



PROVINCIA DI CHIETI

PROGETTO ESECUTIVO

**ADEGUAMENTO E MESSA IN SICUREZZA DELLA EX SS 524
LANCIANO – FOSSACESIA CON SISTEMAZIONE INTERSEZIONE A RASO
NELL'ABITATO DI MOZZAGROGNA**



via Alto Adige, 160 38121 Trento - Italy
tel. +39 0461. 1731000 - fax +39 0461 1731052
www.ataengineeringspa.com - info@ataengineeringspa.com
c.fiscale, p.iva e R.I. Trento 01307610228

**AZIENDA CON SISTEMA QUAL
CERTIFICATO DA DNV
UNI EN ISO 9001/2008**

CAPOGRUPPO MANDATARIA

Studio d'Ingegneria Marino

66054 Vasto (Ch) - Via Madonna dell'Asilo, 53/B
Tel. & Fax. 0873/361985 - Partita IVA 01562590693
E-mail: studiomarino@quipo.it

Ing. Carmela Femminilli

66054 Vasto (Ch) - Via S.G. da Capestrano, 2
Tel. 0873/60570

Geom. Vittorio Marianaccio

66041 Atesa - C.da Capragrassa, 31/1
Tel. & Fax. 0872/866845

SISPLAN srl

40128 Bologna - Via G. Brini, 38
Tel. 051/322050 Fax. 051/326663

Geol. Gianluca Taddei

66054 Vasto (Ch) - Via Pitagora, 69
Tel. 0873/60570

Geom. Sonia D'Amario

66054 Vasto (Ch) - Contrada Colle Comune, 10
Tel. 0872/897226

MANDANTI

DATA DICEMBRE 2010

SCALA

N.ro allegato

2.3

TAVOLA

ANALISI DI SICUREZZA STRADALE

0	G.B. STICCHI	L. STAGNI	G.B. STICCHI	L. STAGNI		23/11/2010
REV.	DISEGNATO	CONTROLL.	APPROVATO	AUTORIZZ.	DESCRIZIONE REVISIONE	DATA



INDICE

1.	<u>PRINCIPI DI INGEGNERIA DELLA SICUREZZA NEI SISTEMI DI TRASPORTO</u>	pag.	2
2.	<u>ASPETTI NORMATIVI E METODOLOGICI</u>	"	3
2.1	ASPETTI NORMATIVI	"	3
2.2	OBIETTIVI E METODOLOGIA DELLO STUDIO	"	4
3.	<u>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</u>	"	7
4.	<u>VERIFICA PLANO-ALTIMETRICA DEL TRACCIATO</u>	"	10
4.1	GERARCHIZZAZIONE DELLA RETE	"	10
4.2	VERIFICA DI RISPONDENZA DEL PROGETTO AL D.M. 05/11/01 ED AL D.M. 19/04/06	"	11
4.2.1	<u>Verifica della sezione tipo</u>	"	12
4.2.2	<u>Andamento planimetrico</u>	"	12
4.2.3	<u>Intersezioni</u>	"	14
4.3	VERIFICA DISTANZA DI VISUALE LIBERA	"	15
5.	<u>L'ANALISI MEDIANTE "LISTE DI CONTROLLO"</u>	"	17
6.	<u>RAPPORTO DI ANALISI</u>	"	18
7.	<u>ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO</u>	"	21
7.1	OBIETTIVI	pag.	21
7.2	FASE 1 - INDAGINI PRELIMINARI	"	21
7.3	FASE 2 - INDIVIDUAZIONE DELLE SOLUZIONI TECNICHE	"	21
7.4	FASE 3 - VERIFICHE E MONITORAGGIO	"	21
8.	<u>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI</u>	"	23

APPENDICE 1 - LISTE DI CONTROLLO

Ed	Rev	Data	Codice	Descrizione	Redatto	Approvato	Pagina
1	0	09/03/2009	6827	Opere urgenti di adeguamento e messa in sicurezza della ex SS 524 Lanciano-Fossacesia Analisi di sicurezza			1/22

1. PRINCIPI DI INGEGNERIA DELLA SICUREZZA NEI SISTEMI DI TRASPORTO

L'analisi di sicurezza si compone dell'analisi di affidabilità che ricerca sulle ipotesi che originano gli eventi ritenuti pericolosi e dell'analisi delle conseguenze che studia le conseguenze degli eventi. Scopo dell'analisi di sicurezza è quello di determinare il rapporto fra gli incidenti e le loro conseguenze al fine di verificare se tale rapporto sta nel campo delle situazioni accettabili o in quello delle situazioni improponibili. D'altra parte per evitare che tale limite venga superato l'analisi di sicurezza si propone di fornire le indicazioni opportune sui criteri di costruzione, manutenzione e controllo, e sulle condizioni operative. Le fasi dell'analisi di sicurezza possono esplicitarsi per cicli iterativi con lavoro di équipe al quale collaborano oltre al progettista, i vari specialisti di esercizio, di sicurezza, di manutenzione, di strumentazione e controllo.

Per mettere in sicurezza un sistema di trasporto occorre identificare e classificare i rischi legati all'esercizio del sistema durante la sua vita utile. Innanzi tutto la sicurezza va costruita, e questa fase trova applicazione all'atto dell'elaborazione del progetto dell'infrastruttura viaria. Occorre quindi nella progettazione definire il livello di sicurezza richiesto e conseguentemente analizzare tutte le soluzioni possibili ottimizzando quella che comporta il livello minimo di rischio. Successivamente la sicurezza va gestita durante l'esercizio del sistema di trasporto.

Ed	Rev	Data	Codice	Descrizione	Redatto	Approvato	Pagina
1	0	09/03/2009	6827	Opere urgenti di adeguamento e messa in sicurezza della ex SS 524 Lanciano-Fossacesia Analisi di sicurezza			2/22

2. ASPETTI NORMATIVI E METODOLOGICI

In questo capitolo verranno inizialmente analizzati gli aspetti normativi legati alla progettazione di nuovi tronchi stradali ed all'adeguamento di tronchi stradali esistenti, quindi si descriverà la metodologia e le ipotesi adottate per la redazione della presente relazione tecnica sulle caratteristiche geometriche e di sicurezza dell'ipotesi di progetto di adeguamento e messa in sicurezza della ex SS 524 Lanciano – Fossacesia e del progetto di sistemazione delle intersezioni a raso.

2.1 ASPETTI NORMATIVI

I riferimenti normativi attuali sono:

- le norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade [Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2001) Decreto 5 novembre 2001 N° 6792. Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade, Pubblicato sulla G.U. n° 5 del 4 gennaio 2002];
- le norme transitorie sull'adeguamento delle strade esistenti (Decreto 22/04/2004, pubblicato sulla G.U. il 25/06/2004).

Nel D.L. 6792, a fianco alle tradizionali indicazioni sui singoli elementi che compongono il tracciato, sono stati introdotti degli appositi paragrafi per la costruzione e l'esame del diagramma delle velocità e per l'analisi del coordinamento piano-altimetrico.

Inoltre nella stessa normativa si prevede che "Interventi su strade esistenti vanno eseguiti adeguando alle presenti norme, per quanto possibile, le caratteristiche geometriche delle stesse, in modo da soddisfare nella maniera migliore le esigenze della circolazione".

Il Decreto 22/04/2004 introduce un importante aspetto che riguarda l'adeguamento delle strade esistenti, infatti sull'articolo 4 si dice che transitoriamente fino all'emissione di nuove norme i progetti di adeguamento delle strade esistenti devono contenere una specifica relazione nella quale risultano analizzati gli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza, attraverso la dimostrazione che l'intervento, nel suo complesso, è in grado di produrre oltre che un miglioramento funzionale anche un innalzamento del livello di sicurezza, fermo restando la necessità di garantire la continuità di esercizio dell'infrastruttura.

