

STUDIO ASSOCIATO GEOLOGIA TECNICA

dott. geol. MARCO CAVALIERI

dott. geol. STEFANO LOZZA



- Geologia applicata
- Idrogeologia
- Geofisica

Email: studio@geoltec.it

via Malfatti, 27 - 38122 TRENTO

via Montallegro, 32G - 16145 GENOVA

PEC: geologiatecnica@pec.epap.it

p.iva / c.f. 01521040228



PROVINCIA DI TRENTO

COMUNE DI TRENTO



**INDAGINE GEOLOGICA E GEOTECNICA A SOSTEGNO
DEL PIANO DI LOTTIZZAZIONE MBC5 – AMBITO B -
C.C. TRENTO – LOC. “MADONNA BIANCA”. PP.FF.
1167/1-/2, 1170, 1171/2-/3-/5, 1512/4-/5-/6-/7-/12-/13-/16-
/17, 1514/2-/3-/4-/6-/7-/8, 1515/1-/3, 2508, 2751/2-/3-/6-/7-
/8-/9-/10 E P.ED. 5855-5856 C.C. TRENTO**

Relazione geologica

sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito
(contiene la relazione sulla modellazione sismica)

Relazione geotecnica

sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica
(contiene le verifiche geotecniche del progetto definitivo)

Studio di compatibilità della pericolosità

L.P. 27 maggio 2008, n°5 - D.G.P. n° 1748 del 29/9/2023

Trento, febbraio 2024

Rel. 5923/24

il progettista

 **GEOLOGENKAMMER**
TRENTINO - ALTO ADIGE/SÜDTIROL
DOTT. GEOL.
N° 56 MARCO CAVALIERI

Questa relazione, se trasmessa in forma cartacea, costituisce copia dell'originale informatico firmato digitalmente e conservato presso lo studio, in conformità alle regole tecniche (art. 3 bis e 71 D.Lgs. 82/05). La firma autografa è sostituita dall'indicazione a stampa del nominativo del responsabile (art. 3 D.Lgs. 39/1993).¶

**INDAGINE GEOLOGICA E GEOTECNICA A SOSTEGNO
DEL PIANO DI LOTTIZZAZIONE MBC5 – AMBITO B -
C.C. TRENTO – LOC. “MADONNA BIANCA”. PP.FF.
1167/1-/2, 1170, 1171/2-/3-/5, 1512/4-/5-/6-/7-/12-/13-/16-
/17,1514/2-/3-/4-/6-/7-/8, 1515/1-/3, 2508, 2751/2-/3-/6-/7-
/8-/9-/10 E P.ED. 5855-5856 C.C. TRENTO**

Indice

1. PREMESSA	2
2. RELAZIONE GEOLOGICA	6
2.1 PIANO DELLE INDAGINI	6
2.2 GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA.....	6
2.3 VINCOLO IDROGEOLOGICO L.P. 23 MAGGIO 2007”.....	9
2.4 ANALISI SISMICA	10
2.4.1 Indagini geofisiche	10
2.4.2 Risultati delle indagini	13
2.4.3 Parametri spettrali sismici generali	16
2.5 TERRE E ROCCE DA SCAVO (D.P.R. 13 GIUGNO 2017 N. 120).....	18
2.6 CONCLUSIONI GEOLOGICHE.....	22
3. RELAZIONE GEOTECNICA	29
3.1 INDAGINI ESEGUITE	29
3.2 PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI E DI PROGETTO	29
3.3 SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE	31
3.3.1 Metodi e criteri di calcolo.....	32
3.4 CONCLUSIONI GEOTECNICHE	38
4. STUDIO DI COMPATIBILITÀ DELLA PERICOLOSITÀ	40
4.1 PERICOLOSITÀ TORRENTIZIA.....	40
4.1.1 Inquadramento del bacino	41
4.1.2 Portata di massima piena liquida	47
4.1.3 Portata di massima piena solida	59
4.1.4 Verifica delle sezioni d'alveo.....	61
4.2 PERICOLOSITÀ ALLUVIONALE	68
4.3 ANALISI FINALE DELLA COMPATIBILITÀ	70

Allegati

COROGRAFIA scala 1:5.000
ESTRATTO CARTA DI SINTESI PERICOLOSITÀ – scala 1:5.000
ESTRATTO CARTA UTILIZZO RISORSE IDRICHE – scala a vista
PLANIMETRIA STATO DI FATTO E DI PROGETTO - scala 1:1.000
SEZIONI AA E BB DI RAFFRONTO scala 1:200
PLANIMETRIA RETICOLO IDROGRAFICO ATTUALE/ PROGETTO – scala a vista
SEZIONI CANALI E ATTRAVERSAMENTI ATTUALE/PROGETTO – scala a vista
STRATIGRAFIE SONDAGGI MECCANICI

1. PREMESSA

Elaborato dall'Arch. Mauro Facchini di Trento, il progetto in titolo consiste nell'approntamento del piano di lottizzazione MB-C5 – AMBITO B - c.c. Trento – loc. “Madonna Bianca”.

Per quanto concerne gli aspetti vincolistici ambientali previsti dagli strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale vigenti, nell'area gravano i seguenti vincoli:

► **Carta di sintesi della Pericolosità** (L.P. 27 maggio 2008, n°5 - D.G.P. n°1748 del 29/9/2023): gran parte dell'area è gravata da **Penalità Media** (Art. 16) di origine alluvionale (attività del F. Adige); inoltre, il reticolo idrografico esistente è gravato dal vincolo **APP**, implicante la necessità di approfondire le problematiche eventualmente derivanti dall'attività (torrenzia) degli stessi;

► **La nuova CARTA DELLE RISORSE IDRICHE** in vigore dal 17/09/2008 - 3° aggiornamento delibera 1941 28/12/2018, **non evidenzia** nell'area sorgenti, pozzi, e captazioni superficiali vincolanti.

► **Vincolo idrogeologico ai fini forestali** (L.P. 23 maggio 2007): assente.

COROGRAFIA

scala 1:5.000



ESTRATTO CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ
Scala 1:5.000 - D.G.P. n°1748 del 29/9/2023

Legenda - CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ

Classi di Penalità
Con riferimenti alle norme di attuazione del Piano Urbanistico Provinciale (L.P. 27 maggio 2008, n. 5)

penalità ordinarie

	P4 - elevata	art. 15
	P3 - media	art. 16
	P2 - bassa	art. 17

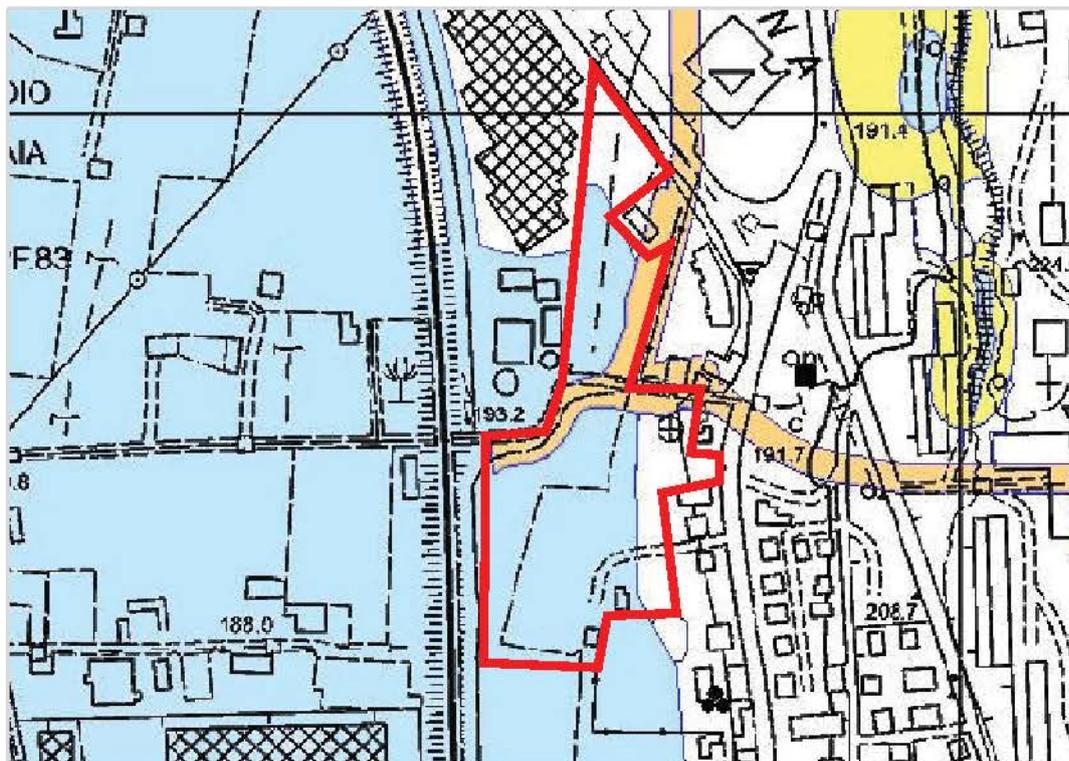
altri tipi di penalità

	APP - aree da approfondire	art. 18
	PRV - residua da valanga	art. 18
	P1 - trascurabile o assente	art. 18

tutele speciali

	AFI - ambiti fluviali di interesse idraulico previsti dal Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche	art. 14
	IMP - aree riservate a interventi di mitigazione del pericolo	art. 18
	RSS - area di rispetto stazione sismometrica	art. 18

 stazione sismometrica



**Art.
21 -**

Norme di attuazione P.U.P. - 2008
ESTRATTO CARTA UTILIZZO RISORSE IDRICHE
3° aggiornamento - D. G. P. n. 1941 di data 12/10/2018

Legenda

Zona di Tutela Assoluta

-  Sorgenti
-  Sorgenti Minerali
-  Acque Superficiali
-  Pozzi

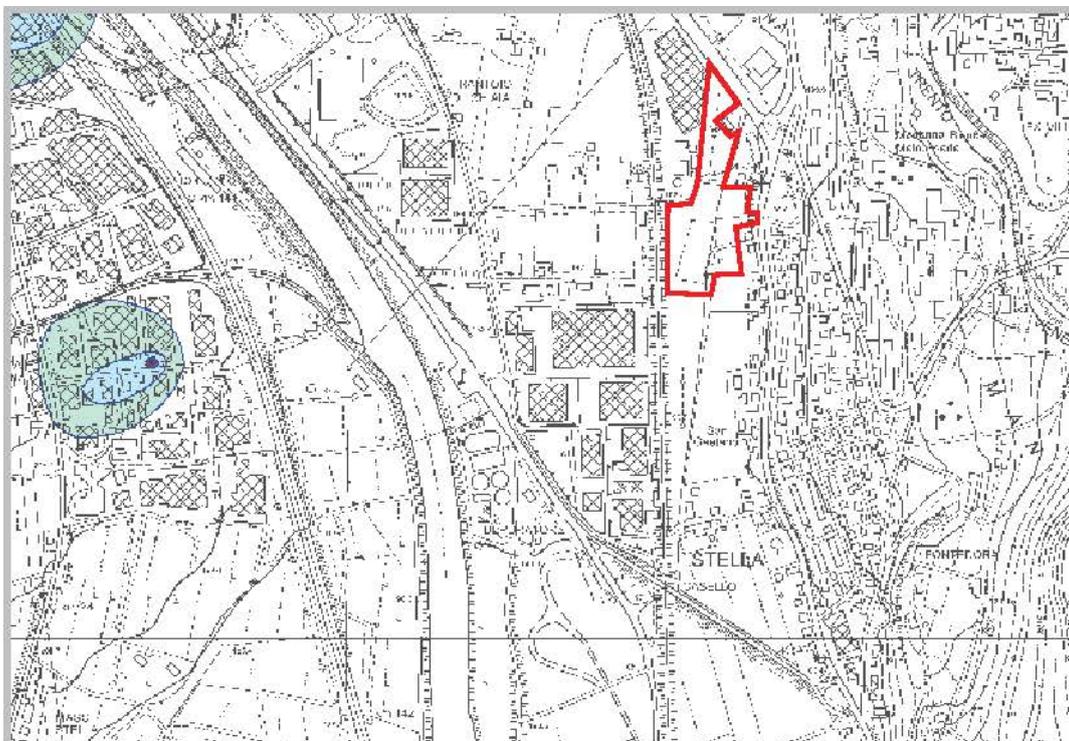
Zona di Rispetto Idrogeologico

-  Sorgenti, Sorgenti Minerali, Acque Superficiali e Pozzi

Zona di Protezione Idrogeologica

-  Sorgenti, Sorgenti Minerali, Acque Superficiali e Pozzi

 altre sorgenti non disciplinate dall'art.21 del P.U.P.



2. RELAZIONE GEOLOGICA

2.1 Piano delle indagini

A supporto di precedenti piani di lottizzazione in continuità fisica (sud) con quello ora in esame sono stati realizzati in passato sei sondaggi meccanici a carotaggio. A questi si aggiungono quattro sondaggi meccanici estratti dalla Banca dati del Servizio geologico provinciale e due ulteriori sondaggi meccanici di proprietà personale, tutti realizzati nei terreni nell'immediato circondario: per un totale, quindi, di dieci sondaggi meccanici.

Per gli aspetti sismici, nel contiguo Comparto 5A nel 2020 è stata condotta una campagna geofisica di sismica sia attiva M.A.S.W. in onde di taglio sia passiva con metodo HVSR (test di Nakamura).

Ubicazione delle indagini e relativi certificati sono allegati a fine relazione.

2.2 Geomorfologia, Geologia, Idrogeologia

Indicata negli estratti cartografici alle pagine precedenti, l'area in oggetto è ubicata a quota media di 187,5 metri s.l.m.

LEGENDA

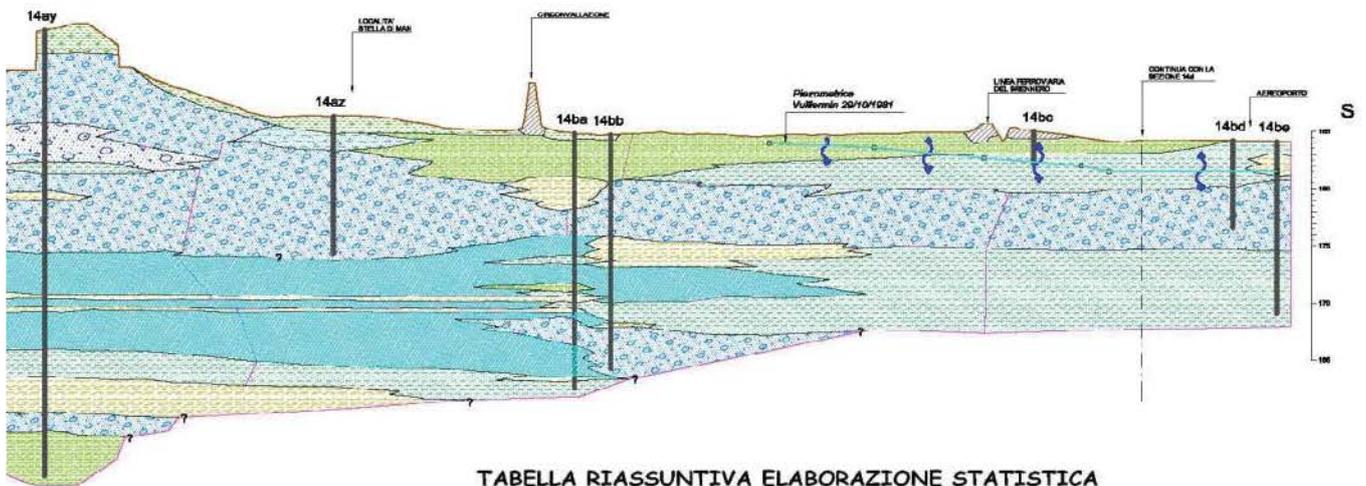


TABELLA RIASSUNTIVA ELABORAZIONE STATISTICA

TOTALE

LITOTIPI	PARAMETRI	LITOTIPO	PARAMETRI							
			γ g/cm ³	Cu kPa	c kPa	ϕ °	Ip %	Cc -	Ed kg/cm ²	N° SPT STANDARD
	L, A	L, A	1,87	45	17	24	12	0,304	203	7
	L, A, S	L, A, S	1,87	-	18	26	8	0,298	304	11
	L, S	L, S	1,93	25	15	27	7	0,231	275	13
	S	S	1,93	-	0	34	-	0,260	205*	16
	G, S, L	G, S, L	1,93	-	9	31	-	-	-	26
	G, S	G, S	1,91	-	0	32	-	-	-	27 / 34

LEGENDA

Valore inferiore della variabile, con fiducia del 95%	0,298	Valori di Cc e di Ed calcolati nell'intervallo di pressione 800-1600 kPa
Valore superiore della variabile, con fiducia del 95%	0,298	Valori di Cc e di Ed calcolati nell'intervallo di pressione 50-1600 kPa
Media	27*/27*	Media di due dati / di tre dati

Figura 1

Dal punto di vista geomorfologico, sebbene la planarità morfologica della fascia compresa tra via Madonna Bianca e la ferrovia del Brennero la inserisca a pieno titolo del dominio geomorfologico del F. Adige, la successione litologica emersa dai sondaggi la individua in realtà quale fascia di transizione tra questo e il dominio di versante del monte Marzola.

Infatti, al netto delle manomissioni antropiche superficiali (riporti), la successione litologica del sottosuolo è caratterizzata dall'alternanza di terreni a prevalenza ora di ghiaia carbonatica sub spigolosa ora di sabbia poligenica con ghiaia sub arrotondata (Fig. 1).

Nel dettaglio dell'area in esame, nel sottosuolo si rileva una successione superficiale (3 metri) di sabbie da limose a molto limose, con cappellaccio superficiale di terreno molto alterato per pedogenesi (terreno "agrario") e al di sotto una successione monotona di sabbie e ghiaie sabbiose in matrice sabbiosa di addensamento in aumento con la profondità.

Dal punto di vista **idrogeologico**, i depositi detritici sono permeabili per porosità primaria, variabile con la taglia granulometrica; la presenza di matrice sabbiosa nei primi metri limita il valore della permeabilità a 10^{-3} m/s.

Nei terreni è ospitata una falda acquifera freatica il cui pelo libero si attesta - in base ai dati storici reperibili nel sito del Servizio Ambiente del Comune di Trento (Fig. 2) e del Servizio Geologico provinciale - alla quota di 185 metri s.l.m., ossia a profondità di 2,5 + 3 metri dal p.c. attuale.

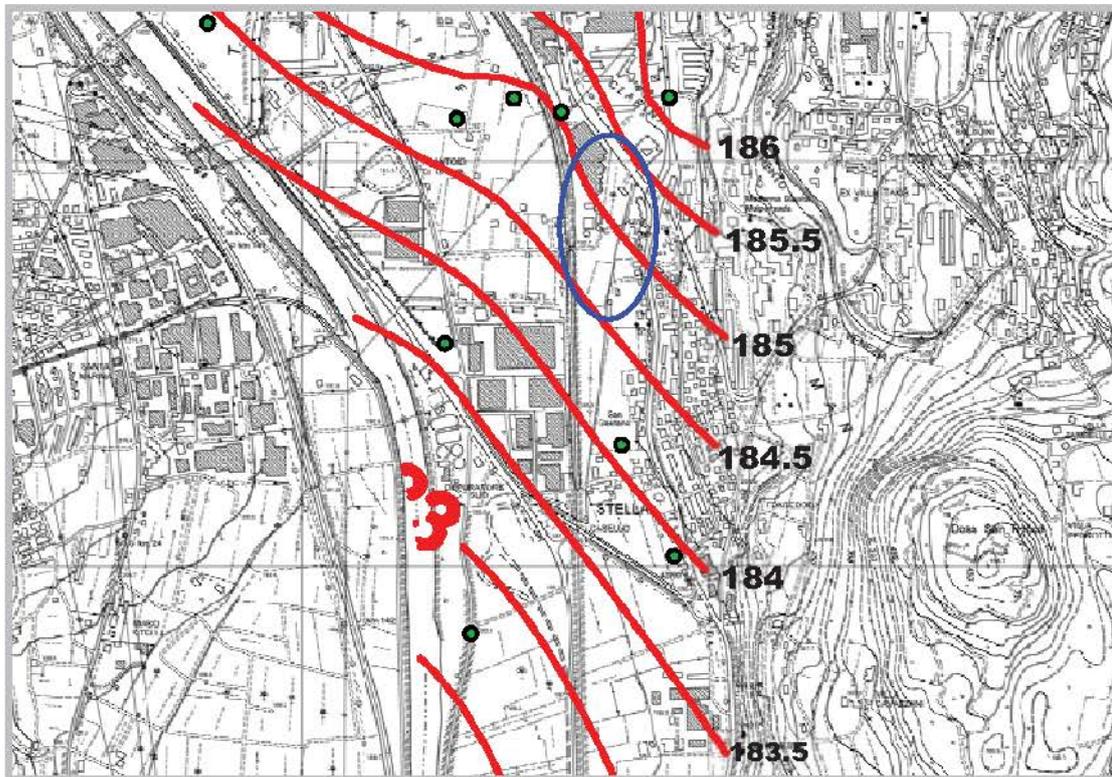


Figura 2

Insieme alla possibilità di esondazioni del F. Adige, l'assetto idraulico del sottosuolo è l'unico elemento di vulnerabilità dell'area, proprio in virtù delle ampie oscillazioni del livello della falda.

2.3 Vincolo idrogeologico L.P. 23 maggio 2007"

In ossequio alle disposizioni contenute nel "Regolamento in materia di vincolo idrogeologico... della L.P. 23 maggio 2007" – (entrato in vigore dal giugno 2010), si verificano le problematiche di ordine idrogeologico.

L'analisi dello stato dei luoghi evidenzia come il sito NON ricade in area a vincolo idrogeologico (Fig. 3) e in ogni caso le ottimali caratteristiche geotecniche del sedime (depositi detritici sciolti, compatti) e vegetazionali (assenza di copertura arborea); l'esecuzione degli interventi in progetto non comportano impatti negativi né turbative all'assetto idrogeologico e forestale dell'area.

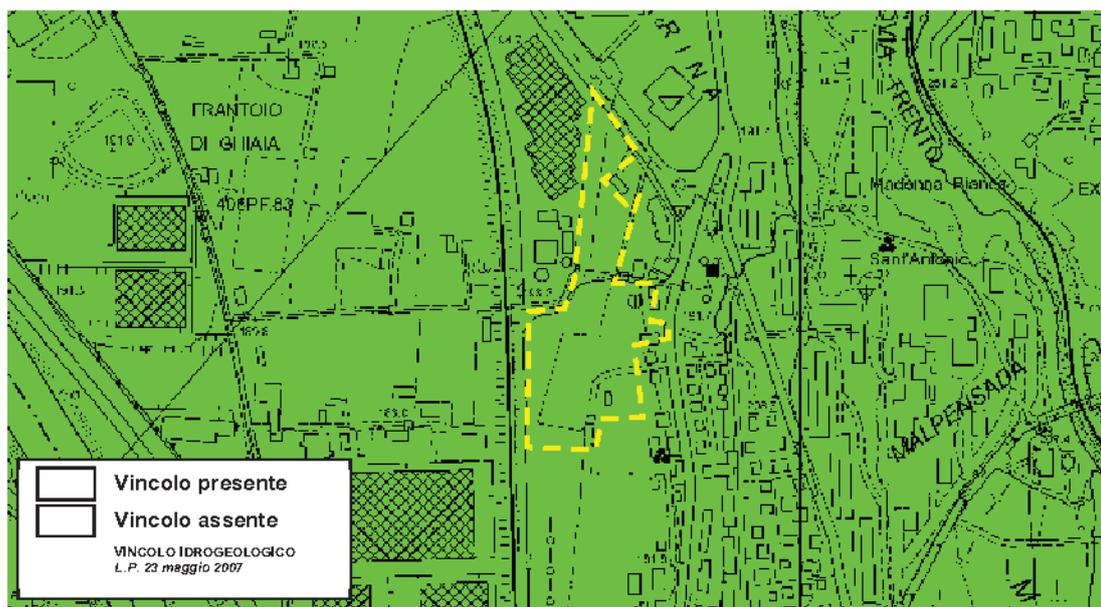


Figura 3

2.4 Analisi sismica

2.4.1 Indagini geofisiche

Le caratteristiche sismiche del sottosuolo in prospettiva sismica sono state ricostruite a mezzo di indagini sismiche di superficie con tecniche attive

(MASW) e passiva (HVSR).

