



Regione Piemonte
Provincia del Verbano Cusio Ossola
COMUNE DI VOGOGNA



***INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO
IDRAULICO IN SPONDA SINISTRA DEL F. TOCE IN
LOCALITÀ CALAMI***

- cod. ReNDiS: 01IR029/MT -

- cod. CUP: B18H21000190002 - cod. CIG: B2FD9764D5 -

PROGETTO ESECUTIVO

Elab. GEO 2

ALLEGATI TECNICI

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Vogogna

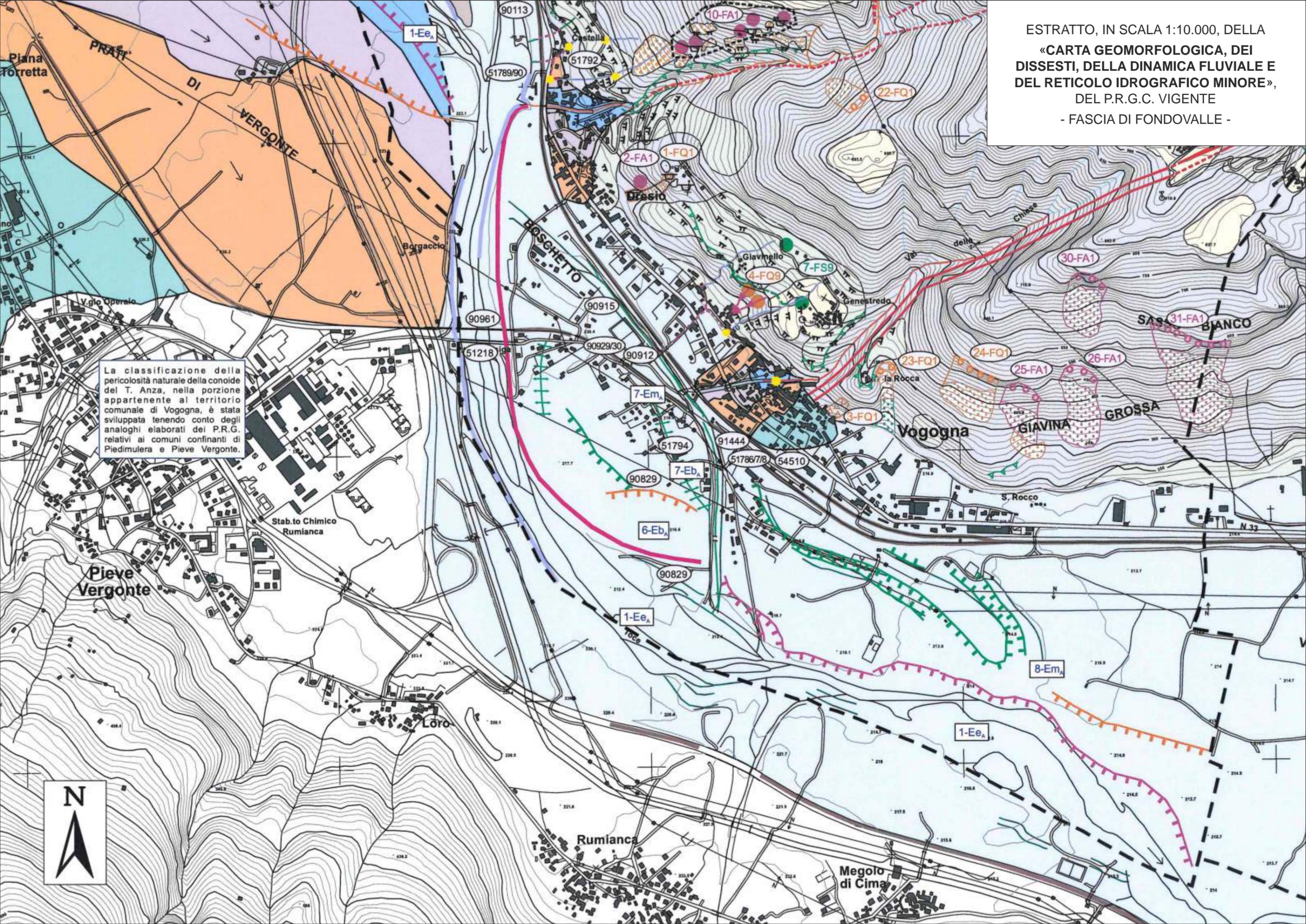
Mergozzo, marzo 2025

Dott. Geol. F. D'Elia

STUDIO GEOLOGICO D'ELIA

Via Roma, 3/A - 28802 Mergozzo (VB) tel. e fax 0323/80206 e-mail geodeliaf@gmail.com

ESTRATTO, IN SCALA 1:10.000, DELLA
«CARTA GEOMORFOLOGICA, DEI
DISSESTI, DELLA DINAMICA FLUVIALE E
DEL RETICOLO IDROGRAFICO MINORE»,
DEL P.R.G.C. VIGENTE
- FASCIA DI FONDOVALLE -

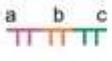


La classificazione della pericolosità naturale della conoide del T. Anza, nella porzione appartenente al territorio comunale di Vogogna, è stata sviluppata tenendo conto degli analoghi elaborati del P.R.G. relativi ai comuni confinanti di Piedimulera e Pieve Vergonte.



FORME FLUVIALI, FLUVIO-GLACIALI E DI VERSANTE DOVUTE AL DILAVAMENTO

Forme di erosione

 Orlo di scarpata d'erosione fluviale (a: attivo; b: quiescente; c: inattivo)

 Forme fluviali relitte riconoscibili da foto aeree e/o osservazioni sul terreno e/o documenti cartografici.

 Vallecchia a fondo concavo; processo lineare con pericolosità medio-moderata (Em₁).

 Dosso fluviale.

 Corsi d'acqua non interessati da particolari processi di dissesto lineare.

 Dissesto torrentizio lungo l'asta, caratterizzato da diffusa erosione spondale e di fondo, abbondante trasporto solido e possibili fenomeni di debris flow; è un dissesto lineare di tipo "Ee" (valutazione su base geomorfologica).

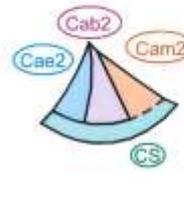
 Dissesto torrentizio lungo l'asta, caratterizzato da diffusa erosione spondale e di fondo, con trasporto solido; è un dissesto lineare di tipo "Eb" (valutazione su base geomorfologica).

 Dissesto torrentizio lungo l'asta, caratterizzato da locale erosione spondale e di fondo, con ridotto trasporto solido; è un dissesto lineare di tipo "Em" (valutazione su base geomorfologica).

 Tratte intubate.

Forme di accumulo e relativi depositi

 Depositi alluvionali recenti ed attuali (ciottoli, ghiaie, sabbie). Inondabili in condizioni di naturalità, indipendentemente dalle opere di arginatura, delle protezioni spondali e dei rilevati stradali e ferroviari.

 Conoide alluvionale con interventi di sistemazione migliorativi, ed indicazione del codice corrispondente al tipo di dissesto (pericolosità molto elevata "CAe", elevata "Cab" e media/moderata "Cam" = conoide attiva; pericolosità moderata "CS" = conoide stabilizzata). Il tratteggio indica limite incerto.

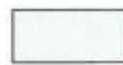
 Punto di criticità idraulica del reticolo idrografico minore.

FORME POLIGENICHE

Forme di erosione (non attive)

 Orlo di scarpata, deciso cambio di pendenza.

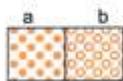
Forme di accumulo e relativi depositi (non attive)

 Depositi di origine mista (eluvio-colluviale e di versante).

FORME ANTROPICHE

 Versante con terrazzamento a muretti.

 Cava abbandonata.

 Discarica di cava. (a): vegetata, tendenzialmente stabilizzata; (b): non vegetata, potenzialmente instabile.

 Schede Archivio Processi ed Effetti (vd. All.1 Ricerca storica dei danni legati a dissesti idrogeologici).

 Canale artificiale.

 Opere di protezione spondale lungo il F. Toce.

