caratteristiche del traffico sono soggette a variazioni giornaliere e stagionali. Sarebbe meglio quindi effettuare le ispezioni in diversi momenti e con diverse condizioni.

Momento dell'ispezione

Si raccomanda di effettuare le ispezioni sia di giorno che nelle ore notturne. È importante poiché l'ispettore si può concentrare sulle questioni specifiche della notte. In particolare, deve controllare che la segnaletica e i segnali a terra siano visibili di notte. Dovrebbe essere fatta anche un'analisi dell'illuminazione lungo la strada o ad un incrocio per controllare che sia adatta a tutti gli utenti stradali, inclusi i pedoni ed i ciclisti.

Questioni specifiche: frequenza dell'utilizzo

Ovviamente, l'ispettore deve sempre considerare nella propria analisi che il traffico (l'intensità ed il tipo di utenti) cambia durante il giorno. Ma a volte ci sono altri fattori che deve ricordare; ad esempio se c'è una scuola sulla strada, l'ispezione dovrebbe avvenire anche quando i bambini arrivano o lasciano la scuola. Allo stesso modo, se sulla strada ci sono dei negozi, l'ispettore dovrebbe includere gli orari più trafficati.



Figura 43: La RSI deve considerare le condizioni stradali rappresentative - fonte BRRC

Diverse condizioni meteorologiche

L'ispezione deve essere fatta con diverse condizioni meteorologiche, ad esempio la visibilità può cambiare quando c'è il sole o quando piove. La qualità della superficie stradale può cambiare a seconda del tempo.

Cambiamenti stagionali

L'ispettore terrà in considerazione nella propria analisi sul campo che anche alcuni elementi sono soggetti a variazioni stagionali, come le piante e gli alberi (questo può portare ad una minore visibilità o alla caduta delle foglie), la posizione del sole, alcune pratiche agricole lungo l'itinerario ispezionato, etc.

5.6.2.2 Approccio dalla prospettiva di tutti gli utenti stradali

La RSI dovrebbe essere effettuata considerando il punto di vista di tutti i tipi di utenti stradali, ad esempio gli automobilisti, gli autisti dei camion, gli utilizzatori dei trasporti pubblici, ma anche gli utenti stradali vulnerabili come i pedoni ed i ciclisti, i motociclisti, etc.

Tenere presente il punto di vista di ogni tipo di utente stradale vuol dire che ogni percorso (per i ciclisti, i pedoni, etc.) deve essere logico e continuo. E' anche importante osservare le interazioni tra i diversi tipi di utenti stradali o i mezzi di trasporto.

La squadra di ispezione deve tenere in mente che le infrastrutture per il traffico devono dare a tutti gli automobilisti un'immagine chiara della situazione relativa alla progettazione stradale, la segnaletica, i segnali a terra, etc., e li dovrebbero aiutare a prendere le decisioni giuste e a comportarsi nel modo giusto al momento giusto.

Secondo PIARC (2007), tutte le ispezioni dovrebbero considerare una serie di fattori umani relativi agli errori di guida dovuti alla strada. Le questioni da esaminare includono la tensione/carico di lavoro (un livello molto basso o molto alto di "carico di lavoro" porta ad una guida scarsa, ad esempio un panorama che cambia invece di un panorama monotono potrebbe aiutare gli automobilisti a rimanere svegli, o più segnali/insegne pubblicitarie in un posto possono "sovraccaricare" l'automobilista e confonderlo), la percezione (le "illusioni ottiche indotte" possono portare ad una stima sbagliata della velocità, la direzione, le curve; vedi Figura 44) e la scelta della velocità (questo è più che altro un processo automatico che dipende da diversi fattori inclusi la geometria della strada e l'ambiente).

A livello pratico è spesso necessario percorrere la strada a piedi o in bici oltre che in macchina.

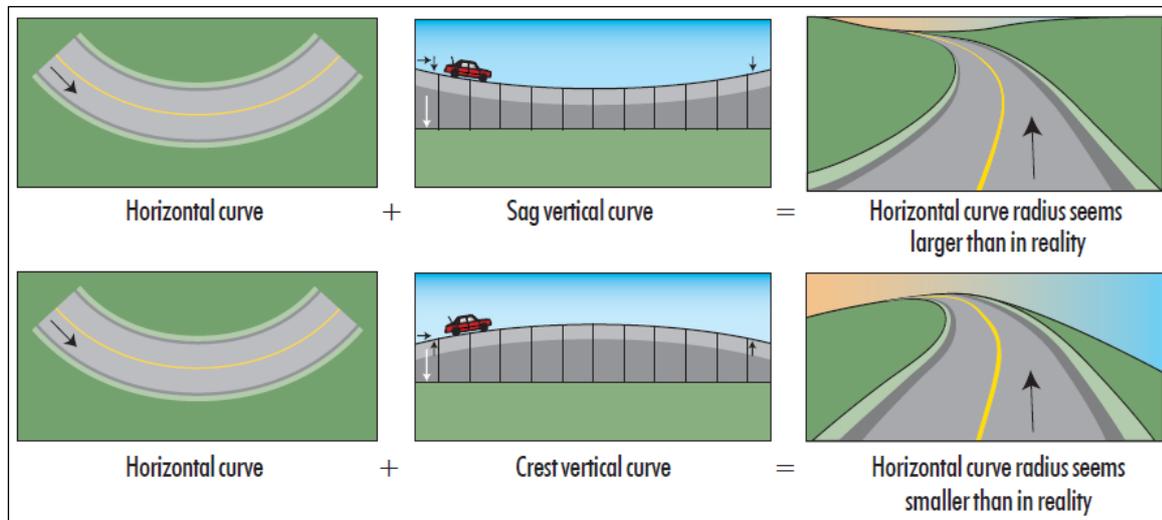


Figura 44: Illusione ottica - combinazione di curve verticali ed orizzontali - PIARC (2003)

5.6.2.3 Approccio indipendente e multidisciplinare

La questione dell'autonomia dell'ispettore è un argomento importante per il quale non ci sono standard.

La Direttiva No. 2008/96 sulla Gestione della Sicurezza Stradale delle Infrastrutture gestisce la questione dell'autonomia dei revisori della sicurezza stradale (Articolo 9-4 lettera c: "ai fini del controllo del progetto di infrastruttura, durante il periodo di realizzazione del controllo il controllore non partecipa né alla progettazione né al funzionamento del progetto di infrastruttura interessato."). Ma per quanto riguarda la RSI, l'articolo 6 ("Ispezioni di sicurezza") dichiara solo "Gli Stati membri adottano le misure necessarie affinché le ispezioni periodiche siano realizzate dall'organo competente".

La Francia ha adottato un approccio interessante per quanto riguarda l'autonomia; nella propria Guida Metodologica delle Ispezioni di Sicurezza Stradali SETRA (2008) indica che "Gli ispettori sono gerarchicamente autonomi e quindi non coinvolti nella manutenzione e nel funzionamento della strada ispezionata. Inoltre, è essenziale che non conoscano personalmente la rete stradale da controllare".

Nel contesto del progetto RiPCORD-iSEREST, Cardoso & al (2005) suggeriscono che almeno uno degli ispettori qualificati della squadra dovrebbe essere autonomo dall'operatore stradale ispezionato per assicurare un punto di vista "aggiornato" sulla manutenzione attuale e le procedure di sicurezza dell'infrastruttura.

Vi è quindi una diversità tra le prassi europee ed è difficile in questa fase consigliare una prassi in particolare.

Tuttavia, I partner PILOT4SAFETY sostengono l'idea di mantenere l'obiettività della RSI, e ciò è più facile se la squadra di ispezione non dipende gerarchicamente dall'operatore stradale ispezionato.

Certamente l'efficacia della RSI dipende in maniera notevole dalle qualifiche degli ispettori che la eseguono. Per quanto riguarda l'aspetto multidisciplinare e la competenza, PIARC suggerisce, attraverso Allan (2006), che l'ispezione dovrebbe essere fatta da una persona qualificata (o una squadra) con nozioni di ingegneria stradale e progettazione stradale che può chiamare esperti se necessario che abbiano una conoscenza delle direttive ed i regolamenti del traffico, della segnaletica, etc.

Nelle loro direttive sulle prassi migliori, Cardoso & al (2005) propongono i seguenti requisiti di esperienza : una laurea professionale nella progettazione e manutenzione stradale; nozioni di ingegneria stradale, fattori umani applicati e sicurezza stradale; conoscenza delle norme stradali; comprensione della progettazione stradale, segnaletica, segnali e direttive per la segnaletica.

Le problematiche per quanto riguarda l'aspetto multidisciplinare e la competenza sono anche collegate ai componenti della squadra di ispezione. Sembra ragionevole avere diversi - almeno due - ispettori in tutte le RSI eccetto le più semplici, per garantire una diversità di competenze all'interno della squadra e per assicurare che ci siano discussioni con opinioni diverse sulle questioni di sicurezza

5.6.2.4 Elementi di sicurezza fondamentali

La lista degli elementi da includere nelle RSI (liste di controllo) dovrebbe comprendere quelli importanti. Secondo Elvik (2008), gli elementi seguenti dovrebbero essere inclusi in tutte le RSI:

- La qualità della segnaletica per il traffico, dove necessaria, se è posizionata bene e se è leggibile al buio.
- La qualità dei segnali a terra, in particolare se sono visibili e congruenti con la segnaletica per il traffico, sempre di notte.
- La qualità della superficie stradale, in particolare rispetto all'attrito e all'uniformità.
- Distanze visive e la presenza di ostacoli permanenti o temporanei che prevengono una visione tempestiva della strada o degli altri utenti stradali.
- Leggibilità: riconoscimento facile dell'infrastruttura e dei dintorni
- La presenza di pericoli del traffico nei dintorni della strada, come alberi, rocce scoperte, tubi di scolo, etc.
- Aspetti del funzionamento del traffico, in particolare se gli utenti stradali adattano sufficientemente la loro velocità rispetto alle condizioni locali. Coerenza di tutti gli elementi sulla strada e nei dintorni (in rapporto a tutti i criteri sopra); gestione dei flussi con la sicurezza come obiettivo (considerando tutti gli utenti nel contesto dell'intero ambiente stradale).

Queste voci vengono considerate durante l'ispezione e conseguentemente fanno parte di qualsiasi lista di controllo (vedi appendice) utilizzata sul campo dagli ispettori.

5.6.3 Approccio graduale

La RSI è un approccio graduale, nel quale ci sono quattro fasi generali:

- Fase 1 - il LAVORO PRELIMINARE D'UFFICIO
- Fase 2 - lo STUDIO SUL CAMPO
- Fase 3 - il RAPPORTO RSI
- Fase 4 - il CONTROLLO

Queste fasi verranno discusse nelle cinque sezioni successive (La Fase 3 è divisa in due capitoli). Bisogna notare che la Fase 4 può essere considerata come due processi separati - il primo è l'attuazione delle misure correttive, mentre il controllo avviene dopo un po' di tempo per valutare l'impatto delle contromisure.

5.6.3.1 Lavoro preliminare in ufficio (= fase 1)

Gli obiettivi di questa prima fase sono principalmente di preparare bene l'ispezione da eseguire in loco, ed anche raccogliere abbastanza informazioni generali sul tratto stradale da ispezionare. Prima di tutto bisogna raccogliere informazioni di base, e i quesiti seguenti dovranno essere considerati attentamente dall'ispettore (Allan, 2006):

La funzione della strada:

- Descrivere la funzione della strada: è una strada nazionale, regionale o locale?
- Che tipo di veicoli utilizzano questa strada?
 - Traffico per distanze lunghe o corte?
 - Traffico misto?
 - Traffico di veicoli pesanti?
 - La strada fa parte del percorso di trasporti speciali (ad esempio beni pericolosi)?
 - Veicoli lenti (zone agricole)?
- Gli utenti vulnerabili come i pedoni o i ciclisti utilizzano la strada?
- Descrivere i dintorni in generale
 - Zona rurale, periferica o urbana?
 - zona con scuole e percorsi di autobus scolastici?
 - La strada passa attraverso paesi o villaggi?
- Gli utenti stradali vulnerabili, come i pedoni, le biciclette o i veicoli a due ruote motorizzati (PTW) usano la strada?

Per quanto riguarda la situazione del traffico, le informazioni importanti per la RSI riguardano:

- Il volume del traffico;
- La composizione del traffico (camion, autobus, utenti stradali vulnerabili);
- Qualsiasi previsione sul volume del traffico stradale.

Riguardo allo standard stradale:

- Descrivere lo standard stradale in generale e spiegare come è connesso alla funzione della strada, il volume del traffico, i tipi di svincoli e gli incroci, limiti di velocità, etc.;
- Analizzare i limiti di velocità: sono ragionevoli per le zone costruite, la presenza degli utenti stradali vulnerabili, specialmente i bambini, le persone anziane e i disabili, l'allineamento della strada, etc.?

Le direttive e le norme pertinenti devono essere disponibili almeno per il lavoro d'ufficio. Possono anche essere utilizzati i dati infortunistici; ma ci sono diverse opinioni sul loro utilizzo o meno (vedi il capitolo 5.3.1).

Sarà anche necessaria un'attrezzatura diversa o altri documenti di supporto per effettuare l'ispezione sul campo. Se possibile, dovranno essere disponibili mappe dettagliate o disegni o l'uso di vedute aeree. Questi documenti saranno utili durante lo studio sul campo ed anche di supporto per la presentazione dei risultati dell'ispezione (Figura 45).

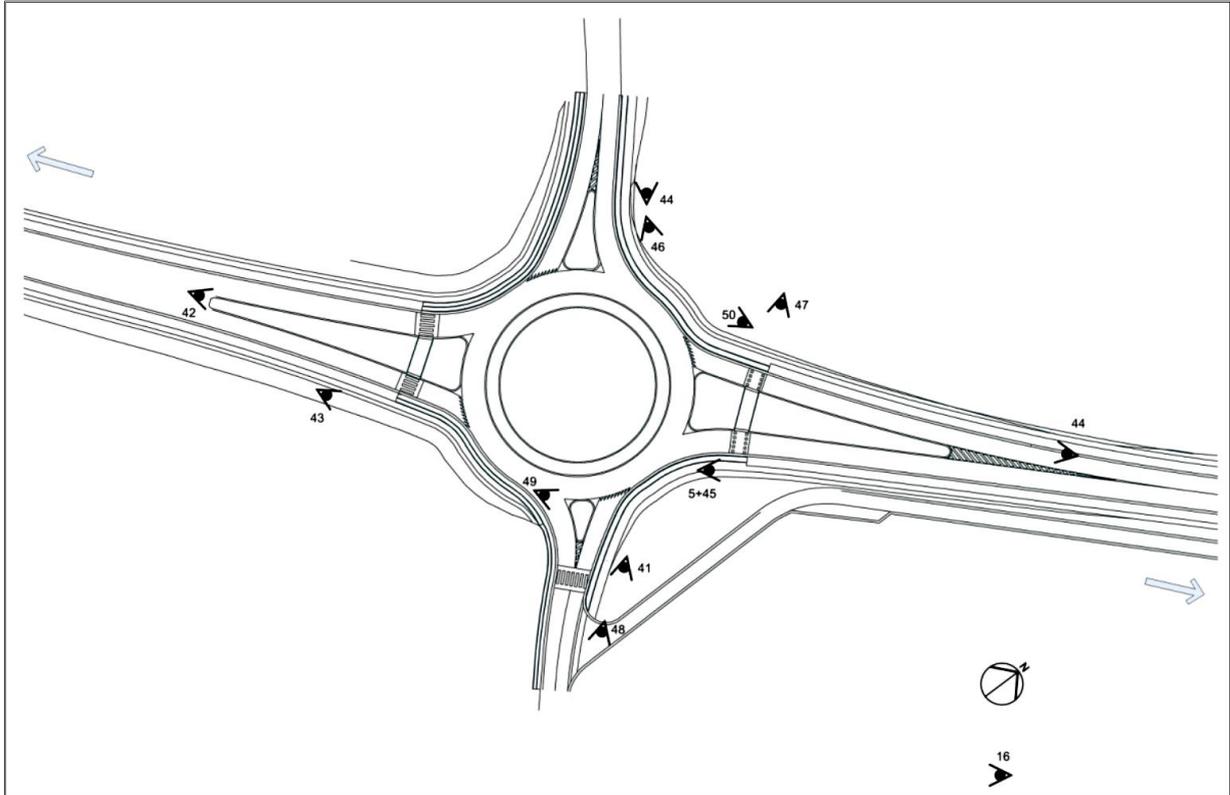


Figura 45: Mappa dettagliata della situazione, qui con il luogo delle foto che mostrano carenze di sicurezza - fonte BRRC

Una parte importante della RSI è quella in cui si indica accuratamente dove ci sono problemi particolari lungo la strada per fornire consigli utili per le misure correttive. Il metodo per identificare i luoghi specifici deve essere stabilito nelle fasi iniziali. Possono essere utilizzati metodi diversi:

- Coordinate misurate con attrezzatura GPS;
- Chilometraggio da qualsiasi paletto con km;
- Contachilometri della macchina utilizzato durante lo studio sul campo;
- Distanza o le coordinate misurate sulla mappa o sul disegno;
- Punti di riferimento facilmente identificabili o riferimenti a filmati.



Figura 46: Un contachilometri utilizzato per individuare le carenze - fonte BRRC

Inoltre, sono essenziali le foto o i filmati digitali durante il rapporto e l'incontro con il Cliente.

Per riassumere, la seguente attrezzatura tecnica o personale dovrebbe sempre essere preparata:

- Mappe, disegni;
- Metro/ruota di misurazione;
- Macchina fotografica digitale (per foto e, su richiesta, sequenze filmate brevi);
- Qualche tipo di registratore, ad esempio un computer portatile, un registratore;
- Carta e penna;
- Lista di controllo (vedi esempio nell'appendice 1);
- Giacca o giubbotto di sicurezza - da indossare durante l'ispezione affinché gli ispettori siano visibili agli utenti stradali;
- Fari lampeggianti gialli per le macchine e torce lampeggianti per le ispezioni notturne;
- Una lettera di conferma della ispezione emessa dalla autorità è consigliata, in modo da poter essere eventualmente mostrata a funzionari (forze dell'ordine che pattugliano la strada, operai che svolgono lavori, etc.) o ai residenti.

Secondo la scala o il tipo di RSI, l'equipaggiamento seguente può essere utile:

- Livella per controllare la pendenza trasversale e la sopraelevazione, specialmente in curva;
- Cronometro se si registrano le velocità dei veicoli, gli intervalli nella circolazione e il flusso del traffico;
- Un radar per la velocità.

5.6.3.2 Studio sul campo (= Fase 2)

Attrezzatura di sicurezza e comportamento sicuro

Prima di effettuare uno studio sul campo, gli ispettori dovrebbero chiedere al Cliente e ai vigili che tipo di attrezzatura per la sicurezza è necessaria. Ciò ovviamente dipende dal tipo di strada, per le RSI sulle strade ad alta velocità sono necessari standard di sicurezza più alti. Il veicolo utilizzato per portare gli ispettori in loco e da utilizzare durante l'ispezione dovrebbe avere preferibilmente delle luci lampeggianti/di avvertimento (Figura 47 - a sinistra).

Se i membri della squadra sono della Direzione Stradale o dei vigili, sarebbe utile utilizzare una macchina ufficiale. Gli ispettori devono stare attenti, non solo mettendo il giubbotto di sicurezza (Figura 47 - a destra), ma anche prendendo tutti i provvedimenti necessari mettendosi dietro al guardrail, se c'è, o stando il più lontano possibile dal traffico.



Figura 47: Macchina di ispezione con luci lampeggianti e triangolo di emergenza (sinistra) - Ispettori con giubbotto catarifrangente (destra) - fonte BRRC

L'attrezzatura di sicurezza supplementare è necessaria sulle strade ad alta velocità. Ci potrebbe essere la necessità di chiudere temporaneamente una corsia. Qualche tipo di segnale di avvertimento dovrebbe essere posizionato sulla strada ispezionata e le strade che la incrociano. Ovviamente la squadra di ispezione deve seguire le regole del traffico. Per potere osservare il flusso del traffico in alcuni punti (ad esempio agli incroci), potrebbe essere necessario non influire sul comportamento di guida degli automobilisti essendo troppo visibili (spegnendo le luci lampeggianti se si è in una zona sicura).

Come procedere?

Le ispezioni in loco dovrebbero essere fatte con le condizioni di traffico e dell'ambiente che si possono trovare. Come citato prima (capitolo 5.6.2.1), sono necessarie per valutare la situazione sia le ispezioni notturne che diurne. Potrebbe essere necessario anche vedere il posto in altri momenti della giornata (ad esempio dopo che finisce la scuola, durante le ore più trafficate, durante un mercato settimanale).

