

IL METODO GENERALE DI DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA'

Il metodo elaborato cerca di legare il maggior numero di informazioni tecniche (geomeccanica, stato del versante soggetto a rotolamento, storia dei fenomeni, opere esistenti, modellazione della dinamica da caduta massi...) alle informazioni geografiche. Per fare questo è stato necessario l'utilizzo del GIS.

La base teorica è ricavata da:

RIR

(Rockfall Intensity Rating
Nathanail et al., 1992)

RES - RMII

(Rock Engineering System
Hudson, 1991)

(Rock Mass Instability Index
Mazzoccola 1993)

SCelta DEI PARAMETRI CHE REGOLANO LA CADUTA MASSI E LORO PESI CHE IDENTIFICANO LA SITUAZIONE GENERALE

ANALISI GEOMECCANICA: la condizione dell'area da cui si staccano i massi (definita area sorgente).

ANALISI DEL VERSANTE: la condizione morfologica della zona di passaggio (stato del versante, rugosità, affossamenti, presenza di vegetazione...);

ANALISI DELLA DINAMICA: le caratteristiche dinamiche delle cadute come emerse dalle simulazioni numeriche (valutazione dei punti di arresto, delle altezze e delle energie di caduta).

ANALISI DELLE OPERE ESISTENTI: l'effetto delle opere di difesa esistenti. Le opere di difesa vengono stimate rispetto all'efficacia (intesa come adeguatezza dell'opera rispetto alla dinamica dell'evento atteso) e all'efficienza (intesa come stato di manutenzione dell'opera).

Per ciascuna sezione-sistema, si definiscono dei parametri iesimi che concorrono alla definizione del fenomeno. Ad ogni parametro viene associato un peso (P_i) con valori da 1 a 4 che indica quanto quel parametro influisce sul sistema (1 peso minimo - 4 peso fondamentale per il sistema). **PRINCIPIO DI CLASSIFICAZIONE ESQ DEI RES**

METODO GENERALE

SCELTA DEI PARAMETRI CHE REGOLANO LA CADUTA MASSI E LORO PESI CHE IDENTIFICANO LA SITUAZIONE GENERALE

CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DELL'AREA SORGENTE	PESI
Altezza della parete	2
Inclinazione parete	2
Orientazione della parete	2
Fratture parietali e di trazione parallele alla parete	2
STRUTTURA GEOMECCANICA	
Fratture aperte	3
Numero di famiglie di discontinuità presenti	3
Tipi di meccanismo di instabilità potenziali (*)	2
Numero di potenziali meccanismi di instabilità (*)	4
Volume unitario (*)	4
Orizzonti o rimepimenti a debole resistenza	2
Fasce sottili di roccia intensamente fratturata	2
Cavità carsiche	1
Zone milonitiche o cataclasitiche	2
Faglie	2
Segni di distacchi storici avvenuti (*)	3
Blocchi in parete dislocati, ruotati o ribassati	2
IDROGEOLOGIA DELL'AREA SORGENTE	
Erosioni torrentizie laterali	1
Erosioni torrentizie al piede	1
Zone di infiltrazione idrica	2
Sorgenti	2
FREQUENZA DI DISTACCO	
Frequenza dei crolli maggiori di 2 mc di volume (*)	4

CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DELL'AREA DI PASSAGGIO	PESI
Inclinazione versante	4
Gradini rocciosi - rugosità	3
Presenza di vegetazione	4
Rapporto detrito con ammasso roccioso-dimensione blocchi (coeff restit)	3
Percorsi preferenziali	3
Frequenza di rotolamento di crolli maggiori di 1 mc di volume (*)	4
Massima distanza raggiunta (*) in funzione della distanza ammissibile	4
Versante con segni evidenti di vecchi crolli	3

CARATTERISTICHE DI ENERGIA	PESI
Energie stimate	4
Percentuale blocchi passati	4
Altezze caduta	4

OPERE ESISTENTI	PESI
Difese efficaci (adeguata al fenomeno atteso oppure no)	4
Difese efficienti (stato opera, manutenzione....)	4

METODO GENERALE

VALORI DI INTENSITA' (I_i) PER OGNI SINGOLO PARAMETRO PER IDENTIFICARE LA SITUAZIONE PUNTUALE E REALE

La metodologia *rir* prevede che il peso venga moltiplicato per 1 se il parametro esiste nel sistema entro determinati range, e venga moltiplicato per 0 se il parametro è minore rispetto a determinati limiti. La procedura *rir* è stata però modificata inserendo un valore di esistenza del parametro *iesimo* nella situazione reale (così come proposto dalla metodologia RES).

Si introduce il concetto di punteggio di intensità (I_i) reale che spazia come valore da 1, se il parametro "non esiste" nel sistema studiato, in crescendo fino a 4 se il parametro è fortemente presente.

PESI ASSEGNATI	1	2	3	4	PESI ASSEGNATI	1	2	3	4
A) Caratteristiche geomeccaniche					B) Caratteristiche versante				
Altezza parete	<50m	50-125m	125-200m	>200	Inclinazione pendio	<30°	30-50°	50-70°	70-90°
Inclinazione	<23°	23-45°	45-68°	>68°	<u>Gradini-rugosità</u>	molto irreg	irregolare	medio	liscio
Orientazione	315-45	45-135	225-315	135-225	Vegetazione	molto fitta	fitta	media	assente
Fratture parietali	assenti	rade	frequenti	molto freq.	<u>Coeff. restituzione</u>	basso	medio	alto	molto alto
Fratture aperte	assenti	5mm-5cm	5cm-10cm	>10 cm	Percorsi preferenziali	assenti	radi	frequenti	molto freq
Numero famiglie	1-2	4-3	5-4	>5	Frequenza di rotolamento	rara	1 volta anno	1-3 volte	>3 volte anno
Tipi di cinematismi	nessuno	ribaltamento	cuneo	planare	Distanza reale/ammissibile	r<<<<a	ra
Numeri di cinematismi	0	1 tipo	2 tipi	>2	Segni di vecchi crolli	assenti	radi	frequenti	molto freq
Volume unitario	< 1 mc	1-2 mc	2-4 mc	> 4 mc	PESI ASSEGNATI				
Orizzonti a debole resistenza	assenti	radi	frequenti	molto freq	b) Opere esistenti				
Fasce roccia fratturata	assenti	radi	frequenti	molto freq	Efficacia delle opere	Totale	alta	media	nulla
Cavità carsica	assenti	radi	frequenti	molto freq	Efficienza delle opere	Totale	alta	media	nulla
Zone milonitiche	assenti	radi	frequenti	molto freq	PESI ASSEGNATI				
Faglie	assenti	radi	frequenti	molto freq	b) Modellazione di caduta				
Segni di distacchi vecchi	assenti	radi	frequenti	molto freq	Energie stimate	0-100Kj	100-750Kj	750-2000Kj	> 2000 Kj
Blocchi in parete instab.	assenti	radi	frequenti	molto freq	Percentuale passaggio blocchi	0-25%	25-50%	50-75%	>75%
Erosioni laterali	assenti	radi	frequenti	molto freq	Altezze	< 3 m	3-5	5-7	>7 m
Erosioni al piede	assenti	radi	frequenti	molto freq					
Zone di infiltrazione	assenti	radi	frequenti	molto freq					
Sorgenti	assenti	radi	frequenti	molto freq					
Frequenza annua	assente	1 volta	1-3 volte	> 3volte					

PROCEDURA DI CALCOLO DELLA PERICOLOSITA'

L'interferenza tra l'intensità locale dell'indicatore (I_i) e il suo peso nella composizione della pericolosità (P_i) è descritto dal *rir* (*rockfall intensity indicators*):

$$r_{ir_{indicatore}} = P_i * I_i$$

Il valore del fattore di pericolosità *rir* è stato determinato come:

$$r_{ir} = \alpha r_{ir_{indicatore}}$$

Si deve dividere il territorio studiato in zone omogenee per ognuna delle quali si devono analizzare le 4 categorie indicate precedentemente.