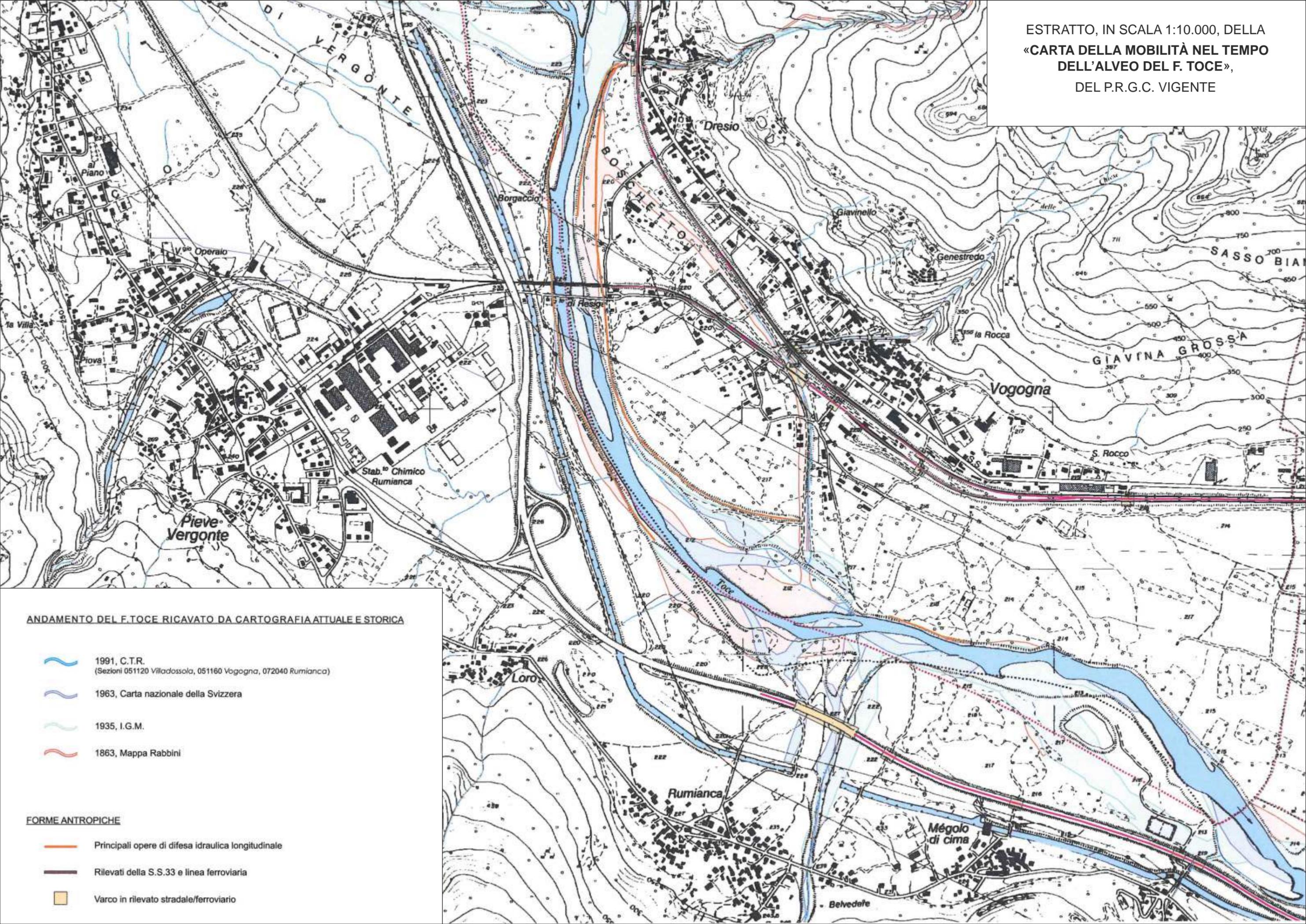
 Argini lungo il F. Toce.

 Rilevati stradali e ferroviari.

 Terreni riquotati mediante riporti di materiale.

 Confine territorio comunale

ESTRATTO, IN SCALA 1:10.000, DELLA
«CARTA DELLA MOBILITÀ NEL TEMPO
DELL'ALVEO DEL F. TOCE»,
DEL P.R.G.C. VIGENTE



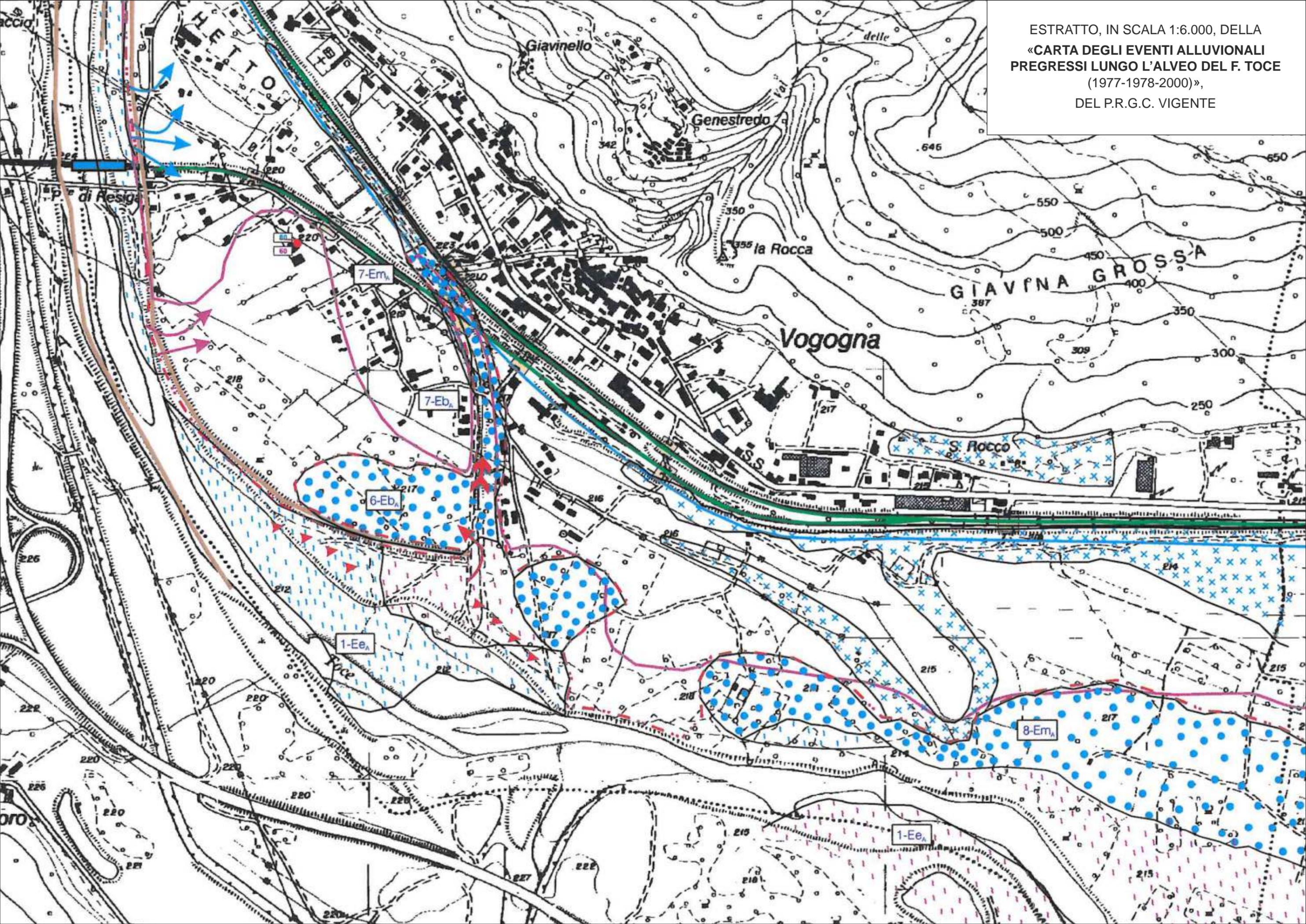
ANDAMENTO DEL F. TOCE RICAIVATO DA CARTOGRAFIA ATTUALE E STORICA

-  1991, C.T.R.
(Sezioni 051120 Villadossola, 051160 Vogogna, 072040 Rumianca)
-  1963, Carta nazionale della Svizzera
-  1935, I.G.M.
-  1863, Mappa Rabbini

FORME ANTROPICHE

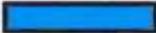
-  Principali opere di difesa idraulica longitudinale
-  Rilevati della S.S.33 e linea ferroviaria
-  Varco in rilevato stradale/ferroviario

ESTRATTO, IN SCALA 1:6.000, DELLA
«CARTA DEGLI EVENTI ALLUVIONALI
PREGRESSI LUNGO L'ALVEO DEL F. TOCE
(1977-1978-2000)»,
DEL P.R.G.C. VIGENTE



AREE INONDATE NEL CORSO DEGLI EVENTI DI PIENA (1977-1978-2000)

OTTOBRE 1977

-  Limiti aree inondate
-  Principali punti di rotta o di sfogo attraverso i fornici
-  Sbarramento per crollo ponte ferroviario
-  Altezza lama d'acqua (in cm)

AGOSTO 1978

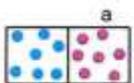
-  Limiti aree inondate
-  Principali punti di rotta o di sfogo attraverso i fornici
-  Altezza lama d'acqua (in cm)

EFFETTI EVENTO ALLUVIONALE 13-16 OTTOBRE 2000

-  Limiti aree inondate
-  Principali punti di rotta o di sfogo attraverso i fornici
-  Rigurgito lungo il canale del Rivo Tocetta (tutti i principali eventi alluvionali)