E' altresì importante evidenziare cosa prevede la normativa vigente per i casi in cui si debba andare in deroga alle norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade. Il Nuovo Codice della Strada (DL 30 aprile 1992, n° 285) prevede all'Art. 13 comma 2 che "La deroga alle norme di cui al comma 1 è consentita solo per le strade esistenti allorquando particolari condizioni locali, ambientali, paesaggistiche, archeologiche ed economiche non ne consentano l'adeguamento, sempre che sia assicurata la sicurezza stradale e siano comunque evitati inquinamenti". La legge quindi consente delle deroghe specificatamente per le strade esistenti purché sia assicurata la "sicurezza stradale".

L'analisi di sicurezza rappresenta quindi lo "strumento" specificatamente previsto dalla normativa vigente per verificare la "sicurezza" generata da un determinato progetto.

Ed	Rev	Data	Codice	Descrizione	Redatto	Approvato	Pagina
1	0	09/03/2009	6827	Opere urgenti di adeguamento e messa in sicurezza della ex SS 524 Lanciano-Fossacesia Analisi di sicurezza			3/22

Le analisi di sicurezza sono state oggetto di una specifica Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (CIRCOLARE 8 giugno 2001, n° 3699. Linee guida per le analisi di sicurezza delle strade) che definisce gli obiettivi dell'analisi di sicurezza, la metodologia di applicazione ed i contenuti minimi dello studio ed a cui si farà specificatamente riferimento nella presente relazione.

2.2 OBIETTIVI E METODOLOGIA DELLO STUDIO

La presente relazione tecnica valuta dal punto della sicurezza il progetto di adeguamento e messa in sicurezza della ex SS 524 Lanciano – Fossacesia e delle intersezioni presenti procedendo da Lanciano verso Fossacesia:

- Villa Romagnoli – Rocca San Giovanni;
- Mozzagrogna.

Tale analisi di sicurezza verrà affrontato con 3 diversi approcci:

- Rispondenza alla normativa per la progettazione e la costruzione di nuovi tronchi stradali e di nuove intersezioni.
- Analisi di sicurezza ai sensi della CIRCOLARE 8 giugno 2001, n° 3699. Circolare sulle linee guida per le analisi di sicurezza delle strade.
- Analisi delle esigenze di sicurezza attraverso la dimostrazione che l'intervento è in grado di produrre un innalzamento del livello di sicurezza, garantendo la continuità dell'esercizio alla infrastruttura.

Il raggiungimento dell'obiettivo di migliorare la sicurezza stradale necessita di un approccio articolato capace di integrare aspetti molteplici, da quelli più squisitamente tecnici a quelli psicologici che governano il comportamento dell'utente. L'adozione di misure in favore della sicurezza presuppone che si sia in grado di riconoscere e valutare le condizioni di rischio che si accompagnano ad una determinata configurazione infrastrutturale, per la qual cosa il confronto delle caratteristiche tecniche dell'infrastruttura con gli standard suggeriti dalle norme di progettazione non sempre risulta esaustivo delle problematiche presenti.

Le analisi di sicurezza possono aiutare ad individuare la presenza in un tracciato stradale di situazioni di rischio potenziale per la circolazione affrontando il problema dal punto di vista dell'utenza e cercando di indagare le modalità con cui lo spazio stradale viene percepito, interpretato ed utilizzato dai diversi utenti che ne fruiscono.

Le analisi sono idonee alla verifica di sicurezza dei progetti stradali, sia di nuove infrastrutture, sia di interventi di adeguamento di strade esistenti.

Le analisi di sicurezza di un progetto di una nuova strada sono un processo di tipo preventivo, tendente ad individuare le situazioni potenzialmente generatrici di incidenti, prima che questi si manifestino.

In quest'ottica l'analisi di sicurezza non deve e non verrà vista nella presente relazione tecnica come una soluzione ai problemi di non conformità alle norme e quindi come strumento per superare i problemi connessi alle "deroghe" ma come un utile mezzo tecnico di progettazione integrata che si affianca alla tradizionale progettazione plano-altimetrica del tracciato per migliorare il risultato finale dal punto di vista della sicurezza stradale.

L'analisi di sicurezza non viene quindi a valle della progettazione per rispondere alle esigenze imposte dalle normative ma va costruita insieme al progetto in tutte le fasi di sviluppo dello stesso.

Ed	Rev	Data	Codice	Descrizione	Redatto	Approvato	Pagina
1	0	09/03/2009	6827	Opere urgenti di adeguamento e messa in sicurezza della ex SS 524 Lanciano-Fossacesia Analisi di sicurezza			4/22

Gli obiettivi del presente studio sono:

- identificare i potenziali pericoli insiti nel nuovo progetto in modo tale che possano essere eliminati o attenuati per mitigarne gli effetti negativi con il minimo costo;
- assicurare che siano presenti gli opportuni provvedimenti per ridurre il numero e la gravità degli incidenti;
- assicurare che i requisiti per la sicurezza di tutte le categorie di utente siano esplicitamente considerati nella pianificazione, progettazione, costruzione, gestione e manutenzione dell'infrastruttura stradale;
- assicurare che il nuovo progetto non dia luogo ad incidenti in altri siti;
- ridurre il costo globale di gestione dell'infrastruttura stradale, tenendo conto che, dopo la costruzione, correggere progetti insoddisfacenti dal punto di vista della sicurezza può essere estremamente costoso o addirittura inattuabile ⁽¹⁾.

L'applicazione sistematica delle analisi di sicurezza può conseguire anche considerevoli benefici su larga scala:

- un generale miglioramento della conoscenza dei principi della sicurezza stradale, che si può riflettere sia nel miglioramento dei criteri di progetto che nel miglioramento delle norme sulla progettazione;
- una ridotta necessità di modificare le strade dopo la costruzione;
- un minore costo complessivo (life cycle cost) delle infrastrutture, conseguente al minore costo legato all'incidentalità;
- una più esplicita considerazione delle esigenze di sicurezza delle utenze deboli;
- l'incoraggiamento all'inserimento di nuovo personale nel settore della sicurezza stradale e una maggiore attenzione a tutte le problematiche connesse con la sicurezza della circolazione.

Nella procedura di controllo infine sono stati considerati i seguenti parametri:

- la visibilità, ossia l'insieme delle informazioni visive che l'utente deve apprendere in tempo, considerando sia la propria velocità di marcia sia la velocità degli altri utenti, affinché egli possa adattare il proprio comportamento o effettuare una manovra adeguata agli eventi;
- la leggibilità, ossia la proprietà di una strada e del suo ambiente di inserimento di offrire agli utenti, attraverso l'insieme di tutti gli elementi costitutivi, un'immagine corretta, agevolmente e rapidamente comprensibile del tipo di strada che sta percorrendo, dei suoi modi d'uso e del comportamento richiesto, particolarmente

⁽¹⁾ Un'analisi benefici/costi eseguita in Danimarca nel 1995, riferita a 13 progetti sottoposti ad analisi di sicurezza, ha individuato un tasso di ritorno del capitale per il primo anno pari al 146%. Tale procedura ha mostrato che i risultati dell'analisi benefici/costi sono significativamente positivi in quanto anche in ipotesi molto sfavorevoli (raddoppio dei costi e dimezzamento della riduzione di incidentalità) si osserva un tasso di ritorno del capitale per il primo anno pari al 37%. Analisi benefici/costi eseguite nel Regno Unito, in Australia e in Nuova Zelanda hanno mostrato consistenti riduzioni dell'incidentalità con costi dei controlli, comprendenti anche i costi degli interventi eseguiti in seguito alle raccomandazioni dei controlli, pari a circa l'1% dei costi di costruzione e indici benefici/costi pari a circa 20. Nel Regno Unito, uno studio del Transport Research Laboratory, eseguito su 22 progetti sottoposti a controllo della sicurezza, ha mostrato che l'esecuzione delle analisi di sicurezza nelle fasi del progetto preliminare e definitivo, anziché dopo la costruzione delle strade, avrebbe consentito un risparmio di 11'000 sterline l'anno per progetto, a fronte di un costo medio dei controlli di 2'000 sterline per progetto.