Lo studio sul campo inizierà con la raccolta delle informazioni importanti della strada circostante (descrivendo la situazione locale), delle condizioni ambientali e della situazione del traffico al momento dell'ispezione (complementare ai dati raccolti durante la fase preparatoria).

Per un rapporto di ispezione affidabile, l'ispezione dovrebbe essere fatta sia in macchina che a piedi (o in bicicletta) dove necessario, ed includere entrambi i lati della strada e dei bordi stradali. La strada dovrebbe essere percorsa un paio di volte se possibile e si dovrebbero fare le foto dei problemi specifici. Un ispettore si deve mettere al posto dei vari utenti stradali (motociclisti, ciclisti e pedoni) affinché possa giudicare la sicurezza della costruzione dal punto di vista di tutti gli utenti stradali (vedi il capitolo 5.6.2.2).

Quando un incrocio viene incluso nella strada ispezionata, è necessario ispezionare anche parte della strada che incrocia (almeno gli accessi).

Gli ispettori della sicurezza del traffico dovrebbero osservare il flusso del traffico e documentare gli incidenti che potrebbero portare facilmente a incidenti in composizioni specifiche del traffico. Se c'è un problema evidente con la velocità, la squadra potrebbe misurare la velocità media (ad esempio con i radar per la velocità).

Carenze da notare

Nella parte centrale della RSI, le carenze stradali che possono causare incidenti o potrebbero avere un impatto sulla gravità degli incidenti devono essere individuate. Gli elementi fondamentali della sicurezza che dovrebbero essere inclusi in tutte le RSI sono stati elencati nel capitolo 5.6.2.4. Queste voci fanno parte di tutte le liste di controllo (vedi appendice) utilizzate sul campo dagli ispettori.

Mentre gli ispettori percorrono la strada da ispezionare (dal punto A al punto B) molto probabilmente identificano le carenze in "ordine cronologico". Fanno un elenco dei loro commenti su un semplice blocco appunti o meglio ancora su un modulo preparato.

5.6.3.3 Risultati RSI e rapporto di ispezione (= Fase 3)

Dopo avere raccolto appunti e foto del luogo, il rapporto può essere completato dalla squadra di ispezione (di solito dall'ispettore principale con l'aiuto dei suoi colleghi). Un rapporto RSI è composto da diverse parti. Il rapporto dovrebbe prima di tutto descrivere chiaramente le informazioni generali sulla sezione stradale ispezionata ed i membri della squadra di ispezione (Figura 48). Una parte indica quello che deve comprendere la RSI, le informazioni di base ottenute durante il lavoro preliminare in ufficio, e descrive le attività svolte.

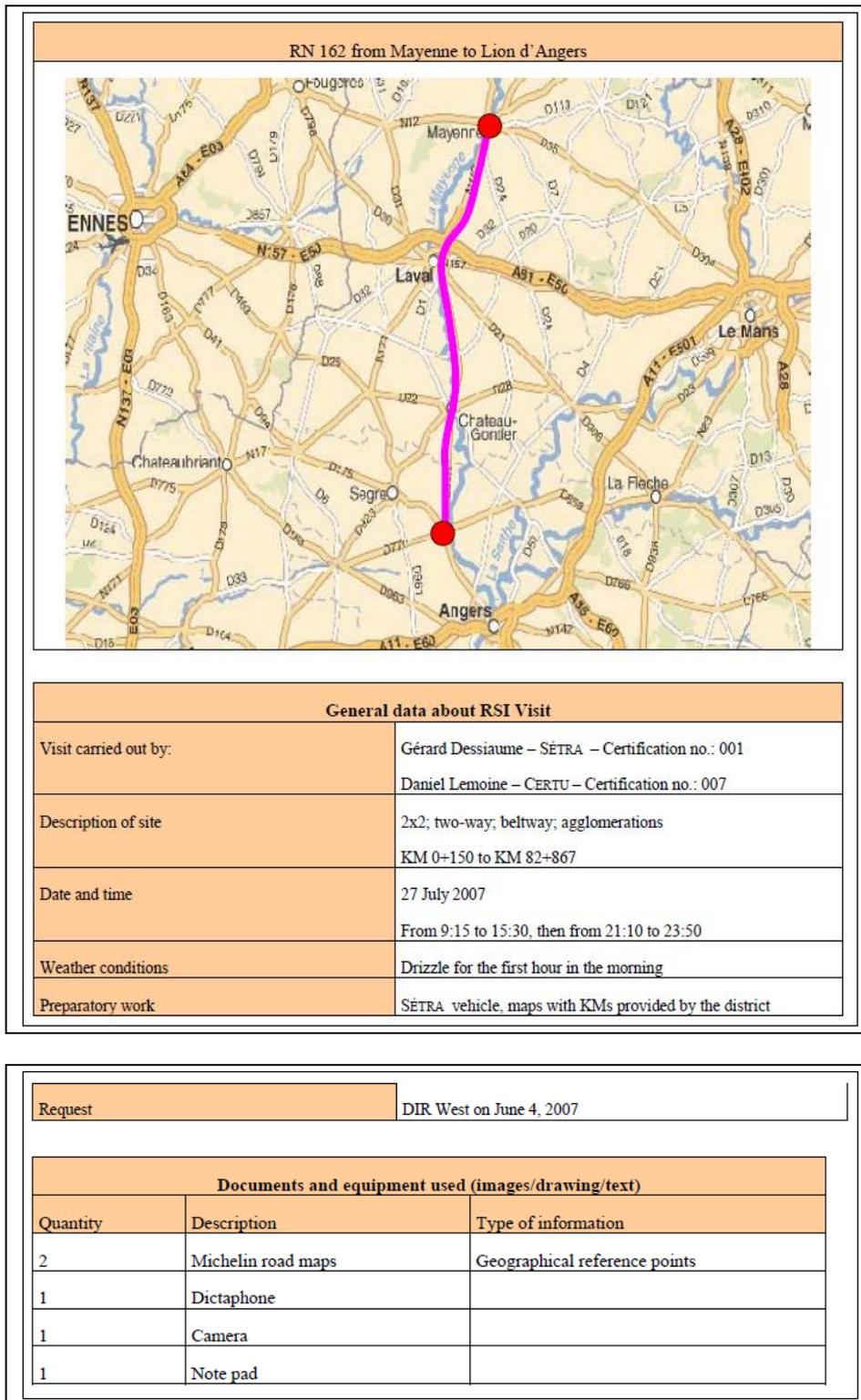


Figura 48: Rapporto RSI - informazioni generali sulla sezione stradale ispezionata ed i membri della squadra di ispezione (esempi da SETRA, 2008)

La seconda parte descrive le mancanze o carenze trovate durante l'ispezione ed una valutazione delle carenze di sicurezza (= problemi individuati). Contiene il modulo di indagine completo e la documentazione con le foto (Figura 49)

<p>Road pavement</p>	<ul style="list-style-type: none"> Road pavement in poor condition on some places ; longitudinal and transverse joints are open between km 12 and km 16; direction Nxxx. 		<p>Manto stradale</p> <ul style="list-style-type: none"> Il manto stradale è in cattive condizioni in alcuni posti; giunti longitudinali e trasversali aperti tra il km 12 ed il km 16; direzione Nxxx.
	<ul style="list-style-type: none"> The cycle way presents the same pavement degradation locally (opening > 2cm) - km 11,5 to km 10,5; direction Nyyy. 		<ul style="list-style-type: none"> La pista ciclabile presenta localmente lo stesso degrado della pavimentazione (apertura > 2cm) - dal km 11,5 al km 10,5; direzione Nyyy. <p>Figura 49: Rapporto RSI - riconoscimento (di base) ed illustrazione delle carenze - fonte BRRC</p>

Secondo PIARC (2007), è importante dividere i risultati secondo la loro importanza, pertinenza e tipo. Ovviamente, le carenze di sicurezza stradale dovrebbero essere spiegate bene. Inoltre, siccome il rapporto serve come elemento di supporto per altre decisioni correttive, è importante strutturarli seguendo i fattori di rischio principali di interesse maggiore. Gli elementi fondamentali per la sicurezza valutati secondo la RSI (vedi capitolo 5.6.2.4) sono quindi di norma organizzati nel rapporto come segue (Tabella 23).

Tabella 23:: Rapporto RSI - proposta strutturale per riferire le carenze individuate su una strada secondaria (come proposto da Cocu & al, 2011, sulla base dei consigli PIARC (2007))

1. Funzione ed ambiente stradale

2. Sezione Trasversale: geometria; corsie; lati stradali; pavimentazione; drenaggio; ...

3. Allineamento - Leggibilità stradale

4. Incroci: tipo; visibilità; segnali a tre colori; rotonde ed isole del traffico; passaggi a livello; ...

5. Servizi pubblici e privati: strade di servizio; accessi; aree di sosta; trasporti pubblici;...

6. Infrastruttura adattata agli utenti stradali vulnerabili (pedoni, ciclisti, persone con mobilità ridotta, motociclisti)

7. Segnali stradali, segnali a terra ed illuminazione

8 Ostacoli laterali ed attrezzatura di sicurezza passiva

Il rapporto di ispezione dovrebbe anche permettere all'autorità stradale o all'operatore stradale (il Cliente) di determinare le priorità per le misure correttive; utilizzando il rapporto, il Cliente deve essere in grado di valutare la gravità degli incidenti che potrebbero risultare dalle carenze notate.

Tuttavia, le circostanze che portano agli incidenti seri sono svariate e complesse. Cercare di assegnare un livello del rischio ad una carenza identificata durante una RSI è quindi difficile. Al massimo è possibile valutare il livello del rischio (definito spesso come il prodotto della probabilità infortunistica con la gravità potenziale delle lesioni).

In alcuni paesi, il rapporto di ispezione comprende gli elementi di una "matrice del rischio" (Figura 50), permettendo così di potere collegare successivamente le carenze osservate con una lista prioritaria.

Severity			
Consequence →			
Probability ↓			
	Minor	Seriously	Very seriously / killed
Low		X	
Medium			
High			

Road Element	Safety related maintenance issues		Safety Issues		
	Description	Severity; Probability	Description	Severity; Probability	Action
Node 1					
Link 1	Ditch obstructed		Possible inconsistent horizontal curve (XXV, XXVII) Safety barrier too short (XXVI) Dangerous obstacles near carriageway (XXVIII)	1 / II 2 / III 2 / II	Check consistency class & signing Lengthen New water inlet
Node 2			Insufficient channelling of allowed traffic movements (VI)	2 / IV	-
Link 2	Holes in pavement surface (8)				
Node 3					
Link 3			Dangerous obstacles near carriageway (XXIV)	2 / II	Soften water inlet
Node 4					
Link 4					
Node 4a			Insufficient channelling of allowed traffic movements (VI)	2 / IV	-

Figura 50: sopra: matrice del rischio da un rapporto di ispezione norvegese; sotto: esempio di un'ispezione portoghese

Categorie: danno possibile: 3 = lieve; 2 = serio; 1 = molto serio; probabilità di un evento dannoso: IV = raro; III = occasionale; II = frequente; I = molto frequente (estratti da Cardoso & al., 2005).

Questi tipi di elementi o matrici sembrano degli strumenti validi per rappresentare il livello del rischio e possono servire al Cliente per classificare le misure correttive; almeno lo sono se vengono stabiliti da esperti di sicurezza stradale ben addestrati e con esperienza.

Un approccio più semplice viene proposto da Cocu & al (2011). Da una parte consiste nel cercare di fornire una descrizione dettagliata del rischio, riferendosi all'esperienza dell'ispettore sui problemi di sicurezza presenti di solito in circostanze simili. Dall'altra parte vi è uno scambio di argomenti con il manager stradale durante la presentazione dei risultati (vedi Figura 51 nel prossimo capitolo).

Per riassumere, le RSI cercano di identificare tutti i rischi possibili senza distinguere tra quelli maggiori e quelli minori, o quantificare la probabilità che accadano. Ma sarebbe utile includere nella RSI una

valutazione del significato di qualsiasi problema di sicurezza potenziale. Vi sono dei benefici nell'intraprendere una valutazione del rischio nella RSI, ad esempio aiuta a capire le problematiche prioritarie della sicurezza, e può aiutare il cliente a prendere la decisione giusta.

Ovviamente questo non è un compito facile poichè un accertamento del rischio implica non solo l'individuazione dei pericoli, ma anche una valutazione del loro impatto nei termini della gravità del risultato, e della loro possibile frequenza.

E' possibile abbinare la gravità e la frequenza utilizzando le matrici del rischio come indicato negli esempi sopra. Questa matrice dovrebbe essere un "riferimento" per le situazioni di collisioni realistiche (locali). In ogni caso viene consigliato agli ispettori stradali di eseguire una "valutazione informale del rischio" per ogni problema, valutando sia la probabilità che la gravità del risultato.

Gli ispettori di sicurezza stradale con esperienza dovrebbero conoscere abbastanza tipi di collisioni, gravità e frequenze per potere fare questa valutazione del rischio.

Dovrebbero provare a:

- Fornire una descrizione dettagliata del rischio, riferendosi all'esperienza degli ispettori sui problemi di sicurezza pesanti in circostanze simili e
- Scambiare argomenti con il manager stradale durante la presentazione dei risultati (vedi dopo).

La riunione dopo l'ispezione è un luogo adatto per discutere queste valutazioni.

5.6.3.4 Completamento della RSI (= Fase 3) - Consigli e meeting finale

Nella metodologia francese della RSI (SETRA, 2008), non tocca all'ispettore dare consigli. Questi ispettori annotano le loro impressioni o gli eventi effettivi che poi vengono gestiti dall'operatore stradale (l'ispettore indica determinate questioni senza suggerire come dovrebbero essere gestite) sulla base della sua conoscenza del contesto locale.

Secondo PIARC (2007), il rapporto di ispezione non finisce con il dare una lista dei problemi individuati. Secondo questo orientamento, un'altra parte del rapporto contiene le proposte per le contromisure, a breve e lungo termine.

PIARC raccomanda un rapporto d'ispezione nel quale gli ispettori dovrebbero dare consigli sulle misure gradualmente per migliorare la situazione. La stessa filosofia viene espressa da RiPCORD (Cardoso & al., 2005), dove vengono descritte le direttive per la RSI, ad esempio, le RSI dovrebbero dichiarare i risultati e proporre misure di sicurezza tramite rapporti standardizzati.

Lateral Obstacles and passive safety equipment

Problem 6.1 : Unprotected (or insufficiently protected) obstacles

Observations :

- Guardrail not high enough (due to vegetation) and too short
- All along the curve the guardrail is
- The guardrail is interrupted in the second part of the curve to give access to a field. One of the trees is therefore not protected (pictures).

Risk : lack of containment of vehicles in case of run-off the road

Recommendations :

Replace and prolong the guardrail



Ostacoli laterali e misure di sicurezza passiva - Problema 6.1 : Ostacoli non protetti (o insufficientemente protetti)

Osservazioni :

Guardrail non abbastanza alto (dovuto alla vegetazione) e troppo corto

Lungo la curva il guardrail è ...

Il guardrail si interrompe nella seconda parte della curva per lasciare l'accesso ad un campo. Uno degli alberi quindi non è protetto (foto).

Rischio : mancanza di contenimento dei veicoli in caso di uscite fuori strada

Raccomandazioni : Sostituire e prolungare il guardrail

Figura 51: Parte di un rapporto di ispezione con raccomandazioni - fonte BRRC

Le raccomandazioni dovrebbero indicare la natura o la direzione di una soluzione, invece di specificare in dettaglio come risolvere il problema. Creare un progetto nuovo durante un'ispezione non fa parte del mandato dell'ispettore. La RSI comporta che un insieme di professionisti controllino il lavoro di altri professionisti e ciò implica diplomazia e rispetto.

Come indicato nella Figura 52, gli ispettori possono scegliere di raggruppare le loro raccomandazioni in un capitolo separato ed anche classificarli secondo un programma approssimativo.

Proposte e raccomandazioni

1. Proposte a breve termine:
I seguenti provvedimenti dovrebbero essere presi immediatamente:

- Il concetto del limite di velocità dovrebbe essere rivisto (il limite dovrebbe essere di 60 km/h su entrambi i lati),
- Manutenzione regolare (eliminazione delle piante lungo la strada e agli incroci piccoli, riparazioni della superficie stradale, miglioramenti nei segni e nella segnaletica stradale)
- Miglioramento del sistema dei guardrail (nota generale: per i progetti futuri si consiglia di utilizzare le Linee Guida Europee EN 1317)

2. Proposte a medio termine per il progetto:
I seguenti provvedimenti verranno proposti:

- Cambiamento dei segnali (con standard UE),
- Concetto di chiudere gli accessi illegali alla strada, organizzando l'accesso indietro
- Riabilitazione della sezione stradale (nuova pavimentazione),

3. Provvedimenti a lungo termine

- La costruzione di una nuova autostrada attirerà il traffico dalla strada M..... e sarà una soluzione alternativa per gli automobilisti.

Figura 52: Illustrazione dei consigli da breve a lungo termine

Altre informazioni utili come ad esempio le illustrazioni, le liste di controllo, le foto, ed altre informazioni dettagliate, possono essere raccolte nell'appendice del rapporto RSI.

Nell'ultima fase, il rapporto viene consigliato al Cliente. E' accompagnato da una presentazione durante un incontro finale. Durante questo incontro, il rapporto viene spiegato e possono essere dati altri incarichi. Questo incontro tra il Cliente e gli ispettori può essere utile per parlare del risultato dell'ispezione. Uno schema del rapporto RSI, proposto PILOT4SAFETY, è presente nell'appendice 3.

5.6.3.5 RSI Piano d'azione e Controllo (= Fase 4)

La effettiva implementazione delle misure prese e una successiva verifica della loro efficacia non vengono talvolta considerate come parte del processo di ispezione formale, tuttavia esse sono delle fasi molto importanti.

PIARC (2007) ricorda che gli effetti della sicurezza delle misure alternative dovrebbero essere calcolati. Bisogna anche controllare se le misure proposte causano effetti negativi.

Il calcolo dei costi delle diverse alternative delle misure correttive deve essere fatto. Dovrebbero essere calcolati gli effetti delle misure correttive, specialmente rispetto al numero di vittime ed al rapporto Benefici/Costi (BCR). Dovrebbe essere fatta una classifica delle misure correttive sulla base del rapporto Costi/Efficacia e degli sforzi rispetto al tempo necessario.

Il Cliente deve prendere la decisione finale (come organizzare i controlli). E' compito del Cliente decidere quali sono le fasi successive anche se il rapporto contiene delle raccomandazioni sulle misure correttive possibili (da parte della squadra di ispezione). Deve considerare i problemi e le proposte indicate (fornite dalla squadra di ispezione o, altrimenti, fatte dal Cliente stesso basandosi sui problemi rilevati) e decidere come e se attuare le misure (proposte).

I controlli della RSI possono essere fatti tramite un 'piano d'azione' che classifica le azioni sui seguenti cinque livelli:

1. Le azioni che fanno parte della manutenzione normale (ad esempio: rimozione delle piante che nascondono un segnale);
2. Le azioni che fanno parte della manutenzione normale e che hanno bisogno di un impegno minimo all'interno del budget (ad esempio: sostituzione di un segnale danneggiato);
3. Le azioni che hanno bisogno di uno studio breve (ad esempio mettendo dei cartelli stradali che segnalano le curve lungo il percorso);
4. Le azioni che hanno bisogno di studi intensi e/o finanziamenti specifici (ad esempio: modifica di un incrocio) e quelli che rientrano in un altro approccio o un altro operatore stradale o ente (autorità territoriale etc.);
5. In ultimo, il cliente può classificare le osservazioni anche senza i controlli, a seconda del contesto e della politica locale..