L'indagine **MASW** (Multichannel Analysis of Surface Waves) consente la ricostruzione del profilo delle onde di taglio V_s e quindi la categoria di sottosuolo attraverso il parametro V_{s30} e/o $V_{s,eq}$ come da D.M. 17/01/2018.

Il metodo ricostruisce il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali (Rayleigh e/o Love) in corrispondenza di un certo numero di sensori (geofoni) posti in superficie.

In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, la propagazione nel sottosuolo differisce in funzione della lunghezza d'onda e della conseguente velocità di fase e di gruppo: le onde ad alta frequenza (bassa lunghezza d'onda) si propagano negli strati più superficiali, quelle a bassa frequenza negli strati più profondi. Il metodo MASW, dunque, utilizza il fenomeno della dispersione per derivare informazioni indirette sulle proprietà fisiche e reologiche del terreno, tra cui la densità, i parametri elastici e le velocità delle onde di taglio.

L'energizzazione è avvenuta mediante impatto di una mazza da 8 Kg con trigger piezoelettrico.

Per la raccolta dei dati in array lineare è stato utilizzato un acquirettore PASI Gea24, 24 sensori da 4,5 Hz, secondo la seguente configurazione:

Nome stendimento	MASW1
Orientazione	~ N-S
Dislivello tra gli end-shots	0.0 m
Lunghezza stendimento ricevitori	44.0 m
Numero geofoni	12
Accoppiamento geofoni	Infissione
Spaziatura geofoni	4.0 m
Quantità punti di energizzazione	3
Stack	5x
Offset punti di energizzazione dal primo geofono	-4, -8 m
Durata acquisizione	1200 ms
Intervallo di campionamento	2000 Hz

L'indagine **HVSR** consente la determinazione della risposta elastica del sito e quindi la frequenza di risonanza f_0 delle onde di taglio nel sottosuolo.

Secondo la metodologia di Nakamura (1989), il metodo analizza il rapporto spettrale tra le componenti orizzontale (H) e verticale (V) del rumore sismico registrato passivamente in sito. Il rumore sismico è presente ovunque ed è generato sia da fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) che dall'attività antropica.

Le indagini oggetto della presente relazione sono volte alla definizione della frequenza fondamentale di risonanza f_0 dei terreni (punto 1.), necessaria alla valutazione di possibili interferenze tra le frequenze risonanti del suolo e

delle strutture esistenti e/o in progetto.

La tecnica di misura del rumore sismico richiede tempi di registrazione pari a 15 + 20 minuti e necessita di geofoni triassiali.

Per il test HVSR è stato utilizzato lo stesso sismografo delle indagini MASW, connesso a un geofono 3D Gemini 2 Hz, secondo la seguente configurazione:

Nome stazione	HVSR 1
Durata acquisizione	15 min
Intervallo di campionamento	250 Hz

2.4.2 Risultati delle indagini

Sintetizzando i risultati della prova (i dettagli sono nelle relazioni allegate), il profilo di velocità in onde di taglio (V_s : Fig. 4) mostra valori molto bassi (~150 m/s) fino a circa 2,5 metri da p.c., riferibili a depositi superficiali poco addensati; oltre la quale la velocità aumenta a 210 m/s fino agli 8 metri, oltre i quali si attesta su valori di circa 390 m/s.

Sulla base delle indagini geofisiche eseguite, si ottiene una $V_{s,eq}$ (con riferimento alle NTC 2018) calcolata fino alla profondità di 30 metri dal p.c. di 310 m/s.

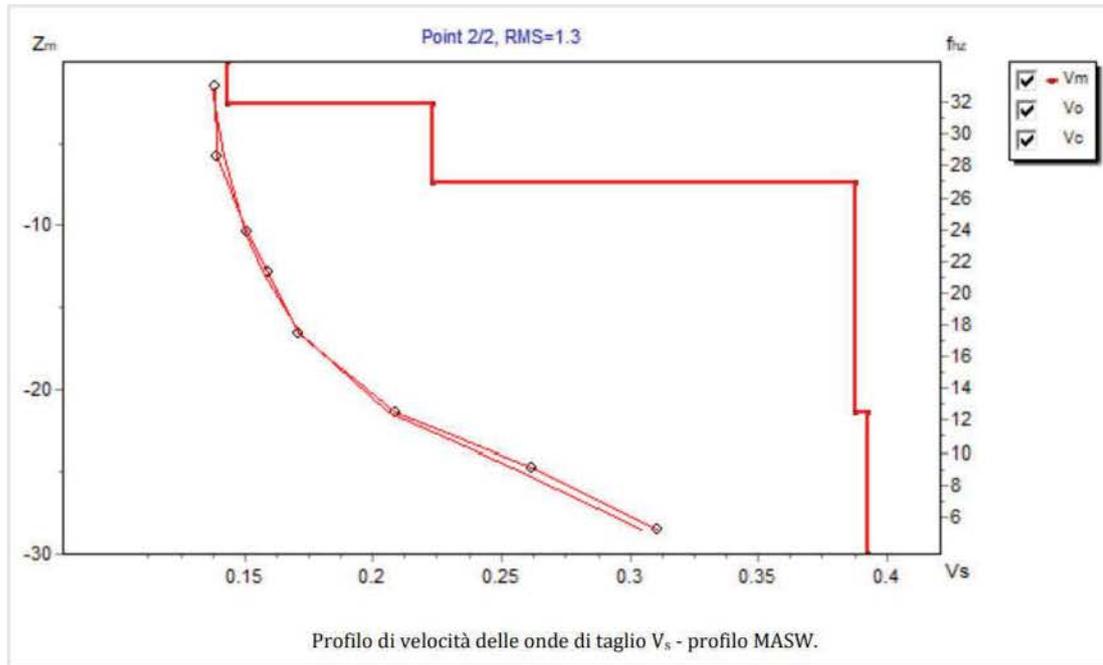


Figura 4

L'indagine HVSR ha fornito una curva del rapporto spettrale H/V (Fig. 5) con un massimo f_0 centrato a circa **0,38 Hz** e con picco subordinato a **6,0 Hz**.

Applicando la relazione valida per contesti monodimensionali:

$$H = n \times \frac{V_s}{4 \times f}; \quad n = 1, 3, 5, \dots$$

che lega lo spessore dei terreni H alla frequenza di risonanza del terreno, con n a indicare l'ordine del modo di vibrare, e disponendo dei valori delle velocità dell'onda di taglio V_s dall'indagine MASW, si ricava che l'amplificazione a 0,4 Hz è legato a un contrasto di impedenza a profondità di almeno 200 metri: profondità riferibile al bedrock sismico e stratigrafico.

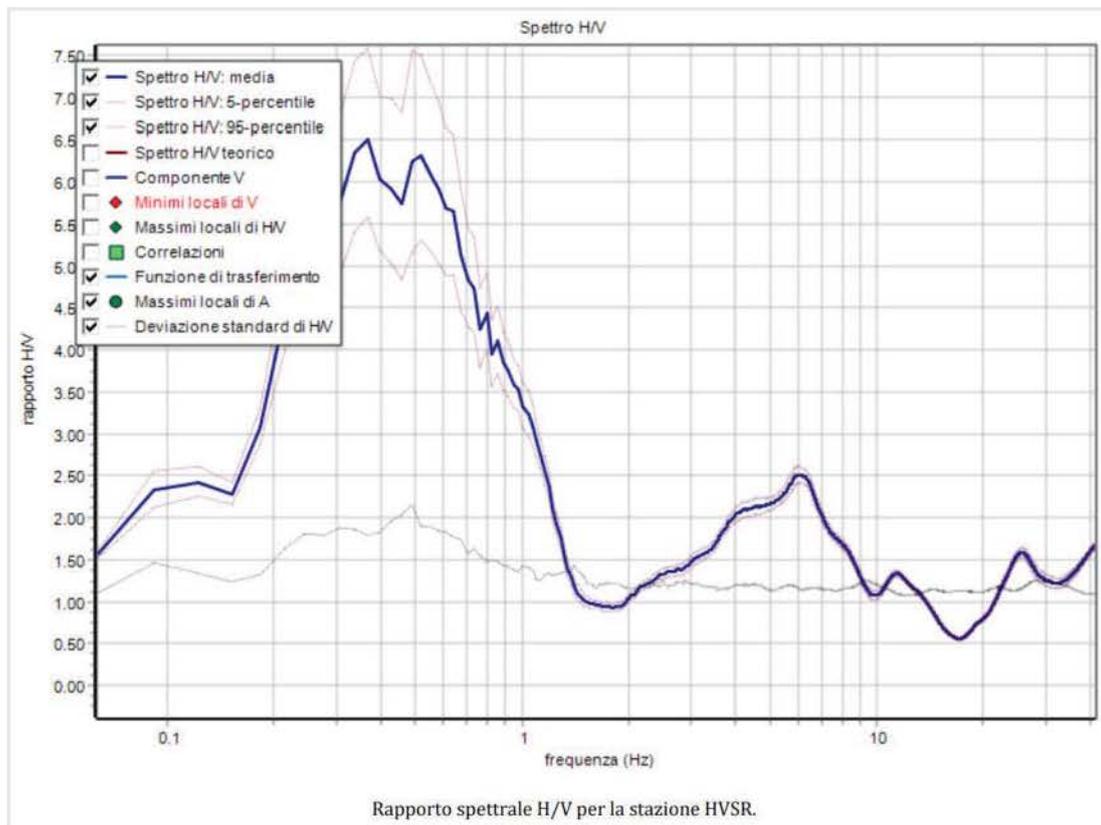


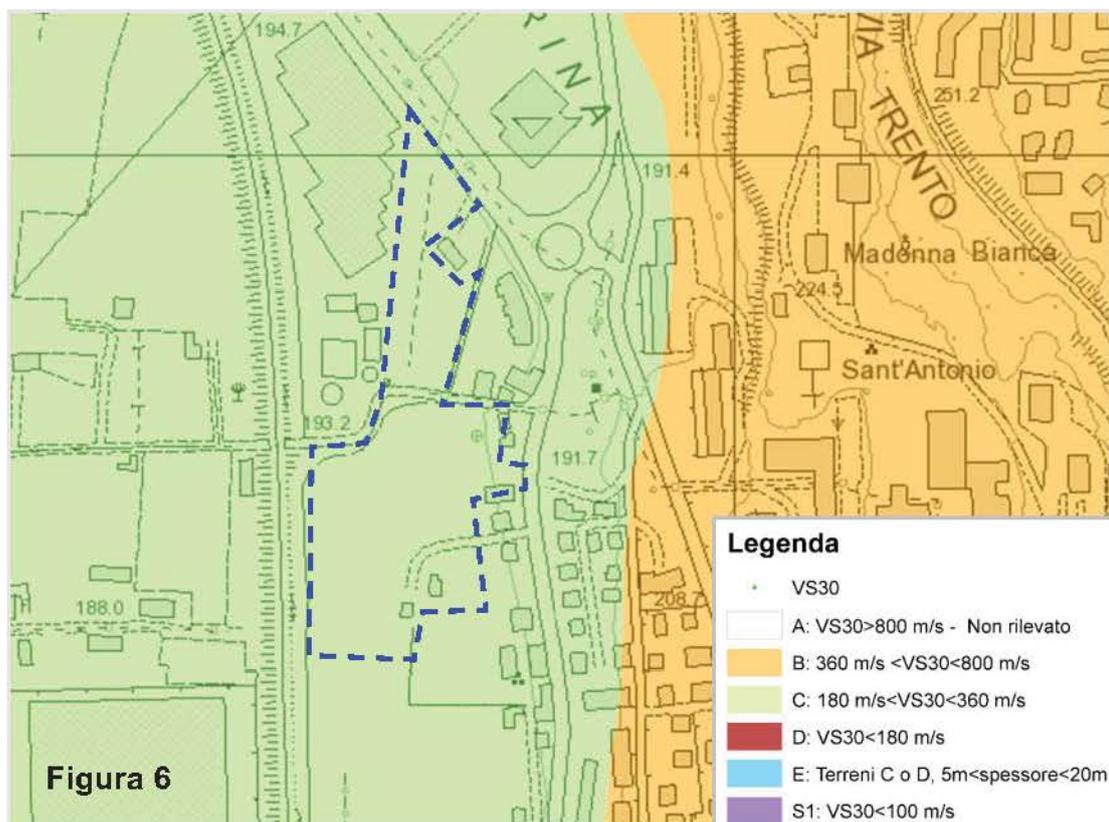
Figura 5

Il picco secondario a 6 Hz è riferibile a un contrasto alla profondità ubicabile a profondità di circa 8 metri, grosso modo coincidente - nel profilo di velocità di Fig. 4 - con il gradino dove la velocità V_s quasi raddoppia. Dai sondaggi meccanici disponibili (allegati a fine relazione) contrasto d'impedenza e aumento della velocità sono riferibili a una variazione dello stato di addensamento dei terreni legato - oltre che alla profondità (come evidente in particolare nel sondaggio n°2459, il più prossimo all'area in esame estratto dal catalogo provinciale - alla variabilità dei rapporti quantitativi tra le taglie sabbiose e ghiaiose.

2.4.3 Parametri spettrali sismici generali

In prospettiva sismica (D.M. 17/01/2018), in forza della velocità equivalente $V_{s,eq}$ di 310 m/s emersa dalle prove geofisiche il terreno di fondazione è inquadrabile nella categoria di sottosuolo di **tipo C**: *depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

Il risultato è in linea con i risultati delle indagini (sempre in sismica passiva) condotte nel tempo dal Servizio Geologico provinciali e sintetizzati nella Carta delle Caratteristiche sismiche dei suoli, di cui un estratto in Fig. 6.



Per la costruzione dello spettro di risposta, in ottemperanza alle Norme Tecniche per le Costruzioni si forniscono i dati necessari alla determinazione dei parametri su sito di riferimento rigido orizzontale (a_0 , F_0 , T_c^*):

Zona sismica.....	3
Categoria di suolo.....	C
Coordinate geografiche	X 11,13041° – Y 46,042°
Pendenza media.....	~0°
Caratteristiche della superficie topografica	T1
Fattore di amplificazione topografica S_T	1,0
Fattore di amplificazione stratigrafica S_s	1,5
Classe d'uso	II

I valori dei parametri spettrali per ciascun stato limite sono riportati in Tabella 1, i coefficienti sismici per fondazioni sono riportati in Tab. 2.

Tabella 1 – Valori dei parametri spettrali per ciascun stato limite.

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,029	2,526	0,199
Danno (SLD)	63	50	0,035	2,554	0,229
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,078	2,666	0,319
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,101	2,636	0,331

Tabella 2 – coefficienti sismici per fondazioni.

	S_s [-]	C_c [-]	S_t [-]	K_h [-]	K_v [-]	A_{max} [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,790	1,000	0,009	0,004	0,422	0,200
SLD	1,500	1,710	1,000	0,011	0,005	0,517	0,200
SLV	1,500	1,530	1,000	0,023	0,012	1,147	0,200
SLC	1,500	1,510	1,000	0,036	0,018	1,483	0,240

2.5 Terre e rocce da scavo (D.P.R. 13 giugno 2017 n. 120)

Preliminarmente in base ai sopralluoghi effettuati in sito e alle lavorazioni di scavo previste, si dichiara che i terreni (sciolti e roccia) presenti nell'area sono *terreni di certa origine naturale* – **Tipo 1** visto il passato utilizzo del sito esclusivamente agricolo:

- non è esclusa la presenza di serbatoi o cisterne interrato, dismessi o rimossi o in uso, per lo stoccaggio di idrocarburi e/o sostanze etichettate ai sensi della direttiva 67/548/CE e successive modifiche e integrazioni;

- l'area non è interessata da attività che rientrano fra quelle definite dal D.M. 16/05/1989 (Criteri e linee guida per l'elaborazione e la predisposizione, con modalità uniformi da parte di tutte le Regioni e Provincia Autonome, dei piani di bonifica, nonché definizione delle modalità per l'erogazione delle risorse finanziarie);

- nella stessa non sono localizzati impianti assoggettati alla disciplina del d.lgs. n. 334/1999 relativo al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose;

- il sito non è inserito nel perimetro d'attività industriali rientranti nelle categorie contemplate dall'allegato 1 al d.lgs. 4/08/1999, n. 372 (Attuazione della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento);

- non ricade in aree interne a impianti autorizzati allo svolgimento di attività di smaltimento e/o recupero di rifiuti ai sensi dell'art. 28 del d. lgs. N. 22/1997 o in aree nelle quali siano effettuate attività di recupero avvalendosi del regime semplificato di cui agli articoli 31 e 33 del d.lgs. 22/1997, con

esclusione degli impianti mobili:

- non è interessata da interventi di bonifica o compresa nell'anagrafe dei siti da bonificare;

Il Decreto del Presidente della Repubblica n. 120 "*Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164*", è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale Serie generale n. 183 del 7 agosto 2017 - Suppl. Ordinaria n. 63 ed è in vigore dal giorno 22 agosto 2017.

► Il sito è inserito totalmente nella **Macro Area Alta Valsugana**, relativamente alla perimetrazione di macroaree interessate dal possibile superamento per fenomeni naturali delle CSG (Concentrazioni Soglia di Contaminazione)

Pertanto, sulla base di tali considerazioni, ai sensi del D.M. 10/08/2012 n. 161 l'utilizzo delle terre e rocce derivanti da operazioni di scavo in aree caratterizzate dalla presenza di fenomeni di origine naturale, riconosciuti ed approvati dalla Giunta provinciale o dall'Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente, dovrà essere descritto nel Piano di Utilizzo, specificando che le stesse saranno utilizzate solo entro lo stesso sito di produzione o in aree con fondi naturali analoghi a quelli riconosciuti nel sito di origine.

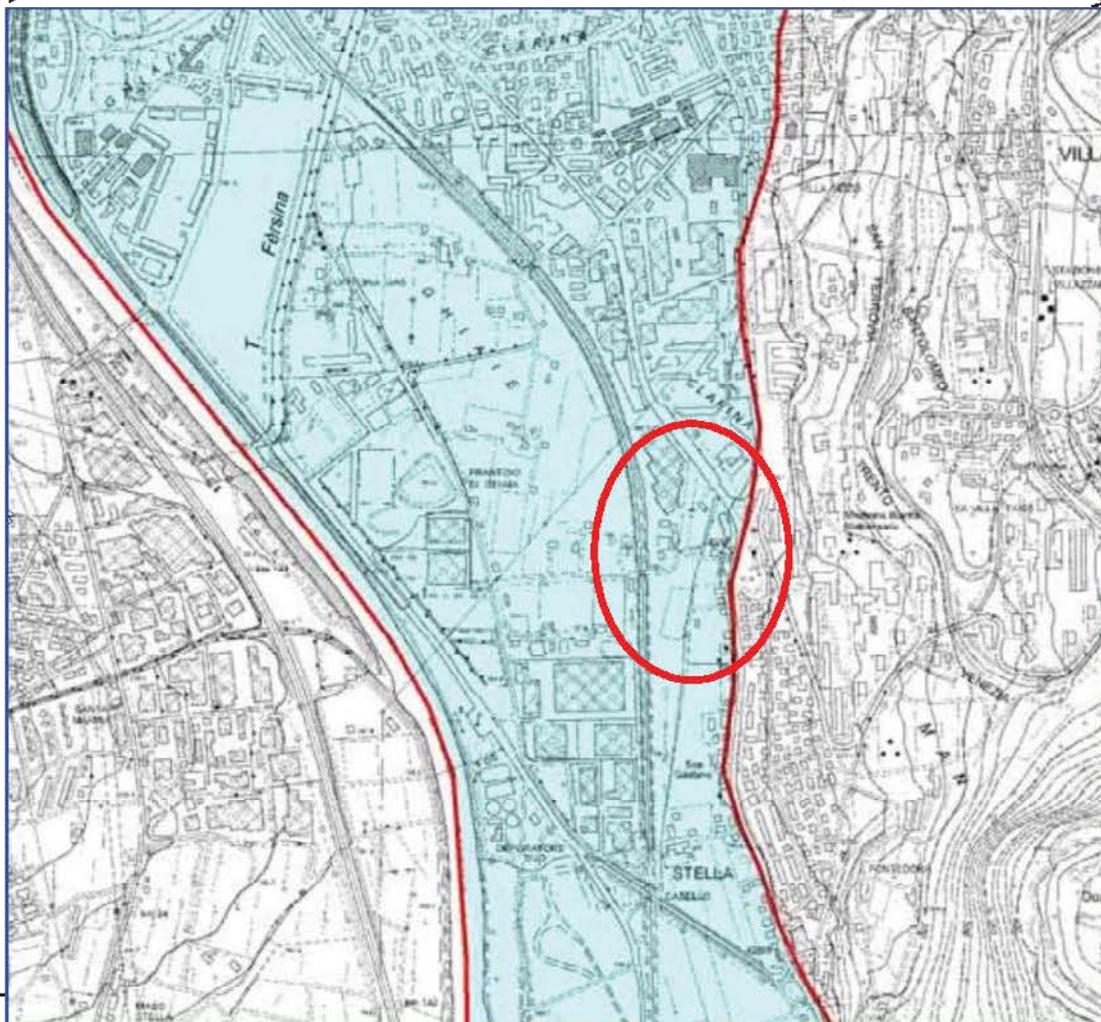
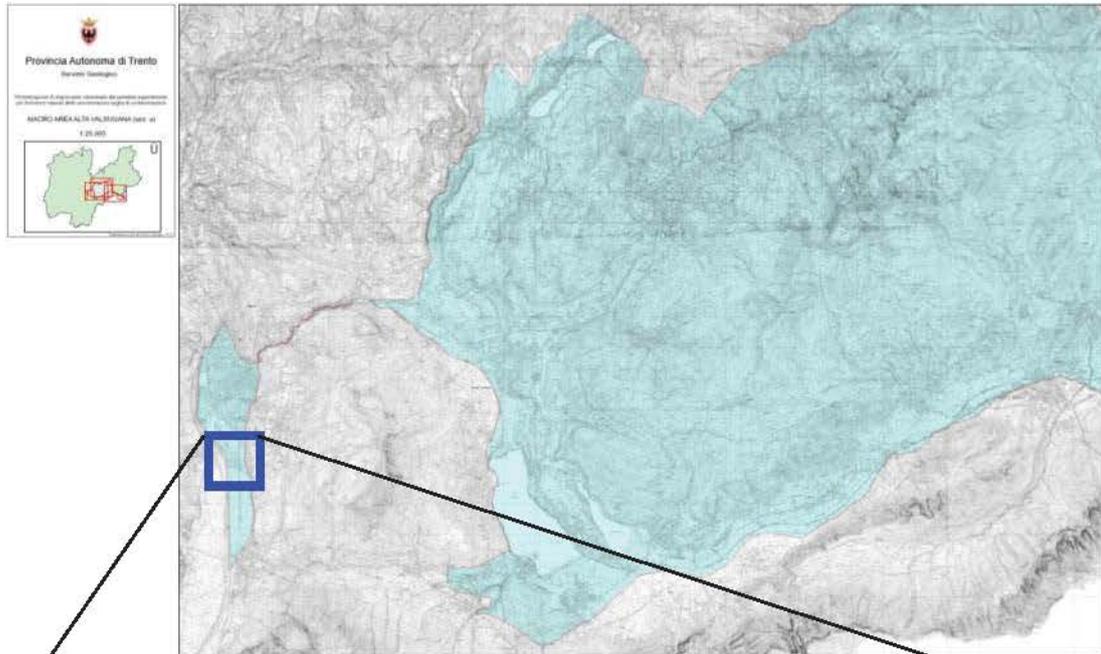
► Nell'attuale fase progettuale non sono ancora note le modalità di gestione del terreno scavato; in ogni caso si ricorda come, attualmente la gestione delle terre e rocce da scavo fa riferimento ai seguenti regimi:

REIMPIEGO NEL SITO DI PRODUZIONE: Ai fini dell'esclusione dall'ambito di applicazione della normativa sui rifiuti, le terre e rocce da scavo devono essere conformi ai requisiti di cui all'art. 185, comma 1, lettera c) del D.Lgs. 152 del 3 aprile 2006, purché il materiale non sia contaminato. Fermo restando quanto previsto dall'articolo 3, comma 2, del decreto-legge 25 gennaio 2012, n. 2, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 marzo 2012, n. 28, la non contaminazione è verificata ai sensi dell'allegato 4 del D.P.R. n. 120 del 13 giugno 2017.

