



Provincia Regionale di Catania



Unione Europea



DICA Università degli Studi di Catania

PROJECT TREN-03-ST-S07.31286

Identification of Hazard Location and Ranking of
Measures to Improve Safety on Local Rural Roads



Identificazione e Adeguamento delle Strade Pericolose

LA VERIFICA SPERIMENTALE DEL MODELLO

Salvatore Cafiso

(responsabile scientifico del progetto)

Università degli Studi di Catania

Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale

27 sett. 2006 - GIORNATA di STUDIO
Il progetto I.A.S.P e il Centro di Monitoraggio
della Provincia Regionale di Catania



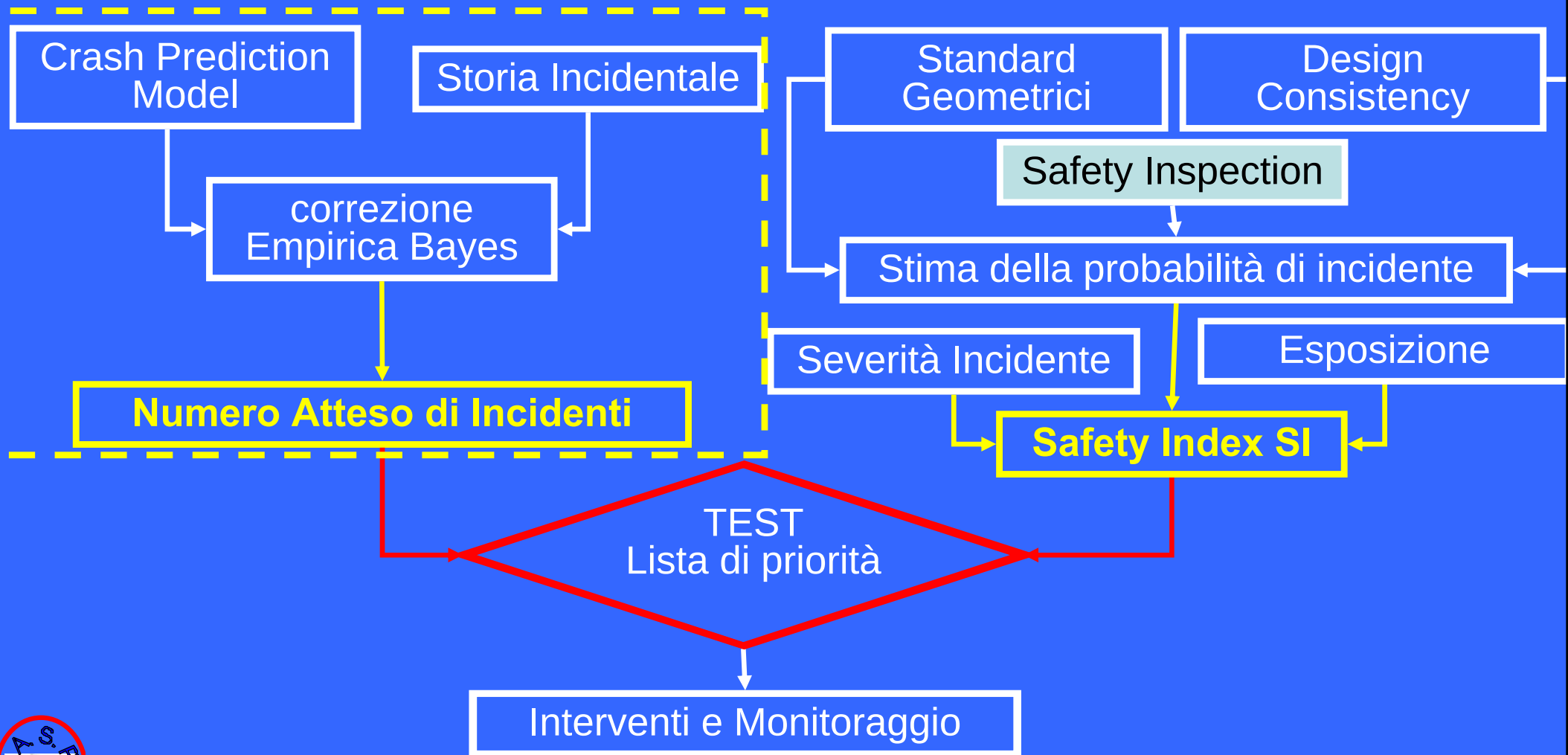
Salvatore Cafiso



Struttura del progetto

IASP project

Identification of Hazard Location and Ranking of Measures to Improve Safety on Local Rural Roads



