

REGIONE PIEMONTE
CITTA' METROPOLITANA
DI TORINO



CITTA' DI RIVAROLO CANAVESE

PRGC

RIVAROLO CANAVESE

VARIANTE GENERALE PROGETTO DEFINITIVO

Adottato con D.C.C. n. ____ del ____

G.1.1

RELAZIONE GEOLOGICA

dr. geol. Fabrizio VIGNA

dr. geol. Maurizio CANEPA



IL SINDACO
Dott. Alberto Rostagno

IL SEGRETARIO
Dott. Aldo Maggio

IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO
Arch. Linda Palese

SOMMARIO

0	Premessa	2
1	Modifiche al quadro del dissesto – chiarimenti	2
2	Elaborati geologici non modificati e tuttora validi	2
3	Inedificabilità in classe IIIa.....	3
4	Limite tra sottoclasse IIIa2 e la classe I.	3
5	Modifica IIIc in IIIb4.....	3
6	Perimetrazioni classi IIIb4.....	3
7	Area a monte ponte S.P. 222 Rivarolo – Ozegna su T. Orco.	3
8	Modifiche fasce Rio Crosa – Levesa	3
9	Variazioni fasce rii minori	3
10	Località Pragliè e S. Anna	4
11	Scolmatore Rio Levesa	4
12	Rappresentazione pericolosità sulla Carta di Sintesi	4
13	Coerenza DGR n° 64-7417 del 07/04/2014.....	4
14	Atto liberatorio ex art. 18 delle NdA PAI.....	6
15	Incongruenze tra Relazione Geologica e Norme di Attuazione	6
16	Interventi ammissibili in aree di dissesto.....	6
17	Sopraelevazione dei fabbricati.....	7
18	Locali tecnici interrati in classe IIC	7
19	Precisazioni sulla classe IId	7
20	Interventi ammessi in classe IIIa	7
21	Edifici sparsi	7
22	Opere di interesse pubblico non altrimenti localizzabili	7
23	Interventi ammessi in classe IIIb	7
24	Inedificabilità fasce corsi d'acqua	8
25	Area cimiteriale.....	8
26	Cronoprogramma	8
26.1	Cronoprogramma specifico per le aree comprese all'interno delle fasce del PAI vigente e nelle fasce dello schema di variante del PAI.	9
27	Piano di Protezione Civile Comunale	12
28	Prescrittività degli elaborati geologici del PRG	12
29	Classi di pericolosità geomorfologica.....	12
30	Opere di interesse Pubblico	17
31	Prescrizioni idraulico-geologiche di carattere generale.....	18
31.1	Indicazioni in merito alla determinazione della fascia di classe III (a3 o b3) lungo i rii minori.19	
32	Schede delle aree in variante	21

0 Premessa

Con la presente si riscontra alle richieste di integrazioni e chiarimenti formulate dalla Regione Piemonte *Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Montagna, Foreste, Protezione Civile, Trasporti e Logistica Settore Tecnico regionale – Area metropolitana di Torino* in merito alla proposta tecnica del progetto preliminare di Variante Generale al PRGC di Rivarolo C.se.

Sono state inoltre recepite le indicazioni emerse nell'ambito dell'incontro tecnico informale avvenuto in Regione Piemonte con alcuni funzionari del Settore OO.PP e Difesa del Suolo in data 12 settembre 2019, sinteticamente riassunti nell'elenco seguente:

1. stesura della scheda del cimitero del concentrico e della circonvallazione sul lato est;
2. inserimento delle fasce PAI nella scheda dell'area SV24. Analoga modifica è stata eseguita per le schede relative alle aree RT4 e SV 14;
3. precisazione che in seguito all'approvazione del nuovo PAI saranno vigenti le nuove fasce (si precisa che le fasce di cui allo schema di variante PAI sono state già inserite nelle cartografie allegate);
4. stesura della scheda per la circonvallazione e dichiarazione di interesse pubblico;
5. Sono stati inseriti i contorni alla classe IIIa3 (corsi d'acqua minori) distinti per ampiezza (10 o 20 m) e tipologia (geomorfologica o idraulica);
6. È stata corretta la tabella sul carico antropico, sostituendo i codici di rimando alle note a piè di tabella 7 e 8 nella classe IIb3 relativamente all'ampliamento igienico funzionale una tantum;
7. È stata riportata, nella carta di sintesi la fascia per TR 500 anni lungo la Crosa derivanti dallo studio idraulico di S.R.I.A. S.r.l. (EmA: pericolosità media – moderata) a valle del cimitero. A tale porzione di territorio è stata attribuita la classe di pericolosità IIc;
8. Si è integrato il cronoprogramma per la frazione Gave, tenendo conto della compatibilità con la pianificazione definita al Programma di Gestione dei Sedimenti.

1 Modifiche al quadro del dissesto – chiarimenti

Si precisa che non è stato modificato il quadro del dissesto come elencato nella premessa della relazione geologica allegata alla Proposta Tecnica del Progetto Preliminare.

2 Elaborati geologici non modificati e tuttora validi

Vengono allegate alla proposta tecnica del progetto definitivo le seguenti tavole, aggiornandone esclusivamente l'intestazione:

N.	Titolo	Data	Data documento originale data
G.1.1	Relazione geologica	2019	----
G.1.2	Effetti evento alluvionale settembre 1933	2019	2004
G.1.3	Effetti evento alluvionale ottobre 2000	2019	2004
G.1.4	Carta Geoidrologica	2019	2004
G.1.5	Carta della caratterizzazione litotecnica dei terreni	2019	2004
G.1.6	Carta della pericolosità delle aree inondabili e del dissesto	2019	2004

G.1.7	Carta delle opere idrauliche esistenti	2019	2004
G.1.7.1	Schede delle opere idrauliche esistenti	2019	2004
G.1.8	Carta di sintesi	2019	----

3 Inedificabilità in classe IIIa

Si conferma che in tutte le classi IIIa è inibita la realizzazione di nuove edificazioni. A tale scopo questo vincolo è riportato nell'apposito capitolo 31.

4 Limite tra sottoclasse IIIa2 e la classe I.

Si è provveduto a correggere la carta di sintesi in relazione a quanto evidenziato nel parere regionale.

5 Modifica IIIc in IIIb4

Non si entra nel merito della validazione dello studio idraulico, di ovvia competenza di chi l'ha redatto. Si prende atto della compatibilità delle modifiche proposte. Evidentemente queste aree, con la declassazione da IIIc a IIIb4, non avranno più i criteri di corrispondenza definiti nella DGR 31-6223 del 22.12.2017. Le persone interessate, ivi residenti, saranno informate dall'Amministrazione e comunque potranno visionare gli elaborati di piano nell'ambito della loro pubblicazione prevista a norma di legge.

6 Perimetrazioni classi IIIb4

Come richiesto, le aree in classe IIIb4 sono state ritagliate per stralciare gli spazi non edificati e non urbanizzati.

7 Area a monte ponte S.P. 222 Rivarolo – Ozegna su T. Orco.

Si è provveduto a classificare le aree in classe IId in classe IIIa1.

8 Modifiche fasce Rio Crosa – Levesa

Si precisa che le modifiche introdotte nella carta di sintesi sono conformi a quanto risultato dallo studio idraulico di approfondimento condotto dall'Ing. Sesenna dello Studio SRIA.

9 Variazioni fasce rii minori

Le variazioni delle fasce su rii minori sono suffragate da verifiche idrauliche realizzate, sia dallo Studio SRIA che dai consulenti di società private. Per quanto riguarda le verifiche condotte da SRIA, si rimanda ai loro elaborati, per ogni delucidazione e chiarimento in merito. In generale nella porzione meridionale del territorio comunale si precisa che le fasce non sono state modificate e sono state confermate quelle tracciate prevalentemente con il criterio geomorfologico. Fa eccezione la zona rappresentata in Figura 1, dove è possibile dimostrare che gli allagamenti rilevati a seguito di evento alluvionale non sono ora possibili grazie all'intervento di sostituzione con adeguamento della sezione idraulica del sottopasso della ex SS 460 (v. relazione idraulica redatta da Ing. G.L. Noascono, datata agosto 2004).

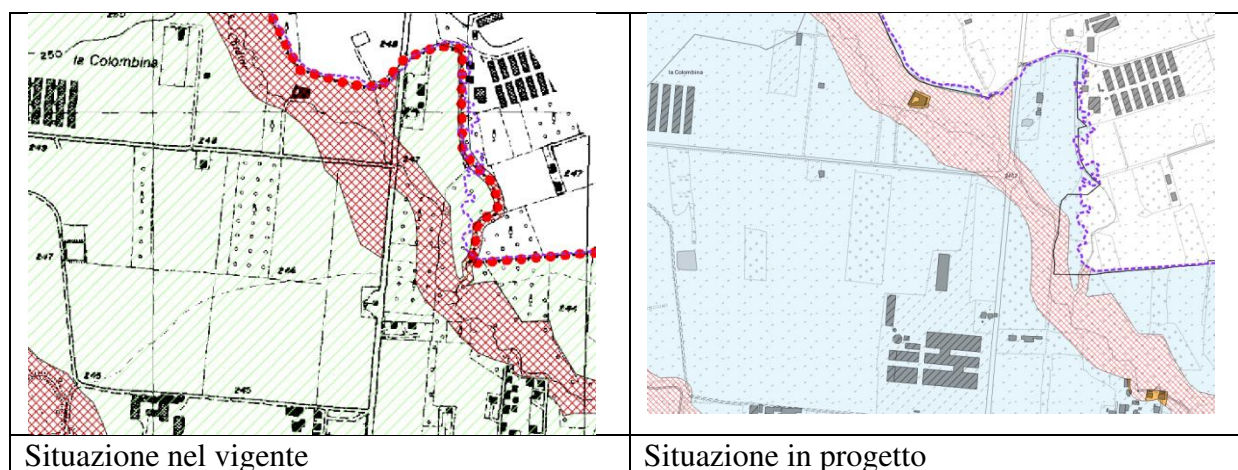


Figura 1: modifiche di fascia in zona “la Colombina”

10 Località Praglie e S. Anna

Si è provveduto ad adeguare la classe di sintesi nelle frazioni Praglie e Sant’Anna, individuando degli areali in classe IIc in corrispondenza delle zone rappresentate come L (scenario di alluvione poco frequente) nelle mappe di pericolosità del PGRA.

11 Scolmatore Rio Levesa

Come richiesto è stato riportato il tracciato del canale scolmatore Rio Crosa – Levesa, sulla carta di sintesi e sono state tracciate le relative fasce di rispetto di 10 m.

12 Rappresentazione pericolosità sulla Carta di Sintesi

Sulla Carta di Sintesi, Elaborato G.1.8. è stato riportato il dissesto di tipo areale con la relativa codifica secondo il PAI e la Legenda Regionale.

13 Coerenza DGR n° 64-7417 del 07/04/2014

Le aree ricadenti all’interno delle Fasce Fluviali del PAI sono assoggettate alle limitazioni imposte dal Titolo II delle N. d. A., con particolare riferimento agli artt. 29, 30, 31 e 39.

Le casistiche per le aree IIIa1, IIIa2 e IIIb4 ricadenti in fascia sono già previste separate e definite per ciascuna delle sottoclassi. È ovvio che ricadendo tali classi esclusivamente all’interno delle fasce fluviali vadano sempre rispettate le prescrizioni e le limitazioni di cui agli articoli precedentemente citati.

È stata aggiornata la tabella che si ritiene coerente con la DGR 64 – 7417 del 07/04/2014. Si specifica che la tabella prevede la realizzabilità di bassi fabbricati pertinenziali anche nella classe IIIb4, anche ante-operam, in applicazione di quanto indicato nella DGR 64 – 7417 del 07/04/2014 e testualmente riportato nel seguito:

“a. Non costituisce incremento di carico antropico:

1. utilizzare i piani terra dei fabbricati esistenti per la realizzazione di locali accessori (autorimesse, locali di sgombero, ecc.);

2. realizzare edifici accessori (box, tettoie, ricovero attrezzi, ecc.) sul piano campagna

nelle aree contraddistinte dalle classi di rischio IIIb3 e IIIb4 nel rispetto delle prescrizioni delle norme di attuazione del PAI;”.

Tabella 1

CLASSI GEOLOGICHE →	Classe II	Classe IIIb3 ^{(1) (14)}		Classe IIIb4 ⁽¹⁾	
TIPI DI INTERVENTO ↓		senza opere di riassetto	dopo le opere	senza opere di riassetto	dopo le opere
Manutenzione ordinaria e straordinaria	SÌ	SÌ ⁽²⁾	SÌ	SÌ ⁽²⁾	SÌ ⁽²⁾
Restauro e risanamento conservativo	SÌ	SÌ ⁽²⁾	SÌ	NO	SÌ ⁽²⁾
Demolizione senza ricostruzione	SÌ ⁽³⁾	SÌ ⁽³⁾	SÌ ⁽³⁾	SÌ ⁽³⁾	SÌ ⁽³⁾
Ristrutturazione edilizia senza demolizione e ricostruzione	SÌ	NO ⁽⁵⁾	SÌ ⁽⁴⁾	NO	NO ⁽⁵⁾
Ampliamento igienico funzionale “una tantum”	SÌ	SÌ ⁽⁷⁾	SÌ ⁽⁸⁾	NO	SÌ ^{(7) (8)}
Interventi ai sensi del Titolo II della LR 16/2018	SÌ	SÌ	SÌ	NO	SÌ ^{(2) (8)}
Ristrutturazione edilizia con demolizione e ricostruzione o sostituzione edilizia	SÌ	NO	SÌ ^{(4) (8) (9)}	NO	NO
Soprelevazione o ampliamento dei piani primo e superiori	SÌ	SÌ ^{(2) (6) (10) (11)}	SÌ ⁽⁸⁾	NO	SÌ ^{(2) (8)}
Ampliamento dei locali chiusi del piano terreno	SÌ	NO ⁽¹²⁾	SÌ ^{(2) (8) (9)}	NO ⁽¹²⁾	NO ⁽¹²⁾
Nuova costruzione (completamento e nuovo impianto) – ristrutturazione urbanistica	SÌ	NO	NO	NO	NO
Cambiamento di destinazione d’uso senza aumento di carico antropico	SÌ	SÌ	SÌ	SÌ	SÌ

CLASSI GEOLOGICHE →	Classe II	Classe IIIB3 ^{(1) (14)}		Classe IIIB4 ⁽¹⁾	
TIPI DI INTERVENTO ↓		senza opere di riassetto	dopo le opere	senza opere di riassetto	dopo le opere
Cambiamento di destinazione d'uso con aumento di carico antropico	SÌ	NO ⁽¹⁵⁾	SÌ ^{(4) (8) (13)}	NO	NO
Costruzione di opere pertinenziali e bassi fabbricati a uso autorimessa e ricovero	SÌ	SÌ ⁽⁶⁾	SÌ ⁽⁸⁾	SÌ ⁽⁶⁾	SÌ ⁽⁸⁾

- (1) A fronte di qualsiasi intervento, il soggetto attuatore è tenuto a sottoscrivere un atto liberatorio ex art. 18, c. 7, delle NdA del PAI (cfr. articolo 24 decies delle NdA di PRGC).
- (2) Con divieto di creare (anche mediante frazionamenti) nuove unità immobiliari destinate agli usi di cui alle classi II, III, IV e V di carico antropico.
- (3) Previamente all'esecuzione dell'intervento l'attuatore deve accertare e dichiarare che le demolizioni non compromettono la sicurezza idraulico-geologica del sito.
- (4) Ammissibile solo a seguito di approfondimenti di cui al par.6 della parte I all'Allegato A della DGR 64-7417.
- (5) Sono ammissibili esclusivamente gli interventi limitati alla modifica delle facciate esterne, ancorché ascritti alla nozione di ristrutturazione edilizia.
- (6) Ad esclusione degli edifici ricadenti in aree di dissesto attivo o incipiente (cfr. Allegato G.1.6 "Carta della Pericolosità delle aree inondabili e del dissesto" sc. 1:10.000).
- (7) Nei limiti strettamente indispensabili a conseguire l'adeguamento igienico delle unità immobiliari esistenti, comunque con un massimo di mq 25.
- (8) Previa valutazione della pericolosità residua e conseguente definizione dei necessari accorgimenti operativi.
- (9) Ampliamenti non superiori al 20% delle consistenze edilizie esistenti e comunque non oltre i 200 mc.
- (10) A condizione che nei locali del piano terreno siano dismessi tutti gli usi di cui alle classi II, III, IV e V di carico antropico.
- (11) Solo per problematiche di tipo idraulico.
- (12) Sono ammissibili esclusivamente gli ampliamenti di locali destinati agli usi di cui alla classe I di carico antropico.
- (13) Non oltre la classe di carico antropico immediatamente superiore, comunque con esclusione di destinazioni appartenenti alle classi IV e V.
- (14) Ai piani superiori al primo fuori terra degli edifici compresi nella fascia latitante le rogge intubate interne al perimetro dei centri e nuclei abitati si applicano i disposti dell'articolo 47, comma 3, lettera c) delle presenti NDA.
- (15) Sono ammissibili i cambiamenti riguardanti gli interventi in immobili situati in parte o totalmente in aree esondabili, purché il cambiamento di destinazione d'uso non interessi locali o porzioni di locali posti ai piani interrati o piani terreni.

14 Atto liberatorio ex art. 18 delle NdA PAI

La tabella a cui si riferisce il parere è stata sostituita ed aggiornata. L'atto liberatorio è richiesto per tutti gli interventi in classe IIIB3 e IIIB4.

15 Incongruenze tra Relazione Geologica e Norme di Attuazione

Viene evidenziata una incongruenza che deve essere risolta a livello di adeguamento delle Norme di Attuazione del PRGC.

16 Interventi ammissibili in aree di dissesto

In recepimento di quanto indicato al punto 16 della richiesta di integrazioni citata in premessa, che riprende le modifiche "ex-officio" definite nell'allegato alla DGR 11-12108 di approvazione del PRGC vigente, si sottolinea che nei settori in classi II compresi in aree in dissesto non è ammissibile la realizzazione di vani interrati.

Fa eccezione la porzione di classe IIa poiché la realizzazione dello scolmatore del Rio Crosa Levesa.

ha eliminato il rischio di esondazione dal quale è derivata la perimetrazione del dissesto che viene riportata unicamente a titolo informativo quale memoria storica del fenomeno verificatosi.

17 Sopraelevazione dei fabbricati

Il rilevato deve essere circoscritto all'impronta dell'edificio.

18 Locali tecnici interrati in classe IIC

Nelle aree in dissesto si concorda sull'impossibilità di realizzare locali interrati anche non comunicanti con l'esterno.