RIFIUTO: è sempre possibile conferire le terre come rifiuto in discarica o impianti di recupero con formulario (codice CER 17.05.04 –terre e rocce da scavo).

SOTTOPRODOTTO:

Per opere soggette a VIA e AIA si deve far riferimento all'art. 9 e succ. del D.P.R. 120 del 13 giugno 2017 (Piano di Utilizzo); in tal caso le analisi chimiche che dovranno essere fatte sulle terre e rocce da scavo dovranno prevedere la vagliatura in capo ai 2 cm con l'analisi della frazione < 2 mm e la successiva determinazione delle concentrazioni riferita alla massa complessiva del campione. I parametri minimi d'analisi, salvo considerazioni legate a particolari utilizzi pregressi, faranno riferimento alle colonne A e B, tabella 1, Allegato 5, al Titolo V della parte IV del D.Leg. n. 152/2006.



2.6 Conclusioni geologiche

Il sottosuolo interessato dal progetto delle Lottizzazione MB-C5 – AMBITO B, è costituito da depositi detritici di origine gravitativa accumulatisi alle pendici della Marzola che a pochi metri di profondità passano bruscamente ai depositi detritici di natura alluvionale.

Il quadro geologico in senso stretto (litologia, geomorfologia e idrogeologia) è di assoluta stabilità, non essendo attivi e/o potenziali processi in grado di alterare l'equilibrio acquisito.

Gli uni processi potenzialmente pericolosi sono di origine idraulica, legati all'attività dei corsi d'acqua confluenti nell'area e del F Adige; questi sono all'origine delle penalità espresse dalla Carta di sintesi della Pericolosità e come tali saranno affrontati nel cap. 4.

In definitiva, il progetto è pienamente fattibile e sostenibile dal punto di vista geologico.

Il sito, relativamente alla perimetrazione di macroaree interessate dal possibile superamento per fenomeni naturali delle CSG (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) è inserita completamente nella **Macro Area Alta Valsugana**. Attualmente non sono definite le modalità di gestione del materiale scavato; in riferimento al (D.P.R. 13 giugno 2017 n. 120 - *Linee guida e indicazioni operative per l'utilizzo di terre e rocce da scavo*) si dichiara che i

terreni (sciolti e roccia), presenti nell'area sono in parte **terreni di ORIGINE NATURALE – Tipo 1** per l'esclusivo utilizzo a prato.

Nell'eventualità di *conferimento in discarica o centro di recupero*, sono da considerare "rifiuti speciali" (codice CER 17.05.04) la cui gestione deve avvenire ai sensi della normativa in materia di gestione rifiuti (Parte IV del D.Lgs. 152/06 s.m.i.).

In conclusione, la morfologia e la natura dei litotipi presenti nell'area non precludono, operando con gli opportuni accorgimenti, la fattibilità dell'intervento che risulta ampiamente compatibile e realizzabile.

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17 gennaio 2018 "Nuove norme tecniche per le costruzioni" e soddisfa i requisiti urbanistici e normativi di rilevanza geologica per cui costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio di concessione urbanistica.

In corso d'opera si dovrà controllare la rispondenza tra il modello geologico di riferimento assunto in progetto e la situazione effettiva, differendo di conseguenza il modello geotecnico ed il progetto esecutivo, così come previsto dalla normativa di settore.

Trento, febbraio 2024

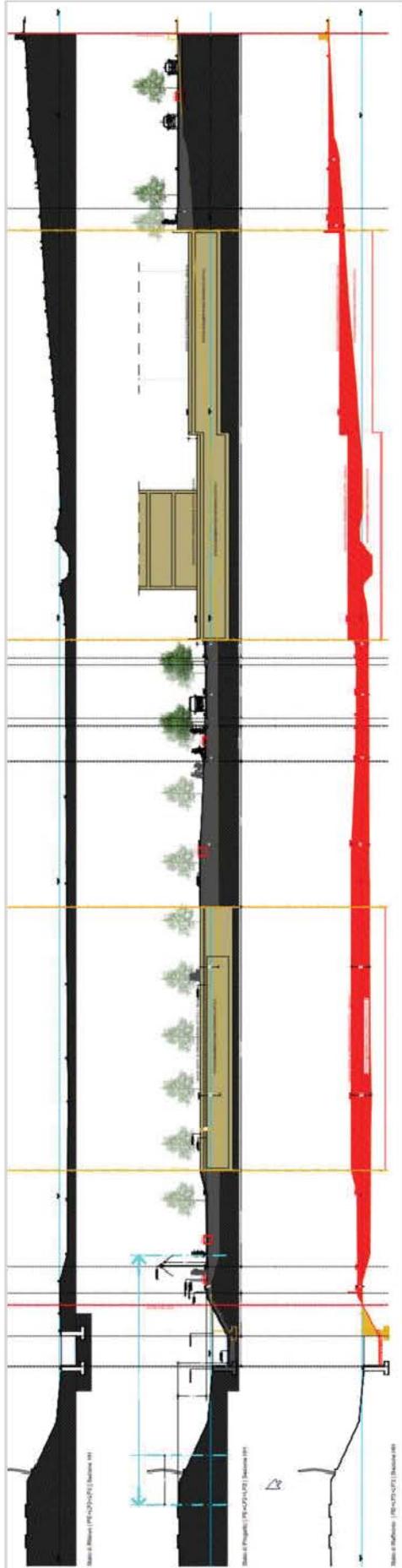


DOIT. GEOL.
N° 56 MARCO CAVALIERI

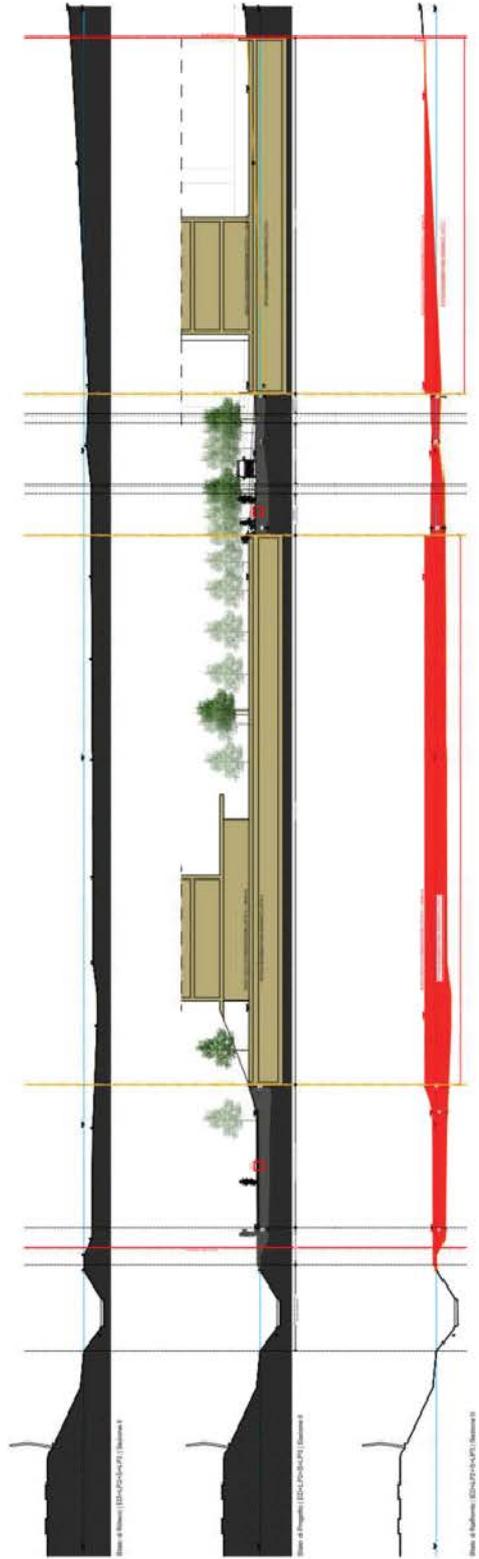


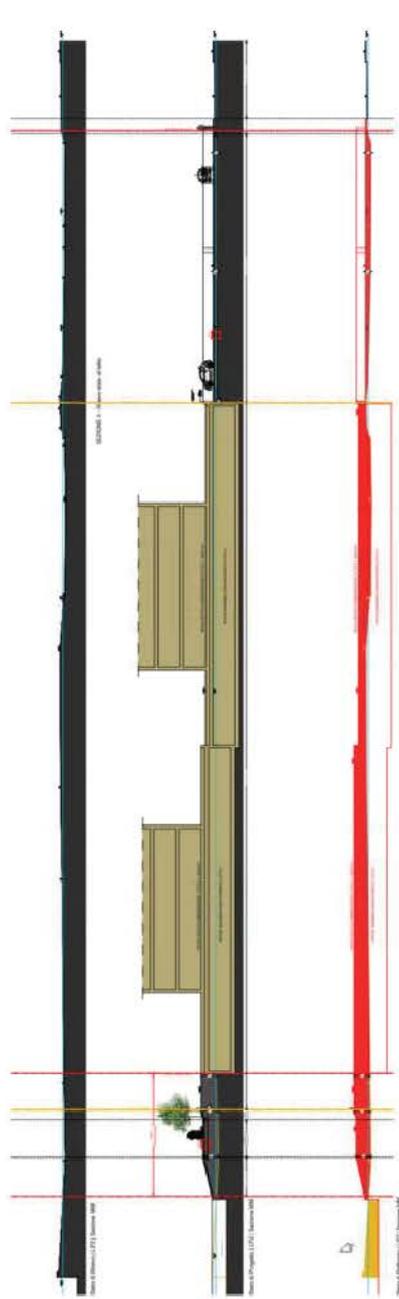


H-H

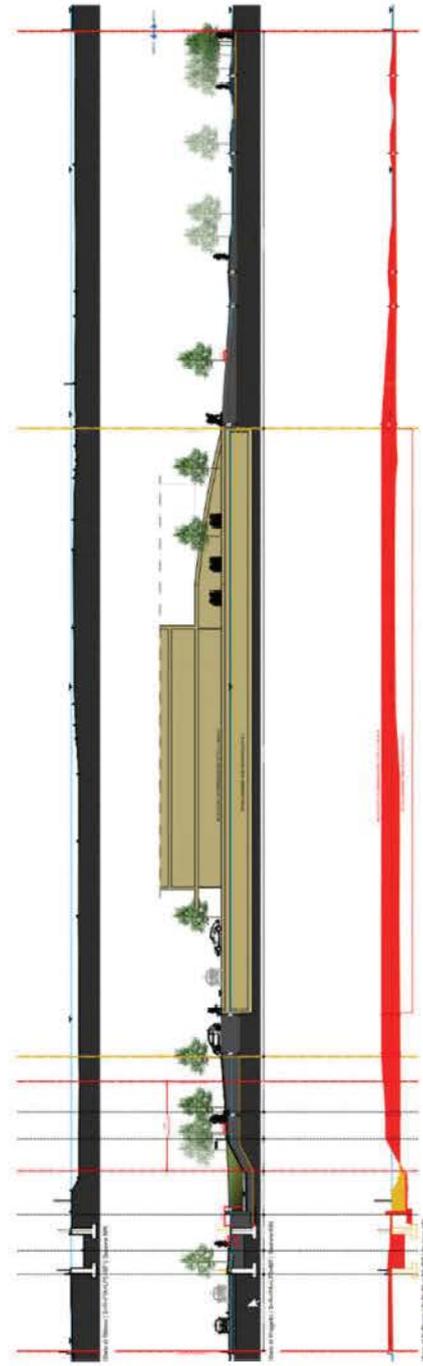


H





M-M



N-N

3. RELAZIONE GEOTECNICA

3.1 Indagini eseguite

Considerata la natura incoerente e grossolana del sottosuolo, nello studio generale, per la valutazione dei parametri geotecnici oltre alla campagna sismica, sono state rielaborate le prove penetrometriche dinamiche, nonché i sondaggi meccanici sia individuabili in bibliografia sia, in particolare, quelli specificatamente realizzati per il primitivo piano di lottizzazione e per l'edificazione di una serie di palazzine similari in aree strettamente confinanti e morfologicamente analoghe.

3.2 Parametri geotecnici caratteristici e di progetto

In superficie è presente un corpo detritico sciolto/poco addensato di sabbie limose passanti a debolmente ghiaiose verso il basso, dello spessore variabile da 3 a 3,5 metri; il livello più superficiale è un orizzonte terroso di elevata alterazione pedogenetica di 1,0 + 1,5 metri di spessore.

La tensione geostatica verticale efficace σ'_{v0} è stata calcolata per un peso di volume γ pari a 19 kN/m³.

Per i depositi gravitativi, in assenza di prove geotecniche in sito i valori

dei parametri di resistenza sono stimati tarando le osservazioni di campagna sui valori delle prove SPT per i terreni alluvionali.

Al di sotto dei primi 2 metri circa di terreno in parte riportato e comunque rimaneggiato, il modello geologico tecnico del sottosuolo è descritto nel seguito.

UNITÀ A (3 ÷ 3.5 metri di spessore): sabbia medio grossolana e ghiaia sub spigolosa a formare uno scheletro auto sostenuto, con ciottoli pluricentimetrici di elevato addensamento medio e alta permeabilità.

Angolo di resistenza al taglio	$\phi = 33^\circ$
Peso di volume	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo	$\gamma_b = 21 \text{ kN/m}^3$
Coesione apparente	$c_a = 8 \text{ kPa}$
Permeabilità orizzontale	$K_o = 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$
Permeabilità verticale	$K_v = 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

UNITÀ B (> 3,5 metri di profondità): sabbia grossolana con ghiaietta e sparsi ciottoli centimetrici di addensamento da medio a mediocre (in diminuzione con la profondità).

Angolo di resistenza al taglio	$\phi = 36^\circ$
Peso di volume	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
Peso di volume saturo	$\gamma_b = 21 \text{ kN/m}^3$
Permeabilità orizzontale	$K_o = 5 \times 10^{-3} \text{ m/s}$
Permeabilità verticale	$K_v = 5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

		UNITÀ A		UNITÀ B	
		M1	M2	M1	M2
Peso di volume	γ (kN/m ³)	19	19	19	19
Resistenza al taglio non drenata	s_u (kPa)	8	5,71	-	-
Angolo di resistenza al taglio	ϕ (°)	33	27,5	36	30,2

Tabella 3 – Parametri geotecnici di progetto.

3.3 Smaltimento acque meteoriche

La permeabilità dei terreni costituenti il sottosuolo consente la gestione dei cospicui volumi direttamente per infiltrazione locale, con ciò limitando dello sviluppo della rete di condotte di trasferimento e garantendo lo stoccaggio temporaneo senza ricorso a vasche dedicate. Considerata, inoltre, la prevista sopraelevazione di circa 1,3 metri in media del p.c. attuale a mezzo di riporti di livellamento quali intervento di mitigazione dal pericolo di alluvionamento (§ 4.3), sarà disponibile un adeguato spessore di terreno alla dispersione pur nell'obbligo di rispettare un franco di almeno 1 metro dal pelo libero della falda acquifera e la base delle opere disperdenti.

Pertanto, per i lotti residenziali la regimazione delle acque meteorica sarà organizzata per dispersione negli strati superficiali del sottosuolo per settori distinti.

In generale, il sistema di dispersione più idoneo è costituito da trincee disperdenti, alimentati da una tubazione fessurata uscente da un accoppiamento di pozzetto disperdente e dissabbiatore, recapito dei volumi

dalle caditoie; per i settori meno estesi (parcheggi P2 e P3) la gestione può essere gestita con soli pozzetti a dispersione.

3.3.1 Metodi e criteri di calcolo

Per garantire l'effetto di laminazione per stoccaggio temporaneo, il parametro di dimensionamento della trincea è l'altezza di precipitazione critica (h) che dalle elaborazioni dell'Ufficio reti idrauliche del Comune di Trento è di 43 mm per la pioggia di 1 ora, secondo la linea segnalatrice di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno di 50 anni:

$$h = 43,1 \times t^{0,382}$$

dove h in millimetri e t in ore.

La portata di filtrazione Q_f da una trincea è calcolata con la formula dell'*Association of the Rainwater Storage and Infiltration Technology*;

$$Q_f = C \times K \times L \times (a \times H \times b)$$

$$a = 3.093$$

$$b = 1.34 \times W + 0.677$$

C = coefficiente di deflusso medio = 0,8

L = lunghezza trincea

H = altezza trincea

W = larghezza trincea

Per i calcoli sono assunti i seguenti parametri comuni a tutte le trincee:

- ◆ **permeabilità del terreno naturale: $K = 10^{-4}$ m/s** ($K_v \approx K_h$);
- ◆ coefficienti di deflusso superficiale ϕ delle pavimentazioni in asfalto par pari a 0,85 e delle superfici a verdi di 0,17 (Ufficio reti idrauliche)

del Comune di Trento);

- ◆ coefficiente di deflusso superficiale medio C pari al 80%;
- ◆ indice dei vuoti del riempimento arido drenante grossolano delle trincee pari al 30% (per il calcolo del volume di stoccaggio);
- ◆ **larghezza W della trincea di 1,2 metri;**
- ◆ **altezza totale di 1,5 metri per un'altezza di filtrazione H = 1.1 metri;**
- ◆ **tubo fessurato superiore del diametro utile di 30 cm.**

La portata di filtrazione da un pozzetto Q_p circolare aperto sul fondo e forato lateralmente è ricavata riarrangiando la formula per la permeabilità K_h in pozzetto circolare:

$$K_h = \frac{\Phi^2 \times \ln\left(\frac{2 \times m \times L}{\Phi}\right)}{8 \times L \times (t_{fin} - t_i)} \times \ln\left(\frac{h_i}{h_{fin}}\right)$$

Φ = diametro del pozzetto

m = rapporto di trasformazione = $(K_h \times K_v)^{0,5}$

L = altezza utile del pozzetto

Si considera un intervallo di tempo di un'ora, suddiviso in intervalli temporali di un minuto per i quali si calcola la variazione di altezza d'acqua nel pozzetto allo stato iniziale (t_{in}/h_{in}) e finale (t_{fin}/h_{fin}) per effetto dell'afflusso dai pluviali e deflusso per filtrazione. Le basi di calcolo sono le seguenti:

- ◆ permeabilità del terreno naturale: $K = 10^{-4}$ m/s ($K_v \approx K_h$);
- ◆ distribuzione delle intensità nel tempo (ietogramma) triangolare con

tempo di picco (massima intensità) pari a 15 minuti;

- ◆ **diametro utile 1 metro;**
- ◆ altezza totale di 2 metri e **altezza utile di filtrazione di 1,1 metri** (forato lateralmente per 1 metro).

Un esempio di calcolo di dispersione dal singolo pozzetto è illustrato in Fig. 8; lo schema generale del sistema trincea/dispersori è illustrato in Fig. 9.

La portata della tubazione del **diametro utile di 30 cm** è calcolata con la formula di Chezy per condotta circolare a pelo libero con percentuale di riempimento del 70% e pendenza prudenziale dell'1,5‰:

$$Q = A \times K \times \sqrt{R \times i} = 28,5 + 32,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

A = sezione del tubo
R = raggio idraulico

per coefficiente di scabrezza di Gauckler – Strickler, rispettivamente di 70 e 80 m^{1/3} s. Il valore calcolato è superiore al picco di portata calcolato per la Zona 1, la più estesa arealmente (Fig. 8).

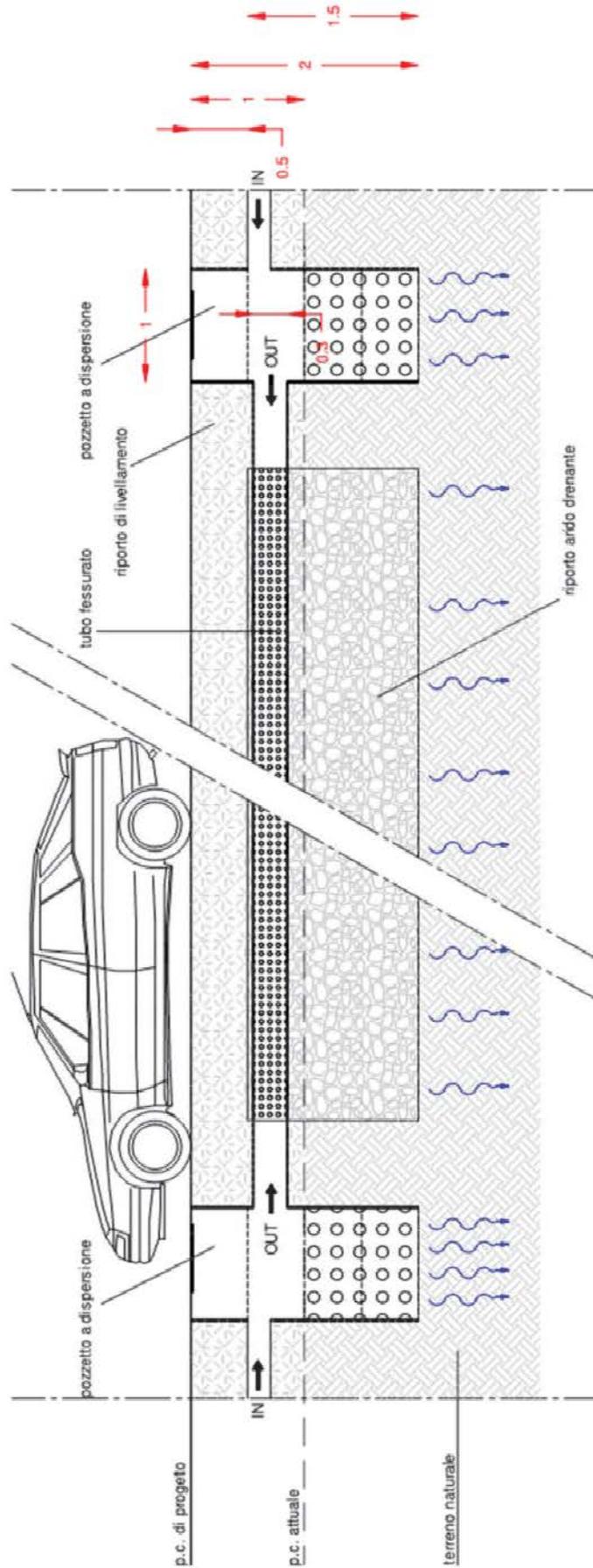


Figura 7 – schema generale del sistema trincea/trincea/pozzetto a dispersione.

► La **trincea filtrante** sarà realizzata per scavo a sezione ristretta di larghezza 1,2 metri fino alla profondità di 2 metri dalla quota del piano finito ossia quella di progetto comprensiva dei riporti di livellamento superficiale.

Lo scavo sarà riempito per un'altezza di 1,5 metri con detrito grossolano (scarto di pezzatura 30/70) e lavato (privo di fine, sabbia compresa), avvolto in geotessile anti-intasamento; alla sommità del riporto sarà adagiato il tubo fessurato \varnothing 40 cm disperdente.

Lo spessore utile alla filtrazione e allo stoccaggio temporaneo è di 1,1 metri tra base trincea e base tubo fessurato.

► I **pozzetti a dispersione** saranno ubicati alle(a) estremità di ogni trincea, ciascuno abbinato – solo in presenza di trincea disperdente – da pozzetto dissabbiatore al quale faranno recapito le condotte di trasferimento dalle caditoie.

In conclusione, si fa notare che - per effetto della sopraelevazione del p.c. attuale a mezzo di riporti di 1,3 metri in media - la base di trincee e pozzetti è a 1 metro dal p.c. attuale: quindi sarà rispettato un franco di almeno 1,5 metri rispetto al pelo libero della falda acquifera (-2,5 metri da p.c. - § 2.2).

3.4 Conclusioni geotecniche

Il sottosuolo dell'area in esame (PP.FF. 1167/1-/2, 1170, 1171/2-/3-/5, 1512/4-/5-/6-/7-/12-/13-/16-/17, 1514/2-/3-/4-/6-/7-/8, 1515/1-/3, 2508, 2751/2-/3-/6-/7-/8-/9-/10 e P.ED. 5855-5856c.c. Trento) è costituito da una potente successione di terreni detritici, inizialmente di origine gravitativa, quindi alluvionale; le caratteristiche meccaniche dei terreni sono mediamente elevati e non pongono di per sé alcuna ostacolo all'esecuzione delle opere in progetto.

