



MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI
ISPETTORATO GENERALE PER LA CIRCOLAZIONE E LA
SICUREZZA STRADALE



STUDIO PER LA REDAZIONE DI LINEE GUIDA PER LA
REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA DI CONTROLLO PREVENTIVO
DELLA SICUREZZA STRADALE

ANNESSE 2

**LINEE GUIDA PER LE ANALISI DI SICUREZZA DELLE
STRADE**

**APPENDICE A
LISTE DI CONTROLLO**

UNIVERSITA' DI: NAPOLI "FEDERICO II", FIRENZE, PALERMO
ROMA, 25 GENNAIO 2001



INDICE

A.1 IL CONTROLLO DEI PROGETTI	4
A.1.1 <i>Aspetti generali</i>	5
A.1.2 <i>Geometria</i>	7
A.1.3 <i>Intersezioni a raso</i>	8
A.1.4 <i>Intersezioni a livelli sfalsati</i>	10
A.1.5 <i>Segnaletica e illuminazione</i>	10
A.1.6 <i>Margini</i>	12
A.1.7 <i>Pavimentazione</i>	15
A.1.8 <i>Utenze deboli</i>	15
A.1.9 <i>Parcheggi e sosta</i>	16
A.1.10 <i>Interventi di moderazione del traffico</i>	16
Dossi artificiali	32
Mini-rotatorie	32
Restringimenti di corsia e deviazioni orizzontali.....	33
Intersezioni rialzate.....	33
A.2 IL CONTROLLO DELLE STRADE ESISTENTI.....	18
A.2.1 <i>Aspetti generali</i>	18
Traffico.....	18
Piazzole di sosta	18
Condizioni ambientali.....	18
Paesaggio circostante.....	19
Abbagliamento notturno	19
Servizi e dispositivi di sicurezza.....	19
Accessi	19
Sviluppi adiacenti	20
A.2.2 <i>Geometria</i>	20
Tracciato.....	20
Visibilità	20
Sezione trasversale	21
Drenaggi e scarpate	21
A.2.3 <i>Intersezioni</i>	21
Ubicazione.....	21
Visibilità	21
Leggibilità/facilità di comprensione	22
Corsie specializzate	22
Manovre.....	22
A.2.4 <i>Segnaletica e illuminazione</i>	23
Segnaletica orizzontale	23
Segnaletica verticale	23
Limiti di velocità	24
Delineazione.....	25
Semafori	25
Illuminazione.....	26
A.2.5 <i>Margini</i>	26
Ostacoli non protetti	26

Adeguatezza delle classi di barriera.....	27
Transizioni tra i differenti tipi di barriera e terminali	27
Condizioni di installazione delle barriere	27
Interazione tra barriere di sicurezza e altri oggetti.....	28
Manutenzione	28
<i>A.2.6 Pavimentazione</i>	<i>28</i>
Tessitura	28
Aderenza.....	29
Velo idrico.....	29
Stato della pavimentazione.....	29
<i>A.2.7 Utenze deboli.....</i>	<i>30</i>
Attraversamenti pedonali.....	30
Percorsi pedonali	30
Ciclisti	31
Motociclisti.....	31
<i>A.2.8 Parcheggi e sosta</i>	<i>31</i>
Parcheggi.....	31
Aree di sosta.....	32
<i>A.2.9 Interventi di moderazione del traffico</i>	<i>32</i>
A.3 PROSPETTO DI SINTESI DELLE LISTE DI CONTROLLO	
<i>A.3.1 Liste di controllo del progetto preliminare</i>	
<i>A.3.2 Liste di controllo del progetto definitivo</i>	
<i>A.3.3 Liste di controllo del progetto esecutivo</i>	
<i>A.3.4 Liste di controllo per la fase di pre-apertura al traffico</i>	
<i>A.3.5 Liste di controllo delle strade esistenti</i>	

Sommario

- A.1 IL CONTROLLO DEI PROGETTI
 - A.1.1 *Aspetti generali*
 - A.1.2 *Geometria*
 - A.1.3 *Intersezioni a raso*
 - A.1.4 *Intersezioni a livelli sfalsati*
 - A.1.5 *Segnaletica ed illuminazione*
 - A.1.6 *Margini*
 - A.1.7 *Pavimentazione*
 - A.1.8 *Utenze deboli*
 - A.1.9 *Parcheggi e sosta*
 - A.1.10 *Interventi di moderazione del traffico*
 - A.2 IL CONTROLLO DELLE STRADE ESISTENTI
 - A.2.1 *Aspetti generali*
 - A.2.2 *Geometria*
 - A.2.3 *Intersezioni a raso*
 - A.2.4 *Segnaletica ed illuminazione*
 - A.2.5 *Margini*
 - A.2.6 *Pavimentazione*
 - A.2.7 *Utenze deboli*
 - A.2.8 *Parcheggi e sosta*
 - A.2.9 *Interventi di moderazione del traffico*
 - A.3 PROSPETTO DI SINTESI DELLE LISTE DI CONTROLLO
 - A.3.1 *Liste di controllo del progetto preliminare*
 - A.3.2 *Liste di controllo del progetto definitivo*
 - A.3.3 *Liste di controllo del progetto esecutivo*
 - A.3.4 *Liste di controllo per la fase di pre-apertura al traffico*
 - A.3.5 *Liste di controllo delle strade esistenti*
-

A.1 IL CONTROLLO DEI PROGETTI

Al fine di valutare la congruenza agli obiettivi di sicurezza, lo strumento delle liste di controllo rappresenta un valido ausilio per individuare e riconoscere gli eventuali problemi che insorgono ai diversi livelli di progettazione.



Tali liste non sono esaustive, non potendosi sostituire all'esperienza e alla competenza necessarie per affrontare ed effettuare un verifica; tuttavia, esse rappresentano il punto di partenza per sviluppare il giudizio globale sul progetto e formulare, così, le eventuali raccomandazioni per le situazioni di rischio potenziale rilevate.

Le liste di controllo sono predisposte in relazione ad ogni stadio (progetto preliminare, definitivo, esecutivo e pre-apertura al traffico) in cui si articola l'analisi da effettuare e sono strutturate in forma di questionario tecnico con un diverso grado di approfondimento in relazione alla fase progettuale presa in esame.

La lista di controllo relativa ad una specifica fase di verifica è articolata in più liste particolari, ciascuna delle quali affronta un tema diverso; a sua volta, per ogni tema sono elencati alcuni elementi da analizzare.

I temi considerati nelle liste di controllo riguardano:

1. aspetti generali;
2. geometria;
3. intersezioni a raso;
4. intersezioni a livelli sfalsati;
5. segnaletica e illuminazione;
6. margini;
7. pavimentazioni;
8. utenze deboli;
9. parcheggi e sosta;
10. interventi di moderazione del traffico.

A.1.1 ASPETTI GENERALI

Le caratteristiche generali del progetto e l'esame del contesto in cui si inserisce riguardano la rete esistente, le caratteristiche topografiche dell'ambiente attraversato, le caratteristiche funzionali del tracciato, il traffico.

In primo luogo, occorre valutare attentamente che la funzione assegnata alla nuova infrastruttura sia ben delineata all'interno della rete esistente e che la classe di strada prescelta sia coerente con tale funzione. Questo per evitare di avere infrastrutture che mal si adattano alle modalità di spostamento richieste dagli utenti ovvero alle loro aspettative, inducendo un uso delle stesse al di fuori dei parametri previsti in progetto.

La realizzazione di una nuova infrastruttura comporta sempre degli effetti di

ridistribuzione del traffico sulla rete esistente e, talvolta, può comportare anche un cambiamento della funzione delle strade della rete stessa e quindi del modo in cui le stesse vengono utilizzate. Ne consegue la necessità di verificare se i prevedibili cambiamenti sulle strade adiacenti sono di entità tale da farne scadere il livello di sicurezza.

Particolare attenzione meritano le zone di raccordo della nuova infrastruttura con le rete esistente, che possono rappresentare dei punti critici per quanto riguarda la sicurezza di esercizio; esse, nei casi in cui non sono ben progettate, possono divenire aree ad alta concentrazione di incidenti.

Il volume e la composizione del traffico previsto per la nuova infrastruttura sono elementi importanti ai fini della definizione degli elementi generali del progetto di una strada quale, in particolare, la geometria della sezione trasversale, così come prevista nella normativa vigente, per le diverse categorie di strade.

Non considerare la componente traffico può determinare una insufficienza delle caratteristiche geometriche della sezione che di conseguenza non si dimostra adatta a smaltire i volumi o il tipo di traffico previsti.

Dall'analisi della composizione del traffico può talvolta scaturire la necessità di studiare dei provvedimenti particolari per alcune categorie di utenti, in relazione alla loro entità nel volume complessivo di traffico o alla loro particolare vulnerabilità nell'ambiente stradale.

