



Università degli Studi di Genova - Facoltà di Ingegneria
DIMSET - Sezione Trasporti

Metodologia innovativa di analisi preventiva di tipo Safety Review in ambito autostradale

Annalisa Nordio, Alberto Baudà



III CONVEGNO NAZIONALE
LA SICUREZZA SULLE STRADE DELLA CITTÀ
"CAMMINARE IN
PERIFERIA"
LUCCA, 21-22 febbraio 2008
Palazzo Ducale - Piazza Napoleone
Sala ex Corte d'Assise



III CONVEGNO NAZIONALE
LA SICUREZZA SULLE STRADE DELLA CITTÀ
"CAMMINARE IN
PERIFERIA"
LUCCA, 21-22 febbraio 2008
Palazzo Ducale - Piazza Napoleone
Sala ex Corte d'Assise



III CONVEGNO NAZIONALE
LA SICUREZZA SULLE STRADE DELLA CITTÀ
"CAMMINARE IN
PERIFERIA"
LUCCA, 21-22 febbraio 2008
Palazzo Ducale - Piazza Napoleone
Sala ex Corte d'Assise



III CONVEGNO NAZIONALE
LA SICUREZZA SULLE STRADE DELLA CITTÀ
"CAMMINARE IN
PERIFERIA"
LUCCA, 21-22 febbraio 2008
Palazzo Ducale - Piazza Napoleone
Sala ex Corte d'Assise



III CONVEGNO NAZIONALE
LA SICUREZZA SULLE STRADE DELLA CITTÀ
"CAMMINARE IN
PERIFERIA"
LUCCA, 21-22 febbraio 2008
Palazzo Ducale - Piazza Napoleone
Sala ex Corte d'Assise



III CONVEGNO NAZIONALE
LA SICUREZZA SULLE STRADE DELLA CITTÀ
"CAMMINARE IN
PERIFERIA"
LUCCA, 21-22 febbraio 2008
Palazzo Ducale - Piazza Napoleone
Sala ex Corte d'Assise

CHE COSA È UNA SAFETY REVIEW?

Safety Review

Analisi preventiva di sicurezza applicata alle strade esistenti finalizzata all'individuazione di quegli aspetti "dell'ambiente stradale" che sono maggiormente e con immediatezza suscettibili di miglioramento al fine della riduzione del livello di incidentalità attuale.

E' un'analisi sistematica, formale, molto flessibile e applicabile a qualsiasi elemento del contesto stradale.

Finalità

- Indagare le modalità con cui lo spazio stradale viene percepito, interpretato e utilizzato dai diversi utenti
- Individuare gli interventi infrastrutturali e ambientali che sono suscettibili di miglioramento



PROGETTO PILOTA ACI (Automobile Club Italiano) sulla S.S. 148 "Pontina": metodologia di analisi preventiva, propria dell'analisi multicriteria, applicabile a strade del tipo B, C, D, E ed F secondo il Codice della Strada. Essa è basata sull'aggregazione di più indicatori a cui viene attribuito un livello di giudizio (*grado*) legato alla sicurezza.

Segue i dettami indicati nelle "Linee guida per analisi di sicurezza delle strade" approvate dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale.



Costruzione di una **metodologia equivalente applicabile alle strade di tipo A** (Autostrade), nel rispetto della normativa vigente sulle caratteristiche tecnico-funzionali delle strade.

Applicazione sulla A6 Torino-Savona e sulla A10 Genova-Ventimiglia.



METODOLOGIA: FASI DI ANALISI PREVENTIVA

PRIMA FASE

Acquisizione di tutti i dati del tratto stradale oggetto di studio (*caratteristiche geometrico-funzionali*) in modo tale da classificare nel dettaglio il tracciato in tratti elementari (tratti di lunghezza unitaria di 1 km)

SECONDA FASE

Individuazione delle fonti di insicurezza della strada attraverso due procedimenti:

- A) analisi dei dati di incidentalità
- B) *analisi quantitativa e qualitativa di tipo multicriteria*, con la classificazione dei diversi tratti elementari secondo ambiti di qualità (*classi*), risultato dell'aggregazione di più indicatori, al fine di individuare *tratti omogenei* in termini di sicurezza

TERZA FASE

Analisi dei risultati ottenuti nella fase precedente al fine di individuare proposte di intervento per il miglioramento della sicurezza stradale e valutazione degli interventi da attuare in termini di costi, benefici e fattibilità



METODOLOGIA: 1° FASE

Ausilio di apposite *liste di controllo* (presenti nei documenti ministeriali) utilizzate nel corso di indagini sul sito. Suddivise in 10 parti:

- aspetti generali (24 domande)
- geometria (18 domande)
- intersezioni a raso (47 domande)
- intersezioni a livelli sfalsati (23 domande)
- segnaletica e illuminazione (60 domande)
- margini (25 domande)
- pavimentazione (14 domande)
- utenze deboli (34 domande)
- parcheggi e sosta (10 domande)
- interventi di moderazione del traffico (14 domande)

Le domande di cui sopra riguardano tutte le tipologie di strade → nel caso delle autostrade si potrà rispondere solo ad alcune di esse.