 Erosione spondale e/o di fondo

 Zone soggette a difficoltà di drenaggio e ristagni

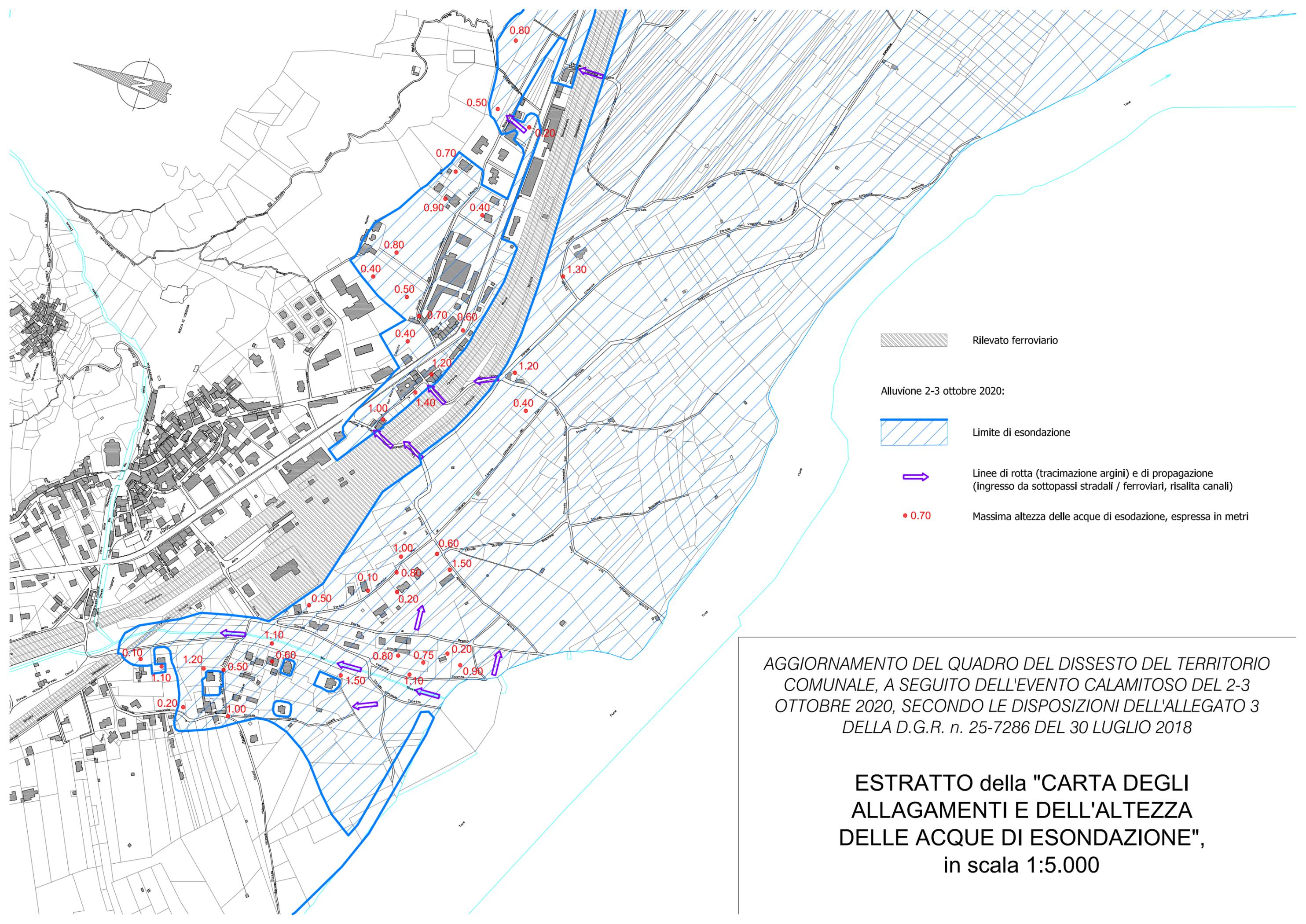
 Zone interessate da allagamenti a bassa energia, con battente variabile- Processo areale "Eb". (a): formazione deposito sabbioso-

 Zone coinvolte da allagamenti ad energia medio-alta - Processo areale "Ee". (a): formazione deposito sabbioso-ghiaioso.

 Schede Rilevamento Processi lungo la rete idrografica (vd. All.6 -Elab. GEO 17)

FORME ANTROPICHE

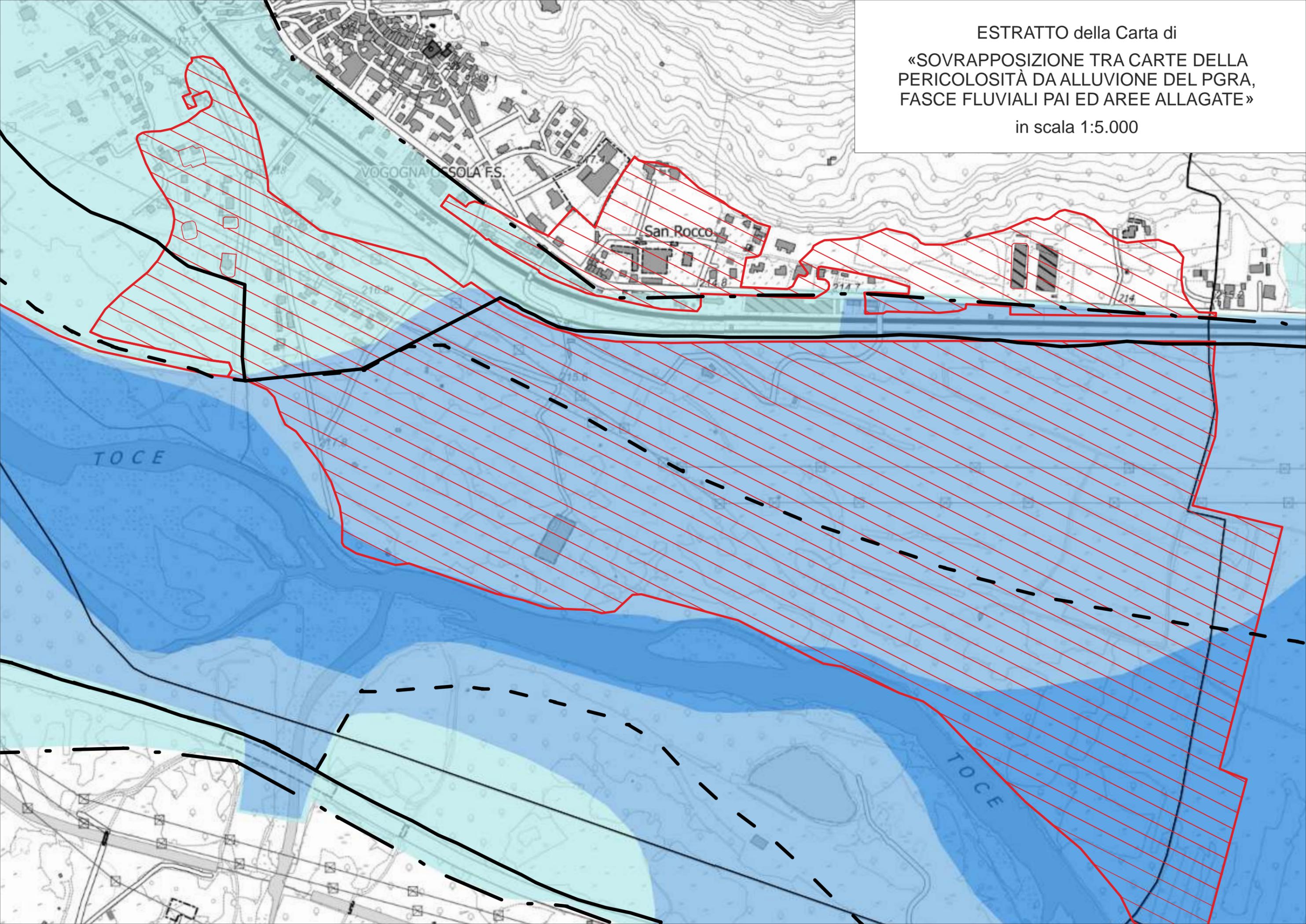
-  Principali opere di difesa idraulica longitudinale, costruite successivamente al 1978
-  Rilevati della S.S.33 e linea ferroviaria
-  Fornici in rilevato stradale/ferroviario



AGGIORNAMENTO DEL QUADRO DEL DISSESTO DEL TERRITORIO COMUNALE, A SEGUITO DELL'EVENTO CALAMITOSO DEL 2-3 OTTOBRE 2020, SECONDO LE DISPOSIZIONI DELL'ALLEGATO 3 DELLA D.G.R. n. 25-7286 DEL 30 LUGLIO 2018

**ESTRATTO della "CARTA DEGLI ALLAGAMENTI E DELL'ALTEZZA DELLE ACQUE DI ESONDAZIONE",
in scala 1:5.000**

ESTRATTO della Carta di
«SOVRAPPOSIZIONE TRA CARTE DELLA
PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE DEL PGRA,
FASCE FLUVIALI PAI ED AREE ALLAGATE»
in scala 1:5.000



LEGENDA della Carta di

«SOVRAPPOSIZIONE TRA CARTE DELLA PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE DEL PGRA, FASCE FLUVIALI PAI ED AREE ALLAGATE»

PGRA

SCENARI DI ALLUVIONE (Reticolo Principale Fasciato)

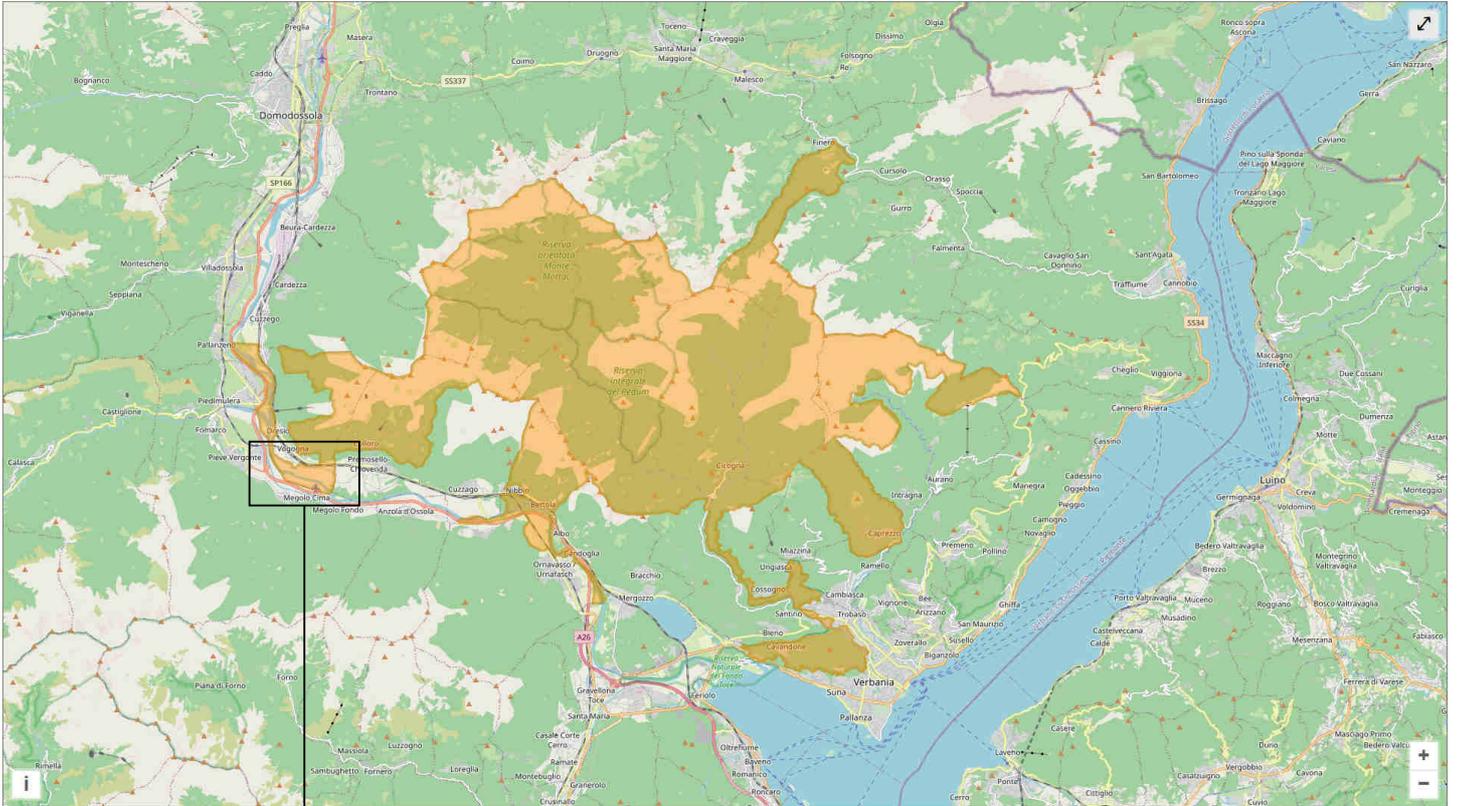
-  Probabilità di alluvioni elevata (tr. 20/50) (H-Frequente)
-  Probabilità di alluvioni media (tr. 100/200) (M-Poco frequente)
-  Probabilità di alluvioni scarsa (tr. 500) (L-Rara)