Analisi delle zone con uguali caratteristiche geomeccaniche

RIR A

Analisi delle zone con uguali caratteristiche del versante soggetto a rotolamento

RIR B

Analisi delle zone con uguali caratteristiche di dinamica da caduta massi

RIR C

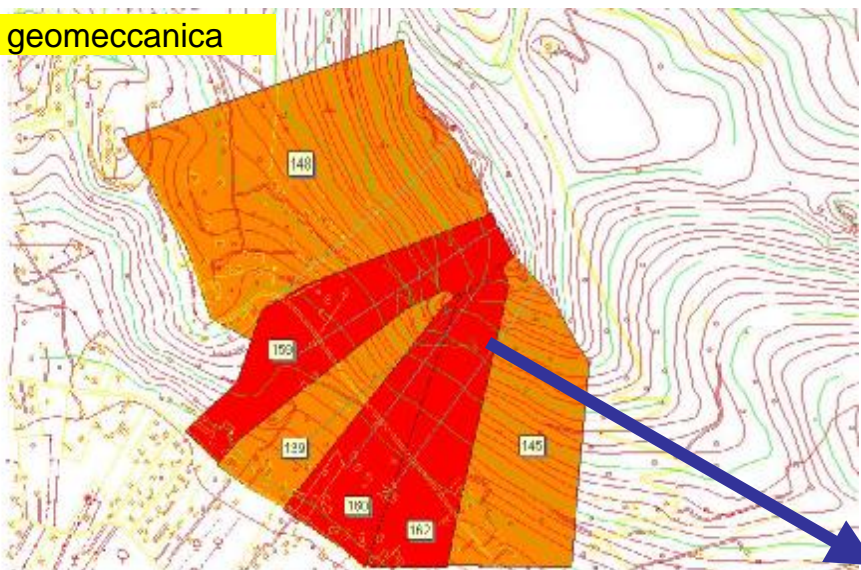
Analisi delle zone con uguali caratteristiche delle opere esistenti

RIR D

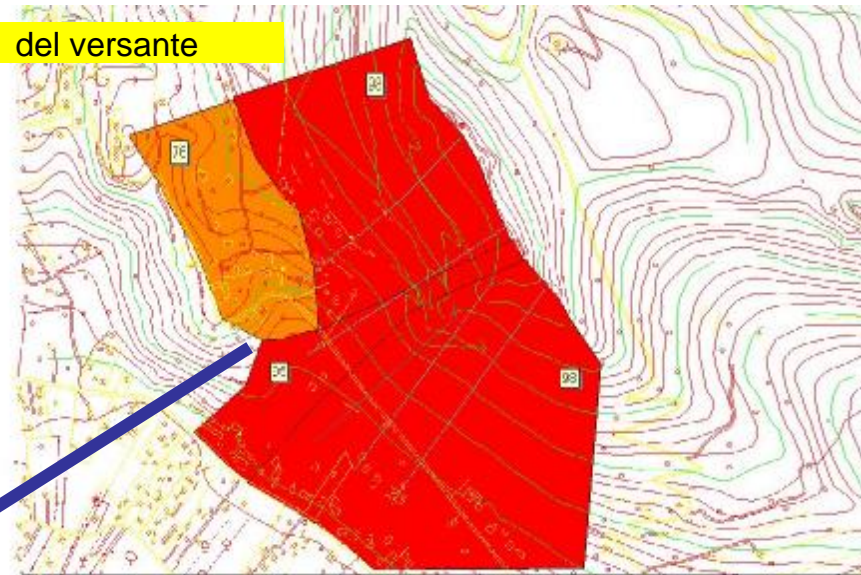
$$PERICOLOSITA' = (r_{irA} \times 7) + (r_{irB} \times 12) + (r_{irC} \times 28) + (r_{irD} \times 42)$$

UTILIZZO DEL GIS – ARCVIEW (ESRI) E DIVISIONE IN 4 CLASSI (P1-2-3-4)

Carta geomeccanica

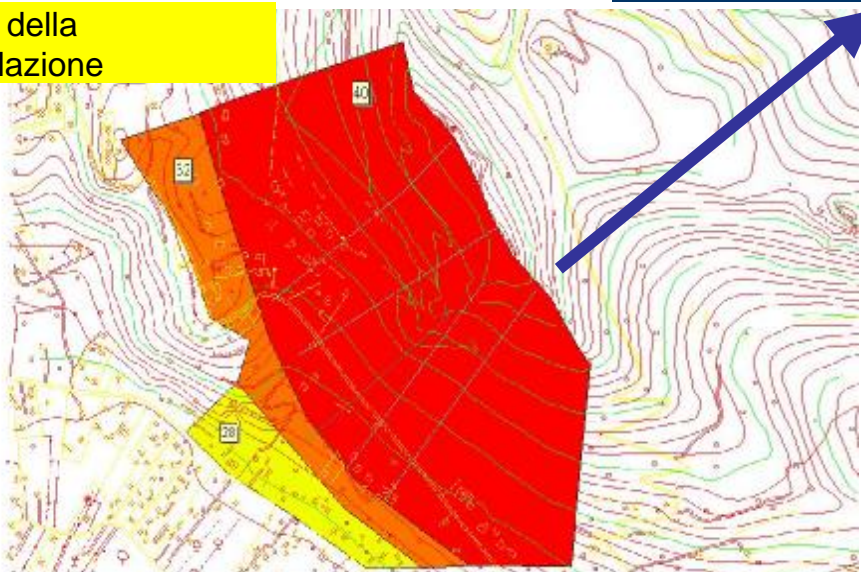


Carta del versante



SOVRAPPOSIZIONE

Carta della modellazione



Carta delle opere



UTILIZZO DEL GIS – ARCVIEW (ESRI) E DIVISIONE IN 4 CLASSI (P1-2-3-4)

File Edit View Theme Analysis Surface Graphics Window Help

Scale 1:6

View1

Allegato 1.dxf

Map Calculation 2

- < -3 Std. De
- 3 - -2 Std. D
- 2 - -1 Std. D
- 1 - 0 Std. D
- Mean
- 0 - 1 Std. De
- No Data

Map Calculation 1

- P1
- P2
- P3
- P4

Rir_roccia.shp

- 48 - 84
- 85 - 120
- 121 - 156
- 157 - 192

Rir_versante.shp

- 28 - 49
- 50 - 70
- 71 - 91
- 92 - 112

Rir_statistica.shp

- 12 - 21
- 22 - 30
- 31 - 39
- 40 - 48

Rir_opere.shp

- 8 - 14
- 15 - 20
- 21 - 26
- 27 - 32

Grid_versante

- 76
- 95

Map Calculation 3

Layers

- [Grid_roccia . Peric
- [Grid_opere
- [Grid_opere . Coun
- [Grid_opere . Id]
- [Grid_opere . Peric
- [Grid_statist]
- [Grid_statist . Coun

Logarithms

Exp Log

Exp2 Log2

Exp10 Log10

AsGrid

$$([Grid_roccia] * 7) + ([Grid_versante] * 12) + ([Grid_statist] * 28) + ([Grid_opere] * 42)$$

