

**CASO DI STUDIO SU UN INTERVENTO DI “SOMMA URGENZA”  
PER IL RIPRISTINO DELLA SEDE STRADALE IN PROSSIMITA’ DEL  
PONTE SUL RIO DEL MOLINO, NEL TERRITORIO DEL COMUNE  
DI FIEROZZO (TN).**



**RELATORE: dr. geol. Michéle Luisa Vuillermin**

## 1. PREMESSA ED ANALISI DELLE CONOSCENZE DELLO STATO DI FATTO.

Il presente studio illustra come, anche quando i tempi operativi per l’esecuzione di indagini geognostiche sono “stretti”, con l’utilizzo di un numero limitato d’indagini geofisiche, sia possibile ottenere celermente dati sufficienti per programmare gli “interventi” in modo “mirato”, sulla base di dati reali ed obbiettivi, in attesa di poter portare a termine verifiche più approfondite.

Lo studio analizza l’intervento di “somma urgenza” effettuato per il ripristino di una sede stradale interessata da un movimento franoso in Val dei Mocheni, (Pergine Valsugana, Trento) ed i dati ottenibili con prospezioni geofisiche effettuate quasi contemporaneamente ai lavori.

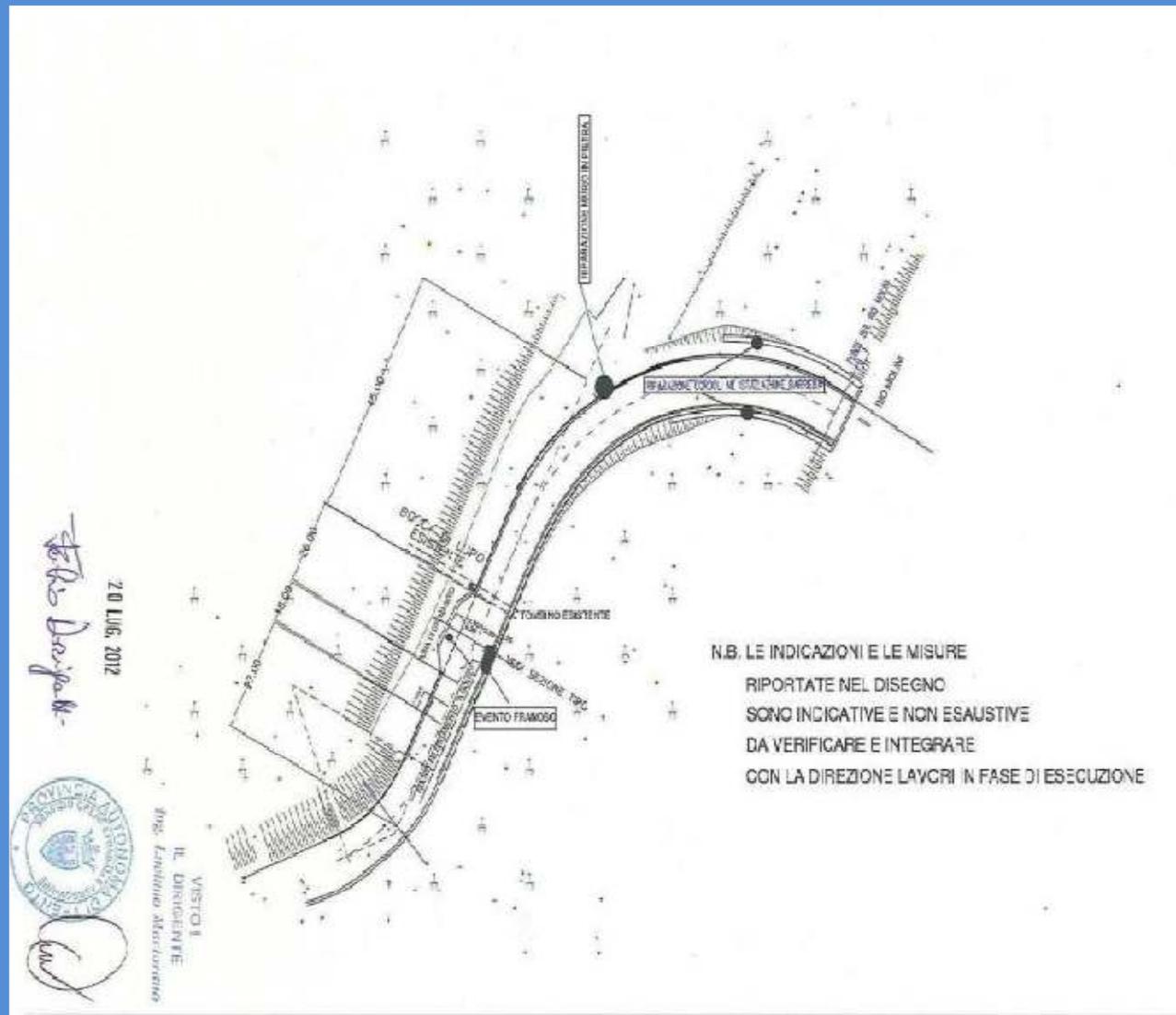
CASO DI STUDIO SU UN INTERVENTO DI “SOMMA URGENZA” PER IL RIPRISTINO DELLA SEDE STRADALE IN PROSSIMITA’ DEL PONTE SUL RIO DEL MOLINO, NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI FIEROZZO (TN).



Il primo sopralluogo effettuato dai Tecnici della P.A.T. faceva rilevare lo scollamento di un ampio settore del ciglio stradale nella parte occidentale dell’area, spaccature nei muri di monte, nel guard rail e della volta di un vecchio ponte, tutti indicatori di un possibile movimento franoso esteso a questa parte del pendio.

*Figure 1.1: Stralcio della documentazione fotografica della P.A.T.*

CASO DI STUDIO SU UN INTERVENTO DI “SOMMA URGENZA” PER IL RIPRISTINO DELLA SEDE STRADALE IN PROSSIMITA’ DEL PONTE SUL RIO DEL MOLINO, NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI FIEROZZO (TN).



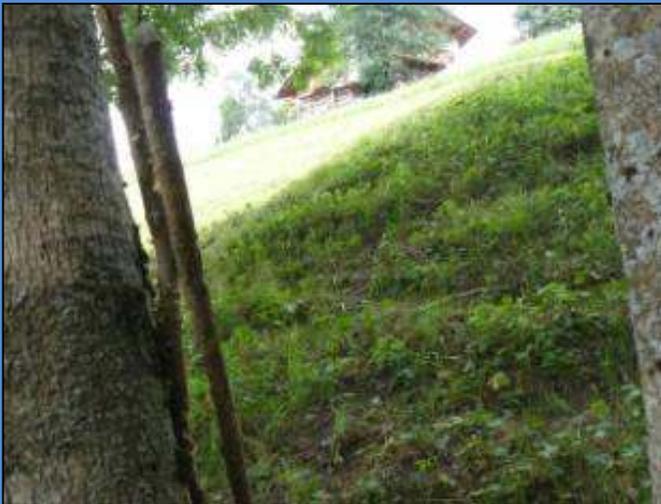
**Fig.1.2: Planimetria dell'area d'intervento**

La strada allo studio rappresenta un elemento strategico indispensabile per i collegamenti viari locali.

Per tale ragione, data la “fragilità” dell’area, i progettisti delle opere decisero di progettare un struttura solidale con il pendio.

Per consentire temporaneamente la viabilità durante le opere di “ripristino”, senza incidere sul ciglio franato, i progettisti delle opere decisero anche di allargare la sede stradale a monte del dissesto.

CASO DI STUDIO SU UN INTERVENTO DI “SOMMA URGENZA” PER IL RIPRISTINO DELLA SEDE STRADALE IN PROSSIMITA’ DEL PONTE SUL RIO DEL MOLINO, NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI FIEROZZO (TN).



Un secondo sopralluogo evidenziò che anche a monte e valle area erano presenti fenomeni di soliflusso, debris flow ed “affossamenti” indice di presenza di terreni a basso grado di addensamento e/o comprimibili.

In seguito a “prove rapide” sui terreni più superficiali, risultò che essi presumibilmente erano privi di coesione, fattore che escludeva la possibilità di eseguire scavi subverticali, instabili anche a breve termine.

*Figure 1.4: Stato dei luoghi a monte strada prima dei lavori.*

Si decise di eseguire urgentemente un campionamento di superficie ed alcune indagini geofisiche preliminari.

RELATORE: dr. geol Michéle Luisa Vuillermin

CASO DI STUDIO SU UN INTERVENTO DI “SOMMA URGENZA” PER IL RIPRISTINO DELLA SEDE STRADALE IN PROSSIMITA’ DEL PONTE SUL RIO DEL MOLINO, NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI FIEROZZO (TN).