No.	KM	Observations ²⁵	Comments (in particular with regard to RSS criteria)	RSS ²⁶ Criteria Affected	Photographs Thumbnails	ACTIONS PLANNED
10	8+200	Grade junction with crossing of median on 2x2	Consistency	C		No follow-up (5)
11	10+400	Absence of directional sign for road at right	Risk of hesitation	L, V		Check direction signage on entire itinerary (3)
12	11+400	Junction with left turn forbidden but presence of sign indicating this direction.	Ar right: toward SACE	C, L		Check direction signage on entire itinerary (3)
13	15+100	Start of discontinuous line before summit of small hill. Presence of building.	Visibility seems reduced	V		Make on-site verification (3)
14	16+200	Abandoned section of road creates false perspective.	Loss of legibility	L		To be studied (4)
15	> 17+100	No possibility of stopping on the 2x2 section except at emergency call box at a distance of around 10 km	Up to ~KM 28	E		Carry out study on entire itinerary (4)
16	19+650	Row of trees closely bordering the road.		G		Plan for installation of restraint systems (3)
17	21+300	Shoulder in poor condition.		E		Check entire itinerary and rank danger levels (1 - 4)
18	23+900	Pedestrians on shoulder in agglomeration.	Non-treated shoulder resembles a traffic lane	F		Contact the mayor and suggest the study of a pedestrian pathway (4)

Figura 53: Azioni pianificate dopo un'ispezione di sicurezza stradale in Francia (da SETRA, 2008)

Come già detto prima, è importante eseguire le RSI regolarmente (RSI periodiche). Fare attenzione alla "sicurezza" è un procedimento continuo e garantisce dei controlli successivi seri..

5.7 Carenze tipiche di sicurezza - alcuni concetti

Nel 2003 la Direzione Norvegese delle Strade Pubbliche ha valutato i risultati e le esperienze delle RSI effettuate su un totale di 56 sezioni stradali (trattando strade rurali al di fuori delle zone urbane e strade all'interno delle zone urbane) (Statens vegvesen, 2006).

Circa la metà dei pericoli indicati lungo le strade rurali erano pericoli sui bordi, come speroni di roccia o alberi grandi vicino alla strada, o terrapieni alti e ripidi. Sono state indicate anche varie carenze collegate alla segnaletica stradale e ai guardrail, ad esempio la parte terminale dei guardrail scoperta. Le categorie principali dei difetti indicati nei rapporti delle strade urbane erano diverse da quelle identificate per le strade secondarie. Le caratteristiche dei progetti degli incroci e delle vie d'accesso e le infrastrutture per i pedoni ed i ciclisti sono state le più citate.

E' chiaro che queste carenze possono avere un effetto cruciale sul numero e sulla gravità degli incidenti. Siccome gli umani si comportano come umani e fanno degli errori, la proposta più importante della RSI è di minimizzare le opportunità di errore nel traffico stradale. E se comunque vengono fatti degli errori, di minimizzarne le conseguenze. Questo approccio è basato sul concetto delle "Strade concilianti" e le "Strade autoesplicative".

In poche parole, può essere spiegato come segue. *le infrastrutture stradali devono dare a tutti gli automobilisti un quadro chiaro della situazione della progettazione stradale, della segnaletica, dei segnali a terra e dovrebbero aiutarli a prendere le decisioni giuste e a comportarsi nel modo giusto al momento giusto.* Pertanto, dovrebbero essere il più possibile evitate:

- Differenze di velocità eccessive
- Velocità assoluta alta
- Cambi di direzione
- Situazioni imprevedibili

Se ci sono situazioni inusuali o cambiamenti delle condizioni stradali, i guidatori devono sempre essere avvertiti. Sorprese e confusioni dovrebbero essere evitate, il che vuol dire che la strada deve corrispondere alle aspettative e all'esperienza del guidatore medio.

Ciò vuol dire un sistema armonioso per la segnaletica della rete e l'utilizzo di soluzioni simili in situazioni analoghe. Una strada autoesplicativa informa costantemente il guidatore su come si deve comportare e cosa si deve aspettare. Tale strada è progettata e costruita per sollecitare le aspettative giuste dagli utenti stradali, sollecitando un comportamento di guida corretto.

Le strade concilianti sono progettate e costruite per evitare/o attenuare le conseguenze negative degli errori di guida. Pertanto, vengono allontanati gli ostacoli il più lontano possibile per evitare che le persone debbano proteggersi da ostacoli imminenti nel caso abbiano sbandato. E gli ostacoli che non possono essere rimossi vengono resi flessibili per causare il minor danno possibile.

5.8 Bibliografia

- *Allan, P. (2006). PIARC Road Safety Inspections Guidelines. Road Safety Seminar, Lome, October 2006*
- *Cardoso, L. & al. (2005). RiPCORD-iSEREST - Deliverable 5 - Road Safety Inspection - Best Practice Guidelines and Implementation Steps CEDR (2008). Best practice for cost-effective road safety infrastructure investments. Full report (<http://www.cedr.fr>)*
- *Cocu, X. & al, (2011). Gestion de la sécurité des infrastructures routières : d'une politique curative à une politique préventive. Synthesis BRRC.*
- *Elvik, R. (2006). Road safety inspections: safety effects and best practice guidelines. TOI Report 850/2006 FGSV, 2007.*
- *Merkblatt für die Durchführung von Verkehrsschauen (M DV). Forschungsgesellschaft für*
- *Straßen und Verkehrswesen.*
- *PIARC (2003). Road Safety Manual. Technical Committee Road safety*
-
- *PIARC (2007). Road safety inspection guidelines for safety checks of existing roads. Draft document from the Technical Committee Road safety*
- *SETRA (2008). Road Safety Inspections – Methodological Guide. October 2008.*
- *Statens vegvesen (2006). Road safety audits and inspections. Handbook 222E*
- *Treat, J. & al (1979). Tri-Level Study of the Causes of Traffic Accidents, 1979, Washington DC - Cited in PIARC (2003). Road Safety Manual.*
- *PILOT4SAFETY Safety prevention manual for secondary roads 123*

APPENDICE 1: Liste di controllo per le RSA e le RSI come proposto dal Comitato Tecnico per la Sicurezza Stradale PIARC

Una versione editabile di queste liste si può liberamente scaricare dal sito www.aipss.it

	RSA				RSI
	Fase di controllo				
	1	2	3	4	
1. Funzione e circondario					
La funzione della strada e l'utilizzo desiderato corrispondono?	X				
Gli effetti del progetto sulla rete stradale circostante sono stati considerati?	X				
Ci sono vie parallele utilizzate da carri e da attrezzature agricole?			X	X	X
Ci sono zone costruite con traffico misto?			X	X	X
Ci sono isole del traffico e cambi di corsia all'entrata dei villaggi e dei paesi?			X	X	X
Ci sono transizioni tra le diverse funzioni?			X	X	X
Si capisce il cambio delle funzioni abbastanza in anticipo? 100 km/h ► 300 m in anticipo, 80 km/h ► 200 m in anticipo, 60 km/h ► 150 m in anticipo			X	X	X
L'accesso alle proprietà confinanti è appropriato per la sicurezza stradale?			X	X	X
La progettazione della strada è secondo la propria funzione e la gerarchia nella rete stradale?			X	X	X
E' sicura la configurazione laddove i trattori o i carri hanno accesso alla strada?			X	X	X
2. Elementi di progettazione e di funzionamento					
Sono stati considerati i risultati della fase di revisione precedente?		X	X	X	
Sono state considerate le caratteristiche specifiche della composizione del traffico?	X	X	X	X	X
Sono stati considerati i risultati/documenti precedenti sulla situazione degli infortuni durante la fase di pianificazione?	X	X			
Le velocità progettate sono state selezionate correttamente per gli incroci?	X				
L'accesso dalle proprietà confinanti è stato escluso o è stato progettato in modo adatto per la sicurezza stradale?	X				
E' previsto o appropriato l'uso ristretto a determinati gruppi di utenti?	X				
La velocità progettata è adatta alla categoria stradale?	X				

L'accesso dalle proprietà confinanti è stato escluso o è stato progettato in modo adatto per la sicurezza stradale?		X			
I limiti di velocità sono necessari ed applicati nel miglior modo possibile?		X	X	X	X
3. Sezione Trasversale					
Sono stati considerate i risultati della fase di revisione precedente?		X	X	X	
Le zone per il parcheggio sono state progettate affinché i veicoli possano entrare ed uscire in modo sicuro?	X	X	X	X	X
I margini stradali sono abbastanza forti e stabili? Possono sopportare il peso dei veicoli e dei camion?	X	X	X	X	X
I veicoli per la manutenzione stradale possono essere parcheggiati senza rischi?	X	X	X	X	X
Sono stati presi provvedimenti adeguati nel ridurre le pendenze per prevenire la caduta di materiale (ad esempio caduta di massi)?	X	X	X	X	X
Sono stati presi provvedimenti adatti per garantire che i limiti di velocità vengano rispettati?	X	X	X	X	X
Sono state prese in considerazione le necessità dei trasporti pubblici e degli utenti?	X	X	X	X	X
C'è bisogno di una zona di separazione tra la pista ciclabile e la zona di parcheggio?	X	X	X	X	X
E' necessario restringere la carreggiata, ed in tale caso, è stato progettato in modo di garantire la sicurezza del traffico?	X	X	X	X	X
La visibilità dell'indicazione di stop è ostruita, ad esempio da barriere di sicurezza, o piante?	X	X	X	X	X
C'è abbastanza pendenza trasversale e longitudinale?	X	X	X	X	X
C'è abbastanza drenaggio per la strada e la zona circostante?	X	X	X	X	X
Gli ostacoli fissi si possono evitare, spostare a distanze adeguate o proteggere?	X	X			
Le corsie e le carreggiate in curva sono abbastanza larghe?	X	X			
Lo standard di costruzione e, se applicabile, la zona di transizione sono stati adeguati alle sezioni stradali vicine?	X	X			
La progettazione della transizione da una strada in una zona costruita ad una zona rurale o da una strada illuminata ad una non illuminata è sicura?	X	X			
Le misure alternative forniscono abbastanza sicurezza quando si devia dalle direttive?	X	X			
Gli alberi piantati sono abbastanza lontani dalle macchine che sbandano?	X	X			

Sono stati presi provvedimenti per garantire un accesso sicuro per i veicoli di salvataggio/manutenzione/vigili del fuoco?	X	X			
Le strettoie inevitabili sono state progettate in sicurezza?	X	X			
Le dimensioni delle sezioni trasversali (larghezza, altezza e spazio) sono adatte alla funzione della strada?	X				
Sono necessarie le aree di sosta e, se sì, sono abbastanza grandi da prevenire il parcheggio sulla strada?	X				
E' stata selezionata la sezione trasversale più sicura da quelle chiamate in causa?	X				
Le zone di attesa, in particolare i ripari, sono abbastanza grandi per i pedoni ed i ciclisti in attesa?	X				
Sono state considerate le necessità dei pedoni e dei ciclisti (percorso a piedi e pista ciclabile condivisi, servizi per biciclette separati)	X				
C'è una separazione sufficiente (separazione programmata) tra la corsia del traffico per i veicoli a motore e la pista per i ciclisti ed i pedoni?	X				
C'è una transizione sicura laddove le piste ciclabili finiscono sulla strada?	X				
Sono state programmate o sono necessarie delle zone con divieto di sosta?		X			
Sono stati programmati degli strumenti di sicurezza passivi nei luoghi necessari e sono stati progettati adeguatamente?		X			
I ripari sono abbastanza larghi per i pedoni ed i ciclisti in attesa di attraversare?		X			
Sono necessari i dossi per la velocità, i cambi di corsia utilizzando isole o il restringimento della carreggiata?		X			
Sono adeguate alla funzione della strada le dimensioni delle sezioni trasversali?		X			
Le isole sono chiaramente visibili e progettate adeguatamente?		X			
Sono state considerate le necessità dei ciclisti (ad esempio infrastrutture separate per i ciclisti)?		X			
Le necessità dei pedoni sono state considerate?		X			
Sono state osservate le dimensioni delle misure per limitare la velocità?		X			
C'è una separazione sufficiente tra le corsie dei veicoli a motore, le piste ciclabili ed i percorsi a piedi?		X			
C'è una transizione sicura quando le piste ciclabili finiscono sulla strada?		X			
Sono state prese in considerazione le caratteristiche della composizione del traffico specifiche?		X	X	X	X

La superficie stradale ha la presa necessaria a lungo termine quando ci sono raggi piccoli (ad esempio anche sulle rampe)?		X	X	X	X
I bordi e la carreggiata sono allo stesso livello?			X	X	X
Ci sono strettoie? Se sì, sono adeguatamente segnalate?			X	X	X
Ci sono dubbi riguardo alla presa della superficie dovuti ad un versamento eccessivo o componenti lucidati?			X	X	X
Ci sono fossati profondi?			X	X	X
Le curve con raggi piccoli hanno una larghezza ingrandita della pavimentazione?			X	X	X
Gli elementi della sezione trasversale rappresentano la situazione per gli utenti stradali?			X	X	X
Il terrapieno ha bisogno di installazioni di sicurezza passiva?			X	X	X
Il traffico lento e non motorizzato viene separato da quello veloce e pesante? O sono state considerate le necessità dei pedoni e dei ciclisti (ad esempio infrastrutture separate per le biciclette)?			X	X	X
La pendenza trasversale nelle sezioni dritte è costante?			X	X	X
La sezione trasversale è appropriata alla funzione?			X	X	X
La superficie è regolare e priva di solchi?			X	X	X
La superficie è priva di ondulazioni corte o lunghe?			X	X	X
La larghezza delle zone di sicurezza è sufficiente (distanza dagli alberi, palazzi)? 100 km/h ► 9m, 80 km/h ► 6m, 60 km/h ► 3m			X	X	X
C'è una mediana? E' stato progettato in modo sicuro, ad esempio barriere di sicurezza o larghezza sufficiente per prevenire incidenti nelle svolte?			X	X	X
C'è un sistema di scolo all'interno della zona di sicurezza?			X	X	X
Qual'è la larghezza media dei bordi stradali?			X	X	X
4. Allineamento					
Sono stati considerati i risultati della fase di revisione precedente?		X	X	X	X
La precedenza è chiaramente definita nei punti in cui i ciclisti vengono in contatto tra di loro o con il traffico motorizzato?	X	X	X	X	X
Sono stati presi provvedimenti adeguati per garantire che i limiti di velocità vengano rispettati?	X	X	X	X	X
E' stata progettata adeguatamente la transizione da una strada in una zona costruita ad una strada rurale o da una strada illuminata ad una non illuminata	X	X	X	X	X

(paese/periferia della città)?					
La visione è ostruita, ad esempio da barriere di sicurezza, recinti, attrezzatura stradale, aree di sosta, segnaletica stradale, architettura del paesaggio/piante, appoggi dei ponti, palazzi?	X	X	X	X	X
Le entrate e le uscite dalle zone di servizio e di sosta sono state progettate in luoghi sicuri?	X	X			
Sono necessari altri aiuti per l'attraversamento?	X	X			
Sono state progettate correttamente le riduzioni delle corsie?	X	X			
Sono necessari i cambi di corsia utilizzando isole o restringimenti di corsia (ad esempio quando si entra nelle città o nei paesi)?	X	X			
Le corsie e le carreggiate in curva sono abbastanza larghe?	X	X			
Ci sono abbastanza possibilità di effettuare sorpassi in modo sicuro (distanza visiva di sorpasso/corsie di sorpasso)?	X	X			
Le misure alternative sono abbastanza sicure se ci si discosta dalle direttive?	X	X			
Lo standard della costruzione e, se applicabile, la zona di transizione sono state adattate alle sezioni stradali vicine?	X	X			
Gli attraversamenti per i pedoni sono stati collocati in modo che l'uso collettivo sia garantito e la strada non venga attraversata in altri punti?	X	X			
Sono state prese in considerazione le caratteristiche specifiche del traffico?	X	X			
I cambi critici sono stati posizionati correttamente per le strade del tipo funzionale 2+1 e le corsie in salita?	X	X			
La distanza visiva di fermata è garantita lungo l'intera sezione?	X	X			
La zona terminale di costruzione è lontana dai punti critici, ad esempio cime, discese, curve, zone con distanza visiva ristretta o distrazioni?	X	X			
C'è una pendenza trasversale/diagonale sufficiente?	X	X			
Sono stati presi in considerazione i principi di continuità?	X				
Sono stati presi provvedimenti per prevenire che i valori minimi di progettazione per gli elementi di allineamento verticale e orizzontale si verifichino insieme?	X				
E' stato tenuto debito conto dei requisiti di drenaggio nel pianificare l'allineamento orizzontale e verticale?	X				
Sono stati selezionati gli elementi progettuali per prevenire efficacemente "avvallamenti nascosti"?	X				
E' richiesto l'accesso dalle proprietà confinanti ed è opportuno per la sicurezza	X				

del traffico?					
Gli allineamenti orizzontali e verticali sono coordinati?	X				
Ci sono approcci ed accessi che possono essere uniti?	X				
E' possibile dirigere i pedoni ed i ciclisti sulla rete stradale esistente?	X				
La zona di transizione alle sezioni stradali vicine è stata creata correttamente?		X			
La distanza visiva di fermata è ostruita, ad esempio dalle barriere di sicurezza, o dalle piante?		X			
C'è abbastanza drenaggio per la strada nuova?		X			
L'illuminazione ambientale ha necessità particolari?		X	X	X	X
I cambiamenti (sorprese) sono indicate dalle transizioni come segnali, punti fissi?			X	X	X
L'interno delle curve è libero da ostacoli laterali?			X	X	X
L'esterno delle curve è realizzato in modo parallelo ed uniforme ?			X	X	X
Ci sono molti cambiamenti e situazioni critiche accumulate?			X	X	X
Ci sono avvallamenti nascosti nell'allineamento verticale?			X	X	X
Ci sono cambiamenti di corsia utilizzando isole o restringimenti delle carreggiate nell'entrare in città o nei paesi?			X	X	X
Ci sono illusioni ottiche?			X	X	X
Ci sono abbastanza possibilità di sorpasso			X	X	X
La corsia di sorpasso ha una lunghezza sufficiente per permettere ai veicoli di sorpassare e rientrare in modo sicuro?			X	X	X
La corsia ha una lunghezza sufficiente per sorpassare e rientrare in modo sicuro?			X	X	X
Le salite hanno una corsia di sorpasso per sorpassare il traffico lento?			X	X	X
L'accesso alle proprietà confinanti è adatto alla sicurezza stradale?			X	X	X
C'è una distanza visiva di fermata sufficiente lungo l'intera sezione? 100			X	X	X
km/h ► 185 m per i camion, 80 km/h ► 130 m per i camion, 60 km/h ► 85 m per i camion			X	X	X
L'allineamento è continuo e facilmente riconoscibile dagli utenti stradali? O pieno di "sorprese" per i guidatori?			X	X	X
Il limite di velocità esistente è adeguato agli elementi orizzontali e verticali dell'allineamento?			X	X	X

La sopraelevazione in curva è sufficiente?			X	X	X
La visibilità del percorso stradale è aiutata dalla marcatura con strisce ai margini?			X	X	X
La visibilità in curva è garantita?			X	X	X
Laddove i trattori o i carri devono accedere alla strada, è sicura l'impostazione?			X	X	X
5. Svincoli					
Sono stati considerati i risultati della fase di revisione precedente?		X	X	X	
Tutti gli accessi hanno attraversamenti pedonali e ciclabili?	X	X	X	X	X
C'è bisogno di aiuti ulteriori per gli attraversamenti?	X	X	X	X	X
Ci vogliono misure speciali per gruppi o infrastrutture particolari (inclusi gli ospedali), ad esempio per i giovani, gli anziani, i malati, gli handicappati, i sordi o i ciechi?	X	X	X	X	X
Sono necessarie le corsie ausiliari o i restringimenti per le manovre di svolta e, in tal caso, la lunghezza di incolonnamento è sufficiente?	X	X	X	X	X
Le isole sono chiaramente visibili e pianificate bene?	X	X	X	X	X
Gli attraversamenti pedonali sono posizionati nella posizione più adatta al traffico pedonale?	X	X	X	X	X
Si prevede di posizionare le strisce degli stop per i motociclisti più indietro per aiutare i ciclisti?	X	X	X	X	X
I veicoli del servizio di manutenzione possono essere parcheggiati in modo sicuro?	X	X	X	X	X
Lo svincolo ha un drenaggio sufficiente?	X	X	X	X	X
La precedenza è stata indicata chiaramente agli attraversamenti per le biciclette, in particolare per le piste ciclabili che sono arretrate?	X	X	X	X	X
Sono stati presi provvedimenti adeguati per assicurare che i limiti di velocità vengano rispettati? Sono necessari segnali per il traffico/controlli temporanei di velocità?	X	X	X	X	X
La precedenza è indicata chiaramente nei punti in cui i ciclisti vengono in contatto tra di loro o con il traffico motorizzato?	X	X	X	X	X
La distanza visiva di fermata è garantita nell'approccio allo svincolo?	X	X	X	X	X
La transizione è progettata in modo sicuro nel caso in cui i percorsi a piedi e le piste ciclabili finiscano su uno svincolo o su una strada o debbano attraversare la strada?	X	X	X	X	X
C'è una pendenza trasversale/longitudinale sufficiente?	X	X	X	X	X