Fasce PAI

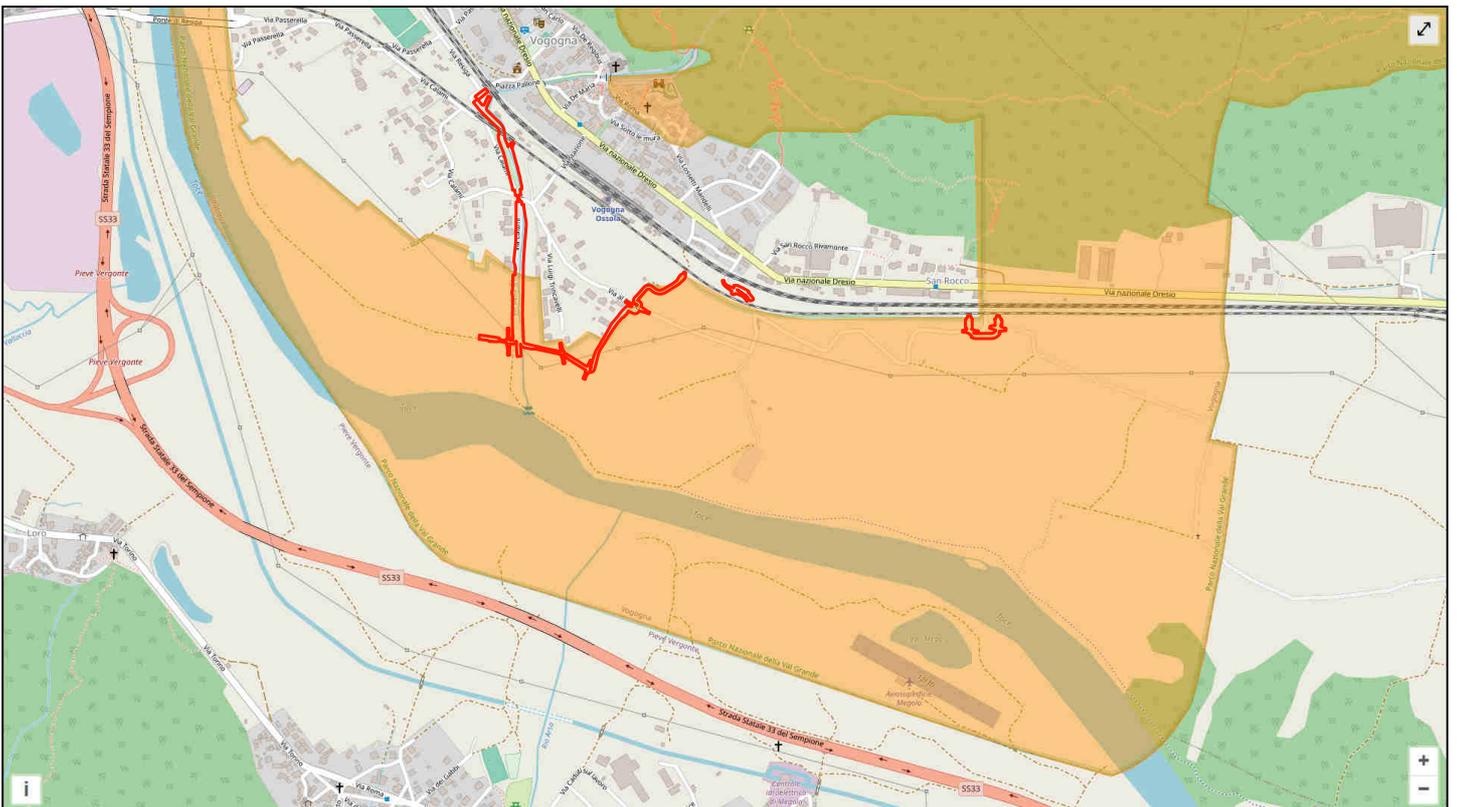
Delimitazione del PAI	
- - - - -	limite (*) tra la Fascia A e la Fascia B
—————	limite (*) tra la Fascia B e la Fascia C
- . - . - .	limite (*) esterno della Fascia C
●●●●●●●●	limite (*) di progetto tra la Fascia B e la Fascia C



Estensione delle aree allagatesi nel corso dell'evento del 2-3 ottobre 2020, limitatamente al territorio comunale di Vogogna ed esternamente all'alveo attivo del F. Toce



Dettaglio dell'area di interesse, con evidenziato il previsto sviluppo delle nuove opere di difesa

