



NAPOLI Ottobre 2021



S.I.I.V.
SOCIETÀ ITALIANA INFRASTRUTTURE VIARIE

**LA STRADA PROTAGONISTA NEL PROCESSO DI GESTIONE DEI RISCHI
TERRITORIALI**
Antonino D'Andrea





**Alaska, 1964
(Magnitudo=8.3R)**



**Loma Prieta, California,
1989 M=7.1R**



**Kobe, 1995
(M=6.9R)**



CENTRALITÀ DEL SISTEMA DEI TRASPORTI NELL'AMBITO DELLE ATTIVITÀ DI PROTEZIONE CIVILE

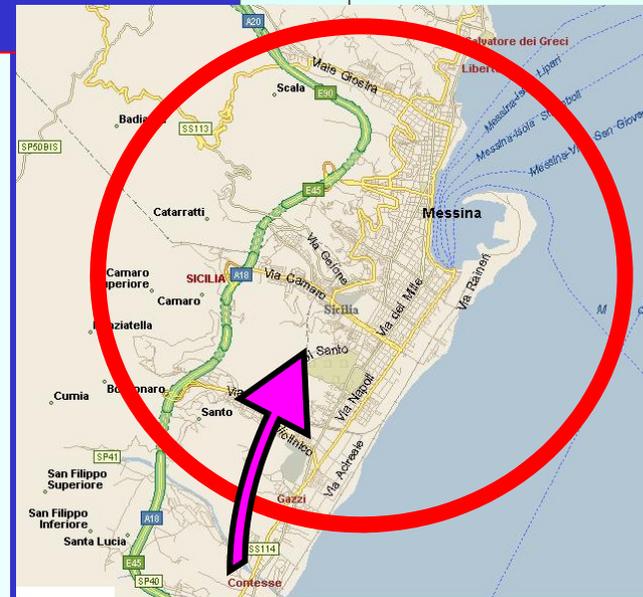
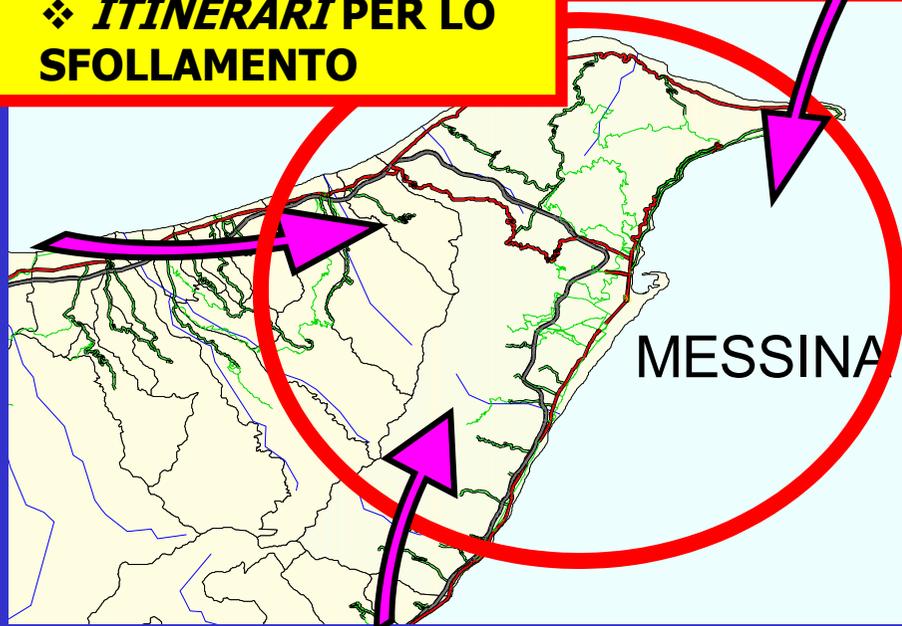
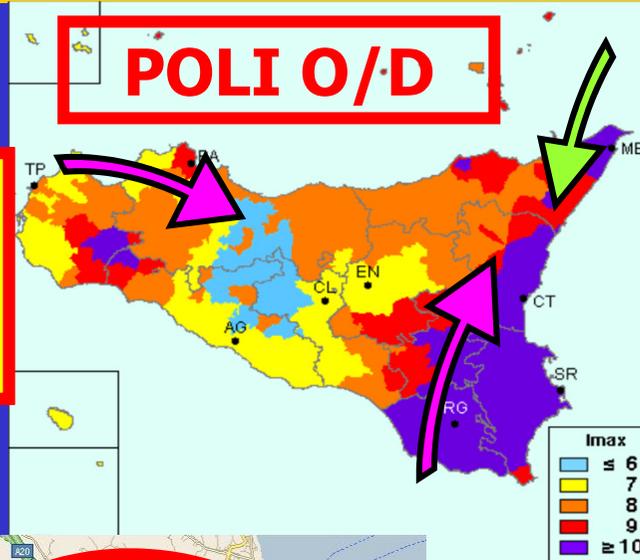
IMPORTANZA DELLO SCENARIO