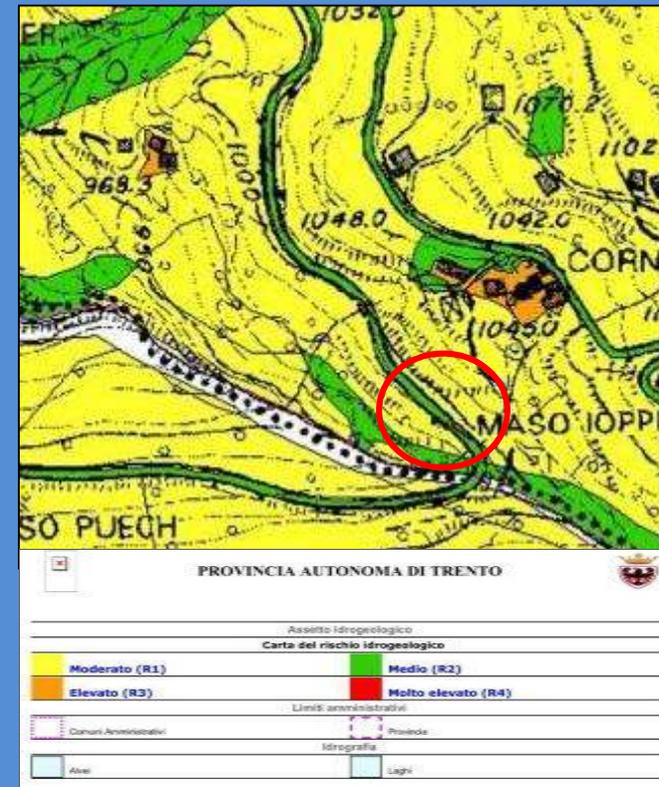
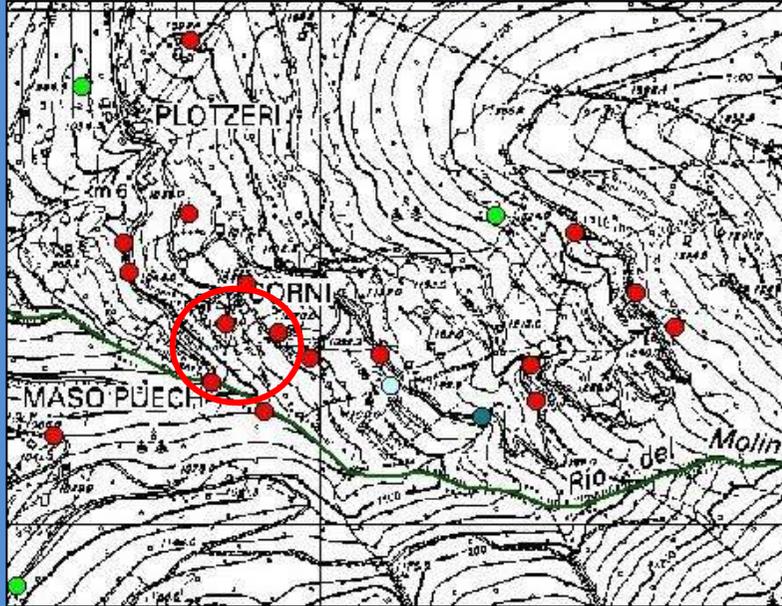


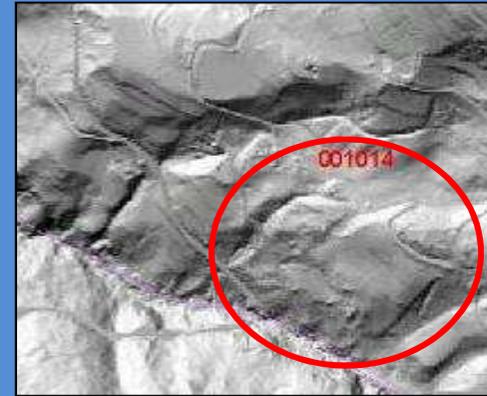
Figure 1.5: Estratti dalla “Carta di Sintesi geologica” e dalla “Carta dell’Assetto idrogeologico” della P.A.T..

In base alla zonizzazione della *Carta di Sintesi Geologica del P.U.P.*, le particelle interessate dal dissesto ricadono in area critica recuperabile, inseribile in 4° categoria sismica, cioè a sismicità trascurabile. In base alla carta dell’*Assetto idrogeologico del P.G.U.A.P.* (Figure 1.5) l’area è a rischio moderato, nonostante il fatto che essa sia interessata da un reticolo drenante poco affermato in fase evolutiva.

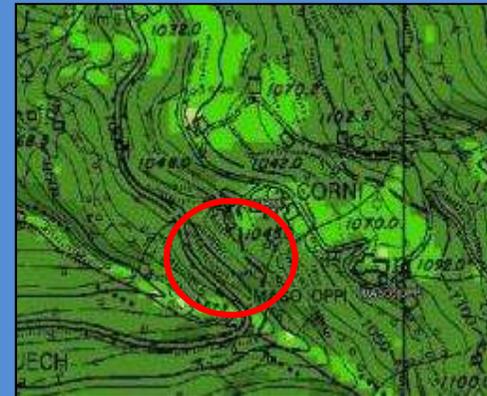
CASO DI STUDIO SU UN INTERVENTO DI “SOMMA URGENZA” PER IL RIPRISTINO DELLA SEDE STRADALE IN PROSSIMITA’ DEL PONTE SUL RIO DEL MOLINO, NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI FIEROZZO (TN).



*Figura 1.6: Carta dei dissesti (Estratto dalla cartografia P.A.T.).*



*Figura 1.7: Lidar (Estratto dalla cartografia P.A.T.).*

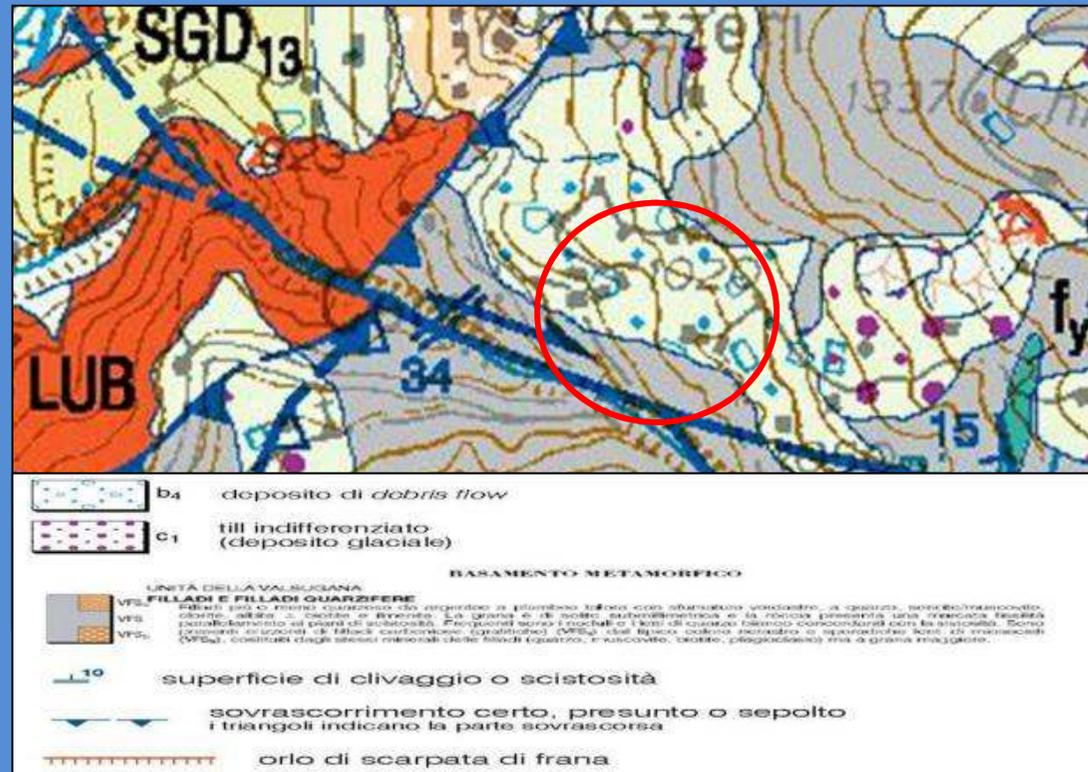


*Figura 1.8: Carta dell'acclività (Estratto dalla cartografia P.A.T.).*

Il pendio localmente ha acclività superiori a 35° (**Figura 1.8**), fattore che imporrebbe la massima attenzione. Dalla “**Carta dei dissesti**” di **Figura 1.6** infatti, risulta che in prossimità dell’area sono segnalati numerosi smottamenti verificatisi in passato. Anche le carte “Lidar” della P.A.T. indicherebbero la possibile presenza di un’area franosa, che si estenderebbe ben oltre l’area di progetto (vedi area 001014 di **Figura 1.7**).

Il reticolo idrografico locale è caratterizzato da una serie di impluvi per lo più poco affermati che, assieme ai seppur limitati depositi di debris flow, testimoniano la propensione dell’area al dissesto idrogeologico.

CASO DI STUDIO SU UN INTERVENTO DI “SOMMA URGENZA” PER IL RIPRISTINO DELLA SEDE STRADALE IN PROSSIMITA’ DEL PONTE SUL RIO DEL MOLINO, NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI FIEROZZO (TN).