In tutti gli altri casi, compresa la classe IIC, ed escluse le classi III, si ritiene ammissibile la realizzazione di vani tecnici interrati progettati tenendo conto dei risultati di un dettagliato piano di indagine geognostica che evidenzia nel dettaglio gli interventi (impermeabilizzazione, drenaggi, ecc.) necessari per poter usufruire del vano.

19 Precisazioni sulla classe IId

La classe IId individua un settore "cuscinetto" tra la classe I e la classe IIIa.

In essa possono essere presenti porzioni di terreno dalle caratteristiche geotecniche scadenti. Gli interventi edilizi dovranno essere progettati con l'applicazione delle norme di cui alle NTC 2018.

20 Interventi ammessi in classe IIIa

Si conferma che sono ammesse la manutenzione ordinaria e straordinaria oltre alla demolizione. Pertanto ulteriori possibilità edificatorie potranno essere consentite, se non ubicate in ambito di dissesto attivo o incipiente, a seguito di uno studio di compatibilità geomorfologica di dettaglio, comprensivo di indagini geologiche e geotecniche e a seguito della realizzazione di opere di riassetto territoriale di riduzione del rischio eventualmente individuate da tale studio.

In merito agli edifici sparsi presenti in classe IIIa, è da escludere qualsiasi intervento edilizio in area in dissesto attivo, incipiente o in area potenzialmente dissestabile, anche se connesse ad attività e residenze rurali.

21 Edifici sparsi

E' stata inserita nelle norme delle classi di pericolosità che per gli edifici sparsi ricadenti in classe IIIa la superficie massima di ampliamento per adeguamenti igienico-funzionali non può eccedere i 25 m².

22 Opere di interesse pubblico non altrimenti localizzabili

Si rimanda allo specifico capitolo 30.

23 Interventi ammessi in classe IIIB

È stata aggiornata la tabella che si ritiene coerente con la DGR 64 – 7417 del 07/04/2014.

24 Inedificabilità fasce corsi d'acqua

Si conferma l'inedificabilità nella classe IIIB3 relativamente ai corsi d'acqua.

A seguito degli approfondimenti di cui al par.6 della parte I all'Allegato A della DGR 64-7417, negli edifici ricadenti in fascia di classe IIIB3 relativa alle rogge intubate interne al perimetro dei centri e nuclei abitati, è possibile effettuare interventi di ristrutturazione con cambio di destinazione d'uso dei piani superiori al primo fuori terra, per classi di carico antropico I, II, III e IV.

25 Area cimiteriale

È stato recepito quanto richiesto ed è stata eliminata la porzione di classe IIIB3, ripristinando parzialmente la classe IIIA3. Alla luce del recente ampliamento, l'area già edificata è stata classificata in classe IIIB3.



Figura 2: stralcio della sintesi su Google Earth

26 Cronoprogramma

Come previsto al punto 4.10 della N.T.E./98 viene qui definita in linea generale la struttura dei “cronoprogrammi”, intesi come “meccanismo attuativo degli interventi di riassetto per l'eliminazione e/o minimizzazione della pericolosità in classe IIIB”.

Si individuano le seguenti casistiche relativamente alle zone in classe IIIB:

- a) zone prospicienti i rii minori (Classe IIIB₃);
- b) zone in ambito golenale in sponda destra del T. Orco (classe IIIB₄).

Il quadro del dissesto ricostruito in ambito comunale deriva dall'analisi eseguita sugli effetti degli

eventi alluvionali del settembre 1993, del novembre 1994 e dell'Ottobre 2000. In linea di massima si evidenzia che il territorio comunale di Rivarolo non è soggetto a fenomeni di dissesto importanti che interferiscono con il nucleo edificato. In particolare per quanto riguarda l'alto terrazzo insommergibile si rileva che ampie aree segnate come dissesto (in derivazione dalle analisi sugli eventi del settembre 1993 e novembre 1994) sono state messe in sicurezza con la realizzazione del canale scolmatore del Rio Crosa – Levesa, che è in ulteriore fase di definizione con la realizzazione dello scolmatore dello stesso Levesa a monte del territorio di Rivarolo, in comune di Valperga.

Ne consegue che non si ravvisano particolari areali oggetto di dissesto potenziale e dunque le aree classificate in classe IIIB₃ sostanzialmente coincidono con la sovrapposizione di edifici agli ambiti vincolati ai sensi del R.D. 523/1904 e s.m.i. oppure ricadenti nelle fasce imposte “*ex officio*” con la DGR 11-12108 del 30/03/2004 di approvazione del PRGC vigente.

Gli interventi da prevedere nel cronoprogramma sono di tipo non strutturale oppure di tipo manutentivo e di monitoraggio. In pratica si tratta di interventi che regolino il deflusso nei corsi d'acqua secondari attraverso la apertura/chiusura di paratie localizzate lungo il reticolo idrografico minore. Particolare rilevanza ha il sistema di scolmo della Roggia di Vesignano che alimenta la intricata rete di canali ad uso irriguo e che in corrispondenza di Vesignano è dotata di scaricatore di piena in grado di convogliare l'eccesso di portata nel T. Orco e di consentire il completo prosciugamento del canale posto a valle. Quindi per quanto riguarda i dissesti legati al reticolo idrografico minore sull'altipiano insommergibile si elencano i seguenti interventi:

- allertamento della popolazione che abita in edifici potenzialmente coinvolgibili da eventi di piena;
- chiusura delle paratoie di ingresso in Fraz. Vesignano della roggia omonima e attivazione dello scaricatore in Orco;
- verifiche periodiche sullo stato manutentivo di sponde, fondo alveo e attraversamenti lungo i corsi d'acqua;
- esecuzione di interventi di consolidamento di sponda, qualora si ravvisino condizioni di pericolo o comunque la situazione locale richieda un intervento di questo tipo.

26.1 Cronoprogramma specifico per le aree comprese all'interno delle fasce del PAI vigente e nelle fasce dello schema di variante del PAI.

Per quanto riguarda le zone in IIIB₄ in area golenale T. Orco, nelle fasce fluviali dell'Autorità di Bacino, si considerano prevalentemente interventi di tipo non strutturale essenzialmente costituiti da allertamento della popolazione residente con eventuale evacuazione degli edifici in attuazione del piano di protezione civile comunale.

A seguito degli eventi alluvionali di fine '900 e di inizio 2000, sono state realizzate diverse difese di sponda. Una zona che rimane tuttora non protetta è quella ubicata appena a monte di Feletto dove si evidenzia un'alta falesia in evidenti condizioni di equilibrio precario (Foto 1). Da rilevare che la realizzazione degli interventi in progetto previsti dal programma operativo di cui alla D.G.R. n. 56-2852 del 07/11/2011 (Figura 3), parzializzando i deflussi in alveo, dovrebbero ridurre la pressione in sponda destra e risolvere o ridurre il problema di erosione ben visibile nella Foto 1 e Figura 3.



Foto 1: sponda destra T. Orco appena a monte di Feletto

Eventuali ulteriori interventi di mitigazione dovranno comunque essere compatibili con quanto previsto dal PGS (studi del 2006, approvato con D.G.R. n. 491306 del 23.12.2010) e dal successivo programma operativo di cui alla D.G.R. n. 56-2852 del 07/11/2011. Si precisa che non è possibile la realizzazione di nuove difese spondali all'interno della fascia di massima divagazione della piena, come individuata dal PGS.

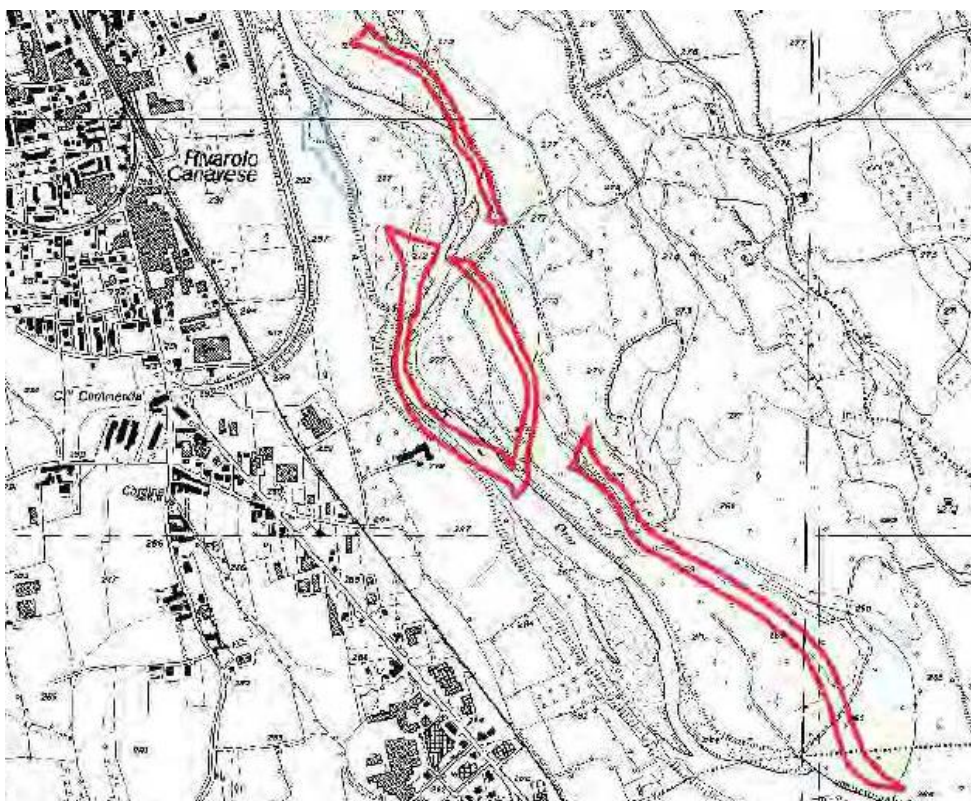


Figura 3: stralcio da intervento n. 7_A1 previsto nella D.G.R. n. 56-2852 del 07/11/2011

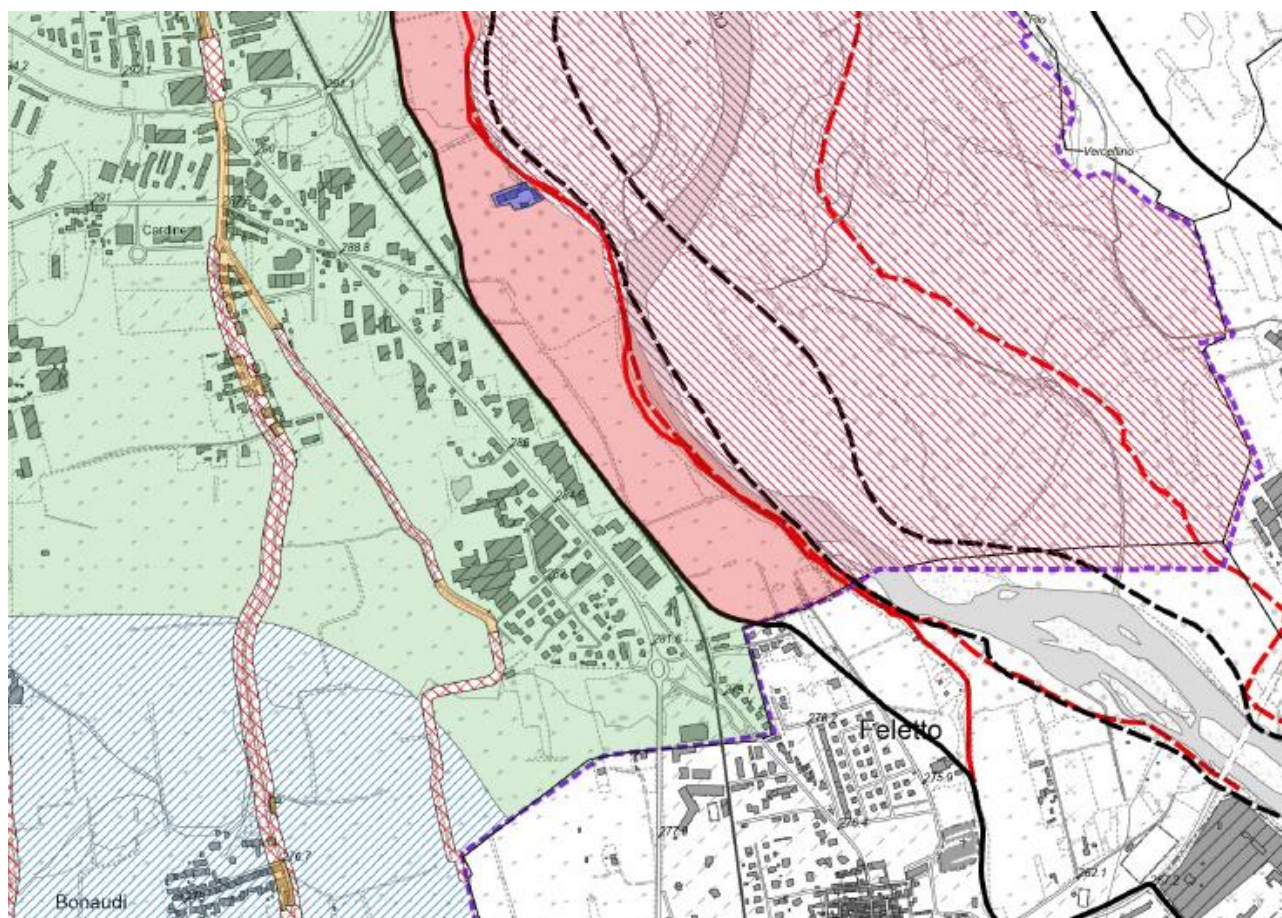


Figura 4: zona sottoposta ad erosione (v. Foto 1)

27 Piano di Protezione Civile Comunale

Il piano di Protezione Civile Comunale verrà aggiornato includendo tutte le aree classificate in Classe IIIB.

28 Prescrittività degli elaborati geologici del PRG

La presente relazione geologica costituisce parte integrante delle Norme di Attuazione, del PRGC. In particolare, la “*Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell’idoneità all’utilizzazione urbanistica*” (Allegato G.1.8 degli elaborati geologici, redatta in conformità alla Circolare PGR del 6.5.1996 n.7/LAP, come aggiornata dalla DGR del 7.04.2014 n. 64-7417) definisce l’idoneità all’utilizzazione urbanistica del territorio comunale, che a tal fine è suddiviso in classi e regolato dalle disposizioni degli articoli delle Norme di Attuazione del Piano Regolatore. La carta di sintesi e le prescrizioni che ne derivano sono da considerarsi quale riferimento imprescindibile anche per l’individuazione di nuove occasioni insediative, pur se trattate nell’ambito di varianti di competenza solo comunale.

La Carta di Sintesi tiene conto della “pericolosità” legata a tutti i fattori che costituiscono o possono costituire elemento di rischio per il territorio in esame; fra questi, i più importanti sono:

- la conformazione morfologica del territorio,
- i dissesti in atto o potenzialmente riattivabili,
- l’assetto idrogeologico,
- i vincoli di natura sovra ordinata derivanti dall’applicazione delle NTA del Piano per l’Assetto Idrogeologico (PAI) e le sue eventuali modifiche ai sensi della Direttiva 2007/60 CE – D.Lgs 49/2010,
- le condizioni della rete idrografica principale e minore,
- i caratteri litologici e geotecnici dei terreni;

per quanto riguarda in particolare gli ultimi due punti, le risultanze della Carta di Sintesi forniscono indicazioni di massima, che devono essere integrate ed approfondite attraverso analisi di dettaglio da svolgersi in fase di definizione progettuale degli interventi, così come prescritto dal D.M. 17/01/2018 “*Norme tecniche per le costruzioni*”.

29 Classi di pericolosità geomorfologica

Per tutte le classi ove sia possibile realizzare nuovi edifici o ampliare gli esistenti o ancora nell’ambito di interventi di demolizione (parziale o totale) con ricostruzione, è necessario individuare con cura la profondità del piano di posa delle fondazioni, immorsando l’edificio ogniqualvolta sia possibile sul substrato ghiaioso, al di sotto dei depositi limoso - argillosi di superficie.

Classe I

Zone con condizioni di pericolosità geomorfologica nulla, e per questo senza sostanziali limitazioni alle scelte urbanistiche. Ogni intervento (sia nuove costruzioni che ampliamento di strutture esistenti) dovrà essere preceduto da un’indagine di verifica della capacità portante dei terreni di appoggio e della omogeneità spaziale dei litotipi interessati dall’opera (D.M. 17.01.2018).

Classe II

Porzioni di territorio dove sussistono delle limitazioni alle scelte urbanistiche che comunque possono essere ovviate o minimizzate a livello di norme di attuazione ispirate al D.M. 17/01/2018, realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante. Tali interventi non dovranno in alcun modo incidere negativamente sulle aree limitrofe, né condizionarne la propensione all'edificabilità.

Nei settori in classi II compresi in aree in dissesto non è ammissibile la realizzazione di vani interrati. Fa eccezione la porzione di classe IIa poiché la realizzazione dello scolmatore del Rio Crosa Levesa, ha eliminato il rischio di esondazione dal quale è derivata la perimetrazione del dissesto che viene riportata unicamente a titolo informativo quale memoria storica del fenomeno verificatosi.

Nel caso in cui nuovi fabbricati vengano realizzati in rilevato lo stesso dovrà essere circoscritto all'impronta dell'edificio per evitare che si verifichi un peggioramento delle condizioni di pericolosità delle aree circostanti.

Nelle aree ricomprese nelle sottoclassi IIa, IIb e IIc, esternamente alle aree in dissesto, si ritiene ammissibile la realizzazione di vani tecnici interrati progettati tenendo conto dei risultati di un dettagliato piano di indagine geognostica che evidenzia gli interventi (impermeabilizzazione, drenaggi, ecc.) necessari per poter usufruire del vano.

Sottoclasse IIa

1) Caratteristiche e localizzazioni:

Zone con modesta pericolosità geomorfologica connessa a problemi di tracimazione di corsi d'acqua minori e/o a ristagni idrici causati da scarso drenaggio superficiale.

2) Operatività edilizia e mitigazione della pericolosità:

In generale gli aspetti fondazionali dovranno essere definiti in ottemperanza al D.M. 17/01/18 con specifica relazione geologica e geotecnica con il supporto di indagini in situ ed eventualmente di laboratorio. Le indagini in situ e/o di laboratorio potranno essere omesse a discrezione del professionista incaricato in relazione alla conoscenza geologica sito specifica derivante da eventuali indagini eseguite nelle vicinanze e comunque su terreni appartenenti alla stessa unità litostratigrafica. Nel caso di vicinanza a corsi d'acqua naturali e/o artificiali, dovrà essere valutata la pericolosità locale sulla base di verifiche idrauliche specifiche.