- ❖ POSSIBILITÀ DI **ACCESSO** ALLE AREE COLPITE PER I SOCCORSI

- ❖ **ITINERARI** PER LO SFOLLAMENTO

RICONOSCIMENTO DELLA RETE STRATEGICA

POLI O/D



ALCUNE TAPPE DELLA RICERCA
(altri Autori mi scuseranno per la dimenticanza)

A. D'Andrea
ANALISI DEL COMPORTAMENTO DEI MURI DI
SOSTEGNO E DEI RILEVATI SOLLECITATI DA ZIONI
SISMICHE -
Ingegneria sismica, Anno II - n.1, Genn.-Apr. 1985

A. D'Andrea; G Bosurgi
SUL COMPORTAMENTO DEI RILEVATI STRADALI E
FERROVIARI SOTTOPOSTI AD AZIONI SISMICHE". 1985.



WORLD ROAD ASSOCIATION
ASSOCIATION MONDIALE DE LA ROUTE
"Exchange knowledge and techniques on roads and road transportation."

A. D'Andrea; S. Cafiso; A. Condorelli
"EVALUATION OF RISK ON ROAD INFRASTRUCTURES"
XXI World Road Congress – Kuala Lumpur, 1999



A. D'Andrea e Altri
UN MODELLO DI GIS PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO SULLE INFRASTRUTTURE
STRADALI NELLE EMERGENZE DELLA PROTEZIONE CIVILE – Verona 2001

A. D'Andrea; S. Cafiso; A. Condorelli
"Methodological considerations for the evaluation of seismic risk on road network" –
PURE AND APPLIED GOEPHYSICS – Vol. 162, 2005 – Birkhauser Verlag, Basel,
2005.

"XXV Convegno Nazionale
A.I.P.C.R. Napoli,
ottobre 2006.

"Metodologie e procedure per la valutazione del rischio sismico sulle
strade" – ATTI DEL COMITATO TECNICO 3.2 DELL'A.I.P.C.R.:
"GESTIONE DEI RISCHI LEGATI ALLE STRADE" - Cap. redatto da
A.D'Andrea con la collaborazione di AA.VV.

A. D'Andrea
UNA METODOLOGIA PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO DI UNA RETE
STRADALE EXTRAURBANA IN PRESENZA DI BUDGET LIMITATO-
QUADERNO AIPCR – C.T. C3 2010

"Analisi delle condizioni limite di equilibrio dei muri di sostegno a gravita' soggetti ad azioni sismiche". Ingegneria sismica, Anno II - n.1, Gennaio-Aprile 1985

"Sulle condizioni di stabilita' delle opere di contenimento in cemento armato soggette ad azioni sismiche". Ingegneria sismica, Anno V n.3, Settembre-Dicembre '88 (In collaborazione con M.M. Trainiti)

"Sul comportamento dei rilevati stradali e ferroviari sottoposti ad azioni sismiche". Quaderno n.34 dell'Istituto di Strade, Ferrovie ed Aeroporti della Facolta' di Ingegneria di Catania. Catania 1985. (In collaborazione con G.Bosurgi).

"Proposta di un S.I.T. per la valutazione del rischio sismico del sistema dei trasporti" - Congresso Nazionale S.I.F.ER.T. - Parma, 1997. (In collaborazione con L. Leone e G. Mussumeci).