METODOLOGIA: 2° FASE

A) Analisi dei dati di incidentalità sulle strade in esame

Dati dai DB esistenti

Esistono diverse possibilità di analisi. Qui si propone:

$$T = 0,2 \cdot T_i + 0,3 \cdot T_f + 0,5 \cdot T_m$$

$$T_i = \frac{I}{TGM \cdot 360 \cdot km} \cdot Y$$

$$T_m = \frac{M}{TGM \cdot 360 \cdot km} \cdot Y$$

$$T_f = \frac{F}{TGM \cdot 360 \cdot km} \cdot Y$$

Individuare i tronchi a debole, media e forte incidentalità e localizzare i tratti o punti più a rischio (*tratti o punti neri*)

Questo parametro è in grado di valutare in modo indicativo il grado di esposizione al rischio e sarà utilizzato nella successiva analisi multicriteria



METODOLOGIA: 2° FASE

B) Analisi quantitativa e qualitativa di tipo multicriteria

Dati raccolti nella Fase 1

PROCEDURA

1) Classificazione della strada secondo ambiti di qualità o *classi*

Riguarda tratti elementari di 1 km che vengono poi aggregati in *tratti omogenei* sulla base di caratteri comuni individuati nella fase 1 relativamente a due tipologie di aspetti:

- **aspetti statici**, che dipendono esclusivamente dalle caratteristiche del territorio e dell'infrastruttura, ossia, aspetti di qualità intrinseca
- **aspetti dinamici**, ossia, di qualità estrinseca (come il traffico e l'incidentalità).

2) Individuazione degli *indicatori* e dei *gradi* associati

Gli aspetti *statici* e *dinamici*, propri di una certa strada, vengono attribuiti in modo univoco ad una serie di indicatori ben individuati, di cui viene valutato il *grado* di qualità legato alla sicurezza stradale in una scala di 5 gradi

	Tratti elementari / omogenei				
Gradi	1	2	3	4	5



METODOLOGIA: 2° FASE

3) Aggregazione di più indicatori secondo il metodo dell'analisi *multicriteria*

Per ogni indicatore si calcola la media ponderale dei gradi individuati; la media viene, infine, fatta corrispondere ad un *livello*, graduato su 4 valori, che rappresenta la qualità misurata nella specifica classe

Grado	Livello
≥ 1 e < 2	A
≥ 2 e < 3	B
≥ 3 e < 4	C
≥ 4 e ≤ 5	D

METODOLOGIA: 3° FASE

Una volta attribuito un livello di sicurezza per ogni tratto omogeneo individuato, è possibile emettere un giudizio oggettivo ed individuare gli interventi opportuni al fine di migliorare la sicurezza stradale.

Interventi

Diffusi → effettuati su tratti contigui
Locali → mirati a risolvere punti particolari




di tipo:




- *Gestionale* (es. adeg. segnaletica)
- *Infrastrutturale* (es. adeg. geometria stradale)
- *Ambientale* (es. adeg. illuminazione)
- *Legati a sistemi ITS*



METODOLOGIA: 3° FASE

Ogni soluzione proposta deve essere valutata sulla base di tre parametri a cui viene attribuito un giudizio

Grado	Giudizio	Costi	Benefici	Realizzabilità
1	 (buono)	<i>Contenuti</i>	<i>Intervento molto risolutivo (il fattore di rischio verrebbe eliminato totalmente)</i>	<i>Nessuna problematica (l'intervento non ha nessun ostacolo oggettivo alla messa in opera)</i>

INTERVENTO	OGGETTO	AMBITO			
D.1 (D= diffuso, L= locale)	Esempio: Illuminazione	Ambientale			
LOCALIZZAZIONE Dal km al km	FOTO				
MOTIVAZIONE					
.....					
SCHEMA INTERVENTO					
.....					
DESCRIZIONE INTERVENTO					
.....					
INTERVENTI AUSILIARI					
.....					
OSTACOLI ALLA MESSA IN OPERA					
.....					
COSTI:		BENEFICI:		REALIZZABILITA':	
					MEDIA 1,67