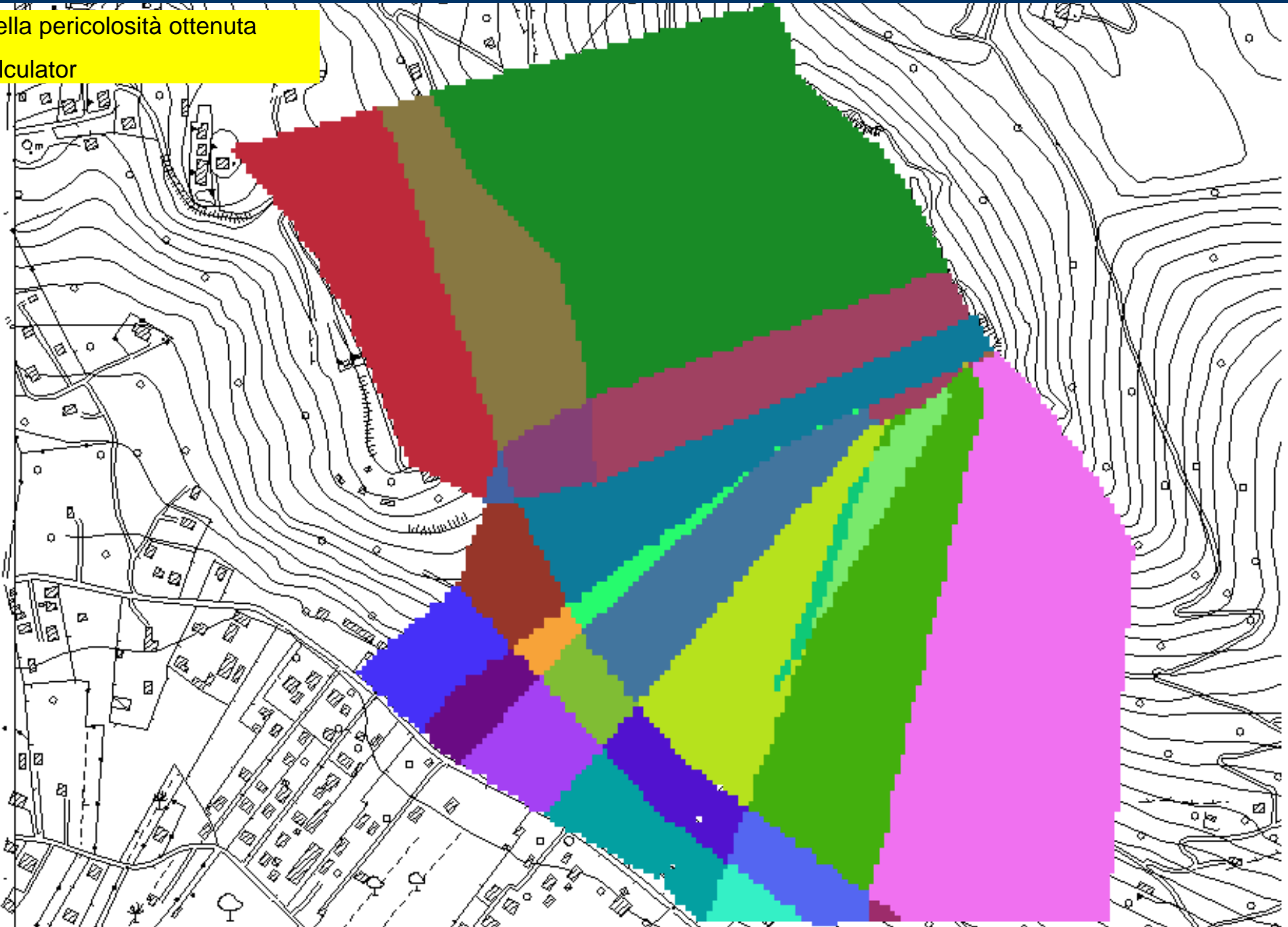
Evaluate

Funzione del GIS Map Calculator

UTILIZZO DEL GIS – ARCVIEW (ESRI) E DIVISIONE IN 4 CLASSI (P1-2-3-4)

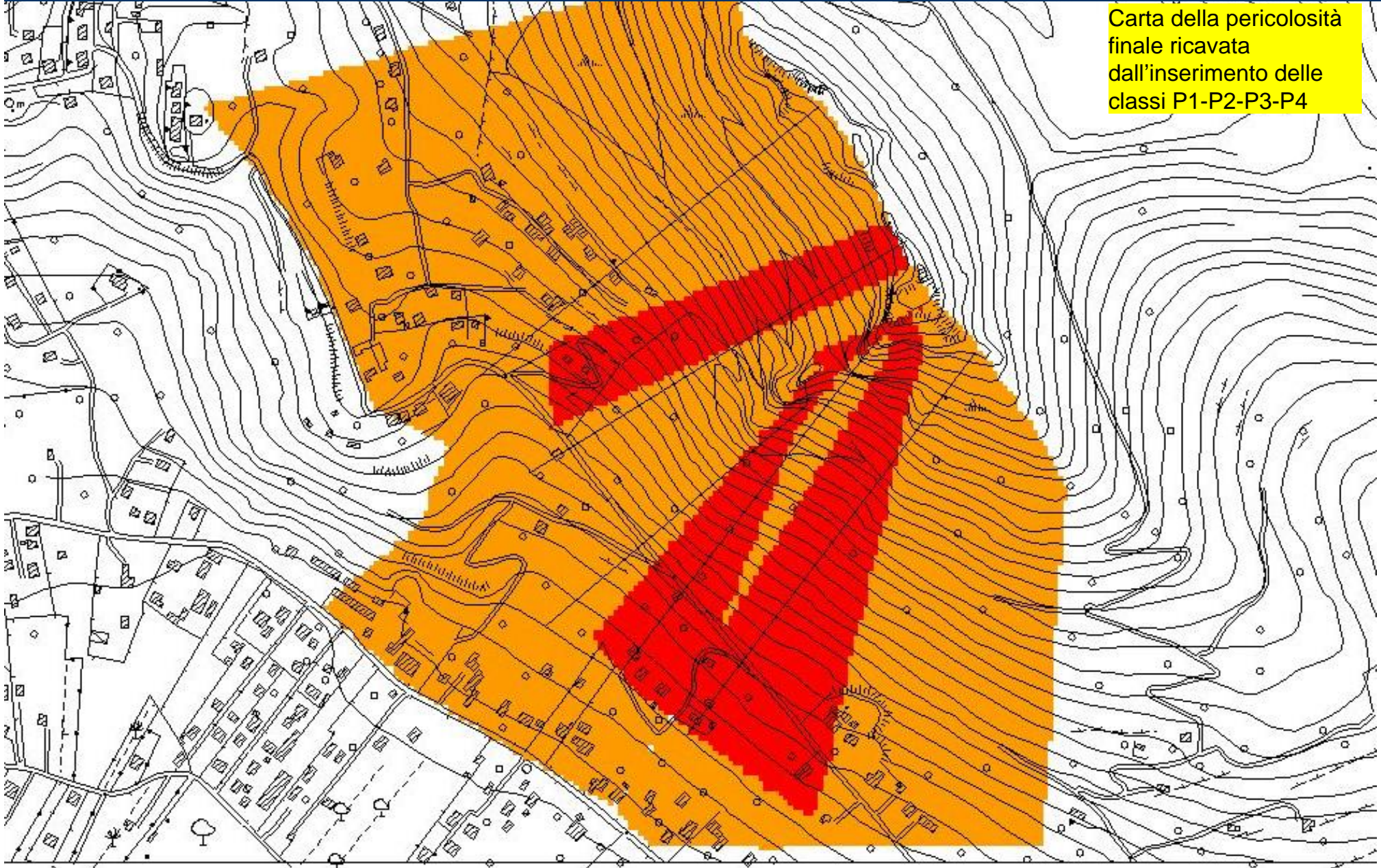
Prima Carta della pericolosità ottenuta

Con il Map Calculator



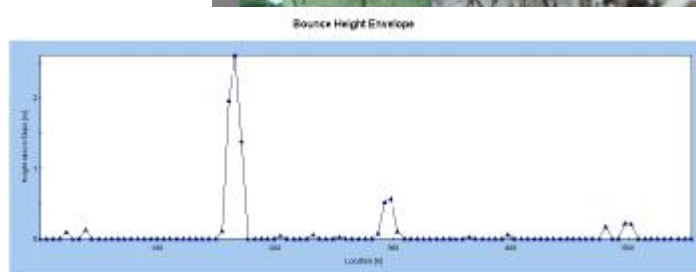
UTILIZZO DEL GIS – ARCVIEW (ESRI) E DIVISIONE IN 4 CLASSI (P1-2-3-4)