" Methodology for the evaluation of seismic risk on road networks" - Convegno: "28 Dicembre 1908 - 90 anni dopo. - La ricerca scientifica fra aspettative e impegno civile." - Università degli Studi di Messina -Osservatorio Sismologico- Messina, 19 Dicembre 1998. (In collaborazione S. Cafiso e A. Codorelli).

"Verifica delle condizioni di resistenza sismica di un rilevato stradale con gradonature laterali mediante analisi dinamica aleatoria" - Quarry and Construction - Luglio 1999 . (In collaborazione con G. Bosurgi)

"Un GIS per la gestione delle Infrastrutture Viarie nelle emergenze post-sismiche" – 3^ Conferenza Nazionale A.S.I.T.A, Napoli, 9-12 Novembre 1999. (In collaborazione con S. Cafiso, G. Mussumeci, R.Colombrita

Analisi di affidabilità per la valutazione dell'efficacia degli interventi di rinforzo sui rilevati con gradonature laterali in condizioni sismiche" - X Convegno Nazionale S.I.I.V. – Acireale, Ottobre 2000. (In collaborazione con G. Bosurgi e O. Pellegrino, F. Trifirò).

"Analisi di vulnerabilità dei rilevati per la valutazione del rischio sismico della rete stradale" - - X Convegno Nazionale ANIDIS - L'ingegneria sismica in Italia – Potenza 9-12 Settembre 2001. (In collaborazione con G. Bosurgi, O. Pellegrino, F Trifirò

"Un modello di GIS per la valutazione del rischio sulle infrastrutture stradali nelle emergenze della protezione civile" - XI Convegno Nazionale S.I.I.V. – Verona, Novembre 2001. (In collaborazione con S. Cafiso, R. Colombrita, F. Colombrita, A. Mussumeci, A.Condorelli).

"Metodologie e procedure per la valutazione del rischio sismico sulle strade" – Cap. 6.1 del QUADERNO DEL COMITATO TECNICO 3.2 DELL'A.I.P.C.R.: "GESTIONE DEI RISCHI LEGATI ALLE STRADE" – XXV Convegno Nazionale A.I.P.C.R. (pp. 78-91). – Napoli, ottobre 2006. - (A.D'Andrea con la collaborazione di AA.VV.)

Una metodologia per la valutazione del rischio sismico di una rete stradale extraurbana in presenza di budget limitato-quaderno AIPCR – C.T. C3 2010

PROTEZIONE CIVILE - ATTIVITÀ E COMPITI

PREVISIONE Attività diretta - allo studio ed alla determinazione delle cause dei fenomeni calamitosi
- alla identificazione dei rischi ed alla individuazione delle zone del territorio potenzialmente coinvolte

PREVENZIONE Attività volte ad evitare o ridurre al minimo la possibilità che si verifichi l'evento o che si verifichino danni conseguenti agli eventi.

SOCCORSO Elaborazione dei risultati diretti ad assicurare alle popolazioni colpite dagli eventi ogni forma di assistenza primaria

SUPERAMENTO DELL'EMERGENZA

RISCHIO $P \times E \times V$

PERICOLOSITÀ:

Sismologia, macrozonazione,
microzonazione,..

ESPOSIZIONE:

Studi sulla distribuzione della
popolazione e dei beni a rischio

VULNERABILITÀ:

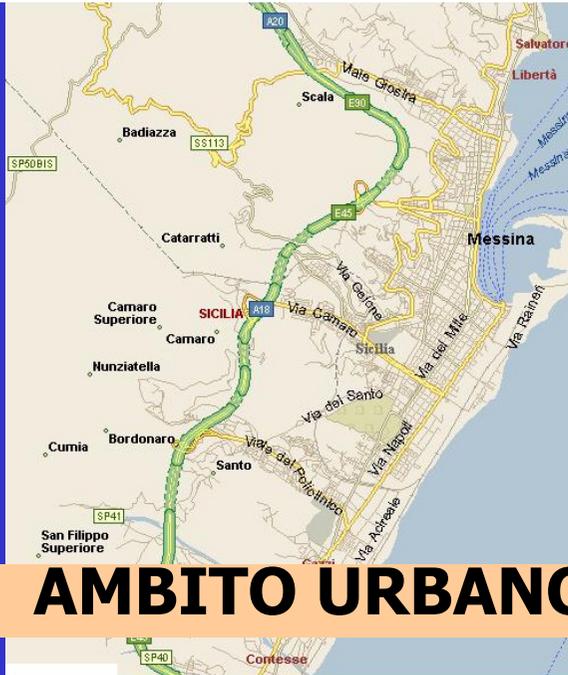
Valutazione della propensione al
danneggiamento delle infrastrutture