Per quanto riguarda le intersezioni, occorre valutare non soltanto il numero delle intersezioni, ma soprattutto il loro distanziamento reciproco, poiché tali zone rappresentano punti di discontinuità all'interno del tracciato.

La presenza ricorrente di intersezioni (elevata frequenza delle medesime) può comportare perturbazioni nel regime di circolazione delle correnti.

In ambito extraurbano è importante ai fini della sicurezza il controllo delle condizioni meteorologiche che si presentano con una certa frequenza e che possono avere un'influenza significativa sulla sicurezza degli utenti. In particolare è bene controllare la presenza di nebbia nella zona e valutare l'intensità del fenomeno per prendere in considerazione l'adozione di provvedimenti quali segnalazioni luminose, strisce di margine rumorose o altro.

Si deve inoltre controllare anche la presenza di altri fattori potenzialmente pericolosi per gli utenti quali il vento forte, soprattutto sui viadotti e all'uscita dalle gallerie, la presenza di neve o ghiaccio nella stagione invernale, la possibilità di allagamento o di elevata scivolosità della strada in caso di piogge abbondanti.

Per assicurare la continuità nel tempo della visione dell'ambiente stradale da parte degli utenti ed evitare che la visibilità possa essere compromessa da elementi estranei

all'ambiente stradale stesso è necessario analizzare ciò che si trova ai margini del solido stradale, in particolare per quel che riguarda la presenza della vegetazione e la sua evoluzione nel tempo.

Aspetti che richiedono esplicita valutazione sono la localizzazione (accessi in curva, in prossimità delle intersezioni o in altri punti critici del tracciato possono creare situazioni di notevole pericolosità), il tipo e il numero in relazione alle velocità operative (su strade con elevate velocità operative è opportuno che gli accessi siano raggruppati), la visibilità, il distanziamento sullo stesso lato della strada (accessi troppo vicine creano interferenze tra i flussi veicolari) e lo sfalsamento sui lati opposti della strada.

Altri aspetti generali da considerare sono, infine, la presenza di aree di sosta e piazzole, dei dispositivi di sicurezza (S.O.S, antincendio etc.), il fenomeno dell'abbagliamento notturno, ecc..

Riferimenti bibliografici e normativi:

1. C.N.R. n.13465 del 11/09/95, "Criteri per la classificazione della rete delle strade esistenti ai sensi dell'art.13, comma 4 e 5 del Nuovo Codice della Strada", Rapporto 13/03/98
2. "Highway Capacity Manual", T.R.B., 1994
3. "Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade", C.N.R. n.31, 1973.
4. "Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle intersezioni stradali urbane", C.N.R. n.90, 1983.
5. "Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane", C.N.R. n.78, 1980
6. C.N.R. n.13465 del 11/09/95, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", Rapporto 5/5/00.
7. "Nuovo Codice della Strada", Decreto legislativo n.285 del 30/04/92.

A.1.2 GEOMETRIA

Il controllo della geometria non dovrà essere limitato alla verifica del rispetto degli standard normativi, ma dovrà valutare che la geometria del tracciato sia compatibile con le esigenze di sicurezza.

Innanzitutto, è necessario considerare attentamente la sequenza delle diverse velocità di progetto caratterizzanti i differenti tronchi omogenei, valutandone la coerenza con l'intervallo prescritto dalle Norme in relazione alla classe di strada, ed in particolare se i gradienti di velocità risultano sostenibili per una marcia sicura.

Per quanto concerne invece la velocità di progetto degli elementi di approccio a punti particolari del tracciato (corsie di immissione e diversione, accessi, ecc..) occorre che queste risultino compatibili con le più probabili condizioni operative ivi sussistenti.

Occorre constatare che attraverso la composizione della successione plano-altimetrica siano state assicurate, non soltanto le condizioni di visibilità e di buon coordinamento, ma che il tracciato presenti idonei requisiti di leggibilità e di coerenza.

Analisi specifiche meritano le condizioni di visibilità in corrispondenza di situazioni particolari del tracciato (intersezioni, deviazioni, accessi) per le quali dovrà verificarsi la possibilità di una adeguata anticipazione da parte dell'utente per ogni tipo di manovra derivante dalla composizione degli elementi orizzontali e verticali.

In relazione alla composizione del traffico specie per quel che riguarda i veicoli lenti, è bene controllare, inoltre, che i valori di lunghezza e di pendenza delle livellette, anche se inferiori ai massimi consentiti, siano compatibili con un regolare e soddisfacente deflusso del traffico veicolare.

Riguardo, infine, la sezione trasversale di progetto, è auspicabile che essa si mantenga di dimensione e composizione costante lungo l'intero tracciato, soppesando attentamente quelle soluzioni progettuali che prevedono variazioni rispetto allo standard.

Riferimenti bibliografici e normativi:

1. "Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle strade urbane", C.N.R. n.60, 1978.
2. "Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane", C.N.R. n.78, 1980.
3. C.N.R. n.13465 del 11/09/95, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", Rapporto 5/5/00.
4. "Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade", C.N.R. n.31, 1973.
5. "Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle intersezioni stradali urbane", C.N.R. n.90, 1983.
6. "Highway Capacity Manual", T.R.B., 1994.
7. Lamm-Psarianos-Mailaender, "Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook", McGraw-Hill, 1999.

A.1.3 INTERSEZIONI A RASO

Secondo la scansione suggerita dal diverso grado di dettaglio e dal contenuto di informazione tecnica di ogni fase progettuale, si ritiene necessario analizzare alcuni specifici aspetti delle intersezioni a raso.

In primo luogo il loro numero, il reciproco distanziamento, la frequenza e la tipologia prescelta per individuare sia eventuali scompensi nel processo di circolazione lungo il tracciato e le strade intersecate, sia per accertare l'idoneità dello schema funzionale dell'intersezione ai requisiti di sicurezza tanto più cogenti quanto più ingenti sono i flussi veicolari coinvolti (momento di traffico).

Occorre, poi, esaminare la geometria che include l'andamento plano-altimetrico, le sezioni correnti dei tronchi afferenti e la configurazione della canalizzazione e cioè l'organizzazione dello spazio disponibile in canali di scorrimento e isole di traffico.

In relazione a quest'ultimo aspetto si deve valutare la congruenza delle corsie ausiliarie, specializzate e riservate, le loro dimensioni (larghezza e lunghezza) e il loro numero, tenendo debitamente conto della presenza del traffico pesante e dell'incidenza dell'ingombro dinamico di tale componente veicolare sulla sicurezza delle manovre di svolta e attraversamento.

Si deve stabilire, ancora se i diversi tipi di isola (a goccia, direzionale, divisionale, di rifugio) possono assolvere i rispettivi compiti in base alla loro conformazione e posizione, senza indurre a condotte di guida erranee e pericolose. Da controllare i tipi degli eventuali cordoli (sormontabili o insormontabili) che in alcuni casi delimitano le isole, principalmente quelle di rifugio, in funzione delle caratteristiche del traffico, delle plausibili velocità di percorrenza e dell'ambito di pertinenza (urbano o extraurbano).

Congiuntamente si proceda alla verifica delle distanze di visibilità per i conducenti che si accingono a transitare nell'intersezione provenienti dalle diverse direzioni, in funzione delle più probabili velocità di approccio.

Un'ulteriore verifica deve essere condotta sulla sistemazione della segnaletica dell'intersezione e, in particolare, sulla visibilità dei segnali, tanto orizzontali quanto verticali, e degli eventuali semafori; si deve valutare, inoltre, se tali elementi insieme ai sostegni dell'impianto di illuminazione, a eventuali parcheggi e fermate di mezzi pubblici adiacenti all'intersezione, frappongono ostacolo alla visibilità degli utenti.

Rientrano fra gli elementi da controllare anche alcuni aspetti più particolari relativi alle diverse categorie di intersezioni:

- le intersezioni regolate a precedenza (segnaletica, isole divisionali, etc.);
- le intersezioni semaforizzate (segnaletica, isole divisionali, installazione dei pali semaforici, etc.);
- i passaggi a livello (segnaletica, protezione);
- le rotonde (segnaletica, isole divisionali, angoli di deflessione, sezione trasversale dell'anello, arredo, etc.).

Riferimenti bibliografici e normativi:

1. "Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade", C.N.R. n.31, 1973.
2. "Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle intersezioni stradali urbane", C.N.R. n.90, 1983.
3. C.N.R. n.13465 del 11/09/95, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle

strade", Rapporto 5/5/00.

4. "Highway Capacity Manual", T.R.B., 1994.
5. "Intersezioni stradali", G. Da Rios, Clup, 1991.
6. "A safety auditors view of new roundabout design", Warwickshire County Council, 1995.
7. "Review of safety audits of roundabouts", Transit New Zealand, 1998.