ID Incidente	ANNO	MESE	GIORNO	ORA	ORGANO RILEVATORE	CONDIZIONI PAVIMENTAZIONE	CONDIZIONI METEO

LOCALIZZAZIONE	TIPOLOGIA INCIDENTE	VEICOLO A	VEICOLO B	VEICOLO C	VEICOLO D	MORTI	FERITI	NOTE

Dati ISTAT

Tempestività (ISTAT 2004)

Completezza (circa il 20% di incidenti mancanti)

Precisione (24 % di incidenti non localizzati nelle SS - 90 % nelle SP)

Acquisizione dati
direttamente presso
gli organi rilevatori

collaborazione con
la Polizia Stradale e
Carabinieri

CONDIZIONI PAVIMENTAZIONE	CONDIZIONI METEO	TIPOLOGIA INCIDENTE	LOCALIZZAZIONE	VEICOLO
Asciutto	Sereno	Scontro frontale	Intersezione	Autovettura (ATV)
Bagnato	Nebbia	Scontro frontale-laterale	Rotatoria	Autobus
Sdruciolevole	Pioggia	Scontro laterale	Rettilineo	Autocarro (ATC)
Ghiacciato	Grandine	Tamponamento	Curva	Autotreno
Innevato	Neve	Investimento di pedoni	Dosso, strettoia	Autoarticolato
	Vento forte	Urto con veicolo in fermata	Pendenza	Trattore stradale
	Altro	Urto con veicolo in sosta	Galleria	Macchina agricola
		Urto con ostacolo		Velocipede
		Urto con treno		Ciclomotore
		Fuoriuscita (o sbandamento)		Motociclo
				Motocarro
				Veicolo a trazione animale o a braccia
				Veicolo ignoto (datosi alla fuga)