RISCHIO:

modelli di valutazione

Specificità della rete stradale

- Funzionalità in CONDIZIONI ORDINARIE:
Mobilità, Accesso
 - **FUNZIONALITÀ IN CONDIZIONI DI EMERGENZA**
 - **VIE DI ACCESSO PER I SOCCORSI (LIFELINES)**
 - **VIE DI FUGA SFOLLAMENTO**
 - **Penetrazione capillare nel territorio**
 - **ACCESSIBILITÀ**
- 



AMBITO URBANO

VERIFICA DELLA FUNZIONALITA'

FUNZIONALITÀ della rete: percorsi strategici, percorsi alternativi

PERCORRIBILITÀ: geometria del tracciato; affidabilità "fisica"



AMBITO EXTRAURBANO

**LIV. DI GRAVITA'
DELL'EVENTO**



LIV. GESTIONE



RETE VIARIA COINVOLTA

Reti primaria, principale, secondaria e locale



DIVERSE SCALE DI INDAGINE:

globalità della **RETE**

singolo **RAMO**

singolo **MANUFATTO**



dall'insieme di diversi componenti

Ponti e viadotti

Opere di sostegno

Rilevati

Pendii Scarpate

Gallerie

Edifici a margine



RISCHIO P x E x V

IN RELAZIONE ALLA RETE STRADALE

FUNZIONALITA' COMPLESSIVA

**FUNZIONALITÀ DELLA RETE:
PERCORSI STRATEGICI
PERCORSI ALTERNATIVI**

IN RELAZIONE AL SINGOLO RAMO

AFFIDABILITÀ FISICA

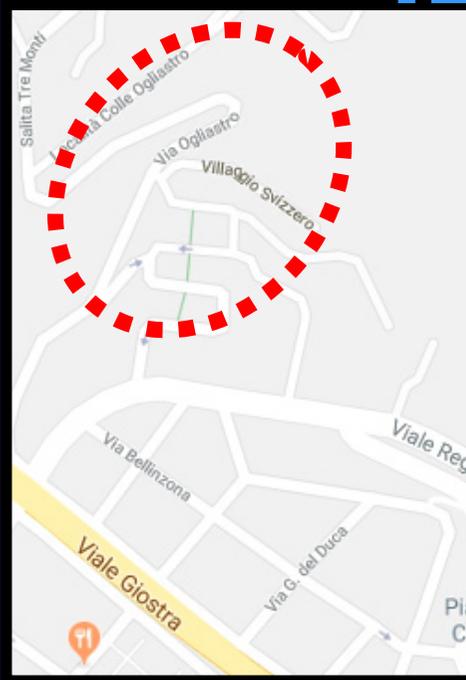
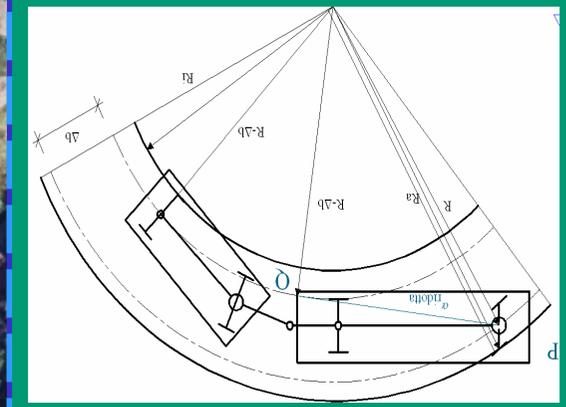
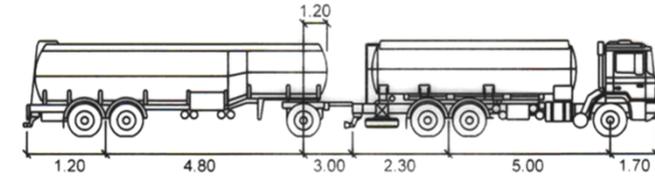
PERCORIBILITÀ DELLE SINGOLE STRADE