Ed	Rev	Data	Codice	Descrizione	Redatto	Approvato	Pagina
1	0	09/03/2009	6827	Opere urgenti di adeguamento e messa in sicurezza della ex SS 524 Lanciano-Fossacesia Analisi di sicurezza			5/22

in termini di velocità da mantenere e di traiettoria da seguire per adattare il comportamento al traffico veicolare o alle altre categorie di utente;

- l'equilibrio dinamico del veicolo, ovvero l'insieme delle considerazioni in base alle quali vengono definiti i valori discriminanti al di sotto dei quali l'infrastruttura non garantisce gli elementari principi di equilibrio dinamico;
- la possibilità di recupero, in relazione agli eventuali spazi disponibili che consentono all'utente la possibilità di effettuare una manovra adeguata per contenere eventuali incidenti;
- la sicurezza passiva, con particolare riguardo alla sistemazione dei margini, alla distanza dalla traiettoria di marcia degli ostacoli eventualmente presenti (quali, ad esempio, alberi, impianti, segnali, cartelli pubblicitari, ecc.) e/o alla loro protezione;
- la coerenza di tutti gli elementi della strada (*design consistency*) (caratteristiche di esercizio, geometriche e di arredo) e del suo ambiente di inserimento (urbano, sub-urbano, extraurbano), quale criterio che ingloba in sé i precedenti.

Nei punti seguenti vengono evidenziati i punti principali seguiti durante la redazione della seguente relazione tecnica:

- descrizione della sezione tipo e dell'andamento altimetrico e planimetrico del tracciato e delle intersezioni;
- valutazione della rispondenza alle norme di progettazione e verifica di sicurezza in termini di leggibilità, omogeneità e coerenza;
- l'analisi di sicurezza del progetto preliminare del nuovo tronco e delle intersezioni seguendo le indicazioni delle nuove "Linee guida per le analisi di sicurezza delle strade" così come approvate dalla "Commissione di studio per le norme tecniche relative ai materiali stradali, alla progettazione, costruzione e manutenzione delle infrastrutture stradali" del Consiglio Nazionale delle Ricerche e recepito dal Ministero dei lavori Pubblici - Ispettorato Generale per la - Circolazione e la Sicurezza Stradale ed i principi generali descritti nel precedente capitolo ;
- l'attività di analisi di sicurezza del progetto preliminare è stata svolta con l'intento di supportare l'attività di progettazione definitiva al fine di valutare le caratteristiche di sicurezza del tracciato e per poter aggiungere ai numerosi parametri già considerati per lo studio anche il parametro sicurezza;
- l'analisi del progetto è stata effettuata per mezzo delle liste di controllo così come descritte nelle linee guida ministeriali;
- la relazione tecnica si conclude con una sintesi delle raccomandazioni elencate in un apposito rapporto di analisi e con un giudizio sintetico.

Ed	Rev	Data	Codice	Descrizione	Redatto	Approvato	Pagina
1	0	09/03/2009	6827	Opere urgenti di adeguamento e messa in sicurezza della ex SS 524 Lanciano-Fossacesia Analisi di sicurezza			6/22

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la redazione della presente relazione tecnica si farà prevalentemente riferimento al Decreto 5 Novembre 2001. Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade, Pubblicato sulla G.U. N.5 del 4 gennaio 2002, alla CIRCOLARE Ministero delle Infrastrutture e Trasporti 8 giugno 2001, n° 3699. "Circolare sulle linee guida per le analisi di sicurezza delle strade", al Decreto 22/04/2004 pubblicato sulla G.U. del 25 giugno 2004.

Accanto a queste indicazioni si prenderanno in considerazione anche altre normative che per chiarezza sono state riportate per argomento:

ANALISI DI SICUREZZA DEI PROGETTI – SICUREZZA STRADALE

- [1] CIRCOLARE Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
8 giugno 2001, n° 3699. Circolare sulle linee guida per le analisi di sicurezza delle strade.
- [2] CIRCOLARE Ministero delle Infrastrutture e Trasporti
8 giugno 2001, n° 3698. Circolare sulle linee guida per la redazione dei piani urbani della sicurezza stradale.
- [3] CIRCOLARE Direzione Generale ANAS S.p.A. n° 5/03 del 19/02/2003 – Sicurezza Stradale: Linee di Indirizzo e disposizioni operative.
- [4] CIRCOLARE Direzione Generale ANAS S.p.A. n° 338/96 del 12/02/1996 – Autostrade in concessione. Standards qualità servizio reso all'utenza.
- [5] CNR - Consiglio Nazionale delle Ricerche, Commissione di studio per le norme relative ai materiali stradali e progettazione, costruzione e manutenzione strade. D.P. CNR N. 13465 del 11/09/1995. Criteri per la classificazione delle strade esistenti ai sensi dell'art. 13, comma 4 e 5 del Nuovo Codice della Strada. Rapporto Finale. Approvato in data 13/03/1998.
- [6] D.L. 30/04/1992, n.285 - "Nuovo Codice della Strada"
- [7] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale, "Piano Nazionale della Sicurezza Stradale: Azioni Prioritarie", Marzo 2002.
- [8] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale, "Piano Nazionale della Sicurezza Stradale: Allegati tecnici", Marzo 2002.
- [9] Commission of the European Communities 2006/0182 (COD) – 5.10.2006 – Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on road infrastructure safety management.

GEOMETRIA STRADALE

- [1] Codice della Strada. D. Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 e successive modifiche ed aggiornamenti. - Regolamento di attuazione. D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495.
- [2] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2001) Decreto 5 novembre 2001. Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade, Pubblicato sulla G.U. N.5 del 4 gennaio 2002.
- [3] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2004) Decreto 22 aprile 2004, n° 67/S Modifica del decreto 5 novembre 2001, n° 6792, recante "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", pubblicato sulla G.U. del 25 giugno 2004.

Ed	Rev	Data	Codice	Descrizione	Redatto	Approvato	Pagina
1	0	09/03/2009	6827	Opere urgenti di adeguamento e messa in sicurezza della ex SS 524 Lanciano-Fossacesia Analisi di sicurezza			7/22

- [4] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2005) Commissione per la predisposizione di nuove norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti - "Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti ", 11^a bozza del 20 aprile 2005.

GEOMETRIA STRADALE – NORMATIVA INTERNAZIONALE

- [1] American Association of State Highway Transportation Officials (AASHTO) (2001) A policy on geometric design of highways and streets - Fourth Edition, Washington, D.C.
- [2] Transportation Association of Canada - TAC (1999) Geometric Design Guide for Canadian Roads

BARRIERE E DISPOSITIVI DI SICUREZZA

- [1] Ministero dei Lavori Pubblici D.M. 18 febbraio 1992, n° 223 (G.U. 16/3/1992, n°63)
Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza
- [2] Ministero dei Lavori Pubblici D.M. 3 giugno 1998, (G.U. 29/10/1998, n°253)
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.
- [3] Ministero delle Infrastrutture e Trasporti D.M. 21 giugno 2004, (G.U. 05/08/2004, n°84) Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale.
- [4] UNI-EN 1317-1 (maggio 2000) Barriere di sicurezza stradali. Terminologia e criteri generali per i metodi di prova
- [5] UNI-EN 1317-2 (maggio 2000)
Barriere di sicurezza stradali. Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza
- [6] UNI-EN 1317-3 (gennaio 2002)
Barriere di sicurezza stradali - Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulle prove di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto
- [7] UNI-EN 1317-4 (maggio 2003)
Barriere di sicurezza stradali - Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza
- [8] Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, Direttiva N. 3065 del 25 agosto 2004, Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali
- [9] Circolare del Ministero dei Trasporti N° 104862 del 15 novembre 2007.