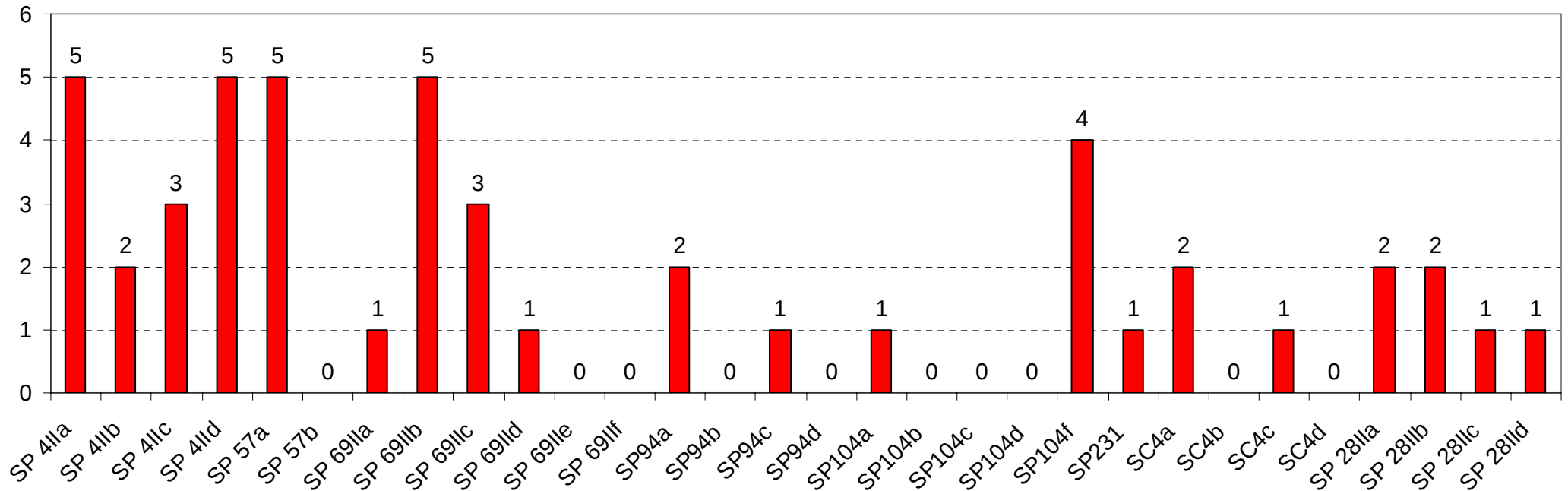


Data Base Incidenti

	LOCALIZZAZIONE	ID	ANNO	MESE	GIORNO	ORA	ORG. RILEVATORE	CONDIZIONI PAVIMENTAZIONE	CONDIZIONI METEO	TIPOLOGIA INCIDENTE	UBICAZIONE	VEICOLO A	VEICOLO B	VEICOLO C	MORTI	FERTI
SP69/II	A 3.5 Km dalla base di Sigonella	1	2000	10	10	18.20	C.C. CT N.R.M.	Asciutto	Sereno	Urto frontale	Rettifilo	ATV	Furgone		0	3
	Km 17+400 (azienda agricola Passo Martino)	2	2000	8	24	13.40	C.C. CT N.R.M.	Asciutto	Sereno	Tamponamento+urto frontale	Rettifilo	ATV (pirata)	ATV	ATV	0	2
	Km 0+400	3	2002	3	28	9.00	P.S. CT	Bagnato	Sereno	Sbandamento	Curva	ATV	ATV		0	8
	Intersezione SP70II	4	2002	10	17	15.45	P.S. CT	Asciutto	Sereno	Urto fronto-laterale	Intersezione	ATV	ATV		0	1
	Intersezione SP70	5	2003	11	8	5.45	C.C. Paternò	Asciutto	Sereno	Urto fronto-laterale	Intersezione	ATV	ATC		0	2
	Km 6 Contrada Fiumefreddo	6	2000	6	19	20.15	C.C. Lentini	Asciutto	Sereno	Urto frontale	Curva	ATV	ATV		0	2
	Km 16+700	7	2002	5	19	9.00	C.C. Lentini	Asciutto	Sereno	Tamponamento	Rettifilo	ATV	Bicicletta		0	1
	A circa 40m dal cancello di emergenza 41° Stormo	8	2003	9	12	16.15	P.S. Caltagirone	Asciutto	Nuvoloso	Sbandamento	Rettifilo	Moto			1	0
	Intersezione tra SS385 e SP197	9	2003	6	16	7.00	P.S. Caltagirone	Asciutto	Sereno	Urto fronto - laterale	Intersezione	ATV	ATV		2	2
	Ingresso aeronautica militare 41° Stormo	10	2002	6	24	16.30	P.S. Caltagirone	Asciutto	Sereno	Urto fronto - laterale	Rettifilo	ATV	ATV		0	1
	Ingresso aeronautica militare (tra azienda agricola Riolo e palo SIP n°28)	11	2002	4	5	17.15	P.S. Caltagirone	Asciutto	Sereno	Urto con veicolo in sosta	Rettifilo	ATV	ATV		0	1
	Ingresso aeronautica militare 41° Stormo	12	1999	2	19	14.50	P.S. Caltagirone	Asciutto	Sereno	Urto fronto-laterale e urto con veicolo in sosta	Rettifilo	ATV	ATV	ATV (sosta)	0	2
	A 3,5 Km dall'azienda Costantina direzione Passo Martino	13	1999	8	21	21.00	P.S. Caltagirone	Asciutto	Sereno	Sbandamento	Rettifilo	ATV			1	1



Incidenti nel periodo 1999 - 2003



L'incidente è un evento “**RARO**” e “**ALEATORIO**”

Variabilità casuale del dato incidentale

$$Y = \hat{E}(Y) \pm \varepsilon$$

ε : errore della stima



Modelli di regressione statistica

$$Y = \hat{E}(Y) \pm \varepsilon$$

(ε : errore della stima distribuito secondo una Binomiale Negativa)