**GEOMETRIA DEL TRACCIATO
PRINCIPALI ELEMENTI DA
VALUTARE
(S.S.N. e altri)**

LARGHEZZA STRADALE	< 6 m
STRETTOIE LOCALIZZATE	presenza
RAGGIO CURVE PLANIMETRICHE	< 20 m
PENDENZA LONGITUDINALE	> 10%

PERCORRIBILITA' GEOMETRIA DEL TRACCIATO

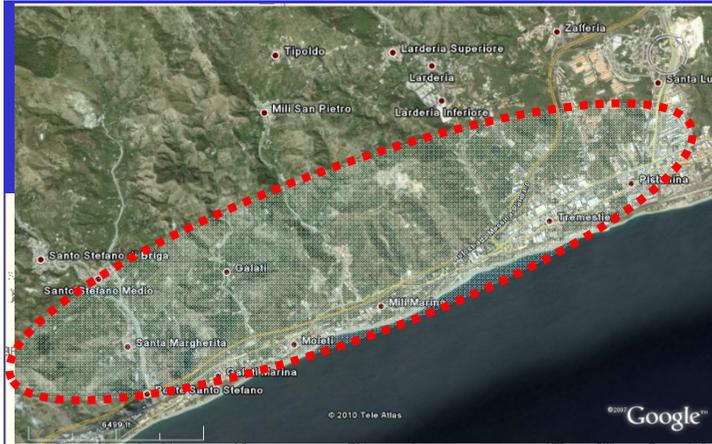
**IN AMBITO
EXTRA URBANO**



**IN AMBITO
URBANO**



PERCORSI ALTERNATIVI



Un caso concreto (Una metodologia per la valutazione del rischio sismico di una rete stradale extraurbana in presenza di budget limitato- quaderno AIPCR – C.T. C3 2010)- A. D'Andrea e Altri



"ANALISI DELLA RETE STRADALE EXTRAURBANA DELLA PROVINCIA DI MESSINA CON RIFERIMENTO AL RISCHIO SISMICO"

APPROCCIO MULTISCIPLINARE

LIFELINES

globalità della RETE

"Liv. 1" : Autostr. - S. S.

Liv. 2" : SS.PP. e non, utili come vie di accesso fondamentali ai centri ab. princ. dei capoluoghi di comune;