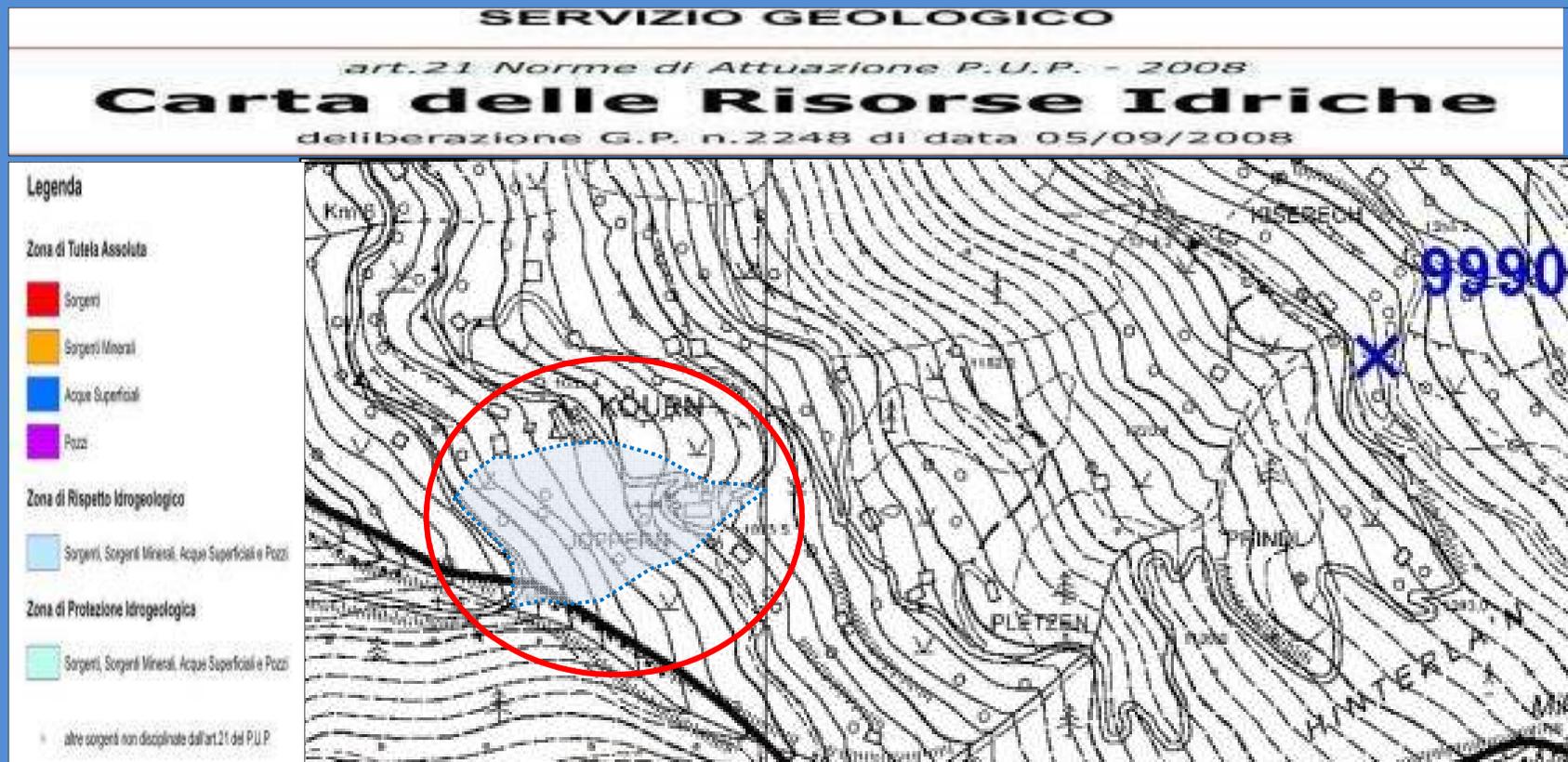
**Figura 1.9: Carta Geologica alla scala 1:50.000.**

Sino ad almeno quota 1040 m s.l.m. in area affiorano prevalentemente alteriti del substrato filladico di origine eluviale e colluviale, affiorante però solo molto più a monte od a valle.

Sulla nuova “**Carta geologica al 50.000**” della P.A.T. l’area fa parte inoltre di un esteso sovrascorrimento con serie inversa, dove la Piattaforma Porfirica locale (Vedi LUB in **Figura 1.9**) che dovrebbe essere più recente della formazione filladica, è invece stratigraficamente sotto ad essa. Le scistosità delle filladi quarzose sono per lo più a traverpoggio. La “**Carta geologica**” riporta inoltre un’ampia zona a debris flow a monte area.

RELATORE: dr. geol Michéle Luisa Vuillermin

CASO DI STUDIO SU UN INTERVENTO DI “SOMMA URGENZA” PER IL RIPRISTINO DELLA SEDE STRADALE IN PROSSIMITA’ DEL PONTE SUL RIO DEL MOLINO, NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI FIEROZZO (TN).



*Figura 1.10: Carta dei dissesti (Estratto dalla cartografia P.A.T.).*

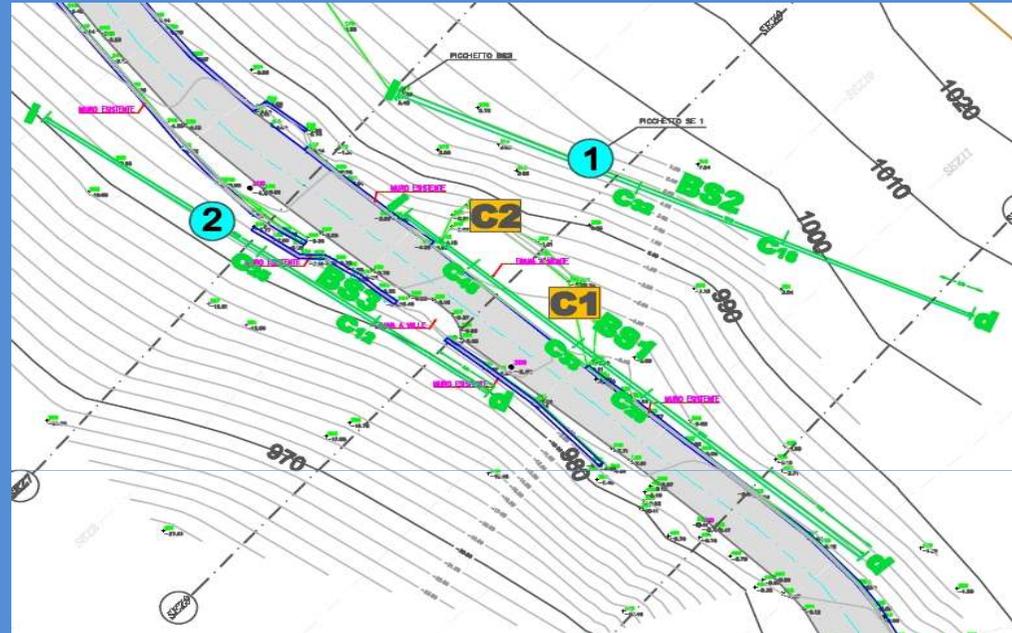
Come rilevabile dalla carta di *Figura 1.10* (“Ubicazione delle sorgenti selezionate dal P.U.P. e rispettive aree di rispetto”) sui versanti prossimi all’area di studio si ha solo una sorgente inventariata dal P.U.P., che non è selezionata (sorgente 9990) ed incide su un micro bacino diverso dal nostro.

CASO DI STUDIO SU UN INTERVENTO DI “SOMMA URGENZA” PER IL RIPRISTINO DELLA SEDE STRADALE IN PROSSIMITA’ DEL PONTE SUL RIO DEL MOLINO, NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI FIEROZZO (TN).

## 2. INDAGINI PRELIMINARI E PROSPZIONI GEOFISICHE.



*Figura 2.1: Scavo di fase 1.*



*Figura 2.2: Planimetria ed ubicazione delle indagini preliminari.*

Dopo i sopralluoghi si optò per la realizzazione di una doppia fila di pali tirantati a monte e valle strada. Per fornire dati utili alla progettazione, nei giorni immediatamente seguenti al sopralluogo si eseguirono 3 basi sismiche a rifrazione con lettura di onde P ed S e calcolo dei moduli elastico dinamici, sulla cui base furono progettati i pali, 2 sondaggi elettrici verticali, per verificare la continuità e tipologia delle litologie ed individuare i potenziali orizzonti acquiferi e/o a bassa permeabilità, analisi granulometriche e limiti di Hatterberg su 2 campioni, per cercare di estrapolare “a ragion veduta” dei valori di angolo di attrito interno dei sedimenti locali.

RELATORE: dr. geol Michéle Luisa Vuillermin

**CASO DI STUDIO SU UN INTERVENTO DI “SOMMA URGENZA” PER IL RIPRISTINO DELLA SEDE STRADALE IN PROSSIMITA’ DEL PONTE SUL RIO DEL MOLINO, NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI FIEROZZO (TN).**

MODULI ELASTICO DINAMICI										
Base n°	Orizz. sismici	Vp m/sec	Vs m/sec	$\gamma$ t/mc	Semiprof. m da p.c.	P MPa	E MPa	G MPa	$G^*(s_0)^{0,5}$	R
1	V1	290	90	1,60	0,5	0,40	416	130	116	0,5
	V2	1030	330	1,90	2,8	0,40	6681	2069	4772	2,0
	V3	1550	750	1,90	4,4	0,27	38597	10688	30901	2,9
	V4	2770	1040	2,50	10	0,36	89994	27040	135200	6,9
2	V1	389	180	1,70	0,75	0,29	1953	551	622	0,7
	V2	670	290	1,80	2,7	0,31	5239	1514	3337	1,2
	V3	1060	510	1,90	6,2	0,27	17803	4942	16962	2,0
3	V1	318	180	1,70	0,7	0,18	2172	551	601	0,5
	V2	540	290	1,80	1,6	0,21	5768	1514	2569	1,0
	V3	1362	510	1,90	4,2	0,36	16438	4942	13960	2,6
	V4	2227	930	2,30	18,3	0,33	68082	19893	129057	5,1