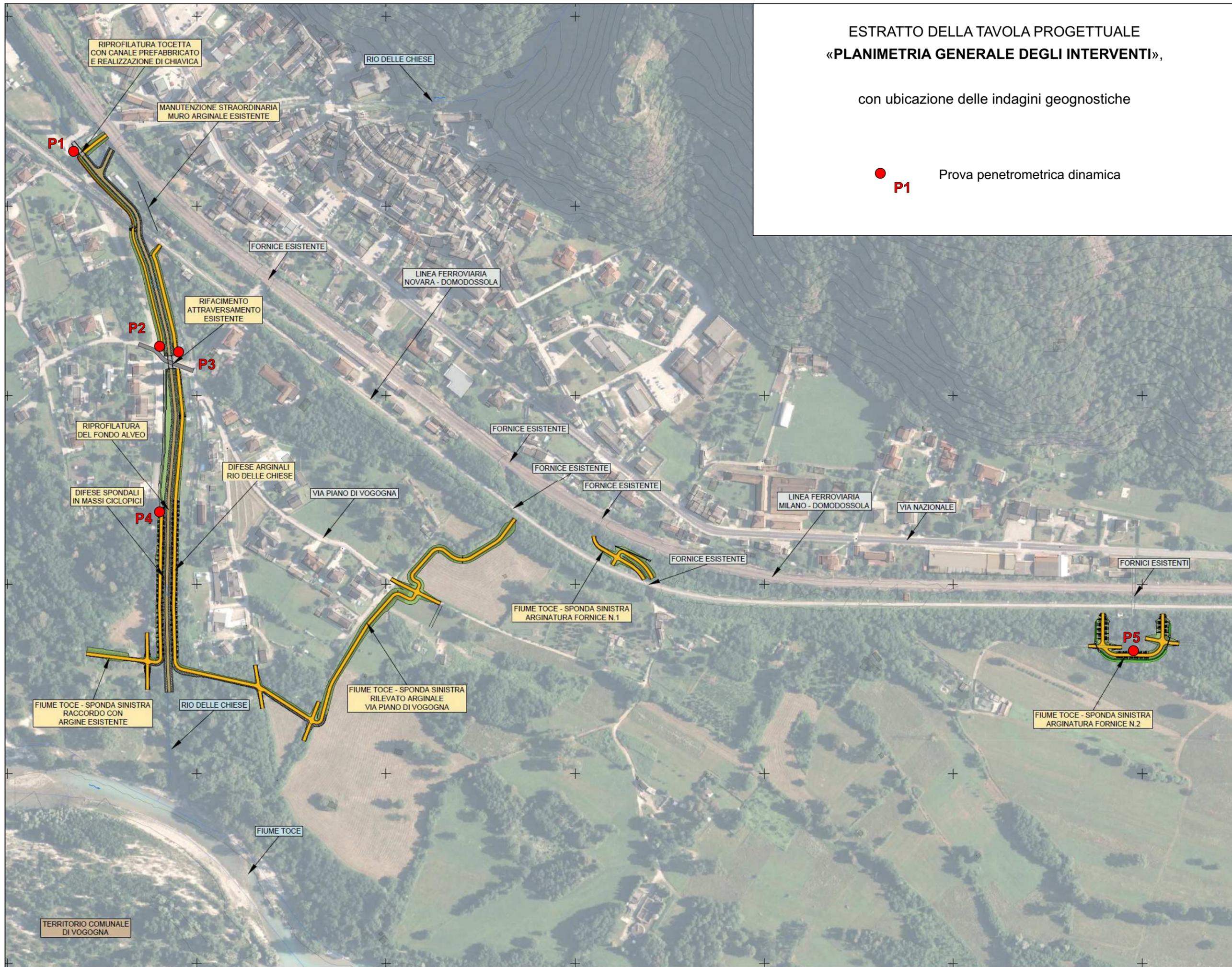


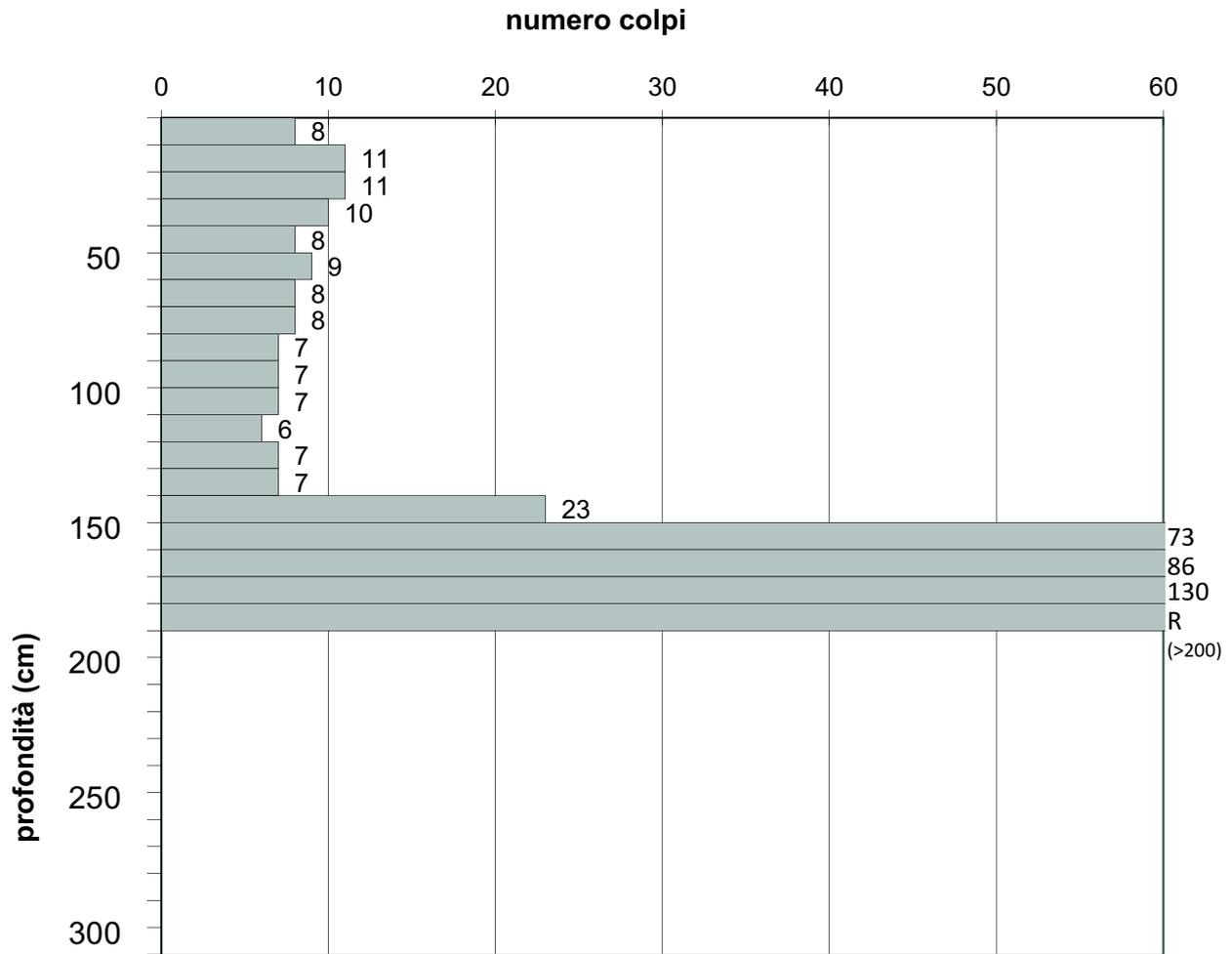
ESTRATTO DELLA TAVOLA PROGETTUALE
«PLANIMETRIA GENERALE DEGLI INTERVENTI»,

con ubicazione delle indagini geognostiche



● P1 Prova penetrometrica dinamica

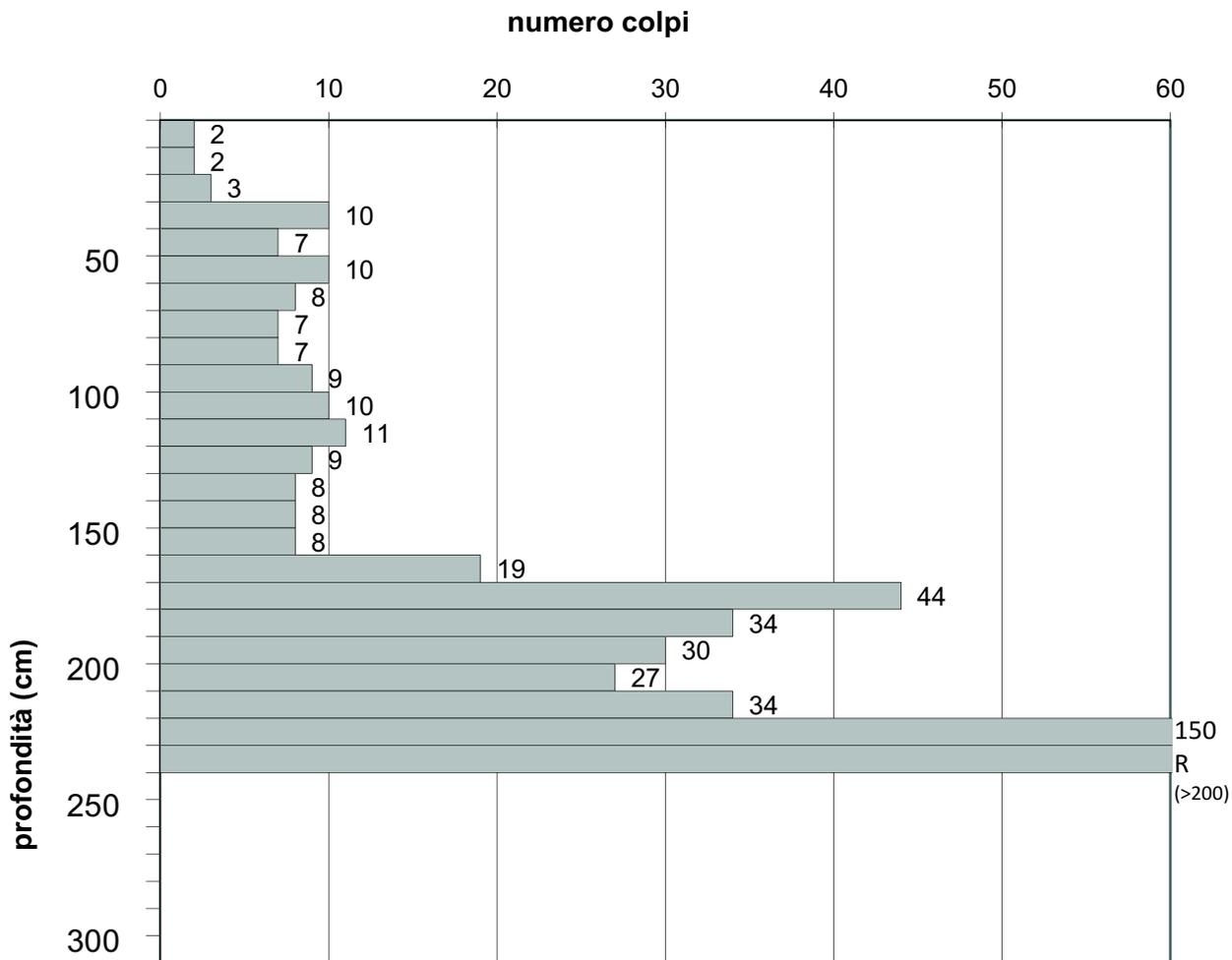




Studio Geologico D'Elia
 Via Roma, 3/A - 28802 Mergozzo (VB) - Tel. e fax 0323/80206 - e-mail geodeliaf@gmail.com