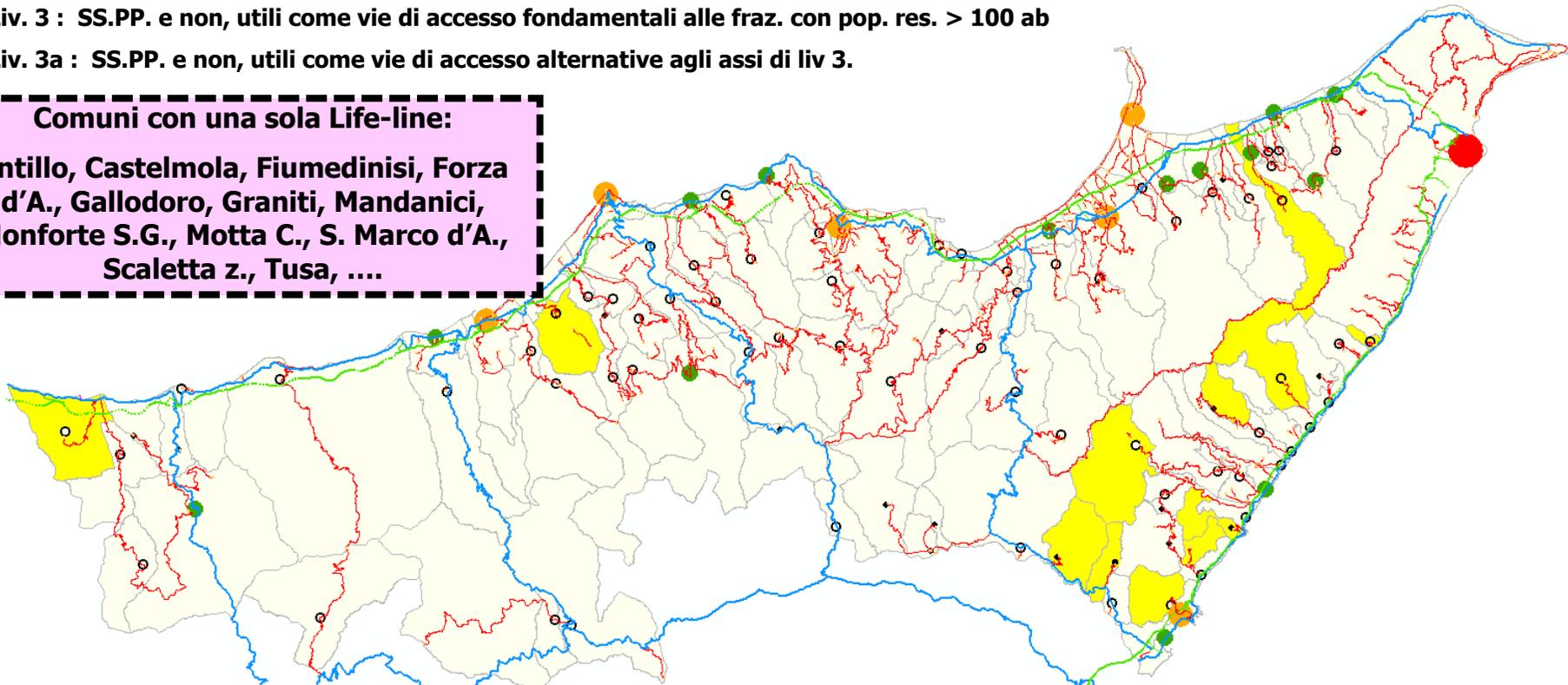
"Liv. 2a : SS.PP. e non, utili come vie di accesso alternative agli assi di liv. 2

"Liv. 3 : SS.PP. e non, utili come vie di accesso fondamentali alle fraz. con pop. res. > 100 ab

"Liv. 3a : SS.PP. e non, utili come vie di accesso alternative agli assi di liv 3.

Comuni con una sola Life-line:

Antillo, Castelmola, Fiumedinisi, Forza d'A., Gallodoro, Graniti, Mandanici, Monforte S.G., Motta C., S. Marco d'A., Scaletta z., Tusa,



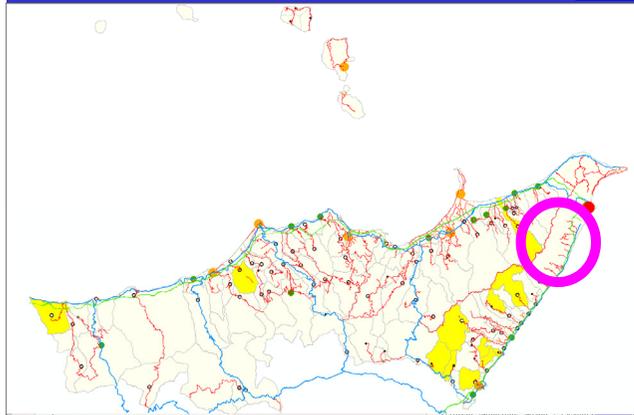


Analisi SS.PP. Life-lines liv. 2 e 3 Territorio Provinciale

Livello di PERICOLO		Pop. res. Servita Ab.	PGA	Livello di ESPOSIZIONE	Pop. res. Servita	INDICE DI RISCHIO SISMICO	Livello di Vulnerabilit' Geologica
$0,175 < P_1$ - BASSO	$100 < E_1^*$	$1,87 < IRS$	$1,00 < VG_1$ - BASSO	$\leq 1,60$			
$0,200 \leq P_2$ - MODERATO	$1.000 < E_2^*$	$6,00 < IRS$	$1,60 < VG_2$ - MODERATO	$\leq 2,40$			
$0,225 < P_3$ - MEDIO	$3.000 < E_3^*$	$9,00 < IRS$	$2,40 < VG_3$ - MEDIO	$\leq 3,20$			
$0,225 < P_4$ - ELEVATO	$5.000 < E_4^*$	$14,00 < IRS$	$3,20 < VG_4$ - ELEVATO	$\leq 4,00$			