Le scelte progettuali inerenti le strutture delle opere, le tipologie di fondazione adottate e gli eventuali interventi di mitigazione del rischio idraulico, dovranno essere compatibili con i risultati dell'indagine geologica, geotecnica e idraulica propedeutiche sempre in conformità a quanto disposto dal D.M. 17/01/18 e, sulla base delle risultanze di tali elaborati preliminari, dovrà essere redatto il progetto delle opere.

Sottoclasse IIb

1) Caratteristiche e localizzazioni:

Zone con modesta pericolosità geomorfologica connessa a:

- problemi di tracimazione di corsi d'acqua minori e/o;
- limitata soggiacenza della falda freatica (> 2 m, < 4 m) e/o;
- ristagni idrici causati da scarso drenaggio superficiale.

2) Operatività edilizia e mitigazione della pericolosità:

Si richiamano integralmente le prescrizioni riportate a precedente punto 2) per la Sottoclasse IIa.

È inoltre necessario:

- non consentire la realizzazione di locali interrati derogando solo nei casi in cui questi siano indispensabili nell'ambito di un processo produttivo e siano quindi destinati ad ospitare impianti tecnologici o sistemi di affinamento dei prodotti dell'azienda;
- nel caso in cui vengano realizzati dei locali interrati e/o semi interrati è da prevedere adeguata impermeabilizzazione e drenaggio nel loro intorno.

Sottoclasse IIc

1) Caratteristiche e localizzazioni:

Zone con modesta pericolosità geomorfologica connessa a:

- problemi di tracimazione di corsi d'acqua minori e/o;
- falda freatica a livelli superficiali (soggiacenza < 2 m) o subaffiorante e/o;
- ristagni idrici causati da scarso drenaggio superficiale.

2) Operatività edilizia e mitigazione della pericolosità:

Si richiamano integralmente le prescrizioni riportate a precedente punto 2) per la Sottoclasse IIa.

È inoltre necessario:

- valutare, attraverso un approfondito studio geologico – idraulico, l'ipotesi che i nuovi fabbricati vengano realizzati in sopraelevazione rispetto al piano campagna circostante;
- non consentire la realizzazione di locali interrati derogando solo nei casi in cui questi siano indispensabili nell'ambito di un processo produttivo e siano quindi destinati ad ospitare impianti tecnologici o sistemi di affinamento dei prodotti dell'azienda;
- nel caso in cui vengano realizzati dei locali interrati e/o semi interrati è da prevedere adeguata impermeabilizzazione e drenaggio nel loro intorno.

Sottoclasse IIId

1) Caratteristiche e localizzazioni:

Zone caratterizzate da assenza di pericolosità, ma situate in prossimità delle zone classificate in classe IIIa1.

Si tratta di settori ubicati su superfici di raccordo tra l'alto terrazzo e le aree golenali, ma comunque sempre al di sopra della quota della piena di riferimento per $Tr = 200$ anni (fascia B).

2) Operatività edilizia e mitigazione della pericolosità:

Si richiamano integralmente le prescrizioni riportate al precedente punto 2) per la Sottoclasse IIa.

Non si pongono limitazioni alla loro utilizzazione urbanistica, salvo l'impossibilità di realizzare locali interrati e/o semi-interrati.

Sottoclasse IIIa

Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteristiche geomorfologiche e idrogeologiche tali da renderle inidonee alla realizzazione di nuovi insediamenti. Viene suddivisa nelle sottoclassi IIIa1, IIIa2 e IIIa3.

In tale classe sono ammesse la manutenzione ordinaria e straordinaria oltre alla demolizione.

Inoltre ulteriori possibilità edificatorie potranno essere consentite, se non ubicate in ambito di

dissesto attivo o incipiente, a seguito di uno studio di compatibilità geomorfologica di dettaglio, comprensivo di indagini geologiche e geotecniche e a seguito della realizzazione di opere di riassetto territoriale di riduzione del rischio eventualmente individuate da tale studio.

Per gli edifici sparsi ricadenti in classe IIIa la superficie massima di ampliamento per adeguamenti igienico-funzionali non può eccedere i 25 m²; è da escludere qualsiasi intervento edilizio in area in dissesto attivo, incipiente o in area potenzialmente dissestabile, anche se connesse ad attività e residenze rurali.

Indicazioni operative generali per la classe IIIa

Si rimarca il rispetto di cui agli articoli 29, 30 e 31 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), per le zone ricadenti in fascia A, B o C, rispettivamente.

Sottoclasse IIIa1:

Caratteristiche e localizzazioni delle aree in sottoclasse IIIa1:

Settori situati in prossimità del bordo di terrazzo insommergibile nei tratti in cui si presenta sottoposto a erosione laterale in concomitanza degli eventi di piena del T. Orco o comunque in condizioni di instabilità potenziale anche indipendentemente dalle interferenze con il T. Orco.

Settori che si sviluppano su rilevati artificiali realizzati in area golenale.

Zone la cui salvaguardia risulta strettamente determinante per la protezione delle aree retrostanti in classe I.

Operatività edilizia e mitigazione della pericolosità in aree di sottoclasse IIIa1:

Sono da prevedere interventi di riassetto essenzialmente idraulico atti a prevenirne l'erosione, attraverso un'adeguata regimazione idraulica del T.Orco.

Non è consentita la realizzazione di nuovi edifici.

Sottoclasse IIIa2:

Caratteristiche e localizzazioni delle aree in sottoclasse IIIa2:

Settori golenali sviluppati principalmente in sinistra del T. Orco periodicamente inondabili per eventi di piena con Tr indicativamente compreso tra 10 e 200 anni.

Operatività edilizia e mitigazione della pericolosità in aree di sottoclasse IIIa2:

Non è consentita la realizzazione di nuovi edifici. Sono consentiti interventi di sistemazione idraulica finalizzati al ripristino della funzionalità idraulica del settore.

Sottoclasse IIIa3:

Caratteristiche e localizzazioni delle aree in sottoclasse IIIa3:

Aree prospicienti i corsi d'acqua secondari drenanti l'alto terrazzo insommergibile caratterizzate da inondazioni aventi frequenza stagionale. Zone individuate quali fasce di rispetto assoluto.

Operatività edilizia e mitigazione della pericolosità in aree di sottoclasse IIIa3:

Non è consentita la realizzazione di nuovi edifici. Per quanto riguarda l'applicazione dell'Articolo 29 della l.r. 56/77 e fasce di tutela dei corsi d'acqua derivanti dal R.D. 523/1904 si precisa quanto segue:

Le fasce di cui al comma 1 dell'art. 29 della l.r. 56/77 così come modificata dalla l.r. 3/2013, sono tracciate, in sede di formazione degli strumenti urbanistici e relative varianti, solo nelle situazioni citate al comma 5 del medesimo articolo¹; sono difatti escluse dalla perimetrazione di cui all'art. 29 tutti i fiumi, torrenti, rii e canali per i quali siano stati condotti gli approfondimenti geologici e/o idraulici ai sensi della Circolare PGR 7/Lap/96 e sulla base della Parte II del presente Allegato, volti a perimetrarne la pericolosità e il rischio, nonché i corsi d'acqua già interessati dalle fasce fluviali del PAI. Nel caso in cui si tratti di un corso **d'acqua soggetto ai disposti del Regio decreto 25 luglio 1904, n. 523** (Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie) occorre tenere conto che, pur essendo consentiti la riduzione o l'annullamento della fascia ai sensi dei commi 2 e 4 dell'art. 29 della l.r. 56/77, trova comunque sempre applicazione l'art. 96 lett. f) del medesimo R.D. nelle cui fasce permane, pertanto, il vincolo di inedificabilità. Tale norma individua infatti una fascia di inedificabilità assoluta, disponendo che sono vietate (...) *le piantagioni di alberi e siepi, le fabbriche, gli scavi e lo smovimento del terreno a distanza dal piede degli argini, minore di quella stabilita dalle discipline vigenti nelle diverse località ed in mancanza di tali discipline, a distanza minore di metri quattro per le piantagioni e smovimento del terreno e di metri dieci per le fabbriche e per gli scavi*(...).

Si ricorda, inoltre, che ai fini della tutela paesaggistica si applicano in ogni caso i disposti di cui all'art. 142 del D.lgs. 42/2004 per i fiumi e torrenti iscritti all'elenco delle acque pubbliche. Inoltre allegato alla presente viene prodotta planimetria dei rii minori.

Sottoclasse IIIB

La classe IIIB si suddivide nelle due sottoclassi IIIB3 e IIIB4.

Sottoclasse IIIB3

Si tratta delle fasce di rispetto di corsi d'acqua intubati, a percorso sotterraneo e in corrispondenza di nuclei abitati.

Operatività edilizia e mitigazione della pericolosità in aree di sottoclasse IIIB3:

La Tabella 1 definisce gli interventi edilizi ammissibili prima e dopo l'esecuzione delle opere di riassetto idrogeologico e minimizzazione della pericolosità, conformemente alla DGR 61-7417 del 07/04/2014.

Per gli edifici esistenti sono consentiti interventi di manutenzione, ristrutturazione, risanamento e adeguamento igienico-funzionale. Sono ammessi modesti interventi di ampliamento dell'esistente in elevazione anche con il cambio di destinazione d'uso di sottotetti non abitabili.

A seguito degli approfondimenti di cui al par.6 della parte I all'Allegato A della DGR 64-7417, negli edifici ricadenti in fascia di classe IIIB3 relativa alle rogge intubate interne al perimetro dei centri e nuclei abitati, è possibile effettuare interventi di ristrutturazione con cambio di destinazione d'uso dei piani superiori al primo fuori terra, per classi di carico antropico I, II, III e IV.

¹ Comma 5 art. 29 L.R. 56/77: In sede di adeguamento dello strumento urbanistico al PAI, di redazione di una variante generale o strutturale, limitatamente alle aree oggetto di variante, per torrenti e canali per i quali sia stato valutato non necessario un approfondimento geomorfologico e idraulico sono confermate le fasce di cui al comma 1, da estendersi anche ai rii; per i fiumi non interessati dalle fasce fluviali del PAI e per i torrenti, rii e canali della restante parte del territorio, sono perimetrati e normati le aree di pericolosità e rischio secondo le disposizioni regionali, che sostituiscono le delimitazioni di cui al comma 1

Sottoclasse IIb4

Edifici localizzati in ambito delle fasce PAI e in aree soggette alla dinamica fluviale del T. Orco, sia per quanto riguarda fenomeni di esondazione, sia per quanto riguarda fenomeni di erosione spondale.

Operatività edilizia e mitigazione della pericolosità in aree di sottoclasse IIb4

La Tabella 1 definisce gli interventi edilizi ammissibili prima e dopo l'esecuzione delle opere di riassetto idrogeologico e minimizzazione della pericolosità.

In assenza di opere idonee a ridurre la pericolosità è possibile eseguire soltanto interventi che non incrementino il carico antropico, finalizzati a migliorare le prestazioni statiche, energetiche e igienico-funzionali degli edifici esistenti.

A seguito di interventi di riassetto idrogeologico, fermo restando il divieto di incrementare il carico antropico, sono ammesse anche opere di ristrutturazione e ampliamento se compatibili con la pericolosità residua.

È vietata la realizzazione di nuovi edifici sui lotti liberi anche a seguito dell'ultimazione degli interventi di messa in sicurezza previsti. Si ritiene ammissibile, ad esclusione degli interventi ricadenti in aree di dissesto attivo o incipiente (cfr. Allegato G.1.6 "Carta della Pericolosità delle aree inondabili e del dissesto") e previa valutazione della pericolosità residua e conseguente definizione dei necessari accorgimenti operativi, la costruzione di opere pertinenziali e bassi fabbricati a uso autorimessa e ricovero.

In ogni caso, la fase progettuale degli interventi dovrà essere preceduta da un'accurata indagine geologico-tecnica, in osservanza al D.M. 17/1/2018, che evidenzii le problematiche puntuali e indichi gli accorgimenti tecnici da adottare per minimizzare il rischio.

30 Opere di interesse Pubblico

È ammessa la realizzazione delle seguenti tipologie di opere di interesse pubblico riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili secondo le disposizioni individuate dalla DGR n. 18 – 2555 del 9/12/2015 - Chiarimenti in ordine alle disposizioni applicabili a seguito dell'abrogazione dell'art. 31 della l.r. n. 56/77 ai sensi della legge regionale 11 marzo 2015 n. 3 "Disposizioni regionali in materia di semplificazione" e sostituzione del paragrafo 7 della parte I dell'allegato A alla DGR n. 64-7417 del 7/4/2014:

- infrastrutture lineari aeree e interrate (condotte per fluidi e cavi per energia e telecomunicazioni) con le relative opere accessorie;
- infrastrutture puntuali e areali (centrali di produzione e trasformazione energetica, captazioni idriche, impianti di depurazione, tralicci) con le relative opere accessorie;
- infrastrutture per la mobilità con le relative opere accessorie;
- ampliamento dell'area cimiteriale del capoluogo, in quanto le opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili, come il caso dell'ampliamento del cimitero, sono compatibili con l'applicazione della classe IIIa.

Quanto sopra è ammissibile a condizione che non modifichi i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale-torrentizio, che non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di

invaso e che non concorrano ad incrementare il carico insediativo. A tal fine i progetti dovranno essere corredati da uno studio geologico-idraulico volto a verificare la compatibilità delle opere in progetto con il contesto di pericolosità geomorfologica rilevato ed a definire le opere accessorie eventualmente necessarie a garantire l'assenza di modificazioni dirette o indotte al quadro del dissesto esistente.

Si rimarca il rispetto di cui agli articoli 29, 30, 31 e 38 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), per le zone ricadenti in fascia A, B o C, rispettivamente.

31 Prescrizioni idraulico-geologiche di carattere generale

- 1) In aggiunta alle norme di intervento relative alle singole classi e sottoclassi di pericolosità, si dettano inoltre le seguenti prescrizioni di carattere generale.

Norme per la regimazione delle acque superficiali e per gli interventi sul reticolo idrografico

- a) Per qualunque corso d'acqua del reticolo idrografico minore, iscritto nell'elenco delle acque pubbliche o con alveo pubblico, valgono le disposizioni del RD 523 del 25/07/1904 art. 96 lett. f).
- b) Qualora risultassero differenze tra l'andamento dei corsi d'acqua demaniali, così come riportati sulle mappe catastali, ed il percorso planimetrico definito sulla Carta Tecnica di riferimento, le fasce di rispetto si applicano alla linea di drenaggio attiva, rimanendo di proprietà demaniale l'area abbandonata ai sensi e per gli effetti della L.37/1994 e dell'art.32, comma 3, titolo II, delle NTA del PAI.
- c) Non è ammessa la copertura dei corsi d'acqua principali o del reticolo idrografico minore, mediante tubi o scatolari anche di ampia sezione, tranne il caso di attraversamenti; è comunque possibile la regimazione a cielo aperto mediante strutture grigliate.
- d) Sulle aree soprastanti i tratti intubati è vietata la nuova costruzione ed è inoltre precluso il recupero funzionale degli edifici esistenti, se da ciò ne deriva un aumento del carico antropico.
- e) Recinzioni e muri di contenimento longitudinali a corsi d'acqua devono essere realizzati in modo da non provocare restringimenti della sezione di deflusso e da consentire l'accesso all'alveo per le operazioni di manutenzione, controllo e pulizia.
- f) Deve essere garantita la costante sorveglianza e manutenzione delle opere di difesa e di riassetto esistenti e la pulizia sistematica dei detriti dei corsi d'acqua, che interessano aree antropiche: in particolare deve essere effettuato, quando necessario, il disalveo dei tratti in sovralluvionamento o rimossi eventuali tronchi o carico flottante accumulato in alveo, al fine di garantire la conservazione di un corretto profilo di equilibrio ed evitare pericolose divagazioni per sovralluvionamento;
- g) Deve essere garantita la piena percorribilità, ove possibile veicolare, delle sponde dei corsi d'acqua interessati da opere idrauliche di protezione, ai fini ispettivi e di manutenzione.
- h) Le opere di attraversamento stradale dei corsi d'acqua devono essere realizzate mediante ponti, in maniera tale che la larghezza della sezione di deflusso non vada in alcun modo a ridurre la larghezza dell'alveo "a rive piene" misurata a monte dell'opera, indipendentemente dalle risultanze della verifica della portata.
- i) Le acque provenienti da tetti e piazzali dovranno essere opportunamente regimate e smaltite in impluvi naturali, adottando gli accorgimenti necessari per evitare l'innescò di erosioni;

esclusivamente se ammesso dall'ente gestore, esse potranno essere smaltite in fognatura.

- j) Secondo il principio dell'“invarianza idraulica”, per ogni previsione urbanistica che provochi una significativa variazione di permeabilità superficiale, devono essere previste misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente udometrico.
- 2) Il certificato di destinazione urbanistica deve riportare anche i dati relativi alla classificazione del territorio in funzione del dissesto.
- 3) In sede abilitativa degli interventi edilizi i soggetti attuatori degli stessi devono essere informati sulle limitazioni a cui sono soggette le aree in dissesto e sugli interventi prescritti per la loro messa in sicurezza e, nel caso di interventi eseguiti in aree che presentino fattori di rischio, il soggetto attuatore è tenuto (ai sensi dell'art. 18 c. 7 delle NdA del PAI) a sottoscrivere un atto liberatorio che escluda ogni responsabilità dell'amministrazione pubblica in ordine ad eventuali futuri danni a cose o persone comunque derivati dal dissesto segnalato.
- 4) Qualora siano presenti, all'interno di lotti edificabili preesistenti, delle porzioni di territorio inserite in classe IIIa (ad esempio, fasce di rispetto del reticolo idrografico, ecc.), sebbene utilizzabili nel computo della cubatura o delle superfici complessivamente realizzabili, queste non potranno essere impiegate a fini edificatori.
- 5) Per quanto non espressamente indicato nel presente comma, si fa riferimento al paragrafo 7 della Nota Tecnica Esplicativa alla Circolare 7/LAP/96. Si richiama inoltre in quanto applicabile la seguente normativa di settore:
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dell'Interno del 17/01/2018 “Norme tecniche per le costruzioni” ed in particolare quanto previsto al Capitolo 6 “Progettazione geotecnica”;
 - Norme di Attuazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001 ed approvato con decreto del Presidente del Consiglio dei ministri del 24 maggio 2001

31.1 Indicazioni in merito alla determinazione della fascia di classe III (a3 o b3) lungo i rii minori.

Le fasce di classe III (classe IIIa3 o IIIb3) lungo il reticolo idrografico minore sono state tracciate sulla base di uno dei seguenti criteri:

1. criterio geomorfologico;
2. criterio idraulico (con verifica eventuale di adeguamenti dei risultati delle simulazioni idrauliche ad elementi geomorfologici di dettaglio);
3. criterio geometrico, che ha portato alla individuazione dei due seguenti casi:
 - a) fasce di ampiezza pari a 10 m da ciascuna sponda;
 - b) fasce di ampiezza pari a 20 m da ciascuna sponda.