Al netto delle penalità idrauliche che saranno affrontate al successivo cap. 4, l'unico elemento di vulnerabilità per il progetto sarebbe costituito dalla presenza della falda freatica a modesta profondità, tale da interferire con le previste opere di smaltimento degli afflussi meteorici per dispersione diretta negli strati superficiali di suolo e sottosuolo. In realtà la problematica è risolta dalla necessità di innalzare di 1,3 metri in media la quota del p.c. attuale – come per il contiguo lotto già urbanizzato a sud) - quale intervento imposto dalle Norme di Attuazione del P.U.P. a mitigazione del pericolo di inondazione (§ 4.3).

Quindi, lo smaltimento delle acque meteoriche potrà essere organizzato per dispersione diretta nel sottosuolo, grazie alla permeabilità dei terreni superficiali sopra falda, a mezzo di trincee disperdenti e pozzetti, in numero e

dimensioni variabili in dipendenza dell'estensione delle superfici scolanti.

In definitiva, anche dal punto di vista geotecnico le opere in progetto sono fattibili e compatibili.

La presente relazione geotecnica sulle indagini, caratterizzazione del volume significativo di terreno, riguarda la fase del progetto definitivo e dovrà essere integrata in fase esecutiva con tutte le previste verifiche della sicurezza e delle prestazioni di cui al capitolo 6.2.3 delle N.T.C. (con integrazioni e modifiche successive).

Trento, febbraio 2024



 TRENTINO - ALTO ADIGE/SÜDTIROL
DOTT. GEOL.
N° 56 MARCO CAVALIERI

4. STUDIO DI COMPATIBILITÀ DELLA PERICOLOSITÀ

Come accennato in premessa, per l'area di lottizzazione la Carta di Sintesi della Pericolosità esprime penalità variabili da **APP** (*da approfondire*) a **P3** (*media*), con eccezione dell'estremo settore settentrionale lungo via De Gasperi a pericolosità **P1** (*trascurabile*). Nel seguito sono analizzati in ordine di intensità i processi concorrenti alla determinazione finale delle penalità.

4.1 Pericolosità torrentizia

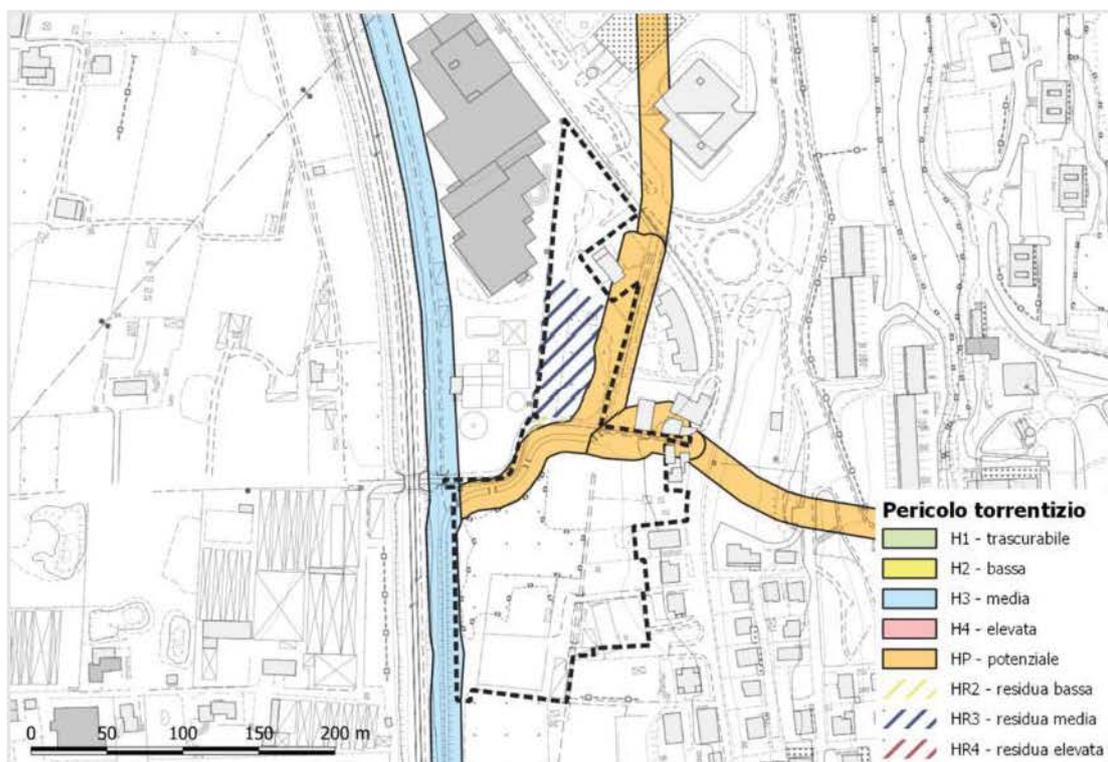


Figura 8 – estratto della Carta della pericolosità per fenomeni torrentizi (scala 1:5.000).

La pericolosità torrentizia è **HP** – *potenziale* – per tutta la fascia centrata sui due rii confluenti in fondo a via Bartali fino alla confluenza finale nella Roggia della città: il rio Val Nigra da nord e il rio San Rocco da est. Il pericolo scende a *residuo medio* - **HR3** – e *basso* – **HR2** – in un limitato settore di piana in destra orografica, rispettivamente, del rio Val Nigra e del tratto compreso tra la confluenza e il rio Roste della Città.

Nel settore meridionale, il confine occidentale dell'area di lottizzazione corre lungo o marginalmente a cavallo del limite di area a pericolosità *media*

H3.

4.1.1 Inquadramento del bacino

PARAMETRI MORFOMETRICI PRINCIPALI - TOTALE		
Sezione di chiusura (ETRS 89)	E	664762,426
	N	5100815,978
Superficie	S	9,76 km ²
Quota massima	H _{max}	1.736,81 metri s.l.m.
Quota minima	H _{min}	183,63 metri s.l.m.
Quota media	H _m	712,49 metri s.l.m.
Pendenza media bacino	i _r	83,7%

PARAMETRI MORFOMETRICI PRINCIPALI – RIO VAL NIGRA		
Superficie	S	6,82 km ²
Quota massima	H _{max}	1.736,81 metri s.l.m.
Quota minima	H _{min}	183,63 metri s.l.m.
Quota media	H _m	768,7 metri s.l.m.
Pendenza media bacino	i _r	84,12%

PARAMETRI MORFOMETRICI PRINCIPALI – RIO SAN ROCCO		
Superficie	S	2,95 km ²
Quota massima	H _{max}	1.238,78 metri s.l.m.
Quota minima	H _{min}	183,63 metri s.l.m.
Quota media	H _m	582,23 metri s.l.m.
Pendenza media bacino	i _r	83,3%

Entrambi i bacini drenano le pendici occidentali del monte Marzola che, dal punto di vista litologico, è costituito per tutto il suo sviluppo meridiano da un vasto e articolato corpo di frana al cui piede si stende (sempre in senso meridiano) l'ampio terrazzo morfologico di origine fluvio glaciale (Gabbio, Villazzano, San Rocco).

Sospeso sul fondo valle del F. Adige, nel bacino del rio Val Nigra il terrazzo s'interrompe a valle (ovest) in corrispondenza di una sottile ma significativa rampa erosiva – in buona parte in roccia esposta – che corre tra le località Gocciadoro e Malpensada (grosso modo corrispondente al tracciato della ferrovia Trento – Venezia). Nel bacino del rio San Rocco, invece, tra loc. Malpensada e il Doss di San Rocco la rampa rocciosa morfologica è stata smantellata dall'azione erosiva del rio di San Rocco nell'immediato post-glaciale, con la formazione di un ampio conoide detritico che sfuma a valle nei depositi detritici di fondo valle.

Da quanto sopra emerge che entrambi i bacini sono predisposto all'infiltrazione efficace degli apporti meteorici.

Per quanto attiene agli aspetti idraulici, il regime delle portate di ambedue i collettori è perenne. Per quanto attiene le portate solide, è da attendersi un trasporto solido ordinario in sospensione e sul fondo in occasione delle piene principali, di entità irrilevante sulle portate totali (anche considerando le approssimazioni intrinseche al modello di calcolo).

Si esclude la possibilità di trasporto in massa significativo.

Per il rio val Nigra, nonostante la discreta densità di drenaggio e lo sviluppo longitudinale dei collettori fino a quote elevate, anche ammesso che eventuali alimentazioni detritiche esterne agli alvei (frane) alimentino improbabili trasporti in massa fino a valle eludendo l'interdizione delle numerose opere di regimazione in alveo, questi si espanderebbero all'ingresso nella piana alluvionale in località San Bartolomeo e non potrebbero raggiungere l'area di lottizzazione a casa della distanza (~900 metri rispetto alla della confluenza del rio Cernidor) e della modestissima pendenza morfologica. Ulteriore elemento d'interdizione al fenomeno è la tortuosa geometria dell'alveo artificiale, canalizzato e spesso tubato nel sottosuolo a fianco di viale Verona; le tombinature, in particolare, possono essere considerate dei limitatori di portata che "tagliano" gli apporti (sia liquidi che solidi) eccedenti la massima portata di deflusso permessa dalla sezione di canale.

In definitiva, la disconnessione della dinamica in alveo del rio Val Nigra nell'area in esame dall'evoluzione idrogeologica del proprio bacino esclude ogni possibilità di trasporti in massa.

Il bacino del rio San Rocco – che gravita direttamente sull'area di lottizzazione – è caratterizzato da una bassa densità di drenaggio: il reticolo idrografico di superficie è assai schematico, limitato a due soli collettori (rio San Rocco e rio Torricelle) il cui sviluppo longitudinale è limitato alla sola fascia basale del versante (località Torricelle e San Rocco) a valle della ripida rampa morfologica di località Bindesi. Entrambi impegnano l'ampio apparato di conoide torrentizio di località Malpensada, riferibile al parossismo idrogeologico dell'immediato post-glaciale; attualmente esso è stabilizzato nella sua evoluzione superficiale, solo soggetto a fenomeni di deformazioni gravitative profonde di versante (D.G.P.V.), ininfluenti sull'alimentazione detritica in alveo. I due rii scorrono per lo più in condotte sotterranee che, analogamente al rio Val Nigra, fungono da "limitatori" delle portate.

Pertanto, anche per il rio San Rocco si esclude possibilità di trasporti solidi in massa nell'area in esame.

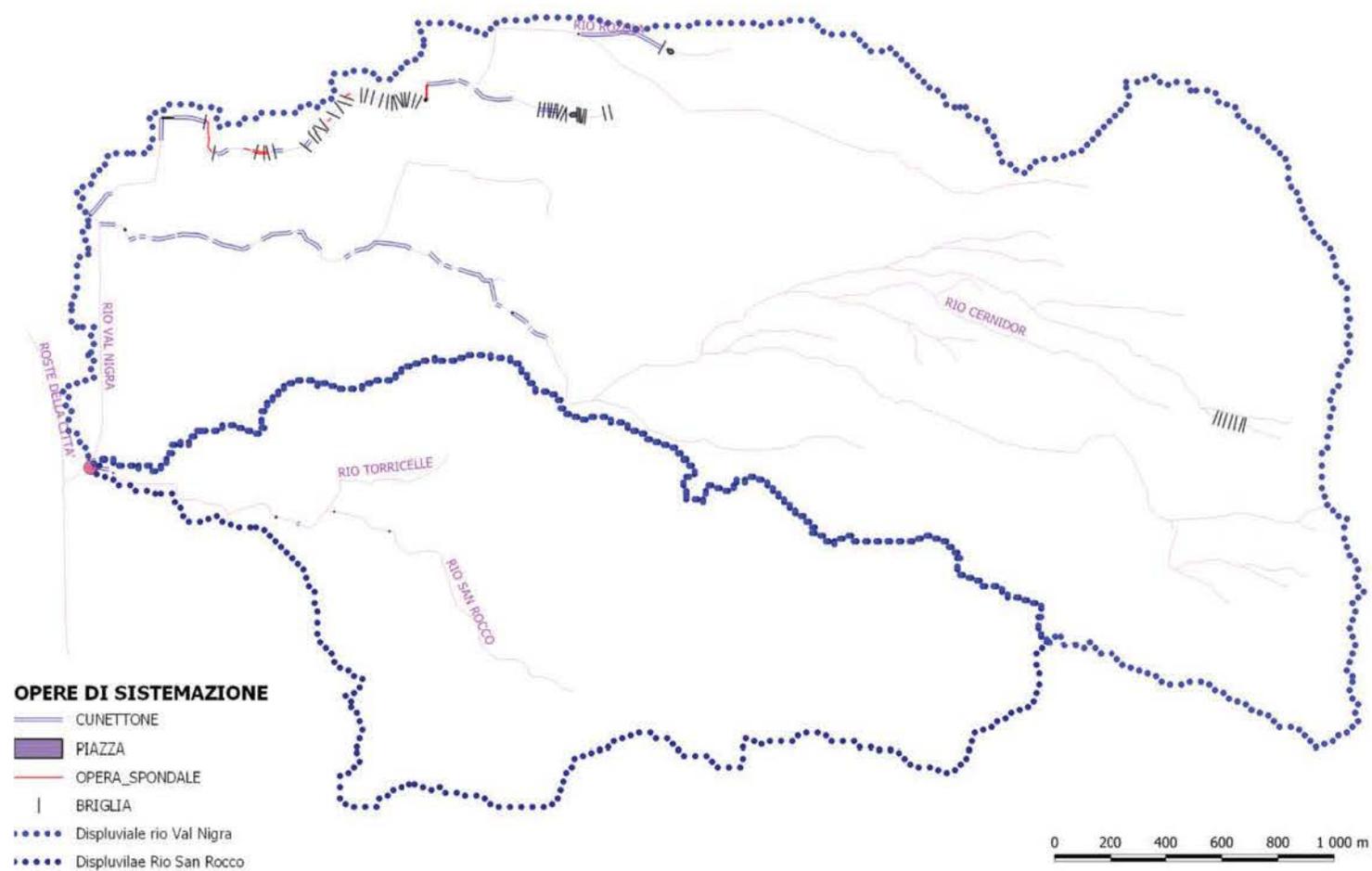


Figura 9 – perimetro dei bacini imbriferi sottesi alla sezione di chiusura (scala 1:25.000).

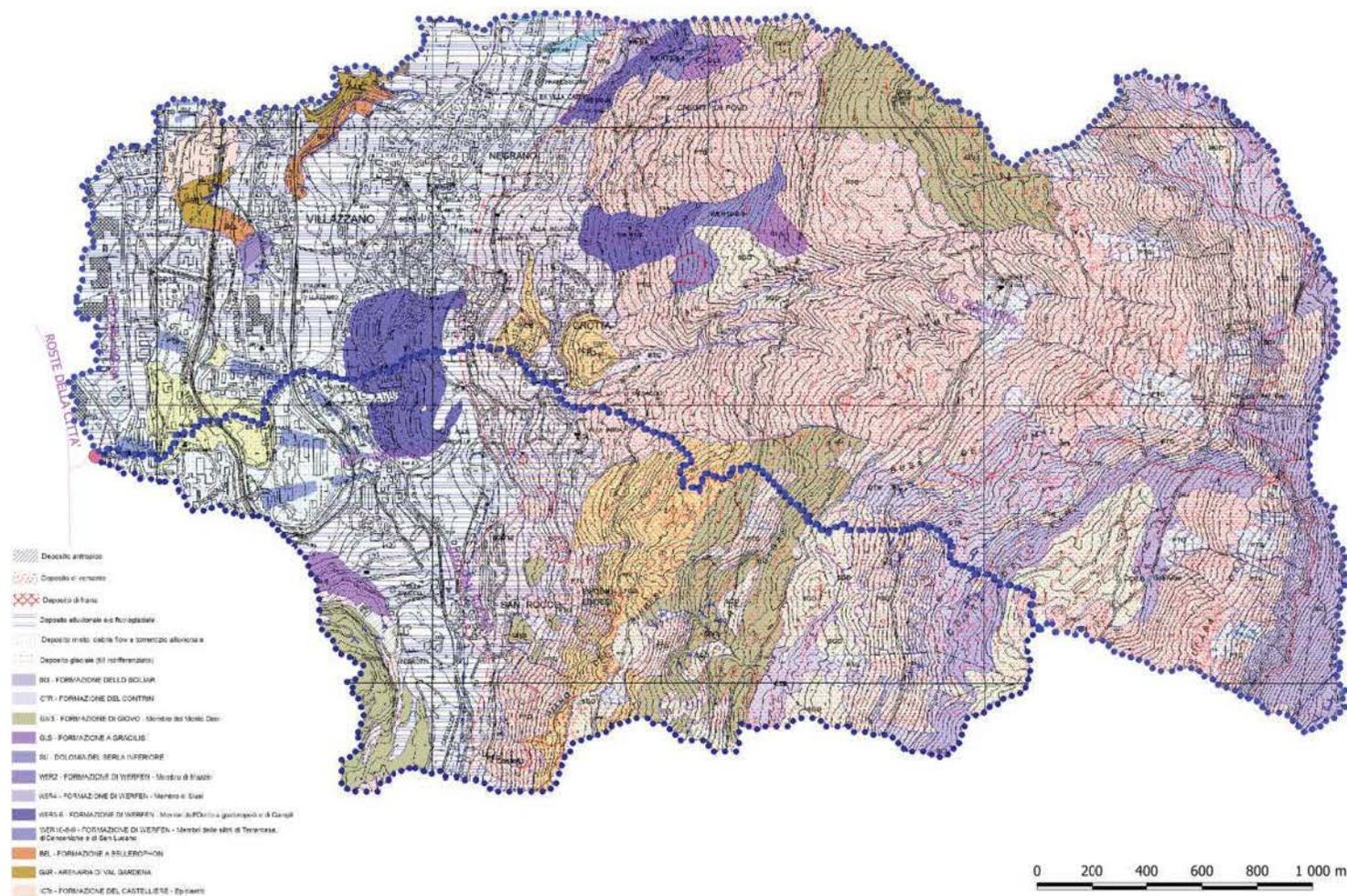


Figura 10 – estratto della Carta geologica della Provincia autonoma di Trento (Serv. Geol. P.A.T.) – scala 1:25.000.

4.1.2 Portata di massima piena liquida

Le portate liquide di massima piena con tempo di ritorno di 200 anni sono state calcolate con il plugin *Idrogramma 2.05* dell'applicativo GIS *Adb ToolBox versione 1.8*, disponibile al libero accesso sul sito del Ministero dell'Ambiente e delle Risorse di libero.

Delimitati i perimetri dei bacini imbriferi sottesi alla sezione di chiusura, le mappe digitali di base (raster 10 x 10 ml) per l'elaborazione sono state elaborate dal servizio Bacini montani della P.A.T. ed estratte dal Portale geocartografico (Geocatalogo):

1. mappa del Curve Number di base (Fig. 3);
2. mappa dell'area drenata (upslope);
3. mappa delle direzioni di flusso (Fig. 4)
4. modello digitale del terreno idrologicamente corretto per eliminazione delle depressioni locali (demdepit);
5. mappa dei parametri a_1 , n e V delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica (L.S.P.P.).

Delimitato il bacino imbrifero, dall'elaborazione risultano le mappe dei tempi di residenza (Fig. 5) e della pendenza locale (Fig. 6): quest'ultima necessaria alla correzione del CN di base e propedeutica, poi, al calcolo del valore di progetto relativo a uno stato saturazione antecedente AMC pari a 3.

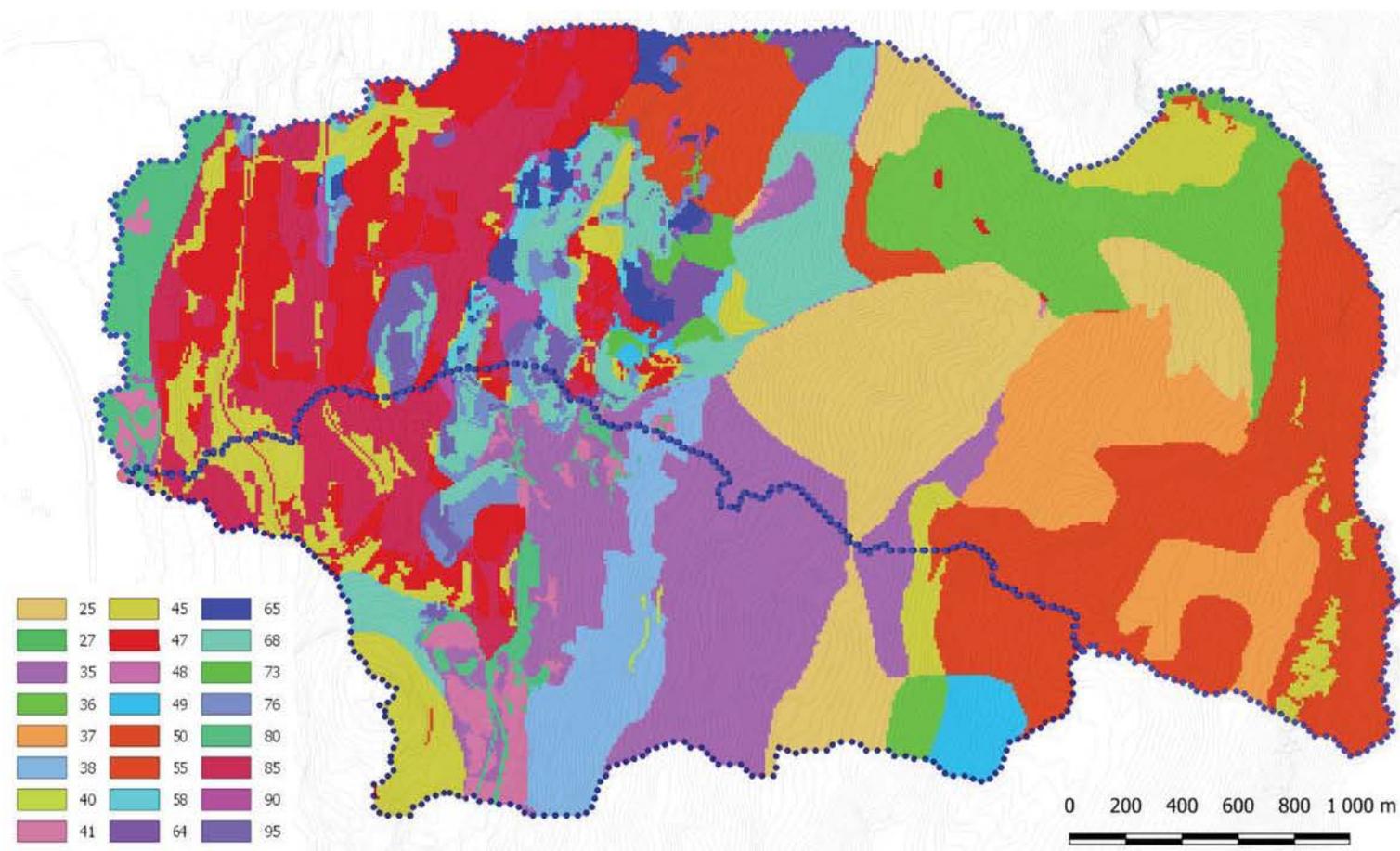


Figura 11 – mappa del Curve Number (CN) di base – scala 1:25.000.