IRS	IRS	IRS	IRS	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	VG ₁	VG ₂	VG ₃	VG ₄
E ₁ *	E ₁	P ₁	R ₁ *	R ₁ *	R ₁	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂
E ₂ *	E ₂	P ₂	R ₂ *	R ₂ *	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂
E ₃ *	E ₃	P ₃	R ₂ *	R ₂ *	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂
E ₄ *	E ₄	P ₄	R ₂ *	R ₂ *	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂	R ₂

$$R = P \times E \times V$$



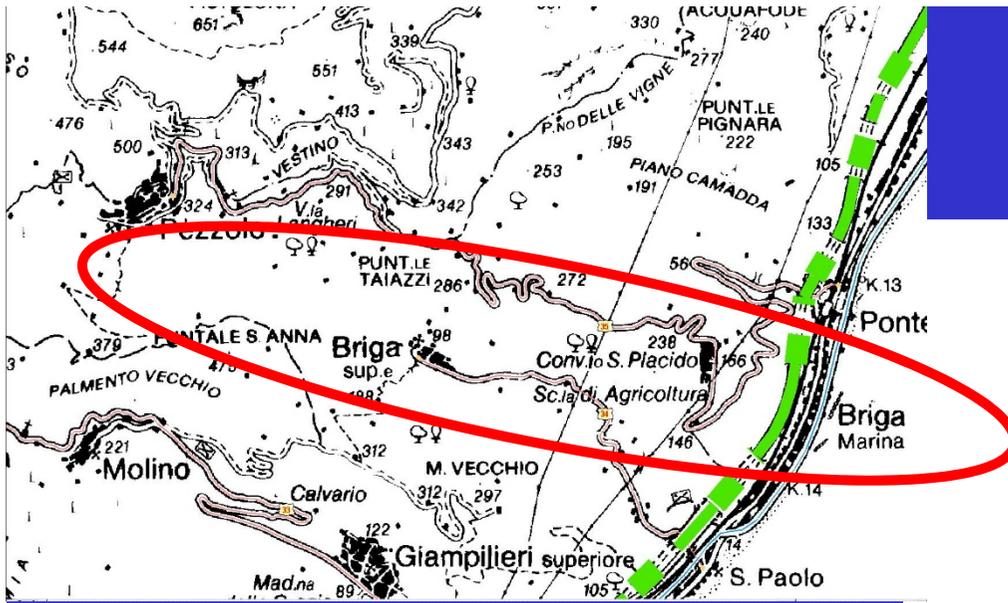
Numero	Denominazione S.P.	Livello di RISCHIO			
		Basso	Moderato	Medio	Elevato
1	MOIO ALCANTARA			X	
2	ROCCELLA VALDEMONE			X	
3	MALVAGNA		X		
6	MOTTA CAMASTRA			X	
7	GRANITI			X	
10	TAORMINESE			X	X
11	MONGIUFFI				X
12	ROCCAFIORITA				X
13	GALLODORO		X		
14	SANTUARIO MADONNA DELLA CATENA				X
15	PASSO ARANCIARA				X
16	FORZA D'AGRO'			X	
17	SAN PIETRO E PAOLO		X		
19	SAVOCHESE				X
19a	CASALVECCHIO-FAUTARI-S. CARLO				X
19b	MISSERIO-MONDELLO-MISITANO RIMITI E BRACCIO DUE FIUMARE - S. CARLO				X
22	MANCUSA				X
23	MISSERIO			X	
24a	VIA C. BATTISTI E DIRAMAZIONE VIA GROTTA VIA CALCARE (FURCI SICULO)		X		
24c	PASSO RINA - CHIESA NUOVA S. ROSALIA		X		
25a	ALLACCIAMENTO ALLE FRAZIONI SCIGLIO E ALLUME (ROCCALUMERA)		X		
25b	ALLACCIAMENTO ALLE FRAZIONI SCIGLIO E ALLUME (ROCCALUMERA)		X		
25	BARCELLONESE - 1° TRATTO (di Mandanici)				X
27	FIUMEDINISI				X
28	ALI' SUPERIORE				X
29	ITALA CROCE				X
31	GUIDOMANDRI			X	
32	SCALETTA ZANILEA			X	
33	ALTOLIA			X	X
34	BRIGIA			X	X
35	PEZZOLO			X	
36	S. STEFANO SUPERIORE		X		
37	GALATI S. ANNA		X		
38	INTRA S. PIETRO			X	
39	FORTECAVALLI tratto per Forte Cavalli)		X		