Modelli Lineari Generalizzati

$$\hat{E}(Y) = e^{a_0} \times L^{a_1} \times ADT^{a_2}$$

$E(Y)$: numero atteso di incidenti (5 anni)

L : lunghezza del tronco

ADT : traffico giornaliero medio

a_0, a_1, a_2 : coefficienti di regressione

Modello predittivo IASP

$$\hat{E}(Y) = e^{-5.861} \times L^{0.601} \times ADT^{0.747}$$

DOF	variable	Coefficient		t-ratio	p-value	k	Φ	SD	Pearson χ^2	$X^2_{0.05, 27}$
27	Constant		-5.861	-2.48	0.019	3.56	0.98	34.09	26.44	40.11
	L		0.601	1.85	0.076					
	ADT		0.747	2.59	0.015					
Log Likelihood		-18.84								



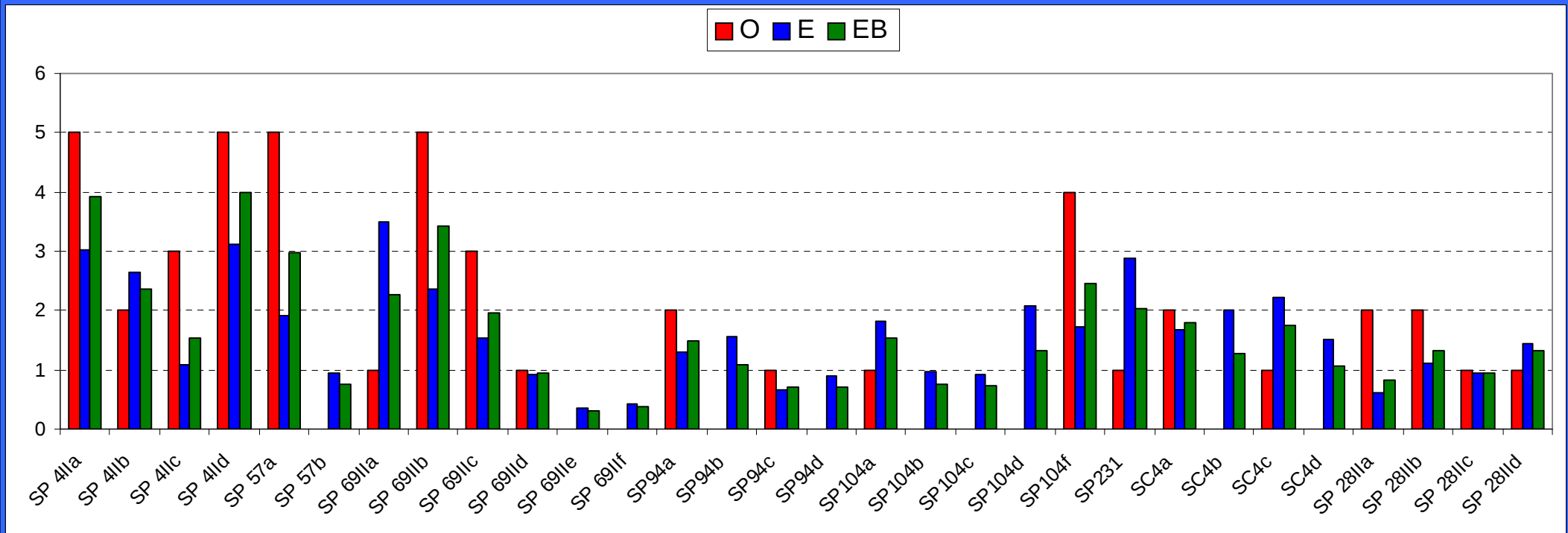
Correzione Empirica Bayesiana

Incidenti osservati (O_i) $\cup$ incidenti attesi (E_i) = Stima corretta degli incidenti sul tronco (EB_i)