INTERSEZIONI

- [1] Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) (1983) Norme sulle intersezioni stradali B.U. n. 90, Roma, 15 aprile 1983.
- [2] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Ispettorato generale per la circolazione e la sicurezza stradale. Studio a carattere pre-normativo - Rapporto di Sintesi: "NORME SULLE CARATTERISTICHE FUNZIONALI E

Ed	Rev	Data	Codice	Descrizione	Redatto	Approvato	Pagina
1	0	09/03/2009	6827	Opere urgenti di adeguamento e messa in sicurezza della ex SS 524 Lanciano-Fossacesia Analisi di sicurezza			8/22

GEOMETRICHE DELLE INTERSEZIONI STRADALI". Documento approvato dalla Commissione di studio per le norme relative ai materiali stradali e progettazione, costruzione e manutenzione strade del CNR.

- [3] Regione Lombardia – Infrastrutture e Mobilità. (2004) Linee Guida per la progettazione delle zone di intersezione.
- [4] IOWA Department of Transportation – IOWA State University: Center for Transportation Research and Education CTRE. Rural Expressways Intersection Synthesis of Practice and Crash Analysis. Final Report CTRE Project 03-157. October 2004.
- [5] Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, Decreto del 19 aprile 2006 n°9762, Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali. Pubblicato sulla GU N. 170 del 24/07/2006.

PERTINENZE

- [1] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Ispettorato generale per la circolazione e la sicurezza stradale. Studio a carattere pre-normativo - Rapporto di Sintesi: "CARATTERISTICHE FUNZIONALI E GEOMETRICHE DELLE AREE DI SOSTA, DI PARCHEGGIO E DI SERVIZIO DI AUTOSTRADE E STRADE EXTRAURBANE PRINCIPALI". Documento approvato dalla Commissione di studio per le norme relative ai materiali stradali e progettazione, costruzione e manutenzione strade del CNR.

Ed	Rev	Data	Codice	Descrizione	Redatto	Approvato	Pagina
1	0	09/03/2009	6827	Opere urgenti di adeguamento e messa in sicurezza della ex SS 524 Lanciano-Fossacesia Analisi di sicurezza			9/22

4. VERIFICA PLANO-ALTIMETRICA DEL TRACCIATO

In questo capitolo analizzeremo il progetto di adeguamento e messa in sicurezza della ex SS 524 Lanciano – Fossacesia e delle intersezioni:

- Villa Romagnoli – Rocca San Giovanni;
- Mozzagrogna;

dal punto di vista della progettazione plano-altimetrica e della rispondenza alle normative vigenti.

4.1 GERARCHIZZAZIONE DELLA RETE

L'adeguamento della ex SS 524 secondo quanto previsto dal Progetto di riferimento della Provincia di Chieti è una strada extraurbana tipo C2.

La strada fa parte della rete secondaria e quindi ha le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche funzionali	
- funzione nella rete extraurbana	- provinciale e interlocale
- movimento servito	- penetrazione, su distanze ridotte
- servizio offerto	- capacità di trasporto limitata - sicurezza a velocità media - condizionamento reciproco fra gli utenti rapidamente crescente con le portate - velocità e comfort sensibilmente variabili in ragione della portata (qualità e composizione del traffico)
- requisiti di sicurezza	- sistemazione infrastrutturale per quanto possibile omogenea e volumi di circolazione ridotti
- componenti di traffico ammesse	- tutte senza limitazioni
- accessi	- lungo il tracciato
- corsie di emergenza e piazzole di sosta	- esterne alla carreggiata
- separazione dei sensi di circolazione	- mediante segnaletica

4.2 VERIFICA DI RISPONDENZA DEL PROGETTO AL D.M. 05/11/01 ed AL D.M. 19/04/06

Secondo quanto risulta dalle analisi svolte, in conformità all'art.2 del "Codice della Strada" la ex SS 524 è classificata tipo "C" Extraurbana Secondaria.

La verifica della progettazione plano-altimetrica del tracciato si è quindi sviluppata secondo quanto previsto dal DM 5/11/2001 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade":

- verifica della sezione tipo;
- definizione delle velocità di progetto;
- descrizione planimetrica del tracciato;
- descrizione altimetrica del tracciato;
- verifica delle distanze di visibilità per l'arresto su tutte le corsie;
- inserimento di un eventuale franco laterale a margine della sezione per il rispetto delle distanze di visibilità;
- verifiche del coordinamento plano-altimetrico del tracciato;
- verifica del diagramma delle velocità.

Le verifiche effettuate si riferiscono all'analisi di congruenza delle seguenti caratteristiche progettuali:

Verifica delle caratteristiche planimetriche

(a) Rettifici

- lunghezza massima dei rettifici;
- lunghezza minima dei rettifici.

(b) Coordinamento plano-altimetrico del tracciato

(c) verifica corretta percezione del tracciato

Verifica delle distanze di visuale libera

La verifica è condotta confrontando le distanze di visuale libera (DVL) con le distanze di visibilità per l'arresto richieste dalla Normativa.

Le distanze di visuale libera per l'arresto sono state calcolate secondo i criteri previsti dal succitato D.M. adottando un'altezza dell'occhio del guidatore a 1.10 m dal piano viabile ed un'altezza dell'ostacolo dal piano viabile di 0.10 m.

Il confronto tra la DVL e la distanza di visibilità richiesta consente di identificare i punti del tracciato dove la configurazione plano – altimetrica e l'organizzazione della sezione non consentono di garantire la visibilità minima.

Ed	Rev	Data	Codice	Descrizione	Redatto	Approvato	Pagina
1	0	09/03/2009	6827	Opere urgenti di adeguamento e messa in sicurezza della ex SS 524 Lanciano-Fossacesia Analisi di sicurezza			11/22

4.2.1 Verifica della sezione tipo

Sezione principale

Nel lungo tratto rettilineo che collega l'intersezione Villa Romagnoli – Rocca San Giovanni con l'intersezione Mozzagrogna secondo il progetto allegato è prevista la realizzazione di una Sezione tipo costituita da una carreggiata tipo C2 delimitata da segnaletica orizzontale.

Dall'analisi della sezione tipo è emerso che rispetta i vincoli imposti dal DM 5/11/2001 in termini di articolazione funzionale e geometrica.

4.2.2 Andamento planimetrico

Rettifili

Lunghezza massima dei rettifili

Secondo quanto prescritto dal DM 05/11/2001 per evitare il superamento delle velocità consentite, la monotonia, la difficile valutazione delle distanze e per ridurre l'abbagliamento nella guida notturna è opportuno che i rettifili abbiano una lunghezza L_r contenuta nel seguente limite

$$L_r = 22 \times V_{pmax}$$

Per il nostro progetto risulta:

$$V_p \text{ max} = 100 \text{ Km/h}$$

$$V_p \text{ min} = 60 \text{ Km/h}$$

$$\text{Limite di velocità} = 90 \text{ Km/h}$$

Dove V_{pmax} è il limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto della strada, in km/h. Pertanto nel caso in studio dove $V_{pmax} = 100 \text{ km/h}$, risulta un valore della lunghezza massima $L_r = 2200 \text{ m}$.

Dall'analisi dell'andamento planimetrico per ogni senso di marcia si rileva che la lunghezza massima dei rettilinei esistenti è di circa $1000 \text{ m} < 2200 \text{ m}$.

Lunghezza minima dei rettifili

Un rettifilo per essere percepito come tale dall'utente, deve avere una lunghezza non inferiore ai valori riportati dalla tabella 1 fornita dal succitato decreto espressi in funzione della velocità intesa come quella massima desunta dal diagramma di velocità per il rettifilo considerato.

Tabella 1

Velocità [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Lunghezza min [m]	30	40	50	65	90	115	150	190	250	300	360

Dall'analisi dell'andamento planimetrico si rileva che la lunghezza minima dei rettilinei è rispettata infatti il rettilineo di lunghezza minore pari a $1000 \text{ m} > 150 \text{ m}$ (lunghezza minima per una velocità di progetto di 100 km/h).