A.1.4 INTERSEZIONI A LIVELLI SFALSATI

Per quanto riguarda la composizione dell'asse e della sezione stradale degli svincoli e delle rampe sono in vigore le "Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade", C.N.R. n. 31, 1973 per gli svincoli in ambito extraurbano e le "Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle intersezioni stradali urbane", C.N.R. n. 90, 1983 per gli svincoli in ambito urbano.

Qualora il progetto andasse totalmente o parzialmente in deroga alle indicazioni dei predetti documenti, si richiederà un'analisi ancor più approfondita delle condizioni di fruizione delle intersezioni e soprattutto del suo livello di sicurezza.

Elementi fondamentali sui quali concentrare l'attenzione sono le corsie di accelerazione e decelerazione e la configurazione delle rampe.

Altri elementi da verificare riguardano la corretta ubicazione degli svincoli dal punto di vista topografico, la configurazione plano-altimetrica del tracciato ed il tipo di sezione.

Assicurare una buona visibilità e leggibilità in tutte le direzioni di interesse nella zona dello svincolo è, poi, una delle forme di sicurezza preventiva più efficaci per la riduzione dell'incidentalità. La visibilità deve essere assicurata per tutte le categorie di utenti che percorrono i diversi rami dello svincolo. E' altresì necessario assicurare una buona visibilità (diurna e notturna) delle code che eventualmente possono formarsi nelle corsie di immissione e di uscita.

Riferimenti bibliografici e normativi:

1. "Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade", C.N.R. n.31, 1973.
2. "Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle intersezioni stradali urbane", C.N.R. n.90, 1983.
3. C.N.R. n.13465 del 11/09/95, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", Rapporto 5/5/00.
4. "Highway Capacity Manual", T.R.B., 1994.
5. "Intersezioni stradali", G. Da Rios, Clup, 1991.

A.1.5 SEGNALETICA E ILLUMINAZIONE

Il controllo della segnaletica stradale verticale consiste essenzialmente nella

verifica di due aspetti: la funzionalità dei segnali e la loro configurazione strutturale.

Per quanto concerne il primo aspetto è necessario distinguere ulteriormente tra conformità della segnaletica alle esigenze di leggibilità, visibilità e comprensione da parte dell'utente stradale, e la sua coerenza in relazione alla corretta ubicazione e dislocazione lungo il tracciato dei segnali.

La visibilità dei segnali deve essere assicurata in ogni condizione operativa verificando la qualità delle loro caratteristiche foto-ottiche in base al loro rivestimento riflettente.

Il corretto posizionamento della segnaletica stradale deve poi garantire che elementi di essa non riducano o impediscano la visibilità della strada (eventuale impiego di segnaletica sospesa).

Si deve stabilire, altresì, se la segnaletica di progetto, o quella già realizzata, sia strettamente necessaria, carente ovvero sovrabbondante, eseguendo una valutazione della coerenza delle informazioni fornite dalla successione dei segnali.

Riguardo il secondo aspetto, la struttura fuori terra di ogni segnale non deve rivelarsi essa stessa fonte di rischio, in quanto ostacolo fisico ai margini della carreggiata.

Il controllo della segnaletica orizzontale, oltre che sulla regolarità delle dimensioni, si deve essenzialmente incentrare sulla ubicazione, sulla corrispondenza al sistema di deflusso veicolare previsto (soprattutto nelle aree con probabilità cospicua di conflitto tra correnti) e sulla coerenza della rappresentazione e del relativo significato con le manovre veicolari consentite.

Per quanto riguarda l'illuminazione, la verifica delle caratteristiche di adeguatezza dell'impianto alle esigenze di sicurezza della circolazione richiede l'analisi di alcuni specifici aspetti.

Preliminarmente si deve valutare l'interferenza con preesistenze fisiche, naturali e artificiali (alberature, sovrappassi, ecc.), e con l'eventuale illuminazione delle aree adiacenti e quindi le proprietà fotometriche dell'impianto e, in particolare, la luminanza conferita al nastro stradale, ai bordi ed allo sfondo che, se idonea, consente una visione soddisfacente dell'ambiente circostante.

Per garantire l'uniformità della visione notturna della strada occorre prestare attenzione a quei tronchi dove, invece, è prevista o si manifesta una successione di tratti illuminati e in ombra.

La variabilità del livello di illuminazione può provocare fenomeni indesiderati quali l'abbagliamento, soprattutto quando una siffatta transizione è repentina e poco graduale.

Occorre, inoltre, controllare che la posizione dei pali di sostegno delle sorgenti

luminose che rappresentano, comunque, un ostacolo non ostruisca la visuale dei segnali e dei semafori.

Riferimenti bibliografici e normativi:

1. "Nuovo Codice della Strada", Decreto legislativo n.285 del 30/04/92.
2. "Road lighting", British Standards, BS-5489.

A.1.6 MARGINI

Il progetto dei dispositivi stradali di ritenuta è parte integrante di un processo di analisi della sicurezza dei margini stradali, per cui il controllore della sicurezza deve analizzare il progetto avendo cura di valutare non solo gli aspetti tecnici più specifici, come i supporti e i dispositivi di smaltimento delle acque, ma anche l'interazione dei dispositivi di sicurezza con l'ambiente circostante.

Uno dei maggiori pericoli derivanti dalla fuoriuscita dei veicoli dalla carreggiata consiste nell'urto contro ostacoli fissi, quali: supporti per illuminazione, alberi, opere di drenaggio non attraversabili, pile e spalle dei ponti, spigoli vivi, ostacoli puntuali.

Se gli ostacoli si trovano ad una distanza dal margine della carreggiata superiore ad una opportuna distanza di sicurezza, la probabilità che un veicolo che fuoriesce dalla carreggiata urti contro di essi causando danni alle persone è molto bassa. La distanza di sicurezza varia in relazione ai seguenti parametri: velocità di progetto, volume di traffico, raggio di curvatura dell'asse stradale, pendenza del margine, pericolosità dell'ostacolo.

E' compito di chi effettua la verifica valutare se il progettista ha previsto la protezione di tutti gli ostacoli posti a distanza dal margine inferiore alla distanza di sicurezza.

Un punto singolare che richiede attenta valutazione da parte del controllore della sicurezza è costituito dai varchi spartitraffico. L'apertura di varchi lungo lo spartitraffico difatti, se da un lato consente la rapida deviazione del traffico, dall'altro presenta lo svantaggio di essere attraversabile e pertanto potrebbe accadere che qualche veicolo in svio finisca nella carreggiata opposta. Anche la presenza di dispositivi mobili per la protezione dei varchi richiede una dettagliata verifica, consistente sia nell'analisi del livello di contenimento del dispositivo che nel controllo di eventuali punti singolari pericolosi in caso d'urto.

La normativa prescrive le classi minime di barriera da installare in relazione alla destinazione, al volume e alla composizione del traffico e al tipo di strada. Le indicazioni normative sono tuttavia molto generiche e non sempre sono sufficienti a indirizzare il progettista verso la soluzione ottimale. Il controllore deve pertanto verificare il rispetto delle prescrizioni normative avendo cura di valutare l'esistenza di specifici fattori di pericolo e/o la presenza di volume e composizione del traffico in relazione alle quali le classi di barriera scelte dal progettista potrebbero risultare non adeguate.

Nei casi di barriere con differente capacità di contenimento e deflessione dinamica non collegate con elementi di transizione, che assicurano una graduale variazione della capacità di contenimento e della deflessione dinamica, un veicolo che urta contro la barriera più deformabile potrebbe urtare quasi frontalmente con la barriera più rigida, subendo una decelerazione pericolosa per i suoi occupanti. Dato che non sono al momento in commercio elementi di transizione omologati è compito del controllore verificare la presenza e la corretta funzionalità degli elementi di transizione previsti dal progettista.

Il progetto di un terminale è molto complesso in quanto esso deve garantire la transizione tra un punto con livello di contenimento nullo, in corrispondenza dell'inizio del terminale, e un punto con pieno livello di contenimento, dove incontra la lunghezza efficace della barriera. Il terminale rappresenta una parte essenziale della barriera, e in alcuni casi ne può costituire anche l'ancoraggio; un terminale mal progettato, come la maggior parte dei terminali attualmente presenti sulla rete italiana, può costituire esso stesso un pericolo in quanto in caso d'urto si potrebbero verificare la penetrazione di elementi di barriera all'interno dei veicoli e/o elevate decelerazioni per gli occupanti dei veicoli.

Dato che non sono al momento in commercio terminali omologati è compito del controllore verificare la presenza e la corretta funzionalità dei terminali previsti dal progettista.

In sito le condizioni di installazione delle barriere possono essere sensibilmente differenti da quelle che caratterizzano le prove d'urto in scala reale eseguite per l'omologazione. Pertanto sono numerosi gli aspetti relativi alle condizioni di installazione che il controllore della sicurezza deve verificare.