Carta della pericolosità
finale ricavata
dall'inserimento delle
classi P1-P2-P3-P4



SCHEMA FINALE DEL METODO CON UN CASO PRATICO

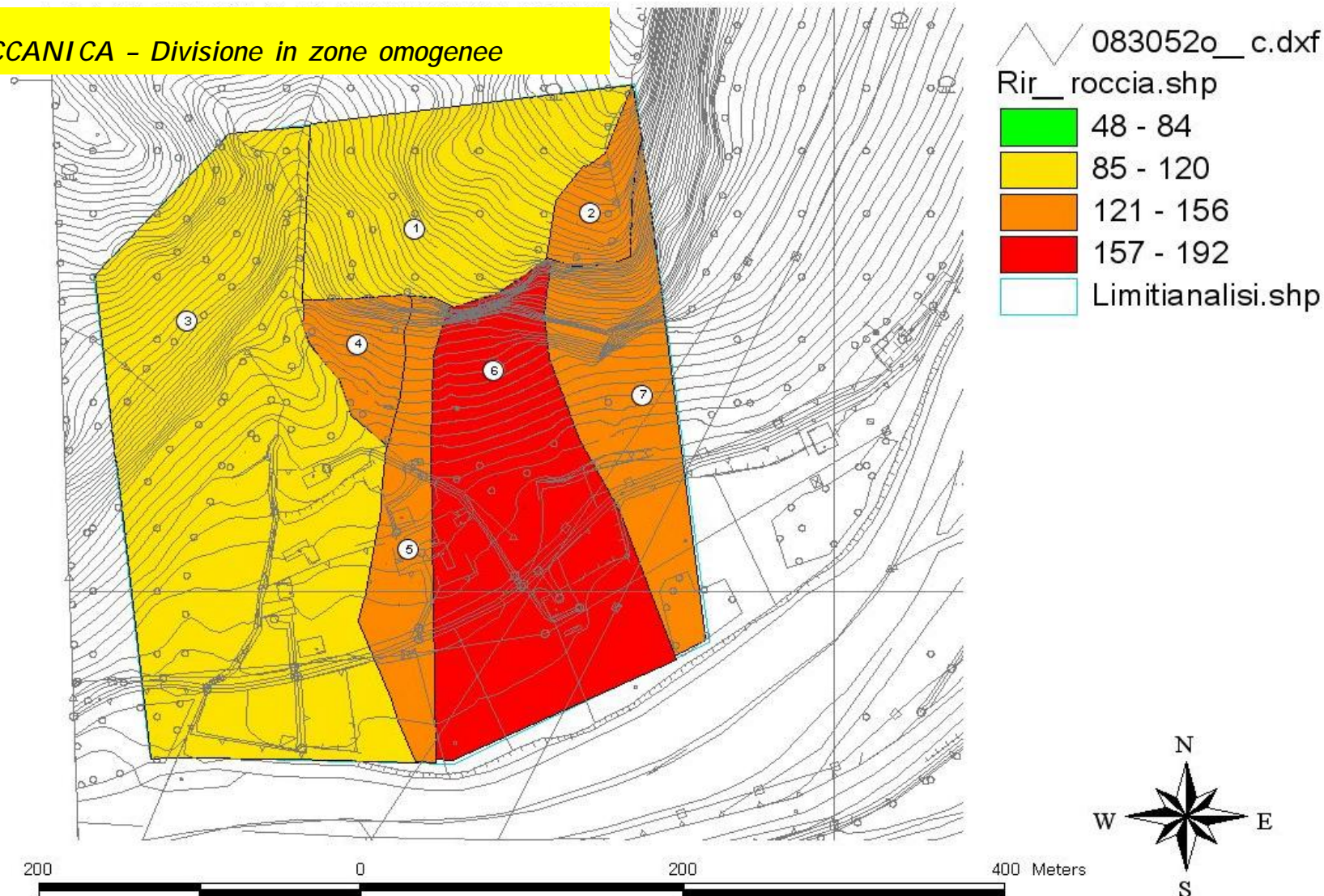
1 - ANALISI E STUDIO DELLE CARATTERISTICHE DEL SITO ESAMINATO. RILIEVO GEOMECCANICO, DEL VERSANTE E RICERCA DI TUTTE GLI EVENTI STORICI. RILIEVO DELLE OPERE ESISTENTI.



SCHEMA FINALE DEL METODO CON UN CASO PRATICO

2 - DEFINIZIONE DELLE ZONE OMOGENEE DAL PUNTO DI VISTA DELLE 4 CATEGORIE. ASSEGNAZIONE A CIASCUN FATTORE DEL PESO DA 1 A 4 E CALCOLO PER OGNI ZONA OMOGENEA DEL VALORE RIR.

GEOMECCANICA - Divisione in zone omogenee



METODO GENERALE

SCHEMA FINALE DEL METODO CON UN CASO PRATICO

2 - DEFINIZIONE DELLE ZONE OMOGENEE DAL PUNTO DI VISTA DELLE 4 CATEGORIE. ASSEGNAZIONE A CIASCUN FATTORE DEL PESO DA 1 A 4 E CALCOLO PER OGNI ZONA OMOGENEA DEL VALORE RIR.