L'isola centrale della rotatoria è libera da ostacoli fissi?	X	X	X	X	X
Il percorso dei pedoni /ciclisti agli svincoli è adeguato alle condizioni reali e segnalato chiaramente?	X	X	X	X	X
Sono necessarie ulteriori zone per le manovre incrociate e la lunghezza di accumulo è sufficiente?	X	X			
Sono sufficienti le zone di sosta per i pedoni ed i ciclisti?	X	X			
Sono necessarie le corsie ausiliarie di decelerazione, accelerazione e di muscolazione, e, se sì, sono state progettate adeguatamente ed in modo sicuro?	X	X			
Ci sono fermate dei trasporti pubblici agli svincoli?	X	X			
Le fermate sono facilmente accessibili per i pedoni?	X	X			
Le dimensioni dello svincolo sono sufficienti per tutte le manovre necessarie dei veicoli (raggio minimo di svolta dei veicoli progettuali)?	X	X			
Ci sono accessi o approcci superflui o situati in punti critici che possono essere uniti ?	X	X			
Gli automobilisti possono vedere oltre i veicoli che stanno arrivando?	X	X			
E' stato assicurato che, per le rotatorie piccole, la carreggiata di circolazione può essere percorsa solo su una corsia?	X	X			
Lo standard di costruzione e, se applicabile, la zona di transizione sono state adeguate alle sezioni stradali attigue?	X	X			
Sono stati allineati radialmente rispetto al centro del cerchio tutti gli accessi alle rotatorie piccole?	X	X			
Gli attraversamenti pedonali sono stati posizionati affinché sia garantito l'uso collettivo e la strada non venga attraversata in altri punti?	X	X			
Le caratteristiche specifiche della composizione del traffico sono state considerate?	X	X			
Sono state considerate le necessità dei pedoni e dei ciclisti?	X	X			
Gli svincoli possono essere visti in tempo? Lo svincolo è chiaramente visibile e riconoscibile in anticipo da tutti gli accessi?	X	X			
E' garantita una manutenzione in sicurezza ?	X	X			
Il tipo ed il progetto dello svincolo selezionato è adeguato alla funzione della strada e delle strade che la incrociano (incroci, svincoli a T, rotatorie, segnaletica stradale etc.)?	X	X			
La visibilità viene impedita dalla rotatoria?	X	X			

Le corsie e le carreggiate in curva sono abbastanza ampie?	X				
La visibilità è ostruita/a volte ristretta, ad esempio da barriere di sicurezza, ringhiere, attrezzatura stradale, zone di parcheggio, segnaletica stradale, architettura del paesaggio/piante, appoggi dei ponti, palazzi, ingorghi stradali?	X				
Gli svincoli e gli elementi degli svincoli sono stati progettati affinché possano essere visti chiaramente in tempo?	X				
Le manovre sono indicate chiaramente e facili da eseguire?	X				
Le misure compensative sono abbastanza sicure quando ci si discosta dalle direttive?	X				
La velocità agli svincoli e la velocità progettuale sono state coordinate?	X				
I risultati/documenti delle situazioni infortunistiche sono stati presi in considerazione durante la fase di pianificazione?	X				
La rotatoria è chiaramente visibile e riconoscibile da tutti gli approcci e la segnaletica necessaria è chiara e non ambigua?	X				
La sequenza degli elementi dello svincolo è chiaramente comprensibile?	X				
Alcune manovre di svolta sono state escluse dal controllo dei segnali o dalla rotatoria? In tal caso, il funzionamento del traffico è sicuro?	X				
Lo svincolo è necessario ed il numero, lo spazio e la forma degli svincoli sono stati selezionati adeguatamente?	X				
C'è una buona visibilità a tutti gli svincoli e i triangoli visivi sono chiari per tutti gli utenti stradali?	X				
I ripari sono abbastanza grandi e larghi affinché i pedoni ed i ciclisti possano sostarvi ed aspettare?	X		X	X	X
Le manovre per incrocio sono incluse nella segnaletica di controllo?		X			
Le corsie e le carreggiate sono abbastanza larghe negli svincoli?		X			
Sono necessarie/pianificate zone di divieto di fermata?		X			
Sono state pianificate misure adatte per limitare le velocità nei luoghi appropriati?		X			
Il tempo del verde è abbastanza lungo per i ciclisti ed i pedoni?		X			
Le prospettive che sembrano continue (effetto di passaggio) possono essere prevenute/interrotte se si evidenziano i segnali più vicini?		X			
Sono state escluse dalla segnaletica di controllo alcune manovre di svolta o dalla rotatoria? Se sì, il flusso del traffico è sicuro?		X			

La segnaletica di controllo include o influisce sull'accesso dalle proprietà confinanti?		X			
La visibilità agli svincoli è buona? I triangoli visivi necessari sono liberi?		X			
La compatibilità è garantita?		X			
E' necessario un controllo dei segnali stradali/velocità fissa?		X			
Gli attraversamenti pedonali sono segnalati chiaramente? Ogni sezione è fornita di segnaletica		X	X	X	X
(includere le strutture ferroviarie)?		X	X	X	X
La visibilità è parzialmente ostruita, ad esempio da veicoli in sosta, veicoli parcheggiati o code del traffico?		X	X	X	X
Gli attraversamenti per i pedoni ed i ciclisti hanno i bordi dei marciapiedi bassi?		X	X	X	X
Le manovre sono guidate bene e facile da capire? I flussi del traffico sono guidati dalla segnaletica orizzontale?		X	X	X	X
Il tipo e lo spazio di diverse installazioni di attraversamento sono coordinati tra di loro (ad esempio passaggi a livello, segnaletica stradale, strisce pedonali)?		X	X	X	X
L'illuminazione dell'ambiente ha necessità particolari?		X	X	X	X
Deve essere rinforzato l'obbligo di dare la precedenza (ad esempio tramite ripetizione)?	X				
L'automobilista può capire chiaramente se sta attraversando una pista ciclabile ad un senso o a due sensi?		X	X	X	X
La visibilità è ostruita, ad esempio da barriere di sicurezza, ringhiere, attrezzatura stradale, zone di parcheggio, segnali stradali, architettura del paesaggio/piante, supporti dei ponti, palazzi ?		X	X	X	X
Lo svincolo è chiaramente visibile e riconoscibile in tempo da tutti gli approcci e la segnaletica orizzontale ed i segnali sono chiari e non ambigui?		X	X	X	X
E' necessaria una riduzione della velocità in direzione dello svincolo? Ci sono transizioni per le diminuzioni di velocità sulla strada minore?		X	X	X	X
Le svolte dovrebbero essere proibite (deviazione bloccata)?		X	X	X	X
Ci sono zone di divieto di sosta?			X	X	X
Tutti gli accessi alle rotonde sono perpendicolari e radiali rispetto al centro?			X	X	X
Le fermate dei trasporti pubblici sono facilmente accessibili per i pedoni?			X	X	X
Gli incroci sono perpendicolari?			X	X	X

Le isole sono al di sopra del livello della carreggiata?			X	X	X
Le isole sono fatte solo dalla segnaletica orizzontale?			X	X	X
Il tipo ed il progetto degli svincoli sono adatti alla funzione ed il volume del traffico delle strade che si incrociano? (Risposte separate per ogni incrocio!)			X	X	X
I pedoni possono attraversare la strada in una volta sola? Il tempo del verde è sufficiente? (vedi segnaletica)			X	X	X
La visibilità agli svincoli è garantita per l'altezza dell'occhio dei diversi guidatori: macchine, camion, motociclette, biciclette, etc., ed i triangoli visivi necessari sono liberi?			X	X	X
L'isola centrale della rotatoria è a forma di collina?			X	X	X
La direzione principale è facilmente riconoscibile? Se sì, la precedenza è chiaramente riconoscibile?			X	X	X
Il tempo di attesa più lungo è ragionevole per i ciclisti? I ciclisti possono essere rimossi parzialmente o totalmente dalla segnaletica di controllo?			X	X	X
La linea di fermata è coordinata con il segnale del traffico affinché il segnale possa essere visto?			X	X	X
La visibilità da parte a parte è ostruita efficacemente dalla rotatoria e dalla collina?			X	X	X
Esiste il pericolo di sottovalutare la velocità e sopravvalutare la distanza dei veicoli che attraversano?			X	X	X
6. Segnaletica					
Sono stati presi in considerazione i risultati dalla fase di revisione precedente?		X	X	X	
Sono state prese in considerazione le caratteristiche specifiche della composizione del traffico?	X	X	X	X	X
Tutti gli approcci hanno attraversamenti pedonali e ciclabili?	X	X	X	X	X
Ci sono fasi protette per le manovre di svolta o vengono segnalati separatamente gli approcci per la guida veloce?	X	X			
Le corsie ausiliari o i restringimenti per le manovre di svolta sono necessari e, se sì, la lunghezza è sufficiente?	X	X			
la compatibilità è garantita?	X		X	X	X
La segnaletica di controllo influisce sugli accessi dalle proprietà confinanti e, se necessario, vi è inclusa?	X		X	X	X
Le zone di sosta per i pedoni ed i ciclisti sono sufficienti?	X				

Gli attraversamenti pedonali sono posizionati dove sono più necessari al traffico pedonale?	X				
I segnali del traffico sono chiaramente riconoscibili?	X				
Sono previste linee di fermata arretrate per gli automobilisti come aiuto per i ciclisti?	X				
I requisiti per i ciclisti ed i pedoni sono stati considerati (ad esempio percorso attraverso lo svincolo)?	X				
Il tipo ed il progetto dello svincolo selezionato sono adatti per la funzione della strada e delle strade che la incrociano?	X				
Alcune manovre di svolta sono state escluse dalla segnaletica di controllo? Se sì, il funzionamento del traffico è sicuro?		X			
Esistono fasi verdi solo per i pedoni ed i ciclisti dove necessario?		X			
Sono necessarie fasi verdi esclusive per i pedoni ed i ciclisti?		X			
I segnali secondari sono presenti dove necessari?		X			
Sono necessari segnali di alta intensità e/ o griglie se la luce diretta colpisce i segnali all'alba/tramonto?		X			
Esistono altri segnali connessi ai segnali del traffico per indicare la direzione del traffico alla quale si riferisce quel segnale particolare del traffico?		X			
I pedoni possono attraversare la strada in una volta? La durata del verde è sufficiente?		X			
L'illuminazione stradale esistente causa problemi nel riconoscere il segnale giallo (lampade ad emissione di sodio)?		X			
La luce diretta colpisce i segnali all'alba/tramonto?		X			
Sono stati considerati i requisiti dei ciclisti (ad esempio il percorso attraverso l'incrocio)?		X			
Le manovre di svolta a destra sono state escluse dalla segnaletica di controllo? Se sì, la segnaletica orizzontale è chiara per gli automobilisti che girano a destra?		X			
Dovrebbero essere proibite delle svolte specifiche (divisione con blocchi)?		X			
Sono necessari segnali secondari nei dintorni?		X	X	X	X
Le prospettive che sembrano continue (effetto di passaggio) vengono interrotte se si evidenziano i segnali più vicini?		X	X	X	X
Sono previste durate del verde più lunghe/supplementari per gli utenti stradali con mobilità ristretta?		X	X	X	X

I segnali sono coperti/ ostruiti (ad esempio dai segnali del traffico, pali della luce, piante, ingorghi stradali)?		X	X	X	X
I segnali del traffico sono facilmente riconoscibili?		X	X	X	X
Le prospettive che sembrano continue (effetto di passaggio) possono essere prevenute/ interrotte se si evidenziano i segnali più vicini?		X	X	X	X
Le manovre di svolta a destra sono state escluse dalla segnaletica di controllo? Se sì, la gestione del traffico è sicura?		X	X	X	X
I luoghi dei segnali sono stati scelti correttamente (segnali supplementari, segnali sopraelevati, etc.)?		X	X	X	X
Se non c'è una fase solo per i pedoni, esiste un intervallo principale pedonale?		X	X	X	X
L'attesa più lunga è ragionevole per i ciclisti? I ciclisti possono essere rimossi parzialmente o totalmente dalla segnaletica di controllo?		X	X	X	X
I segnali del traffico sono posizionati opportunamente affinché possano essere distinti da ogni flusso del traffico?		X	X	X	X
Gli attraversamenti pedonali sono chiaramente segnalati? Ogni sezione ha i segnali (incluse le strutture ferroviarie)?			X	X	X
Sono previsti avvertimenti anticipati per i segnali del traffico che non possono essere visti in tempo?			X	X	X
Esistono avvertimenti anticipati per i segnali del traffico che non possono essere visti in tempo?			X	X	X
Servono diverse fasi per i pedoni ed i ciclisti all'interno del ciclo?			X	X	X
Esistono segnali separati per i ciclisti? (Le indicazioni della segnaletica sono collocate correttamente per i ciclisti? Il tempo di attraversamento stimato per i ciclisti? Evitare fasi di svolta protette/rischio di attraversamenti con il rosso per i ciclisti.)			X	X	X
Sono necessari provvedimenti speciali per gruppi o infrastrutture particolari (inclusi gli ospedali), ad esempio per i giovani, gli anziani, gli handicappati, i sordi o i ciechi?			X	X	X
Le strisce di fermata degli automobilisti sono più arretrate per aiutare i ciclisti?			X	X	X
I segnali del traffico sono coordinati con altri segnali del traffico all'interno della sezione stradale o della rete?			X	X	X
Il tipo e lo spazio delle diverse installazioni degli attraversamenti sono coordinati tra di loro (ad esempio passaggi a livello, segnali del traffico, strisce pedonali)?			X	X	X
Per la protezione dei pedoni, è possibile stabilire una fase di rosso per tutte le vie del traffico dei veicoli?			X	X	X

Sono state escluse delle manovre di svolta dalla segnaletica di controllo? Se sì, la gestione del traffico è sicura?			X	X	X
La striscia di stop è correlata al segnale del traffico affinché il segnale possa essere visto?			X	X	X
La visibilità del segnale del traffico è assicurata in una giornata soleggiata?			X	X	X
7. Aree di servizio e di sosta					
I risultati della fase di revisione precedente sono stati considerati?		X	X	X	
La disposizione della zona di servizio o di sosta è adatta alle diverse manovre del traffico? Se sì, la disposizione è adeguata per le zone di accesso da e alla proprietà?	X	X	X	X	X
Le dimensioni delle zone di parcheggio sono sufficienti per il parcheggio di veicoli per passeggeri, camion ed autobus?	X	X	X	X	X
Sono stati presi provvedimenti per garantire un accesso sicuro ai veicoli di soccorso/manutenzione/vigili del fuoco?	X	X	X	X	X
Le infrastrutture pedonali sono progettate in modo sicuro?	X	X			
Le entrate e le uscite per le zone di sosta e di servizio sono state programmate nei punti con una visibilità generale buona?	X				
Le zone di sosta sono facilmente accessibili e c'è abbastanza spazio per fare le manovre?	X				
Le infrastrutture di sosta sono pianificate nei punti dove c'è un panorama interessante?	X				
Ci sono zone di servizio e di sosta in entrambi i lati della strade nelle strade a due corsie per evitare le svolte?	X				
Ci sono abbastanza parcheggi per evitare che si parcheggi sulle entrate e le uscite e/o le carreggiate?	X				
C'è abbastanza distanza dagli svincoli vicini?	X				
Devono essere previste le zone di divieto di sosta?		X			
Le zone di parcheggio sono facilmente accessibili e c'è abbastanza spazio per manovrare?		X	X	X	X
Ci sono zone di servizio e di sosta e parcheggi su entrambi i lati della strada? Se non ci sono, esistono corsie per girare?			X	X	X
La segnaletica orizzontale è chiara e riconoscibile?			X	X	X
Ci sono infrastrutture per i pedoni? Se sì, sono progettate in modo sicuro?			X	X	X

Queste zone sono fisicamente separate dalla carreggiata (guardrail, bordo del marciapiede, zone verdi etc.)?			X	X	X
Gli utenti si sentono protetti e sicuri?			X	X	X
L'accesso dalle proprietà confinanti è appropriato per la sicurezza stradale e gli accessi e le uscite sono pianificate in modo sicuro e facili da vedere?			X	X	X
Ci sono abbastanza zone di divieto di sosta?			X	X	X
Il progetto è tale che i veicoli circolano alla velocità appropriata?			X	X	X
8. Passaggi a livello					
I risultati della fase di revisione precedente sono stati presi in considerazione ?		X	X	X	
Sono necessari strumenti per il controllo del traffico, e se sì, sono collocati in modo ottimale considerando i futuri sviluppi del traffico?	X	X	X	X	X
L'illuminazione circostante ha requisiti particolari?	X	X	X	X	X
E' garantita una buona visibilità?	X	X	X	X	X
Sono necessarie tutele particolari per un utilizzo stagionale del passaggio a livello?	X	X			
Sono previsti divieti di sorpasso e limiti di velocità?	X	X			
Le zone che conducono al passaggio a livello sono abbastanza lunghe?	X	X			
Le larghezze della strada prima e dopo il passaggio al livello e la larghezza del passaggio al livello sono sufficienti per tutte le manovre dei veicoli (veicoli che si incontrano, raggio minimo di svolta per i veicoli del progetto)?	X	X			
L'illuminazione è necessaria e, in tal caso, è progettata adeguatamente?	X	X			
I passaggi a livello sono facilmente riconoscibili?	X				
Si può evitare un passaggio a livello ferroviario che sia allo stesso livello della strada?	X				
Le manovre dei veicoli (veicoli che si incontrano, raggio minimo di svolta dei veicoli del progetto)?	X				
Le barriere di sicurezza per i pedoni o le altre barriere sono state progettate adeguatamente (inizio e fine delle barriere, paletti delle barriere, distanza tra i puntelli, stabilità, profondità dei puntelli, unione con il guardrail)?		X			
La compatibilità è garantita?		X	X	X	X
Esistono gli strumenti di sicurezza passivi nei posti necessari?			X	X	X
Il divieto di sorpasso ed i limiti di velocità sono posizionati dove necessari?			X	X	X

Se necessario ci sono tutele per l'uso stagionale di un passaggio a livello?			X	X	X
I segnali del traffico sono corrispondenti al tipo di passaggio a livello?			X	X	X
Se il passaggio a livello è in curva i segnali del traffico dall'altra parte della strada sono raddoppiati?			X	X	X
E' necessaria l'illuminazione, e se sì, è installata in modo adeguato?			X	X	X
Il tipo di passaggio a livello corrisponde al volume del traffico?			X	X	X
La visibilità del segnale del traffico è garantita in una giornata di sole?			X	X	X
9. Segnaletica stradale					
Sono stati presi in considerazione i risultati della fase di revisione precedente?			X	X	
I segnali sono posizionati in modo da non limitare la visibilità dagli approcci o dalle strade che si incrociano?		X	X	X	X
Le installazioni sono condivise dai pedoni e dai ciclisti, inclusi i sotto passaggi ed i ponti, segnalati appropriatamente?		X	X	X	X
I segnali possono essere visti chiaramente e letti (dimensioni dei segnali)? I segnali sono conformi alle convenzioni di Vienna e Ginevra?		X	X	X	X
Le piante potrebbero causare problemi di sicurezza se crescono (ad esempio come risultato dei segnali stradali coperti)?		X	X	X	X
I segnali stradali ed i segni orizzontali si equivalgono senza contraddizioni?		X	X	X	X
Sono stati completamente rimossi i segnali vecchi/segni orizzontali (segni orizzontali fantasma) e le fondazioni sporgenti? Ci sono più di due segnali del traffico diversi nello stesso posto?		X	X	X	X
E' chiaro per l'automobilista capire che sta attraversando una pista ciclabile ad un senso o a due sensi?		X	X	X	X
La direzione dei pedoni/ciclisti agli svincoli viene adattata alle condizioni reali e segnalata chiaramente?		X	X	X	X
La precedenza è indicata chiaramente nei punti specifici dove i ciclisti vengono in contatto tra di loro o con il traffico motorizzato?		X	X	X	X
La segnaletica per le aree di servizio o di sosta è chiara?		X	X	X	X
Sono previsti avvertimenti prima per i segnali del traffico che non possono essere visti in tempo?		X			
Devono essere previste le zone di divieto di sosta (aree di servizio e di sosta)?		X			
Deve essere rinforzato l'obbligo di precedenza (ad esempio tramite ripetizione)?		X			