Orizz. sism.	$\phi$ Chen da granul.	$\phi$ resid. X coesivi da LL	C (kN)	$\gamma_n$ (kN/mc)	LL %	Cc da limiti	Young E (Mpa)	G (MPa)	$V_L$ (m/sec)	$V_s$ (m/sec)	R	$\rho$ (ohm*m)	GRANU L.
V1	34	24	c.a. 0	1,60	32	0,19	1514	451	332	332	0,6	240-4000	GS dL
V2	37	33	c.a. 0	1,80	22	0,12	5886	1699	605	605	1,1	310-4000	G Sse Lse
V3				1,90			17121	4942	1151	1151	2,3	240-280	
V3a	37?	-	-	1,90	-	-	38597	10688	1550	1550	2,9		
V4	-	-	-	2,40	-	-	79038	23467	2499	2499	6,0	4000-5000	filladi

Parametri per le verifiche allo SLU dei fronti di scavo: stabilità a breve termine											
Orizz. sism.	$\phi$	$\phi_{id}$	C (kN)	Crid (kN)	Cu (kN)	$Cu_{id}$ (kN)	$\gamma_n$ (kN)	Hc (m)	tg $\phi'$	h (m)	beta
V1	34	28,2	5	4,0	0	0,0	16,00	0,84	0,54	6,5	32
V2	37	31,0	5	4,0	0	0,0	18,00	0,78	0,60	6,5	34
V3	37	31,0	5	4,0	0	0,0	19,00	0,74	0,60	6,5	34

Verifiche allo SLU dei fronti di scavo sull'orizzonte V1 (A2+M2+R2)											
Orizz. sism.	$\phi$	$\phi_{id}$	C (kN)	Crid (kN)	Cu (kN)	$Cu_{id}$ (kN)	$\gamma_n$ (kN)	Hc (m)	tg $\phi'$	h (m)	beta
V1	34	28,2	5	4,0	0	0,0	16	0,84	0,54	1,0	73
								0,84		2,0	43
								0,84		3,0	37
								0,84		4,0	34
								0,84		5,0	33

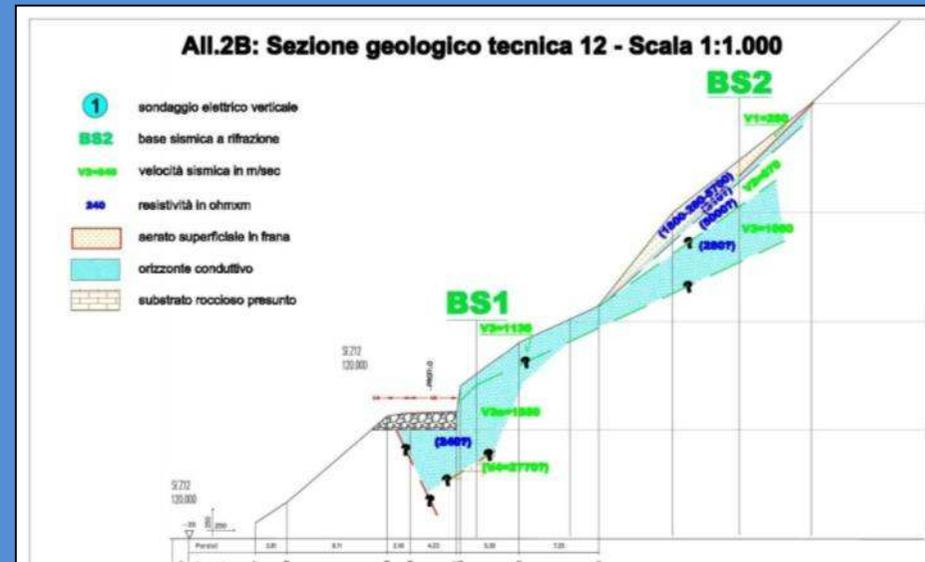
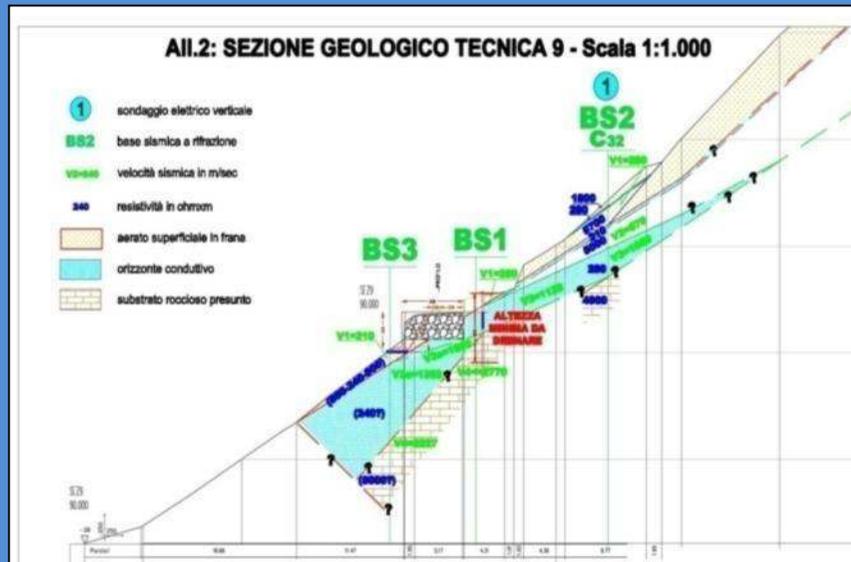
Verifiche allo SLU dei fronti di scavo sull'orizz. V2 (A2+M2+R2)											
Orizz. sism.	$\phi$	$\phi_{id}$	C (kN)	Crid (kN)	Cu (kN)	$Cu_{id}$ (kN)	$\gamma_n$ (kN)	Hc (m)	tg $\phi'$	h (m)	beta
V2	37	31,0	10	8,0	0	0,0	18	1,57	0,60	2,0	70
								1,57		3,0	52
								1,57		4,0	45
								1,57		5,0	41
								1,57		6,0	39

Verifiche allo SLU dei fronti di scavo sull'orizz. V3 (A2+M2+R2)											
Orizz. sism.	$\phi$	$\phi_{id}$	C (kN)	Crid (kN)	Cu (kN)	$Cu_{id}$ (kN)	$\gamma_n$ (kN)	Hc (m)	tg $\phi'$	h (m)	beta
V3	37	31,0	10	8,0	0	0,0	19	1,49	0,60	2,0	67
										3,0	50
										4,0	44
										5,0	41
										6,0	39

**Figure 2.3: Calcolo preliminare dei moduli elastico dinamici e delle altezze critiche dei fronti di scavo**

Dal rilievo di superficie, dalla prospezione geofisica e dalle analisi granulometriche è emerso che nei primi metri superficiali i depositi sciolti locali presentano clasti sub arrotondati e localmente classati, seguiti da elementi con disposizione caotica, con alternanze di orizzonti grossolani e sottili livelli più fini. I valori di densità utilizzati nei calcoli dei moduli elastico dinamici e delle altezze critiche di **Figure 2.3** sono stati ricavati dalla prospezione sismica. Come rilevato in sede di sopralluogo, entrambe i limiti di Hatterberg sono risultati parzialmente non determinabili, indice di mancanza di elementi fini e quindi anche di coesione.

CASO DI STUDIO SU UN INTERVENTO DI “SOMMA URGENZA” PER IL RIPRISTINO DELLA SEDE STRADALE IN PROSSIMITA’ DEL PONTE SUL RIO DEL MOLINO, NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI FIEROZZO (TN).



BASE SISMICA 1			
V1	V2	V3	V4
360	1130	1550	2770
x (m)	y <sub>1-2</sub> (m)	y <sub>2-3</sub> (m)	y <sub>3-4</sub> (m)
0,0	0,0	0,0	0,0
3,0	0,0	0,0	2,0
8,0	0,0	0,0	7,8
13,0	0,0	1,0	0,0
18,0	0,0	3,8	7,8
23,0	2,0	5,5	5,5
25,0	2,1	6,5	0,0
28,0	2,0	7,0	0,0
33,0	1,4	4,8	0,0
34,0	1,2	4,6	0,0
38,0	1,1	4,3	0,0
43,0	0,9	4,1	0,0
45,0	0,7	3,8	3,8
48,0	0,2	3,1	5,5
53,0	0,0	2,3	7,2

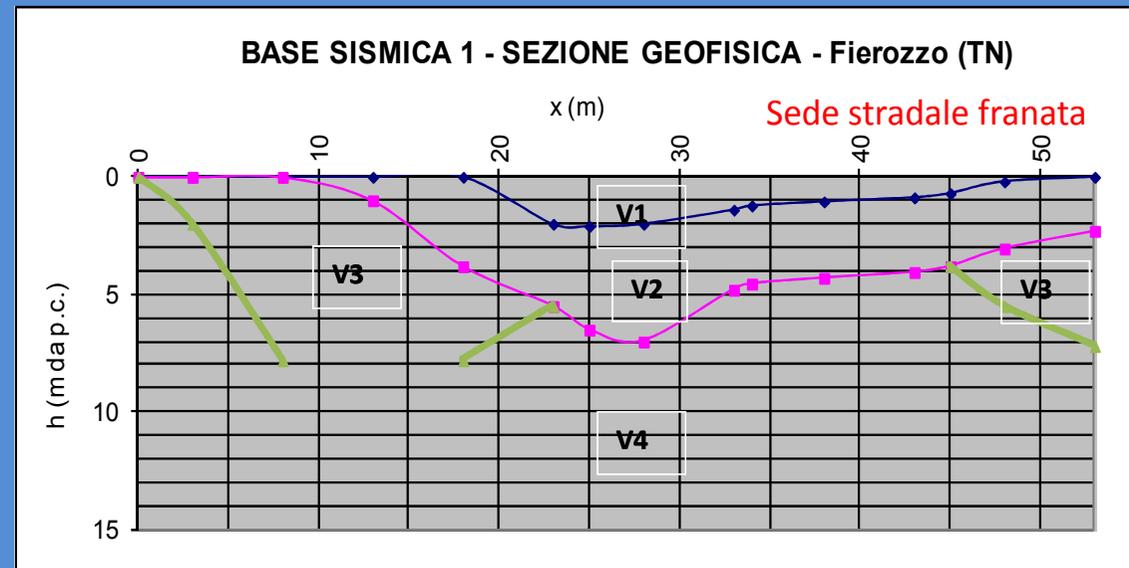


Figure 2.4: Rielaborazione delle sezioni interpretative.