<i>Elevati</i>	<i>Intervento mediamente risolutivo (il fattore di rischio verrebbe eliminato parzialmente)</i>	<i>Qualche problematica (l'intervento incontrerebbe ostacoli contenuti e agevolmente sormontabili)</i>
<i>Molto elevati</i>	<i>Intervento mitigatorio (il fattore di rischio non verrebbe eliminato ma l'utenza viene posta nelle condizioni di poterlo conoscere ed evitare)</i>	<i>Elevate problematiche (l'intervento incontrerebbe notevoli ostacoli-mancanza di spazi,vincoli ambientali,ecc.-)</i>

Scheda di intervento sintetica

TABELLE DI CORRISPONDENZA GRADI-INDICATORI RELATIVAMENTE ALLE STRADE DI TIPO A (FASE 2)

Indicatori statici

Classe di indicatori	Indicatori	Tipologia
Sezione	N° corsie per senso di marcia	Quantitativo
	Larghezza corsia di marcia	Quantitativo
	Larghezza banchina in sx	Quantitativo
	Larghezza banchina in dx	Quantitativo
Piano altimetria	Curvatura	Quantitativo
	Pendenza massima	Quantitativo
Opere d'arte	Gallerie	Quantitativo
	Viadotti / Ponti	Quantitativo
Interferenze	Presenza casello autostradale	Qualitativo
	Presenza area di servizio	Qualitativo
	Cartelli pubblicitari	Qualitativo
Opere / Sistemi di sicurezza	Presenza corsia di emergenza	Qualitativo
	Presenza piazzole di sosta	Qualitativo
	Presenza colonnine S.O.S.	Qualitativo
Elementi della tratta autostradale	Pavimentazione (tipo e stato manut.)	Qualitativo
	Barriere (tipo e stato manut.)	Qualitativo
	Illuminazione (tipo e stato manut.)	Qualitativo
Segnaletica	Orizzontale (qualità e stato manut.)	Qualitativo
	Verticale di obbligo/divieto (qualità e stato manut.)	Qualitativo
	Verticale di indicazione (qualità e stato manut.)	Qualitativo
	Presenza di pannelli a messaggio variabile	Qualitativo

Indicatori dinamici

Classe di indicatori	Indicatori	Tipologia
Traffico	Livello di servizio	Qualitativo
Velocità	Diff. % positiva v. media risp. v. di progetto	Quantitativo
Incidentalità	Tasso di incidentalità	Quantitativo

Aspetti qualitativi delle tabelle → esperienza del gruppo di lavoro

Aspetti quantitativi → tabella di corrispondenza facendo riferimento, per ciò che è possibile, alle “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” (redatte dal C.N.R., D.M. 5/11/2001 G.U. 4/01/2002 S.O. serie generale)

Criterio generale di attribuzione: far corrispondere al grado di sicurezza maggiore il più alto valore previsto dalla normativa; poi i gradi scalano in funzione di una distribuzione equa tra i 5 gradi previsti



TABELLE DI CORRISPONDENZA GRADI-INDICATORI RELATIVAMENTE ALLE STRADE DI TIPO A (FASE 2)

Tabelle per le classi statiche

SEZIONE					PLANOALTIMETRIA		OPERE D'ARTE	
Grado	N° corsie x senso di marcia	Larghezza corsia	Larghezza banchina sx	Larghezza banchina dx	Curvatura	Pendenza massima	Gallerie	Viadotti / ponti
1	3,4	3,75 m	≥ 0,70 m	3,00 m in presenza di corsia emergenza	rettilineo	0%	0%	0%
2	2	< 3,75 m	< 0,70 m	2,50 m in assenza di corsia emergenza	curve con raggio min. ≥ 4820 m	0% - 3%	0% - 20%	0% - 20%
3	1	-	-	< 2,5 m	curve con raggio min. ≥ 964 m e < 4820 m	3% - 4% (limite pendenza in galleria)	20% - 50%	20% - 50%
4	-	-	-	-	curve con raggio min. ≥ 339 m e < 964 m	4% - 6%	50% - 80%	50% - 80%
5	-	-	-	-	curve con raggio min. < 339 m	6% - 7%	80% - 100%	80% - 100%
Pesi	<i>40</i>	<i>30</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	60	40	60	40



TABELLE DI CORRISPONDENZA GRADI-INDICATORI RELATIVAMENTE ALLE STRADE DI TIPO A (FASE 2)

Tabelle per le classi dinamiche

TRAFFICO		VELOCITA'	INCIDENTALITA'
Grado	L.O.S.	Diff. % positiva Velocità di progetto - Velocità media	Tasso di incidentalità
1	A	>20%	0 ÷ 0,60
2	B	15% - 20%	0,60 ÷ 0,80
3	C	10% - 15%	0,80 ÷ 1,10
4	D	10% - 5%	1,10 ÷ 1,40
5	E/F	<5%	>1,40
Pesi	-	-	-