Un aspetto di primaria importanza è verificare che i dispositivi di ritenuta siano posti ad una distanza dagli ostacoli da proteggere superiore alla loro deflessione

dinamica, ossia allo spazio necessario per la loro deformazione durante l'urto. Se ciò non fosse verificato la barriera di sicurezza assorbirebbe solo una parte dell'energia d'urto, mentre la rimanente sarebbe dissipata nell'urto con l'ostacolo, comportando in tal modo danni sia agli ostacoli che agli occupanti dei veicoli.

Condizioni di installazione che richiedono particolare attenzione sono rappresentate dai bordi dei rilevati, dai bordi delle opere d'arte e dallo spartitraffico in curva.

Sul bordo dei rilevati occorre verificare che la distanza tra la barriera e il ciglio della scarpata sia sufficiente ad evitare che le ruote dei veicoli finiscano sulla scarpata e ad assicurare adeguato contrasto ai paletti.

L'installazione della barriera sul bordo delle opere d'arte è piuttosto complessa sia perché richiede adeguata resistenza strutturale delle opere d'arte, sia perché richiede il prolungamento delle barriere per bordo ponte, e delle relative opere di ancoraggio, oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera d'arte. Ciò in quanto ciascuna barriera è caratterizzata da un tratto in cui esplica una capacità di contenimento variabile, lunghezza iniziale, e da un tratto in cui esplica la massima capacità di contenimento, lunghezza efficace. Il tratto con capacità di contenimento variabile rappresenta la lunghezza del tratto di cui dovrebbe essere prolungata la barriera per bordo ponte per assicurare la massima capacità di contenimento lungo tutto lo sviluppo dell'opera d'arte e dipende sia dalle caratteristiche della barriera sia da quelle della transizione cui è collegata. E' pertanto compito del controllore verificare tanto la corretta installazione della barriera sull'opera d'arte quanto il suo corretto prolungamento.

Nel caso del margine interno in curva le condizioni di installazione, a causa del differente livello delle due carreggiate, potrebbero compromettere il corretto funzionamento delle barriere.

Il controllore deve verificare che l'interazione delle barriere di sicurezza con altri elementi, quali i pannelli antirumore, i pali per illuminazione o le opere di smaltimento delle acque, non comporti problemi di sicurezza.

Riferimenti bibliografici e normativi:

1. Ministero LL.PP., "D.M. 18/2/1992 n°223, Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza".
2. Ministero LL.PP., "D.M. 15/10/1996, aggiornamento del decreto ministeriale 18 febbraio 1992 n° 223 recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza".
3. Ministero LL.PP., "D.M. 3/6/1998, ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni

- tecniche per le prove ai fini dell'omologazione".
4. Ministero LL.PP., "D.M. 11/6/1999, integrazioni e modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1998 recante aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione l'impiego delle barriere stradali di sicurezza".
 5. UNI EN 1317-1 "Barriere di sicurezza stradali. Terminologia e criteri generali per i metodi di prova." Versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN 1317-1, edizione aprile 1998.
 6. UNI EN 1317-2 "Barriere di sicurezza stradali. Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza." Versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN 1317-2, edizione aprile 1998.
 7. AASHTO American Association of State Highway and Transportation Officials, "Roadside design guide", Washington, D.C., USA, 1996.
 8. Montella A., "La scelta del livello di prestazione delle barriere di sicurezza stradali", rivista "Strade e Autostrade", n°5 settembre/ottobre 2000.

A.1.7 PAVIMENTAZIONE

A parte la durabilità, che indirettamente può influire sulla sicurezza differita nel tempo (a causa degli ammaloramenti precoci), le caratteristiche superficiali della pavimentazione (tessitura, aderenza, regolarità) hanno un'influenza determinante sulla sicurezza della circolazione.

In questo senso occorrerà verificare se i requisiti prestazionali previsti in capitolato sono adeguati alle esigenze di marcia soprattutto in corrispondenza di elementi restrittivi del tracciato ad elevato rischio intrinseco, laddove potranno convenientemente adottarsi soluzioni progettuali specifiche.

Riferimenti bibliografici e normativi:

1. "Catalogo delle pavimentazioni stradali", C.N.R. - B.U. n.178, 1995

A.1.8 UTENZE DEBOLI

Le particolari esigenze delle utenze deboli (pedoni, ciclisti e motociclisti) devono essere opportunamente tenute in conto durante la progettazione, soprattutto in area urbana.

Gli aspetti da controllare durante l'analisi di sicurezza del progetto del progetto sono la presenza e l'adeguatezza:

- degli attraversamenti pedonali;
- delle isole spartitraffico;
- di altri dispositivi per facilitare gli attraversamenti;
- delle piste ciclabili.

A.1.9 PARCHEGGI E SOSTA

I principali aspetti da controllare riguardano la localizzazione delle entrate e delle uscite, e la valutazione delle interferenze con il flusso veicolare e delle condizioni di visibilità

E' molto importante anche verificare le condizioni di sicurezza per il flusso pedonale generato dalla presenza dei parcheggi.

La sosta dei veicoli, se non congruente con le condizioni di circolazione, può causare conflitti tra le correnti.

Il gruppo di analisi deve valutare se il tipo di sosta è adeguato alla categoria funzionale della strada, se è appropriato l'orientamento e se le manovre di sosta sono compatibili con il deflusso veicolare.

A.1.10 INTERVENTI DI MODERAZIONE DEL TRAFFICO

In ambiente urbano, talvolta, si realizzano dei provvedimenti di moderazione del traffico, definiti come “la combinazione delle principali misure fisiche che riducono gli effetti negativi dell'uso dei veicoli a motore, alterano il comportamento dei conducenti e migliorano le condizioni per gli utenti della strada non motorizzati”.

In molti Paesi sono stati attuati con successo numerosi interventi di moderazione del traffico, che hanno consentito considerevoli riduzioni dell'incidentalità, comprese tra il 15% e l'80% **[Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.]**, e sono state realizzate anche delle linee guida per l'utilizzo e il progetto di tali interventi. E' il caso ad esempio del Canada **[Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.]**, della Danimarca **[Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.]**, del Regno Unito **[Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.]**, dell'Olanda **[Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.]**, della Svizzera **[Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.]** e della Francia **[Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.]**. Le linee guida, le raccomandazioni e le normative straniere forniscono indicazioni sulle tipologie di interventi di moderazione del traffico, su aspetti operativi relativi alla loro progettazione e sui criteri d'impiego, fornendo anche un valido riferimento alle esperienze già realizzate e ai vantaggi e svantaggi conseguiti.

Tuttavia, gli interventi di moderazione del traffico, se non ben realizzati, possono rappresentare degli elementi di potenziale pericolo per alcune categorie di utenti.

Situazioni che possono aumentare l'incidentalità sono ad esempio la presenza di strade con dossi artificiali in cui vi è considerevole passaggio di mezzi pesanti, strade in cui i dossi non sono ben segnalati, restringimenti di corsia in situazioni di scarsa

visibilità e molte altre.

Riferimenti bibliografici e normativi:

1. M.O. Klyne, "Safety audit of traffic calming devices", IMEA, Australia, 1995.
2. Danish Road Directorate, "Speed management in urban areas", report n°168, 1999.
3. TAC (Transportation Association of Canada), "Canadian Guide to Neighbourhood Traffic Calming", Ottawa, Canada, 1998.
4. Danish Road Directorate, "Urban Traffic Areas. Part 7. Speed reducers." 1991.
5. Kent County Council, "Traffic calming: a code of good practise", UK, 1994.
6. CROW, "Recommendations for traffic provisions in built-up areas", Olanda, 1998.
7. VSS Union des professionnels Suisses de la route, "SN640285 Moderation du Traffic" Zurigo, Svizzera, 1985.
8. Club d'échange d'expériences sur les routes départementales, "Ralentisseurs", Francia, 1992.



A.2 IL CONTROLLO DELLE STRADE ESISTENTI

Nell'analisi di sicurezza delle strade esistenti il controllo deve essere rivolto soprattutto nei confronti degli aspetti che possono essere migliorati senza interventi di durata e costo notevoli.

Mentre nell'analisi del progetto l'attenzione è principalmente rivolta alla funzione della strada nella rete e alle caratteristiche geometriche dell'asse e delle intersezioni, in questa fase non è possibile, e tantomeno conveniente, pensare di modificare il tracciato o il tipo di strada per cui si devono valutare tutti quei fattori che contribuiscono al verificarsi degli incidenti e all'aumentare della loro gravità studiando, al tempo stesso, soluzioni migliorative di basso costo.

L'analisi di sicurezza deve considerare anche i fattori di potenziale pericolo dipendenti dalle condizioni di manutenzione, evidenziando che la loro risoluzione è strettamente legata alla politica di manutenzione piuttosto che a interventi di modifica delle caratteristiche originarie dell'infrastruttura.