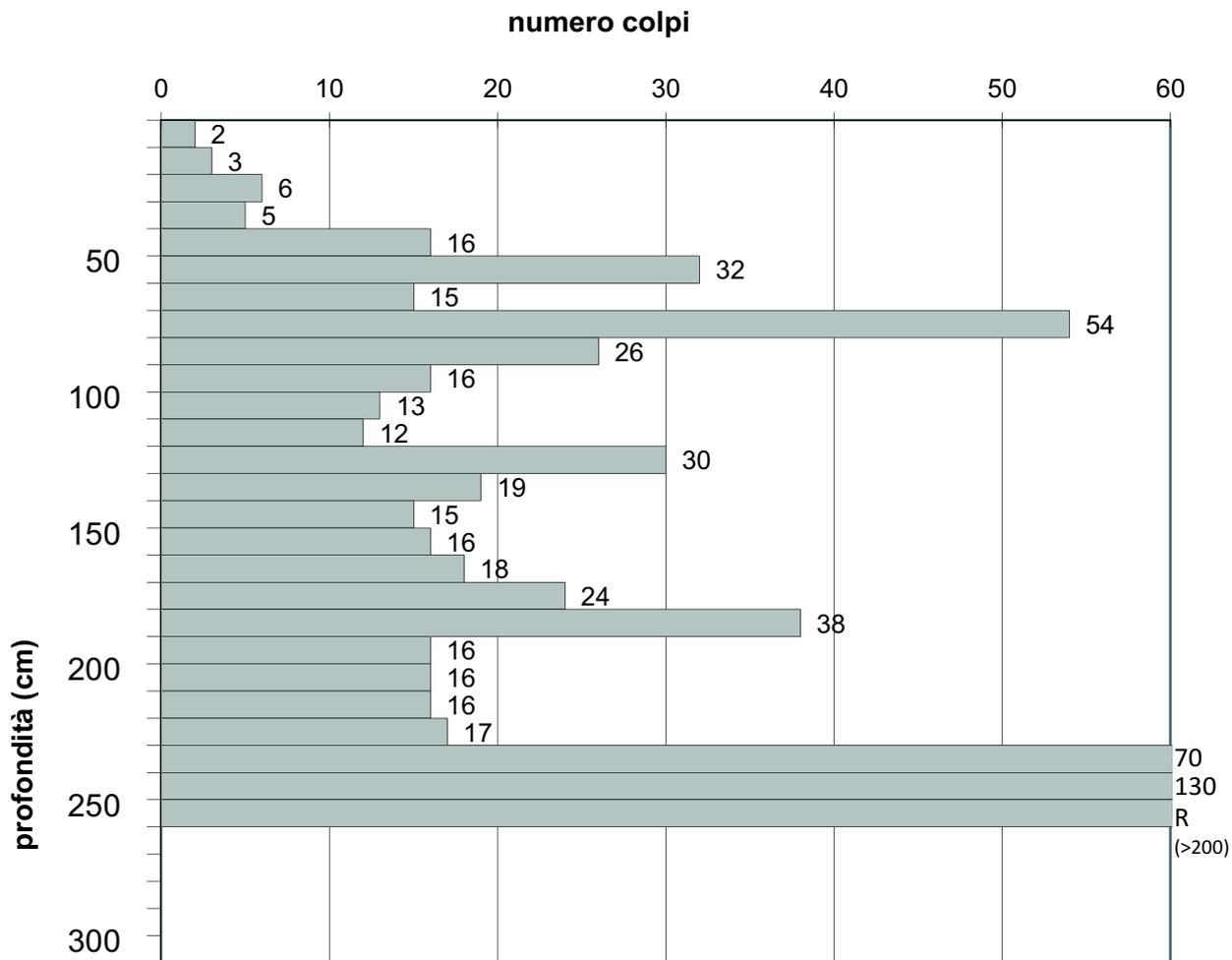
Esecuzione in corso della Prova P1



Studio Geologico D'Elia
 Via Roma, 3/A - 28802 Mergozzo (VB) - Tel. e fax 0323/80206 - e-mail geodeliaf@gmail.com



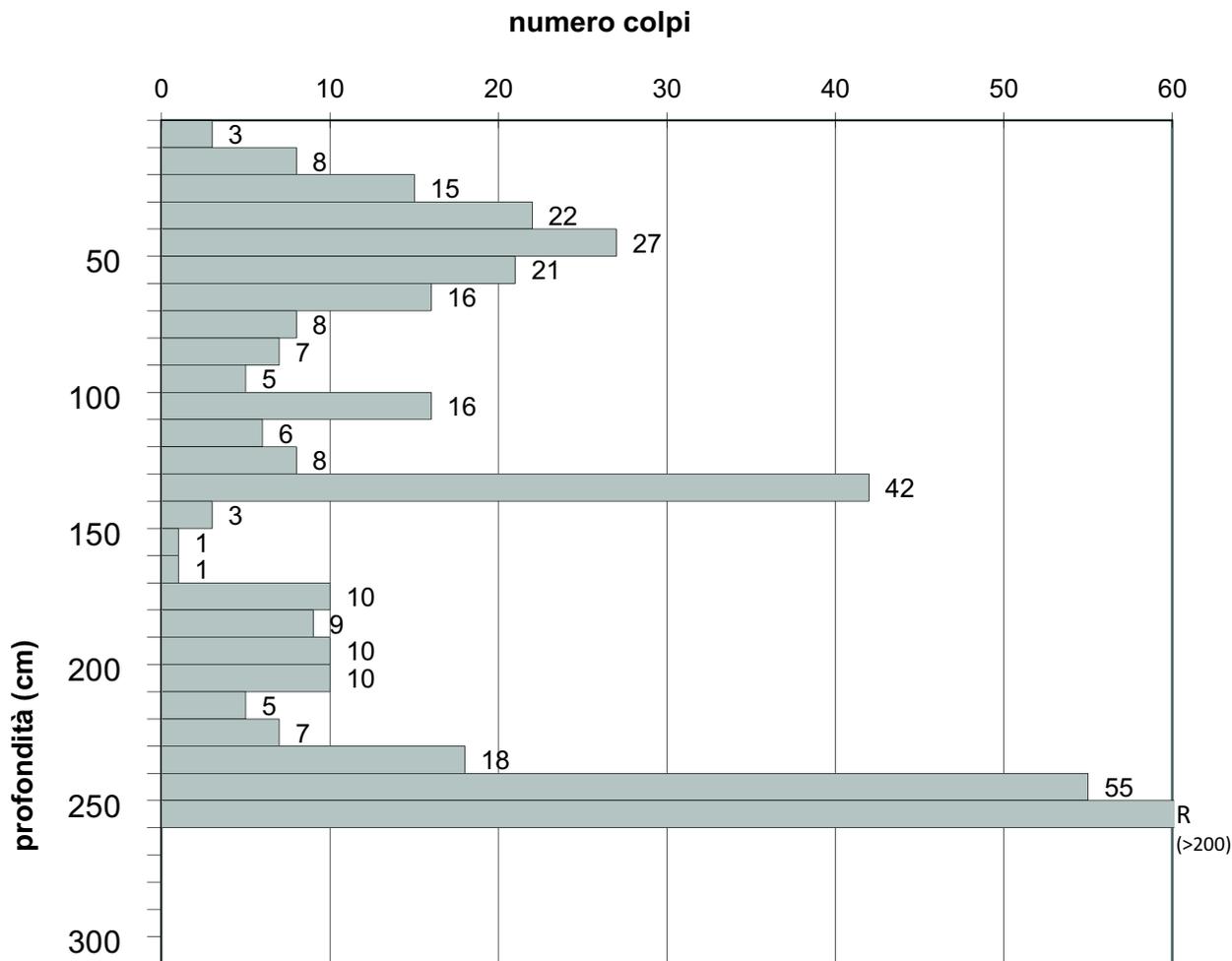
Esecuzione in corso della Prova P2



Studio Geologico D'Elia
 Via Roma, 3/A - 28802 Mergozzo (VB) - Tel. e fax 0323/80206 - e-mail geodeliaf@gmail.com



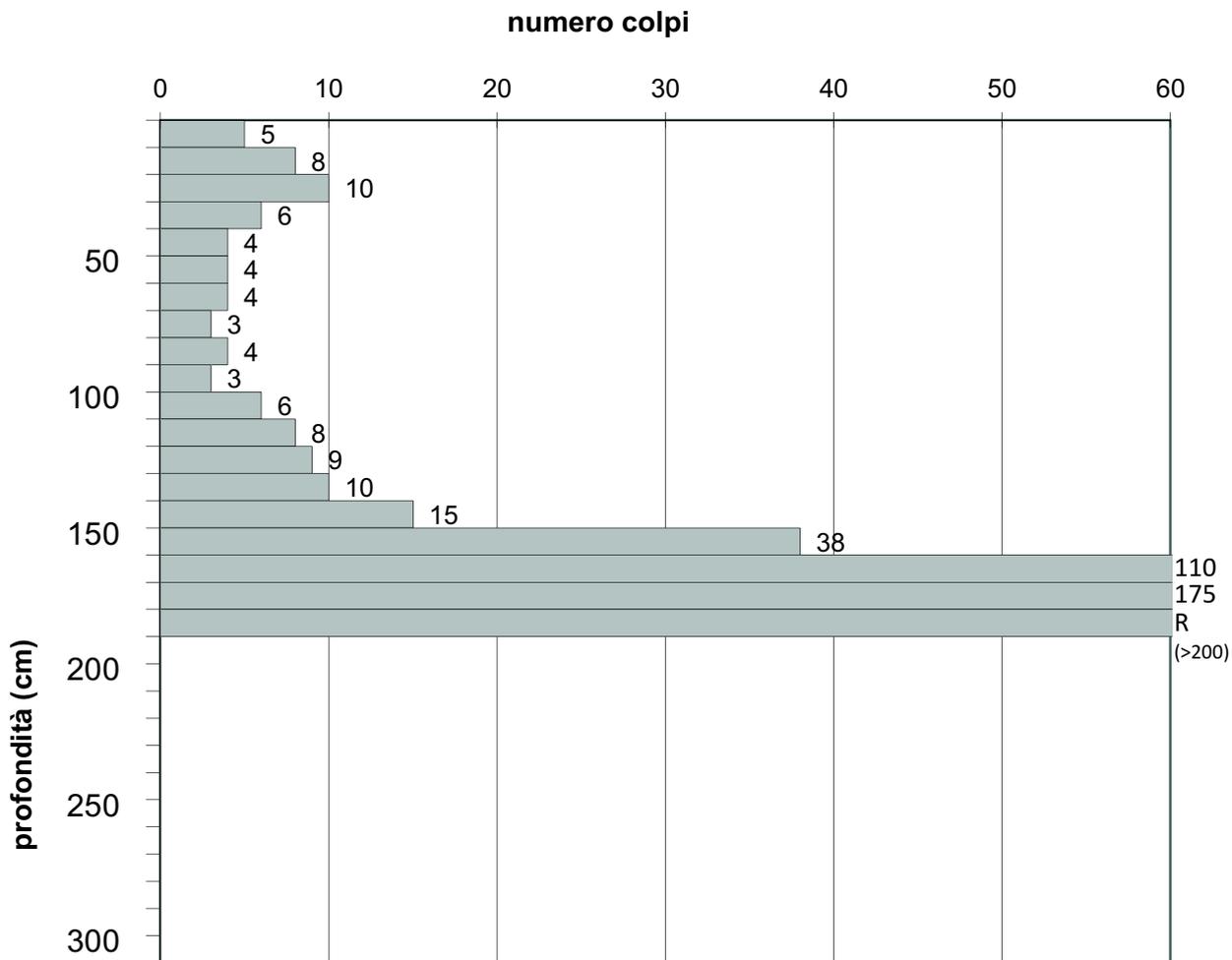
Esecuzione in corso della Prova P3



Studio Geologico D'Elia
 Via Roma, 3/A - 28802 Mergozzo (VB) - Tel. e fax 0323/80206 - e-mail geodeliaf@gmail.com