Ed	Rev	Data	Codice	Descrizione	Redatto	Approvato	Pagina
1	0	09/03/2009	6827	Opere urgenti di adeguamento e messa in sicurezza della ex SS 524 Lanciano-Fossacesia Analisi di sicurezza			12/22

Dall'analisi dell'andamento planimetrico è emerso quanto segue:

- i rettifili hanno sempre lunghezza L minore della lunghezza massima.

4.2.3 Intersezioni

La soluzione di adeguamento della ex SS 524 Lanciano – Fossacesia prevede le intersezioni:

- Villa Romagnoli – Rocca San Giovanni;
- Mozzagrognà;

Verranno analizzate singolarmente con particolare riferimento al Decreto del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti del 19 aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali".

Intersezione Villa Romagnoli – Rocca San Giovanni

L'intersezione a rotatoria Villa Romagnoli – Rocca San Giovanni presenta le seguenti caratteristiche geometriche e funzionali:

- una forma allungata e non circolare, non prevista nella normativa nel capitolo relativo alle rotatorie;
- il DM 19/4/2006 prevede, in linea generale, che si debba adottare in campo extraurbano un distanziamento minimo di 500 m tra intersezioni contigue;
- il DM 19-4-2006 impone una larghezza dell'anello di circolazione variabile da 8.5 a 9 m (per ingressi a 2 corsie) o di 7.0 m (per ingressi a 1 corsia), comunque l'anello deve essere sempre organizzato su una sola corsia;
- la larghezza minima della corsia di entrata è 3.50 m, se in ingresso abbiamo 1 corsia, mentre se in ingresso abbiamo 2 corsie la larghezza minima è di 6 m;
- la larghezza minima della corsia di uscita è pari a 4.50 m su un'unica corsia;

L'inserimento delle rotatorie consente, in sede di progettazione esecutiva, di realizzare una gestione della circolazione con l'eliminazione delle svolte a sinistra negli accessi carrai ritenute più pericolose, perché gli utenti potranno effettuare le inversioni di marcia necessarie per accedere con manovre di sola svolta a destra.

Intersezione Mozzagrognà

L'intersezione a rotatoria Mozzagrognà presenta le seguenti caratteristiche geometriche e funzionali:

- il DM 19/4/2006 prevede, in linea generale, che si debba adottare in campo extraurbano un distanziamento minimo di 500 m tra intersezioni contigue;
- il DM 19/4/2006 impone una larghezza dell'anello di circolazione variabile da 9 m (per ingressi a 2 corsie) o di 6.0 m (per ingressi a 1 corsia), comunque l'anello deve essere sempre organizzato su una sola corsia;

Ed	Rev	Data	Codice	Descrizione	Redatto	Approvato	Pagina
1	0	09/03/2009	6827	Opere urgenti di adeguamento e messa in sicurezza della ex SS 524 Lanciano-Fossacesia Analisi di sicurezza			13/22

- la larghezza minima della corsia di entrata è 3.50 m, se in ingresso abbiamo 1 corsia, mentre se in ingresso abbiamo 2 corsie la larghezza è di 6 m;
- la larghezza minima della corsia di uscita è pari a 4.50 m su un'unica corsia;

L'inserimento delle rotatorie consente, in sede di progettazione esecutiva, di realizzare una gestione della circolazione con l'eliminazione delle svolte a sinistra negli accessi carrai ritenute più pericolose, perché gli utenti potranno effettuare le inversioni di marcia necessarie per accedere con manovre di sola svolta a destra.

Intersezioni - Conclusioni

Dall'analisi delle intersezioni è emerso quanto segue:

- la larghezza regolare della carreggiata anulare organizzata su un'unica corsia;
- le dimensioni dei singoli elementi geometrici (bracci di ingresso e di uscita, carreggiata anulare, isola centrale) adeguate ai raggi di curvatura e alle sagome d'ingombro dei veicoli;
- la protezione degli ostacoli rigidi lungo le traiettorie di possibile fuoriuscita dei veicoli, in particolare sull'isola centrale e nelle zone di approccio;
- una buona percezione e leggibilità della rotatoria tramite un corretto disegno degli elementi geometrici e un corretto posizionamento della segnaletica verticale;
- l'utilizzo di traiettorie veicolari ben definite e "obbligate" per evitare velocità operative troppo elevate incompatibili sia con la sicurezza che con l'obbligo di dare precedenza.

4.3 VERIFICA DISTANZA DI VISUALE LIBERA

L'esistenza di opportune visuali libere costituisce primaria ed inderogabile condizione di sicurezza della circolazione.

Per distanza di visuale libera si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e dell'illuminazione della strada.

Lungo il tracciato stradale la distanza di visuale libera deve essere confrontata, in fase di progettazione ed a seconda dei casi successivamente precisati, con le seguenti distanze:

- distanza di visibilità per l'arresto, che è pari allo spazio minimo necessario perché il conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto;
- distanza di visibilità per il sorpasso, che è pari alla lunghezza del tratto di strada occorrente per compiere una manovra di completo sorpasso in sicurezza, quando non si possa escludere l'arrivo di un veicolo in senso opposto;
- distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia, che è pari alla lunghezza del tratto di strada occorrente per il passaggio da una corsia a quella ad essa adiacente nella manovra di deviazione in corrispondenza di punti singolari (intersezioni, uscite, ecc...).

Ed	Rev	Data	Codice	Descrizione	Redatto	Approvato	Pagina
1	0	09/03/2009	6827	Opere urgenti di adeguamento e messa in sicurezza della ex SS 524 Lanciano-Fossacesia Analisi di sicurezza			14/22

La distanza di visibilità per l'arresto è stata determinata con la quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura.

Ex SS 524 per Vp max = 100 Km/h f = 0,25
 per Vp min = 60 Km/h f = 0,35

Nella tabella seguente sono riepilogati i valori utilizzati nelle verifiche così come previsti dalla normativa.

Vp (km/h)	25	40	60	80	100	120	140
Ex SS 524	0,45	0,43	0,35	0,30	0,25	0,21	-

Dal diagramma di fig. 5.1.2.c risulta la seguente distanza di visibilità per l'arresto, per pendenza longitudinale 0%:

Ex SS 524 per Vp max = 100 Km/h Da = 162 m
 per Vp min = 60 Km/h Da = 75 m

La distanza di visibilità per il sorpasso (cap. 5.1.3) risulta:

Ex SS 524 per Vp max = 100 Km/h Ds = 550 m
 per Vp min = 60 Km/h Ds = 330 m

La distanza di visibilità deve essere garantita lungo tutto lo sviluppo del tracciato.

5. L'ANALISI MEDIANTE "LISTE DI CONTROLLO"

Le linee guida ministeriali, al fine di integrare al meglio le analisi di sicurezza nel ciclo del progetto di nuove realizzazioni stradali, prevedono che il processo di analisi di sicurezza si articoli in tre fasi che corrispondono al:

- progetto preliminare;
- progetto definitivo;
- progetto esecutivo.

Non necessariamente, però, devono prevedersi tutte e tre le fasi.

La presente analisi ha per oggetto unicamente la fase del progetto definitivo ed è stata sviluppata con l'ausilio di idonee liste di controllo.

Tali liste hanno lo scopo di favorire l'individuazione dei problemi di sicurezza da esaminare in relazione ai diversi tipi di analisi.

Nelle liste di controllo vengono riportate sia le domande relative a fattori che direttamente e/o indirettamente possono essere all'origine di eventuali incidenti sia le corrispondenti "risposte" progettuali.

I temi considerati nelle liste di controllo riguardano:

- aspetti generali;
- geometria;
- intersezioni;
- utenze deboli;
- parcheggi e sosta.

Le liste di controllo, compilate con riferimento al progetto in esame, sono riportate in appendice (Appendice 1).