GEOMECCANICA - Assegnazione degli indici Ii

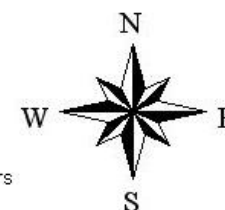
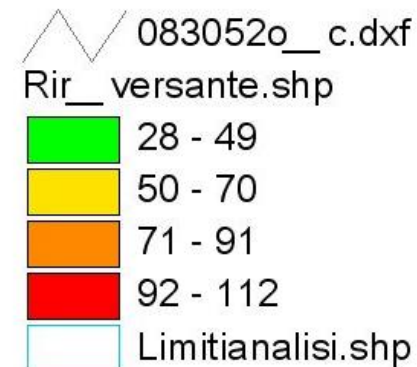
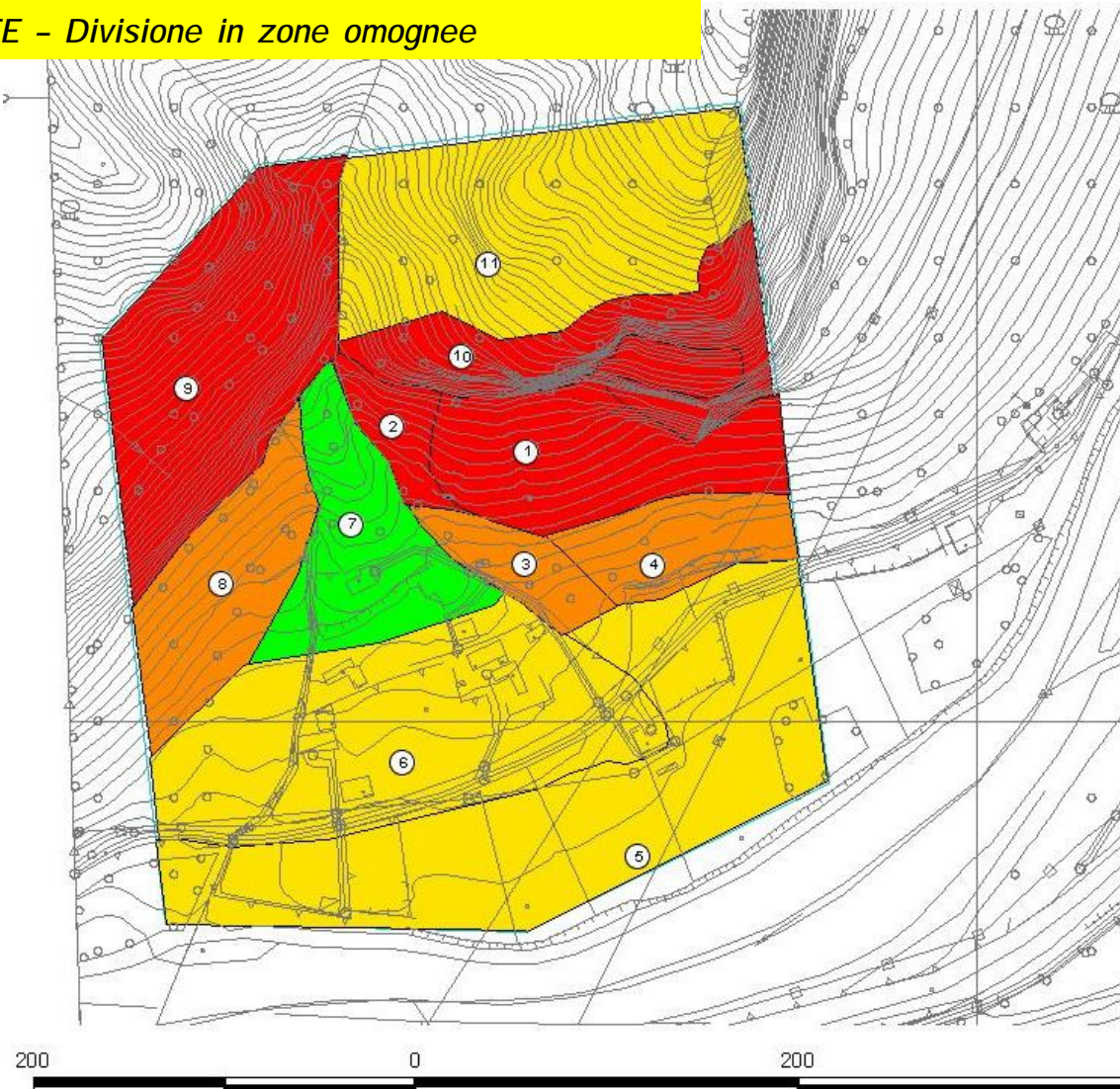
	AREA 01		AREA 02		AREA 03		AREA 04		AREA 05		AREA 06		AREA 07		
		rir		rir		rir		rir		rir		rir		rir	
CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DELL'AREA SORGENTE PESI															
Altezza della parete	2	1	2	2	4	2	4	3	6	3	6	4	8	4	8
Inclinazione parete	2	2	4	4	8	3	6	4	8	4	8	4	8	4	8
Orientazione della parete	2	3	6	4	8	2	4	4	8	4	8	4	8	3	6
Fratture parietali e di trazione parallele alla parete	2	2	4	4	8	3	6	3	6	3	6	4	8	3	6
STRUTTURA GEOMECCANICA															
Fratture aperte	3	2	6	4	12	4	12	2	6	3	9	4	12	3	9
Numero di famiglie di discontinuità presenti	3	3	9	3	9	3	9	2	6	3	9	3	9	3	9
Tipi di meccanismo di instabilità potenziali (*)	2	2	4	4	8	3	6	3	6	3	6	4	8	4	8
Numero di potenziali meccanismi di instabilità (*)	4	2	8	3	12	4	16	2	8	3	12	3	12	4	16
Volume unitario (*)	4	3	12	3	12	2	8	3	12	3	12	3	12	3	12
Orizzonti o rimpimenti a debole resistenza	2	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	4	8	3	6
Fasce sottili di roccia intensamente fratturata	2	2	4	2	4	2	4	3	6	3	6	3	6	3	6
Cavit� carsiche	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	2	2
Zone milonitiche o cataclastiche	2	1	2	1	2	1	2	3	6	3	6	3	6	3	6
Faglie	2	2	4	2	4	2	4	3	6	4	8	4	8	3	6
Segni di distacchi storici avvenuti (*)	3	2	6	4	12	1	3	3	9	2	6	4	12	3	9
Blocchi in parete dislocati, ruotati o ribassati	2	2	4	4	8	4	8	3	6	2	4	3	6	3	6
IDROGEOLOGIA DELL'AREA SORGENTE															
Erosioni torrentizie laterali	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Erosioni torrentizie al piede	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Zone di infiltrazione idrica	2	2	4	2	4	1	2	2	4	2	4	3	6	2	4
Sorgenti	2	2	4	1	2	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
FREQUENZA DI DISTACCO															
Frequenza dei crolli maggiori di 2 mc di volume (*)	4	2	8	3	12	2	8	3	12	2	8	3	12	3	12
		48													
		192													
ROCKFALL INTENSITING RAITING base		102		137		114		127		130		159		145	
Aggiunta del fattore di correzione 1.25		AREA 01		AREA 02		AREA 03		AREA 04		AREA 05		AREA 06		AREA 07	
		1		1		1		1		1		1		1	
RIR RELATIVO AMMASSO TOTALE		102		137		114		127		130		159		145	
Indicare il codice rir		2		3		3		3		3		4		3	

PERICLOSITA' RELATIVA PER L'AMMASSO

SCHEMA FINALE DEL METODO CON UN CASO PRATICO

2 - DEFINIZIONE DELLE ZONE OMOGENEE DAL PUNTO DI VISTA DELLE 4 CATEGORIE. ASSEGNAZIONE A CIASCUN FATTORE DEL PESO DA 1 A 4 E CALCOLO PER OGNI ZONA OMOGENEA DEL VALORE RIR.

VERSANTE - Divisione in zone omogenee



SCHEMA FINALE DEL METODO CON UN CASO PRATICO

2 - DEFINIZIONE DELLE ZONE OMOGENEE DAL PUNTO DI VISTA DELLE 4 CATEGORIE. ASSEGNAZIONE A CIASCUN FATTORE DEL PESO DA 1 A 4 E CALCOLO PER OGNI ZONA OMOGENEA DEL VALORE RIR.