$$EB_i = w \hat{E}(Y_i) + (1-w) O_i$$

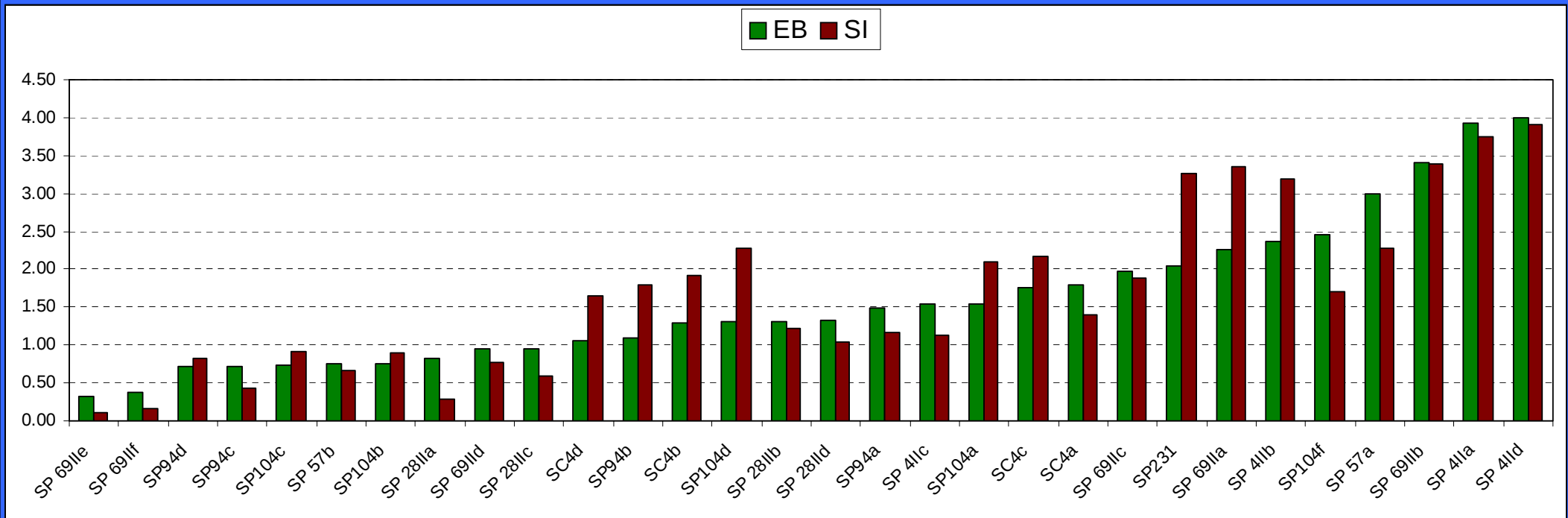
$$w = \frac{k}{k + \hat{E}(Y_i)}$$

K: parametro della binomiale negativa



VERIFICA SPERIMENTALE

Confronto tra lista di priorità **SI_i** e Stima incidenti **EB_i**



Test statistico

(Spearman rank correlation)

$$r = 1 - \frac{6 \times \sum D_i^2}{N \times (N^2 - 1)} \quad (r = 1 \text{ correlazione perfetta} \div r = 0 \text{ assenza di correlazione})$$