RISCHIO

Numero	Denominazione S.P.	Livello di Esposizione ponderata			
		Basso	Moderato	Medio	Elevato
1	MOIO ALCANTARA			X	
2	ROCCELLA VALDEMONE			X	
3	MALVAGNA		X		
6	MOTTA CAMASTRA			X	
7	GRANITI			X	
10	TAORMINESE			X	X
11	MONGIUFFI				X
12	ROCCAFIORITA				X
13	GALLODORO		X		
14	SANTUARIO MADONNA DELLA CATENA				X
15	PASSO ARANCIARA				X
16	FORZA D'AGRO'			X	
17	SAN PIETRO E PAOLO		X		
19	SAVOCHESE				X
19a	CASALVECCHIO-FAUTARI-S. CARLO				X
19b	MISSERIO-MONDELLO-MISITANO RIMITI E BRACCIO DUE FIUMARE - S. CARLO				X
22	MANCUSA				X
23	MISSERIO			X	
24a	VIA C. BATTISTI E DIRAMAZIONE VIA GROTTA VIA CALCARE (FURCI SICULO)		X		
24c	PASSO RINA - CHIESA NUOVA S. ROSALIA		X		
25a	ALLACCIAMENTO ALLE FRAZIONI SCIGLIO E ALLUME (ROCCALUMERA)		X		
25b	ALLACCIAMENTO ALLE FRAZIONI SCIGLIO E ALLUME (ROCCALUMERA)		X		
25	BARCELLONESE - 1° TRATTO (di Mandanici)				X
27	FIUMEDINISI				X
28	ALI' SUPERIORE				X
29	ITALA CROCE				X
31	GUIDOMANDRI			X	
32	SCALETTA ZANILEA			X	
33	ALTOLIA			X	X
34	BRIGIA			X	X
35	PEZZOLO			X	
36	S. STEFANO SUPERIORE		X		
37	GALATI S. ANNA		X		
38	INTRA S. PIETRO			X	
39	FORTECAVALLI tratto per Forte Cavalli)		X		

Analisi Intero Territorio Provinciale: Livello di Rischio per i tronchi delle SS.PP. facenti parte della rete delle Life-lines

S.P. 35 di PEZZOLO Studio di dettaglio



	TRONCO				S.P.
	1	2	3	4	
Tipologia life-lines	3-TU	3	3	3	
Lunghezza (m)	197	1618	4952	162	6929
Condotte (n°)	-	0	1	0	1
Edifici singoli (n°)	-	14	13	0	27
Schiere di edifici (n°)	-	0	1	0	1
Frane (n°)	-	1	5	0	6
Gallerie (n°)	-	0	0	0	0
Muri (m)	-	974	2515	0	3289
<i>monte</i>	-	231	889	0	1120
<i>valle</i>	-	743	1426	0	2169
Ponti/Viadotti (n°)	-	0	0	1	1
Sottopassi (n°)	-	0	1	0	1
Tombini (n°)	-	6	22	0	28
<i>con caditoia</i>	-	4	19	0	23
<i>senza caditoia</i>	-	2	3	0	5
Caditoie (n°)	-	0	0	0	0
Tralicci (n°)	-	0	2	0	2
Versanti attivi (m)	-	29	438	0	467
<i>monte</i>	-	29	438	0	467
<i>valle</i>	-	0	0	0	0
Curve critiche (R<20m)	-	10	21	1	32
R _{min} (m)	-	10,00	9,50	15,00	9,50
i _{max} (%)	-	3,60	10,50	10,00	10,50
i _{med} (%)	-	2,40	5,30	2,50	4,50
Esposizione	1	1	1	1	
Esposizione ponderata	2	2	2	2	
Pericolosità	4	4	4	4	
Vulnerabilità	1	4	4	2	
Rischio	3	4	4	3	