**CASO DI STUDIO SU UN INTERVENTO DI “SOMMA URGENZA” PER IL RIPRISTINO DELLA SEDE STRADALE IN PROSSIMITA’ DEL PONTE SUL RIO DEL MOLINO, NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI FIEROZZO (TN).**

In base alle caratteristiche elettriche e sismiche si definì la seguente successione locale:

**Orizzonte V1:** aerato superficiale sciolto rippabile, con velocità delle onde P di 280-389 m/sec e delle onde S di 90-180 m/sec. Ingloba presumibilmente il detrito colluviale ed in frana, in matrice sabbioso limosa. In base ai sondaggi elettrici esso è costituito da due diversi orizzonti resistivi ed asciutti (resistività >850 ohmxm), che inglobano un orizzonte conduttivo più sottile, a granulometrie medio fini o, più probabilmente, un livello acquifero (resistività di 240-280 ohmxm). Ha una rigidità sismica media R di 0,6. Sebbene sia per lo più asciutto, questo orizzonte nei periodi piovosi può essere sede di falde acquifere temporanee. Il Campione **C1** è certamente attribuibile a questo orizzonte.

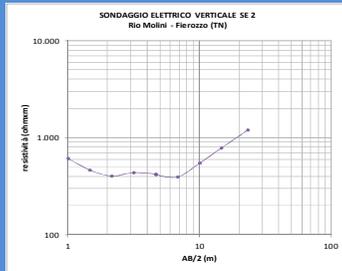
**Orizzonte V2:** orizzonte rippabile a basso grado di addensamento, con velocità delle onde P di 540-1030 m/sec e delle onde S di 290-330 m/sec. Ingloba presumibilmente il detrito colluviale e le alteriti meno compatte delle filladi, presumibilmente anch’esse interessate dai movimenti franosi. In base ai sondaggi elettrici esso è costituito da 1 orizzonte inferiore più consistente, resistivo ed asciutto (resistività di 5000 ohmxm) ed uno superiore più sottile, a granulometrie medio fine o, più probabilmente, acquifero (resistività di 310 ohmxm). Ha una rigidità sismica media R di 1,4. Sebbene sia per lo più asciutto questo orizzonte può essere sede di falde acquifere temporanee.

**Orizzonte V3:** orizzonte intermedio rippabile presente sino alla massima profondità di -10,2 m da p.c. sulla BS 3; ha velocità delle onde P di 1060-1550 m/sec e delle onde S di 510-750 m/sec.. E’ distinguibile nei due orizzonti sismici 3 e 3a, il primo dei quali a basso grado di addensamento, con rigidità sismica media R di 2,3 ed il più profondo a medio grado di addensamento, con rigidità sismica media R di 2,75. L’orizzonte interessa presumibilmente le alteriti un po’ più compatte delle filladi. In base ai sondaggi elettrici esso è conduttivo e cioè a granulometrie medio fine o, più probabilmente, acquifero (resistività di 240-280 ohmxm). Presumibilmente rappresenta l’acquifero permanente di base.

**Orizzonte V4:** orizzonte veloce di base, costituito dalle formazioni rocciose più compatte, ad alto grado di addensamento e rigidità sismica elevata (R=5,1-6,9); ha velocità delle onde P di 2227-2770 m/sec e delle onde S di 930-1040 m/sec. I due diversi valori sismici potrebbero essere attribuibili a formazioni lapidee differenti od a diverso grado di consistenza, anche a causa del diverso contenuto di quarzo. In base ai sondaggi elettrici esso è un orizzonte resistivo ed asciutto (resistività >4000 ohmxm).

CASO DI STUDIO SU UN INTERVENTO DI “SOMMA URGENZA” PER IL RIPRISTINO DELLA SEDE STRADALE IN PROSSIMITA’ DEL PONTE SUL RIO DEL MOLINO, NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI FIEROZZO (TN).

## 2.1 Caratteri idrogeologici locali.



Bilancio idrico medio annuo del microbacino							
A (mq)	P (mm)	T °C	E (mm)/anno	CD	Qi (l/sec)	Qd (l/sec)	Qtot (l/sec)
28.446	957	10,3	488	0,550	0,19	0,23	0,42

Dati idrologici del microbacino di progetto, per piogge intense di 1 ora							
$\Delta q$ (m)	radq $\Delta q$	L (km)	A (kmq)	radq A	A (mq)	h (mm)	h (m)
45,0	6,71	0,185	0,028	0,17	28446	44,5	0,0445

Tempo di corrivazione:	$T_c = \frac{4x\sqrt{A} + 1.5xL}{0.8x\sqrt{\Delta q}}$	$T_c = 0,18$ ore = 10,65 min
Portata max secondo Giandotti:	$Q_{max} = A \times CD \times h / T_c$	= 0,99 mc/sec
Portata massima piccoli bacini:	$Q_{max} = A \times CD \times h \times R / R1 \times T_c$	= 2,48 mc/sec
Portata max x m lin. muro:	lung. muro (m) = 80	$Q_{max} \times m = 0,03$ mc/sec

PARAMETRI CARATTERISTICI DEI FRONTI DI SBANCAMENTO (terreno)							
ORIZZONTE	n° valori	K m/sec	D <sub>85</sub> (mm)	D <sub>60</sub> (mm)	D <sub>50</sub> (mm)	D <sub>15</sub> (mm)	D <sub>10</sub> (mm)
V1 / C1	1,00	2,88E-04	25,00	7,50	4,00	0,15	0,06
V2-V3 ?/ C2	1,00	8,32E-05	20,00	6,50	3,80	0,06	0,001

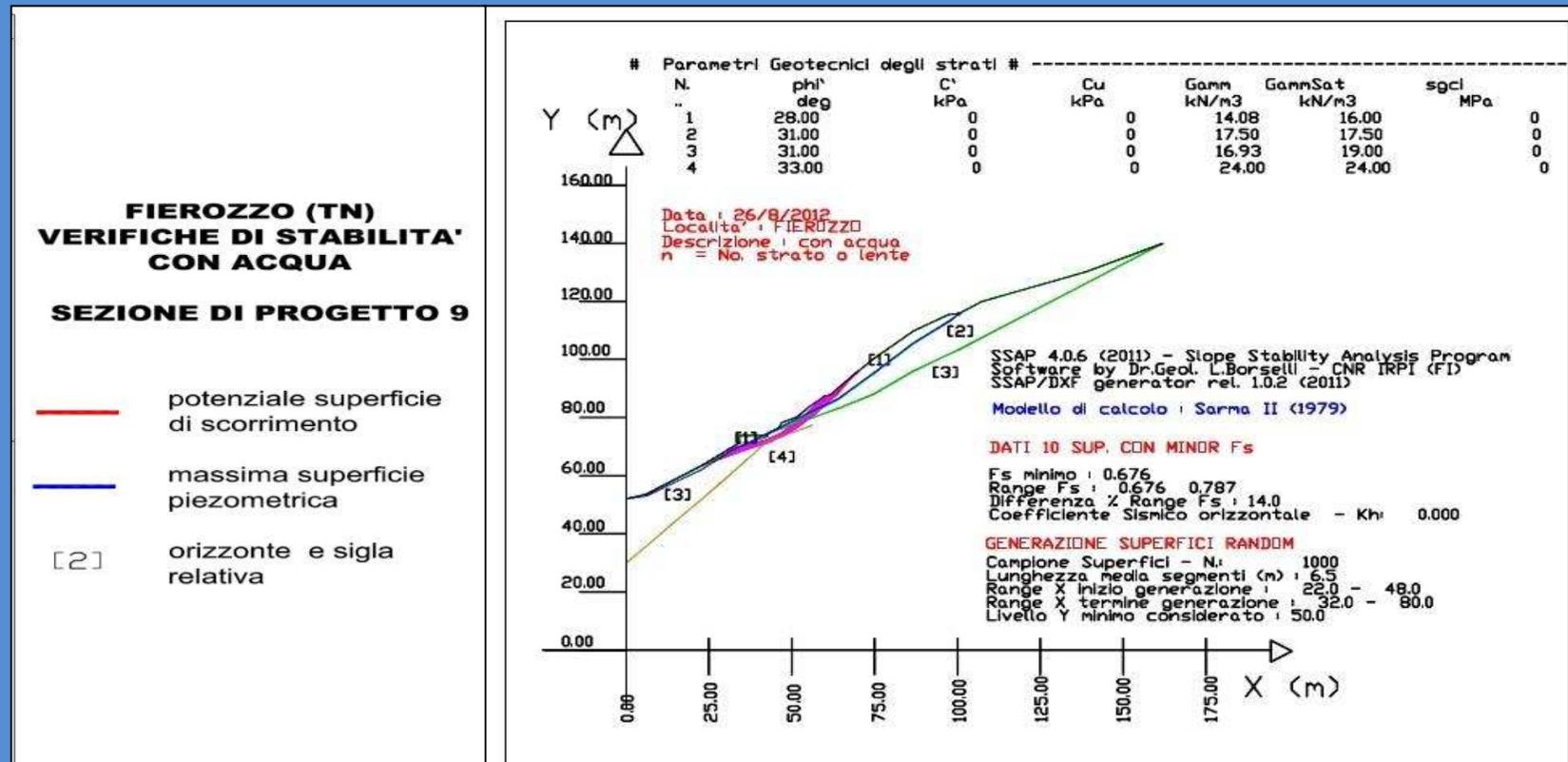
CARATTERISTICHE DEI FILTRI DEI DRENAGGI							
ORIZZONTE	ANTINTASAMENTO		EFFICIENZA SMALTIMENTO ACQUE				
	D <sub>15</sub> filtro	D <sub>50</sub> filtro	D <sub>15</sub> filtro deve essere fra		K filtro	deve essere	
	< di mm	< di mm	> di mm	< di mm	m/sec	> m/sec	< m/sec
	3°D <sub>85</sub>	25°D <sub>50</sub>	4,5°D <sub>15</sub> terreno	D <sub>15</sub> filtro	D15^2	16°K <sub>terr.</sub>	25°K <sub>terr.</sub>
V1 / C1	75	100	0,68	3,00	0,023	0,005	0,007
V2-V3 ?/ C2	60	95	0,28	1,26	0,004	0,001	0,002
Per l'efficienza dei filtri dovrà essere:	D <sub>15</sub> filtro (mm)	D <sub>50</sub> filtro (mm)	D <sub>15</sub> filtro compreso fra (mm)		K filtro	compreso fra (m/sec)	
	60,00	95,00	0,68	1,26	3,97E-03	4,61E-03	2,08E-03