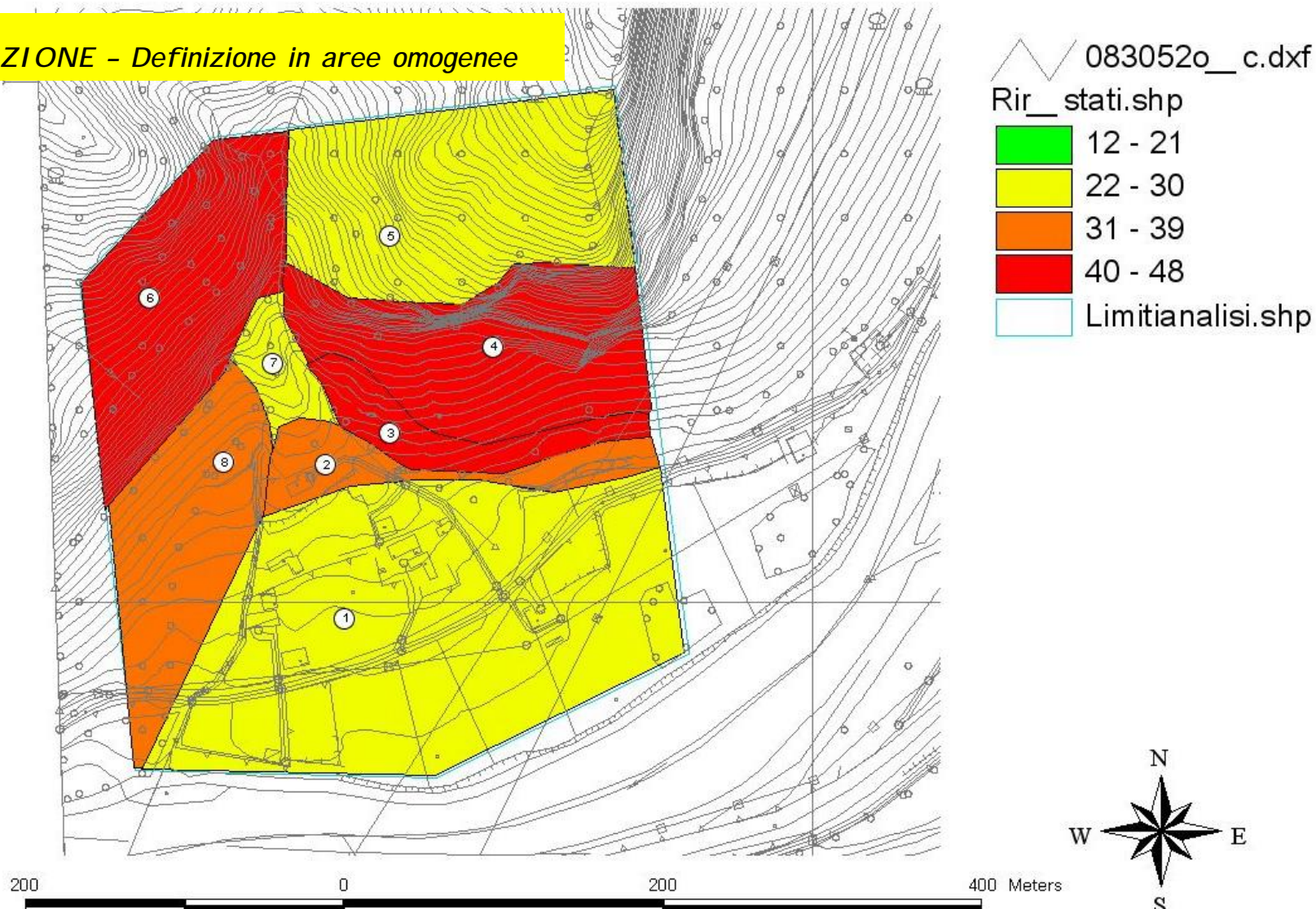
VERSANTE - Assegnazione degli indici I_i

	PESI	AREA 01		AREA 02		AREA 03		AREA 04		AREA 05		AREA 06		AREA 07		AREA 08		AREA 09		AREA 10		AREA 11	
		rir	rir	rir	rir	rir	rir	rir	rir	rir	rir	rir	rir	rir	rir	rir	rir	rir	rir	rir	rir	rir	rir
CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DELL'AREA DI PASSAGGIO																							
Inclinazione versante	4	3	12	4	16	2	8	2	8	1	4	2	8	2	8	3	12	4	16	4	16	3	12
Gradini rocciosi - rugosità	3	4	12	3	9	4	12	3	9	2	6	3	9	1	3	3	9	4	12	4	12	3	9
Presenza di vegetazione	4	4	16	4	16	3	12	3	12	3	12	2	8	2	8	2	8	3	12	4	16	2	8
Rapporto detrito con ammasso roccioso-dimensione blocchi (coeff realita)	3	3	9	3	9	2	6	2	6	2	6	2	6	2	6	3	9	3	9	3	9	2	6
Parcorsi preferenziali	3	3	9	3	9	3	9	2	6	2	6	2	6	2	6	3	9	3	9	3	9	3	9
Frequenza di rotolamento di crolli maggiori di 1 mc di volume (%)	4	3	12	3	12	3	12	3	12	1	4	2	8	1	4	2	8	2	8	4	16	2	8
Massima distanza raggiunta: (%) in funzione della distanza ammissibile	4	4	16	3	12	3	12	3	12	2	8	2	8	2	8	3	12	4	16	4	16	2	8
Versante con segni evidenti di vecchi crolli	3	4	12	3	9	2	6	3	9	2	6	2	6	1	3	2	6	3	9	3	9	3	9
		39																					
		112																					
ROCKFALL INTENSIFYING RAITING base		98		92		77		74		52		59		46		73		91		103		66	
Aggiunta del fattore di correzione 1,25		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
RIR RELATIVO AL VERSANTE		98		92		77		74		52		59		46		73		91		103		66	
Indicare il codice rir		4		3		3		3		2		2		2		2		3		2		2	

SCHEMA FINALE DEL METODO CON UN CASO PRATICO

2 - DEFINIZIONE DELLE ZONE OMOGENEE DAL PUNTO DI VISTA DELLE 4 CATEGORIE. ASSEGNAZIONE A CIASCUN FATTORE DEL PESO DA 1 A 4 E CALCOLO PER OGNI ZONA OMOGENEA DEL VALORE RIR.

MODELLAZIONE - Definizione in aree omogenee



SCHEMA FINALE DEL METODO CON UN CASO PRATICO

2 - DEFINIZIONE DELLE ZONE OMOGENEE DAL PUNTO DI VISTA DELLE 4 CATEGORIE. ASSEGNAZIONE A CIASCUN FATTORE DEL PESO DA 1 A 4 E CALCOLO PER OGNI ZONA OMOGENEA DEL VALORE RIR.

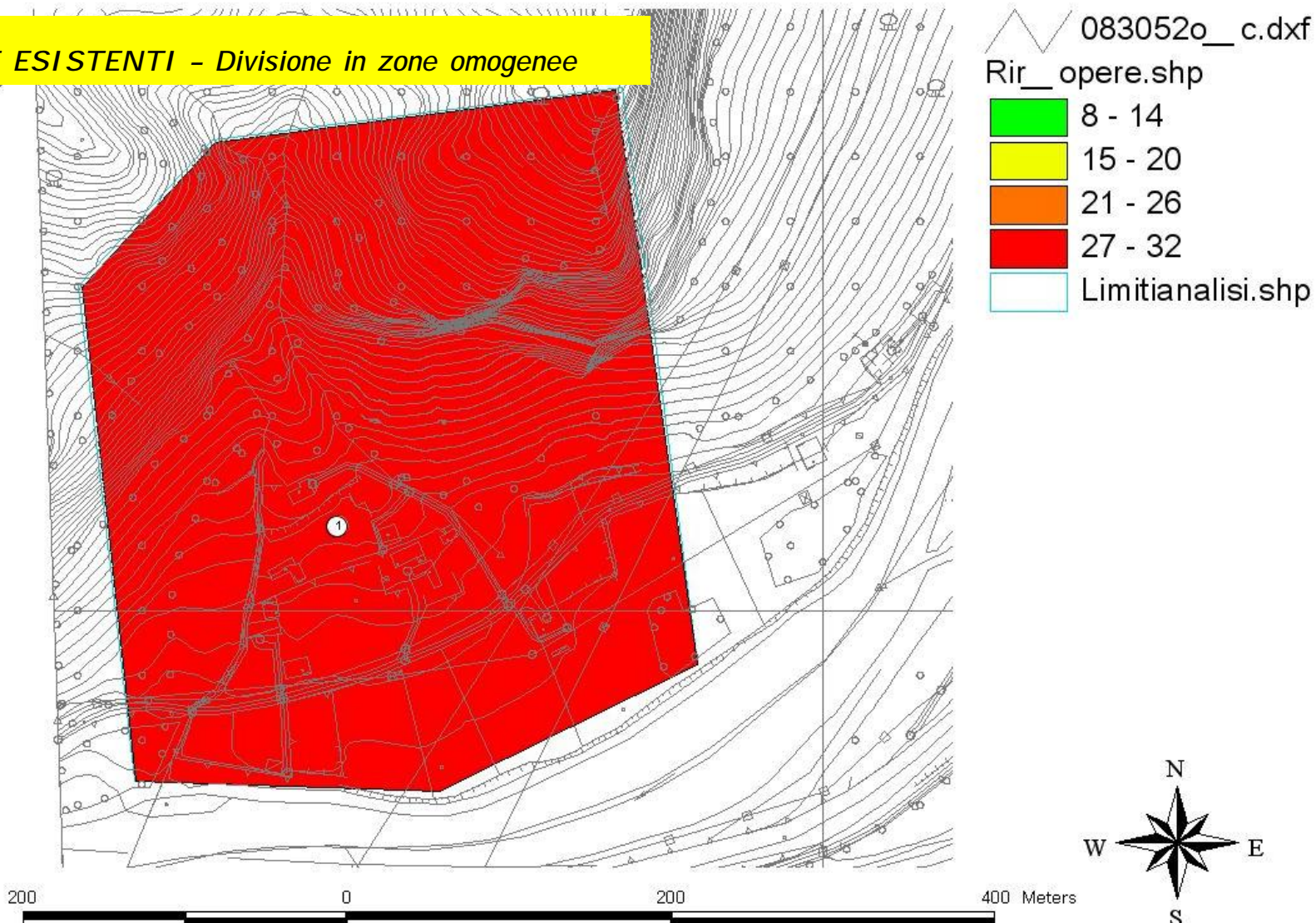
MODELLAZIONE - Assegnazione degli indici I_i