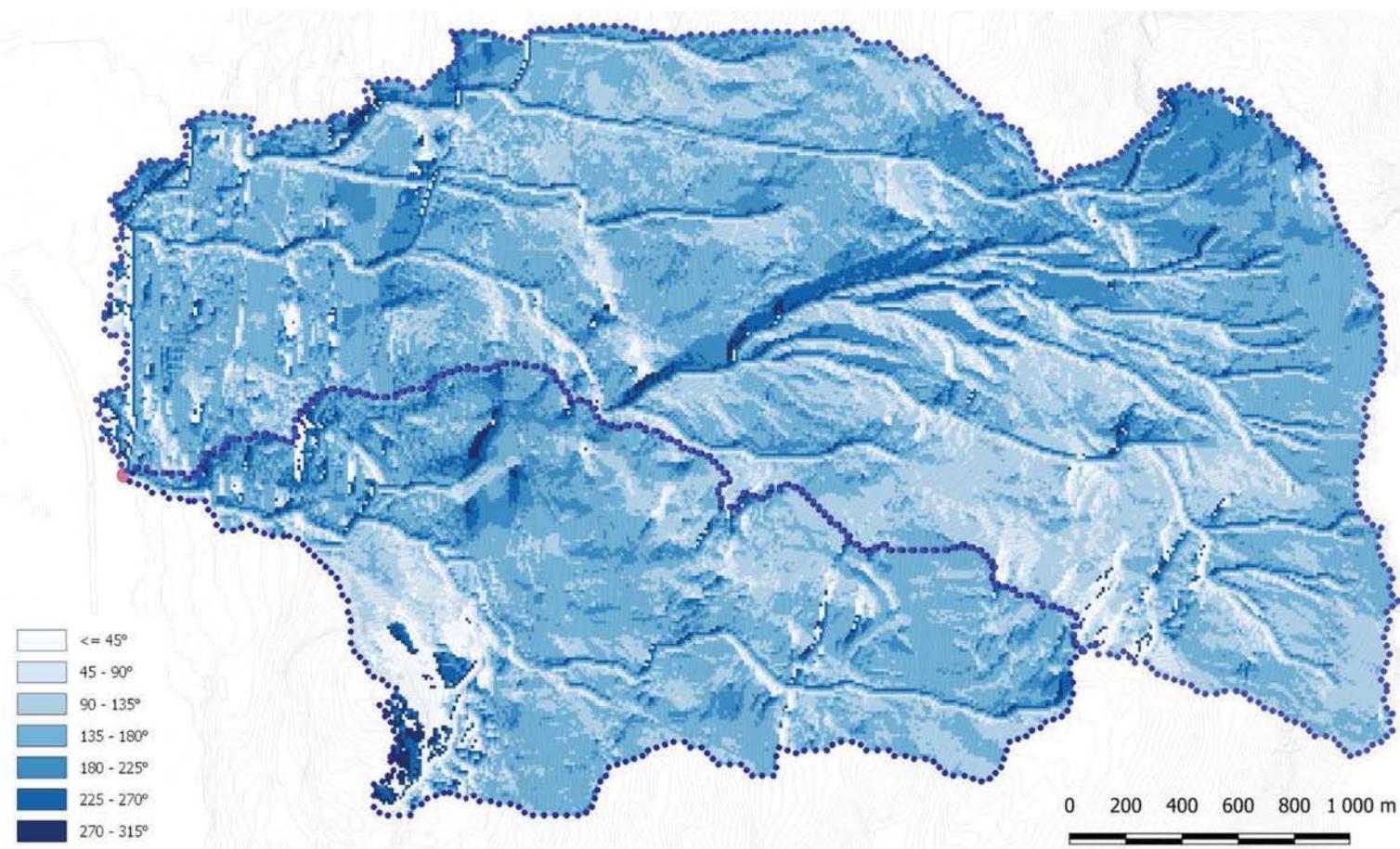


Figura 12 – mappa delle direzioni di flusso secondo il metodo Q8 (senso anti orario, 0° direzione est) – scala 1:25.000.

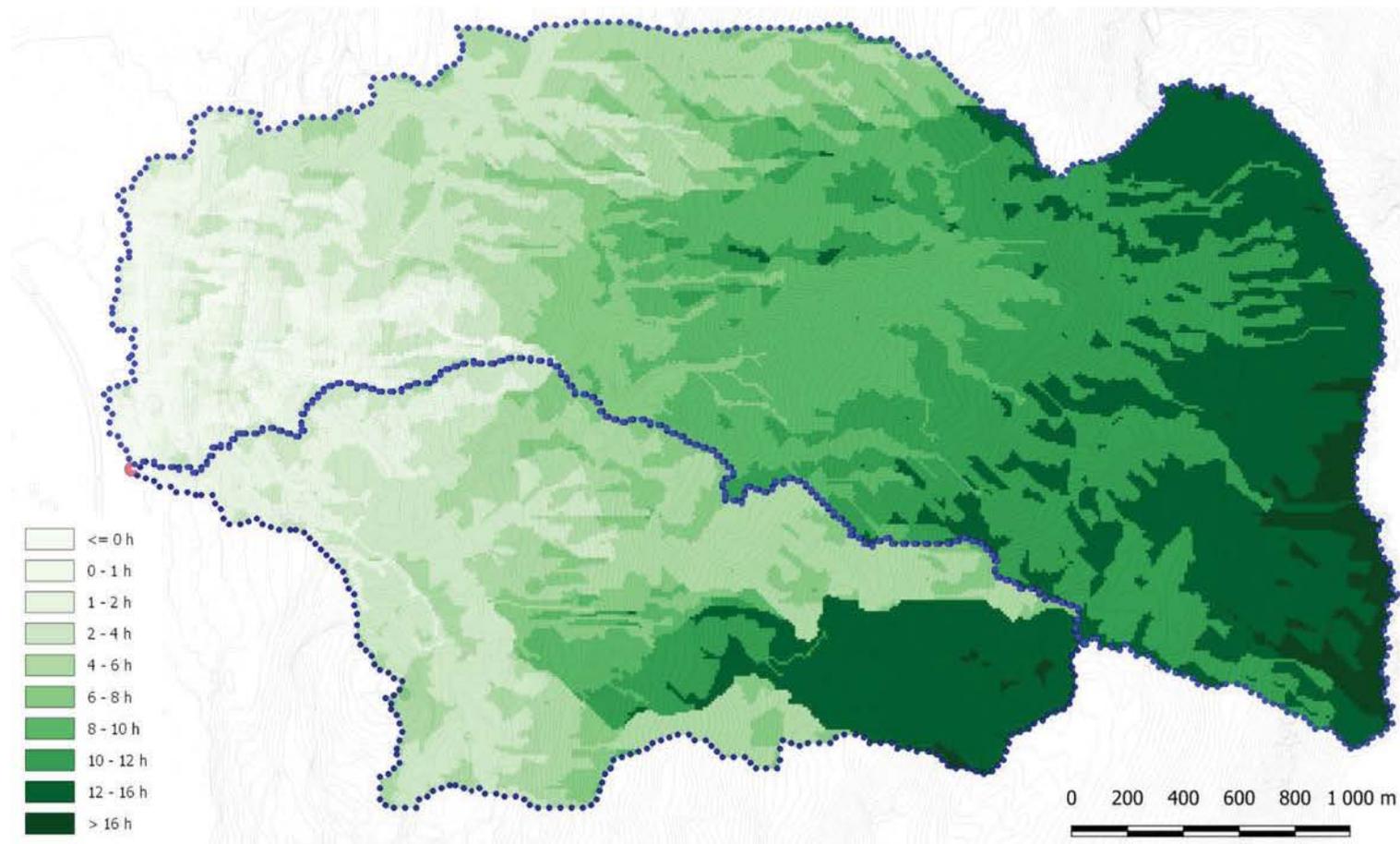


Figura 13 – mappa dei tempi di residenza – scala 1:25.000.

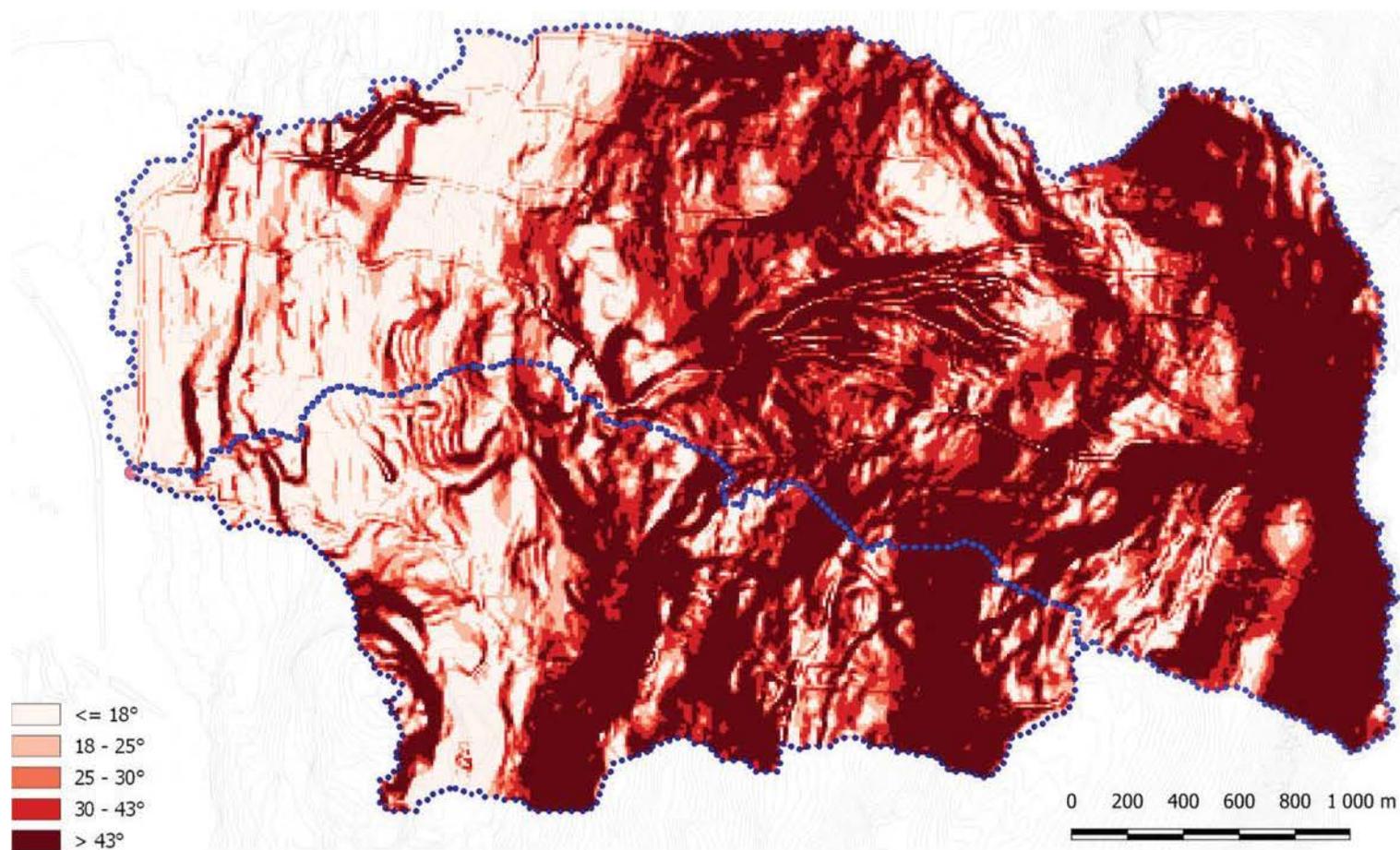


Figura 14 – mappa dell'acclività – scala 1:25.000.

Per il rio Val Nigra e il nuovo canale della roggia Roste della Città, la verifica dell'adequatezza delle sezioni all'altezza degli attraversamenti aerei (tombinature e ponti) impone il calcolo della portata di piena per tempo di ritorno T_r di 30, 100 e 200 anni; per il rio San Rocco e per il tratto a valle della confluenza dei due rii la verifica è condotta rispetto al solo tempo di ritorno T_r di 200 anni.

Per quanto argomentato circa la predisposizione all'infiltrazione efficace nei bacini, il valore di progetto corrisponde al valore della portata massima per afflusso diretto.

T_r	30	100	200
Portata iniziale (m ³ /s)	0	0	0
Cost. Esaurim. Deflusso Base	0.012	0.012	0.012
AMC	2.83	3.071	3.21
CN apparente	72.804	74.877	76.151
Perdite iniziali (mm)	0.1	0.1	0.1
Area del bacino (km ²)	6.807	6.807	6.807
Area contribuente (%)	100	100	100
Velocità canale (m/s)	2	2	2
Velocità minima versante (m/s)	0.025	0.025	0.025
Velocità massima versante (m/s)	0.05	0.05	0.05
Costante k velocità versante (-)	1	1	1
Soglia versante/canale minima (km ²)	0	0	0
Soglia versante/canale massima (km ²)	0.01	0.01	0.01
Costante k soglia versante/canale (km ²)	1	1	1
Durata precipitazione critica (h)	15.4	15	15
a	31.808	37.63	40.962
n	0.452	0.452	0.452
n < 1h	0.366	0.366	0.366
ARF	-1	-1	-1
Forma ietogramma	WALLINGFORD		
Riduzione pioggia	0.9	0.9	0.9
Modello LSPP	GUMBEL		
Fattore geomorfologico	0.8	0.8	0.8
Soglia fatt. geomorfologico	20	20	20
Avanzamento ietogramma	0.5	0.5	0.5

Tr	DEFLUSSO SIMULATO			
		Diretto	di Base	Totale
30	Precipitazione (mm)	47	0	103.8
100	Precipitazione (mm)	64.1	0	121.2
200	Precipitazione (mm)	75.5	0	131.9
	Portata iniziale (m3/s)	0	0	0
30	Portata massima (m3/s)	6.097	3.705	8.98
100	Portata massima (m3/s)	8.731	3.756	11.603
200	Portata massima (m3/s)	10.503	3.727	13.328
30	Portata media (m3/s)	1.15	0.464	0.847
100	Portata media (m3/s)	1.547	0.459	0.975
200	Portata media (m3/s)	1.809	0.451	1.055
30	Tempo al picco (h)	19.33		
100	Tempo al picco (h)	19.08		
200	Tempo al picco (h)	19.08		

Figura 15 – parametri e risultati della simulazione per il RIO VAL NIGRA.

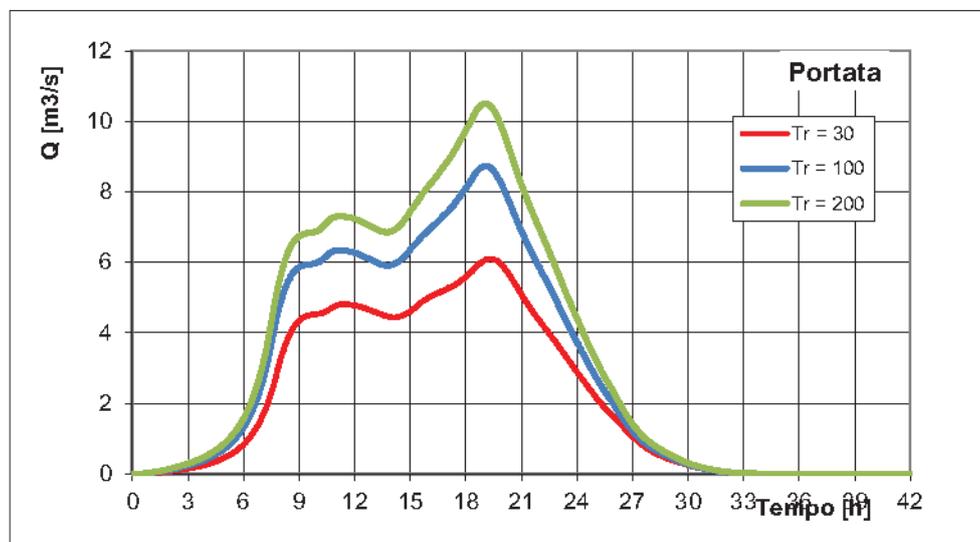


Figura 16 – idrogramma di progetto per il RIO VAL NIGRA.

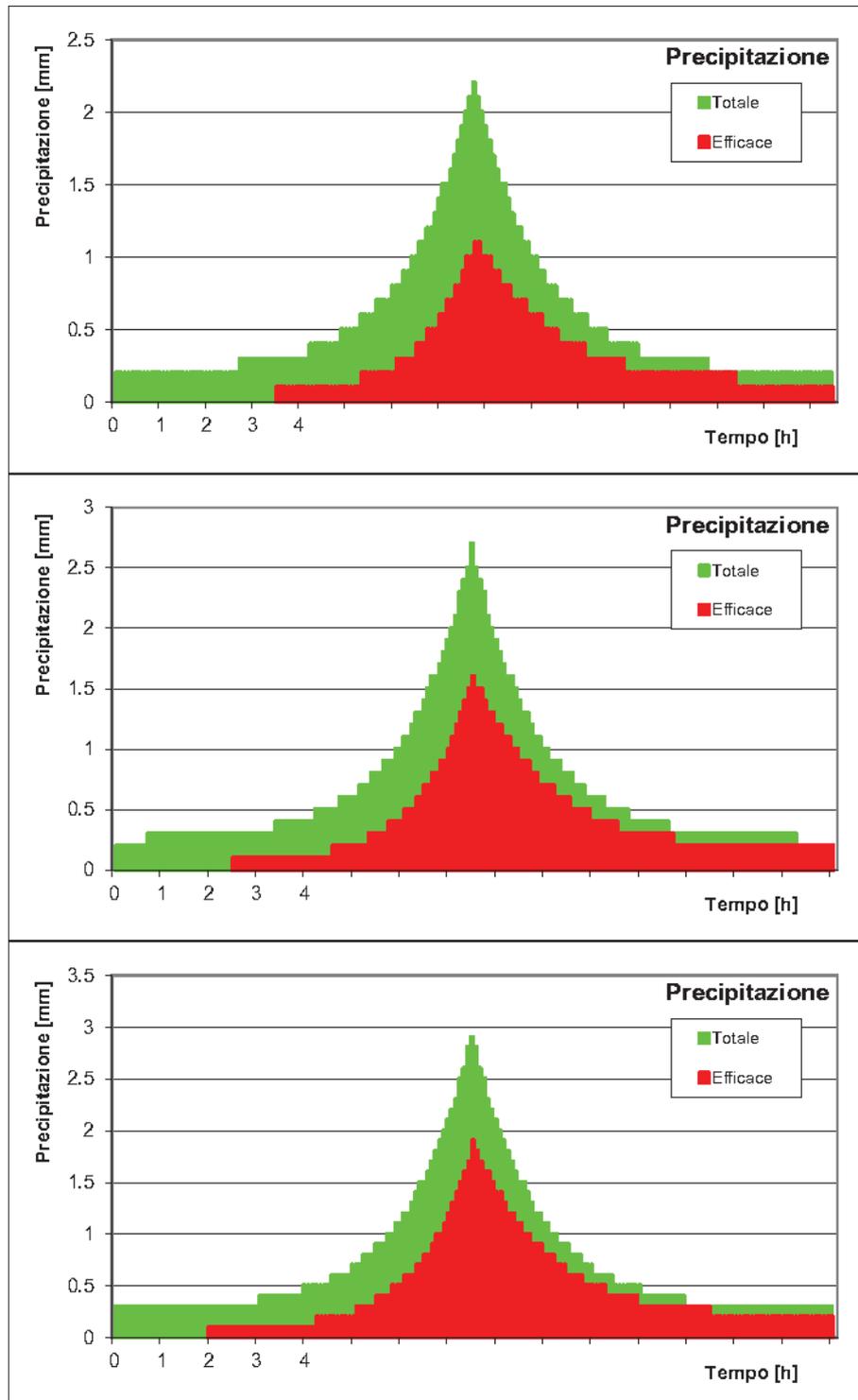


Figura 17 – ietogramma (Wallingford) per Tr, di 30, 100 e 200 anni: RIO VAL NIGRA.

PARAMETRI DELLA SIMULAZIONE	
Portata iniziale (m3/s)	0
Cost. Esaurim. Deflusso Base	0.012
AMC	3.21
CN apparente	76.688
Perdite iniziali (mm)	0.1
Area del bacino (km2)	2.947
Area contribuente (%)	100
Velocità canale (m/s)	2
Velocità minima versante (m/s)	0.025
Velocità massima versante (m/s)	0.05
Costante k velocità versante (-)	1
Soglia versante/canale minima (km2)	0
Soglia versante/canale massima (km2)	0.01
Costante k soglia versante/canale (km2)	1
Durata precipitazione critica (h)	6
a	41.072
n	0.46
n < 1h	0.366
ARF	-1
Forma ietogramma	WALLINGFORD
Riduzione pioggia	0.9
Modello LSPP	GUMBEL
Fattore geomorfologico	0.8
Soglia fatt. geomorfologico	20
Avanzamento ietogramma	0.5

DEFLUSSO SIMULATO			
	Diretto	di Base	Totale
Precipitazione (mm)	39.7	0	86.3
Portata iniziale (m3/s)	0	0	0
Portata massima (m3/s)	4.884	1.536	6.341
Portata media (m3/s)	0.477	0.186	0.345
Tempo al picco (h)	7.25	0.00	430.00

Figura 18 – parametri e risultati della simulazione per il RIO SAN ROCCO.

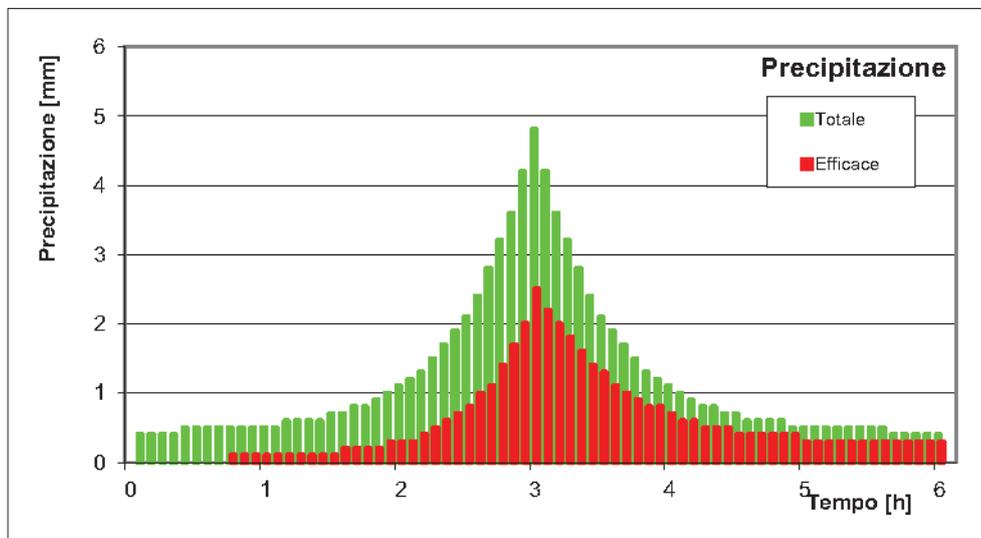


Figura 19 – ietogramma di progetto (Wallingford) per il RIO SAN ROCCO.

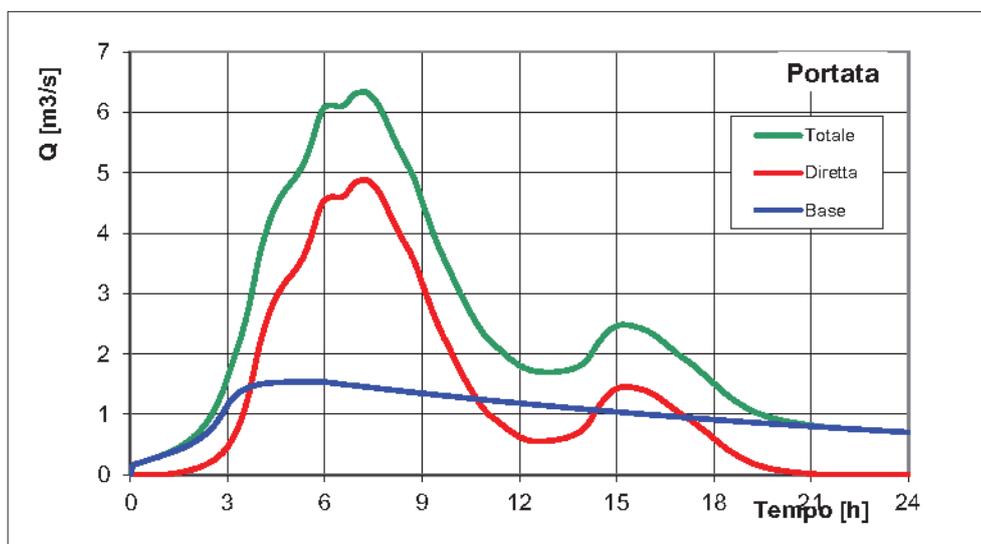


Figura 20 – idrogramma di progetto per il RIO SAN ROCCO.