Esecuzione in corso della Prova P4



Studio Geologico D'Elia
 Via Roma, 3/A - 28802 Mergozzo (VB) - Tel. e fax 0323/80206 - e-mail geodeliaf@gmail.com



Esecuzione in corso della Prova P5

VERIFICA STABILITA' PENDIO : Rilevato arginale h 2.0 m

(1) Materiali di riporto: ϕ [°] = 31.0 c [kN/m²] = 2.0 γ [kN/m³] = 21.0

(2) Depositi del F. Toce:

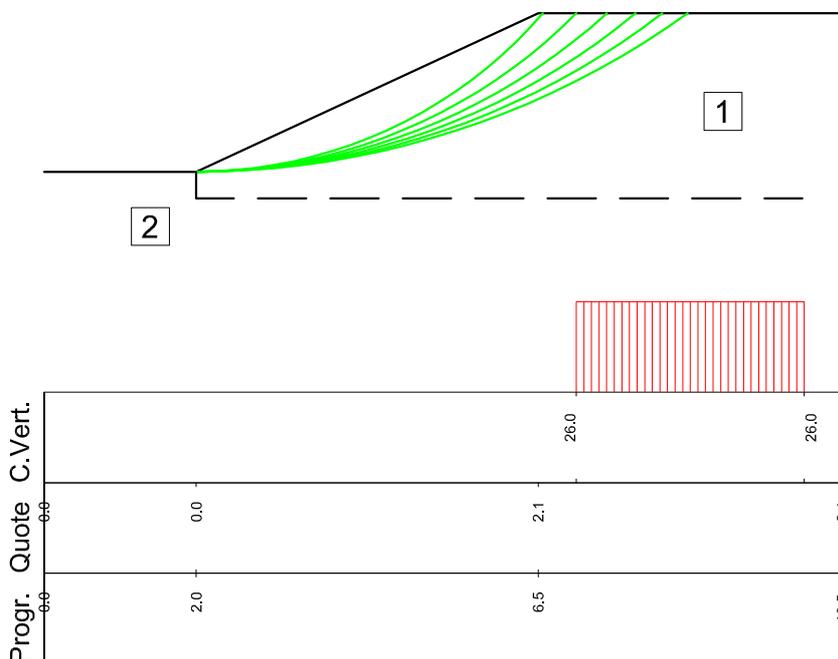
Verifica allo SLV - Comp. sismica orizz.=0.047 Comp. sismica vert.=0.024

Gamma acqua [kN/m³] =3

Sovraccarico: 26.0 kN/mq

Metodo: Sarma

+1.48
+1.44
+1.41
+1.44
+1.58
+1.63



TABULATI DI CALCOLO DEL PROGRAMMA I.L.A. - VERIFICA STABILITÀ
Rilevato arginale in materiali di riporto compattati

PIANO DI CAMPAGNA - PARAMETRI GEOTECNICI

(Materiali di riporto per la formazione del rilevato arginale)

Angolo di attrito [°]	31.0
Coesione [kN/m ²]	2.0
Peso di volume [kN/m ³]	21.0

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0.0	0.0
2	2.0	0.0
3	6.5	2.1
4	10.5	2.1

SUPERFICIE FALDA

Peso di volume dell'acqua [kN/m ³]	3
N. punto	Coincidente con Piano Campagna

DISCONTINUITA' n. 1 - PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	/
Coesione [kN/m ²]	/
Peso di volume [kN/m ³]	/

(Materiali naturali della piana alluvionale del F. Toce, non interessati dalle superfici di scivolamento)

SOVRACCARICHI VERTICALI APPLICATI

Progressiva [m]	Carico [kN/m ²]
7.0	26.0
10.0	26.0

ANALISI DEGLI SCIVOLAMENTI:

TIPOLOGIA SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO: CIRCOLARI PASSANTI PER UN PUNTO

DESCRIZIONE MAGLIA DEI CENTRI

Altezza maglia [m]	5.0
Larghezza maglia [m]	0
N. centri base	1
N. centri lato	6
Inclinazione maglia [°]	0
Ascissa punto passaggio [m]	2.0
Ordinata punto passaggio [m]	0.0

VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO: SLV

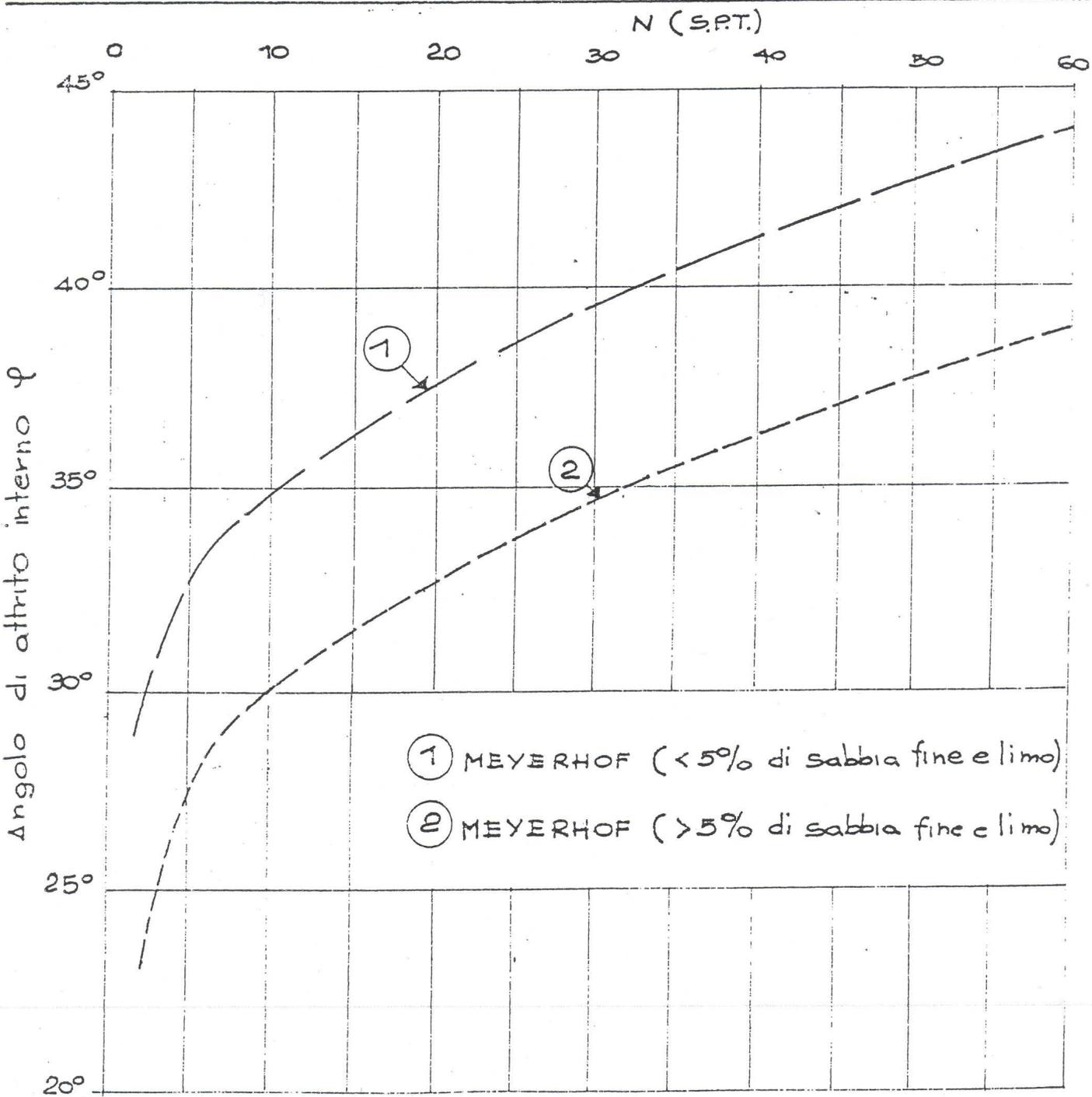
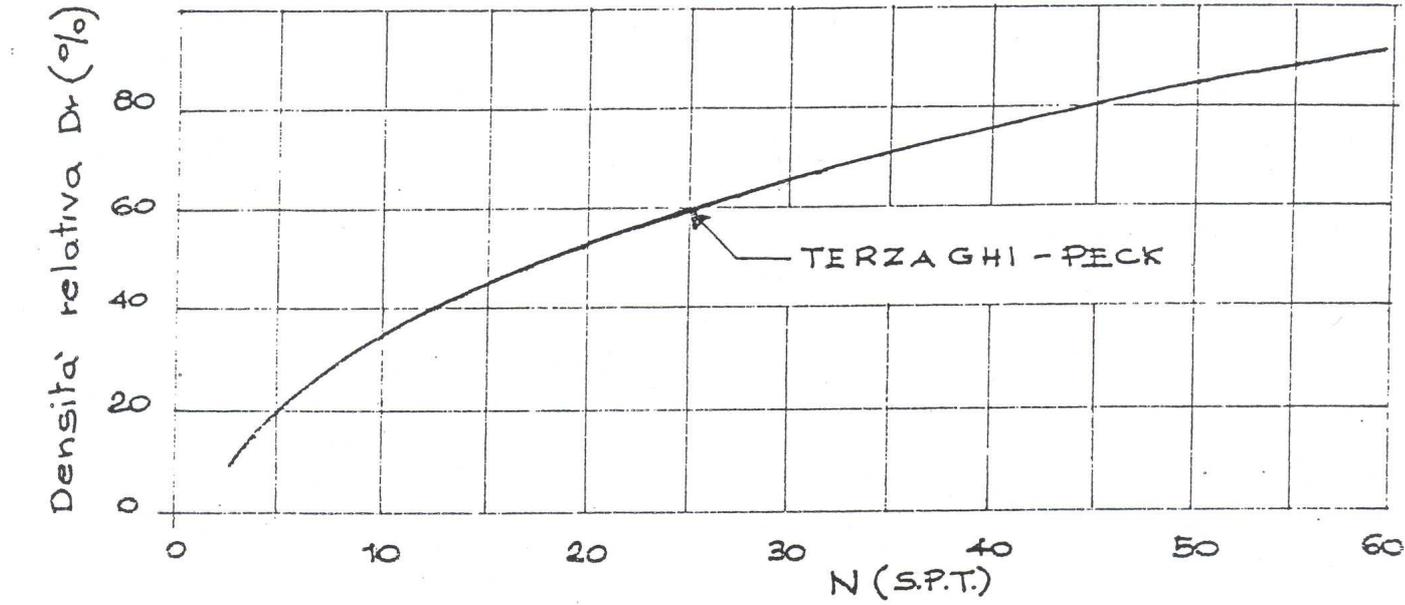
RISULTATI DEL CALCOLO