Di: differenza di priorità ÷ N: numero di coppie di confronto

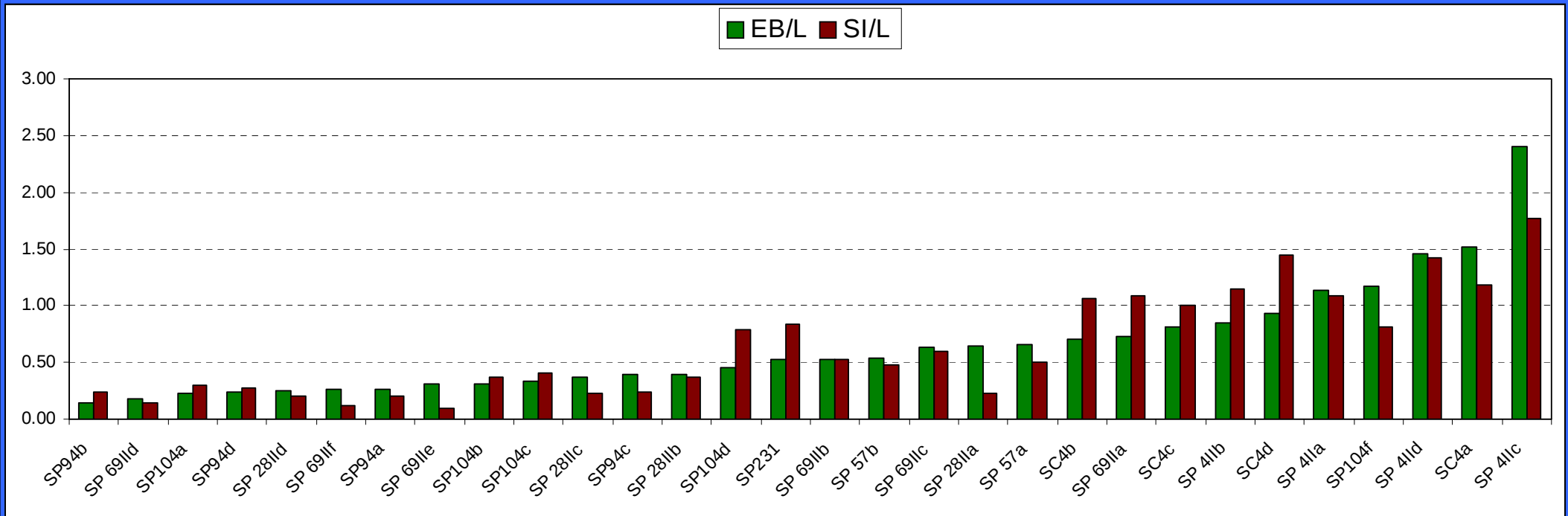
$$T = r \times \sqrt{\frac{(N-2)}{(1-r^2)}} \quad (T: \text{variabile con una distribuzione t-student a } N-2 \text{ gradi di libert\`a})$$

$$r = 0.87 \div T = 9.54 \div \text{significativit\`a} > 99\%$$



VERIFICA SPERIMENTALE

Confronto tra lista di priorità Si_i/L e Stima incidenti EB_i/L



Test statistico

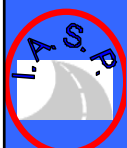
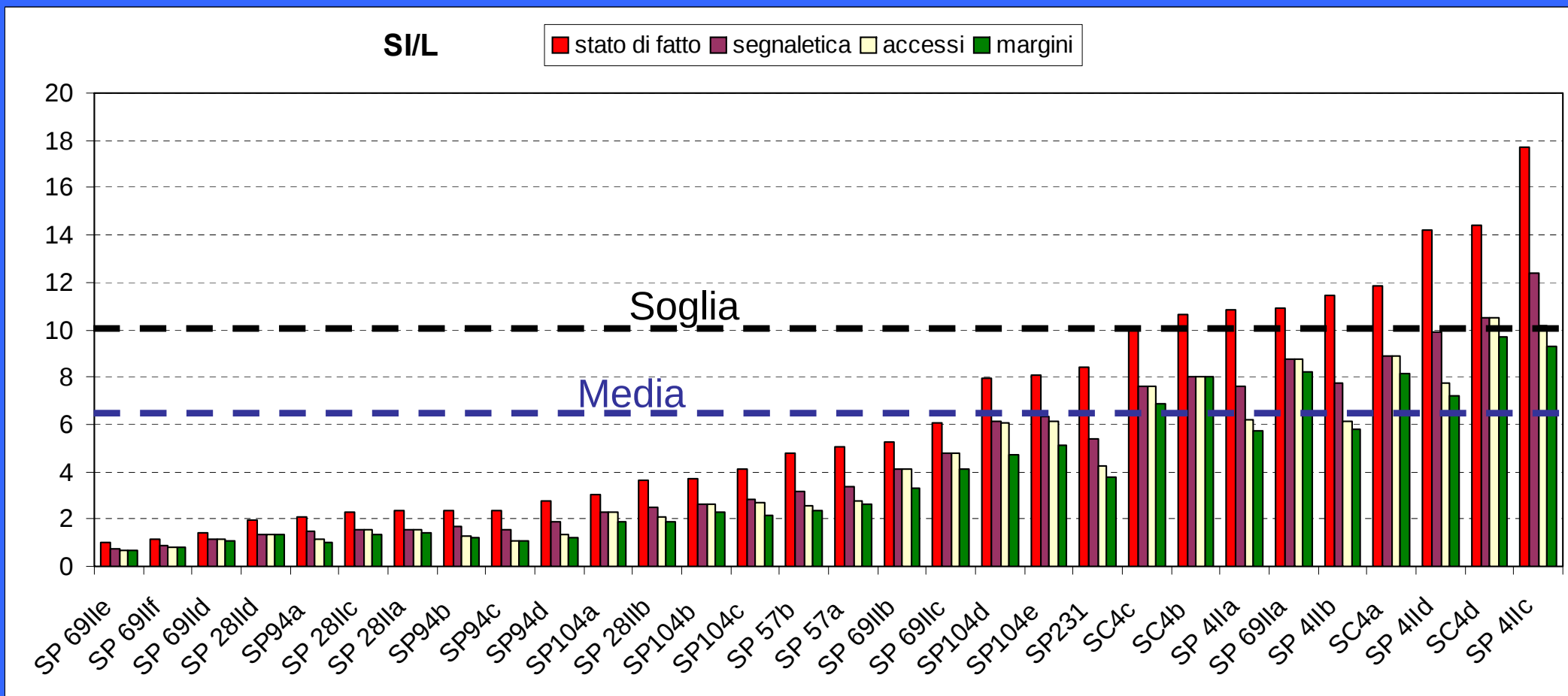
(Spearman rank correlation)