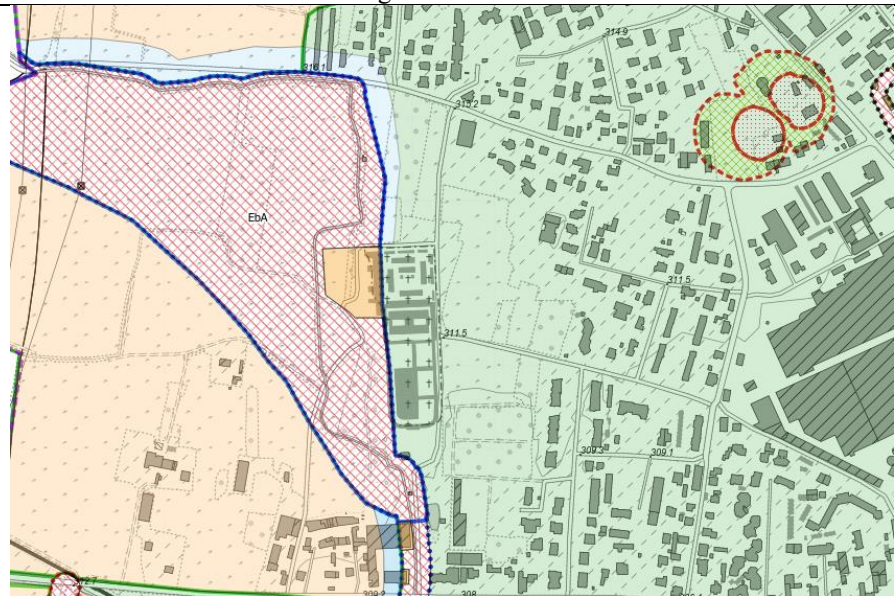
Mentre per le fasce tracciate con il criterio geomorfologico o idraulico (o con la combinazione di entrambe le metodologie) fa riferimento il limite riportato nella Tav. G.1.8 (Carta di Sintesi) e relative trasposizioni sulle tavole di Piano, i limiti tracciati con il criterio geometrico richiedono una verifica locale in sede di elaborazione dei progetti che verranno presentati all'esame dell'istruttoria tecnica presso gli uffici comunali. Questo perché si è sovente riscontrata (come spesso accade per i rii minori) la incongruenza della posizione planimetrica tra alveo catastale e alveo naturale (v. ad es. Figura 5).

In questi casi occorre, quindi che venga rilevato topograficamente il ciglio di sponda e tracciata la relativa fascia valida a scala locale come suo offset di 10 o 20 m a seconda dei casi.



Figura 5: esempio di incongruenza tra alveo reale e sua rappresentazione catastale

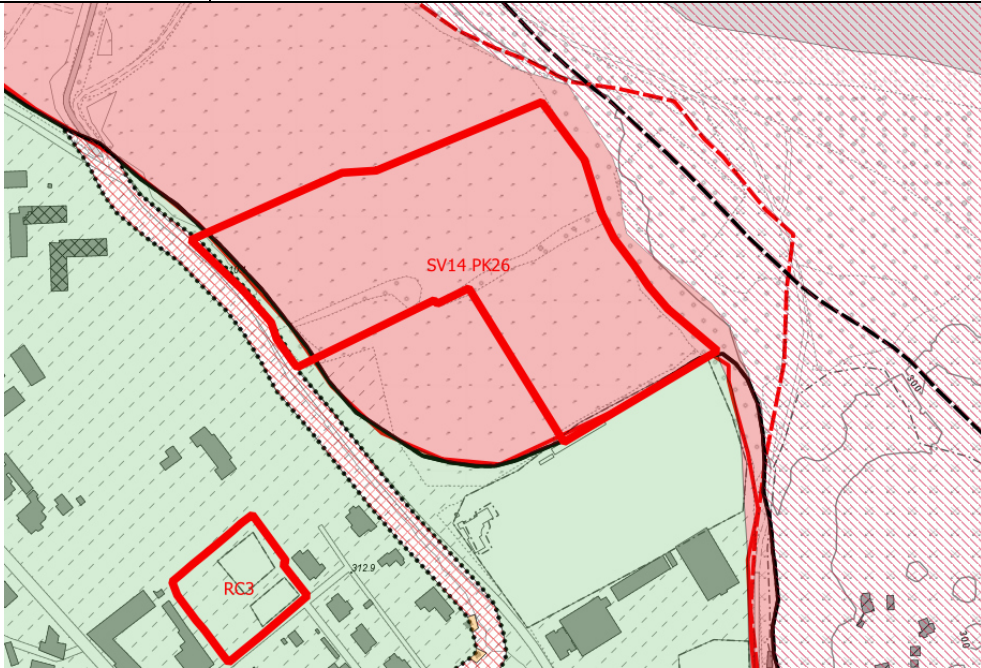
32 Schede delle aree in variante

ID: IC2	Cimitero del concentrico comunale		
DESTINAZIONE PREVISTA, TIPO DI INSEDIAMENTO E MODIFICHE INTRODOTTE	L'area del cimitero si colloca a nord della S.P. Rivarolo – Favria.		
CLASSE DI APPARTENENZA AI SENSI DELLA CIRCOLARE 7/ LAP CAP. 5 (08.05.1996)	CLASSE I, IIIa3 e IIIb3		
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOMORFOLOGICHE	UNITA' LITOSTRATIGRAFICA Depositi fluvioglaciali rissiani, costituiti da ghiaie con ciottoli in matrice sabbiosa, sormontati da un livello limoso argilloso.	GEOMORFOLOGIA Zona pianeggiante sull'alto terrazzo.	IDROLOGIA Superficiale: in prossimità del Rio Crosa - Levesa Falda: freatica a circa 10 - 12 m dal piano campagna.
DISSESTI IDROGEOLOGICI	La parte in classe IIIa3 è soggetta alla dinamica torrentizia del Torrente Crosa.		
VINCOLI RICADENTI SULL'UTILIZZO DELL'AREA	Rispetto del D.M. 17/01/18 con specifica relazione geologica e geotecnica con il supporto di indagini in situ ed eventualmente di laboratorio. Dovrà essere garantita la manutenzione ordinaria e straordinaria delle sponde e dell'alveo del Rio Crosa e del canale scolmatore.		
DEFINIZIONE DI MASSIMA DELLE INDAGINI DA ESEGUIRE E COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO	Caratterizzazione geologica e geotecnica, ai sensi del D.M. 17/01/2018. Le indagini geotecniche in sito e/o di laboratorio potranno essere omesse in caso di interventi di modesta entità a discrezione del professionista incaricato, in relazione alla conoscenza geologica sito specifica derivante da eventuali indagini eseguite nelle vicinanze e comunque su terreni appartenenti alla stessa unità litostratigrafica. Occorre inoltre far riferimento, per gli aspetti di natura idraulica, allo studio idraulico redatto dall'Ing. P. Oria del 2013.		
			

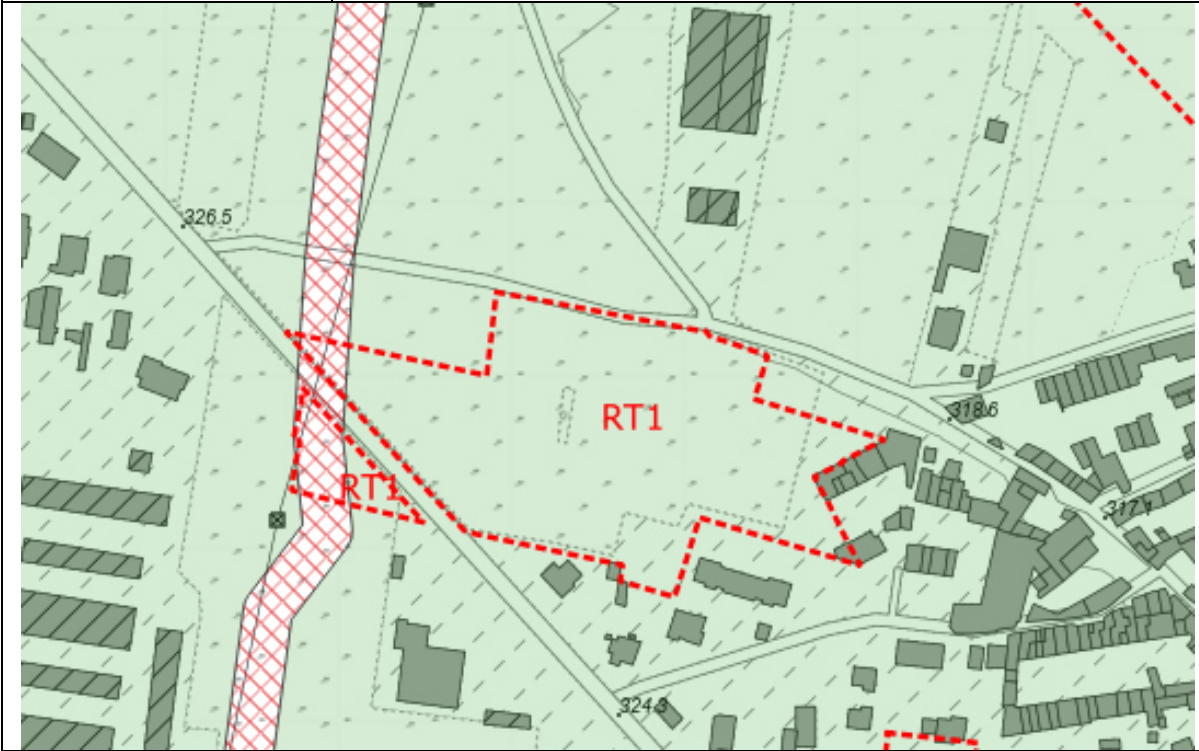
ID:	Circonvallazione		
DESTINAZIONE PREVISTA, TIPO DI INSEDIAMENTO E MODIFICHE INTRODOTTE	L'area è posta a monte del ponte della S.P. Rivarolo – Ozegna.		
CLASSE DI APPARTENENZA AI SENSI DELLA CIRCOLARE 7/ LAP CAP. 5 (08.05.1996)	CLASSE IIIa1 e IIIa2, oltre a un breve tratto in classe I.		
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOMORFOLOGICHE	UNITA' LITOSTRATIGRAFICA Depositi fluvioglaciali rissiani, costituiti da ghiaie con ciottoli in matrice sabbiosa, sormontati da un livello limoso argilloso e depositi fluviali recenti del T. Orco.	GEOMORFOLOGIA Zona pianeggiante sull'alto terrazzo (in piccola parte) e zona golenale in destra idrografica.	IDROLOGIA Superficiale: connessa direttamente alla dinamica del T. Orco per l'area in classe IIIa2, in quanto posizionata entro la fascia B del PAI. Falda: freatica a circa 10 - 12 m dal piano campagna nella zona dell'alto terrazzo e a ca. 2 - 4 m nella zona golenale.
DISSESTI IDROGEOLOGICI	La porzione di area in classe IIIa2 è soggetta all'azione della dinamica fluviale del T. Orco, la zona in classe IIIa1 è potenzialmente soggetta a fenomeni erosivi, mentre la zona in classe I è priva di pericolosità. La porzione in classe IIIa ricade entro le fasce B del PAI vigente, ma si precisa che è parzialmente in fascia A prevista nel progetto di variante alle fasce del PAI, attualmente in itinere. L'area è inoltre esterna alle zone alluvionabili per $T_r=500$ anni del Studio Idraulico di SRIA s.r.l..		
VINCOLI RICADENTI SULL'UTILIZZO DELL'AREA	Rispetto del D.M. 17/01/18 con specifica relazione geologica e geotecnica con il supporto di indagini in situ ed eventualmente di laboratorio. In questa area sono possibili unicamente gli interventi di trasformazione secondo le disposizioni individuate dalla DGR n. 18 – 2555 del 9/12/2015 - <i>Chiarimenti in ordine alle disposizioni applicabili a seguito dell'abrogazione dell'art. 31 della l.r. n. 56/77 ai sensi della legge regionale 11 marzo 2015 n. 3 "Disposizioni regionali in materia di semplificazione" e sostituzione del paragrafo 7 della parte I dell'allegato A alla DGR n. 64-7417 del 7/4/2014.</i> Il comune è tenuto a dichiarare che l'opera in progetto è di interesse pubblico e non altrimenti localizzabile.		
DEFINIZIONE DI MASSIMA DELLE INDAGINI DA ESEGUIRE E COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO	Caratterizzazione geotecnica, geologica ed idraulica secondo la normativa vigente. Inoltre il progetto dell'infrastruttura deve essere supportato da uno studio di compatibilità idraulica ai sensi dell'art. 38 delle NTA del PAI.		



ID:2 - SV14 PK26	Area Servizi (verde, attrezzature, parcheggi)		
DESTINAZIONE PREVISTA, TIPO DI INSEDIAMENTO E MODIFICHE INTRODOTTE	L'area è posta direttamente a nord del campo sportivo comunale.		
CLASSE DI APPARTENENZA AI SENSI DELLA CIRCOLARE 7/ LAP CAP. 5 (08.05.1996)	CLASSE IIIa3 e IIIa2		
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOMORFOLOGICHE	UNITA' LITOSTRATIGRAFICA Depositi fluvioglaciali rissiani, costituiti da ghiaie con ciottoli in matrice sabbiosa, sormontati da un livello limoso argilloso.	GEOMORFOLOGIA Zona pianeggiante sull'alto terrazzo.	IDROLOGIA Superficiale: connessa direttamente alla dinamica del T. Orco per l'area in classe IIIa2, in quanto posizionata entro la fascia B del PAI. Falda: freatica a circa 10 - 12 m dal piano campagna nella zona dell'alto terrazzo.
DISSESTI IDROGEOLOGICI	La porzione di area in classe IIIa3 è soggetta alle fasce della Roggia di Vesignano, la porzione in classe IIIa2 ricade entro le fasce B del PAI ma si precisa che l'area essendo ubicata sull'alto terrazzo insommergibile non ha mai subito fenomeni di allagamento durante i vari eventi alluvionali.		

VINCOLI RICADENTI SULL'UTILIZZO DELL'AREA	Rispetto del D.M. 17/01/18 con specifica relazione geologica e geotecnica con il supporto di indagini in situ ed eventualmente di laboratorio. L'area ricadendo in part in classe IIIa2 e IIIa3 è ineditabile.
DEFINIZIONE DI MASSIMA DELLE INDAGINI DA ESEGUIRE E COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO	Caratterizzazione geotecnica, le indagini geotecniche in sito e/o di laboratorio potranno essere omesse in caso di interventi di modesta entità a discrezione del professionista incaricato, in relazione alla conoscenza geologica sito specifica derivante da eventuali indagini eseguite nelle vicinanze e comunque su terreni appartenenti alla stessa unità litostatigrafica. Si ritiene inoltre necessario uno studio di compatibilità idraulica dell'intervento ai sensi dell'art. 30 delle NTA del PAI.
	

ID:1 - RT1	Area Residenziale		
DESTINAZIONE PREVISTA, TIPO DI INSEDIAMENTO E MODIFICHE INTRODOTTE	L'area RT1 è ubicata in destra canale scolmatore della Crosa, a cavallo della S.P. 460. .		
CLASSE DI APPARTENENZA AI SENSI DELLA CIRCOLARE 7/ LAP CAP. 5 (08.05.1996)	CLASSE I e IIIa3		
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOMORFOLOGICHE	UNITA' LITOSTRATIGRAFICA Depositi fluvioglaciali rissiani, costituiti da ghiaie con ciottoli in matrice sabbiosa, sormontati da un livello limoso argilloso.	GEOMORFOLOGIA Zona pianeggiante sull'alto terrazzo.	IDROLOGIA Superficiale: in prossimità del canale scolmatore del Rio Crosa - Levesa Falda: freatica a circa 10 m dal piano campagna.
DISSESTI IDROGEOLOGICI	Nessuno esente la parte in classe IIIa3 soggetta alla dinamica torrentizia del Torrente Crosa		
VINCOLI RICADENTI SULL'UTILIZZO DELL'AREA	Rispetto del D.M. 17/01/18 con specifica relazione geologica e geotecnica con il supporto di indagini in situ ed eventualmente di laboratorio. La porzione in classe IIIa3 è ineditabile.		

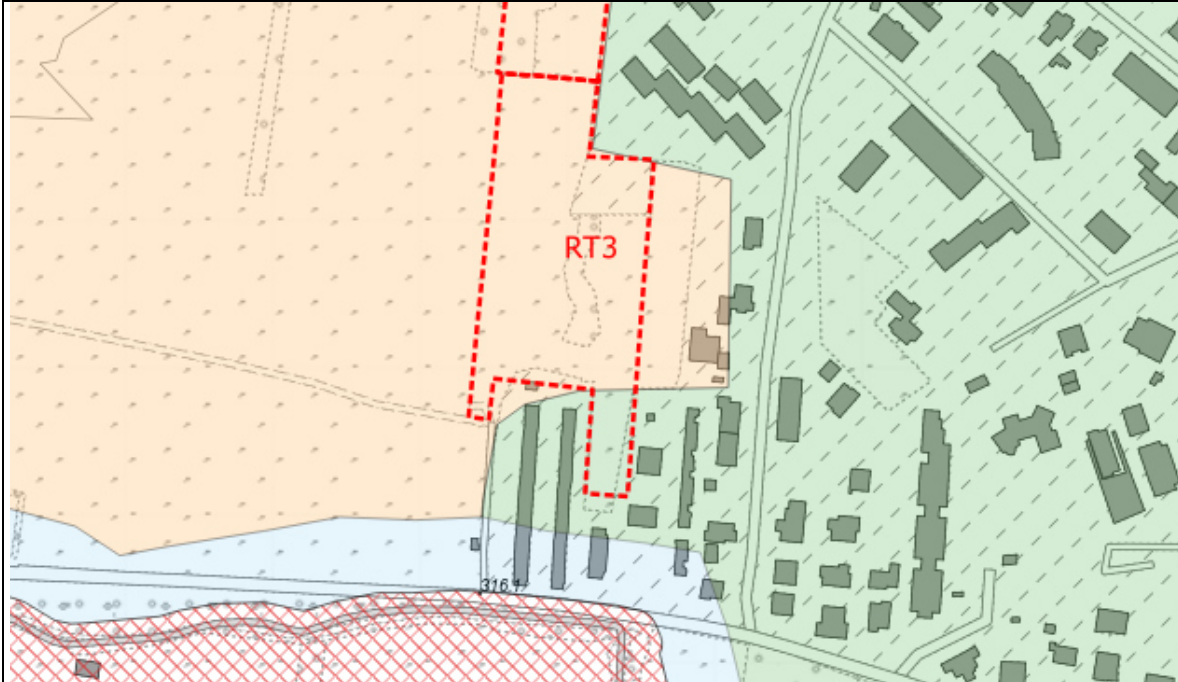
DEFINIZIONE DI MASSIMA INDAGINI ESEGUIRE COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO	DI DELLE DA E	Caratterizzazione geotecnica, le indagini geotecniche in sito e/o di laboratorio potranno essere omesse in caso di interventi di modesta entità a discrezione del professionista incaricato, in relazione alla conoscenza geologica sito specifica derivante da eventuali indagini eseguite nelle vicinanze e comunque su terreni appartenenti alla stessa unità litostratigrafica.
		