Tr	30	100	200
Portata iniziale (m3/s)	0	0	0
Cost. Esaurim. Deflusso Base	0,012	0,012	0,012
AMC	2,83	3,071	3,21
CN apparente	72,501	74,516	75,814
Perdite iniziali (mm)	0,1	0,1	0,1
Area del bacino (km2)	9,762	9,762	9,762
Area contribuente (%)	100	100	100
Velocità canale (m/s)	2	2	2
Velocità minima versante (m/s)	0,025	0,025	0,025
Velocità massima versante (m/s)	0,05	0,05	0,05
Costante k velocità versante (-)	1	1	1
Soglia versante/canale minima (km2)	0	0	0
Soglia versante/canale massima (km2)	0,01	0,01	0,01
Costante k soglia versante/canale (km2)	1	1	1
Durata precipitazione critica (h)	14,6	14,4	14,2
a	31,814	37,654	40,996
n	0,454	0,454	0,454
n < 1h	0,366	0,366	0,366
ARF	-1	-1	-1
Forma ietogramma	WALLINGFORD		
Riduzione pioggia	0,9	0,9	0,9
Modello LSPP	GUMBEL		
Fattore geomorfologico	0,8	0,8	0,8
Soglia fatt. geomorfologico	20	20	20
Avanzamento ietogramma	0,5	0,5	0,5

Tr	DEFLUSSO SIMULATO			
	Diretto	di Base	Totale	
30	Precipitazione (mm)	45	0	101,7
100	Precipitazione (mm)	62,2	0	119,5
200	Precipitazione (mm)	72,6	0	129,2
	Portata iniziale (m3/s)	0	0	0
30	Portata massima (m3/s)	8,512	5,353	13,799
100	Portata massima (m3/s)	11,528	5,446	16,866
200	Portata massima (m3/s)	13,385	5,411	18,658
30	Portata media (m3/s)	1,593	0,669	1,201
100	Portata media (m3/s)	2,161	0,664	1,386
200	Portata media (m3/s)	2,515	0,654	1,494
30	Tempo al picco (h)	11,58		
100	Tempo al picco (h)	11,67		
200	Tempo al picco (h)	11,58		

Figura 21 – parametri e risultati della simulazione per la roggia **ROSTE DELLA CITTÀ**.

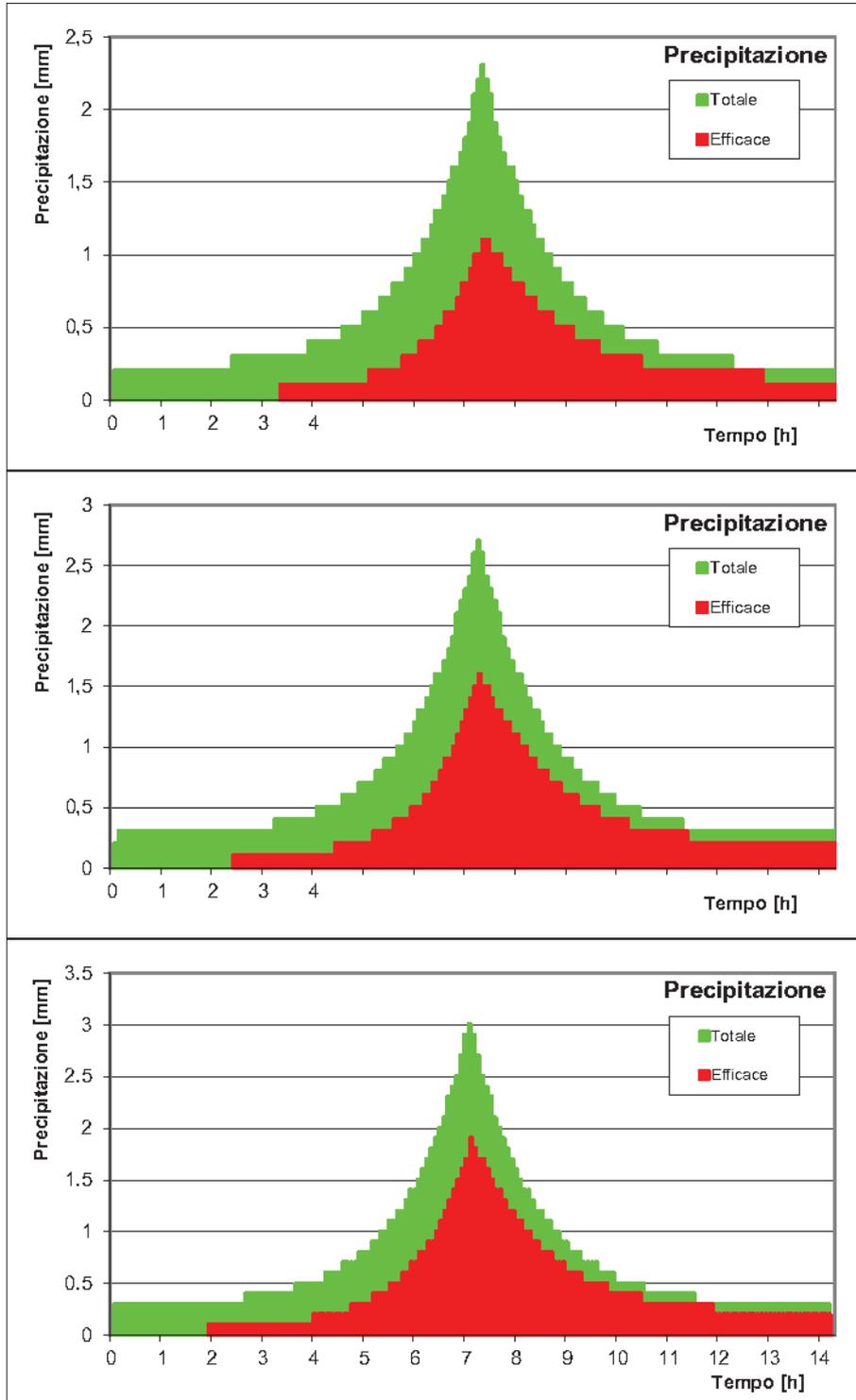


Figura 22 – ietogramma (Wallingford) per Tr, 30, 100 e 200 anni: ROSTE DELLA CITTÀ.

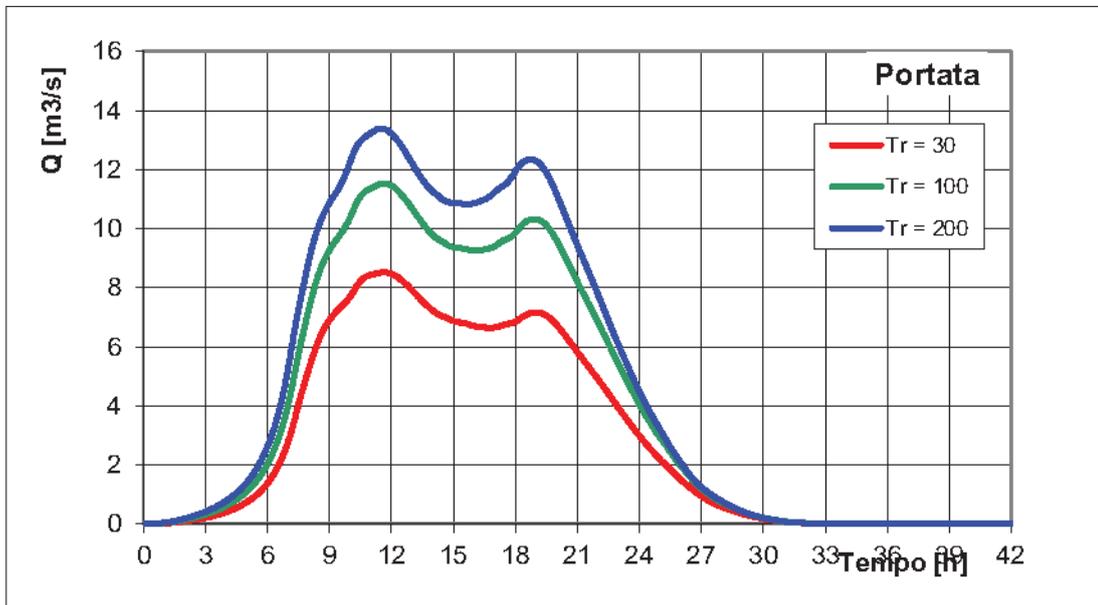


Figura 23 – idrogramma di progetto per la roggia ROSTE DELLA CITTÀ.

4.1.3 Portata di massima piena solida

Esclusa la possibilità di trasporto in massa, si vuole stimare il volume di trasporto solido mediante valutazione della capacità di trasporto al fondo dei due rii.

Si ricorre al metodo di Lefort (1991) indicato nel P.G.U.A.P. (quaderno V, § V.2.3.3.1), secondo cui la portata solida effettiva (esclusi i vuoti tra le particelle solide) è espressa dalla relazione:

$$Q_s \cong 2 \cdot Q \cdot i^{1,5} \cdot \left[1 - \left(\frac{Q_{cr}}{Q} \right)^{0,375} \right]$$

$$Q_{cr} = 0,92 \cdot d_m^{2,5} \cdot i^{13/6} \cdot (1 - 1,2 \cdot i)^{8/3}$$

Q_s = portata solida effettiva [m^3/s]

Q = portata liquida [m^3/s]

Q_{cr} = portata critica d'innescò del trasporto solido [m^3/s]

i = pendenza d'alveo [m/m]

d_m = diametro medio della curva di distribuzione granulometrica [m]

Non disponendo di alcuna misura della granulometria d'alveo, in base a caratteristiche e condizioni d'alveo indagati si osserva:

- per il rio Val Nigra, sul fondo alveo non sono presenti depositi il che lascia pensare che – grazie alla modestissima pendenza media lungo tutto il tratto a valle di San Bartolomeo – il trasporto solido è quasi esclusivamente in sospensione: si stima pertanto un diametro medio dei grani di 0,2 mm (sabbia fine);
- il rio San Rocco ha capacità di trasporto potenziale ben superiori. Nell'alveo della Roggia Roste della città immediatamente a valle della confluenza con il rio Val Nigra sono presenti depositi sul fondo di taglia mediamente sabbiosa media/ghiaiosa fine: si stima pertanto un diametro medio dei grani trasportati di 2 mm (dimensione limite tra sabbia e ghiaia).

Il calcolo è condotto discretizzando l'idrogramma di piena liquida in intervalli di eguale durata e calcolando per ciascuno di essi i valori di $(Q_s)_i$ e $(V_s)_i$. La concentrazione volumetrica solida C_s risulta dal rapporto tra i volumi totali di solido trasportato e di acqua.

	i	d_m	Q_{cr}	V_s	V_w	C_s
	%	mm	m ³ /s	m ³	m ³	%
Val Nigra	0,46	0,2	5,9 x 10 ⁻⁵	316,6	514.225	0,06
San Rocco	6	2	6 x 10 ⁻⁵	3.364,6	116.716	3

In considerazione delle approssimazioni del metodo e, soprattutto, delle stime adottate si assume prudenzialmente per tutti i tre corsi d'acqua analizzati una **concentrazione solida del 5%**, aumentando conseguentemente le portate di progetto.

4.1.4 Verifica delle sezioni d'alveo

Oltre alla rettifica del tracciato della Roggia Roste della Città, il progetto prevede anche l'adeguamento dei tratti dei rii Val Nigra e San Rocco alla loro confluenza per sanare in via definitiva la nota criticità idraulica dovuta all'inadeguata dimensione della luce del ponte su via Bartali (Foto 1 e 2).

La soluzione adottata consiste nel rifacimento a sezione rettangolare di 3,85 metri di larghezza dei 10 metri di canale del rio Val Nigra in ingresso al ponte e nel rifacimento di quest'ultimo per aumentarne la sezione di deflusso: previo spostamento della fognatura nera – ora interrata nel corpo de ponte – in sponda sinistra del rio San Rocco in attraversamento aereo. Anche la sezione di quest'ultimo sarà aumentata per consentire il transito della piena senza interferenze con la condotta aerea, la confluenza con il rio Val Nigra sarà spostata più a valle dell'attuale per inibire fenomeni di rigurgito.



FOTO 1 – ingresso del rio Val Nigra sotto il ponte di via Bartali.



FOTO 2 – uscita del rio Val Nigra sotto il ponte di via Bartali e confluenza del rio San Rocco.

Le verifiche idrauliche dei nuovi tratti sono state condotte rispetto alla piena duecentennale (aumentata del contributo solido) dall'Ing. Ruggero

Andreatta in sede di progetto poiché propedeutiche al loro dimensionamento e sono – pertanto – positive: si rimanda alla relazione dell'ingegnere per tutti i dettagli.

Restano da verificare i tratti d'alveo dei due rii originali in innesto a quelli oggetto di rettifica.

In costanza di geometria d'alveo lungo la direzione di flusso e di fondo e in assenza di costrizioni laterali, è consentito, con ottima approssimazione, il ricorso all'ipotesi semplificativa di regime di moto uniforme con la relazione di Chezy nella formulazione di GAUKLER – STRICKLER:

$$Q = A \times k_s \times R_h^{2/3} \times i^{1/2}$$

in cui:

A = superficie della sezione

k_s = coefficiente di scabrezza

R_h = raggio idraulico

i = pendenza d'alveo

Per il **Rio Val Nigra**, il tratto a cielo aperto tra De Gasperi e la confluenza con il rio San Rocco è in canale artificiale in cls a sezione trapezia, di larghezza di base (b) 1,15 metri, sponde inclinate di 75° e altezza (h) di circa 1 metro (Foto 3 e 4).

In sponda sinistra sopra il muro di sponda si eleva una rampa inerbita di 1 metro di altezza, per un'altezza di sponda complessiva di 2,3 ÷ 2,4 metri.



FOTO 3



FOTO 4

In sponda destra (lato lottizzazione), attualmente la muratura d'argine è sopraelevata come in sponda opposta solo nella proprietà contigua a nord con l'area di lottizzazione: il progetto prevede la sopraelevazione in riporto del p.c. per portarlo a livello della proprietà confinante, uniformando così la morfologia di sponda – e il contenimento – per tutto il tratto a cielo aperto tra via Degasperi e il nuovo ponte su via Bartali (Fig. 26).

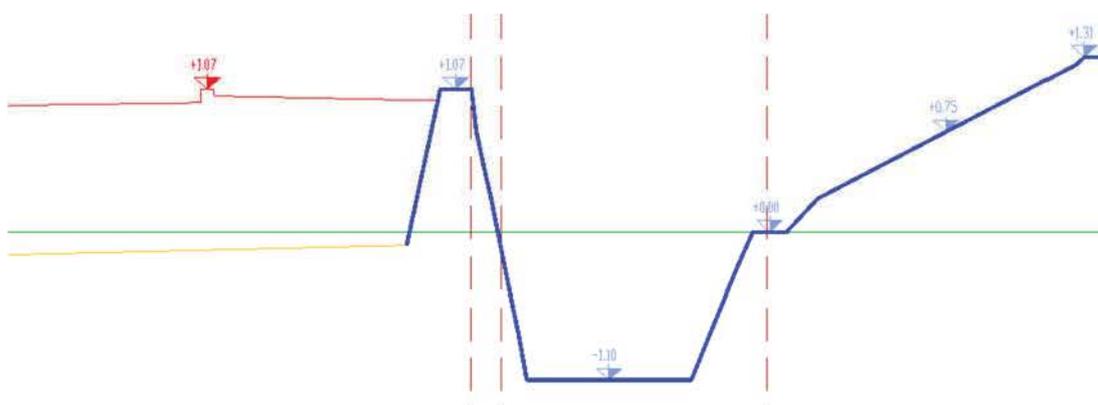


Figura 24

Considerati una pendenza morfologica media (i) dell'4,6‰, un coefficiente di scabrezza K_s medio di $75 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ (dati assunti dall'Ing. Ruggero Andreatta) i tiranti massimi H_{max} (in metri) per i diversi tempi di ritorno T_r considerati risultano:

Rio Val Nigra					
		T_r (anni)			
		30	100	200	
Q	m^3/s	6,5	9,2	11,03	Portata di massima piena

P	m	3,94	4,70	4,96	Perimetro bagnato
A	m ²	2,03	2,76	3,02	Area bagnata
R _H	m	0,52	0,59	0,61	Raggio idraulico
V	m/s	3,20	3,34	3,65	Velocità
F _r		0,98	0,92	0,98	Numero di Froude
H _c	m	1,33	1,63	1,82	Altezza critica
H	m	1,35	1,71	1,84	Altezza di flusso (tirante)

Desunta dalle sezioni di progetto un'altezza di sponda di 2,2 metri residua un franco di sponda superiore a 30 cm.

Per il **Rio San Rocco**, dallo sbocco della condotta interrata sotto viale Verona l'alveo corre a lato (sud) di via Bartali, sistemato a cunettone in cls, a sezione rettangolare di larghezza (b) 1 metro (Fig. 27, Foto 5 e 6).

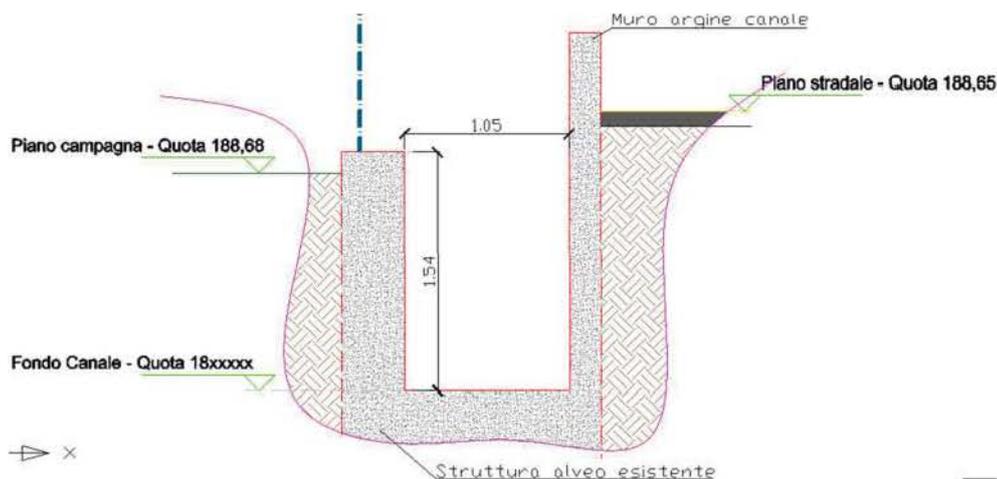


Figura 25



FOTO 5



FOTO 6

La pendenza morfologica (i) nei 20 metri finali è di circa 3%; il coefficiente

di scabrezza K_s medio è desunto pari a $75 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$.

Rio San Rocco		
T_r	anni	200
Q	m^3/s	5,25
P	m	2,79
A	m^2	0,88
R_H	m	0,31
V	m/s	5,99
F_r		1,99
H_c	m	1,46
H	m	0,92

Nel tratto non oggetto d'intervento, il tirante atteso per la piena duecentennale è di 0,92 metri, ampiamente contenuto degli argini esistenti (franco di 60 cm in sponda sinistra, 1,4 metri in sponda destra).

In conclusione, gli interventi sul reticolo idrografico con rettifiche d'alveo e adeguamento spondale garantiscono in transito delle portate duecentennali senza esondazioni e rigurgiti.

4.2 Pericolosità alluvionale

Gran parte dell'area di lottizzazione è esposta al pericolo di esondazioni del Fiume Adige, stimato di grado **medio (H3)**: Fig. 27): da cui discende la

penalizzazione di grado medio P3 nella Carta di Sintesi della Pericolosità.

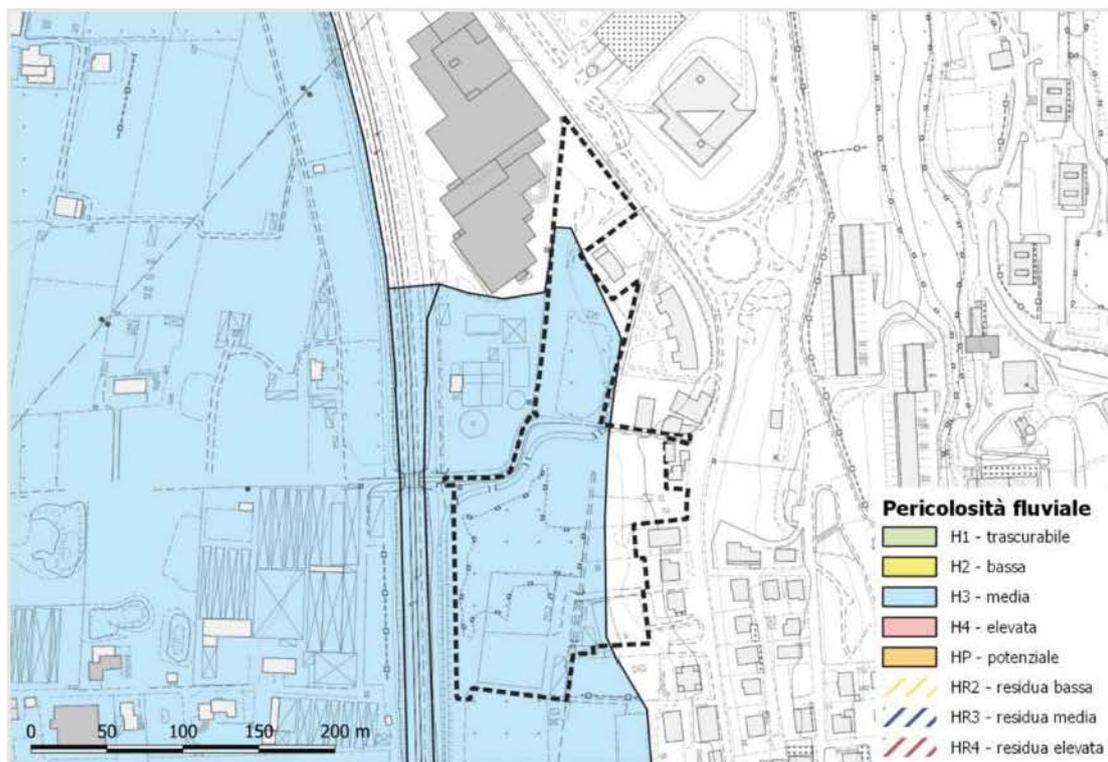


Figura 26

In analogia e continuità con i lotti adiacenti più a sud, già autorizzati, il progetto prevede la sopraelevazione della quota del p.c. esistente nell'area di lottizzazione di circa 1,3 metri in media mediante rilevato in terreno di riporto.

L'intervento ora riproposto ha già ottenuto – passato – il benestare del Servizio Bacini Montani della P.A.T. con delibera Prot: 649289 del 31/10/2018 di cui si riporta estratto:

infrastrutturazione del territorio, le conoscenze e i dati disponibili presso lo scrivente Servizio permettono di affermare che il progetto e le opere di mitigazione proposte sono compatibili e coerenti con la pericolosità individuata per la zona oggetto di intervento. Dalle analisi idrauliche relative al Fiume Adige, effettuate dallo scrivente Servizio per la redazione della Carta della Pericolosità, emerge che l'area non è soggetta ad esondazione per tempi di ritorno T_r pari a 30 e 100 anni. Per tempi di ritorno T_r pari a 200 anni, invece, l'area è soggetta ad esondazione con tiranti compresi tra 1 m e 1.5 m e velocità della corrente pressoché nulle (inferiori a 0.5 m/s). Pertanto l'innalzamento dall'attuale piano campagna (da 0.7 m a 1 m) di tutte le opere di urbanizzazione, previsto dal progetto in esame per 'evitare ogni possibile interferenza con la falda', come riportato nello studio di compatibilità, funge anche da opera di mitigazione della pericolosità derivante da fenomeni di esondazione del Fiume Adige. In conclusione, alla luce delle considerazioni sopra esposte, si esprime parere favorevole all'intervento.'";

Dall'estratto si evince che l'innalzamento del p.c. costituisce doppio presidio idraulico:

1. consente la gestione per dispersione diretta negli strati superficiali di suolo e sottosuolo delle acque meteoriche concentrate dalle superfici scolanti senza interferenza diretta con la falda freatica;
2. mitiga la pericolosità derivante da fenomeni di esondazione, inibendo il rischio per tempi di ritorno di 30 e 100 anni e limitando drasticamente il tirante atteso per tempi di ritorno di 200 anni.