Figura 2.5: Caratteristiche tecniche delle opere di drenaggio.

Grazie alla prospezione elettrica si è potuto rilevare l'esistenza di 2 distinti acquiferi potenziali. L'acquifero più superficiale (entro l'aerato V1) è una falda sospesa a carattere temporaneo, quello permanente s'impone presumibilmente a profondità variabili entro l'orizzonte V3. Si è deciso quindi di drenare le acque di monte con dreni orizzontali e quelle a ridosso della strada con dreni verticali.

CASO DI STUDIO SU UN INTERVENTO DI “SOMMA URGENZA” PER IL RIPRISTINO DELLA SEDE STRADALE IN PROSSIMITA’ DEL PONTE SUL RIO DEL MOLINO, NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI FIEROZZO (TN).

## 2.3 Verifiche di stabilità preliminari.



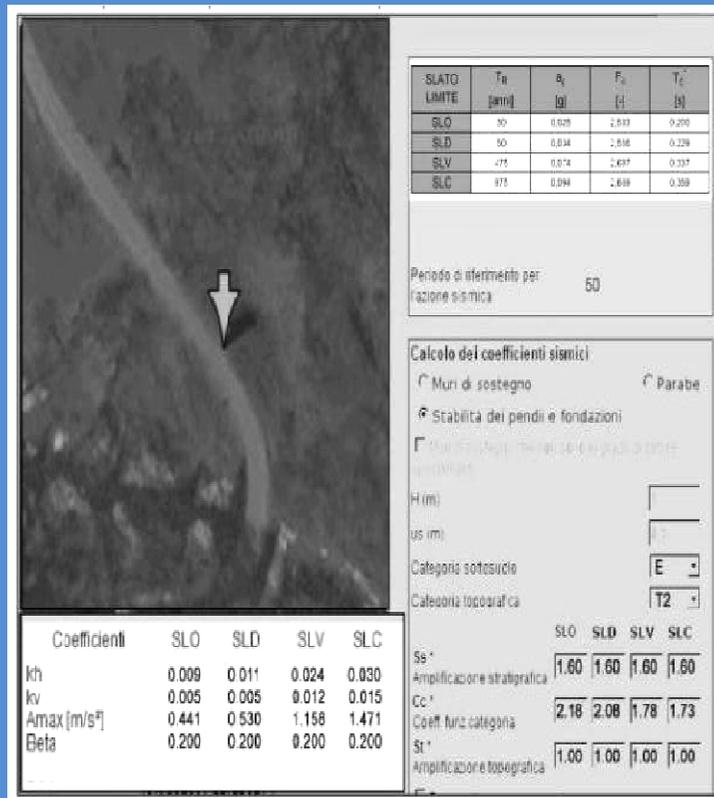
**Figura 2.6: Verifiche di stabilità preliminari.**

Le verifiche di stabilità eseguite hanno confermato la possibile presenza di situazioni di instabilità negli orizzonti V1 (già visibilmente in movimento) e V3, se interessati da livelli acquiferi. I pali ed i drenaggi e l’innalzamento del muro di monte strada (previsti dal progetto in seguito alle indagini preliminari) hanno lo scopo di ovviare a questo rischio.

CASO DI STUDIO SU UN INTERVENTO DI "SOMMA URGENZA" PER IL RIPRISTINO DELLA SEDE STRADALE IN PROSSIMITA' DEL PONTE SUL RIO DEL MOLINO, NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI FIEROZZO (TN).

### 3. ANALISI DEL RISCHIO SISMICO

Sebbene l'O.P.C.M. n°3274 classifichi l'area come sismica di categoria 4, data la categoria d'uso afferente all'opera (II), tutti i calcoli sono stati effettuati con i parametri della terza categoria, anche se con procedura semplificata.



Calcolo di VS <sub>30</sub> ed R <sub>30</sub>										
BS n°	Orizz. sismici	Vp m/sec	Vs m/sec	γ kN/mc	Prof. da p.c. tetto orizz. (m)	Profon. p.f. da p.c. (m)	Spess. m.	VS <sub>30</sub>	R	R <sub>30</sub>
1	V1	290	90	1,6	0,0	0	1,3	917	0,5	6,0
	V3	1030	330	1,9	1,3	0	2,9		2,0	
	V3a	1550	750	1,9	4,2	0	1,4		2,9	
	V4	2770	1040	2,5	5,6	0	24,4		6,9	
3	V1	318	180	1,7	0,0	0	1,4	819	0,5	4,4
	V2	540	290	1,8	1,4	0	0,4		1,0	
	V3a	1362	510	1,9	1,8	0	4,8		2,6	
	V4	2227	930	2,3	6,6	0	23,4		5,1	

CARATTERIZZAZIONE SISMICA SEMPLIFICATA.										
prof. media falda da p.c. (m) =		1		accel. sism. a <sub>max</sub> =		0,03		coefficiente sismico C =		0,021
accliv. pendio % =		0,44		coeff. pendio T =		1,2				
Calcolo del coefficiente di fondazione ε del grado di sismicità S.										
BS o punto	Orizz. sism.	Prof. letto h (m)	Spessore (m)	C1 litologia	C2 Morfot.	ε livelli	ε m.pond.	S livelli	S m.pond.	
1	V1	1,3	1,3	1,11	1,05	0,03	0,03	4,97	4,84	
	V3	4,2	2,9	1,06	1,05	0,03		4,83		
	V3a	5,6	1,4	1,06	1,05	0,03		4,83		
	V4	30,0	24,4	1,06	1,05	0,03		4,83		
3	V1	1,4	1,4	1,06	1,05	0,03	0,03	4,83	4,83	
	V2	1,8	0,4	1,00	1,05	0,03		4,67		
	V3a	6,6	4,8	1,06	1,05	0,03		4,83		
	V4	30,0	23,4	1,06	1,05	0,03		4,83		

Figura 3.1: Calcolo dell'intensità sismica di progetto e del coefficiente di fondazione.

CASO DI STUDIO SU UN INTERVENTO DI “SOMMA URGENZA” PER IL RIPRISTINO DELLA SEDE STRADALE IN PROSSIMITA’ DEL PONTE SUL RIO DEL MOLINO, NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI FIEROZZO (TN).

### 3.1 Analisi del rischio di liquefacibilità.

ORIZZONTE	n°. valori	K m/sec	D <sub>85</sub> (mm)	D60 (mm)	D50 (mm)	D10 (mm)
V1/C.1	1,00	1,00	2,88E-04	25,00	7,50	0,060
V2-V3/C.2	1,00	1,00	8,32E-05	20,00	6,50	0,001

*Figura 3.2: Analisi di liquefacibilità degli orizzonti con metodo granulometrico.*

**amax: 0,030      l.s m: 0**

Orizz. n°.	Prof. letto p.c. m	Spess. oriz m	Densità kg/cmq	hw m	rd m	T	Vs m/sec	Vsl m/sec	Vslc m/sec	R	Fs
V1	1,4	1,4	1,600	0,00	0,99	<b>0,00</b>	332	323	215	<b>0,30</b>	<b>68,4</b>
V2	2,9	1,5	1,800	2,85	0,98	<b>0,01</b>	605	609	215	<b>1,11</b>	<b>111,1</b>
V3	4,8	2,0	1,900	4,83	0,96	<b>0,02</b>	1151	919	215	<b>2,53</b>	<b>143,8</b>
V3a	6,1	1,3	1,900	6,10	0,95	<b>0,02</b>	1550	1077	215	<b>3,48</b>	<b>158,4</b>

*Figura 3.3: Calcolo della liquefacibilità da Vs.*

In caso di sismi, entrambe i metodi utilizzati (granulometrico e dalle Vs) dimostrano che nei depositi sciolti non si ha rischio di liquefazioni.