ID:3 - RT2	Area residenziale di ampliamento		
DESTINAZIONE PREVISTA, TIPO DI INSEDIAMENTO MODIFICHE INTRODOTTE	Area posta a nord della via Oglianico		
CLASSE DI APPARTENENZA AI SENSI DELLA CIRCOLARE 7/ LAP CAP. 5 (08.05.1996)	CLASSE IIa		
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOMORFOLOGICHE	UNITA' LITOSTRATIGRAFICA Depositi fluvioglaciali rissiani, costituiti da ghiaie con ciottoli in matrice sabbiosa, sormontati da un livello limoso argilloso.	GEOMORFOLOGIA Zona pianeggiante sull'alto terrazzo.	IDROLOGIA Superficiale: assente in seguito alla realizzazione dello scolmatore del T. Crosa. Falda: freatica a circa 12 m dal piano campagna.
DISSESTI IDROGEOLOGICI	Zona classificata come EmA in seguito agli eventi alluvionali accaduti negli anni 90 che avevano provocato modesti allagamenti. In seguito alla realizzazione dello scolmatore della Crosa l'area non risulta più allagabile		

VINCOLI RICADENTI SULL'UTILIZZO DELL'AREA	Rispetto del D.M. 17/01/18 con specifica relazione geologica e geotecnica con il supporto di indagini in situ ed eventualmente di laboratorio. In questa area, a seguito della richiesta formulata dal Settore Tecnico Regionale allegato al verbale della 2 ^a conferenza di copianificazione del 21/11/2019, non è ammissibile la realizzazione di locali interrati.
DEFINIZIONE DI MASSIMA DELLE INDAGINI DA ESEGUIRE E COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO	Caratterizzazione geotecnica, le indagini geotecniche in sito e/o di laboratorio potranno essere omesse in caso di interventi di modesta entità a discrezione del professionista incaricato, in relazione alla conoscenza geologica sito specifica derivante da eventuali indagini eseguite nelle vicinanze e comunque su terreni appartenenti alla stessa unità litostratigrafica.
	

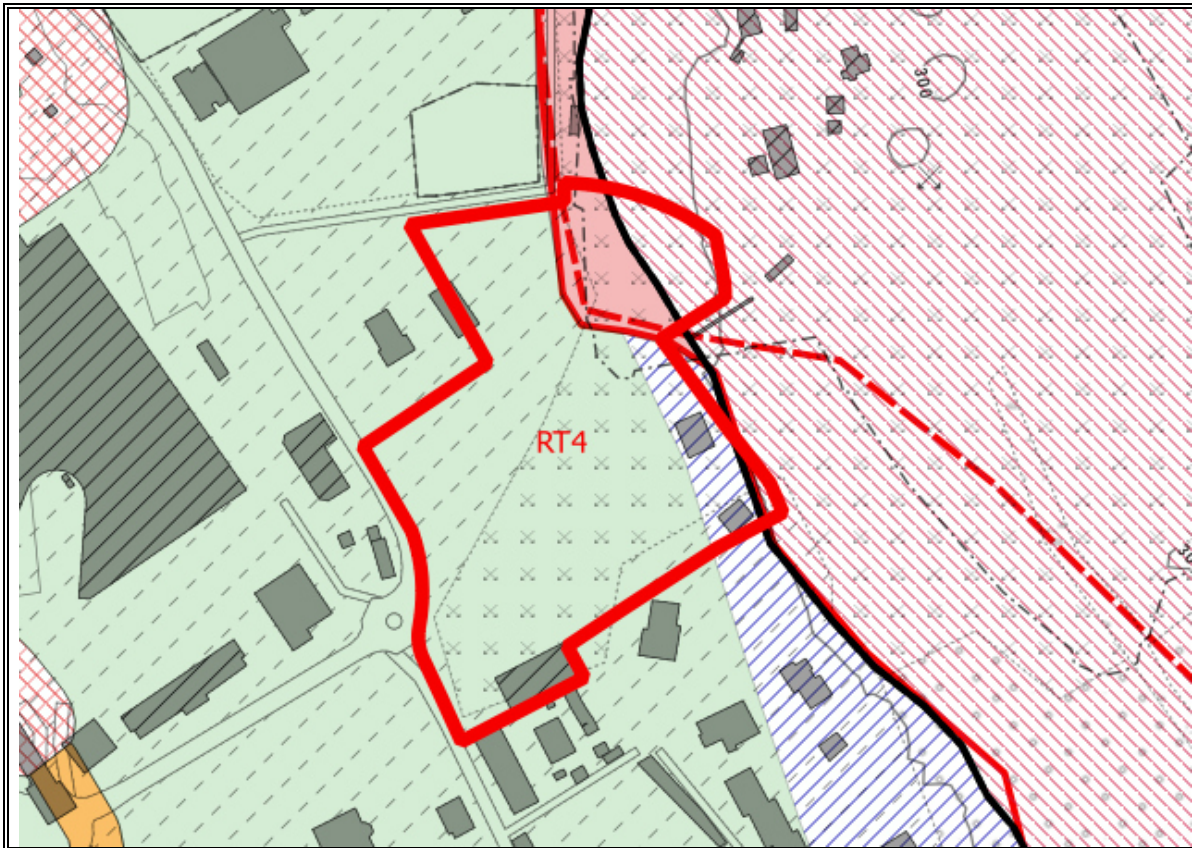
ID:4 - RT3	Area residenziale di ampliamento		
DESTINAZIONE PREVISTA, TIPO DI INSEDIAMENTO E MODIFICHE INTRODOTTE	Area posta a nord della via Oglianico		
CLASSE DI APPARTENENZA AI SENSI DELLA CIRCOLARE 7/ LAP CAP. 5 (08.05.1996)	CLASSE I e IIa		
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOMORFOLOGICHE	UNITA' LITOSTRATIGRAFICA Depositi fluvioglaciali rissiani, costituiti da	GEOMORFOLOGIA A Zona pianeggiante sull'alto terrazzo.	IDROLOGIA Superficiale: assente in seguito alla realizzazione dello scolmatore del T.

	ghiaie con ciottoli in matrice sabbiosa, sormontati da un livello limoso argilloso.	Crosa. Falda: freatica a circa 12 m dal piano campagna.
DISSESTI IDROGEOLOGICI	La porzione in classe IIa è classificata come EmA in seguito agli eventi alluvionali accaduti negli anni 90 che avevano provocato modesti allagamenti. In seguito alla realizzazione dello scolmatore della Crosa l'area non risulta più allagabile.	
VINCOLI RICADENTI SULL'UTILIZZO DELL'AREA	Rispetto del D.M. 17/01/18 con specifica relazione geologica e geotecnica con il supporto di indagini in situ ed eventualmente di laboratorio. In questa area, a seguito della richiesta formulata dal Settore Tecnico Regionale allegato al verbale della 2^ conferenza di copianificazione del 21/11/2019, non è ammissibile la realizzazione di locali interrati.	
DEFINIZIONE DI MASSIMA DELLE INDAGINI DA ESEGUIRE E COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO	Caratterizzazione geotecnica, le indagini geotecniche in sito e/o di laboratorio potranno essere omesse in caso di interventi di modesta entità a discrezione del professionista incaricato, in relazione alla conoscenza geologica sito specifica derivante da eventuali indagini eseguite nelle vicinanze e comunque su terreni appartenenti alla stessa unità litostratigrafica.	

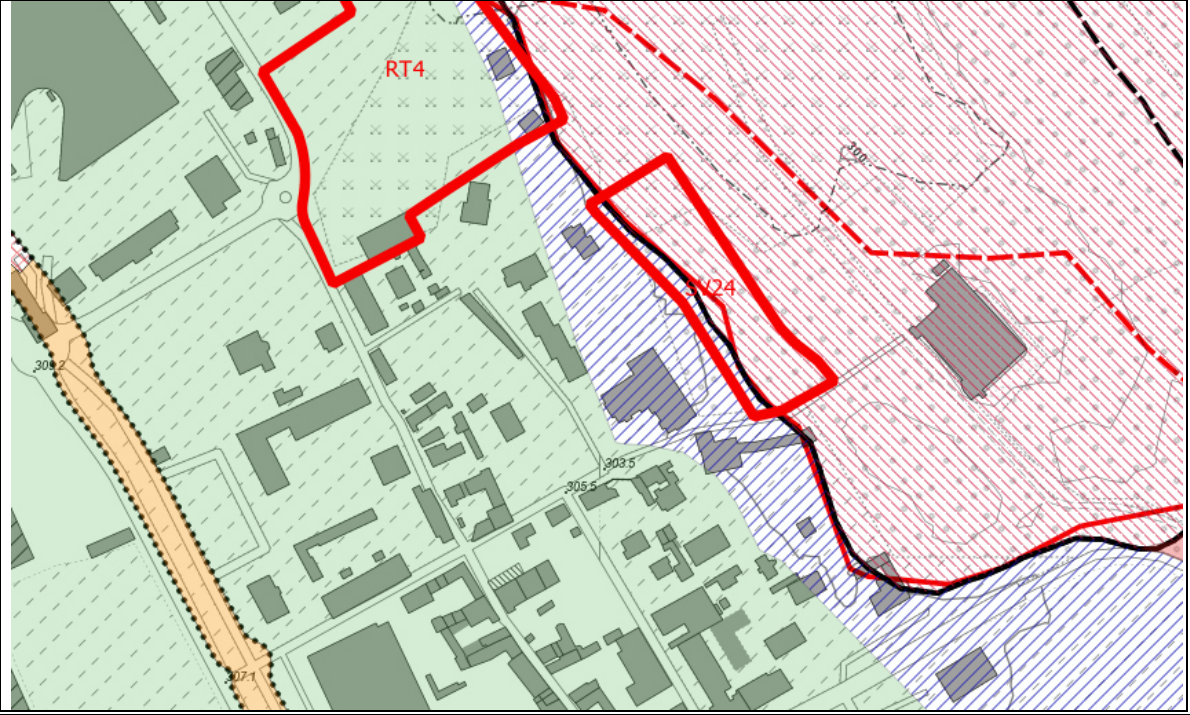


ID:5 RT4	Area Residenziale di Ampliamento
DESTINAZIONE PREVISTA, TIPO DI INSEDIAMENTO E MODIFICHE INTRODOTTE	L'area posta direttamente a sud del campo sportivo comunale.
CLASSE DI APPARTENENZA AI SENSI DELLA CIRCOLARE 7/ LAP	CLASSE I, IId, IIIa3 e IIIa2

CAP. 5 (08.05.1996)			
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOMORFOLOGICHE	UNITA' LITOSTRATIGRAFICA Depositi fluvio-glaciali rissiani, costituiti da ghiaie con ciottoli in matrice sabbiosa, sormontati da un livello limoso argilloso per gli areali compresi in classe I e IId. Per l'area in classe IIIa2, si tratta di depositi fluviali recenti ed attuali.	GEOMORFOLOGIA A Zona pianeggiante sull'alto terrazzo per la classe I Per la classe IIIa2 area pianeggiante connesse con la dinamica del T.Orco. La classe IId e IIIa3 sono poste nella zona di raccordo tra i due differenti areali.	IDROLOGIA Superficiale: connessa direttamente alla dinamica del T. Orco per l'area in classe IIIa2, assente sulle aree più elevate. Falda: freatica a circa 12 m dal piano campagna nella zona dell'alto terrazzo, profonda alcuni metri nelle zone poste a quote inferiori.
DISSESTI IDROGEOLOGICI	Nessun dissesto da segnalare nelle porzioni in classe I e IId, nell'area in classe IIIa2 non si sono verificati fenomeni di allagamento durante l'evento alluvionale dell'ottobre 2000.		
VINCOLI RICADENTI SULL'UTILIZZO DELL'AREA	Rispetto del D.M. 17/01/18 con specifica relazione geologica e geotecnica con il supporto di indagini in situ ed eventualmente di laboratorio. Nella porzione di classe IId, dovrà essere valutata l'acclività ed eventualmente considerate le condizioni di stabilità dell'insieme opera pendio locale sulla base di verifiche di stabilità. La porzione in classe IIIa2, ricadente in ambito di fascia B del PAI, è in edificabile. Inoltre, la stessa porzione di area, ricadrà in Fascia A, ad approvazione avvenuta dello schema di Variante al PAI. Si ribadisce che anche la porzione in classe IIIa1 è in edificabile.		
DEFINIZIONE DI MASSIMA DELLE INDAGINI DA ESEGUIRE E COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO	Caratterizzazione geotecnica, le indagini geotecniche in sito e/o di laboratorio potranno essere omesse in caso di interventi di modesta entità a discrezione del professionista incaricato, in relazione alla conoscenza geologica sito specifica derivante da eventuali indagini eseguite nelle vicinanze e comunque su terreni appartenenti alla stessa unità litostatigrafica.		

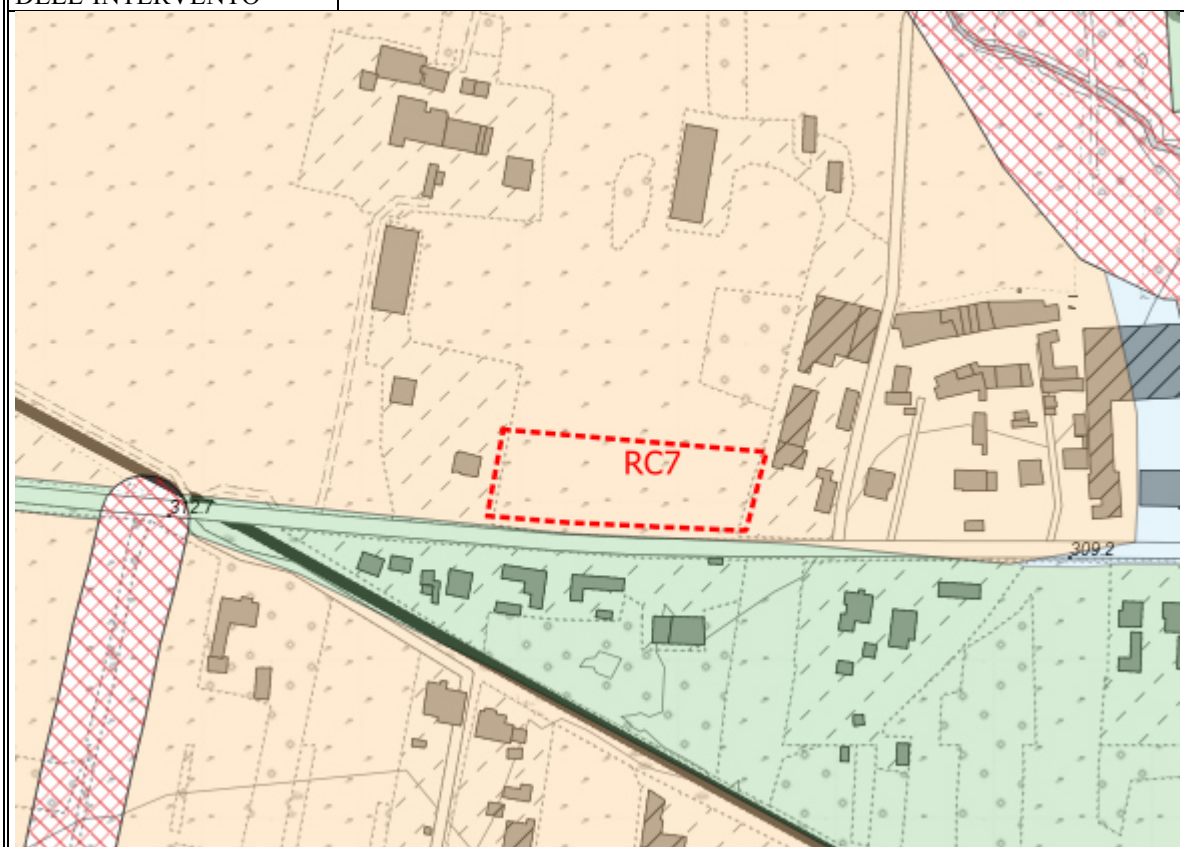


ID:6 - SV24	Nuove aree verde pubblico		
DESTINAZIONE PREVISTA, TIPO DI INSEDIAMENTO E MODIFICHE INTRODOTTE	L'area posta direttamente a sud del campo sportivo comunale.		
CLASSE DI APPARTENENZA AI SENSI DELLA CIRCOLARE 7/ LAP CAP. 5 (08.05.1996)	CLASSE IId e IIIa2		
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOMORFOLOGICHE	UNITA' LITOSTRATIGRAFICA La porzione ricadente in classe IId è costituita da depositi fluvioglaciali rissiani: ghiaie con ciottoli in matrice sabbiosa, sormontati da un livello limoso argilloso. Per l'area in classe IIIa2, si tratta di depositi fluviali recenti ed attuali.	GEOMORFOLOGIA La classe IId è posta nella zona di raccordo tra l'alto terrazzo e la zona connessa al T Orco. Per la classe IIIa2 area pianeggiante connesse con la dinamica del T.Orco.	IDROLOGIA Superficiale: connessa direttamente alla dinamica del T. Orco per l'area in classe IIIa2, assente sulle aree più elevate. Falda: freatica a circa 8 m dal piano campagna nella zona dell'alto terrazzo, profonda alcuni metri nelle zone poste a quote inferiori.
DISSESTI IDROGEOLOGICI	Nessun dissesto da segnalare nelle porzione in classe IId, nell'area in classe IIIa2 non si sono verificati fenomeni di allagamento durante l'evento alluvionale dell'ottobre 2000.		