A.2.1 ASPETTI GENERALI

Traffico

Il volume e la composizione del traffico su una infrastruttura sono elementi importanti ai fini della verifica di sicurezza. Ad esempio su strade a singola carreggiata con elevata percentuale di veicoli pesanti aumenta la probabilità di incidenti per scontro frontale causati dall'eccessivo numero di sorpassi anche in debito di visibilità.

Piazzole di sosta

Le piazzole di sosta rappresentano frequentemente un elemento di pericolo a causa delle manovre di immissione e di uscita, occorre pertanto controllare sia l'ubicazione delle piazzole stesse sia le condizioni di visibilità per i veicoli che entrano ed escono dalle piazzole.

Condizioni ambientali

In ambito extraurbano occorre l'analisi delle condizioni ambientali che si presentano con una certa frequenza e che possono avere un'influenza significativa sulla sicurezza degli utenti. In particolare è bene controllare la presenza di nebbia nella zona e valutare l'intensità del fenomeno per prendere in considerazione

l'adozione di provvedimenti quali segnalazioni luminose, strisce di margine rumorose o altro.

Si deve inoltre controllare anche la presenza di altri fattori potenzialmente pericolosi per gli utenti quali il vento forte, soprattutto sui viadotti e all'uscita dalle gallerie, la presenza di neve o ghiaccio nella stagione invernale, la possibilità di allagamento o di elevata scivolosità della strada in caso di piogge abbondanti e quindi suggerire le adeguate contromisure.

Paesaggio circostante

Per assicurare la continuità nel tempo della visione dell'ambiente stradale da parte degli utenti ed evitare che la visibilità possa essere compromessa è necessario analizzare ciò che si trova ai margini del solido stradale, in particolare per quel che riguarda la presenza della vegetazione e la sua evoluzione nel tempo.

Abbagliamento notturno

In un contesto in cui la densità delle infrastrutture stradali è alta e i flussi di diverse strade entrano spesso in conflitto visivo fra di loro, è importante esaminare le zone del tracciato che possono essere disturbate dalla luminosità dei fasci dei fari di altri flussi o che possono disturbare esse stesse altri flussi. I casi che si presentano più frequentemente sono quelli di strade di servizio che corrono parallele alle strade principali oppure quelli di strade con barriere spartitraffico basse e sprovviste di dispositivi anti-abbagliamento.

Servizi e dispositivi di sicurezza

I cavi aerei dei servizi potrebbero interferire con il regolare deflusso del traffico, per cui occorre controllare che l'altezza libera al di sotto degli stessi sia adeguata.

I dispositivi di sicurezza non sempre soddisfano i requisiti minimi per la corretta funzionalità della strada, per cui è opportuno verificare, tra l'altro, se sono sufficienti i provvedimenti di sicurezza antincendio adottati in galleria, e se occorrono dispositivi di sicurezza legati alla presenza di nebbia o dispositivi per le chiamate di emergenza.

Accessi

Una errata localizzazione degli accessi potrebbe creare pericolo per la circolazione, soprattutto se associata a mancanza di visibilità. Durante l'esercizio è possibile verificare se la presenza di accessi induce code o disturbi alla circolazione potenzialmente pericolosi.

Sviluppi adiacenti

La percezione della strada potrebbe essere falsata dall'illuminazione e dai semafori delle strade adiacenti; segnali eccessivi e insegne commerciali rappresentano, altresì, un fattore di disturbo per i conducenti.

A.2.2 GEOMETRIA

Tracciato

L'allineamento orizzontale e verticale del tracciato presenta spesso problemi di sicurezza, per la cui risoluzione, piuttosto che una modifica del tracciato stesso, può essere opportuno prevedere, un miglioramento della segnaletica, dei dispositivi di ritenuta, dello stato di manutenzione o altri provvedimenti dipendenti dalla situazione in esame.

In particolare occorre controllare se il tracciato presenta punti in cui si possono avere distorsioni ottiche o dubbi sull'andamento della strada (allineamento della vegetazione, allineamento di pali, ecc.) e se vi possono essere problemi di visibilità indotti dalla contemporanea presenza di curvature planimetriche e altimetriche.

L'analisi del tracciato riguarda pertanto non la semplice verifica dei parametri geometrici quanto piuttosto l'esame del comportamento dell'utente in relazione al tracciato stesso.

E' compito del gruppo di analisi anche verificare se i limiti di velocità sono adeguati alle condizioni della strada, del traffico e dell'ambiente.

Visibilità

La mancanza di visibilità è una delle cause d'incidente più frequenti. La visibilità non deve essere controllata con verifiche numeriche, ma occorre verificare che per una lunghezza sufficiente del tracciato vi sia visibilità sufficiente per il sorpasso e che non vi siano sezioni in cui elementi a margine della carreggiata riducono eccessivamente la visibilità stessa.

I più frequenti ostacoli alla visibilità sono:

- Vegetazione;
- Edifici;
- Cartelli stradali;
- Barriere di sicurezza;
- Parapetti, staccionate;
- Insegne pubblicitarie;

- Cassonetti di raccolta dei rifiuti;
- Veicoli in sosta.

Occorre anche verificare che la presenza delle opere d'arte, delle intersezioni/svincoli, delle variazioni di sezione trasversale e delle singolarità venga percepita da una distanza adeguata alla velocità operativa.

Sezione trasversale

E' bene verificare se la presenza di restrizioni sulla sezione trasversale della strada in tratti particolari possa comportare problemi di sicurezza.

Si deve inoltre evidenziare la correttezza o meno delle scelte di organizzazione dello spartitraffico centrale, e degli elementi a margine della carreggiata, tenendo conto delle opere di smaltimento delle acque, della segnaletica e dei dispositivi di ritenuta.

Drenaggi e scarpate

Si devono evidenziare le eventuali zone del tracciato che possono essere soggette ad allagamento per la presenza di canali o corsi d'acqua la cui sistemazione idraulica non è adeguata.

Scarpate che presentano pericolo di caduta di materiale sono anch'esse un fattore di pericolo da evidenziare.

A.2.3 INTERSEZIONI

Ubicazione

È importante verificare l'ubicazione degli svincoli, anche se in pochi casi è possibile il loro spostamento. E' comunque possibile prevedere interventi migliorativi per gli svincoli ubicati in modo inappropriato.

Visibilità

Assicurare una buona visibilità in tutte le direzioni di interesse nella zona dello svincolo è una delle forme di sicurezza preventiva più efficaci per la riduzione dell'incidentalità. La visibilità deve essere assicurata per tutte le categorie di utenti che approcciano i diversi rami dello svincolo. E' altresì importante che lo svincolo sia ben visibile sia di giorno che di notte e che anche la eventuale coda che si può formare in corrispondenza dello svincolo sia visibile ad una distanza sufficiente ad arrestarsi o a cambiare corsia per un veicolo che sopraggiunge. Vi sono poi altri

fattori contingenti che possono impedire la visibilità (sosta di veicoli, presenza di ostacoli di vario tipo) e che vanno controllati caso per caso.

Leggibilità/facilità di comprensione

Ai fini di evitare incertezze nel comportamento degli utenti o delle vere e proprie manovre scorrette è bene che lo svincolo sia il più chiaro e semplice possibile, da qualunque direzione si approcci e per tutte le categorie di utenti. In relazione al tipo di problema di leggibilità individuato si può poi studiare l'intervento correttivo più adatto.

Corsie specializzate

La configurazione delle corsie di accelerazione/decelerazione deve essere accuratamente controllata dal gruppo di analisi, che deve focalizzare l'attenzione sugli aspetti maggiormente legati alla sicurezza, quali la lunghezza, la larghezza e il tracciato della corsia di decelerazione (ovvero la modalità di distacco dalla carreggiata principale: parallela, ad ago, ecc.), la lunghezza, la larghezza e la visibilità della corsia di accelerazione. È importante anche assicurarsi che la coda di veicoli in uscita, salvo situazioni eccezionali, non interessi in alcun modo la carreggiata.

È bene poi controllare che la conformazione delle rampe e la loro interazione con gli altri elementi dell'ambiente stradale non creino dei potenziali pericoli dovuti a difetti di lettura del tracciato o alla mancanza di visibilità in punti critici dello svincolo.

Manovre

Durante l'esercizio è più importante verificare il comportamento degli utenti in corrispondenza delle intersezioni che le caratteristiche geometriche delle stesse. Uno strumento di supporto per tale operazione consiste nell'analisi dei conflitti, che richiede tuttavia uno studio di circa due giorni per ciascuna intersezione ed è perciò consigliata solo quando si eseguono studi di diagnostica più approfonditi.

Gli aspetti principali da verificare riguardano il corretto funzionamento delle manovre, che devono essere chiare e comprensibili per chi le effettua e allo stesso tempo ben visibili per gli altri utenti. Anche i tempi di attesa devono essere controllati, in quanto tempi di attesa elevati inducono l'utente ad accettare maggior grado di rischio nell'esecuzione delle manovre.