CASO DI STUDIO SU UN INTERVENTO DI “SOMMA URGENZA” PER IL RIPRISTINO DELLA SEDE STRADALE IN PROSSIMITA’ DEL PONTE SUL RIO DEL MOLINO, NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI FIEROZZO (TN).

## 4. REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI SOMMA URGENZA.



***Figura 4.1: Completamento della prima fase dei lavori***

In tempi molto brevi si è ripristinata la viabilità locale , progettando oculatamente grazie anche alle prospezioni geofisiche.

Nel corso del ripristino della viabilità, subito dopo l’esito delle prime analisi e verifiche di stabilità, si ravvisava la necessità di eseguire uno studio integrativo, per definire con maggior dettaglio le caratteristiche geotecniche dei terreni e tarare il modello fisico del terreno individuato.

RELATORE: dr. geol Michéle Luisa Vuillermin

CASO DI STUDIO SU UN INTERVENTO DI “SOMMA URGENZA” PER IL RIPRISTINO DELLA SEDE STRADALE IN PROSSIMITA’ DEL PONTE SUL RIO DEL MOLINO, NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI FIEROZZO (TN).

## 5. LE INDAGINI INTEGRATIVE.

Sebbene l’intervento di “somma urgenza” fosse concluso con l’allargamento della sede stradale a monte del dissesto, l’approntamento dei drenaggi e delle palificate di monte e valle strada, restava la necessità di consolidare il tratto orientale della strada, eseguito in successione al primo.

Nell’ambito della seconda parte del progetto (attualmente concluso ed andato a buon fine) e contemporaneamente alla conclusione del progetto “preliminare”, a verifica di quanto già fatto è stato possibile programmare delle indagini integrative costituite da :

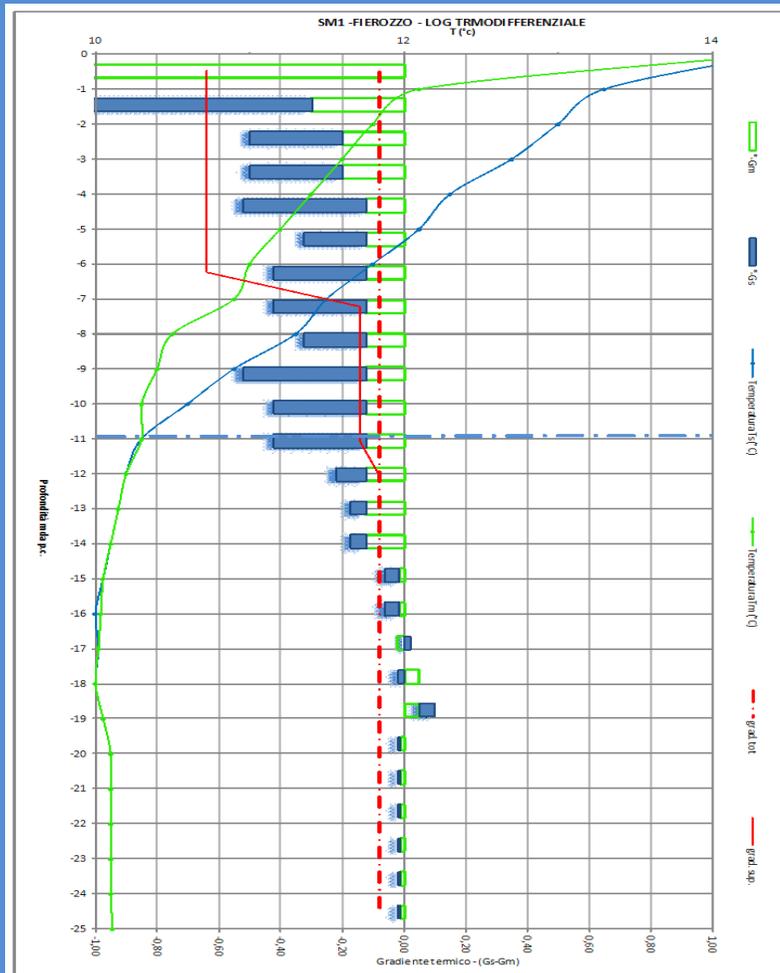
- 1 sondaggio meccanico sino a -25 m da p.c., con approntamento di 1 inclinometro
- prelievo ed analisi di laboratorio (analisi granulometriche, limiti di Hatterberg e prove di taglio di laboratorio su campioni ricostruiti) da sondaggio e da scavi su 6 campioni
- esecuzione di un log termo differenziale.



**Figura 5.1: Il sondaggio meccanico.**

RELATORE: dr. geol Michéle Luisa Vuillermin

## 5.1 Taratura ed affinamento dei dati preliminari.



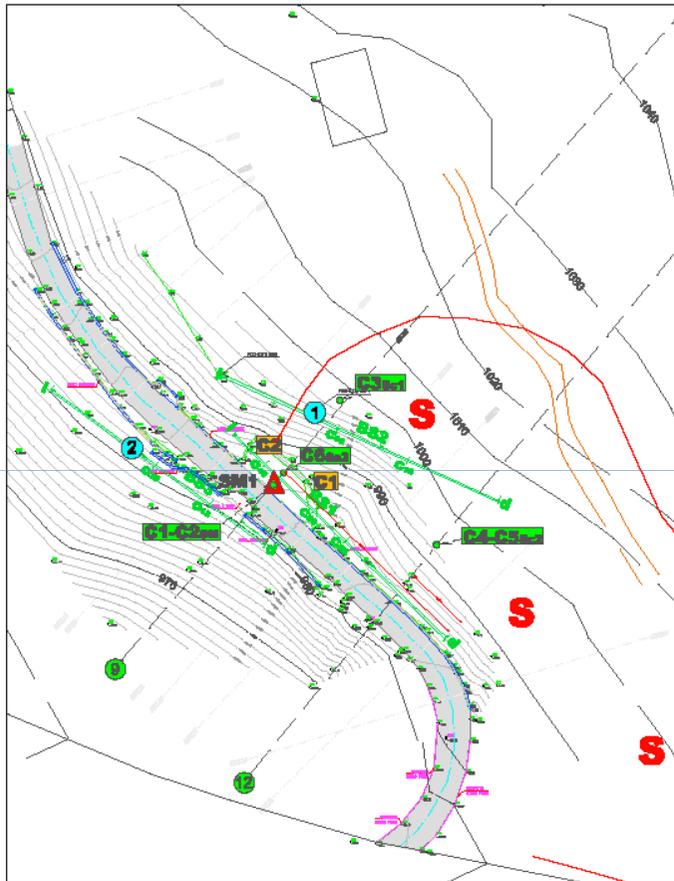
**Figura 5.2: Il log termodifferenziale.**

Grazie alla perforazione ed agli scavi esplorativi eseguiti, sono stati sostanzialmente confermati i dati idrogeologici, geofisici e geotecnici soprattutto entro la coltre sciolta. E' stato inoltre possibile eseguire la caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso, con classificazione e definizione dei parametri relativi.

Il log termodifferenziale elaborato sul foro di sondaggio ha fatto inoltre rilevare l'efficacia delle opere drenanti effettuate ed ha individuato la presenza di un sottile orizzonte acquifero entro le filladi, che potrebbe corrispondere anche ad un piano di scivolamento locale.

CASO DI STUDIO SU UN INTERVENTO DI “SOMMA URGENZA” PER IL RIPRISTINO DELLA SEDE STRADALE IN PROSSIMITA’ DEL PONTE SUL RIO DEL MOLINO, NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI FIEROZZO (TN).