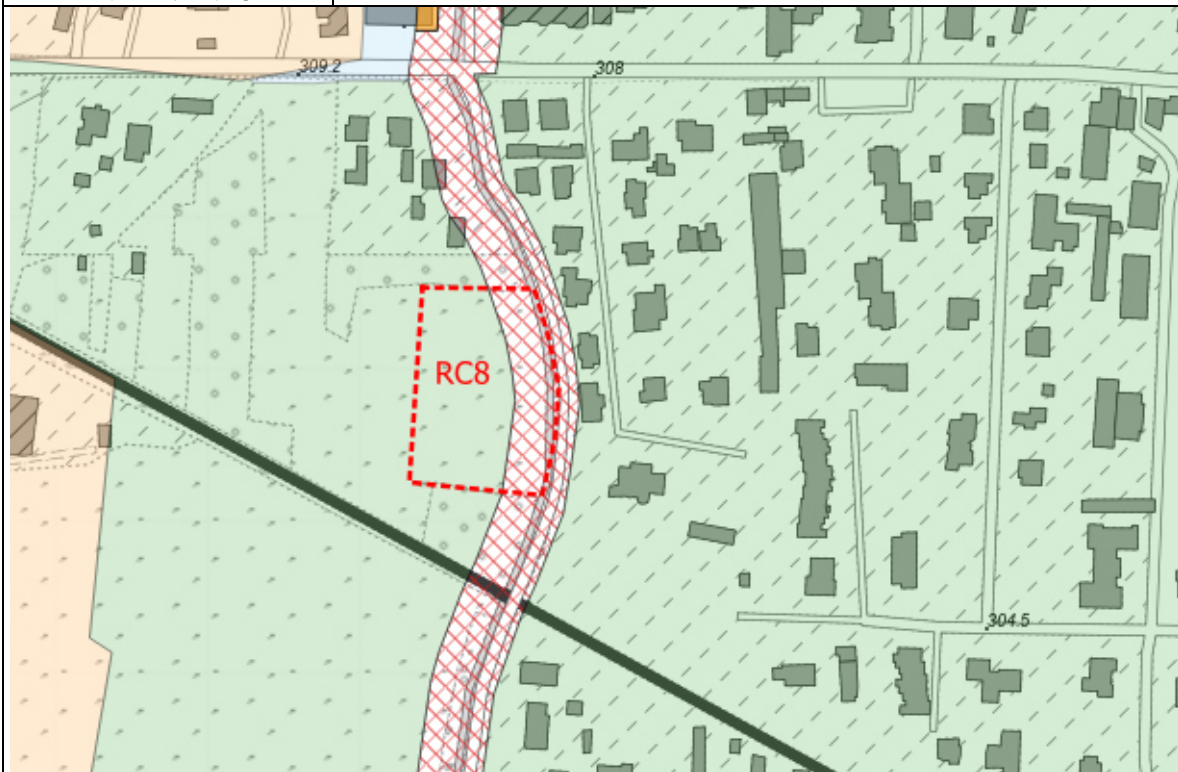
VINCOLI RICADENTI SULL'UTILIZZO DELL'AREA	Rispetto del D.M. 17/01/18 con specifica relazione geologica e geotecnica con il supporto di indagini in situ ed eventualmente di laboratorio. Nella porzione di classe II _d , dovrà essere valutata l'acclività ed eventualmente considerate le condizioni di stabilità dell'insieme opera pendio locale sulla base di verifiche di stabilità. La porzione in classe III _{a2} , ricadente in ambito di fascia B del PAI, è inedificabile.
DEFINIZIONE DI MASSIMA DELLE INDAGINI DA ESEGUIRE E COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO	Caratterizzazione geotecnica, le indagini geotecniche in sito e/o di laboratorio potranno essere omesse in caso di interventi di modesta entità a discrezione del professionista incaricato, in relazione alla conoscenza geologica sito specifica derivante da eventuali indagini eseguite nelle vicinanze e comunque su terreni appartenenti alla stessa unità litostratigrafica.
	

ID:7 - RC7	Area residenziale di completamento da aree agricole		
DESTINAZIONE PREVISTA, TIPO DI INSEDIAMENTO E MODIFICHE INTRODOTTE	Area posta a nord della via Favria		
CLASSE DI APPARTENENZA AI SENSI DELLA CIRCOLARE 7/ LAP CAP. 5 (08.05.1996)	CLASSE II _a		
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOMORFOLOGICHE	UNITA' LITOSTRATIGRAFICA Depositi fluvioglaciali rissiani, costituiti da ghiaie con ciottoli in matrice sabbiosa, sormontati da un livello limoso	GEOMORFOLOGIA A Zona pianeggiante sull'alto terrazzo.	IDROLOGIA Superficiale: assente in seguito alla realizzazione dello scolmatore del T. Crosa. Falda: freatica a circa 12 m dal piano campagna.

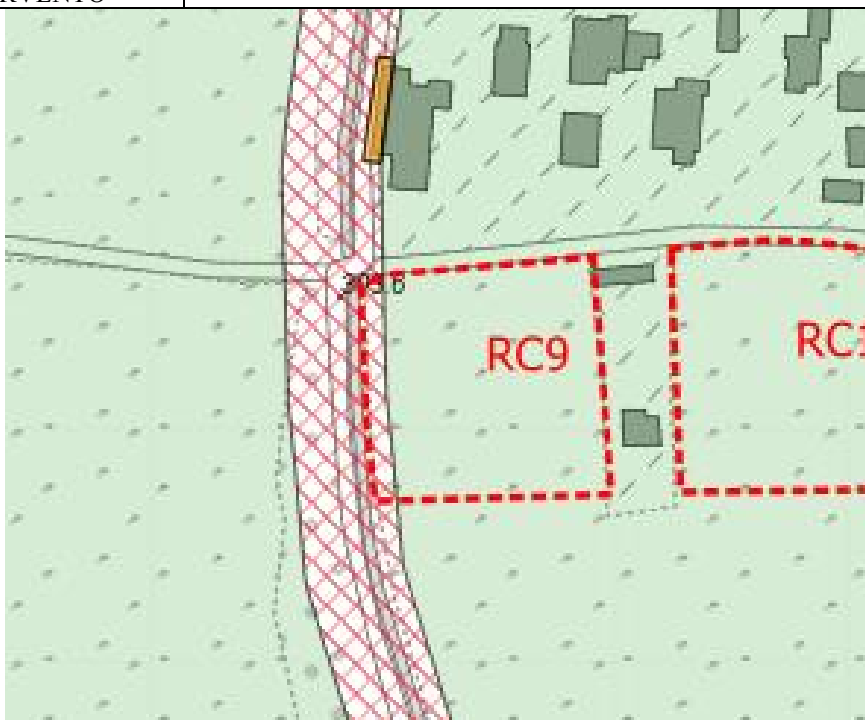
	argilloso.	
DISSESTI IDROGEOLOGICI	La porzione in classe IIa è classificata come EmA in seguito agli eventi alluvionali accaduti negli anni 90 che avevano provocato modesti allagamenti. In seguito alla realizzazione dello scolmatore della Crosa l'area non risulta più allagabile.	
VINCOLI RICADENTI SULL'UTILIZZO DELL'AREA	Rispetto del D.M. 17/01/18 con specifica relazione geologica e geotecnica con il supporto di indagini in situ ed eventualmente di laboratorio. In questa area, a seguito della richiesta formulata dal Settore Tecnico Regionale allegato al verbale della 2^ conferenza di copianificazione del 21/11/2019, non è ammissibile la realizzazione di locali interrati.	
DEFINIZIONE DI MASSIMA DELLE INDAGINI DA ESEGUIRE E COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO	Caratterizzazione geotecnica, le indagini geotecniche in situ e/o di laboratorio potranno essere omesse in caso di interventi di modesta entità a discrezione del professionista incaricato, in relazione alla conoscenza geologica sito specifica derivante da eventuali indagini eseguite nelle vicinanze e comunque su terreni appartenenti alla stessa unità litostratigrafica.	



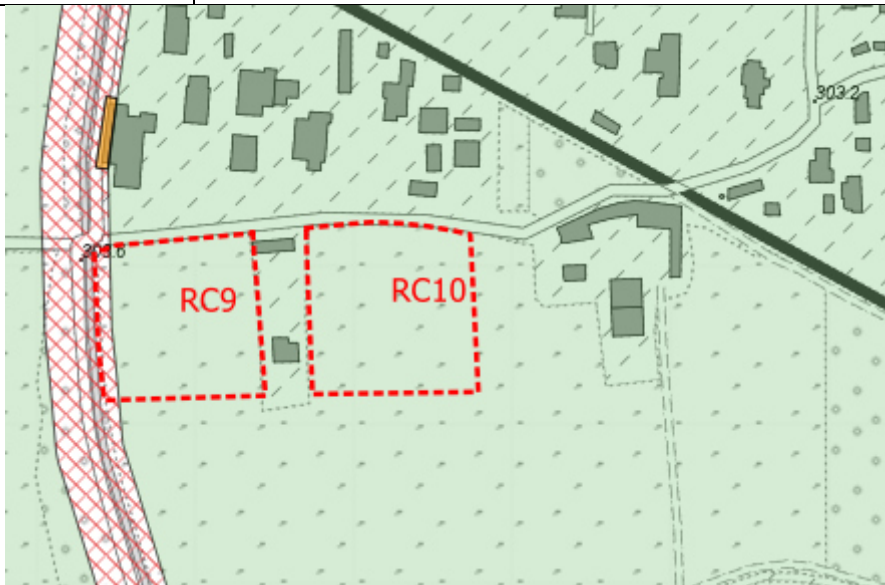
ID:8 - RC8	Area residenziale di completamento da aree agricole	
DESTINAZIONE PREVISTA, TIPO DI INSEDIAMENTO MODIFICHE INTRODOTTE	Area posta a ovest della strada comunale della Crosa	
CLASSE DI APPARTENENZA AI SENSI DELLA	CLASSE I e IIIa3	

CIRCOLARE 7/ LAP CAP. 5 (08.05.1996)			
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOMORFOLOGICHE	UNITA' LITOSTRATIGRAFI CA Depositi fluvioglaciali rissiani, costituiti da ghiaie con ciottoli in matrice sabbiosa, sormontati da un livello limoso argilloso.	GEOMORFOLOGI A Zona pianeggiante sull'alto terrazzo.	IDROLOGIA Superficiale: in prossimità del Rio Crosa - Levesa Falda: freatica a circa 10 m dal piano campagna.
DISSESTI IDROGEOLOGICI	Nessuno esente la parte in classe IIIa3 soggetta alla dinamica torrentizia del Torrente Crosa		
VINCOLI RICADENTI SULL'UTILIZZO DELL'AREA	Rispetto del D.M. 17/01/18 con specifica relazione geologica e geotecnica con il supporto di indagini in situ ed eventualmente di laboratorio. La porzione in classe IIIa3 è inedificabile e corrisponde alla fascia di rispetto del Rio Crosa – Levesa, ampia 20 m.		
DEFINIZIONE DI MASSIMA DELLE INDAGINI DA ESEGUIRE E COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO	Caratterizzazione geotecnica, le indagini geotecniche in sito e/o di laboratorio potranno essere omesse in caso di interventi di modesta entità a discrezione del professionista incaricato, in relazione alla conoscenza geologica sito specifica derivante da eventuali indagini eseguite nelle vicinanze e comunque su terreni appartenenti alla stessa unità litostratigrafica.		
			

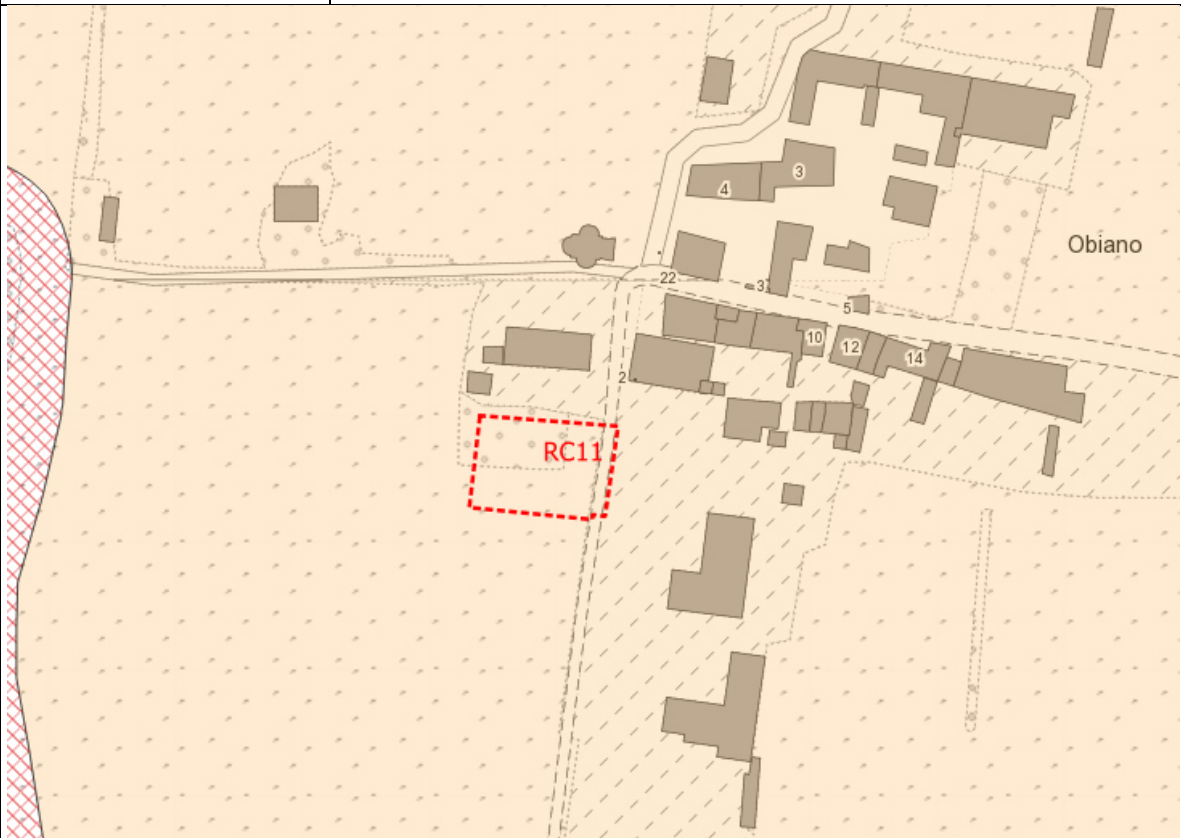
ID:9 - RC9	Area residenziale di completamento da aree agricole
DESTINAZIONE PREVISTA, TIPO DI INSEDIAMENTO E MODIFICHE INTRODOTTE	Area posta a sud della via Sant'Anna, nell'area prospiciente il T. Crosa

CLASSE DI APPARTENENZA AI SENSI DELLA CIRCOLARE 7/ LAP CAP. 5 (08.05.1996)	CLASSE I e IIIa3		
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOMORFOLOGICHE	UNITA' LITOSTRATIGRAFICA Depositi fluvio-glaciali rissiani, costituiti da ghiaie con ciottoli in matrice sabbiosa, sormontati da un livello limoso argilloso.	GEOMORFOLOGIA Zona pianeggiante sull'alto terrazzo.	IDROLOGIA Superficiale: in prossimità del Rio Crosa - Levesa Falda: freatica a circa 10 m dal piano campagna.
DISSESTI IDROGEOLOGICI	Nessuno esente la parte in classe IIIa3 soggetta alla dinamica torrentizia del Torrente Crosa		
VINCOLI RICADENTI SULL'UTILIZZO DELL'AREA	Rispetto del D.M. 17/01/18 con specifica relazione geologica e geotecnica con il supporto di indagini in situ ed eventualmente di laboratorio. La porzione in classe IIIa3 è in edificabile e corrisponde alla fascia di rispetto del Rio Crosa – Levesa, ampia 20 m.		
DEFINIZIONE DI MASSIMA DELLE INDAGINI DA ESEGUIRE E COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO	Caratterizzazione geotecnica, le indagini geotecniche in sito e/o di laboratorio potranno essere omesse in caso di interventi di modesta entità a discrezione del professionista incaricato, in relazione alla conoscenza geologica sito specifica derivante da eventuali indagini eseguite nelle vicinanze e comunque su terreni appartenenti alla stessa unità litostatigrafica.		
			

ID:10 - RC10	Area residenziale di completamento da aree agricole
DESTINAZIONE PREVISTA, TIPO DI	Area posta a sud della via Sant'Anna

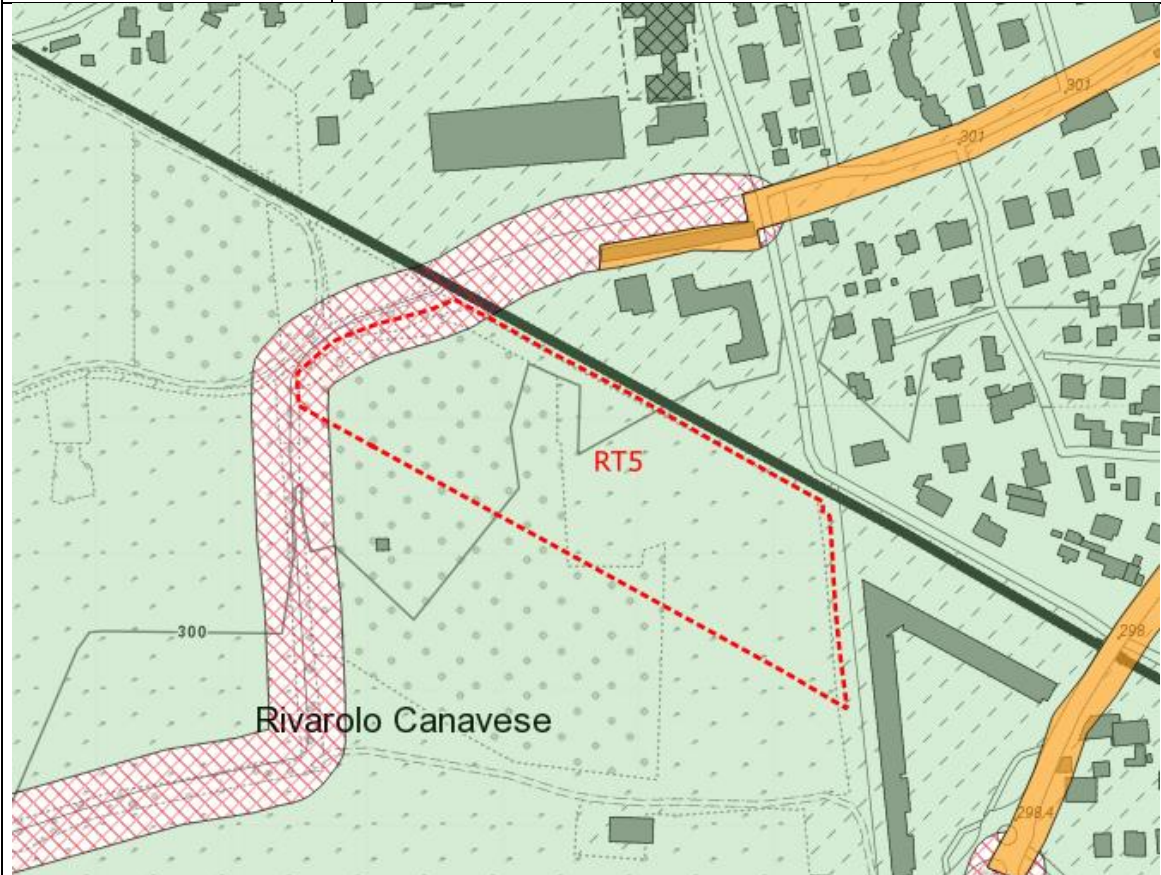
INSEDIAMENTO MODIFICHE INTRODOTTE	E			
CLASSE APPARTENENZA SENSI DELLA CIRCOLARE 7/ LAP CAP. 5 (08.05.1996)	DI AI	CLASSE I e		
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOMORFOLOGICHE		UNITA' LITOSTRATIGRAFI CA Depositi fluvioglaciali rissiani, costituiti da ghiaie con ciottoli in matrice sabbiosa, sormontati da un livello limoso argilloso.	GEOMORFOLOGI A Zona pianeggiante sull'alto terrazzo.	IDROLOGIA Superficiale: in prossimità del Rio Crosa - Levesa Falda: freatica a circa 10 m dal piano campagna.
DISSESTI IDROGEOLOGICI		Assenti		
VINCOLI RICADENTI SULL'UTILIZZO DELL'AREA		Rispetto del D.M. 17/01/18 con specifica relazione geologica e geotecnica con il supporto di indagini in situ ed eventualmente di laboratorio.		
DEFINIZIONE MASSIMA INDAGINI ESEGUIRE COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO	DI DELLE DA E	Caratterizzazione geotecnica, le indagini geotecniche in sito e/o di laboratorio potranno essere omesse in caso di interventi di modesta entità a discrezione del professionista incaricato, in relazione alla conoscenza geologica sito specifica derivante da eventuali indagini eseguite nelle vicinanze e comunque su terreni appartenenti alla stessa unità litostratigrafica.		
				