La sintesi derivante dalle liste di controllo porta ad un rapporto di analisi (vedi capitolo seguente) in cui vengono evidenziati gli aspetti più significativi da considerare, anche da parte dei Gestori dell'infrastruttura.

Ed	Rev	Data	Codice	Descrizione	Redatto	Approvato	Pagina
1	0	09/03/2009	6827	Opere urgenti di adeguamento e messa in sicurezza della ex SS 524 Lanciano-Fossacesia Analisi di sicurezza			16/22

6. RAPPORTO DI ANALISI

Il progetto di adeguamento e messa in sicurezza della ex SS 524 Lanciano – Fossacesia e delle intersezioni (procedendo da Lanciano verso Fossacesia):

- Villa Romagnoli – Rocca San Giovanni;
- Mozzagrogna;

presenta nella tabella seguente gli aspetti a cui è stata posta particolare attenzione.

Nelle allegate liste di controllo sono riportati gli elementi del progetto analizzati e le raccomandazioni per le situazioni di rischio potenziale rilevate.

La realizzazione del presente progetto produce un miglioramento della sicurezza rispetto alla situazione attuale per le seguenti ragioni:

- in corrispondenza delle intersezioni l'inserimento delle rotatorie consente l'eliminazione degli incroci derivanti dalle svolte a sinistra e dagli attraversamenti, ottenendo solo immissioni, diversioni e scambi;
- in corrispondenza degli accessi carrai l'inserimento delle rotatorie consente l'eliminazione delle svolte a sinistra più pericolose;
- si riducono i rischi connessi alla segnaletica luminosa (semafori) negli eventuali periodi di spegnimento o di malfunzionamento;

Il livello di progettazione del progetto definitivo non consente un adeguato approfondimento relativamente a:

- visibilità dell'intersezione Mozzagrogna per le provenienze da Borgata Perilli;
- visibilità reciproca veicoli – pedoni in corrispondenza dell'attraversamento in Borgata Perilli;
- visibilità definita dall'illuminazione stradale.

Per questi ultimi punti saranno necessari, in fase di progettazione esecutiva e di realizzazione dell'opera, degli approfondimenti relativi a:

- recinzioni (visibilità nelle intersezioni),
- segnaletica verticale e guard-rail,
- sistemi di rallentamento ottico o acustico,
- illuminazione stradale.

Ed	Rev	Data	Codice	Descrizione	Redatto	Approvato	Pagina
1	0	09/03/2009	6827	Opere urgenti di adeguamento e messa in sicurezza della ex SS 524 Lanciano-Fossacesia Analisi di sicurezza			17/22

Rif.	Aspetti	Raccomandazione
1.1	Intersezioni a raso: gli assi delle strade che confluiscono devono risultare maggiori di 70° (avvertenza del DM 19/04/06, paragrafo 1)	La verifica degli angoli delle strade confluenti e la modifica del tracciato in prossimità dell'intersezione in modo da recepire l'avvertenza della normativa è stata effettuata e realizzata per quanto possibile visto i vincoli determinati dalla attuale
1.2	Intersezioni a raso: è raccomandato che l'angolo di deviazione per ciascun braccio di immissione debba essere maggiore di 45°	La verifica che la deviazione delle traiettorie in attraversamento al nodo, attraverso la misura dell'angolo di deviazione è stata effettuata e realizzata per quanto possibile visto i vincoli determinati dalla attuale
1.3	Intersezioni a raso: larghezza delle corsie e anello centrale	La verifica delle misure minime previste per le corsie e organizzare la circolazione nella corona rotatoria su una sola corsia è stata sempre realizzata
1.4	Intersezioni a raso: accessi alle strade extraurbane	L'organizzazione degli accessi carrai da aree o edifici privati sulla strada di uso pubblico verrà analizzata e regolamentata con segnaletica stradale in sede di progettazione esecutiva

Rif.	Aspetti	Raccomandazione
2.1	Segnaletica verticale: posizionamento della segnaletica verticale	In sede esecutiva sarà da verificare il posizionamento della segnaletica verticale in modo da dare una lettura univoca del cartello
2.2	Segnaletica verticale: distanza del bordo segnale dal ciglio	In sede esecutiva sarà da verificare il posizionamento della segnaletica verticale in modo da garantire le distanze minime e massime previste sul Regolamento di attuazione del Codice della strada.

7. ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO

7.1 OBIETTIVI

Il progetto di adeguamento e messa in sicurezza della ex SS 524 Lanciano – Fossacesia e delle intersezioni (procedendo da Lanciano verso Fossacesia):

- Villa Romagnoli – Rocca San Giovanni (INTERVENTO PRIORITARIO);
- Mozzagrogna (INTERVENTO PRIORITARIO);

è sviluppato tenendo conto dei vincoli geometrici e funzionali imposti dalla normativa cogente in materia con particolare riferimento alla sicurezza della circolazione per tutti gli utenti.

L'asse principale e le intersezioni interessate dal progetto non sono analizzati singolarmente ma come facenti parte di un medesimo itinerario avente ben precise caratteristiche di sicurezza, funzionali e strutturali.

7.2 FASE 1 – INDAGINI PRELIMINARI

In particolare si è partito dalla caratterizzazione del traffico e da una analisi funzionale dell'infrastruttura esistente e si sono analizzate nel dettaglio:

- le caratteristiche del traffico che interessa l'arteria (entità, composizione, velocità, ecc.) e le singole intersezioni;
- gli accessi e le interferenze con la viabilità esistente.

7.3 FASE 2 – INDIVIDUAZIONE DELLE SOLUZIONI TECNICHE

Partendo dal progetto preliminare esistente si sono proposte delle modifiche.

Particolare attenzione è stata posta allo studio funzionale dell'intero tracciato e delle nuove intersezioni oltre che alla progettazione delle zone di transizione tra la nuova arteria adeguata ed il tracciato esistente.

La sezione tipo è stata modificata per rispondere ai vincoli fisici presenti lungo il tracciato, si sono analizzate in particolare le problematiche di tutti gli accessi, le zone di approccio e di uscita delle intersezioni, gli spazi minimi di deformazione dei guard-rail.

Nel progetto si sono valutate le interferenze tra i flussi veicolari ed i flussi pedonali con particolare riferimento al livello di servizio dell'intersezione e si sono analizzate le distanze di visibilità per l'arresto per i veicoli e le distanze di visibilità per tutte le utenze deboli.

7.4 FASE 3 – VERIFICHE E MONITORAGGIO

Con quest'ultima attività, che l'ente gestore potrà effettuare dopo la realizzazione dell'opera, si potrà procedere ad una specifica analisi di sicurezza del progetto secondo le linee guida ministeriali e si potranno fornire le indicazioni per la valutazione dell'efficacia degli interventi proposti anche per mezzo di una specifica campagna di monitoraggio.

Ed	Rev	Data	Codice	Descrizione	Redatto	Approvato	Pagina
1	0	09/03/2009	6827	Opere urgenti di adeguamento e messa in sicurezza della ex SS 524 Lanciano-Fossacesia Analisi di sicurezza			19/22

Per costruire strade più sicure è di fondamentale importanza rendere i tracciati sempre più "leggibili" dal punto di vista della sicurezza, sempre più "prevedibili", in quanto generalmente i guidatori non sono in grado di valutare adeguatamente i rischi che incontrano lungo il percorso e quindi non sono in grado di modificare adeguatamente il loro comportamento di guida.

Il progettista stradale, al fine di costruire strade le più efficienti e sicure possibili, deve quindi valutare la coerenza progettuale della strada ("design consistency") nella sua accezione più ampia, deve fare in modo cioè di avvicinare il più possibile le aspettative del guidatore alle caratteristiche reali del tracciato e dell'ambiente stradale.

Quando ciò non avviene è probabile che nasca il cosiddetto "errore umano", principale causa d'incidenti stradali in tratti all'aperto e ancor di più in tratti in sotterraneo.