Il controllo della segnaletica, che costituisce uno dei principali aspetti dell'analisi di sicurezza delle strade in esercizio, richiede specifica attenzione nelle intersezioni.

A.2.4 SEGNALETICA E ILLUMINAZIONE

La segnaletica rappresenta il mezzo di comunicazione agli utenti della strada delle scelte di organizzazione della circolazione. Anche il migliore modello di circolazione, se rappresentato con un sistema segnaletico poco chiaro, non dà i risultati attesi per la sicurezza della circolazione.

I dati di incidentalità dell'ISTAT individuano nella guida distratta e indecisa una delle cause più ricorrenti dei sinistri. Molto spesso tale comportamento deriva proprio dall'assenza o dall'inadeguatezza della segnaletica stradale, dalla sua collocazione irregolare e dalla mancanza di manutenzione.

Segnaletica orizzontale

Le linee di margine e di demarcazione delle corsie consentono al guidatore di posizionare correttamente il veicolo sulla strada, evitando le collisioni sia con oggetti posti a lato della sede stradale, sia con i veicoli che viaggiano in senso contrario. Occorre verificare che esse siano chiaramente visibili di giorno, di notte e in condizioni atmosferiche avverse. Lo stesso tipo di verifica deve essere realizzato per le strisce di attraversamento pedonale, spesso poco visibili. Per tale scopo è molto importante l'ispezione notturna del sito.

Oltre le verifiche locali sull'efficacia della segnaletica è, piuttosto, importante analizzare la congruenza della segnaletica lungo tutto il tracciato, avendo particolare cura nel rilevare le situazioni in cui gli stessi elementi sono segnalati in modo differente, inducendo così diverso grado di attenzione da parte dei conducenti.

La presenza di vecchia e nuova segnaletica può comportare anch'essa dei problemi; innanzitutto occorre controllare la transizione tra nuova e vecchia segnaletica, inoltre se la vecchia segnaletica non è completamente cancellata si può avere un effetto di notevole confusione nell'utente, spesso causa di incidente.

Nei punti singolari del tracciato la segnaletica orizzontale non sempre fornisce una guida sufficiente per gli utenti, ad esempio nei tratti in cui manca la visibilità per il sorpasso frequentemente non sono presenti strisce di mezzzeria continue.

Un aspetto primario nella verifica della segnaletica, e in particolare di quella orizzontale, riguarda lo stato di manutenzione. In alcuni casi è possibile proporre non solo una migliore politica di manutenzione ma anche un miglioramento sostanziale delle prestazioni della segnaletica, come l'utilizzo di materiale retroriflettente, di strisce vibranti, di occhi di gatto, ecc.

Segnaletica verticale

I segnali verticali, in relazione alla loro funzione e al tipo di messaggio che

trasmettono all'utente della strada, si distinguono, a loro volta, nelle seguenti categorie: *segnali di pericolo*, idonei a preavvisare l'esistenza di pericoli fornendo, nello stesso tempo, indicazioni sulla natura del pericolo segnalato e sul comportamento da osservare; *segnali di prescrizione*, che comunicano gli obblighi, i divieti e le limitazioni cui gli utenti devono attenersi; *segnali di indicazione*, con i quali si forniscono agli utenti le informazioni necessarie o utili per la guida e per una agevole individuazione di località, itinerari, servizi ed impianti.

Ai fini della sicurezza stradale, l'importanza dei segnali appartenenti alle prime due categorie è di immediata intuizione: con i segnali di pericolo si trasmettono informazioni necessarie per una pronta individuazione di situazioni obiettivamente pericolose (strada sdruciolevole, curva pericolosa, ecc.) mentre con quelli di prescrizione si evidenziano i comportamenti (ad esempio fermarsi e dare precedenza), i divieti (ad esempio interdizione della sosta) e gli obblighi (direzione obbligatoria) cui gli utenti della strada devono attenersi. L'inosservanza della segnaletica di pericolo e di prescrizione determina il maggior numero di incidenti stradali, ma altrettanto importante è la segnaletica di indicazione, spesso sottovalutata.

Gli aspetti principali da valutare riguardano:

- La visibilità e la leggibilità, avendo cura di verificare che non ci siano vegetazione o altri elementi che limitano la visibilità dei segnali e che il loro posizionamento (altezza, distanza laterale, vicinanza con ostacoli) sia corretto;
- La congruenza alle varie necessità (quantità di informazioni, chiarezza delle informazioni, ecc.), tenendo conto che l'impiego di segnali in numero superiore a quello necessario tende a sminuirne l'efficacia o il valore cogente. Ciò si verifica specialmente quando si tratta di segnali di pericolo e di prescrizione; segnalando come pericolose situazioni che non lo sono, si inducono gli utenti della strada a considerare inattendibili tali segnali e quindi a non rispettarli, anche quando il pericolo è reale.
- Lo stato di manutenzione, che è generalmente inadeguato.

Limiti di velocità

I limiti di velocità non sempre risultano appropriati. In particolare i limiti di velocità dovrebbero risultare coerenti con la percezione del livello di rischio da parte del conducente in modo da evitare che l'utente consideri la velocità non come la *massima velocità che può essere mantenuta in condizioni di sicurezza ragionevoli*, ma come un limite legale che non ha motivo di essere rispettato.

I limiti devono essere valutati in relazione alle condizioni geometriche, al tipo di

traffico, alle velocità operative e occorre anche verificare se sono posizionati correttamente.

Delineazione

I dispositivi di delineazione della mezzeria e del margine sono estremamente influenti sull'incidentalità. Ad esempio i caporali e i segnali di curva pericolosa è opportuno che siano correttamente installati nelle curve più pericolose del tracciato (posizione, visibilità, retroriflettenza, spaziatura dei caporali, estensione dei caporali su tutta la curva, congruenza tra diverse curve del tracciato, ecc.). Sulle barriere di sicurezza e sui paletti di delineazione devono essere presenti catarifrangenti e riflettori, sulle isole spartitraffico occorre assicurarsi che siano installati delineatori in materiale riflettente o luminosi.

Le ispezioni notturne, spesso, sono utili per verificare l'efficacia dei delineatori.

In genere, i problemi di delineazione sono strettamente legati anche allo stato di manutenzione.

Semafori

I semafori devono essere ben visibili a tutti gli utenti, anche in condizioni atmosferiche particolari come l'alba o il tramonto, ed allo stesso tempo non devono essere posizionati in modo tale da essere percepiti da correnti di traffico non interessate dal segnale stesso. La visibilità dei semafori potrebbe essere ostacolata da vegetazione, segnaletica o da veicoli in sosta. In quest'ultimo caso il gruppo di analisi può anche proporre delle restrizioni alla sosta per migliorare la visibilità dei semafori.

Se i semafori non sono percepibili da adeguata distanza occorre assicurarsi che siano presenti segnali di preavvertimento.

In corrispondenza dei semafori si deve tenere particolare conto delle esigenze dei pedoni, riferendosi anche ai disabili, per i quali spesso mancano dispositivi di segnalamento tattile e acustico.

I pedoni in attesa di attraversare devono essere ben visibili, così come le auto devono essere correttamente percepite dai pedoni. Si deve anche tenere conto della differente altezza dei bambini, che risultano particolarmente vulnerabili negli attraversamenti semaforizzati. Si deve verificare anche che i tempi di verde e la fasatura dei semafori non siano tali da creare situazioni di pericolo. Se i tempi di attraversamento sono molto lunghi si deve valutare l'opportunità di inserimento di isole spartitraffico (rifugi centrali).

Illuminazione

I difetti di illuminazione creano principalmente problemi legati alla difficoltà di lettura del tracciato ed alla mancanza di visibilità agli incroci. Nei punti singolari il livello di illuminazione dovrebbe essere superiore al livello medio lungo il tracciato.

In generale occorre verificare se la visibilità notturna dell'ambiente stradale è sufficiente, con particolare attenzione a tutti i punti a maggiore rischio (intersezioni, attraversamenti pedonali, ecc.).

L'illuminazione artificiale potrebbe avere anche degli effetti negativi, ad esempio falsando la percezione della strada o rendendo poco visibili i semafori e la segnaletica verticale.

In presenza di galleria sono presenti delle discontinuità del livello di illuminazione, in particolare in corrispondenza delle zone di transizione tra l'ambiente interno e quello esterno; occorre verificare che in tali zone il livello di illuminazione sia adeguato.

A.2.5 MARGINI

L'analisi di sicurezza dei margini si riferisce sia ad aspetti sia di natura generale che di natura particolare.

I primi comportano la valutazione delle classi di barriera sull'intera rete e sono parte della politica di miglioramento della sicurezza e adeguamento dei margini.

I secondi comportano la valutazione di difetti localizzati, che spesso possono essere eliminati o mitigati con interventi di basso costo.