**ALL. 1 : PLANIMETRIA - SCALA 1:2.000**



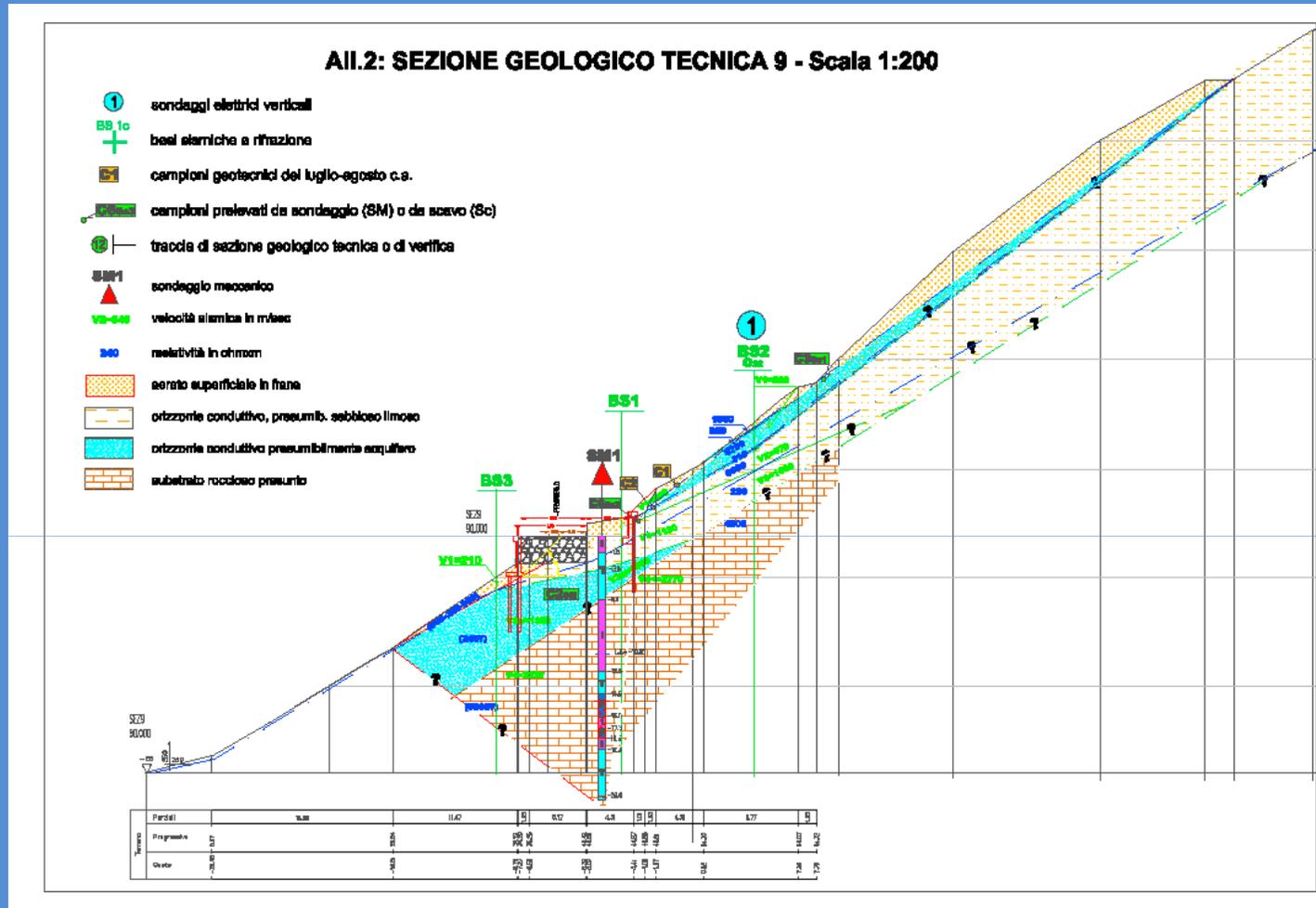
**ALL. 1 : PLANIMETRIA - SCALA 1:2.000**

**Legenda**

-  sondaggi elettrici verticali
-  basi sismiche a rifrazione
-  campioni geotecnici del luglio-agosto c.a.
-  campioni prelevati da sondaggio (SM) o da scavo (Sc)
-  traccia di sezione geologica tecnica o di verifica
-  area maggiormente interessata dal dissesto

*Figura 5.3: Planimetria delle indagini integrative.*

CASO DI STUDIO SU UN INTERVENTO DI “SOMMA URGENZA” PER IL RIPRISTINO DELLA SEDE STRADALE IN PROSSIMITA’ DEL PONTE SUL RIO DEL MOLINO, NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI FIEROZZO (TN).

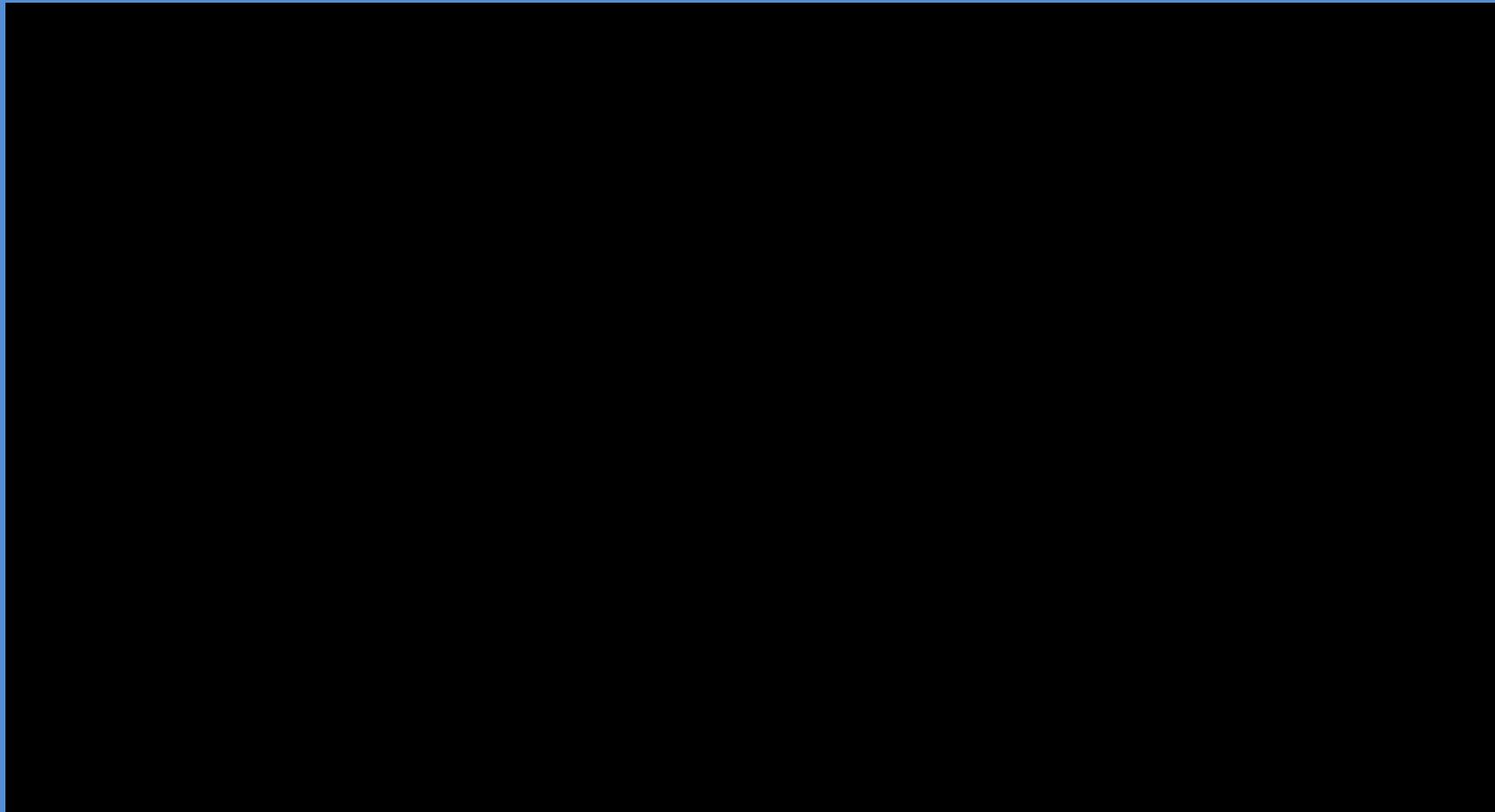


**Figura 5.4: Sezione geologico tecnica di progetto.**

I dati tarati e riverificati con le indagini integrative hanno consentito di “affinare” il modello geologico-tecnico locale e di rielaborare le sezioni definitive sulle quali eseguire le nuove verifiche di stabilità (sia in presenza che in assenza delle opere previste) su tutto il tratto stradale .

RELATORE: dr. geol Michéle Luisa Vuillermin

CASO DI STUDIO SU UN INTERVENTO DI “SOMMA URGENZA” PER IL RIPRISTINO DELLA SEDE STRADALE IN PROSSIMITA’ DEL PONTE SUL RIO DEL MOLINO, NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI FIEROZZO (TN).



***Figura 5.5: Tabella di correlazione dei dati geofisici e geotecnici.***

Con la tabella di correlazione di tutti i dati rielaborati e le conseguenti verifiche di stabilità, è stato quindi possibile verificare sia quanto già fatto in condizioni di “somma urgenza” che quanto ancora da realizzare.

CASO DI STUDIO SU UN INTERVENTO DI “SOMMA URGENZA” PER IL RIPRISTINO DELLA SEDE STRADALE IN PROSSIMITA’ DEL PONTE SUL RIO DEL MOLINO, NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI FIEROZZO (TN).

## 6. CONCLUSIONI E RINGRAZIAMENTI.

Con il sondaggio meccanico non si è chiaramente rilevata la presenza di una superficie di scivolamento entro il substrato roccioso sino alla profondità d’investigazione raggiunta, ma solo aree più o meno fratturate o scistose. Questo fattore potrebbe portare a pensare che in loco ci siano solo movimenti superficiali (entro i primi 5-10 m da p.c.) od a profondità maggiori di quelle previste, ma quanto osservato e rilevato ha portato cautelativamente a ripetere le misure inclinometriche anche dopo la fine lavori, per verificare se sia il caso di estendere ed integrare le indagini su un’area più vasta.

Ancora una volta si è dimostrato il “potere diagnostico” della prospezione geofisica, inteso come mezzo di rapida ed economica applicazione ed interpretazione, anche in condizioni di “somma urgenza”.

*Ringrazio i Dirigenti e Tecnici del “Servizio opere stradali e ferroviarie” (dr. Ing. Luciano Martorano e dr. Ing. Fabio Dorigatti) e del “Servizio Geologico” della P.A.T. (dr. Geol. Paolo Campedel) per avermi consentito di presentare il presente caso di studio.*

# **GRAZIE DELL’ATTENZIONE**

RELATORE: dr. geol Michéle Luisa Vuillermin