Sono stati pianificati i limiti di velocità appropriati (inizio, fine, altezza, posizione)?		X			
E' necessario il divieto di sorpasso ai camion, agli autobus, etc. e, se sì, è stabilito per i luoghi adatti?		X			
La vista è ostruita dalla segnaletica del traffico e di direzione?		X			
Lo svincolo è chiaramente visibile e riconoscibile da tutti gli approcci e i segni orizzontali ed i segnali sono chiari e non ambigui?		X			
E' stata presa in considerazione la segnaletica per direzioni diverse o i sistemi di controllo del traffico?		X			
La segnaletica è logica e coerente?		X			
Esistono avvertimenti per configurazioni che non possono essere viste in tempo?			X	X	X
I segnali sono retroriflettenti o vengono illuminati di notte? Di giorno e di notte, la visibilità dei segnali è buona?			X	X	X
I pannelli informativi supplementari sono uniformi?			X	X	X
I pali e le fondazioni dei segnali sono abbastanza protette contro gli urti?			X	X	X
I segnali sono in posizione uniforme rispetto alla i al pavimentazione?			X	X	X
I segnali sono dotati di bordi protetti?			X	X	X
Ci sono segnali del traffico equivoci o fuorvianti o pannelli supplementari di informazioni?			X	X	X
Ci sono limiti di velocità di 70/60 km/h prima degli incroci e le zone costruite?			X	X	X
Gli indicatori di corsia hanno una struttura a bassa resistenza ?			X	X	X
La dimensione dei segnali è a seconda del tipo di strada?			X	X	X
I segnali del traffico inclusi i loro supporti hanno una sicurezza passiva sufficiente dovuta a:			X	X	X
Massa bassa o/e struttura a bassa resistenza o/e sono oltre la zona di sicurezza? Installazioni di sicurezza passiva?			X	X	X
I limiti di velocità adatti sono stati segnalati adeguatamente (inizio, fine, altezza, posizione)?			X	X	X
Il divieto di sorpasso per i camion, gli autobus, etc. è stato pianificato e posizionato adeguatamente? Ci sono segnali di avvertimento più avanti sul divieto di sorpasso allo svincolo?			X	X	X
Si può leggere dalla distanza necessaria? Ci sono problemi di sfondo?			X	X	X
E' stata installata una segnaletica di variazione di direzione o sistemi di controllo			X	X	X

del traffico e sono pienamente operativi?					
La riduzione di velocità nell'arrivare ad uno svincolo è stata assegnata al posto giusto e progettata bene?			X	X	X
La vista è ostruita dal traffico o dai segnali?			X	X	X
La segnaletica è logica e coerente? Indica la precedenza chiaramente?			X	X	X
La rotatoria è chiaramente visibile e riconoscibile da tutti gli approcci e i segni orizzontali e i segnali sono chiari e non ambigui?			X	X	X
La segnaletica verticale è completa e nel posto giusto?			X	X	X
I segnali sono stati posizionati sopra alla carreggiata dove necessario?			X	X	X
10. Segnaletica orizzontale					
Sono stati presi in considerazione i risultati della fase di revisione precedente?		X	X	X	
I segni orizzontali stradali sono chiari, riconoscibili ed appropriati?	X	X	X	X	X
Il percorso dei pedoni/ciclisti agli svincoli è adatto alle condizioni reali e chiaramente segnato?	X				
Se le piste ciclabili finiscono su una strada o attraversano una strada la transizione è pianificata in modo sicuro?	X	X			
I segnali e le strisce orizzontali si equivalgono senza contraddizioni?		X			
I vecchi segnali sono stati rimossi?		X			
Le manovre di svolta sono state escluse dalla segnaletica di controllo? Se sì, le strisce orizzontali sono chiare per gli automobilisti che girano?		X			
Lo svincolo è pienamente visibile e riconoscibile da tutti gli approcci e le strisce orizzontali ed i segnali sono chiari e non ambigui?		X			
Le strisce degli stop sono previste più arretrate a beneficio dei ciclisti?		X	X	X	X
L'automobilista può capire chiaramente che sta attraversando una pista ciclabile ad un senso o a due sensi?		X	X	X	X
Il percorso dei pedoni/ciclisti agli svincoli è adatto alle condizioni reali e chiaramente segnato?		X	X	X	X
La coerenza è garantita?		X	X	X	X
La precedenza è indicata chiaramente nei punti specifici dove i ciclisti vengono in contatto tra di loro o con il traffico motorizzato?		X	X	X	X
La transizione da una strada costruita ad una strada rurale o da una strada illuminata ad una strada non illuminata è stata progettata adeguatamente?		X	X	X	X

I segni/segnali sono stati completamente rimossi (segni fantasma)?			X	X	X
Le manovre di svolta sono state escluse dalla segnaletica di controllo? Se sì, i segni orizzontali sono chiari per gli automobilisti che girano?			X	X	X
I segnali orizzontali rispettano il flusso del traffico dei pedoni/ciclisti?			X	X	X
I segnali orizzontali sono idonei alla funzione e alla categoria della strada?			X	X	X
I segnali sono paralleli al bordo della superficie stradale?			X	X	X
I segnali sono efficaci in tutte le condizioni previste (giorno, notte, bagnato, asciutto, nebbia, alba e tramonto)?			X	X	X
I segnali sono visibili sull'intero settore?			X	X	X
L'obbligo di dare la precedenza è imposto dai segni come dalla segnaletica?			X	X	X
La rotatoria è pienamente visibile e riconoscibile da tutti gli approcci e i segnali richiesti sono chiari e non ambigui?			X	X	X
11. illuminazione					
Sono stati presi in considerazione i risultati della revisione precedente?		X	X	X	
La strada è sufficientemente illuminata?	X	X	X	X	X
La transizione da una strada costruita ad una strada rurale o da una strada illuminata ad una strada non illuminata è stata progettata adeguatamente (periferia paese/città)?	X	X	X	X	X
E' necessaria l'illuminazione di situazioni particolari (zone di transizione, cambiamenti nelle sezioni trasversali) e, se sì, è stata progettata adeguatamente?	X	X	X	X	X
Gli ostacoli fissi si possono evitare, collocare a distanze sufficienti o proteggere (pali)?	X	X			
E' necessaria l'illuminazione fissa agli svincoli/aree di servizio e sosta e, se sì, è stata progettata adeguatamente?	X	X			
L'illuminazione fissa deve essere cambiata affinché i pedoni che attraversano siano chiaramente visibili?		X			
E' prevista l'illuminazione fissa delle sezioni, degli svincoli, delle zone di servizio e sosta, in rapporto all'illuminazione circostante?		X			
L'illuminazione circostante presenta dei requisiti specifici?		X	X	X	X
L'illuminazione stradale esistente può creare problemi nel riconoscere le indicazioni gialle (lampade ad emissione di sodio)?		X	X	X	X
E' necessaria l'illuminazione di contrasto agli svincoli?		X	X	X	X

I pali della luce sono collocati al di fuori della zona di sicurezza o protetti adeguatamente?			X	X	X
L'illuminazione fissa può creare problemi nel riconoscere i segnali del traffico o l'allineamento della strada?			X	X	X
Le zone rimanenti non illuminate presentano problemi potenziali?			X	X	X
E' necessario cambiare l'illuminazione affinché si vedano chiaramente i pedoni che attraversano?			X	X	X
Gli ostacoli fissi sono stati sufficientemente protetti?			X	X	X
Nelle zone dove non c'è l'illuminazione fissa, ci sono pericoli potenziali?			X	X	X
L'illuminazione fissa agli svincoli/aree di servizio e di sosta è collocata in modo opportuno?			X	X	X
L'illuminazione fissa è opportuna?			X	X	X
12. Altre attrezzature stradali					
I risultati della fase di revisione precedente sono stati presi in considerazione?		X	X	X	
Gli schermi antiabbaglianti sono stati forniti come richiesto?	X	X	X	X	X
I telefoni di emergenza sono stati collocati in posizioni adeguate e sicure rispetto al traffico?	X	X	X	X	X
Sono necessarie le staccionate per gli animali?	X	X			
E' necessaria/prevista un'attrezzatura stradale adeguata (segnali di avvertimento per la nebbia, spruzzatori automatici per sostanze di sbrinamento, staccionate per la neve, etc.) a seconda dei requisiti particolari del tempo?	X	X			
C'è il rischio che i sottopassi pedonali ed i ponti non vengano debitamente usati? Sono stati presi dei provvedimenti adeguati (ad esempio ringhiere)?	X	X			
La visibilità è impedita, ad esempio da animali/schermi/staccionate per la neve?	X				
Devono essere presi provvedimenti speciali per gruppi o infrastrutture particolari ad esempio giovani, anziani, malati, andicappati, sordi o ciechi?		X			
Sono stati presi abbastanza provvedimenti nel tagliare le pendenze per prevenire la caduta di materiale (ad esempio la caduta di massi)?		X	X	X	X
La visibilità è impedita, ad esempio dalle barriere di sicurezza, ringhiere, attrezzatura stradale, cartelloni pubblicitari e segnali del traffico?		X	X	X	X
E' stata installata un'attrezzatura adeguata (segnali di avvertimento per la nebbia, spruzzatori automatici per sostanze di sbrinamento, staccionate per la neve, etc) ed è interamente operativa?			X	X	X

L'inizio e la fine della staccionata per animali sono ben definiti?			X	X	X
13. Piantumazioni					
I risultati della fase di revisione precedente sono stati presi in considerazione?		X	X	X	
Il verde ed il tipo di piantumazione precludono nervosismi agli utenti stradali (ad esempio l'allineamento)?	X	X	X	X	X
Il contatto visivo automobilista-pedone-ciclista è limitato dalle piante?	X	X	X	X	X
C'è buona visibilità agli svincoli? O la vista è limitata dalle piante?	X	X			
La crescita del verde può portare a problemi di sicurezza in futuro, (ad esempio come risultato di una visibilità limitata, diametro previsto del tronco di più di 8 cm, segnali stradali nascosti, effetti di luci e ombre, caduta di foglie sulla strada)?	X	X			
Le piante esistenti e piantate sono ad una distanza sufficiente dalla strada o fuori dalla portata di macchine che sbandano?	X				
Le rotatorie sono pienamente visibili e riconoscibili da tutti gli approcci?		X			
La vista è limitata dalle piante? E' garantita una buona visibilità allo svincolo?		X	X	X	X
La transizione da una strada con edifici ad una strada rurale o da una strada illuminata ad una strada non illuminata è stata progettata adeguatamente (periferia paese/città)?		X	X	X	X
Tutte le piante esistenti e piantate sono senza zona di sicurezza? 100 km/h ► 9m 80 km/h ► 6m 60 km/h ► 3m (lontano dalle macchine che sbandano?)		X	X	X	X
Gli alberi piantati sono ad una distanza sufficiente dalla strada?			X	X	X
Ci sono cespugli nella zona di sicurezza?			X	X	X
I tronchi degli alberi hanno segni di incidenti?			X	X	X
E' impedita la visibilità sul percorso stradale?			X	X	X
La vegetazione sul bordo stradale guida gli automobilisti nelle curve in modo continuo?			X	X	X
Le piante impediscono il drenaggio della strada?			X	X	X
Le piante o la crescita di piante può portare a problemi di sicurezza in futuro?			X	X	X
La vegetazione protegge la strada da disastri naturali come le frane etc.?			X	X	X
Lo svincolo è completamente visibile e riconoscibile da tutti gli approcci e i segni orizzontali ed i segnali sono chiari e non ambigui?			X	X	X
Le piante lungo la strada sono vecchie e potrebbero causare problemi di sicurezza?			X	X	X

Le piante sono monotone? O aiutano ad evitare la monotonia della strada?			X	X	X
Ci sono piante lungo la strada?			X	X	X
14. Strutture di ingegneria civile					
I risultati della fase di revisione precedente sono stati presi in considerazione?		X	X	X	
I veicoli di manutenzione stradale possono essere parcheggiati in modo sicuro?	X	X	X	X	X
Il drenaggio della struttura è sufficiente?	X	X	X	X	X
Sono stati presi provvedimenti per garantire un accesso sicuro per i veicoli di soccorso/manutenzione/vigili del fuoco?	X	X	X	X	X
La compatibilità è garantita?	X	X	X	X	X
Sono stati presi in considerazione i requisiti dei pedoni e dei ciclisti (ad esempio la disposizione dei percorsi per i pedoni e per i ciclisti)?	X	X			
Sono state prese in considerazione le caratteristiche specifiche della composizione del traffico?	X	X			
Sono previsti strumenti di sicurezza passivi nei luoghi necessari e sono stati progettati adeguatamente?	X	X			
La vista è impedita, ad esempio dai pilastri dei ponti?	X	X			
C'è il rischio che i sottopassi pedonali ed i ponti non vengano utilizzati? Sono stati presi dei provvedimenti adeguati (ad esempio ringhiere)?	X	X			
I parapetti ed i cavalcavia sono ad una distanza sicura dalla strada?	X		X	X	X
I pali, supporti, muri di supporto, ringhiere dei ponti etc. sono stati collocati ad una distanza sufficiente o protetti?	X		X	X	X
I parapetti ed i cavalcavia, pali, supporti, muri di supporto, ringhiere dei ponti etc., sono stati collocati ad una distanza sufficiente o protetti o posizionati ad una distanza adeguata dalla strada?		X			
L'illuminazione è necessaria, e in tal caso, è stata progettata adeguatamente?		X			
Le installazioni di sicurezza passive sono state collocate nei luoghi necessari?			X	X	X
Gli scavi dei canali costituiscono ostacolo?			X	X	X
I pali della luce devono essere considerati degli ostacoli (fatti di acciaio, cemento)?			X	X	X
Ci sono cartelli pubblicitari non protetti nella zona priva di ostacoli?			X	X	X
Ci sono supporti non protetti per altri cavi al di là dell'illuminazione nella zona priva di ostacoli?			X	X	X

I segnali del traffico (oltre ai segnali direzionali) devono essere considerati ostacoli pericolosi?			X	X	X
Sono stati presi in considerazione i requisiti dei ciclisti (ad esempio infrastrutture ciclabili separate)?			X	X	X
L'illuminazione è stata progettata adeguatamente?			X	X	X
Il sistema di drenaggio costituisce un ostacolo lineare?			X	X	X
C'è il rischio che i sottopassi pedonali ed i ponti non vengano utilizzati ? Sono stati presi dei provvedimenti adeguati?			X	X	X
C'è materiale sparso con più di 0,4 kg per ogni elemento nella zona "priva di ostacoli"?			X	X	X
Qual'è la distanza dalla segnaletica stradale direzionale alla pavimentazione?			X	X	X
15. Installazioni di sicurezza passiva					
I risultati della fase di revisione precedente sono stati presi in considerazione?		X	X	X	
Gli ostacoli fissi si possono evitare, sono collocati ad una distanza adeguata o protetti (pali, supporti, muri di supporto, ringhiere dei ponti, alberi etc.)?	X	X	X	X	X
Le installazioni di sicurezza passive sono state collocate sulle infrastrutture/luoghi necessari?	X				
Le zone per i pedoni ed i ciclisti in attesa sono sufficienti?		X			
Gli strumenti di sicurezza passiva sono stati pianificati nei luoghi necessari e progettati adeguatamente (inizio e fine delle barriere, paletti delle barriere, distanza tra i puntelli, stabilità, profondità dei puntelli, unione con guardrail)?		X			
La compatibilità è garantita?		X			
La vista è impedita, ad esempio da barriere di sicurezza, staccionate, attrezzatura stradale, parcheggi, segnali del traffico, architettura del paesaggio/piante, supporti dei ponti, palazzi?		X			
C'è il rischio che i sottopassi pedonali ed i ponti non vengano utilizzati? Sono stati presi dei provvedimenti adeguati ?		X			
Le barriere di tipo medio necessarie sono state tutte collocate e adeguatamente segnalate o delineate?			X	X	X
Sono state posizionate in modo sicuro tutte le barriere di sicurezza stradale affinché non diventino anche loro degli ostacoli?			X	X	X
Le barriere sono state collocate affinché non limitino la visibilità?			X	X	X
Sono state evitate le finestre pericolose nel guardrail?			X	X	X

Le installazioni di sicurezza passive sono state posizionate nei luoghi necessari?			X	X	X
Il guardrail è stato installato correttamente per quanto riguarda: - trattamento delle parti finali: - ancoraggio, - distanza dei pali, - profondità dei pali, - sovrapposizione del corrimano?			X	X	X
La lunghezza del guardrail è adeguata?			X	X	X
C'è il rischio che i sottopassi pedonali ed i ponti non vengano utilizzati ? Sono stati presi dei provvedimenti adeguati?			X	X	X
16. Fermate dei trasporti pubblici					
I risultati della fase di revisione precedente sono stati presi in considerazione?			X	X	
Le fermate dei trasporti pubblici sono facilmente riconoscibili?	X				
Le fermate dei trasporti pubblici sono state pianificate agli svincoli (dietro!)? Le fermate sono facilmente accessibili per i passeggeri?	X				
Le fermate dei trasporti pubblici sono al di fuori delle zone critiche?	X				
Sono stati presi in considerazione i requisiti dei pedoni e dei ciclisti?	X				
E' necessaria l'illuminazione, e, se sì, è stata progettata adeguatamente?	X				
Le zone per i pedoni ed i ciclisti in attesa sono sufficienti?	X				
C'è bisogno di un'assistenza maggiore negli attraversamenti per arrivare alle fermate dei trasporti pubblici?	X		X	X	X
Devono essere presi provvedimenti speciali per gruppi o infrastrutture particolari ad esempio giovani, anziani, malati, handicappati, sordi o ciechi?	X		X	X	X
Sono state prese in considerazione le necessità del trasporto pubblico e degli utenti?	X		X	X	X
Il percorso ciclabile è stato progettato in modo sicuro vicino alla zona delle fermate dei trasporti pubblici?	X		X	X	X
La visibilità è impedita, ad esempio da barriere di sicurezza, staccionate, attrezzatura stradale, parcheggi, segnali del traffico, architettura del paesaggio/piante, supporti dei ponti, palazzi?	X		X	X	X
Le zone per i pedoni in attesa sono abbastanza grandi?			X	X	X
Le fermate dei trasporti pubblici sono state progettate in modo che siano facilmente accessibili per i passeggeri?			X	X	X
Le fermate sono facilmente accessibili e sicure per i pedoni?			X	X	X
Le fermate degli autobus sono segnalate e visibili per gli autisti? La compatibilità è garantita?			X	X	X

Le fermate degli autobus sono posizionate al di fuori della carreggiata in modo opportuno?			X	X	X
Sono sufficienti le zone per la fila dei passeggeri in attesa?			X	X	X
17. Necessità dei pedoni e dei ciclisti					
Sono stati presi in considerazione i risultati della fase di revisione precedente?		X	X	X	X
Tutti gli approcci hanno attraversamenti pedonali e ciclabili?	X	X	X	X	X
Le zone per i pedoni ed i ciclisti in attesa sono sufficienti? / I ripari sono abbastanza grandi e larghi per i pedoni ed i ciclisti in attesa?	X	X	X	X	X
Gli attraversamenti sopra a strutture ferroviarie speciali sono progettati in modo sicuro?	X	X	X	X	X
C'è bisogno di altra assistenza per gli attraversamenti?	X	X	X	X	X
Devono essere presi provvedimenti speciali per gruppi o infrastrutture particolari (inclusi gli ospedali), ad esempio giovani, anziani, malati, handicappati, sordi o ciechi?	X	X	X	X	X
Gli attraversamenti pedonali sono posizionati dove necessario per il traffico pedonale?	X	X	X	X	X
Sono stati presi in considerazione i requisiti dei ciclisti (ad esempio percorsi attraverso ripari centrali, strette)?	X	X	X	X	X
Gli attraversamenti pedonali sono stati posizionati affinché l'uso collettivo sia garantito e la strada non venga attraversata in altri punti?	X	X	X	X	X
C'è il rischio che i sottopassi pedonali ed i ponti non vengano utilizzati? Sono stati presi dei provvedimenti adeguati?	X	X	X	X	X
C'è un contatto visivo a due sensi tra i pedoni e gli automobilisti?	X	X	X	X	X
Gli attraversamenti sono adeguati e sicuri?	X	X			
Le isole sono chiaramente visibili e progettate adeguatamente?	X	X			
L'illuminazione è necessaria e, se sì, è stata progettata opportunamente?	X	X			
La crescita delle piante può portare a problemi di sicurezza in futuro?	X	X			
Sono state prese in considerazione le necessità di chi va a cavallo?	X				
La vista è impedita/parzialmente impedita, ad esempio da ringhiere di sicurezza, barriere di sicurezza, attrezzatura stradale, parcheggi, segnali del traffico, piante, palazzi, veicoli in sosta, o code del traffico?	X				
Tutto lo svincolo è controllato dai segnali del traffico?	X				