Classificazione propria
del caso in esame, in
quanto è frutto
dell'analisi effettuata
nella Fase 2



TABELLE DI CORRISPONDENZA GRADI-INDICATORI RELATIVAMENTE ALLE STRADE DI TIPO A (FASE 2)

Una volta applicate le tabelle di corrispondenza ed accorpendo i tratti elementari con caratteristiche comuni in tratti omogenei si ottiene una valutazione semplice e chiara della sicurezza

Gradi assunti dagli indicatori (tratti omogenei) relativamente alla A6, To-Sv, carreggiata Nord

Aspetti	Classe	Tipologia	Indicatori	Tratti omogenei											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
STATICI	Sezione	Quantità	N° corsie x senso di marcia	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
			Larghezza corsia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			Larghezza banchina sx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			Larghezza banchina dx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Planoaltimetria	Quantità	Curvatura	3	2	2	2	1	1	3	2	2	1	1	
			Pendenza massima	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Opere d'arte	Quantità	Gallerie	2	2	4	2	2	2	1	3	1	1	1	
			Madotti / ponti	2	3	3	2	3	2	3	2	3	1	1	
	Interferenze	Qualità	Presenza casello autostradale	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	
			Presenza area di servizio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
													
DINAMICI	Velocità	Quantità	Diff. % pos. V. progetto-V. media	2	2	4	4	4	3	3	3	3	3	4	
	Traffico	Qualità	L.O.S.	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	
	Incidentalità	Quantità	Tasso di incidentalità	1	2	2	1	1	2	1	2	3	1	1	

11 tratti omogenei:

km 88+000 ÷ 91+500;
 km 91+500 ÷ 95+500;
 km 95+500 ÷ 97+500;
 km 97+500 ÷ 100+500;
 km 100+500 ÷ 105+500;
 km 105+500 ÷ 108+500;
 km 108+500 ÷ 110+500
 (stazione di Altare);
 km 110+500 ÷ 112+500;
 km 112+500 ÷ 115+500;
 km 115+500 ÷ 121+500;
 km 121+500 ÷ 124+765
 (raccordo A6-A10)



....FASE 2

Costruendo il grado medio di ogni classe e facendolo corrispondere al relativo livello si ottiene la valutazione dei livelli delle classi per ogni tratto omogeneo (A6, To-Sv, carreggiata Nord)

Tratto	BEDONE		P.LANCIATI TIMETRIA		OPERE D'ARTE		TRAFFICO		INCIDENT. "ALTA"	
	Grado	Livello	Grado	Livello	Grado	Livello	Grado	Livello	Grado	Livello
1	1,25	A	2,00	B	2,00	B	1,00	A	1,00	A
2	1,25	A	1,50	A	2,50	B	1,00	A	2,00	B
3	1,25	A	1,50	A	3,50	C	1,00	A	2,00	B
4	1,25	A	1,50	A	2,00	B	1,00	A	1,00	A
5	1,25	A	1,00	A	2,50	B	1,00	A	1,00	A
6	1,25	A	1,00	A	2,00	B	1,00	A	2,00	B
7	1,25	A	2,00	B	2,00	B	2,00	B	2,00	B
8	1,25	A	1,50	A	2,50	B	2,00	B	2,00	B
9	1,25	A	1,50	A	2,00	B	2,00	B	3,00	C
10	1,25	A	1,00	A	1,00	A	2,00	B	1,00	A
11	1,25	A	1,00	A	1,00	A	2,00	B	1,00	A



- **Classificazione** non semplicemente tipologica, ma **funzionale**, in quanto tiene conto di aspetti della sicurezza legati non solo all'incidentalità nel mero senso statistico ma anche di aspetti direttamente connessi alle cause di tipo infrastrutturale, di traffico, ambientali ecc.
- Permette di indirizzare meglio le **scelte di pianificazione territoriale** verso le tratte stradali che richiedono maggiore attenzione mettendo in evidenza il **tipo di intervento** da attuare.



Università degli Studi di Genova
Facoltà di Ingegneria

Si ringrazia per l'attenzione!

***DIMSET - Dipartimento di Macchine, Sistemi Energetici e Trasporti
Sezione Trasporti
Via Montallegro, 1 - 16145 Genova***

Ing. Annalisa Nordio, PhD

cell.: (+39) 338 8287483

tel.: (+39) 010 353 2550 (diretto)

tel.: (+39) 010 353 2465 / 2466 (segreteria)

fax.: (+39) 010 353 2558

e-mail: annalisa.nordio@unige.it

Prof. Alberto Baudà

tel.: (+39) 010 353 2467 (diretto)

tel.: (+39) 010 353 2465 / 2466 (segreteria)

fax.: (+39) 010 353 2558

e-mail: abauda@unige.it