4.3 Analisi finale della compatibilità

In merito alla penalità torrentizia (attualmente APP) si attesta che:

1. gli interventi a progetto sul reticolo idrografico esistente (rettifica della Roggia Roste della Città, rifacimento del ponte su via Bartali con aumento della luce di transito, allargamento delle sezioni d'alveo in ingresso al

ponte per il rio Val Nigra e del rio San Rocco subito a valle del nuovo ponte) sono stati tutti dimensionati rispetto alle portate di massima piena liquida duecentennale aumentate del 5% per tenere conto del trasporto solido e sono tutti adeguati a consentirne il transito senza rigurgiti e/o esondazioni anche in presenza dell'attraversamento aereo della nuova condotta fognaria sul rio San Rocco;

2. i tratti d'alveo originali in ingresso ai tratti rettificati garantiscono anch'essi un franco adeguato (> 30 cm) a impedire sormonti di sponda. Per il rio San Rocco l'adeguatezza è assicurata già allo stato attuale, per il rio Val Nigra essa sarà assicurata dall'aumento dell'altezza totale di sponda a seguito della sopraelevazione in riporto del p.c. dell'area di lottizzazione;
3. in definitiva, gli interventi in progetto eliminano il rischio idraulico poiché inibiscono la possibilità di esondazione, il grado di pericolo atteso è **trascurabile (H1)** e il conseguente grado di penalità per le aree esterne al reticolo idrografico è trascurabile o assente (P1).

Per quanto attiene la pericolosità alluvionale derivante dalle esondazioni del F. Adige, quale intervento di sostanziale mitigazione sarà innalzato il p.c. dell'intero lotto dell'ordine medio di 1,3 metri mediante riporti di terreno: stessa strategia adottata nei lotti contigui in corso di realizzazione – soggetti alle medesime problematiche – e già a suo tempo favorevolmente accolta dal Servizio Bacini montani della P.A.T.

Infine, l'ultimo vincolo gravante sull'area è la penalità litogeomorfologica di grado trascurabile o assente (P1); in effetti, alla luce della qualità dei terreni

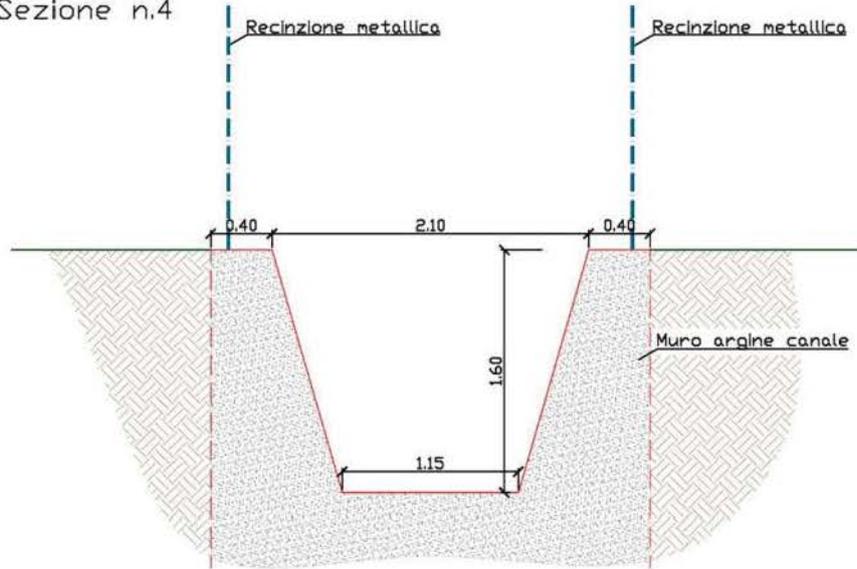
del sottosuolo e stante la planarità delle aree anche nella sistemazione definitiva, si attesta assenza di penalità litogeomorfologica.

Trento, febbraio 2024

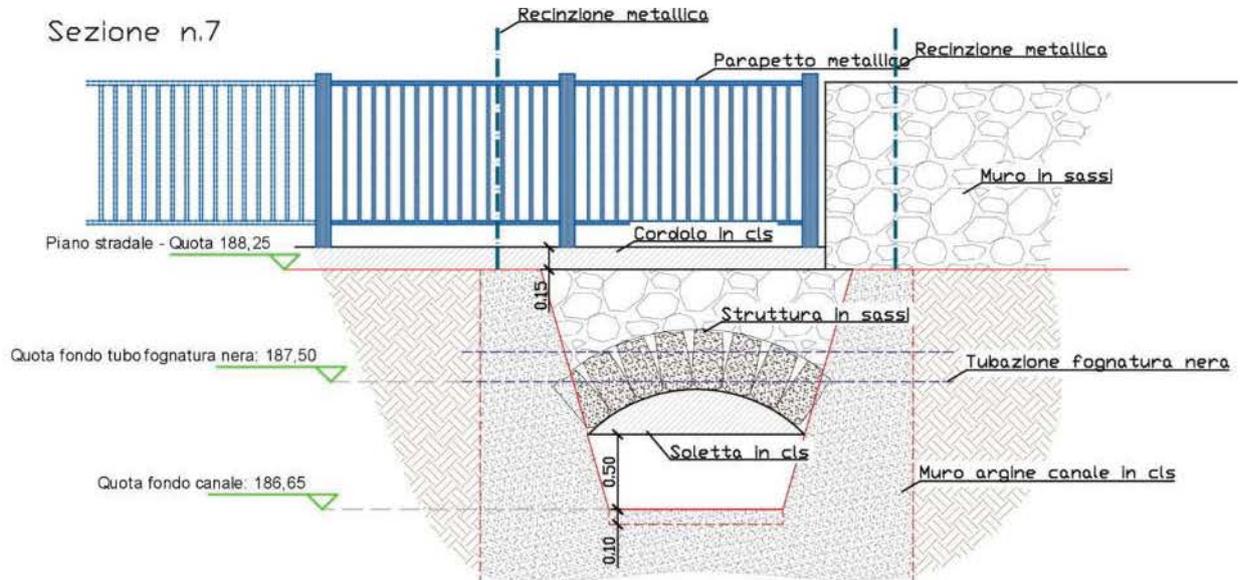


 TRENINO - ALTO ADIGE/SUDTIROL
DOTT. GEOL.
N° 56 MARCO CAVALIERI

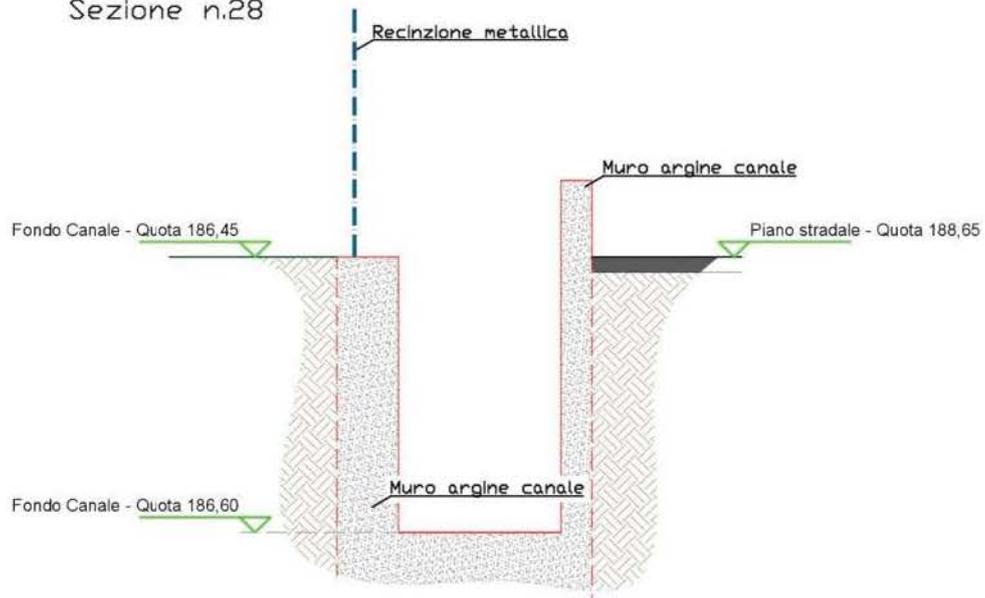
Sezione n.4

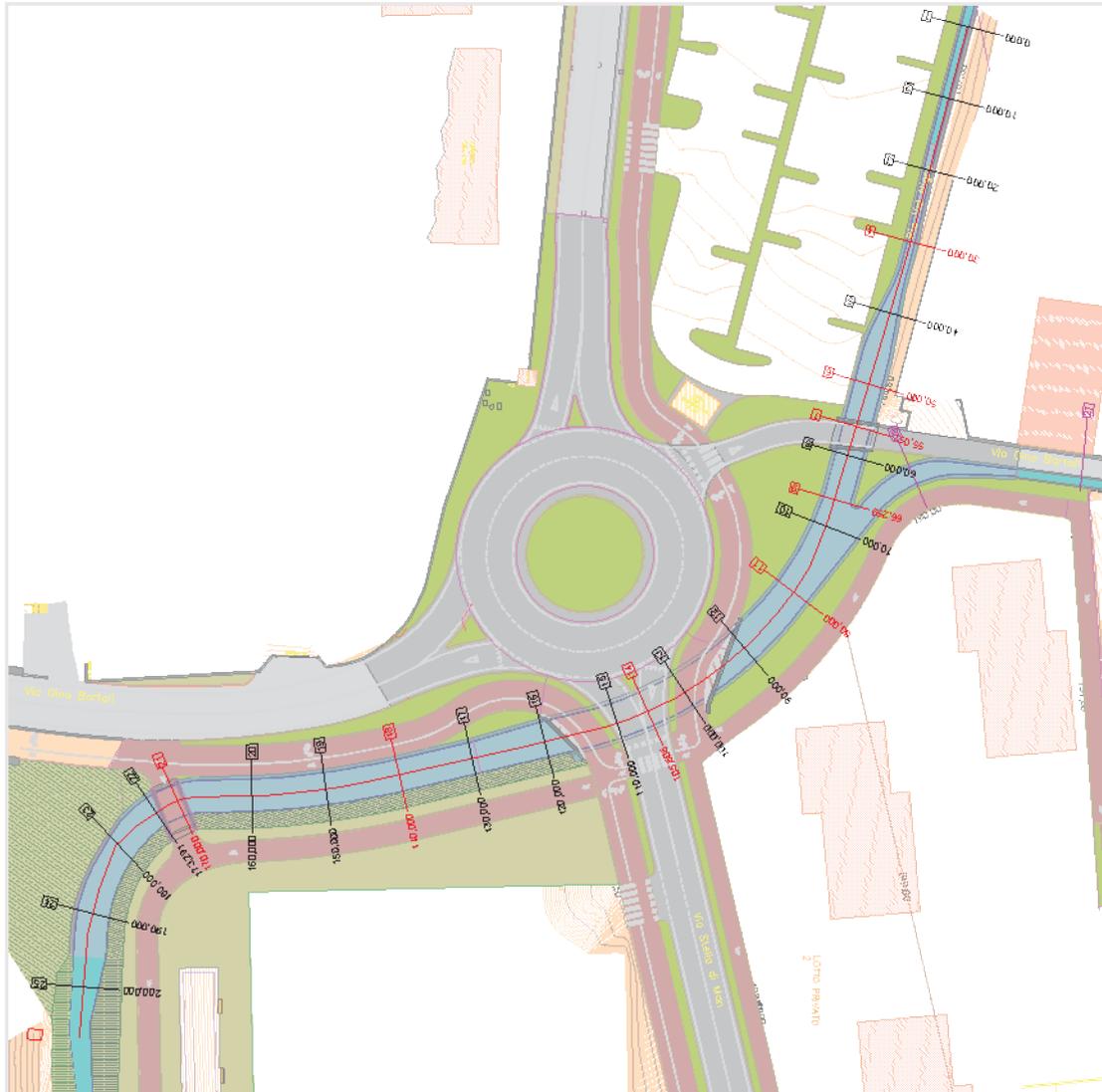


Sezione n.7



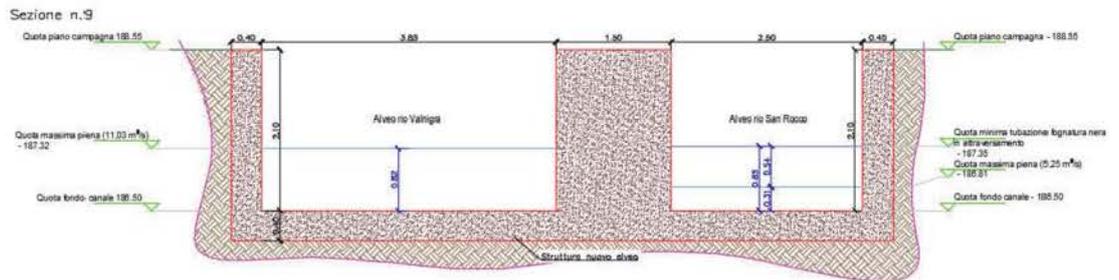
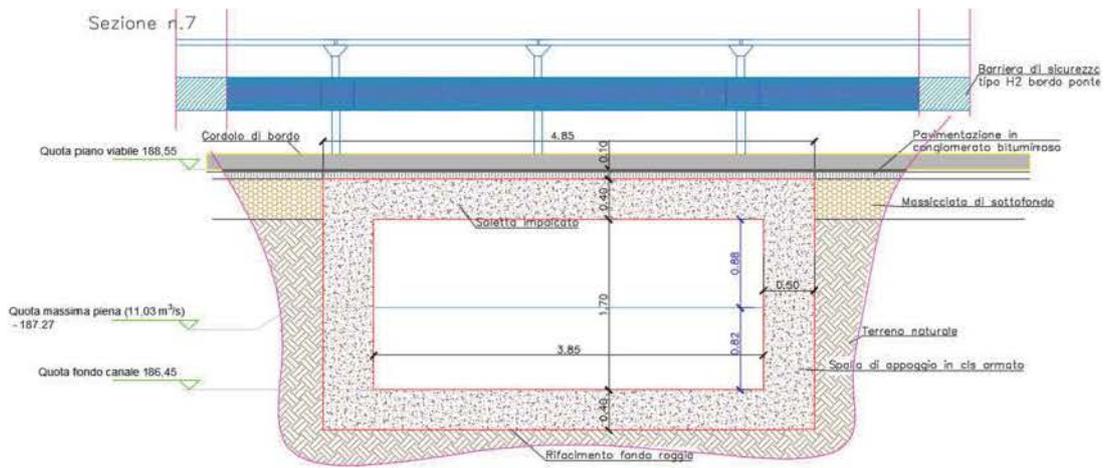
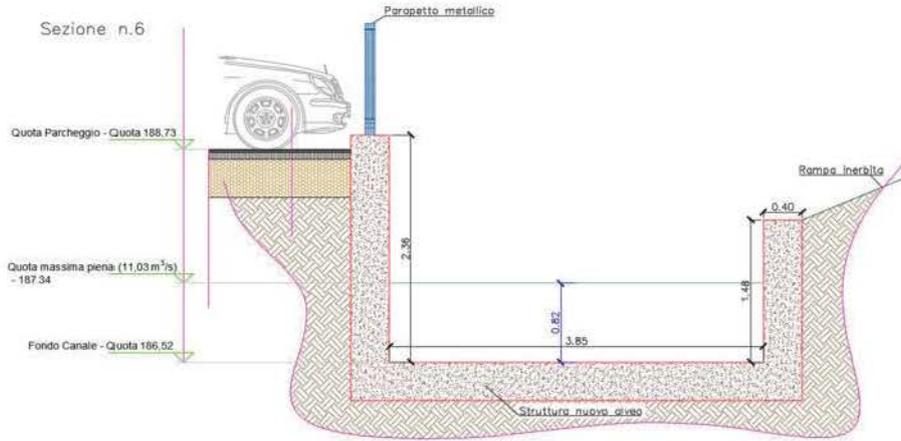
Sezione n.28

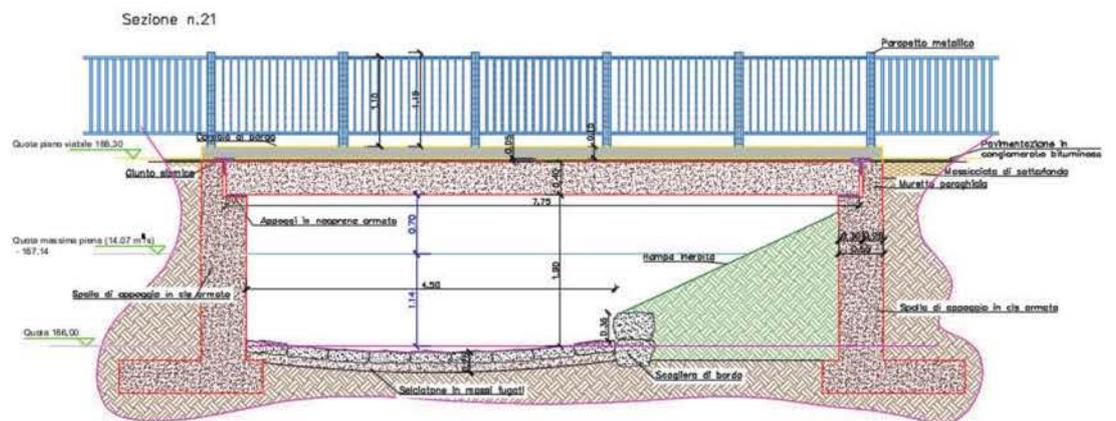
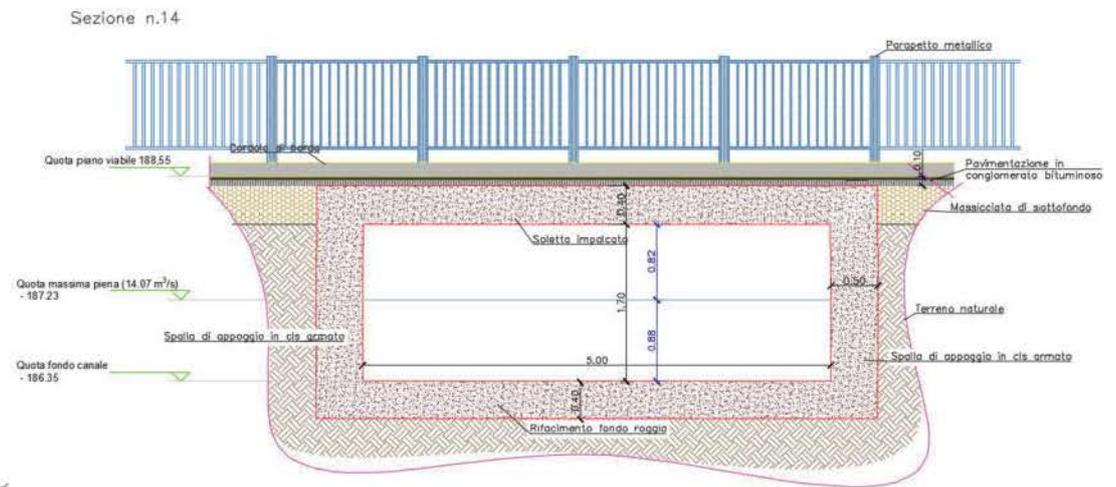
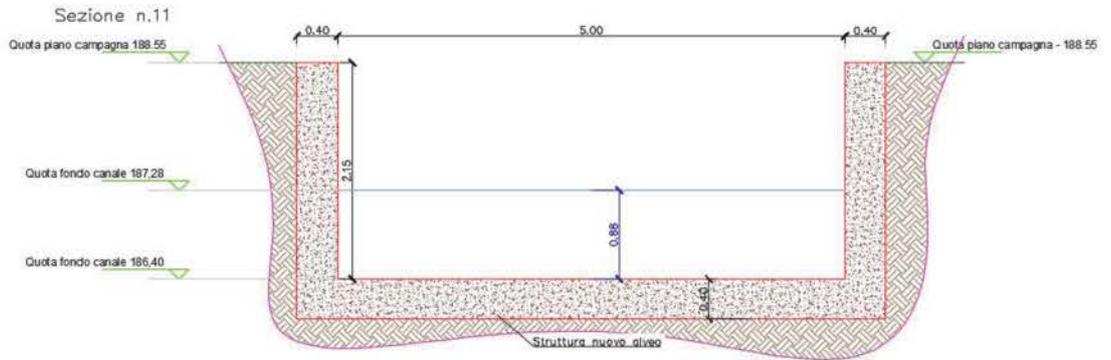


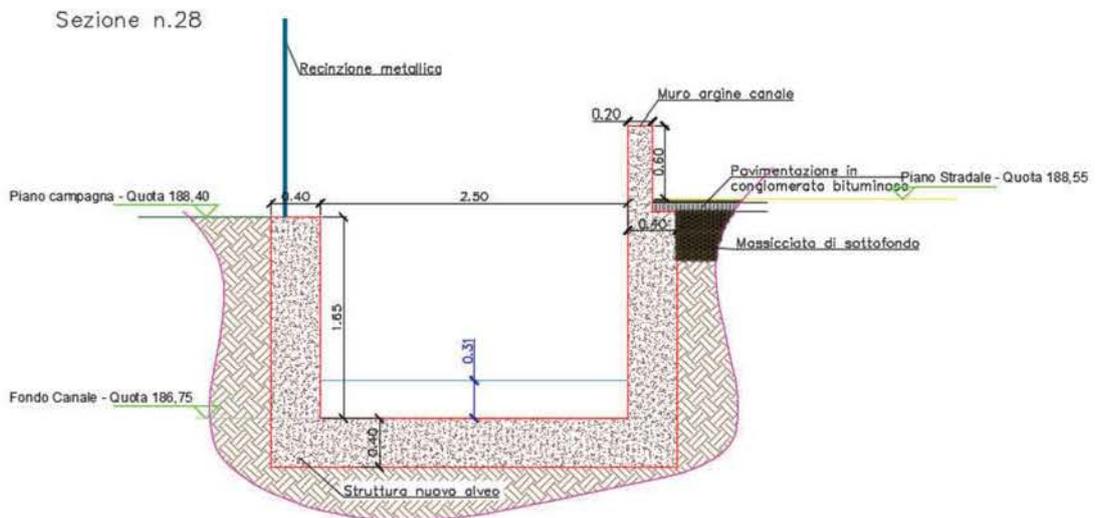
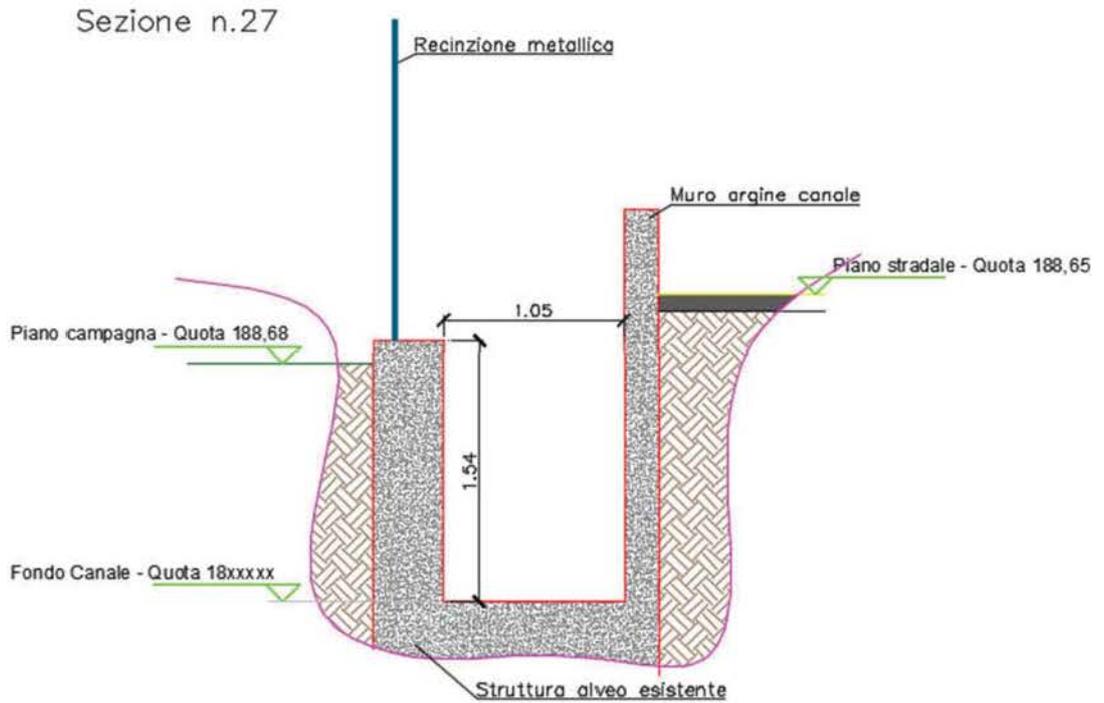