La transizione dei percorsi a piedi o ciclabili che finiscono su una strada o attraversano una strada è progettata in modo sicuro?	X				
La visibilità è parzialmente impedita, ad esempio da veicoli in sosta, veicoli parcheggiati o code del traffico?		X			
Gli attraversamenti per i pedoni ed i ciclisti hanno bordi bassi?		X			
Deve essere cambiata l'illuminazione affinché i pedoni che attraversano siano chiaramente visibili?		X			
L'illuminazione circostante ha dei requisiti speciali?		X			
E' chiaro per l'automobilista che sta attraversando una pista ciclabile a due sensi o a un senso?		X			
La compatibilità è garantita?		X			
Se le piste ciclabili finiscono su una strada o attraversano la strada la transizione è progettata in modo sicuro?		X			
I ripari sono abbastanza grandi e larghi per permettere ai pedoni ed ai ciclisti che attraversano di aspettare?		X	X	X	X
Le caratteristiche specifiche della composizione del traffico sono state prese in considerazione?		X	X	X	X
I veicoli parcheggiati impediscono la visibilità degli utenti stradali nei confronti dei ciclisti?			X	X	X
I punti dove i ciclisti attraversano strade che si incrociano hanno paracarri bassi?			X	X	X
E' presente l'illuminazione ove necessaria?			X	X	X
Le linee visive sono parzialmente ostruite o ostruite, ad esempio da ringhiere di sicurezza, barriere di sicurezza, dall'attrezzatura stradale, dai segnali del traffico, dalle piante, dai palazzi, dai veicoli in sosta, dai veicoli parcheggiati, dalle code del traffico?			X	X	X
Le isole sono collocate adeguatamente e chiaramente visibili?			X	X	X
Gli attraversamenti pedonali sono segnalati e visibili dai guidatori?			X	X	X
I percorsi pedonali sono fisicamente separati dai paracarri, dalle barriere o dalle piante?			X	X	X
Ci sono piccoli ostacoli (ostacoli che non sono pericolosi per il traffico motorizzato) o una pavimentazione ruvida sulle strade dove le biciclette condividono la pavimentazione con altri tipi di traffico o in altre infrastrutture specifiche per i pedoni/ciclisti?			X	X	X
Ci sono isole del traffico all'entrata di queste zone?			X	X	X

I segnali del traffico all'interno della zona per i ciclisti hanno spigoli protetti?			X	X	X
E' stata data priorità prima ai ciclisti e poi agli altri tipi di traffico dove necessario?			X	X	X
C'è abbastanza visibilità per il traffico motorizzato per vedere i ciclisti lungo la strada?			X	X	X
C'è un limite di velocità? Se sì, viene rispettato dai guidatori?			X	X	X
18. Esigenze dei motociclisti					
Sono necessari tutti i pali, contenitori, ed elementi? (Se sì, la protezione è una possibilità)?			X	X	X
Le moto sono una percentuale importante del traffico?			X	X	X
I cordoli come barriere sono stati evitati in zone ad alta velocità?			X	X	X
Sono stati evitati sulla superficie stradale strumenti o oggetti che possono destabilizzare una motocicletta?			X	X	X
Nelle zone in cui è più facile per i motociclisti uscire fuori strada il bordo stradale è più conciliante o protetto per la sicurezza?			X	X	X
Il bordo stradale dove i motociclisti possono piegarsi in curva è sgombro di ostacoli?			X	X	X
Gli avvertimenti o le strisce orizzontali sono adeguati per le motociclette?			X	X	X
19. Parcheggi, carichi, consegne					
Sono stati presi in considerazione i risultati della fase di revisione precedente?		X	X	X	X
Ci sono zone di carico accanto alla strada?	X	X	X	X	X
Ci sono parcheggi sufficienti per ridurre al minimo il parcheggio illegale sui sentieri, sulle infrastrutture ciclabili, e sulla carreggiata con i pericoli possibili o sono stati presi provvedimenti preventivi?	X	X	X	X	X
I parcheggi sono facilmente accessibili o è possibile entrare ed uscire dalle zone dei parcheggi in modo sicuro?	X				
Le zone dei parcheggi sono facilmente accessibili?		X			
Le caratteristiche specifiche della composizione del traffico sono state prese in considerazione?		X			
E' possibile entrare ed uscire dalle zone dei parcheggi in modo sicuro?		X	X	X	X
La visibilità è impedita dalle zone dei parcheggi?		X	X	X	X
Le linee di vista sono parzialmente ostruite dai veicoli parcheggiati illegalmente, ad esempio in sosta, sui sentieri?			X	X	X

APPENDICE 2: Schema del Rapporto RSA

Questa appendice contiene l'esempio dello schema del rapporto RSA. Questo schema è stato utilizzato nel progetto PILOT4SAFETY e, sulla base dell'esperienza delle verifiche pratiche della RSA (vedi Progetto D5) si consiglia di utilizzarlo nell'esecuzione della RSA sulle strade secondarie.

Questo esempio mostra le parti essenziali del rapporto descrivendo una RSA effettuata nella Repubblica Ceca.

La struttura del rapporto è la seguente:

1. Frontespizio

2. Introduzione – Una pagina che indica la fase RSA, il nome del progetto, i membri della squadra di revisione, date ed altre informazioni sulla RSA

3. Dettagli specifici del progetto – Una pagina o più (secondo la durata del progetto) con la descrizione e le caratteristiche principali dell'ingegneria del progetto.

4. Elementi che risultano dal progetto – Questa è la parte centrale del rapporto. Descrive le carenze di sicurezza stradale identificate all'interno della RSA; i rischi potenziali di ogni insufficienza e le soluzioni consigliate. Dovrebbe essere precisa e breve, con consigli solo generali. L'obiettivo non è quello di riprogettare il progetto, ma suggerire al progettista come migliorare la sicurezza stradale. Le carenze sono suddivise nei seguenti gruppi:

- *Problemi generali*
- *Sezione trasversale*
- *Allineamento*
- *Incroci/Svincoli*
- *Aree di servizio e di sosta*
- *Installazioni di sicurezza passiva*
- *Segnaletica stradale*
- *Segnaletica stradale orizzontale*
- *Segnali del traffico*
- *Illuminazione*
- *Altra attrezzatura stradale*
- *Piante*
- *Strutture di ingegneria civile*
- *Passaggi a livello*
- *Fermate dei trasporti pubblici*
- *Problematiche degli utenti stradali vulnerabili*
- *Parcheggi*

INTRODUCTION

This report describes a Stage 2 (detailed design) Road Safety Audit carried out on project By-pass road I/19 around town Chýnov on behalf of Czech national highway and motorway authority.

Audit team members

Martin Lipl, Traffic Engineer, CDV

Jonatan Calafi, Civil Engineer, Generalitat de Catalunya

Dates

Audit Brief reception: August 2011

Inception meeting: 5th September 2011

Auditing Date (or Period): 5-7th September 2011

Data and documentation:

- Design brief
- Location plans
- Scheme drawings
- Traffic data

Site visit(s):

The site was visited by the Audit Team on 06/09/2011 in the morning. The weather was sunny. The traffic conditions were usual for the working day.

Comments:

The site visit was done by two auditors, one observer and three members of Road Directorate.

Appendix:

None

Figura 55: Esempio di Pagina di Introduzione

INTRODUZIONE

Questo rapporto descrive la Fase 2 (progetto dettagliato) della Revisione di Sicurezza Stradale effettuata sul progetto della circonvallazione I/19 intorno a Chýnov per conto dell'autorità autostradale nazionale Ceca.

Membri della squadra di revisione : Martin Lipl, Traffic Engineer, CDV; Jonatan Calafi, Civil Engineer, Generalitat de Catalunya

Date

Ricevimento Riassunto Revisione: Agosto 2011, Riunione di inizio: 5 Settembre 2011, Data revisione (o Periodo): 5-7 Settembre 2011

Dati e documenti: - Riassunto progetto - Piantine dei luoghi - Schemi dei disegni - Informazioni sul traffico Visite sul posto:

Il luogo è stato visitato dalla Squadra di Revisione il 06/09/2011 la mattina. Il tempo era soleggiato. Le condizioni del traffico erano come in una normale giornata di lavoro.

Commenti: La visita sul luogo è stata fatta da due revisori, un osservatore e tre membri della Direzione Stradale.

Appendice: Nessuna

Specific project details:

Description: The project of by-pass road I/19 of town Chynov aims at improving the living conditions in the town. The current through-pass is very busy with all negative effects on local life. The horizontal alignment of current road is insufficient according to technical standards. The by-pass will be beneficial also for transit transport – new road will be faster and more comfortable. The road I/19 connects western Bohemia (region around city Pilsner) with eastern part of Bohemia. It is also connected to the most important national motorway D1. The construction of the proposed by-pass will start in July 2012 and should be finished in 2014. By-pass goes mainly in not-built-up area in agricultural landscape.

Main characteristics of the by-pass

Road I/19 is 1.class road with two traffic lanes without any median barrier. The speed limit is 90 km/h. The by-pass has total length of 3,512 km.

Maximal radius of horizontal curve: 1050 m

Minimal radius of horizontal curve: 1000 m

Maximal longitudinal grade: 3,0%

Minimal longitudinal grade: 0,5%

Maximal and minimal radius of crest curve: 37 000m

Maximal (minimal) radius of crest curve: 54 000m (3000m)

Maximal cross section grade: 3,0%

There are 3 one-level intersection along the by-pass

- 1) with road II/409 direction Planá nad Lužnicí (Give-a-way sign)
- 2) with road II/409 direction Černovice (Stop-sign)
- 3) with road III/01915 direction Lazany (Give-a-way sign)

There are two pedestrian (cycle) underpasses under the proposed by-pass, 3 meters wide and 2,5 metres high.

Type of project: new by-pass scheme, detailed design

Length: The by-pass has total length of 3,512 km. It starts at western part of the town and goes southern from the town in the fields

Cross section: the total width of the road is 11,5 m with design speed 80 km/h. It is two-lane road with traffic lane 3,50 m wide + 0,25 m dividing marking lane + 1,50 m hard shoulder + 0,50 m soft shoulder

Traffic Volume: According to the national survey conducted in 2010, the traffic volume on road I/19 near town Chynov is 8 115 vehicles in both directions in 24 hours, with 24 % share of heavy vehicles.

Road Category: Secondary road in rural area, road category S11,5/80

Design Speed: 80 km/h

Figura 56: Esempio della pagina dei Dettagli Specifici del Progetto

Dettagli Specifici del progetto:

Descrizione: l'obiettivo del progetto della circonvallazione I/19 di Chynov è di migliorare le condizioni di vita in città. L'attraversamento attuale è molto trafficato con effetti negativi sulla vita locale. L'allineamento orizzontale della strada attuale è insufficiente secondo gli standard tecnici. La circonvallazione gioverà anche al trasporto di passaggio – la strada nuova sarà più veloce e più confortevole. La strada I/19 collega la Boemia occidentale (regione intorno alla città di Pilsner) alla Boemia orientale. E' anche collegata all'autostrada nazionale più importante D1. La costruzione della circonvallazione proposta inizierà nel luglio del 2012 e dovrebbe essere finita entro il 2014. La circonvallazione passa principalmente attraverso una zona non edificata di campagna.

Caratteristiche principali della circonvallazione

La strada I/19 è una strada a due corsie senza una barriera mediana. Il limite di velocità è di 90 km/h. La lunghezza totale della circonvallazione è di 3,512 km.

Raggio massimo della curva orizzontale: 1050 m

Raggio minimo della curva orizzontale: 1000 m

Pendenza massima longitudinale: 3,0%

Pendenza minima longitudinale: 0,5%

Raggio massimo e minimo della curva in salita: 37 000m

Raggio massimo (minimo) della curva in salita: 54 000m (3000m)

Pendenza massima della sezione trasversale: 3,0%

Ci sono 3 incroci su un livello lungo la circonvallazione

1) con la strada II/409 direzione Planá nad Lužnicí (segnale di precedenza)

2) con la strada II/409 direzione Černovice (segnale stop)

3) con la strada III/01915 direzione Lazany (segnale di precedenza)

Ci sono due sottopassaggi pedonali (ciclabili) sotto alla circonvallazione proposta, larghi 3 metri e alti 2,5 metri.

Tipo di progetto: nuovo schema della circonvallazione, progetto dettagliato

Lunghezza: La circonvallazione ha una lunghezza totale di 3,512 km. Inizia nella parte occidentale della città e continua a sud, dalla città verso i campi.

Sezione trasversale: la larghezza totale della strada è di 11,5 m con una velocità progettuale di 80 km/h. E' una strada a due corsie con la corsia del traffico larga 3,50 m + 0,25 m corsia divisoria con segni orizzontali + 1,50 m bordo stradale duro + 0,50 m bordo morbido.

Volume del traffico: Secondo un sondaggio nazionale effettuato nel 2010, il volume del traffico sulla strada I/19 vicino alla città di Chynov è di 8 115 veicoli in entrambi le direzioni nelle 24 ore, con il 24% di veicoli pesanti.

Categoria stradale: Strada secondaria in zona rurale, categoria stradale S11,5/80

Velocità progettuale: 80 km/h

ITEMS RESULTING FROM THE AUDIT**General problems / problems at multiple locations**

Problem 1.1: *Too many connections to Chynov village.*

Observations :

There is few distance between those connections. The maximum legal speed it's 90 km/h but all connections are at grade.

Risk

Collateral collisions, speeding, poor visibility of un-coming cars.

Recommendations

Re-evaluate the need of so many intersections to connect to the village.

Study the possibility of roundabouts or at different grade intersections (on the main flow movements).

Problem 1.2: *Connections between existing road and by pass.*

Observations :

There is poor consistence between the existing road and the new by pass. Existing road is about 7 or 8 meters width and new road is 11.5 meters width (carriageway plus shoulders).

The existing road has no shoulders.

The existing road has vertical and horizontal parameters insufficient for a 90 km/h speed, spatially on the train underpass (recommended speed 30 or 40 km/h).

Inconsistent speed from the new by pass and existing road on direction from west to east.

Risk

Confusing drivers behaviour

Speeding up before the railway underpass.

Run off.

Recommendations

Use transitions zones and inform drivers that the existing road changes the comfort and alignment parameters. Change the road width to ensure equal speeds.

Figura 57: Esempio degli elementi risultanti dalla pagina di revisione

RISULTATI DELLA REVISIONE

Problemi generali / problemi in più luoghi

Problema 1.1: Troppi collegamenti alla cittadina di Chynov.

Osservazioni :

C'è poca distanza tra quei collegamenti. La velocità massima legale è di 90 km/h

Ma tutti i collegamenti sono a livello.

Rischio

Scontri laterali, eccesso di velocità, visibilità scarsa delle macchine in arrivo.

Consigli

Rivalutare la necessità di così tanti incroci nella cittadina.

Studiare la possibilità di rotatorie o incroci con pendenze diverse (sui movimenti del flusso principale).

Problema 1.2: Collegamenti tra la strada esistente e la circonvallazione.

Osservazioni :

C'è poca compatibilità tra la strada esistente e la circonvallazione nuova. La strada esistente è larga circa 7 o 8 metri e la strada nuova è larga 11.5 metri (carreggiata più bordi).

La strada attuale non ha bordi.

La strada attuale ha parametri verticali e orizzontali insufficienti per una velocità di 90 km/h, in termini di spazio nel sottopassaggio ferroviario (velocità consigliata 30 o 40 km/h).

Velocità inconsistente dalla nuova circonvallazione e dalla strada attuale in direzione ovest-est.

Rischio

Comportamento dei guidatori confuso

Aumento della velocità prima del sottopassaggio ferroviario.

Uscita di strada.

Consigli

Utilizzare le zone di transizione ed informare I guidatori che la strada attuale cambierà i parametri di comodità e allineamento. Cambiare la larghezza della strada per garantire velocità uguali.

AUDIT TEAM STATEMENT

We certify that we have examined the drawing and other information listed in Appendix. This examination has been carried out with the sole purpose of identifying and features of the design that could be removed or modified to improve the safety of the scheme. The problems that we have identified have been noted in the report, together with suggestions for improvement which we recommend should be studied for implementation.

Signed: Martin Lipi

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Martin Lipi", written over a faint, illegible stamp.

Date 7/9/2011

Figura 58: Esempio della pagina della dichiarazione della squadra di revisione

APPENDICE 3: Schema del Rapporto RSI

Questa appendice contiene l'esempio dello schema del rapporto RSI. Questo schema è stato utilizzato nel progetto PILOT4SAFETY e, dalla valida esperienza delle revisioni pratiche della RSI (vedi Progetto D6), è consigliato nell'effettuazione della RSI sulle strade secondarie.

Questo esempio mostra le parti essenziali dei rapporti descrivendo delle RSI effettuate in Catalonia, Spagna ed in Danimarca. La struttura del rapporto è la seguente:

1. Frontespizio

2. Introduzione – Una pagina che indica il nome del progetto, i membri della squadra di revisione, date ed altre informazioni sulla RSI (data di visita in loco, dati e documenti)

3. Dettagli specifici del progetto – Una pagina o più (secondo la durata del progetto) con la descrizione e le caratteristiche principali dell'ingegneria della strada ispezionata. (Se disponibili: Calcoli essenziali degli infortuni)

4. Elementi che risultano dal progetto – Questa è la parte centrale del rapporto. Descrive le carenze di sicurezza stradale identificate all'interno della RSI; i rischi potenziali di ogni insufficienza e le soluzioni consigliate se necessarie. Dovrebbe contenere una foto con una descrizione dettagliata di ognuna delle carenze. I consigli dovrebbero essere precisi e brevi, con affermazioni generali. L'obiettivo è di suggerire all'autorità stradale come migliorare la sicurezza stradale. Le carenze sono suddivise nei seguenti gruppi:

- *Problemi generali*
- *Sezione trasversale*
- *Allineamento*
- *Incroci/Svincoli*
- *Aree di servizio e di sosta*
- *Installazioni di sicurezza passiva*
- *Segnaletica stradale*
- *Segnaletica stradale orizzontale*
- *Segnali del traffico*
- *Illuminazione*
- *Altra attrezzatura stradale*
- *Piante*
- *Strutture di ingegneria civile*
- *Passaggi a livello*
- *Fermate dei trasporti pubblici*
- *Problematiche degli utenti stradali vulnerabili*
- *Parcheggi*
- *. Dichiarazione della squadra di revisione – Questa pagina contiene la dichiarazione finale e le firme dei membri della squadra RSI.*
- *. Mappa dei luoghi in cui ci sono problemi – E' consigliabile creare una mappa panoramica, mostrando i luoghi di ogni carenza. Il luogo della carenza dovrebbe essere indicato con le coordinate GPS.*