Per valutare la coerenza del tracciato e la sua rispondenza alle aspettative dell'utenza si possono utilizzare degli opportuni indici operativi dell'infrastruttura.

Una prima efficace misura della "design consistency" è rappresentata dall'analisi dell'omogeneità geometrica del tracciato. La letteratura è ricca d'indici di descrizione dell'omogeneità stradale, ma il V85 e il CCRs (Curvature Change Rate) hanno ottenuto il maggior successo sperimentale (Lamm, 1986; Lamm, 1988; Lamm, 2000).

Partendo da questi indici operativi gli stessi autori (Lamm, 1999) si propone di utilizzare tre criteri di stima della sicurezza dell'infrastruttura viaria, nel rispetto della:

- coerenza geometrica di progetto (Criterio di Sicurezza I),
- costanza di V85 (Criterio di Sicurezza II),
- consistenza dinamica di guida (Criterio di Sicurezza III).

Ed	Rev	Data	Codice	Descrizione	Redatto	Approvato	Pagina
1	0	09/03/2009	6827	Opere urgenti di adeguamento e messa in sicurezza della ex SS 524 Lanciano-Fossacesia Analisi di sicurezza			20/22

8. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Principi di ingegneria della sicurezza nei sistemi di trasporto

- De Finetti, B. (1970) Teoria delle Probabilità. EINAUDI.
- FHWA (1997) FHWA Study for Road Safety Audits. FHWA, US DOT, Washington, DC October 1997.
- Jordan, P. (1995) Road Safety Audit: The Australian Approach. Routes, Roads. AIPCR, PIARC. N° 288. September 1995.
- Laplace, Pierre Simon De (1820) Théorie analytique des probabilités. COURCIER, Paris.
- Ragusa, S. (1986) Introduzione all'Analisi del rischio nell'industria. Ed. Safety Improvement, Milano.
- Sabey, B.E., and Taylor, H. (1980) The known risks we run: the highway. Societal risk assessment – how safe is safe enough?, R.E. Schwing and W.A. Albers eds., Plenum Press, New York, N.Y., 43-63.
- Sanderson, R. (1996) Canadian Road Safety and Public Highway Infrastructure. TP 12801E. Transport Canada \ Road Safety Special Infrastructure Project. June 1996.
- Sayed, T., Abdelwahab, W., and Navin, F. (1995), Identifying Accident-Prone Locations Using Fuzzy Pattern Recognition, Journal of Transportation Engineering, ASCE, 121(4), 352-358.
- Treat, J.R. (1980) A study of pre-crash factors involved in traffic accidents. Rep. HSRI 10/11, Highway Safety Res. Inst. (HSRI), Ann Arbor, Mich.
- Von Mises, R. (1939) Probability Statistics and Truth. Hodge.
- Wilde, G.J.S. (1982) The theory of risk homeostasis: Implication for safety and health. Risk Analysis, 2, 209-225.
- Wilde, G.J.S. (1988) Risk homeostasis theory and traffic accidents: propositions, deductions and discussions of dissension in recent reactions. Ergonomics, 31, 4, 441-468.
- Wilde, G.J.S. (1994) Target Risk- Dealing with the danger of death, disease and damage in everyday decisions. PDE Publications, Toronto, Ontario, Canada.

Aspetti normativi e metodologici

- Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane. B.U. n. 78, Roma, 28 luglio 1980
- Fonzari, S. (1997). Geometria ottica applicata ai tunnels stradali. Atti del Convegno : "La Sicurezza intrinseca delle infrastrutture stradali", Roma, 20-21 Febbraio 1997.
- Lanceri, F. e Tempestini, M. (1990). Considerazioni su alcuni problemi di visibilità nelle gallerie stradali. Le Strade, N. 1228, luglio/agosto 1990.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2001) Decreto 5 Novembre 2001. Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade, Pubblicato sulla G.U. N.5 del 4 gennaio 2002.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2001) CIRCOLARE 8 giugno 2001, n. 3699. Circolare sulle linee guida per le analisi di sicurezza delle strade.
- Ministero delle infrastrutture e dei trasporti (2004) Decreto 22 aprile 2004 - Modifica del Decreto 5 novembre 2001 N° 6792.

Ed	Rev	Data	Codice	Descrizione	Redatto	Approvato	Pagina
1	0	09/03/2009	6827	Opere urgenti di adeguamento e messa in sicurezza della ex SS 524 Lanciano-Fossacesia Analisi di sicurezza			21/22

APPENDICE 1**LISTE DI CONTROLLO**

Ed	Rev	Data	Codice	Descrizione	Redatto	Approvato	Pagina
1	0	09/03/2009	6827	Opere urgenti di adeguamento e messa in sicurezza della ex SS 524 Lanciano-Fossacesia Analisi di sicurezza			1/22

PROGETTO DEFINITIVO - Struttura delle liste di controllo		
PP1	Aspetti generali	
	1.1	Traffico
	1.2	Numero e tipo di intersezioni/svincoli
	1.3	Aree di sosta e piazzole
	1.4	Abbagliamento notturno
	1.5	Accessi
	1.6	Sviluppi adiacenti
PP2	Geometria	
	2.1	Scelta del tracciato della nuova infrastruttura
	2.2	Tracciato planimetrico
	2.3	Tracciato altimetrico
	2.4	Sezione trasversale
PP3	Intersezioni a raso	
	3.1	Ubicazione
	3.2	Visibilità
	3.3	Leggibilità
	3.4	Corsie ausiliarie
	3.5	Manovre
	3.6	Rotatorie
PP4	Utenze deboli	
	4.1	Attraversamenti pedonali
	4.2	Percorsi pedonali
	4.3	Ciclisti
	4.4	Motociclisti
PP5	Parcheggi e sosta	
	5.1	Parcheggi
	5.2	Sosta

PROGETTO DEFINITIVO- Lista di controllo 1 - Aspetti generali			
Traffico			
1	Le soluzioni progettuali adottate (numero e larghezza delle corsie, larghezza delle banchine, geometria delle intersezioni/svincoli, etc.) sono adeguate al volume e al tipo di traffico previsti?	1	si
2	Si prevedono rilevanti volumi di traffico per qualche classe di utenza diversa dalle autovetture che richiedano soluzioni o attrezzature particolari?	2	no
3	La classe della nuova strada è adeguata al volume e al tipo di traffico previsti?	3	si
Numero e tipo di intersezioni/svincoli			
4	Il numero e la frequenza delle intersezioni/svincoli sono stati opportunamente scelti per la classe di strada?	4	si
5	Le intersezioni/svincoli sono stati posizionati in zone adatte dai seguenti punti di vista: - ubicazione topografica? - configurazione plano-altimetrica del nuovo tracciato?	5	si
6	La tipologia delle intersezioni/svincoli è stata opportunamente scelta per la classe di strada, per il volume e il tipo di traffico?	6	si
Aree di soste e piazzole			
7	Le piazzole per la sosta di emergenza sono previste in numero sufficiente e con adeguata spaziatrice?	7	non ci sono aree di sosta di emergenza
Abbagliamento notturno			
8	Gli utenti che percorrono la strada possono avere problemi di abbagliamento notturno causato dalla presenza del flusso di veicoli che la percorrono in direzione opposta o dalla presenza di altri flussi?	8	no
Accessi			
9	La localizzazione degli accessi è corretta?	9	non è modificabile
Sviluppi adiacenti			
10	Ci sono eccessivi illuminazione e insegne commerciali che potrebbero distrarre i conducenti?	10	non è stato determinato