ID:11 - RC11	Area residenziale di completamento da aree agricole			
DESTINAZIONE PREVISTA, TIPO INSEDIAMENTO MODIFICHE INTRODOTTE	DI E	Area posta entro la Frazione Obiano		
CLASSE APPARTENENZA SENSI DELLA	DI AI	CLASSE IIa		

CIRCOLARE 7/ LAP CAP. 5 (08.05.1996)			
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOMORFOLOGICHE	UNITA' LITOSTRATIGRAFI CA Depositi fluvioglaciali rissiani, costituiti da ghiaie con ciottoli in matrice sabbiosa, sormontati da un livello limoso argilloso.	GEOMORFOLOGI A Zona pianeggiante sull'alto terrazzo.	IDROLOGIA Superficiale: assente Falda: freatica a circa 8 m dal piano campagna.
DISSESTI IDROGEOLOGICI	L'area .		
VINCOLI RICADENTI SULL'UTILIZZO DELL'AREA	Rispetto del D.M. 17/01/18 con specifica relazione geologica e geotecnica con il supporto di indagini in situ ed eventualmente di laboratorio.		
DEFINIZIONE DI MASSIMA DELLE INDAGINI DA ESEGUIRE E COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO	Caratterizzazione geotecnica, le indagini geotecniche in sito e/o di laboratorio potranno essere omesse in caso di interventi di modesta entità a discrezione del professionista incaricato, in relazione alla conoscenza geologica sito specifica derivante da eventuali indagini eseguite nelle vicinanze e comunque su terreni appartenenti alla stessa unità litostratigrafica.		
			

ID: 12 - RT5	Area residenziale da aree agricole
DESTINAZIONE PREVISTA, TIPO DI INSEDIAMENTO E MODIFICHE	Area posta a sud della ferrovia per Pont Canavese

INTRODOTTE			
CLASSE DI APPARTENENZA AI SENSI DELLA CIRCOLARE 7/ LAP CAP. 5 (08.05.1996)	CLASSE I e IIIa3		
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOMORFOLOGICHE	UNITA' LITOSTRATIGRAFICA Depositi fluvioglaciali rissiani, costituiti da ghiaie con ciottoli in matrice sabbiosa, sormontati da un livello limoso argilloso.	GEOMORFOLOGIA A Zona pianeggiante sull'alto terrazzo.	IDROLOGIA Superficiale: in prossimità del canale irriguo Falda: freatica a circa 10 m dal piano campagna.
DISSESTI IDROGEOLOGICI	Nessuno esente la parte in classe IIIa3 soggetta alla dinamica del canale irriguo		
VINCOLI RICADENTI SULL'UTILIZZO DELL'AREA	Rispetto del D.M. 17/01/18 con specifica relazione geologica e geotecnica con il supporto di indagini in situ ed eventualmente di laboratorio. La porzione in classe IIIa3 è inedificabile e corrisponde alla fascia di rispetto del corso d'acqua, ampia 20 m.		
DEFINIZIONE DI MASSIMA DELLE INDAGINI DA ESEGUIRE E COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO	Caratterizzazione geotecnica, le indagini geotecniche in sito e/o di laboratorio potranno essere omesse in caso di interventi di modesta entità a discrezione del professionista incaricato, in relazione alla conoscenza geologica sito specifica derivante da eventuali indagini eseguite nelle vicinanze e comunque su terreni appartenenti alla stessa unità litostratigrafica.		



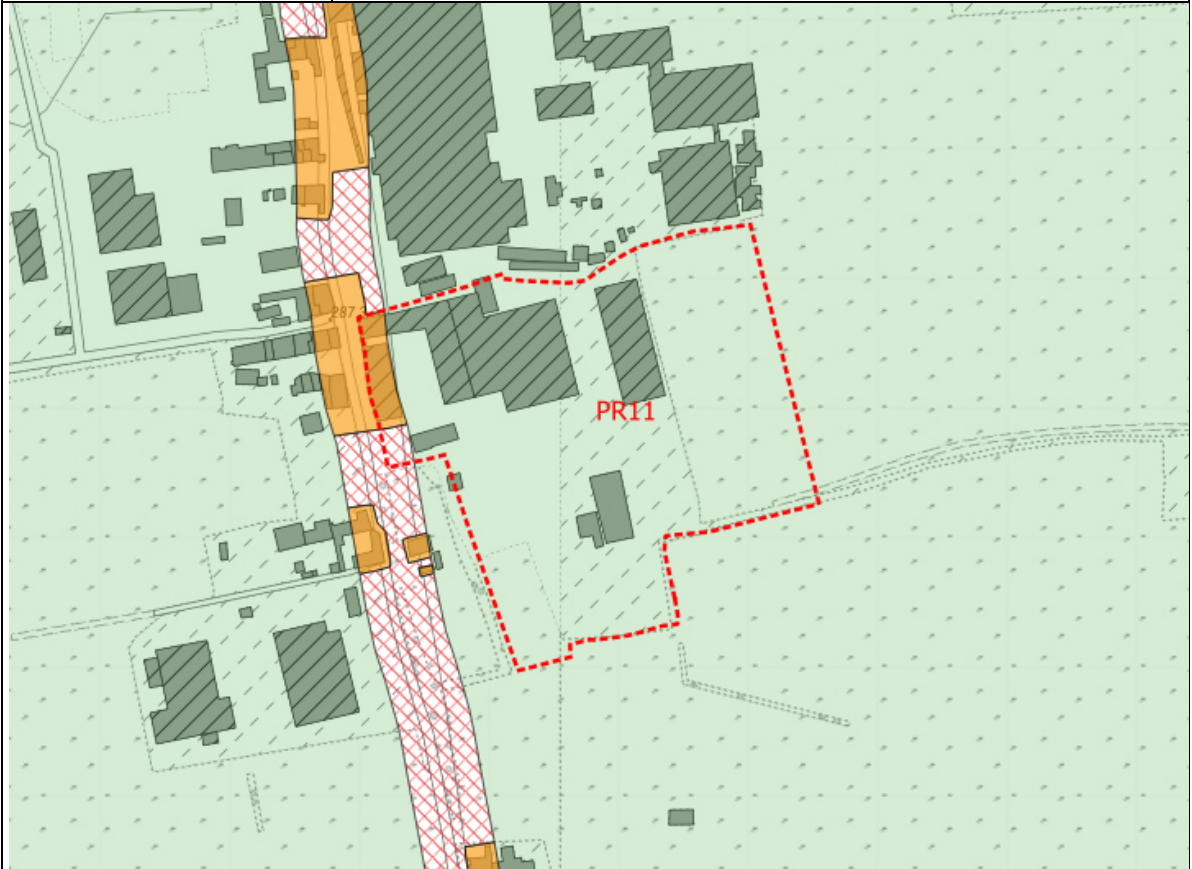
ID:13 - RC14	Area residenziale da aree agricole		
DESTINAZIONE PREVISTA, TIPO DI INSEDIAMENTO E MODIFICHE INTRODOTTE	L'area RC14 è ubicata in fraz. Pasquaro in via Argentera,		
CLASSE DI APPARTENENZA AI SENSI DELLA CIRCOLARE 7/ LAP CAP. 5 (08.05.1996)	CLASSE I e IIIa3		
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOMORFOLOGICHE	UNITA' LITOSTRATIGRAFI CA Depositi fluvioglaciali rissiani, costituiti da ghiaie con ciottoli in matrice sabbiosa, sormontati da un livello limoso argilloso.	GEOMORFOLOGI A Zona pianeggiante sull'alto terrazzo.	IDROLOGIA Superficiale: in prossimità del canale irriguo Falda: freatica a circa 8 m dal piano campagna.
DISSESTI IDROGEOLOGICI	Nessuno esente la parte in classe IIIa3 soggetta alla dinamica del canale irriguo		
VINCOLI RICADENTI SULL'UTILIZZO DELL'AREA	Rispetto del D.M. 17/01/18 con specifica relazione geologica e geotecnica con il supporto di indagini in situ ed eventualmente di laboratorio. La porzione in classe IIIa3 è inedificabile e corrisponde alla fascia di rispetto del corso d'acqua, ampia 20 m.		
DEFINIZIONE DI MASSIMA DELLE INDAGINI DA ESEGUIRE E COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO	Caratterizzazione geotecnica, le indagini geotecniche in sito e/o di laboratorio potranno essere omesse in caso di interventi di modesta entità a discrezione del professionista incaricato, in relazione alla conoscenza geologica sito specifica derivante da eventuali indagini eseguite nelle vicinanze e comunque su terreni appartenenti alla stessa unità litostратigrafica.		



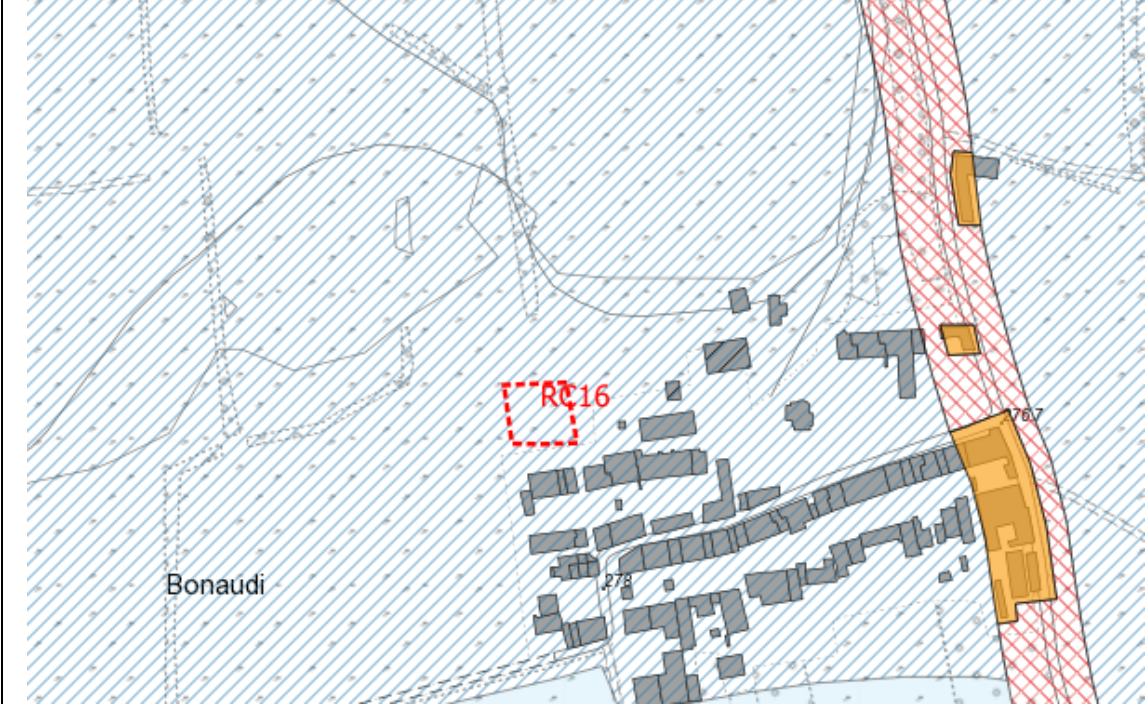
ID:14 - RC15	Area residenziale da aree agricole		
DESTINAZIONE PREVISTA, TIPO DI INSEDIAMENTO E MODIFICHE INTRODOTTE	L'area RC15 è ubicata in fraz. Pasquaro		
CLASSE DI APPARTENENZA AI SENSI DELLA CIRCOLARE 7/ LAP CAP. 5 (08.05.1996)	CLASSE I e IIIa3		
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOMORFOLOGICHE	UNITA' LITOSTRATIGRAFICA Depositi fluvioglaciali rissiani, costituiti da ghiaie con ciottoli in matrice sabbiosa, sormontati da un livello limoso argilloso.	GEOMORFOLOGIA Zona pianeggiante sull'alto terrazzo.	IDROLOGIA Superficiale: in prossimità del canale irriguo Falda: freatica a circa 8m dal piano campagna.
DISSESTI IDROGEOLOGICI	Nessuno esente la parte in classe IIIa3 soggetta alla dinamica del canale irriguo		
VINCOLI RICADENTI SULL'UTILIZZO DELL'AREA	Rispetto del D.M. 17/01/18 con specifica relazione geologica e geotecnica con il supporto di indagini in situ ed eventualmente di laboratorio. La porzione in classe IIIa3 è inedificabile e corrisponde alla fascia di rispetto del corso d'acqua, ampia 20 m.		
DEFINIZIONE DI MASSIMA DELLE INDAGINI DA	Caratterizzazione geotecnica, le indagini geotecniche in sito e/o di laboratorio potranno essere omesse in caso di interventi di modesta entità a discrezione del professionista incaricato, in relazione alla conoscenza geologica sito		

ESEGUIRE COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO	E	specifica derivante da eventuali indagini eseguite nelle vicinanze e comunque su terreni appartenenti alla stessa unità litostratigrafica.
		

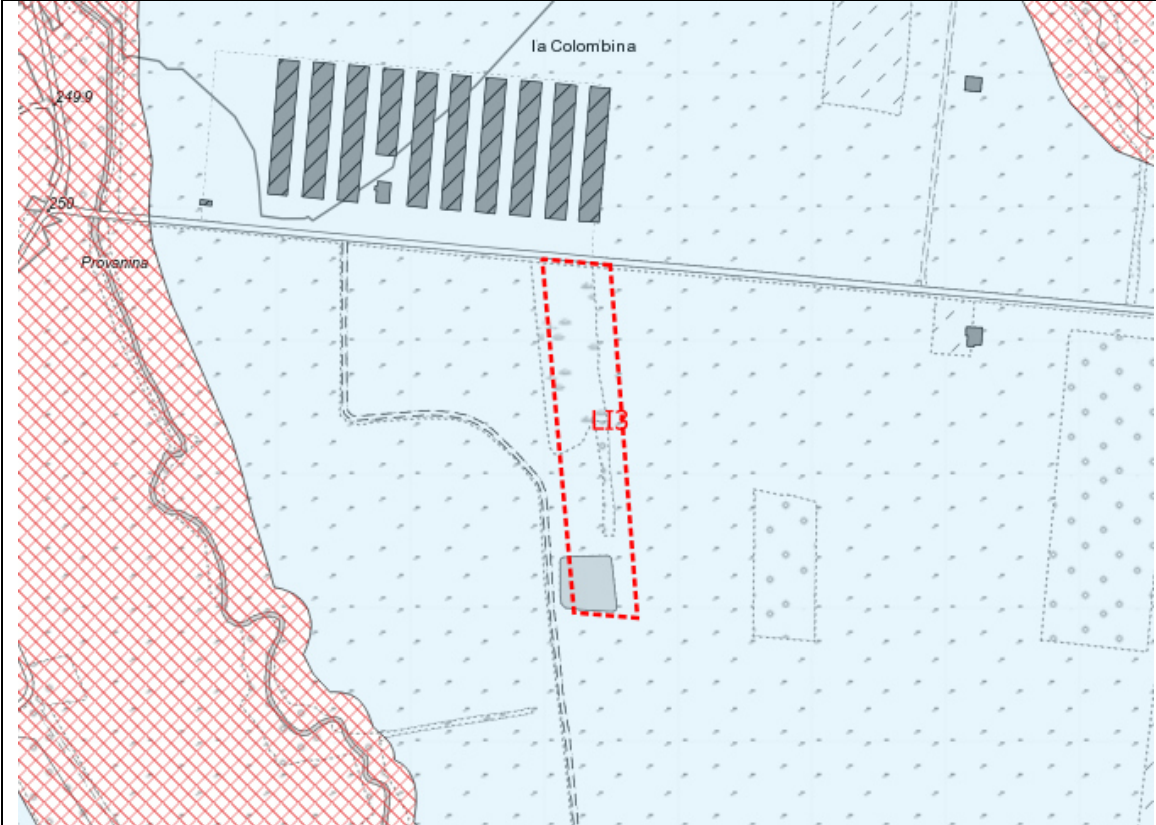
ID:15 - PR11	Area industriale		
DESTINAZIONE PREVISTA, TIPO DI INSEDIAMENTO MODIFICHE INTRODOTTE	L'area PR11 è ubicata in fraz. Pasquaro in via Argentera,		
CLASSE DI APPARTENENZA AI SENSI DELLA CIRCOLARE 7/ LAP CAP. 5 (08.05.1996)	CLASSE I, IIb3 e IIIa3		
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOMORFOLOGICHE	UNITA' LITOSTRATIGRAFICA Depositi fluvioglaciali rissiani, costituiti da ghiaie con ciottoli in matrice sabbiosa, sormontati da un livello limoso argilloso.	GEOMORFOLOGIA Zona pianeggiante sull'alto terrazzo.	IDROLOGIA Superficiale: in prossimità del canale irriguo Falda: freatica a circa 8 m dal piano campagna.
DISSESTI IDROGEOLOGICI	Nessuno, esenti la parte in classe IIIa3 e IIb3 soggette alla dinamica del canale irriguo		
VINCOLI RICADENTI SULL'UTILIZZO DELL'AREA	Rispetto del D.M. 17/01/18 con specifica relazione geologica e geotecnica con il supporto di indagini in situ ed eventualmente di laboratorio. La porzione in classe IIIa3 è inedificabile e corrisponde alla fascia di rispetto del corso d'acqua, ampia 20 m.		