$r = 0.87 \div T = 9.15 \div \text{significatività} > 99\%$



PROGRAMMAZIONE DEGLI INTERVENTI

Priorità sui tronchi (max SI/L)
Efficacia Interventi (costo/(riduzione SI/L))



ELENCO PUBBLICAZIONI

- 1- ***"Procedure di rilievo e ricostruzione dei tracciati stradali per la realizzazione di un GIS per il catasto delle strade"***. S. Cafiso, A. Di Graziano, G. Di Pasquale. XII Convegno Nazionale SIIV. Parma, Ottobre, 2002.
- 2- ***"Progettazione e Sperimentazione di un Sistema per il Rilievo ad Alto Rendimento della Viabilità in Esercizio"***. S. Cafiso, A. Di Graziano, G. La Cava, S. Calabro'. XIII Convegno Nazionale SIIV. Padova, Ottobre, 2003.
- 3- ***"A Methodological Approach for the Safety Evaluation of Local Two-Lane Rural Roads"***. S. Cafiso, G. La Cava, A. Montella, M. Perneti. 1st European Road Congress, Lisbon, November 2004.
- 4- ***"Operative Procedures For Road Safety Inspections"***. S. Cafiso, G. La Cava, S. Leonardi, A. Montella, G. Pappalardo. International Conference Road Safety on Four Continents, Varsavia (PL), Ottobre 2005.
- 5- ***"Procedure Operative per le Analisi di Sicurezza delle Strade Esistenti"***. S. Cafiso, G. La Cava, S. Leonardi, A. Montella, G. Pappalardo. Rapporto di Ricerca IASP, Catania 2005
- 6- ***"Mid Term Research Report"***. S. Cafiso, A. Di Graziano, G. La Cava, A. Montella, G. Pappalardo, S. Leonardi, S. Taormina. Rapporto di Ricerca IASP, Catania 2006.
- 7- ***"Una procedura per il miglioramento dell'efficacia e dell'affidabilità delle ispezioni di sicurezza delle strade esistenti"***. S. Cafiso, G. La Cava, A. Montella, G. Pappalardo. AIPCR; XXV Convegno Nazionale Stradale, ottobre 2006, Napoli.



Grazie per l'attenzione !



Salvatore Cafiso

Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale
Facoltà di Ingegneria – Università di Catania

E-mail: dcafiso@dica.unict.it

Web: <http://www.dica.unict.it/users/dcafiso/>