Ostacoli non protetti

Nelle strade esistenti vi sono numerosi ostacoli fissi non protetti a distanza inferiore alla distanza di sicurezza (distanza dal margine entro cui è conveniente la protezione degli ostacoli): pali di illuminazione e supporti per segnaletica non cedevoli, alberi, opere di drenaggio non attraversabili, pile e spalle di ponti, ostacoli rigidi.

La distanza di sicurezza dipende essenzialmente dalla velocità operativa dei veicoli, dal volume di traffico, dal raggio di curvatura dell'asse, dalla pendenza dei margini e dalla pericolosità dell'ostacolo. Il gruppo di analisi non deve misurare la distanza di ogni ostacolo, ma deve segnalare tutti i casi in cui ritiene che sia presente un ostacolo non protetto sito in posizione pericolosa.

Tra gli ostacoli si possono considerare i varchi spartitraffico, che consentono una buona rapidità per la deviazione del traffico ma hanno lo svantaggio di essere

attraversabili e pertanto potrebbe accadere che qualche veicolo in svio finisca nella carreggiata opposta provocando scontri frontali. Al pericolo dell'attraversamento, spesso, si associa quello dell'urto contro terminali di barriera inadeguati. In questi casi la soluzione ottimale è costituita dall'installazione di barriere amovibili per varco spartitraffico; in alternativa è possibile prevedere la protezione dei terminali delle barriere con attenuatori d'urto o la chiusura completa dei varchi.

Adeguatezza delle classi di barriera

Se le barriere sono state sottoposte a prove d'urto in scala reale, il gruppo di analisi deve valutare se le classi di barriera sono state scelte opportunamente. I principali fattori da tenere in conto riguardano il tipo e la posizione degli ostacoli, il volume e la composizione del traffico, la classe e le caratteristiche geometriche della strada.

Se le barriere non sono state sottoposte a prove d'urto, il gruppo di analisi deve eseguire una valutazione soggettiva delle classi di prestazione delle barriere di sicurezza confrontando le caratteristiche delle barriere esistenti con quelle delle barriere omologate. In alcuni casi la necessità di adeguamento delle barriere di sicurezza può essere evidente, in altri può essere necessario eseguire analisi specifiche.

Transizioni tra i differenti tipi di barriera e terminali

Un aspetto di dettaglio che richiede un attento esame da parte del gruppo di analisi è costituito dalle transizioni tra barriere con differente capacità di contenimento e deflessione dinamica e dai terminali delle barriere. Questi elementi possono difatti rappresentare un fattore di notevole pericolo. E' ad esempio il caso del collegamento tra barriere metalliche e barriere in calcestruzzo realizzato senza la predisposizione di un dispositivo che assicuri una graduale variazione di comportamento o quello di terminali non protetti siti in posizione in cui vi è notevole probabilità che siano colpiti in caso di fuoriuscita.

Allo stato attuale la maggior parte dei terminali e delle transizioni non rispettano i requisiti richiesti dalle norme prEN 1317-4 (la normativa italiana non disciplina ancora terminali e transizioni), peraltro non ancora pubblicate in versione definitiva. La valutazione del grado di pericolo dei terminali e delle transizioni deve pertanto basarsi essenzialmente sul giudizio del gruppo di analisi.

Condizioni di installazione delle barriere

Anche le barriere di sicurezza omologate possono non lavorare correttamente se

le condizioni di installazione sono errate o sostanzialmente differenti da quelle che hanno caratterizzato le prove di omologazione.

La verifica delle condizioni di installazione richiede l'esame di numerosi aspetti, come la lunghezza dell'installazione (barriere troppo corte non hanno adeguata resistenza strutturale), la distanza dagli oggetti da proteggere (distanze insufficienti comportano l'urto contro l'ostacolo nonostante la presenza della barriera di sicurezza), il grado di costipamento del terreno, la distanza dei paletti dal ciglio della scarpata, la presenza di cordoli, cunette o altri elementi che impediscono il corretto funzionamento delle barriere o la presenza di elementi che rendono le barriere New Jersey eccessivamente rigide.

Interazione tra barriere di sicurezza e altri oggetti

La presenza di elementi puntuali, come i pali della luce e i supporti per segnaletica e cartellonistica, richiede la verifica della corretta interazione con le barriere di sicurezza. Altri elementi che potrebbero comportare problemi di interazione sono i cordoli, i pannelli antirumore e le opere di smaltimento delle acque.

Manutenzione

Un'insufficiente manutenzione dei dispositivi di ritenuta può costituire un elemento di pericolo. Da segnalare sono ad esempio barriere di sicurezza con paletti mancanti, nastri non collegati, barriere di sicurezza completamente abbattute e non ripristinate, discontinuità nelle barriere a causa di tratti mancanti in seguito al danneggiamento per incidente, ecc.

A.2.6 PAVIMENTAZIONE

Le caratteristiche superficiali delle pavimentazioni intervengono nell'interazione veicolo-strada sia in termini di aderenza all'interfaccia pneumatico-pavimentazione sia in termini di dinamica del veicolo e quindi di comfort di marcia, sovraccarichi dinamici trasmessi, ecc.

Dal punto di vista della sicurezza, è importante assicurare non solo una adeguata aderenza (e quindi microtessitura e macrotessitura) ma anche un idoneo livello di regolarità del piano viabile.

Tessitura

Sulle strade in esercizio è utile esaminare sommariamente la tessitura della pavimentazione prestando particolare attenzione soprattutto al tipo di rugosità e al tipo di aggregati presenti. La tessitura deve quindi risultare adatta alla classe di

strada, al tipo e al volume di traffico.

Aderenza

Occorre verificare che non siano presenti tratti con caratteristiche di aderenza insufficienti, soprattutto in presenza di strada bagnata. La verifica deve tenere conto dei maggiori valori di aderenza richiesti nei punti singolari del tracciato, come gli attraversamenti pedonali, le intersezioni, e le curve, e delle esigenze dei veicoli a due ruote.

E' opportuno esaminare la possibilità di adottare in alcuni tratti (ad esempio curve di basso raggio, attraversamenti pedonali e approccio alle intersezioni) un manto con valori di aderenza superiori alla media del tracciato ottenuti mediante trattamenti superficiali della pavimentazione di progetto, oppure mediante l'utilizzo di un manto ad alta aderenza. Questo tipo di provvedimenti, se ben studiati, possono aumentare molto la sicurezza della circolazione.

Velo idrico

L'aderenza fra lo pneumatico di un veicolo e la pavimentazione varia molto con lo spessore del velo idrico presente su di essa fino ad annullarsi in corrispondenza di valori del velo idrico dell'ordine di grandezza dello spessore del battistrada. E' quindi fondamentale garantire uno smaltimento efficiente dell'acqua piovana che si può ottenere mediante un corretto studio delle pendenze trasversali e longitudinali della pavimentazione, mediante l'adozione di un manto drenante (che riduce anche i fenomeni di sollevamento e di nebulizzazione dell'acqua presente sulla pavimentazione) e anche evitando di ostacolare il normale deflusso dell'acqua mediante l'utilizzo di dispositivi di ritenuta che prevedono soltanto pochi sbocchi puntuali e che quindi possono essere potenzialmente pericolosi soprattutto quando utilizzati come spartitraffico.

Stato della pavimentazione

In esercizio si deve controllare l'effettiva qualità della pavimentazione prestando attenzione anche a tutti quei difetti che possono influire sulla sicurezza di marcia, in particolare dei veicoli a due ruote che sono più soggetti alle irregolarità della pavimentazione stessa (p.e. giunti dei ponti, grate per lo smaltimento delle acque, ecc.).

Altri fattori che ricoprono un ruolo non trascurabile ai fini della sicurezza sono legati all'aspetto visivo e sonoro. Gli effetti cromatici e sonori che possono essere prodotti adoperando idonei materiali o intervenendo opportunamente sulla

superficie viabile possono fornire un valido ausilio al guidatore nel riconoscimento dell'ambiente stradale e dei suoi diversi componenti.

A.2.7 UTENZE DEBOLI

L'analisi di sicurezza delle utenze deboli riguarda sia l'interazione tra le differenti componenti di traffico, sia i fattori specifici relativi alle infrastrutture specializzate, come le piste ciclabili, i percorsi e gli attraversamenti pedonali.

Attraversamenti pedonali

Gli attraversamenti pedonali sono generalmente caratterizzati da numerosi fattori di pericolo e, al tempo stesso, sono spesso suscettibili di notevoli miglioramenti con interventi di basso costo. Essi devono essere valutati tenendo conto del comportamento e delle esigenze sia dei pedoni che delle utenze motorizzate.

Il primo aspetto da valutare riguarda la visibilità, ponendo attenzione che siano ben visibili anche i bambini e le persone di modesta statura e che sia assicurata adeguata visibilità anche di notte.