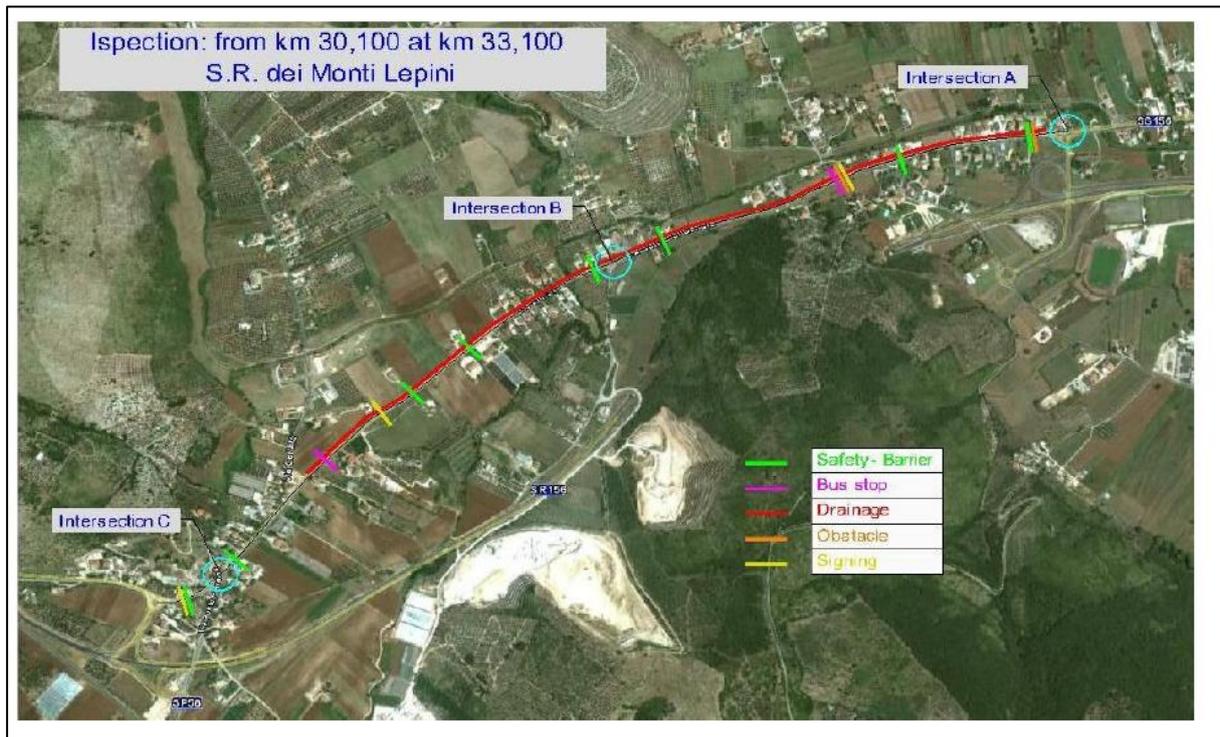


Figura 59: Esempio di una mappa che indica i luoghi dei problemi in Italia

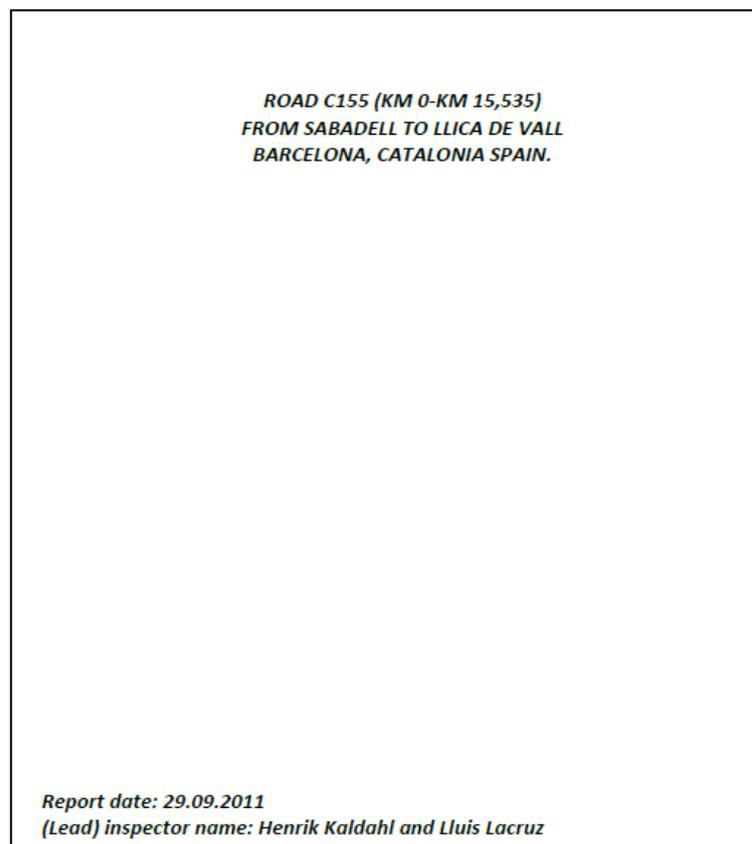


Figura 60: Esempio del frontespizio

**ROAD C155(KM 0-KM 15,535)
FROM SABADELL TO LLICA DE VALL
BARCELONA, CATALONIA SPAIN.**

INTRODUCTION

This report describes the Road Safety Inspection carried out on road C155 going from Sabadell to Llica de Vall in Barcelona, Catalonia Spain.

Inspection team members

Henrik Kaldahl
Civil Engineer
The Municipality of Randers, Denmark

Lluís Lacruz
Civil Engineer
Responsible "Generalitat's Roads of Tarragona, Spain"

Dates

Inspection Brief reception: 15.09.2011
Initial meeting: 28.09.2011
Inspection Date (or Period): 28.09.2011

Data and documentation:

Materials given out on meetings on the 28.09.2011 and on 29.09.2011

Site visit(s):

The site was visited by the Inspection Team on 28.09.2011. The weather was sunny. The road was inspected in daytime and in nighttime

Appendix:

Responsibles of the road service gave out materials on the first meeting on the 28.09.2011 and accident statistics was given out on meeting on the 29.09.2011.

During the year 2004 there was constructed a roundabout in km 12+230 and complementary works between km 11+873 to km 13+293 at the village of Llica de Vall.

During the year 2002 there was constructed two roundabouts between km 12+570 and km 13+810.

Figura 61: Esempio della pagina di introduzione

SPECIFIC PROJECT DETAILS

Description : The road is going from Sabadell to Parrets Del Valles in Barcelona, Catalonia Spain. The general width of the platfor is 8,20 meters.

Length : The length of the Road C155 is 15,535 kilometers

Traffic volume :

At km 2+700 the traffic volume in 2010 was 8607 with 2,27 % heavy vehicles.

At km 9+600 the traffic volume in 2010 was 9478 with 7,9 % heavy vehicles.

Road category : The category of the road is secondary road.

Design speed : The design speed on the road is 90 km/hour with various local speed recommendations going from 30 km/h to 70 km/h.

Figura 62: Esempio della pagina dei Dettagli Specifici del Progetto

3. Alignment

Problem 3.1: *No sight distance when crossing the road (km 1+820)*

Observations



Risk

High

Recommendations

We recommend to cut the vegetation and dig the cut to improve the sight distance

Figura 63: Esempio degli elementi della pagina dell'ispezione (Spagna)

5. Markings

Problem 8.1: *Partly visible markings on the road – low night time visibility*

Observations

In some places the marking on the road was missing/poor/interrupted because of damaged shoulders.



Risk

Drivers can run-off the road because of poor visibility and confusing road marking.

Recommendations

Reinstall the road marking.

Figura 64: Esempio degli elementi della pagina dell' ispezione (Danimarca)

APPENDICE 4: Schema del Risultato della Revisione

Pagina di Copertina

LUOGO

TITOLO DEL PROGETTO

FASE DI REVISIONE DI SICUREZZA STRADALE **Xxxx**

Riferimento rapporto RSA: ...

Data rapporto RSA: ...

Nome del revisore (responsabile): ...

Riferimento Risultato Revisione: ...

Data Risultato Revisione: ...

Autore(i): ...

Pagina di introduzione

LUOGO

NOME DELLO SCHEMA

FASE DI REVISIONE DI SICUREZZA STRADALE **Xxxx**

INTRODUZIONE

Questo Risultato della Revisione si riferisce alla Revisione di Sicurezza stradale effettuata per il progetto **Yyyy**, per conto di **Zzzz**.

Costituisce una risposta formale alle domande ed ai suggerimenti trattati dalla squadra RSA nel rapporto in data gg/mm/aaaa (riferimento **rrrr**).

Autore(i) del Risultato della Revisione

Nome

titolo, nome dell'organizzazione.

nome

titolo, nome dell'organizzazione.

Date

Riunione rapporto RSA: ...

Rapporto RSA: ...

Dati e documenti:

...

...

Commenti:

...

Appendice:

Controllo dei disegni e di altre informazioni.

.....

Pagine del Rapporto

Dettagli specifici del progetto:

Descrizione :

Tipo di progetto:

Durata:

Sezione trasversale:

(Volume del traffico):

Categoria stradale:

Velocità progettuale:

ELEMENTI DERIVANTI DALLA REVISIONE E RISPOSTE FORMULATE: Contenuto

1. Problemi generali / problemi in vari luoghi
2. Sezione trasversale
3. Allineamento
4. Svincoli
5. Aree di servizio e di sosta.....
6. Installazioni di sicurezza passiva.....
7. Segnaletica stradale.....
8. Segnali orizzontali.....
9. Segnali del traffico.....
10. Illuminazione.....
11. Altra attrezzatura stradale.....
12. Piante
13. Strutture di Ingegneria Civile.....
14. Passaggi a livello
15. Fermate dei Trasporti Pubblici.....
16. Attraversamenti Pedonali e Ciclabili.....
17. Parcheggi

Pagine del Rapporto (continua)

ELEMENTI DERIVANTI DALLA REVISIONE

Problemi generali / problemi in vari luoghi

Problema 1.1: Formulazione del problema (Da copiare dal rapporto RSA)

Osservazioni

Osservazioni sul problema in questione (+ illustrazioni)

Rischio

Natura dei rischi sostenuti per la sicurezza stradale

Consigli

Misure correttive raccomandate dalla squadra di revisione

(Altamente raccomandate, /Alto Impatto Potenziale/ Suggerimenti da Prendere in Considerazione)

Osservazioni / risposte formulate dal gestore della strada e/o dalla Squadra del Progetto

.....

.....

Decisione sulla misura correttiva o l'azione complementare

...

...

Il Risultato della Revisione dovrebbe continuare seguendo questo schema e la struttura del contenuto del rapporto RSA

Firma

Data

Firma

Data

MAPPA DEI PROBLEMI DI SICUREZZA RISCONTRATI



APPENDICE

APPENDICE 5: Direttive per le versioni locali di questo Manuale

Questo Manuale può essere tradotto liberamente in altre lingue e possono essere aggiunte parti specifiche supplementari relative alle necessità nazionali o locali, secondo le seguenti direttive obbligatorie:

1. Lasciate la copertina (pagina 1 in questa versione) come è, traducendo solo il testo nella vostra lingua; potete aggiungere una seconda copertina con il vostro marchio, i nomi ed altri dati secondo le vostre necessità
2. Aggiungete la vostra introduzione locale dopo quella generale:
3. Tabelle, testi delle figure, riferimenti, liste di controllo ed in genere tutto i contenuti nella lingua originale (Inglese) non dovrebbero essere tradotti. Potete aggiungere una didascalia per le vostre tabelle e figure;
4. Non cambiate la struttura del manuale: aggiungete semplicemente le vostre parti locali alla fine di ogni capitolo/sezione, secondo le vostre necessità.
5. Non cancellate nessuna parte del manuale. Se non volete alcune parti nella vostra versione locale, lasciate il testo originale in rosso con un segno, ~~come in questo esempio~~, aggiungendo la spiegazione nella vostra lingua locale, ad esempio “ *la soluzione consigliata xxxx non corrisponde alle nostre norme regionali*”)
6. Fornite un Appendice 7 con la lista delle parti supplementari ed eventualmente le spiegazioni dettagliate
7. Mandate una copia della vostra versione locale a info@aipss.it

APPENDICE 6: Direttiva 2008/96/CE sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali

DIRETTIVE

DIRETTIVA 2008/96/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

del 19 novembre 2008

sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali

IL PARLAMENTO EUROPEO E IL CONSIGLIO DELL'UNIONE EUROPEA,

visto il trattato che istituisce la Comunità europea, in particolare l'articolo 71, paragrafo 1, lettera c),

vista la proposta della Commissione,

visto il parere del Comitato economico e sociale europeo ⁽¹⁾,

previa consultazione del Comitato delle regioni,

deliberando secondo la procedura di cui all'articolo 251 del trattato ⁽²⁾,

considerando quanto segue:

- (1) La rete transeuropea dei trasporti di cui alla decisione n. 1692/96/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 luglio 1996, sugli orientamenti comunitari per lo sviluppo della rete transeuropea dei trasporti ⁽³⁾, è di fondamentale importanza per favorire l'integrazione e la coesione in Europa e assicurare un elevato livello di benessere. Occorre garantire, in particolare, un elevato livello di sicurezza.
- (2) Nel Libro bianco del 12 settembre 2001 «La politica europea dei trasporti fino al 2010: il momento delle scelte» la Commissione ha segnalato la necessità di effettuare valutazioni d'impatto sulla sicurezza e controlli in materia di sicurezza stradale onde individuare e gestire i tratti ad elevata concentrazione di incidenti sul territorio comunitario. Ha altresì fissato l'obiettivo di dimezzare il numero di decessi sulle strade nell'Unione europea fra il 2001 e il 2010.
- (3) Nella comunicazione del 2 giugno 2003 «Programma di azione europeo per la sicurezza stradale — Dimezzare il numero di vittime della strada nell'Unione europea entro il 2010: una responsabilità condivisa», la Commissione

ha individuato nell'infrastruttura stradale il terzo pilastro della politica di sicurezza stradale, che dovrebbe apportare un considerevole contributo alla realizzazione dell'obiettivo comunitario di riduzione degli incidenti.

- (4) Negli ultimi anni si sono registrati notevoli progressi nella progettazione dei veicoli (misure di sicurezza, concezione e applicazione di nuove tecnologie) che hanno contribuito a ridurre il numero di vittime degli incidenti stradali. Per conseguire l'obiettivo fissato per il 2010 è necessario agire anche in altri ambiti. La gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali offre un ampio margine di miglioramento, che deve essere sfruttato.
- (5) La definizione di procedure adeguate è essenziale per migliorare la sicurezza dell'infrastruttura stradale sulla rete stradale transeuropea. Le valutazioni d'impatto della sicurezza stradale dovrebbero dimostrare, a livello strategico, le implicazioni che, in un progetto di infrastruttura, le varie alternative di pianificazione hanno per la sicurezza stradale e dovrebbero svolgere un ruolo importante nella selezione degli itinerari. I risultati della valutazione d'impatto della sicurezza stradale possono essere esposti in una serie di documenti. Inoltre, i controlli sulla sicurezza stradale dovrebbero individuare attentamente gli elementi pericolosi di un progetto di infrastruttura stradale. È pertanto ragionevole sviluppare procedure da adottare in questi due settori allo scopo di rafforzare il livello di sicurezza delle infrastrutture nella rete stradale transeuropea, escludendo al contempo le gallerie stradali, che sono oggetto della direttiva 2004/54/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 29 aprile 2004, relativa ai requisiti minimi di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea ⁽⁴⁾.
- (6) Numerosi Stati membri dispongono già di un sistema di gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali ben funzionante. A tali Stati membri dovrebbe essere consentito di continuare a utilizzare i propri metodi, purché siano coerenti con gli obiettivi della presente direttiva.
- (7) La ricerca è essenziale per aumentare la sicurezza sulle strade nell'Unione europea. Lo sviluppo e la dimostrazione di componenti, misure e metodi (compresa la telematica) e la diffusione dei risultati della ricerca svolgono un ruolo importante nel migliorare la sicurezza delle infrastrutture stradali.

⁽¹⁾ GU C 168 del 20.7.2007, pag. 71.

⁽²⁾ Parere del Parlamento europeo del 19 giugno 2008 (non ancora pubblicato nella Gazzetta ufficiale) e decisione del Consiglio del 20 ottobre 2008.

⁽³⁾ GU L 228 del 9.9.1996, pag. 1.

⁽⁴⁾ GU L 167 del 30.4.2004, pag. 39.

- (8) Il livello di sicurezza delle strade esistenti dovrebbe essere rafforzato concentrando gli investimenti sui tratti che presentano la concentrazione più elevata di incidenti e/o il maggiore potenziale di riduzione degli incidenti. Gli automobilisti dovrebbero essere avvertiti dei tratti stradali ad elevata concentrazione di incidenti, in modo che possano adeguare il loro comportamento e rispettare con più attenzione il codice stradale, in particolare i limiti di velocità.
- (9) La classificazione della sicurezza della rete presenta un elevato potenziale nel periodo immediatamente successivo alla sua applicazione. Una volta affrontato il problema dei tratti stradali ad elevata concentrazione di incidenti e dopo aver adottato le opportune misure correttive, le ispezioni preventive della sicurezza dovrebbero svolgere un ruolo di maggiore rilevanza. Le ispezioni regolari sono uno strumento essenziale di prevenzione dei pericoli ai quali possono essere esposti tutti gli utenti della strada, segnatamente gli utenti vulnerabili, e anche in caso di lavori stradali.
- (10) La formazione e la certificazione del personale incaricato della sicurezza in base a programmi di formazione e a strumenti di qualificazione convalidati dagli Stati membri dovrebbero permettere di dispensare agli operatori del settore le conoscenze aggiornate di cui hanno bisogno.
- (11) Per incrementare la sicurezza sulle strade nell'Unione europea, sarebbe opportuno organizzare scambi più frequenti e coerenti di migliori prassi tra gli Stati membri.
- (12) Onde assicurare un elevato livello di sicurezza stradale sulle strade nell'Unione europea, gli Stati membri dovrebbero applicare orientamenti relativi alla gestione della sicurezza dell'infrastruttura. La notifica di tali orientamenti alla Commissione e la regolare elaborazione di relazioni d'applicazione dovrebbero condurre al miglioramento sistematico nel settore della sicurezza delle infrastrutture a livello europeo e fornire una base per evolvere progressivamente verso un sistema più efficace. Le relazioni d'applicazione dovrebbero inoltre consentire ad altri Stati membri di individuare le soluzioni più efficaci, mentre la sistematica rilevazione di dati provenienti da studi «prima/dopo» dovrebbe consentire di scegliere le misure più efficaci in previsione di un'azione futura.
- (13) Le disposizioni della presente direttiva relative agli investimenti nella sicurezza stradale dovrebbero applicarsi fatte salve le competenze degli Stati membri in materia di investimenti per la manutenzione della rete stradale.
- (14) Poiché l'obiettivo della presente direttiva, ossia la definizione di procedure atte a garantire un livello sistematicamente elevato di sicurezza stradale in tutta la rete transeuropea, non può essere realizzato in misura sufficiente dagli Stati membri e può dunque, a causa degli effetti dell'intervento, essere realizzato meglio a livello comunitario, la Comunità può intervenire in base al principio di sussidiarietà sancito dall'articolo 5 del trattato. La presente direttiva si limita a quanto è necessario per conseguire tale obiettivo in ottemperanza al principio di proporzionalità enunciato nello stesso articolo.
- (15) Le misure necessarie per l'esecuzione della presente direttiva dovrebbero essere adottate secondo la decisione 1999/468/CE del Consiglio, del 28 giugno 1999, recante modalità per l'esercizio delle competenze di esecuzione conferite alla Commissione ⁽¹⁾.
- (16) In particolare, la Commissione dovrebbe avere il potere di fissare i criteri necessari per il miglioramento delle prassi di gestione della sicurezza stradale e l'adeguamento degli allegati al progresso tecnico. Tali misure di portata generale e intese a modificare elementi non essenziali della presente direttiva, anche completandola con nuovi elementi non essenziali, devono essere adottate secondo la procedura di regolamentazione con controllo di cui all'articolo 5 bis della decisione 1999/468/CE.
- (17) La creazione di un numero sufficiente di parcheggi e di aree di sosta lungo le strade riveste enorme importanza per la sicurezza del traffico, oltre che per la prevenzione del crimine. I parcheggi e le aree di sosta consentono ai conducenti dei veicoli di concedersi per tempo una pausa di riposo e di proseguire il viaggio con piena concentrazione. La creazione di un numero sufficiente di parcheggi e di aree di sosta sicuri dovrebbe pertanto costituire parte integrante della gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali.
- (18) Conformemente al punto 34 dell'accordo interistituzionale «Legiferare meglio» ⁽²⁾, gli Stati membri sono incoraggiati a redigere e a rendere pubblici, nell'interesse proprio e della Comunità, prospetti indicanti, per quanto possibile, la concordanza tra la presente direttiva e i provvedimenti di attuazione,

HANNO ADOTTATO LA PRESENTE DIRETTIVA:

Articolo 1

Oggetto e ambito di applicazione

1. La presente direttiva richiede l'istituzione e l'attuazione di procedure relative alle valutazioni d'impatto sulla sicurezza stradale, ai controlli sulla sicurezza stradale, alla gestione della sicurezza della rete stradale ed alle ispezioni di sicurezza da parte degli Stati membri.
2. La presente direttiva si applica alle strade che fanno parte della rete stradale transeuropea, siano esse in fase di progettazione, in costruzione o già aperte al traffico.
3. Gli Stati membri possono anche applicare le disposizioni della presente direttiva, come codice di buone prassi, per le infrastrutture nazionali di trasporto stradale, non comprese nella rete stradale transeuropea, che sono state costruite con il finanziamento parziale o totale della Comunità.

⁽¹⁾ GU L 184 del 17.7.1999, pag. 23.

⁽²⁾ GU C 321 del 31.12.2003, pag. 1.