Componente sismica orizzontale 0.047

Componente sismica orizzontale 0.024

<u>Salvaguardia Vita - SLV</u>			
N.	Asc.	Ord.	FS
1	2.00	6.00	1.63
2	2.00	7.00	1.58
3	2.00	8.00	1.44
4	2.00	9.00	1.41
5	2.00	10.00	1.44
6	2.00	11.00	1.48

Relazione tra numero di colpi del penetrometro, la densità relativa e φ nelle sabbie



Valori di ϕ per vari tipi di terreno (da NAVFAC, 1971)

TIPO DI MATERIALE:

ML - sabbie limose molto fini

SM - sabbie limose

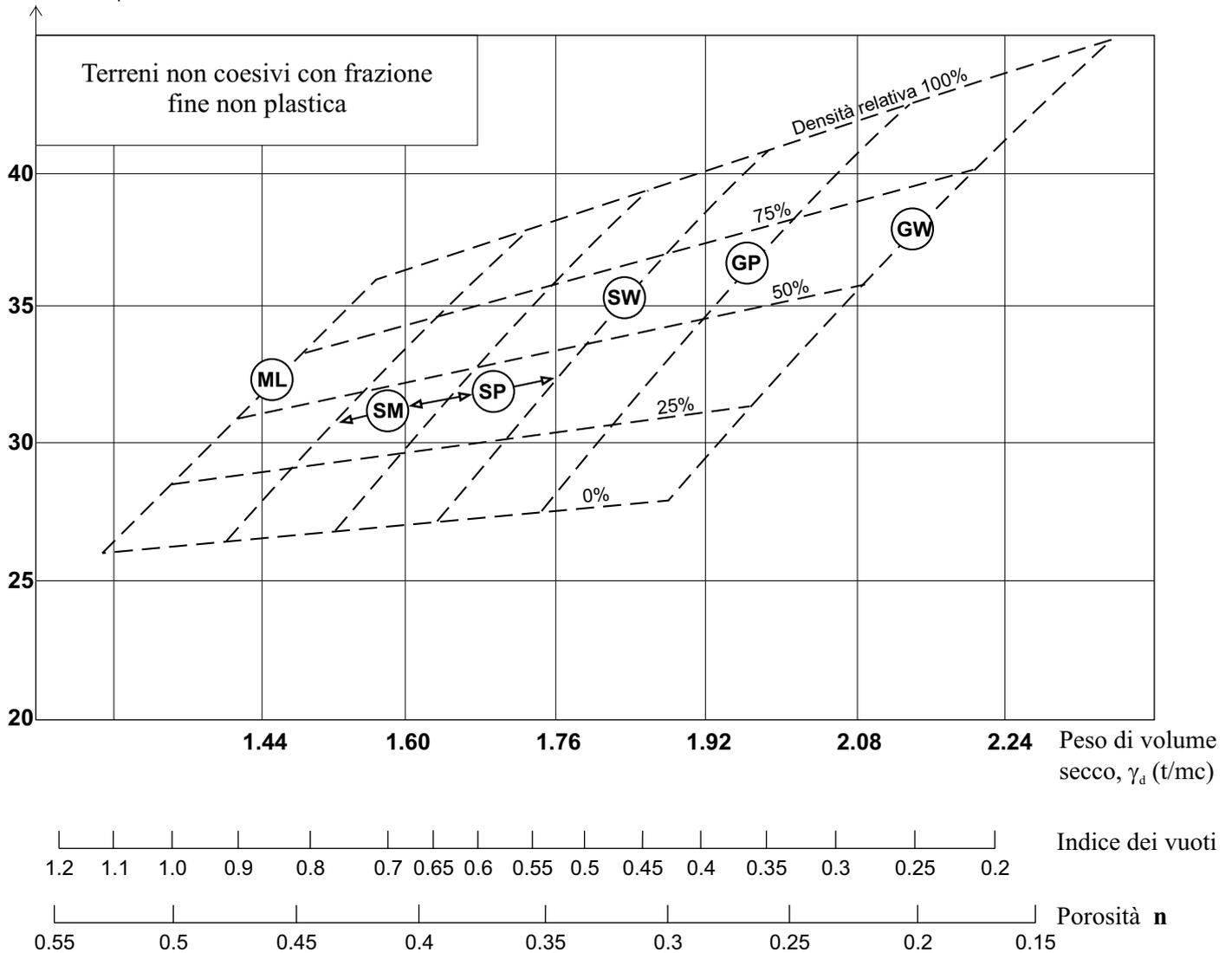
SP - sabbie, sabbie ghiaiose con granulometria uniforme

SW - sabbie a granulometria mista, sabbia ghiaiosa

GP - ghiaia a granulometria uniforme

GW - ghiaia a granulometria mista, misto ghiaia e sabbia

Valori di ϕ



**VALORI ORIENTATIVI DEI PARAMETRI CHE CARATTERIZZANO
LA CURVA SFORZI-DEFORMAZIONI DI FORMA IPERBOLICA
- PRIMO CARICO -**

TIPO DI TERRENO (USCS)	VALORE MEDIO ϕ (°)	VALORE MEDIO m (-)	VALORE MEDIO n (-)	VALORE MEDIO R (-)
GW	42° (32 ÷ 53)	450 (190 ÷ 940)	0,36 (0,20 ÷ 0,50)	0,68 (0,54 ÷ 0,95)
GP	42° (34 ÷ 49)	1160 (340 ÷ 3860)	0,31 (0,20 ÷ 0,53)	0,80 (0,65 ÷ 0,91)
SP	36° (33 ÷ 49)	740 (180 ÷ 2720)	0,51 (0,20 ÷ 0,67)	0,84 (0,55 ÷ 0,98)
SM, SC	35° (29 ÷ 38)	460 (70 ÷ 1000)	0,51 (0,24 ÷ 0,64)	0,72 (0,62 ÷ 0,82)
CL	32° (27 ÷ 35)	70 (20 ÷ 140)	0,90 (0,46 ÷ 1,00)	0,80 (0,78 ÷ 0,83)
CH	24° (16 ÷ 32)	18 (10 ÷ 40)	0,92 (0,60 ÷ 1,00)	0,83 (0,65 ÷ 0,96)

ϕ (°) = angolo di attrito interno di picco

UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM

- USCS -

Major division		Group symbol	Typical names	Classification criteria for coarse-grained soils	
coarse-grained soils (more than half of the material is larger than N. 200)	Gravels (more than half of coarse fraction is larger than N. 4 sieve size)	Clean gravels (little or no fines)	GW	Well graded gravels, gravel-sand mixtures, little or no fines	$C_u = D_{90}/D_{10} > 4$ $C_c 1 < D_{30}^2/D_{10} \times D_{40} < 3$
		Gravels with fines (appreciable amount of fines)	GP	Poorly graded gravels, gravel-sand mixtures, little or no fines	Not meeting all gradation requirements for GW
			GM d/u	Silty gravels, gravel-sand-silt mixtures	Attemberg limits below A line or $L_p < 4$
		GC	Clayey gravels, gravel-sand-clay mixtures	Attemberg limits above A line with $L_p > 7$	
	Sands (more than half of coarse fraction is smaller than N. 4 sieve size)	Clean sands (little or no fines)	SW	Well graded sands, gravelly-sand, little or no fines	$C_u = D_{90}/D_{10} > 6$ $C_c 1 < D_{30}^2/D_{10} \times D_{40} < 3$
		Sands with fines (appreciable amount of fines)	SP	Poorly graded sands, gravelly-sand, little or no fines	Not meeting all gradation requirements for SW
			SM d/u	Silty sands, sand-silt mixtures	Attemberg limits below A line or $L_p < 4$
		SC	Clayey sands, sand-clay mixtures	Attemberg limits above A line with $L_p > 7$	
fine-grained soils (more than half of the material is smaller than N. 200)	Silt and clays (liquid limit < 50)	ML	Inorganic silts and very fine sands, rock flour, silty or clayey fine sands, or clayey silts with slight plasticity	1. Determine percentages of sand and gravel from grain-size curve. 2. Depending on percentages of fines (fraction smaller than 200 sieve size), coarse grained soils are classified as follows: Less than 5% - GW, GP, SW, SP More than 12% - GM, GC, SM, SC 5-12% - Borderline cases requiring dual symbols	
		CL	Inorganic clays of low to medium plasticity, gravelly clays, sandy clays, silty clays, lean clays		
		OL	Organic silts and organic silty clays of low plasticity		
	Silt and clays (liquid limit > 50)	MH	Inorganic silts, micaceous or diatomaceous fine sandy or silty soils, clastic silts		
		CH	Inorganic clays of high plasticity, fat clays		
		OH	Organic clays of medium to high plasticity, organic silts		
	Highly organic soils	Pt	Peat and other highly organic soils		