Affinché siano correttamente utilizzati, gli attraversamenti devono essere ben coordinati con i percorsi pedonali e trovarsi a distanza tale da scoraggiare i pedoni ad attraversare in altri punti. La verifica di questi aspetti può essere effettuata ricorrendo anche all'osservazione diretta del comportamento dei pedoni (ad esempio utilizzando, nei casi più complessi, la tecnica dell'analisi dei conflitti).

La funzionalità di ogni attraversamento deve essere valutata analizzando se esso è compatibile con la larghezza della carreggiata e la velocità del flusso. In alcuni casi si deve prendere in considerazione l'ipotesi di limiti di velocità ridotti e interventi di moderazione del traffico.

Altri importanti aspetti da controllare riguardano l'adeguatezza dello spazio per l'attesa in corrispondenza dell'attraversamento, la durata del verde, la presenza di inviti nei marciapiedi per i disabili e di strisce tattili per i non vedenti, ed il coordinamento degli attraversamenti con le fermate dei mezzi pubblici.

Percorsi pedonali

Spesso i conflitti tra pedoni e traffico motorizzato dipendono dall'inadeguatezza dei percorsi pedonali che incentiva i pedoni ad utilizzare la piattaforma stradale in luogo dei marciapiedi.

E' compito del gruppo di analisi verificare la presenza di marciapiedi nelle zone con flusso pedonale apprezzabile, la larghezza dei marciapiedi in relazione al flusso pedonale, la presenza di ostacoli al corretto funzionamento dei marciapiedi,

l'adeguatezza delle pavimentazioni, la compatibilità delle pendenze longitudinali con le capacità motorie degli anziani e la continuità dei percorsi pedonali.

In fase di progetto non sempre si tiene conto di tutti i fattori che possono ostacolare il corretto flusso pedonale sui marciapiedi, determinando in tal modo una riduzione della capacità pedonale e un aumento dell'invasione della carreggiata da parte dei pedoni, con manovre spesso improvvisate e aumento dei punti di conflitto tra le utenze motorizzate e i pedoni.

Ciclisti

Spesso il flusso ciclistico avviene sulle banchine. Occorre pertanto valutare se la larghezza delle banchine è sufficiente a consentire il flusso dei ciclisti senza invasione della carreggiata e se l'entità del flusso ciclistico è tale da richiedere piste ciclabili.

Nel caso di esistenza di piste ciclabili i principali aspetti da verificare sono l'adeguatezza della segnalazione delle piste ciclabili, la larghezza delle piste, lo stato delle pavimentazioni e la continuità dei percorsi ciclabili, con particolare riferimento alle intersezioni.

Motociclisti

Un aspetto che richiede verifiche accurate per i motociclisti è costituito dallo stato delle pavimentazioni. In aggiunta alle verifiche eseguite per i veicoli a quattro ruote occorre percorrere la strada con un motociclo, preferibilmente in condizioni di pioggia, effettuando manovre di sorpasso e frenate nei punti più critici, quali l'approccio alle curve e alle intersezioni.

Fattori di pericolo per i due ruote potrebbero essere la presenza di giunti sui viadotti, di cordoli e di grate per la raccolta delle acque site in carreggiata.

A.2.8 PARCHEGGI E SOSTA

Parcheggi

La presenza di parcheggi determina manovre di ingresso e uscita che, se eseguite in modo di irregolare, potrebbero essere causa di incidente.

Il principale aspetto da controllare riguarda la visibilità delle entrate e delle uscite verificando anche la presenza di vegetazione che in particolari periodi dell'anno potrebbe costituire un ostacolo alla visibilità. Al riguardo occorre verificare la congruenza e l'efficacia della segnaletica, in quanto un'errata segnalazione dell'ingresso dei parcheggi potrebbe anch'essa generare manovre improvvisate e

pericolose.

In presenza dei parcheggi si ha un'intensificazione del flusso pedonale, per cui occorre anche verificare l'adeguatezza dei percorsi e degli attraversamenti pedonali.

Aree di sosta

L'orientamento della sosta e il tipo di sosta sono spesso incompatibili con le caratteristiche della strada. Allo stesso tempo i veicoli in sosta costituiscono un ostacolo alla visibilità, in particolare in corrispondenza delle intersezioni. A tale scopo il gruppo di analisi deve anche verificare che le limitazioni alla sosta in prossimità delle intersezioni siano sufficienti a non creare ostacolo alla visibilità ed ostacolo alle manovre di svolta.

A.2.9 INTERVENTI DI MODERAZIONE DEL TRAFFICO

Gli interventi di moderazione del traffico, pur consentendo generalmente considerevoli riduzioni dell'incidentalità, possono rappresentare, se non ben realizzati, degli elementi di potenziale pericolo per alcune categorie di utenti.

È bene che gli interventi di moderazione del traffico siano realizzati in strade in cui vi è modesta presenza di veicoli pesanti e di mezzi pubblici. Gli interventi di moderazione del traffico non devono essere analizzati singolarmente, ma in relazione al contesto in cui si inseriscono. Il principale problema della moderazione è la percezione preventiva da parte dell'utente. Per tale scopo gli interventi devono riguardare un'area estesa entro la quale gli utenti si attendono la presenza di moderatori. In caso contrario gli interventi di moderazione devono essere opportunamente segnalati.

Dossi artificiali

I dossi artificiali possono presentare alcune controindicazioni dal punto di vista della sicurezza. È importante, ad esempio, che i dossi artificiali siano segnalati con sufficiente anticipo, siano ben evidenziati con zebrastrature retroriflettenti o che siano illuminati. Nel caso che siano presenti piste ciclabili parallele alla strada principale è bene che i dossi artificiali si interrompano prima di interessare la pista stessa.

Mini-rotatorie

Le mini-rotatorie sono indicate per rami della rete stradale con volumi di traffico modesti e soprattutto con presenza molto bassa di veicoli pesanti o di mezzi pubblici, che hanno notevoli difficoltà a percorrere l'anello. La fascia più esterna dell'isola centrale dovrebbe comunque essere realizzata in modo che sia

sormontabile da parte dei veicoli.

Il problema di sicurezza principale associato all'esercizio delle mini-rotatorie è legato alla difficoltà di percezione della rotatoria stessa (quando non ben evidenziata con l'uso di vegetazione di arredo o altro) con il conseguente verificarsi di incidenti per mancato rispetto della precedenza.

Restringimenti di corsia e deviazioni orizzontali

I restringimenti di corsia e le deviazioni orizzontali vengono realizzati mediante la creazione di isole rialzate che trasformano l'andamento rettilineo della strada in un andamento sinuoso che tende a far rallentare i veicoli che sopraggiungono.

Le isole di restringimento delle corsie vengono molto usate per ottenere una riduzione di velocità dei veicoli in corrispondenza dell'ingresso di un centro abitato e per proteggere i pedoni nell'attraversamento di strade con flusso intenso e veloce. I maggiori problemi di sicurezza che si possono avere sono relativi alla riduzione di visibilità che si ha nel caso di isole arredate con vegetazione ad alto fusto, riduzione che si può avere anche sulla visibilità per gli eventuali pedoni che devono attraversare. Quando le isole sono realizzate in curva, si possono avere problemi di sicurezza dovuti anche alla presenza di ostacoli non deformabili sulle isole spartitraffico che possono risultare pericolosi per i veicoli che fuoriescano dalla carreggiata.

I restringimenti e le deviazioni, inoltre, devono essere ben visibili sia di giorno che di notte ad una distanza sufficiente per rallentare.

E' importante, infine, che le deviazioni orizzontali abbiano un andamento tale che non sia possibile percorrerle in linea retta 'tagliando' le curve, poiché in questo modo si vanificherebbe l'effetto di riduzione della velocità e si creerebbe pericolo per i veicoli che invece seguono la traiettoria corretta.

Intersezioni rialzate

Il rialzamento del piano stradale può creare problemi di sicurezza per l'intersezione in seguito ad una possibile perdita di leggibilità dell'intersezione stessa. E' bene, inoltre, controllare anche il corretto funzionamento delle opere idrauliche che possono presentare dei problemi di smaltimento delle acque superficiali in seguito al rialzamento del piano stradale.

A3 PROSPETTO DI SINTESI DELLE LISTE DI CONTROLLO

	Progetto preliminare	Progetto definitivo	Progetto esecutivo	Fase di pre-apertura	Strade esistenti
Aspetti generali	✓	✓	✓	✓	✓
Geometria	✓	✓	✓	✓	✓
Intersezioni a livelli sfalsati		✓	✓	✓	✓
Intersezioni a raso		✓	✓	✓	✓
Segnaletica e illuminazione			✓	✓	✓
Margini			✓	✓	✓
Pavimentazione			✓	✓	✓
Utenze deboli	✓	✓	✓	✓	✓
Parcheggi e sosta	✓	✓	✓	✓	✓
Interventi di moderazione del traffico			✓	✓	✓