4. La presente direttiva non si applica alle gallerie stradali disciplinate dalla direttiva 2004/54/CE.

Articolo 2

Definizioni

Ai fini della presente direttiva si applicano le seguenti definizioni:

- 1) «rete stradale transeuropea»: la rete stradale descritta nell'allegato I, sezione 2, della decisione n. 1692/96/CE;
- 2) «organo competente»: qualsiasi organismo pubblico, istituito a livello nazionale, regionale o locale, che partecipa, in funzione delle proprie competenze, all'attuazione della presente direttiva, inclusi gli organismi designati come organi competenti prima dell'entrata in vigore della presente direttiva, nella misura in cui rispettino i requisiti da essa stabiliti;
- 3) «valutazione d'impatto sulla sicurezza stradale»: un'analisi comparativa strategica dell'impatto di una nuova strada o di una modifica sostanziale della rete esistente sul livello di sicurezza della rete stradale;
- 4) «controllo della sicurezza stradale»: controllo di sicurezza accurato indipendente, sistematico e tecnico delle caratteristiche di un progetto di costruzione di un'infrastruttura stradale, nelle diverse fasi dalla pianificazione al funzionamento iniziale;
- 5) «classificazione di tratti ad elevata concentrazione di incidenti»: un metodo per individuare, analizzare e classificare i tratti della rete stradale aperti al traffico da oltre tre anni e in cui è stato registrato un numero considerevole di incidenti mortali in proporzione al flusso di traffico;
- 6) «classificazione della sicurezza della rete»: un metodo per individuare, analizzare e classificare le sezioni della rete stradale esistente in funzione del loro potenziale di miglioramento della sicurezza e di risparmio dei costi connessi agli incidenti;
- 7) «ispezione di sicurezza»: la verifica ordinaria periodica delle caratteristiche e dei difetti che esigono un intervento di manutenzione per ragioni di sicurezza;
- 8) «orientamenti»: le misure, adottate dagli Stati membri, che definiscono le tappe da seguire e gli elementi da prendere in considerazione al momento dell'applicazione delle procedure di sicurezza fissate nella presente direttiva;
- 9) «progetto d'infrastruttura»: un progetto relativo alla costruzione di infrastrutture stradali nuove ovvero ad una sostanziale modifica della rete esistente che incide sul flusso del traffico.

Articolo 3

Valutazione d'impatto sulla sicurezza stradale per i progetti di infrastruttura

1. Gli Stati membri assicurano che sia effettuata una valutazione d'impatto sulla sicurezza stradale per tutti i progetti di infrastruttura.
2. La valutazione d'impatto sulla sicurezza stradale è effettuata durante la fase di pianificazione iniziale, anteriormente all'approvazione del progetto di infrastruttura. In tale ambito gli Stati membri si adoperano per rispettare i criteri stabiliti all'allegato I.
3. La valutazione d'impatto sulla sicurezza stradale espone le considerazioni in materia di sicurezza stradale che contribuiscono alla scelta della soluzione proposta. Fornisce inoltre tutte le informazioni necessarie all'analisi costi/benefici delle diverse opzioni valutate.

Articolo 4

Controlli della sicurezza stradale per i progetti di infrastruttura

1. Gli Stati membri assicurano che siano effettuati controlli della sicurezza stradale per tutti i progetti di infrastruttura.
2. Nell'effettuare controlli della sicurezza stradale gli Stati membri si adoperano per rispettare i criteri stabiliti all'allegato II.

Gli Stati membri garantiscono che sia designato un controllore per effettuare il controllo delle caratteristiche di ideazione di un progetto di infrastruttura.

Il controllore è designato a norma dell'articolo 9, paragrafo 4, e deve possedere le qualifiche e le competenze necessarie previste all'articolo 9. Allorché l'esecuzione dei controlli è affidata ad una squadra, almeno un membro della medesima è titolare di un certificato di idoneità professionale di cui all'articolo 9, paragrafo 3.

3. I controlli della sicurezza stradale costituiscono parte integrante del processo di ideazione del progetto di infrastruttura nelle fasi degli studi preliminari, della progettazione particolareggiata, nella fase di ultimazione e nella prima fase di funzionamento.
4. Gli Stati membri garantiscono che il controllore definisca, in una relazione di controllo per ciascuna fase del progetto di infrastruttura, gli aspetti della progettazione che possono rivelarsi critici per la sicurezza. Se gli aspetti pericolosi sono messi in evidenza nel corso del controllo, ma la progettazione non è rettificata prima della conclusione della fase di cui trattasi, in base alle indicazioni dell'allegato II, l'organo competente è tenuto a giustificare tale scelta in un allegato alla relazione.
5. Gli Stati membri garantiscono che la relazione di cui al paragrafo 4 si traduca in raccomandazioni rilevanti da un punto di vista della sicurezza.

Articolo 5

Classificazione e gestione della sicurezza della rete stradale aperta al traffico

1. Gli Stati membri assicurano che la classificazione dei tratti ad elevata concentrazione di incidenti e la classificazione della sicurezza della rete aperta al traffico siano fondate su un esame del funzionamento della rete stradale con cadenza almeno triennale. In tale ambito, gli Stati membri si adoperano per rispettare i criteri stabiliti all'allegato III.

2. Gli Stati membri garantiscono che i tratti stradali di maggiore priorità in virtù dei risultati della classificazione dei tratti ad elevata concentrazione di incidenti e della classificazione della sicurezza della rete siano valutati da gruppi di esperti mediante visite in loco in base agli elementi di cui al punto 3 dell'allegato III. Almeno un membro del gruppo di esperti deve soddisfare i criteri di cui all'articolo 9, paragrafo 4, lettera a).

3. Gli Stati membri assicurano che le misure correttive siano mirate ai tratti stradali di cui al paragrafo 2. La priorità è conferita alle misure di cui al punto 3, lettera e), dell'allegato III, privilegiando quelle che presentano il miglior rapporto costi/benefici.

4. Gli Stati membri predispongono un'adeguata segnaletica per richiamare l'attenzione degli utenti della strada sui tratti dell'infrastruttura stradale in riparazione che possono mettere a repentaglio la sicurezza degli utenti. Tale segnaletica, che comprende anche segnalazioni visibili sia di giorno sia di notte e collocate a una distanza di sicurezza, è conforme alle disposizioni della convenzione di Vienna sulla segnaletica stradale del 1968.

5. Gli Stati membri garantiscono che gli utenti della strada siano informati, con mezzi adeguati, della presenza di un tratto stradale ad elevata concentrazione di incidenti. Qualora uno Stato membro decida di ricorrere alla segnaletica, quest'ultima è conforme alle disposizioni della convenzione di Vienna sulla segnaletica stradale del 1968.

Articolo 6

Ispezioni di sicurezza

1. Gli Stati membri adottano le misure necessarie affinché le strade aperte al traffico siano soggette a ispezioni di sicurezza al fine di individuare le caratteristiche connesse alla sicurezza stradale e di prevenire gli incidenti.

2. Le ispezioni di sicurezza comprendono ispezioni periodiche della rete stradale ed accertamenti circa i possibili effetti dei lavori in corso sulla sicurezza del flusso di traffico.

3. Gli Stati membri adottano le misure necessarie affinché le ispezioni periodiche siano realizzate dall'organo competente. La frequenza di tali ispezioni deve essere sufficiente a garantire

livelli adeguati di sicurezza per l'infrastruttura stradale in questione.

4. Fatti salvi gli orientamenti adottati ai sensi dell'articolo 8, gli Stati membri adottano orientamenti relativi alle misure di sicurezza temporanee applicabili ai lavori stradali. Provvedono altresì all'attuazione di un programma d'ispezione appropriato per assicurare la corretta applicazione di tali orientamenti.

Articolo 7

Gestione dei dati

1. Gli Stati membri adottano le misure necessarie affinché l'organo competente rediga una relazione d'incidente per ciascun incidente mortale verificatosi su una strada di cui all'articolo 1, paragrafo 2. Gli Stati membri si adoperano per includere in tale relazione tutti gli elementi d'informazione elencati nell'allegato IV.

2. Gli Stati membri calcolano il costo sociale medio di un incidente mortale ed il costo sociale medio di un incidente grave verificatosi sul loro territorio. Gli Stati membri possono optare per una differenziazione più marcata dei tassi di costo, che devono essere aggiornati perlomeno ogni cinque anni.

Articolo 8

Adozione e comunicazione di orientamenti

1. Gli Stati membri garantiscono che entro il 19 dicembre 2011 siano adottati orientamenti, qualora non esistano già, al fine di coadiuvare gli organi competenti nell'applicazione della presente direttiva.

2. Gli Stati membri notificano alla Commissione tali orientamenti entro tre mesi dalla loro adozione o modifica.

3. La Commissione li rende disponibili su un sito web pubblico.

Articolo 9

Designazione e formazione dei controllori

1. Gli Stati membri garantiscono che entro il 19 dicembre 2011 siano adottati programmi di formazione per i controllori della sicurezza stradale, qualora non esistano già.

2. Gli Stati membri garantiscono che i controllori della sicurezza che svolgono le mansioni stabilite dalla presente direttiva seguano una formazione iniziale sancita da un certificato di idoneità professionale e partecipino a ulteriori periodici corsi di formazione.

3. Gli Stati membri garantiscono che i controllori della sicurezza stradale siano titolari di un certificato di idoneità professionale. I certificati rilasciati prima dell'entrata in vigore della presente direttiva sono riconosciuti.

4. Gli Stati membri garantiscono che i controllori siano designati in base ai seguenti criteri:

- a) i controllori devono possedere pertinenti esperienze o formazione nei settori della progettazione stradale, dell'ingegneria della sicurezza stradale e dell'analisi degli incidenti;
- b) due anni dopo l'adozione degli orientamenti da parte degli Stati membri in applicazione dell'articolo 8, i controlli della sicurezza stradale sono realizzati esclusivamente da controllori o squadre di controllori che soddisfino i requisiti di cui ai paragrafi 2 e 3;
- c) ai fini del controllo del progetto di infrastruttura, durante il periodo di realizzazione del controllo il controllore non partecipa né alla progettazione né al funzionamento del progetto di infrastruttura interessato.

Articolo 10

Scambio delle migliori prassi

Per migliorare la sicurezza delle strade nell'Unione europea che non fanno parte della rete stradale transeuropea, la Commissione instaura un sistema coerente di scambio delle migliori prassi tra gli Stati membri che riguarda, fra l'altro, i progetti esistenti in materia di sicurezza dell'infrastruttura stradale e le tecnologie comprovate relative alla sicurezza stradale.

Articolo 11

Continuo miglioramento delle prassi di gestione della sicurezza

1. La Commissione facilita e struttura lo scambio di conoscenze e migliori prassi tra gli Stati membri, facendo uso delle esperienze raccolte nelle competenti sedi internazionali, in modo da rendere possibile il continuo miglioramento delle prassi di gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali nell'Unione europea.
2. La Commissione è assistita dal comitato di cui all'articolo 13. Nella misura in cui si renda necessaria l'adozione di misure specifiche, tali misure sono adottate secondo la procedura di regolamentazione con controllo di cui all'articolo 13, paragrafo 3.
3. Se del caso, le organizzazioni non governative specializzate operanti nel campo della sicurezza e della gestione delle infrastrutture stradali possono essere consultate su aspetti relativi alla sicurezza tecnica.

Articolo 12

Adeguamento al progresso tecnico

Gli allegati della presente direttiva sono adeguati secondo la procedura di regolamentazione con controllo di cui all'articolo 13, paragrafo 3, per tenere conto del progresso tecnico.

Articolo 13

Comitologia

1. La Commissione è assistita da un comitato.
2. Nei casi in cui è fatto riferimento al presente paragrafo, si applicano gli articoli 5 e 7 della decisione 1999/468/CE, tenendo conto delle disposizioni dell'articolo 8 della stessa.

Il periodo di cui all'articolo 5, paragrafo 6, della decisione 1999/468/CE è fissato a tre mesi.

3. Nei casi in cui è fatto riferimento al presente paragrafo, si applicano l'articolo 5 bis, paragrafi da 1 a 4, e l'articolo 7 della decisione 1999/468/CE, tenendo conto delle disposizioni dell'articolo 8 della stessa.

Articolo 14

Attuazione

1. Gli Stati membri mettono in vigore le disposizioni legislative, regolamentari e amministrative necessarie per conformarsi alla presente direttiva entro il 19 dicembre 2010. Essi comunicano immediatamente alla Commissione il testo di tali disposizioni.
2. Gli Stati membri comunicano alla Commissione il testo delle disposizioni essenziali di diritto interno che adottano nel settore disciplinato dalla presente direttiva.

Articolo 15

Entrata in vigore

La presente direttiva entra in vigore il ventesimo giorno successivo alla pubblicazione nella *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea*.

Articolo 16

Destinatari

Gli Stati membri sono destinatari della presente direttiva.

Fatto a Strasburgo, addì 19 novembre 2008.

Per il Parlamento europeo

Il presidente

H.-G. PÖTTERING

Per il Consiglio

Il presidente

J.-P. JOUYET

ALLEGATO I

VALUTAZIONE D'IMPATTO SULLA SICUREZZA STRADALE PER I PROGETTI DI INFRASTRUTTURA

1. Componenti di una valutazione d'impatto sulla sicurezza stradale:
 - a) definizione del problema;
 - b) situazione attuale ed opzione dello status quo;
 - c) obiettivi di sicurezza stradale;
 - d) analisi dell'impatto sulla sicurezza stradale delle opzioni proposte;
 - e) confronto delle opzioni, fra cui l'analisi del rapporto costi/benefici;
 - f) presentazione della gamma di possibili soluzioni.
 2. Elementi da prendere in considerazione:
 - a) numero delle vittime e degli incidenti, obiettivi di riduzione paragonati all'opzione dello status quo;
 - b) scelta di itinerari e strutture di traffico;
 - c) possibili conseguenze sulle vie di comunicazione esistenti (ad esempio uscite, incroci, intersezioni, svincoli, passaggi a livello);
 - d) utenti della strada, compresi gli utenti vulnerabili (ad esempio pedoni, ciclisti motociclisti);
 - e) traffico (ad esempio volume di traffico, categorizzazione del traffico per tipo);
 - f) condizioni stagionali e climatiche;
 - g) presenza di un numero sufficiente di parcheggi sicuri;
 - h) attività sismica.
-

ALLEGATO II

CONTROLLI DELLA SICUREZZA STRADALE PER I PROGETTI DI INFRASTRUTTURA

1. Criteri applicabili nella fase della progettazione preliminare:
 - a) situazione geografica (ad esempio, pericolo di smottamenti, inondazioni, valanghe), condizioni climatiche e stagionali e attività sismica;
 - b) tipi di incroci/svincoli e distanze fra loro;
 - c) numero e tipo di corsie;
 - d) tipi di traffico autorizzati sulla nuova strada;
 - e) funzionalità della strada all'interno della rete;
 - f) condizioni meteorologiche;
 - g) velocità della circolazione;
 - h) sezioni trasversali (ad esempio, larghezza della carreggiata, piste ciclabili, sentieri pedonali);
 - i) allineamenti orizzontali e verticali;
 - j) visibilità;
 - k) disposizione di incroci e svincoli;
 - l) trasporto pubblico e infrastrutture;
 - m) passaggi a livello.
 2. Criteri applicabili nella fase della progettazione particolareggiata:
 - a) tracciato;
 - b) armonizzazione della segnaletica verticale e segnaletica orizzontale;
 - c) illuminazione di strade e incroci stradali;
 - d) apparecchiature lungo le strade;
 - e) ambiente ai margini della strada inclusa la vegetazione;
 - f) ostacoli fissi ai margini della strada;
 - g) creazione di parcheggi sicuri;
 - h) utenti vulnerabili (ad esempio, pedoni, ciclisti, motociclisti);
 - i) adattamento ergonomico di sistemi stradali di contenimento (mezzerie stradali e guardrail di sicurezza per evitare pericoli agli utenti vulnerabili).
 3. Criteri applicabili nella fase di ultimazione:
 - a) sicurezza degli utenti della strada e visibilità in varie circostanze, quali oscurità e condizioni meteorologiche prevedibili;
 - b) leggibilità della segnaletica verticale e della segnaletica orizzontale;
 - c) condizioni del fondo stradale.
 4. Criteri applicabili nella prima fase di funzionamento: valutazione della sicurezza stradale alla luce dell'effettivo comportamento degli utenti.

La realizzazione di un controllo in qualsiasi fase può comportare la necessità di riesaminare i criteri applicabili a fasi precedenti.
-

ALLEGATO III

CLASSIFICAZIONE DEI TRATTI STRADALI AD ELEVATA CONCENTRAZIONE DI INCIDENTI E CLASSIFICAZIONE DELLA SICUREZZA DELLA RETE**1. Criteri per l'individuazione dei tratti stradali ad elevata concentrazione di incidenti**

L'individuazione dei tratti stradali ad elevata concentrazione di incidenti tiene conto perlomeno del numero di incidenti mortali nel corso degli anni precedenti per unità di distanza in rapporto al volume di traffico e, nel caso di incroci e svincoli, per punto di intersezione.

2. Criteri per l'individuazione dei tratti stradali da esaminare nell'ambito della classificazione della sicurezza della rete

L'individuazione di tratti stradali da esaminare nell'ambito della classificazione della sicurezza della rete tiene conto dei potenziali risparmi in termini di costi degli incidenti. I tratti stradali sono classificati in categorie. Per ogni categoria stradale, i tratti stradali sono esaminati e classificati sulla base di fattori collegati alla sicurezza, come la concentrazione degli incidenti, il volume di traffico e la tipologia dello stesso.

Per ogni categoria stradale, la classificazione della sicurezza della rete si traduce in un elenco prioritario dei tratti stradali in cui un miglioramento dell'infrastruttura dovrebbe rivelarsi molto efficace.

3. Elementi di valutazione per le visite in loco dei gruppi di esperti:

- a) una descrizione del tratto stradale;
- b) il riferimento ad eventuali relazioni anteriori sullo stesso tratto stradale;
- c) l'esame delle eventuali relazioni di incidente;
- d) il numero di incidenti, decessi e feriti gravi nel corso dei tre anni precedenti;
- e) un pacchetto di potenziali misure correttive da mettere in atto entro varie scadenze che preveda ad esempio:
 - eliminazione degli ostacoli fissi al margine della strada o applicazione di dispositivi di protezione dei medesimi,
 - riduzione dei limiti di velocità e aumento del controllo della velocità a livello locale,
 - miglioramento della visibilità in diverse condizioni meteorologiche e di luminosità,
 - miglioramento delle condizioni di sicurezza delle attrezzature al margine della strada quali i sistemi di ritenuta stradale,
 - miglioramento della coerenza, della visibilità, della leggibilità e della collocazione della segnaletica orizzontale (inclusa l'applicazione di rallentatori sonori) e della segnaletica verticale,
 - protezione contro la caduta di sassi, smottamenti del terreno e valanghe,
 - miglioramento dell'aderenza/ruvidità del fondo stradale,
 - nuova concezione dei sistemi di ritenuta stradale,
 - inserimento e miglioramento delle barriere protettive al centro strada,
 - modifica degli schemi di sorpasso,
 - miglioramento di incroci/svincoli/passaggi a livello,
 - modifica dell'allineamento,
 - modifica della larghezza stradale, aggiunta di una corsia d'emergenza,
 - installazione di un dispositivo di gestione e di controllo del traffico,
 - riduzione dei potenziali conflitti con gli utenti della strada più vulnerabili,
 - adeguamento della strada agli standard odierni,
 - miglioramento o sostituzione del manto stradale,
 - utilizzo di segnali stradali intelligenti,
 - miglioramento dei sistemi di trasporto intelligenti e dei servizi telematici ai fini dell'interoperabilità, dell'emergenza e della segnaletica.

ALLEGATO IV

INFORMAZIONI CHE DEVONO FIGURARE NELLE RELAZIONI DI INCIDENTI

Le relazioni di incidenti devono contenere i seguenti elementi:

- 1) localizzazione quanto più esatta possibile dell'incidente;
 - 2) immagini e/o diagrammi del luogo dell'incidente;
 - 3) data e ora dell'incidente;
 - 4) informazioni relative alla strada, quali la natura della zona, il tipo di strada, il tipo di incrocio o di svincolo ma anche la segnaletica verticale, il numero di corsie, la segnaletica orizzontale, il rivestimento stradale, l'illuminazione e le condizioni meteorologiche, i limiti di velocità, gli ostacoli al margine della strada;
 - 5) gravità dell'incidente, incluso il numero delle persone decedute e ferite, eventualmente secondo criteri comuni da definire secondo la procedura di regolamentazione con controllo di cui all'articolo 13, paragrafo 3;
 - 6) caratteristiche delle persone interessate quali età, sesso, nazionalità, tasso di alcoemia, utilizzo o meno dei dispositivi di sicurezza;
 - 7) dati relativi ai veicoli coinvolti (tipo, età, paese, eventuali dispositivi di sicurezza, data dell'ultima revisione periodica in conformità della legislazione applicabile);
 - 8) dati relativi all'incidente quali tipo di incidente, tipo di collisione, manovre del veicolo e del conducente;
 - 9) se del caso, informazioni relative al periodo di tempo intercorso tra l'incidente e la sua registrazione ovvero l'arrivo del servizio di soccorso.
-