PERICOLOSITA' RELATIVA PER LA MODELLAZIONE	CARATTERISTICHE DI ENERGIA	PESI	AREA 01		AREA 02		AREA 03		AREA 04		AREA 05		AREA 06		AREA 07		AREA 08	
				I _i		I _i		I _i		I _i		I _i		I _i		I _i		I _i
	Energia attivata	4	3	12	3	12	3	12	4	16	2	8	3	12	2	8	3	12
	Percentuale blocchi passati	4	2	8	2	8	4	16	4	16	2	8	4	16	3	12	3	12
	Altezza caduta	4	2	8	3	12	4	16	4	16	1	4	3	12	2	8	3	12
				12														
				48														
	ROCKFALL INTENSITING RATING base			28		32		44		48		20		40		28		36
	Aggiunta del fattore di correzione 1,25			1		1		1		1		1		1		1		1
	RIR RELATIVO ALLA MODELLAZIONE			28		32		44		48		20		40		28		36
	Indicare il codice rir			1		3		4		2		2		4		2		3

SCHEMA FINALE DEL METODO CON UN CASO PRATICO

2 - DEFINIZIONE DELLE ZONE OMOGENEE DAL PUNTO DI VISTA DELLE 4 CATEGORIE. ASSEGNAZIONE A CIASCUN FATTORE DEL PESO DA 1 A 4 E CALCOLO PER OGNI ZONA OMOGENEA DEL VALORE RIR.

OPERE ESISTENTI - Divisione in zone omogenee



SCHEMA FINALE DEL METODO CON UN CASO PRATICO

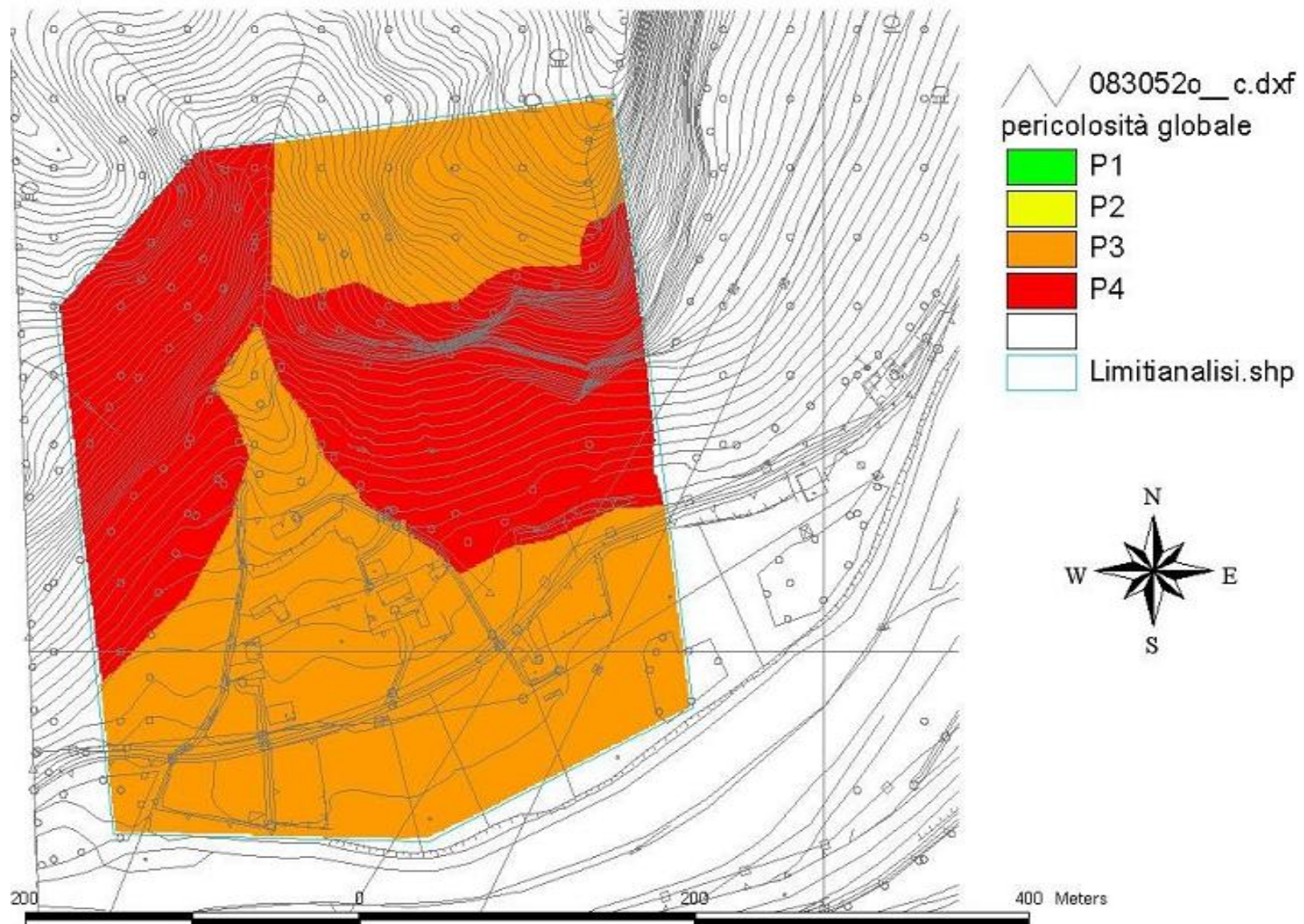
2 - DEFINIZIONE DELLE ZONE OMOGENEE DAL PUNTO DI VISTA DELLE 4 CATEGORIE. ASSEGNAZIONE A CIASCUN FATTORE DEL PESO DA 1 A 4 E CALCOLO PER OGNI ZONA OMOGENEA DEL VALORE RIR.