PLANIMETRIA RETICOLO IDROGRAFICO

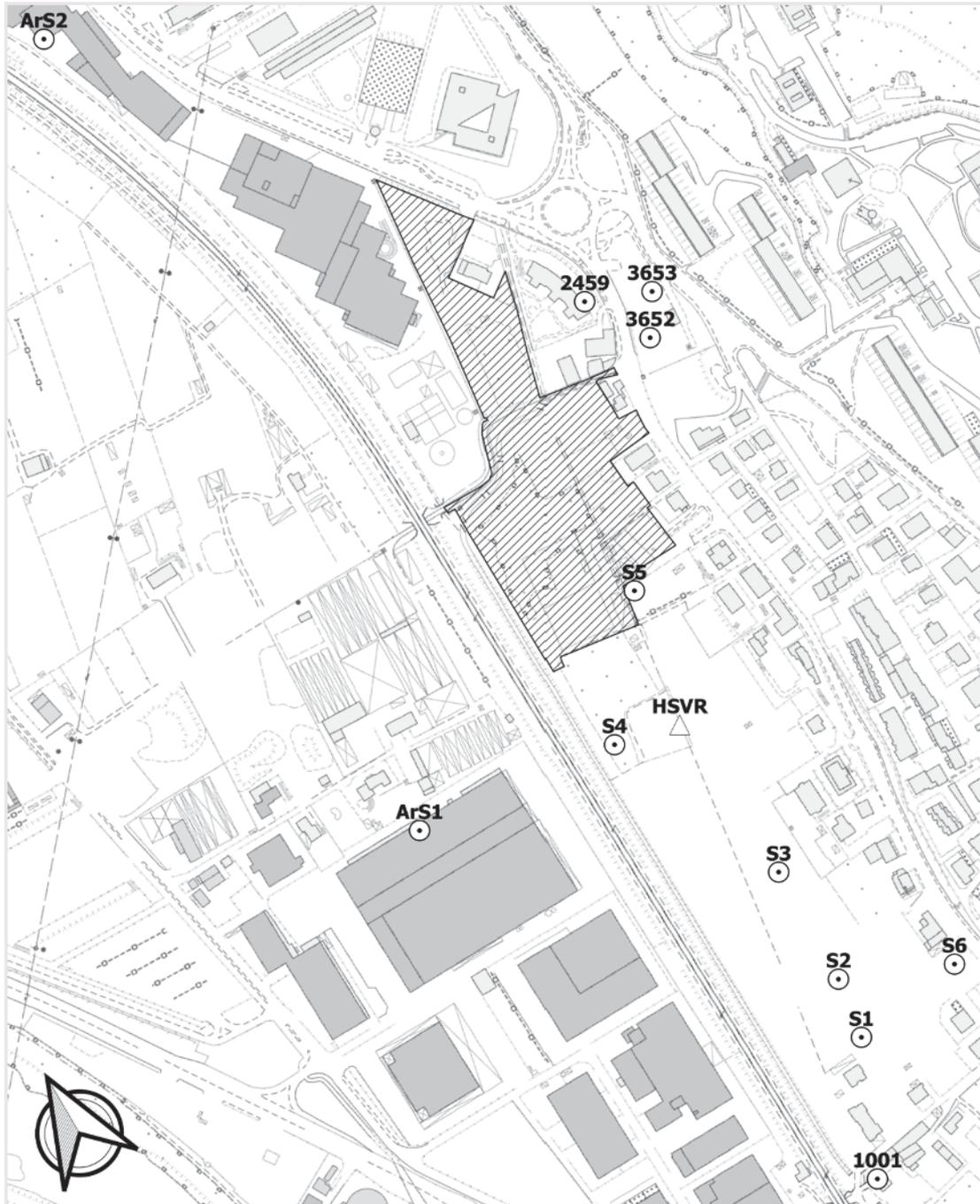
stato di progetto - scala 1:1.000

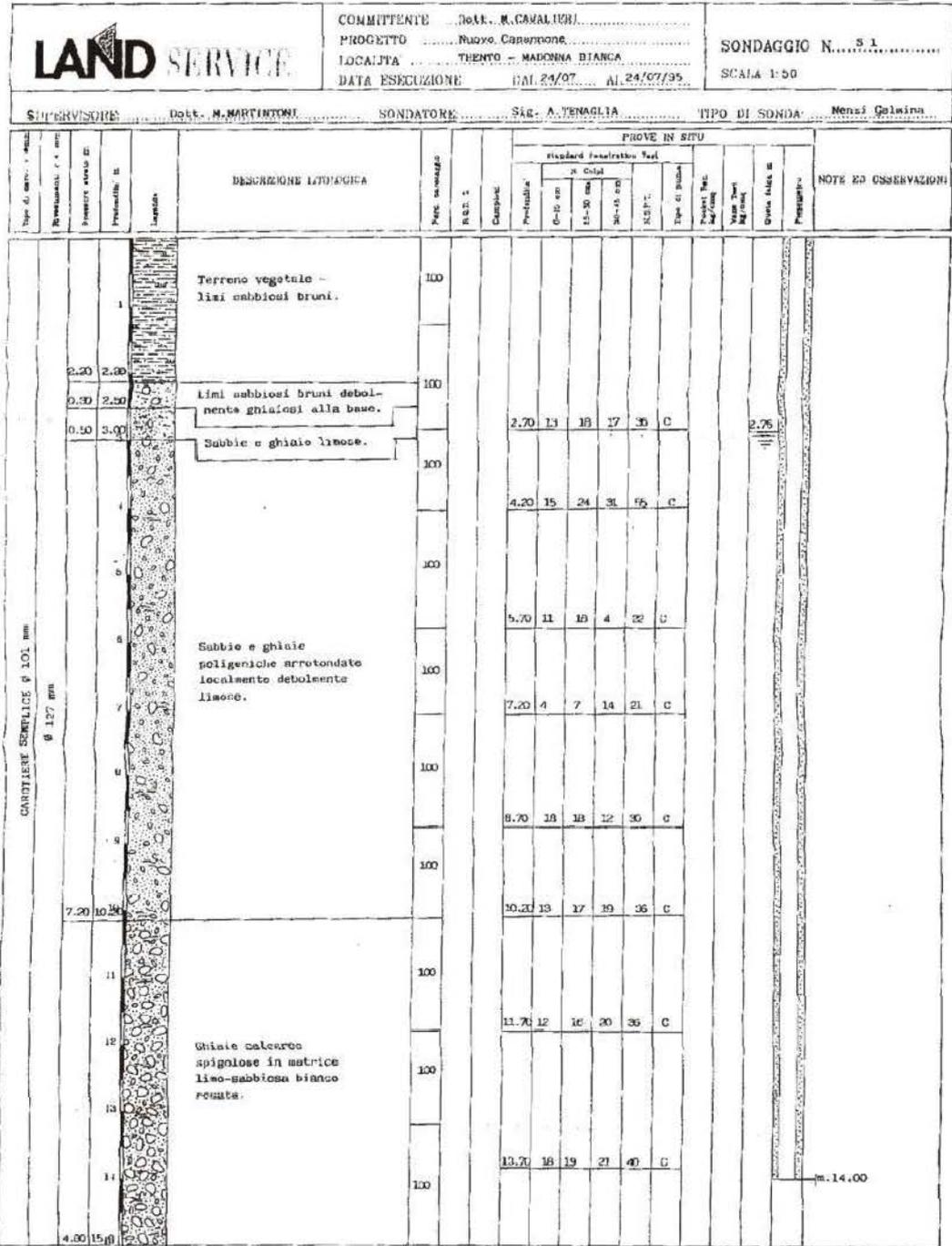


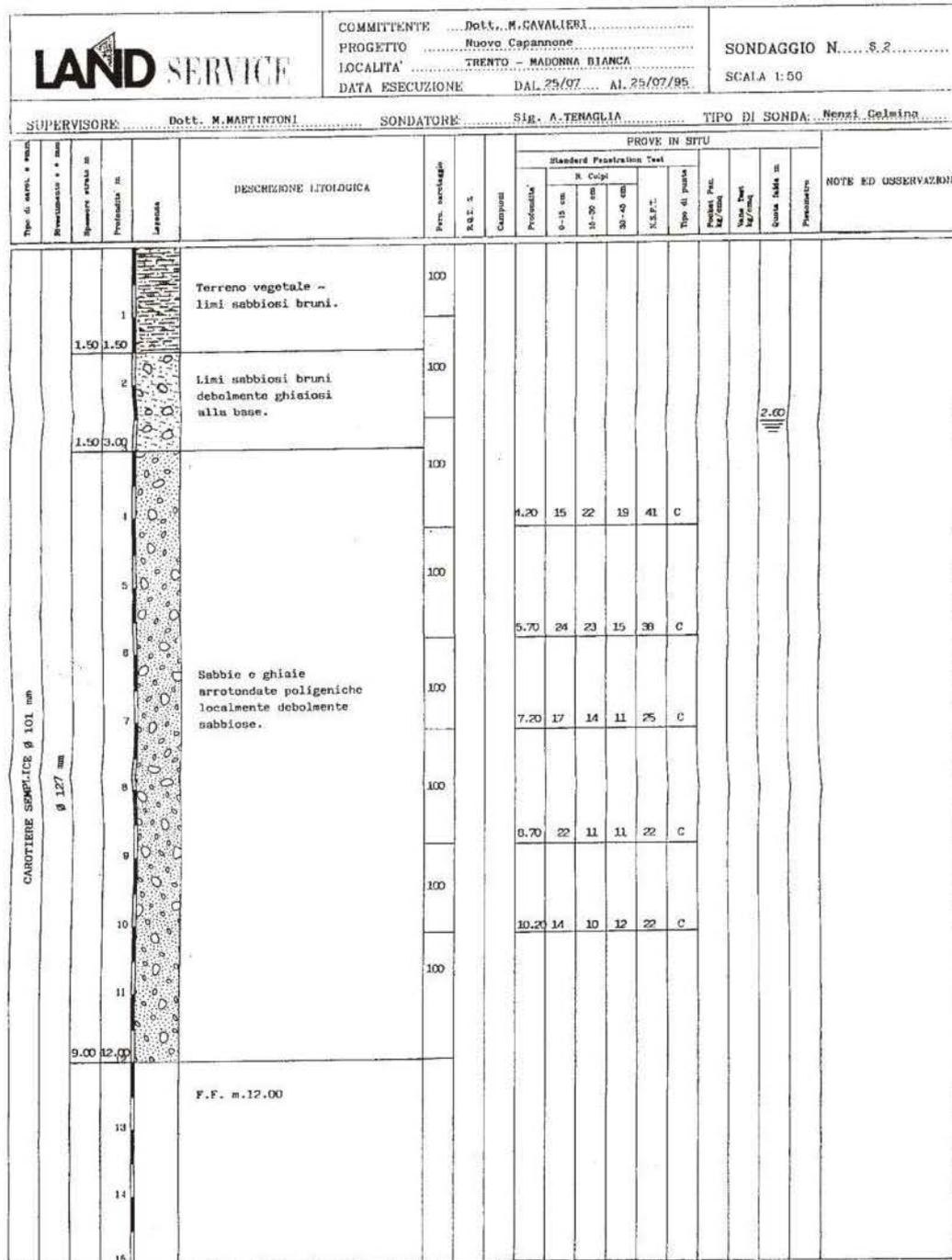




SONDAGGI MECCANICI







	Committente	G.A. Costruzioni srl	SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	Trento (TN)	S3	
	Località	Via M. Bianca		
	Data Inizio	23/09/09	Data Fine	23/03/09
				Il geologo Dott. Mattia Benzi

Scala 1:120	Foto	Stratigrafia	Descrizione	Profondità	Falda	Campioni	Carotaggio	Pozzo	S.P.T.
1			Limo sabbioso colore marrone	1.00					
2			Sabbia limosa con rari ciottoli angolosi	1.50					
3			Limo sabbioso	2.00					
4			Ghiaia sabbiosa limosa colore bianco	2.00					
5			Limo argilloso sabbioso colore nero	2.00					3.00
6			Limo sabbioso con ghiaia e ciottoli angolosi, Dmax 8cm.	4.00					3.45



	Committente	G.A. Costruzioni srl	SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	Trento (TN)	S4	Il geologo Dott. Mattia Benzi
	Località	Via M. Bianca		
	Data Inizio	23/09/09	Data Fine	23/03/09

Scala 1:120	Foto	Stratigrafia	Descrizione	Profondità'	Falda	Campioni	Carotaggio	Pozzo	S.P.T.
									10 20 30 40
1			Limo sabbioso con rara ghiaia colore marrone	1.00					
2			Sabbia limosa con ghiaia e ciottoli subangolosi	1.00					
3			Sabbia fine passante a grossolana con raro ghiaietto						
4			Ghiaia sabbiosa con limo	3.00					3.00
5									3.95
6				5.00					



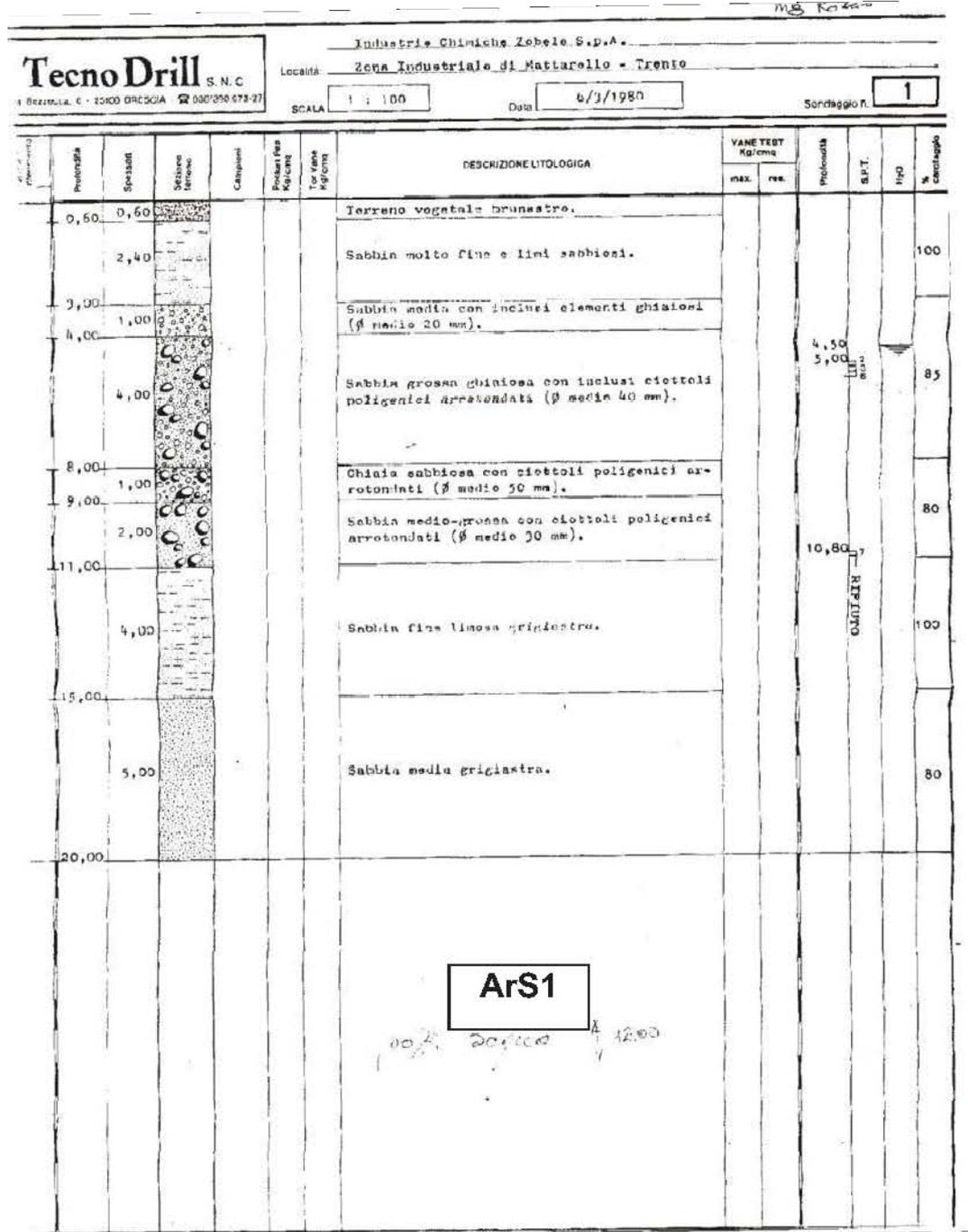
	Committente	G.A. Costruzioni srl	SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	Trento (TN)	S5	
	Località	Via M. Bianca		
	Data Inizio	23/09/09	Data Fine	23/03/09
			Il geologo Dott. Mattia Benzi	

Scala 1:120	Foto	Stratigrafia	Descrizione	Profondità	Falda	Campioni	Caricaggio	Pozzo	S.P.T.
1			Limo sabbioso con rara ghiaia e ciottoli, Dmax 4cm						
2									
3									
4			Ghiaia sabbiosa con limo, colore bianco	3,00					3,50
5			Ghiaia sabbiosa con limo e ciottoli angolosi, colore ocra	3,00					2,95
6				5,00					



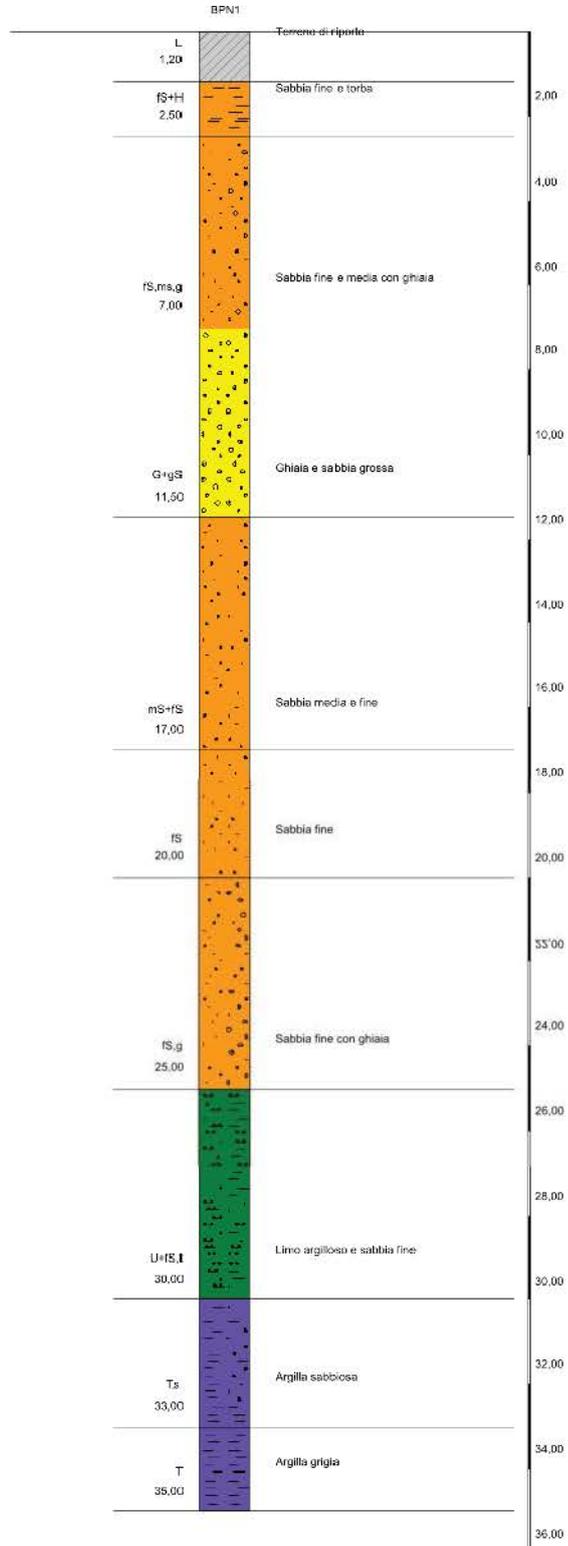
	Committente	GA Costruzioni srl	SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	Trento (TN)	S6	
	Località	Stella di Man		
	Data inizio	24 settembre 09	Data Fine	
			Il geologo Dott. Mattia Benzi	

Scala 1:100	Foto	Stratigrafia	Descrizione	Profondità'	Falda	Campioni	Carotaggio	Pozzo	S.P.T.
							20 40 60 80		10 20 30 40
		↓	Ripporto ghiaioso						
1			Limo sabbioso colore marrone	0.80					
2			Ghiaia e ciottoli in matrice limosa	1.20					
3			Sabbia e ghiaia con ciottoli. Dmax 8cm	2.40					
4									
5									
6									
7									
8									
9			Sabbia limosa con ghiaia e rari ciottoli	8.50	8.50				
10									
11									
12				12.00					
13									
14									



ArS2

-  S, Sand
-  T, Clay
-  U, Silt
-  gS, Coarse sand
-  G, Gravel
-  mS, Medium sand
-  H, Peat
-  fS, Fine sand
-  L, Weathering loam



Page No.: Project: via De Gasperi
 File: Date:
 Scale 1: 100 Comments: ECKES

STUDIO ASSOCIATO GEOLOGIA TECNICA
 via G. Grazioli, 61 - 38100 TRENTO TN

ESTRATTO DALLA BANCA DATI SONDAGGI					località: Trento, Mau	folgio n° 1
					opera: Regimazione Fossa Roste della Città	coordinate
					committente: Servizio Acque Pubbliche	x(m): 664706,69 y(m): 5100188,76
ID sondaggio: 1001		prof. sondaggio (m): 8		prof. falda (m): 0		tipo falda:
n° sondaggio: 1		bedrock (m): 0		quota pc (m): 0		inclinazione: Verticale (0°-20°)
data: 10/04/1993						
campionatore	campione	liv. falda	profondità	stratigrafia	note:	
					descrizione litologica	
			0		ripiesto	
			0,5		sabbia in alternanza a sabbie limose	
			2		sabbia di colore grigio > rossastria	
			7,3		ghiaia con sabbia	
			8			

ESTRATTO DALLA BANCA DATI SONDAGGI					località: Trento, Via Degasperin		foglio n° 1	
					opera: Edifici ITEA		coordinate	
					committente: ITEA		x(m): 664846,81 y(m): 5100866,84	
ID sondaggio: 2459		prof. sondaggio (m): 16		prof. falda (m): 4,9		tipo falda: libera		
n° sondaggio: 1		bedrock (m): 0		quota pc (m): 190		inclinazione: Verticale (0°-20°)		
data: 04/05/1999								
campionatore	campione	liv. falda	profondità	stratigrafia	note:	S.P.T.		
					descrizione litologica	prof.	N°	
			0		ripreso sabbia fine con ghiaia ciottoli e calcinacci			
			1,5		sabbia fine di colore giallastro con ghiaia	1,5	5 2 4	
			4,9		ghiaia grossa con sabbia di colore biancastro e rari ciottoli	4,9	5 2 4	
		4,9	4,5		ghiaia con ciottoli e sabbia giallastra			
			7		ghiaia con ciottoli e sabbia biancastra			
			9		ghiaia con ciottoli e sabbia fine-mattone			
			11		ghiaia con ciottoli e sabbia biancastra			
			11,5		sabbia grossa di colore grigio con ghiaia grossa			
			13,5					
			16					

ESTRATTO DALLA BANCA DATI SONDAGGI					località: Trento, Man	foglio n° 1
					opera: Costruzione Madonna Bianca	coordinate
					committente:	x(m): 664875,44 y(m): 5100819,12
ID sondaggio: 3652		prof. sondaggio (m): 40		prof. falda (m): 10		tipo falda: libera
n° sondaggio: 6		bedrock (m): 0		quota pc (m): 195		inclinazione: Verticale (0°-20°)
data: 0.00.00						
campionatore	campione	liv. falda	profondità	stratigrafia	note: Pozzo Sit	
					descrizione litologica	
			0		soile	
			1		ghiaia di natura calcarea con trovate	
		10		ghiaia di natura calcarea con sabbia fine		
		11		trovate di natura calcarea con limo e argilla		
		13		ghiaia fine di natura porfirica con sabbia		
			20			