PROGETTO DEFINITVO - Lista di controllo 2 - Geometria			
Scelta del tracciato della nuova infrastruttura			
1	Se il progetto prevede il potenziamento di un tracciato esistente, si sono tenuti in conto gli aspetti riguardanti la sicurezza nella scelta fra le varie alternative: - modifica della rete esistente? - vincoli sulla geometria?	1	si
2	Le caratteristiche geometriche del tracciato previsto sono idonee alla topografia del territorio e al tipo di ambiente attraversato?	2	si
3	Le caratteristiche geometriche del tracciato previsto sono conformi alle aspettative degli utenti?	3	si
4	Se sono presenti tratti (lunghe gallerie o lunghi viadotti) in cui si sono dovute prevedere delle caratteristiche geometriche inferiori rispetto alla media del tracciato, si hanno problemi di sicurezza?	4	no
Tracciato planimetrico			
5	I seguenti elementi possono costituire un fattore di pericolo: - curve circolari? - rettifili? - successione degli elementi del tracciato?	5	no
6	Sono previsti accorgimenti a distanze regolari per permettere l'inversione di marcia?	6	si
Tracciato altimetrico			
7	I seguenti elementi possono costituire un fattore di pericolo: - livellette? - raccordi concavi? - raccordi convessi? - successione degli elementi del tracciato?	7	no
8	Il valore e la lunghezza delle livellette è compatibile con un regolare deflusso del traffico (in particolare veicoli pesanti, camper, etc.)?	8	si
9	Sono necessarie corsie di arrampicamento?	9	no
10	I valori dei raggi verticali per i raccordi concavi e per i raccordi convessi sono dello stesso ordine di grandezza?	10	si
Sezione trasversale			
11	I seguenti elementi possono costituire un fattore di pericolo:: - numero e larghezza delle corsie? - banchine? - spartitraffico?	11	no
12	Si possono avere problemi di sicurezza in punti in cui si sono dovuti prevedere dei restringimenti della sezione trasversale per situazioni particolari?	12	no

PROGETTO DEFINITVO - Lista di controllo 3 - Intersezioni a raso			
Ubicazione			
1	Le intersezioni sono ubicate in zone adatte?	1	si
2	Le intersezioni sono ben visibili sia di giorno che di notte ad una distanza sufficiente ad arrestarsi anche in caso di coda?	2	si
Visibilità			
3	La visibilità è buona per tutti gli utenti che approcciano l'intersezione dalle diverse direzioni?	3	si, su via Borgata Perilli è necessario un approfondimento della segnaletica di preavviso
4	La visibilità è buona in tutte le ore del giorno e della notte nelle diverse stagioni?	4	non è stato determinato
5	Sono presenti ostacoli alla visibilità quali: - vegetazione? - edifici? - cartelli stradali? - barriere di sicurezza? - parapetti, staccionate? - insegne pubblicitarie? - cassonetti di raccolta dei rifiuti? - veicoli in sosta? - altro?	5	no
6	La geometria della strada ha un andamento tale da creare problemi di visibilità in particolari condizioni?	6	si
Leggibilità/facilità di comprensione			
7	L'intersezione è facilmente comprensibile per tutti gli utenti?	7	si
8	L'intersezione è facilmente leggibile da qualunque direzione si approcci?	8	si, su via Borgata Perilli è necessario un approfondimento della segnaletica di preavviso
9	L'intersezione è esente da ambiguità?	9	si
Corsie ausiliarie/canalizzazione/accelerazione e decelerazione			
10	Sembrano necessarie corsie ausiliarie o di canalizzazione?	10	non è stato determinato
11	Il numero di corsie ausiliarie o di canalizzazione è adeguato al tipo di intersezione e al volume di traffico?	11	non è stato determinato
12	Le corsie ausiliarie/canalizzazione sono correttamente collocate e geometrizzate?	12	non è stato determinato
13	Le corsie di accelerazione e decelerazione sono correttamente collocate e geometrizzate?	13	non pertinente
14	La lunghezza delle corsie di accelerazione è adeguata?	14	non pertinente
15	La lunghezza delle corsie di decelerazione è adeguata?	15	non pertinente
16	Se l'intersezione è interessata dal transito di mezzi pubblici, la geometria dell'intersezione e il tracciamento delle corsie ne tengono conto?	16	si
Manovre			
17	Tutte le manovre consentite sono chiare e comprensibili?	17	si
18	Tutte le manovre consentite sono ben visibili agli altri utenti?	18	si, a meno delle situazioni in cui gli accessi sono molto vicini
19	I tempi di attesa per effettuare le manovre sono accettabili?	19	si
Rotatorie			
20	Le rotatorie sono ben visibili sia di giorno che di notte?	20	da verificare in sede di progettazione dell'illuminazione
21	Vi sono elementi del paesaggio (alberi, pali, etc.) che danno l'illusione che la rotatoria non ci sia?	21	no
22	Gli angoli di deviazione all'ingresso della rotatoria sono adeguati al tipo di traffico?	22	si
23	Gli angoli di deviazione all'ingresso della rotatoria garantiscono una buona visibilità?	23	si

PROGETTO DEFINITVO - Lista di controllo 3 - Intersezioni a raso			
24	I diversi tipi di isola (direzionale, divisionale, di rifugio) sono correttamente delineati e idoneamente posizionati?	24	si
25	Le svasature dei rami di ingresso della rotatoria sono adeguate?	25	si
26	Il diametro e la conformazione dell'isola centrale permette ai veicoli di circolare agevolmente?	26	si
27	E' necessario riservare delle corsie per le manovre più utilizzate?	27	no
28	Le pendenze trasversali e le canalette permettono lo smaltimento dell'acqua piovana?	28	si
29	La segnaletica orizzontale è adeguata? - Segnaletica e illuminazione	29	si
30	La segnaletica verticale è adeguata? - Segnaletica e illuminazione	30	si
31	La delineazione delle corsie e delle isole spartitraffico è adeguata? - Segnaletica e illuminazione	31	si
32	L'illuminazione è adeguata? - Segnaletica e illuminazione	32	da verificare in sede di progettazione dell'illuminazione
33	Le condizioni di circolazione sono adeguate ai pedoni e ai ciclisti?	33	si

PROGETTO DEFINITVO - Lista di controllo 5 - Parcheggi e sosta			
Parcheggi			
1	Le entrate e le uscite sono visibili da parte dei veicoli sulla strada?	1	si
2	Possono costituire un pericolo le code dei veicoli entranti?	2	si
3	Sono adeguati gli attraversamenti e i percorsi pedonali in prossimità dei parcheggi?	3	non pertinente
Aree di sosta			
4	E' appropriato l'orientamento (parallelo, obliquo, ortogonale) della sosta?	4	non pertinente
5	Sono compatibili le manovre di sosta con il deflusso veicolare?	5	non pertinente

PROGETTO DEFINITVO - Lista di controllo 4 - Utenze deboli				
Attraversamenti pedonali				
1	Il numero e la posizione degli attraversamenti pedonali sono tali da scoraggiare l'attraversamento in altre zone?	1	no	
2	Sono gli attraversamenti pedonali ben visibili da parte del traffico motorizzato?	2	si, su via Borgata Perilli è necessario un approfondimento della segnaletica di preavviso	
3	E' il traffico motorizzato ben visibile da parte dei pedoni?	3	si, su via Borgata Perilli su cui si deve fare un approfondimento sulle presenza di ostacoli o recinzioni	
4	E' adeguato il tipo di attraversamento pedonale alla larghezza della carreggiata (con presenza di isole spartitraffico, etc)?	4	si	
5	E' compatibile la velocità del flusso con il tipo di attraversamento pedonale?	5	si	
Percorsi pedonali				
6	Sono presenti marciapiedi nelle zone con flusso pedonale apprezzabile?	6	si	
Ciclisti				
7	E' sufficiente la larghezza delle banchine a consentire il flusso dei ciclisti senza invasione della carreggiata?	7	si	
8	L'entità del flusso ciclistico è tale da richiedere piste ciclabili?	8	non è stato determinato	
9	Sono adeguati i percorsi ciclabili nelle intersezioni?	9	non è stato determinato	
Motociclisti				
10	Sono presenti elementi che potrebbero costituire pericolo per i veicoli a due ruote?	10	si	