OPERE ESISTENTI - Assegnazione degli indici Ii

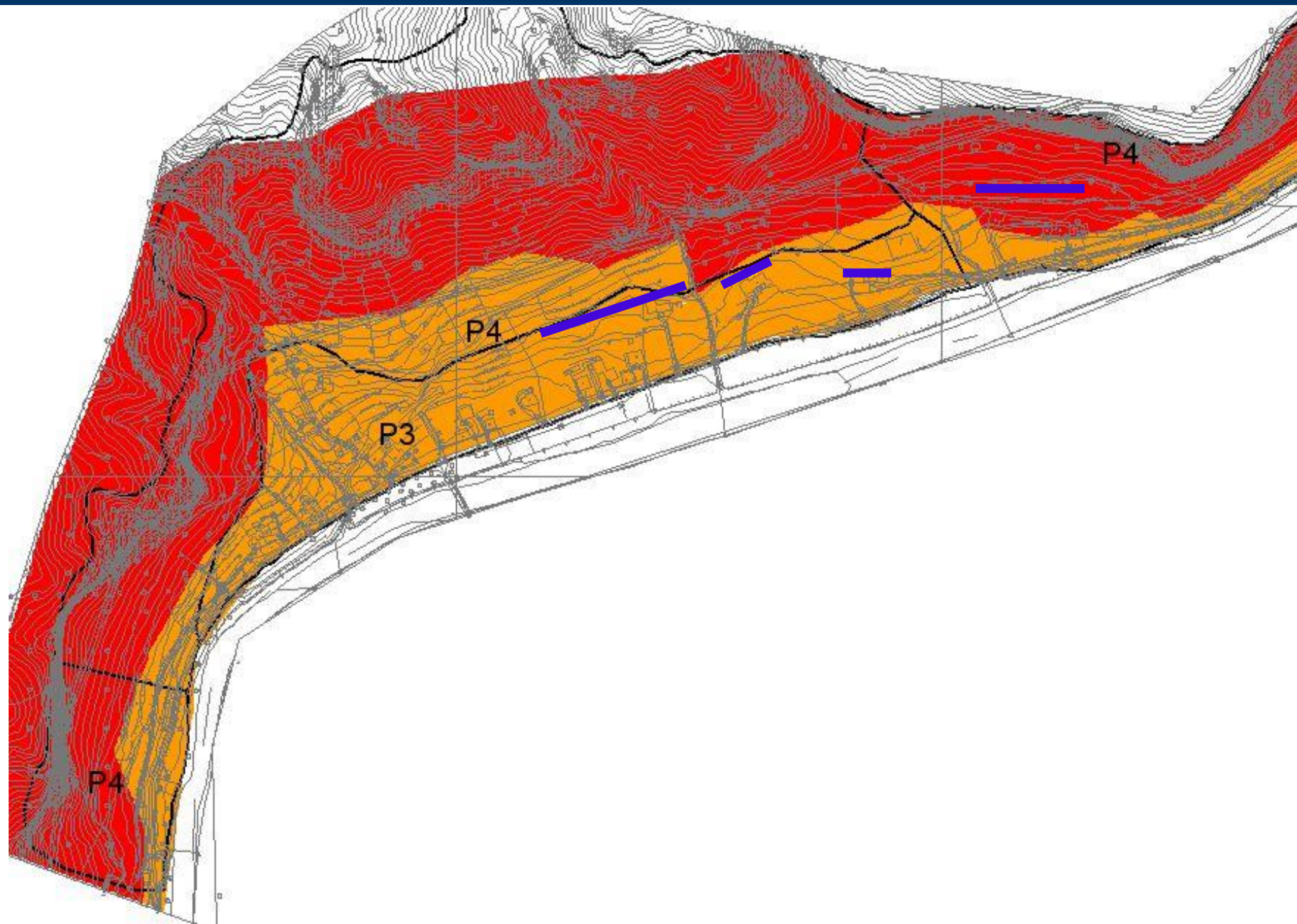
			AREA 01	
PERICOLOSITA' RELATIVA AL VERSANTE	OPERE ESISTENTI	PESI		rir
	Difese efficaci: (adeguata al fenomeno atteso oppure no)	4	4	16
	Difese efficienti: (stato opera; manutenzione...)	4	4	16
				8
				32
	ROCKFALL INTENSITING RAITING base			32
	Aggiunta del fattore di correzione 1.25		AREA 01	1
	RIR RELATIVO ALLE OPERE ESISTENTI			32
	Indicare il codice rir		4	

SCHEMA FINALE DEL METODO CON UN CASO PRATICO

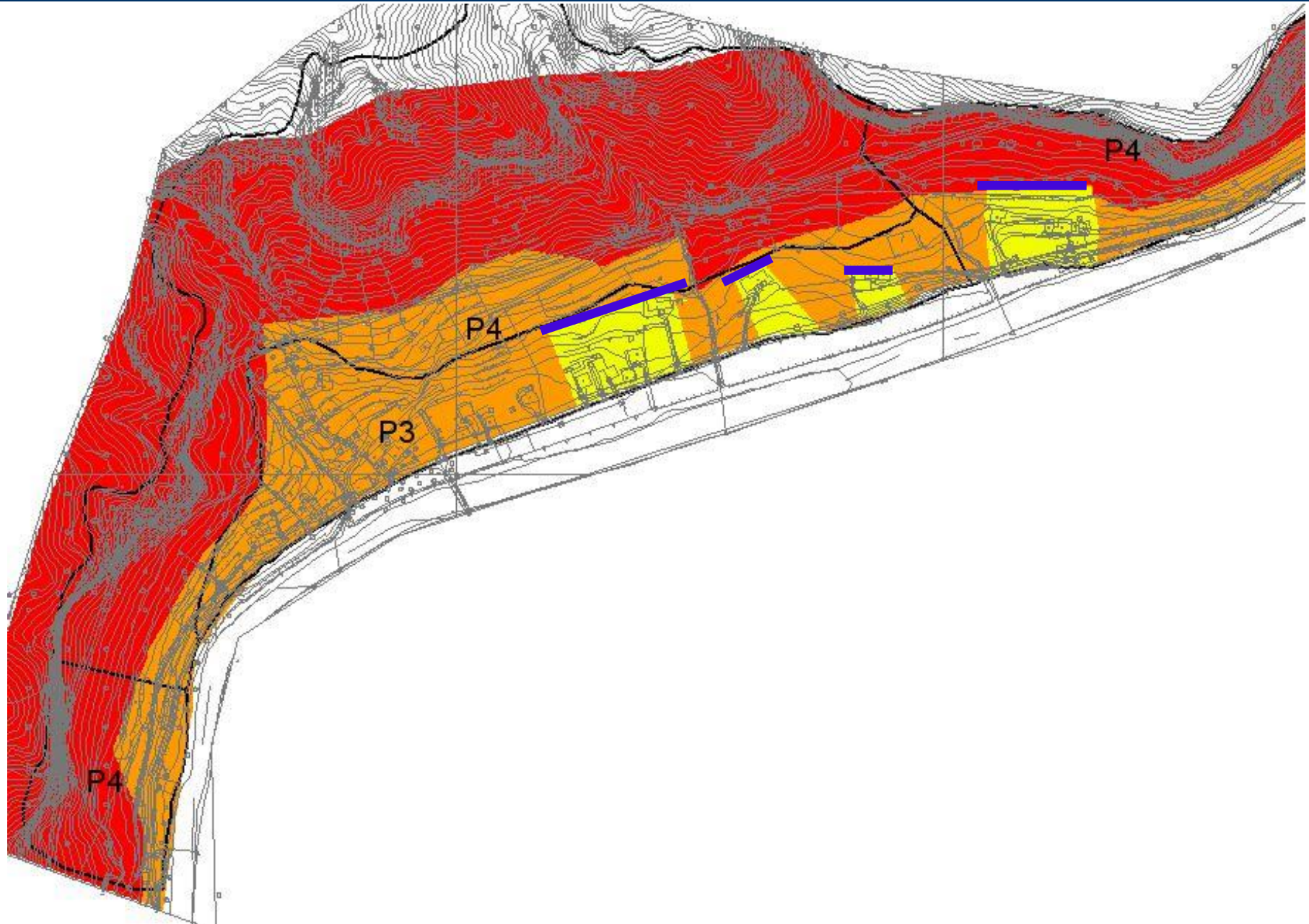
3 - APPLICAZIONE DELLA FUNZIONE DI "MAP CALCULATOR" E CARTA FINALE



ESEMPI DI PERIMETRAZIONE IN SEGUITO ALLA REALIZZAZIONE DI OPERE



ESEMPI DI PERIMETRAZIONE IN SEGUITO ALLA REALIZZAZIONE DI OPERE



SI RINGRAZIA DELL'ATTENZIONE