DEFINIZIONE DI MASSIMA INDAGINI ESEGUIRE COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO	DI DELLE DA E	Caratterizzazione geotecnica, le indagini geotecniche in sito e/o di laboratorio potranno essere omesse in caso di interventi di modesta entità a discrezione del professionista incaricato, in relazione alla conoscenza geologica sito specifica derivante da eventuali indagini eseguite nelle vicinanze e comunque su terreni appartenenti alla stessa unità litostratigrafica.
		

ID:16 - RC16	Area residenziale di completamento da aree agricole		
DESTINAZIONE PREVISTA, TIPO DI INSEDIAMENTO MODIFICHE INTRODOTTE	Area posta a nord della Frazione Bonaudi		
CLASSE DI APPARTENENZA AI SENSI DELLA CIRCOLARE 7/ LAP CAP. 5 (08.05.1996)	CLASSE IIb		
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOMORFOLOGICHE	UNITA' LITOSTRATIGRAFICA Depositi fluvioglaciali rissiani, costituiti da ghiaie con ciottoli in matrice sabbiosa, sormontati da un livello limoso argilloso.	GEOMORFOLOGIA Zona pianeggiante sull'alto terrazzo.	IDROLOGIA Superficiale: assente, il corso d'acqua prossimo scorre ad una distanza di circa 300 m. Falda: freatica a circa 4 m dal piano campagna.
DISSESTI	Assenti, con limitata soggiacenza della falda freatica e ristagni idrici causati		

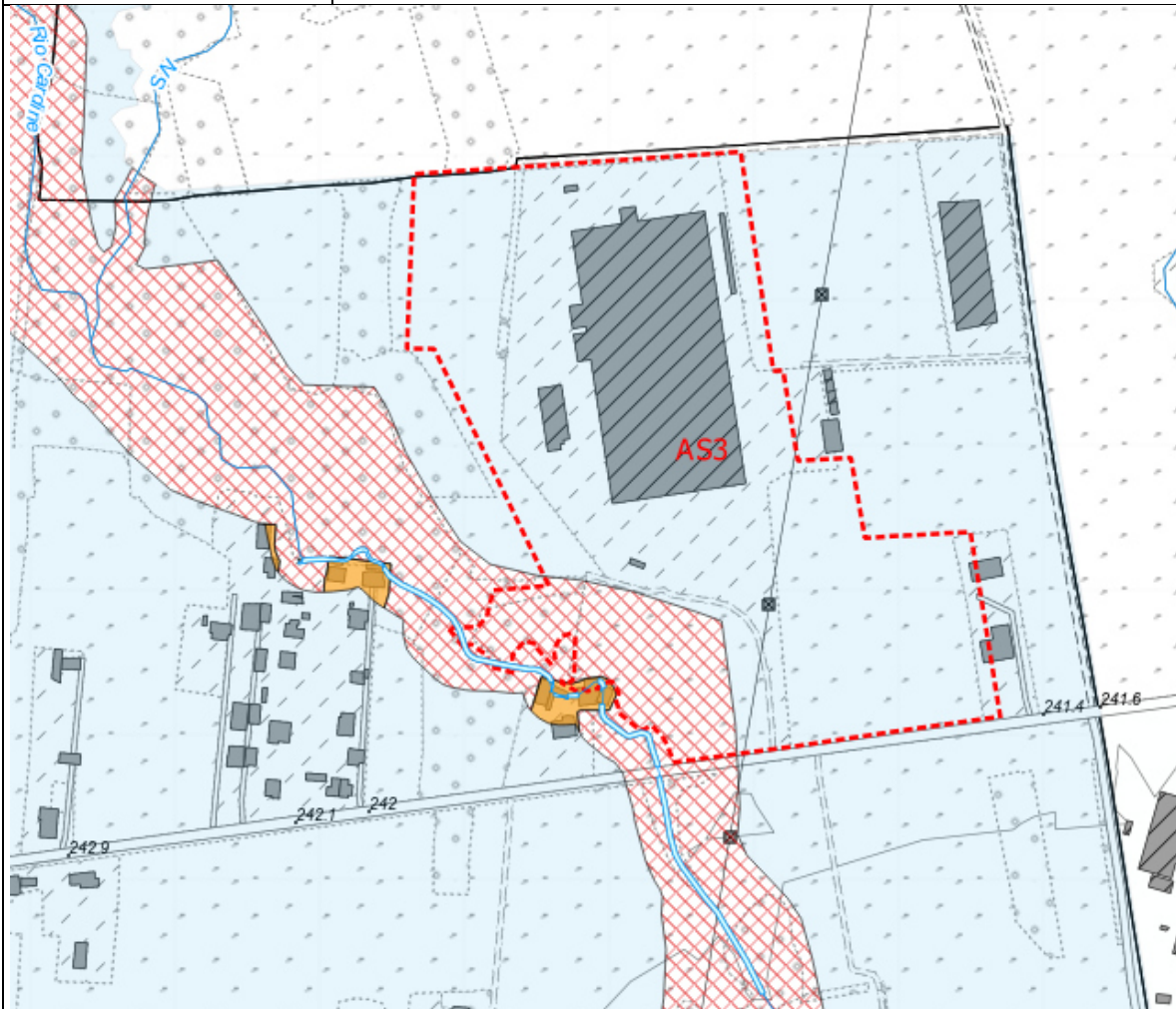
IDROGEOLOGICI	da scarso drenaggio superficiale
VINCOLI RICADENTI SULL'UTILIZZO DELL'AREA	Rispetto del D.M. 17/01/18 con specifica relazione geologica e geotecnica con il supporto di indagini in situ ed eventualmente di laboratorio. Nei settori in classi IIb non è ammissibile la realizzazione di vani interrati.
DEFINIZIONE DI MASSIMA DELLE INDAGINI DA ESEGUIRE E COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO	Caratterizzazione geotecnica, le indagini geotecniche in sito e/o di laboratorio potranno essere omesse in caso di interventi di modesta entità a discrezione del professionista incaricato, in relazione alla conoscenza geologica sito specifica derivante da eventuali indagini eseguite nelle vicinanze e comunque su terreni appartenenti alla stessa unità litostratigrafica.
	

ID:17 - LI3	Area inerti		
DESTINAZIONE PREVISTA, TIPO DI INSEDIAMENTO E MODIFICHE INTRODOTTE	Area posta a sud della Cascina Colombina		
CLASSE DI APPARTENENZA AI SENSI DELLA CIRCOLARE 7/ LAP CAP. 5 (08.05.1996)	CLASSE IIc		
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOMORFOLOGICHE	UNITA' LITOSTRATIGRAFICA Depositi fluvioglaciali rissiani, costituiti da ghiaie con ciottoli in matrice sabbiosa, sormontati da un livello limoso argilloso.	GEOMORFOLOGIA A Zona pianeggiante sull'alto terrazzo.	IDROLOGIA Superficiale: assente, il corso d'acqua prossimo scorre ad una distanza di circa 200 m. Falda: freatica a circa 3 m dal piano campagna.

DISSESTI IDROGEOLOGICI	Assenti, con limitata soggiacenza della falda freatica e ristagni idrici causati da scarso drenaggio superficiale
VINCOLI RICADENTI SULL'UTILIZZO DELL'AREA	Rispetto del D.M. 17/01/18 con specifica relazione geologica e geotecnica con il supporto di indagini in situ ed eventualmente di laboratorio. Nei settori in classi IIc non è ammissibile la realizzazione di vani interrati.
DEFINIZIONE DI MASSIMA DELLE INDAGINI ESEGUIRE E COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO	Caratterizzazione geotecnica, le indagini geotecniche in situ e/o di laboratorio potranno essere omesse in caso di interventi di modesta entità a discrezione del professionista incaricato, in relazione alla conoscenza geologica sito specifica derivante da eventuali indagini eseguite nelle vicinanze e comunque su terreni appartenenti alla stessa unità litostratigrafica.
	

ID:18 - AS3	Area Caseificio Longo		
DESTINAZIONE PREVISTA, TIPO DI INSEDIAMENTO E MODIFICHE INTRODOTTE	Area posta a nord della via Torino per Bosconero		
CLASSE DI APPARTENENZA AI SENSI DELLA CIRCOLARE 7/ LAP CAP. 5 (08.05.1996)	CLASSE IIc e IIIa		
CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOMORFOLOGICHE	UNITA' LITOSTRATIGRAFICA Depositi fluvioglaciali rissiani, costituiti da	GEOMORFOLOGIA A Zona pianeggiante sull'alto terrazzo.	IDROLOGIA Superficiale: in prossimità del Rio del Cardine irriguo Falda: freatica a circa 3 m

	ghiaie con ciottoli in matrice sabbiosa, sormontati da un livello limoso argilloso.		dal piano campagna.
DISSESTI IDROGEOLOGICI	Assenti nelle porzioni in classe IIc, con limitata soggiacenza della falda freatica e ristagni idrici causati da scarso drenaggio superficiale. La porzione di territorio in classe IIIa3 è soggetta alla dinamica del canale irriguo		
VINCOLI RICADENTI SULL'UTILIZZO DELL'AREA	Rispetto del D.M. 17/01/18 con specifica relazione geologica e geotecnica con il supporto di indagini in situ ed eventualmente di laboratorio. Nei settori in classi IIc non è ammissibile la realizzazione di vani interrati. I settori in classe IIIa3 sono inedificabili		
DEFINIZIONE DI MASSIMA DELLE INDAGINI DA ESEGUIRE E COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO	Caratterizzazione geotecnica, le indagini geotecniche in sito e/o di laboratorio potranno essere omesse in caso di interventi di modesta entità a discrezione del professionista incaricato, in relazione alla conoscenza geologica sito specifica derivante da eventuali indagini eseguite nelle vicinanze e comunque su terreni appartenenti alla stessa unità litostratigrafica.		



Allegato 1: relazione idraulica Ing. Roagna

COMUNE DI RIVAROLO CANAVESE

(Provincia di Torino)

**VERIFICA IDRAULICA RIO DEL CARDINE PER RICHIESTA DELLA
RIPERIMETRAZIONE DELLA CLASSE IIIa3 DEL P.A.I.**

Commitente: **MELLANO Dino in qualità di legale rappresentante della
ditta MELLANO DINO (P. IVA 07490800013) e della Soc.
Agr. MELLANO s.s. (P. IVA 02082580016) con sede in
Rivarolo C.se - Via Rivarossa s.n.c.**

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Revello, febbraio 2016

IL TECNICO: Dott. Ing. Fabrizio Roagna



Consulenza geologica:

STUDIO APOGEO
Ambiente e Territorio

10024 Moncalieri (TO) Via Padre Colombo 1 bis

Dott. Geol. Luca Filieri

CITTA' METROPOLITANA DI TORINO
COMUNE DI RIVAROLO CANAVESE

**VERIFICA IDRAULICA RIO DEL CARDINE PER RICHIESTA DELLA
RIPERIMETRAZIONE DELLA CLASSE IIIa3 DEL P.A.I.**

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

INDICE

PREMESSA	2
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO.....	7
INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	7
INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	8
RILIEVO TOPOGRAFICO.....	11
ANALISI BACINO IMBRIFERO	11
STUDIO IDROLOGICO	12
DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA	14
VERIFICA IDRAULICA IN MOTO PERMANENTE	16
CONCLUSIONI.....	21
ALLEGATO A	
VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO PERMANENTE RIO DEL CARDINE	23
ALLEGATO B	
PLANIMETRIA CATASTALE.....	24
ALLEGATO C	
PLANIMETRIA DI RILIEVO.....	25
ALLEGATO D	
SEZIONI DI VERIFICA	26

1. PREMESSA

La presente relazione idraulica ha per oggetto un tratto del corso d'acqua secondario denominato Rio del Cardine nel Comune di Rivarolo Canavese, a monte e valle dell'attraversamento della Strada Statale di Ceresole (S.S. 460), al fine di verificare, nelle condizioni attuali, le sezioni di deflusso del corso d'acqua e la potenziale esondazione dello stesso in condizioni di piena.

A monte dell'attraversamento il P.R.G.C. vigente indica un notevole ampliamento della fascia di esondazione del corso d'acqua, in prima analisi riferibile a fenomeni di rigurgito legati ad insufficiente sezione dello stesso ed all'effetto sbarramento determinato dalla presenza del rilevato stradale, con conseguente classificazione delle aree interessate in CLASSE III a3 (rif. circ. P.G.R. 08/05/96. n. 7/LAP).

Tali aree sono descritte come "Aree prospicienti i corsi d'acqua secondari drenanti l'alto terrazzo insommergibile caratterizzate da inondazioni aventi frequenza stagionale. Zone individuate quali fasce di rispetto assoluto".

Parte dei terreni di proprietà del committente (in particolare quelli individuati catastalmente al F. 51 mappali n. 237, 236, 188, 249, 232, 234 ed 89), ubicati a Sud della strada comunale di collegamento tra la Strada Statale di Ceresole e Via Rivarossa dalla quale si ha accesso all'azienda agricola, risultano interessati da tale classificazione.

Le verifiche condotte intendono valutare, a seguito dei lavori di rifacimento dell'attraversamento del corso d'acqua in corrispondenza della nuova rotonda sulla Strada Statale di Ceresole, che hanno determinato un notevole ampliamento della sezione di deflusso dello stesso, le attuali condizioni idrauliche del Rio del Cardine, e la conseguente possibilità di ridurre le fasce di rispetto attualmente previste.

La "Verifica di compatibilità idraulica ed idrogeologica del P.R.G.C. con il Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.)" redatta nell'anno 2002 dall'Ing. Bruno MOSETTO, come risulta dalla documentazione reperita presso gli Uffici comunali, risulta allo stato attuale non aggiornata nel tratto in esame, in quanto le sezioni di deflusso considerate dell'attraversamento (individuato con la sigla CAR 11 negli elaborati) e del corso d'acqua immediatamente a monte dello stesso risultavano decisamente inferiori a quelle attuali.

Si riportano di seguito alcune immagini di inquadramento dell'area, con la sovrapposizione delle fasce di rispetto previste dal P.R.G.C.

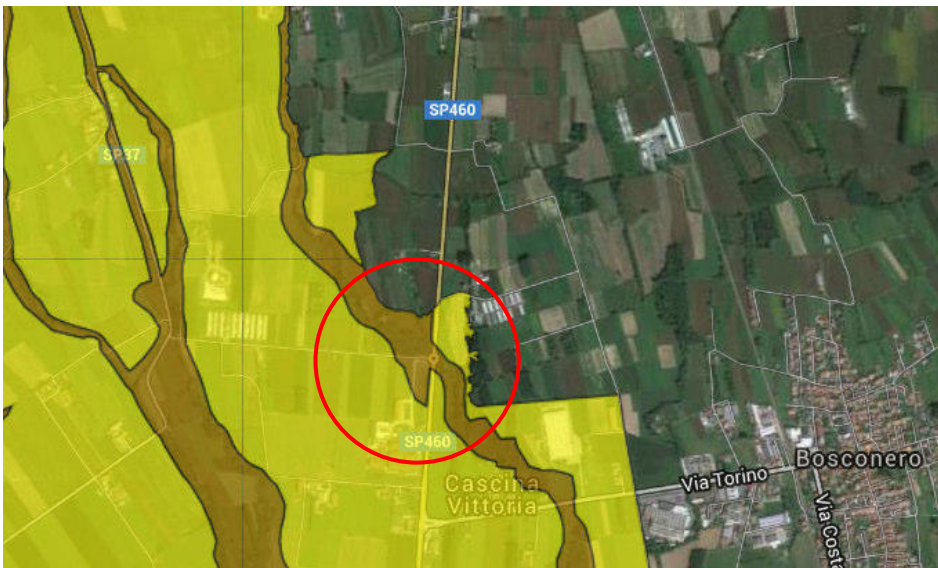


Immagine 1.1 -
inquadramento dell'area
in esame

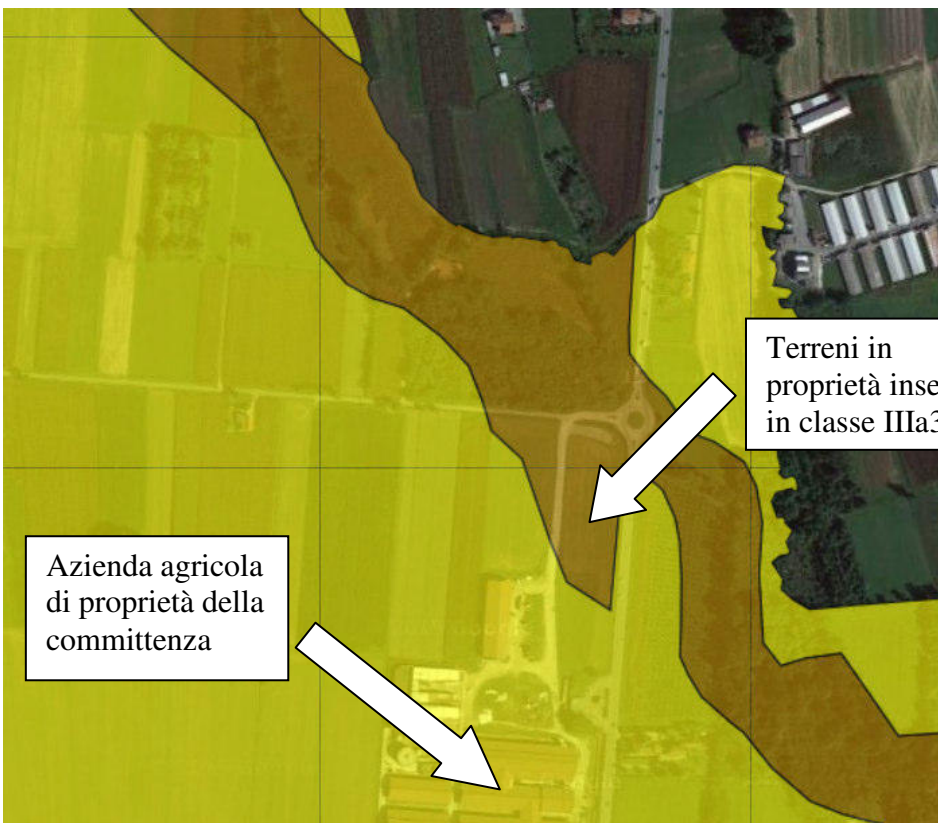
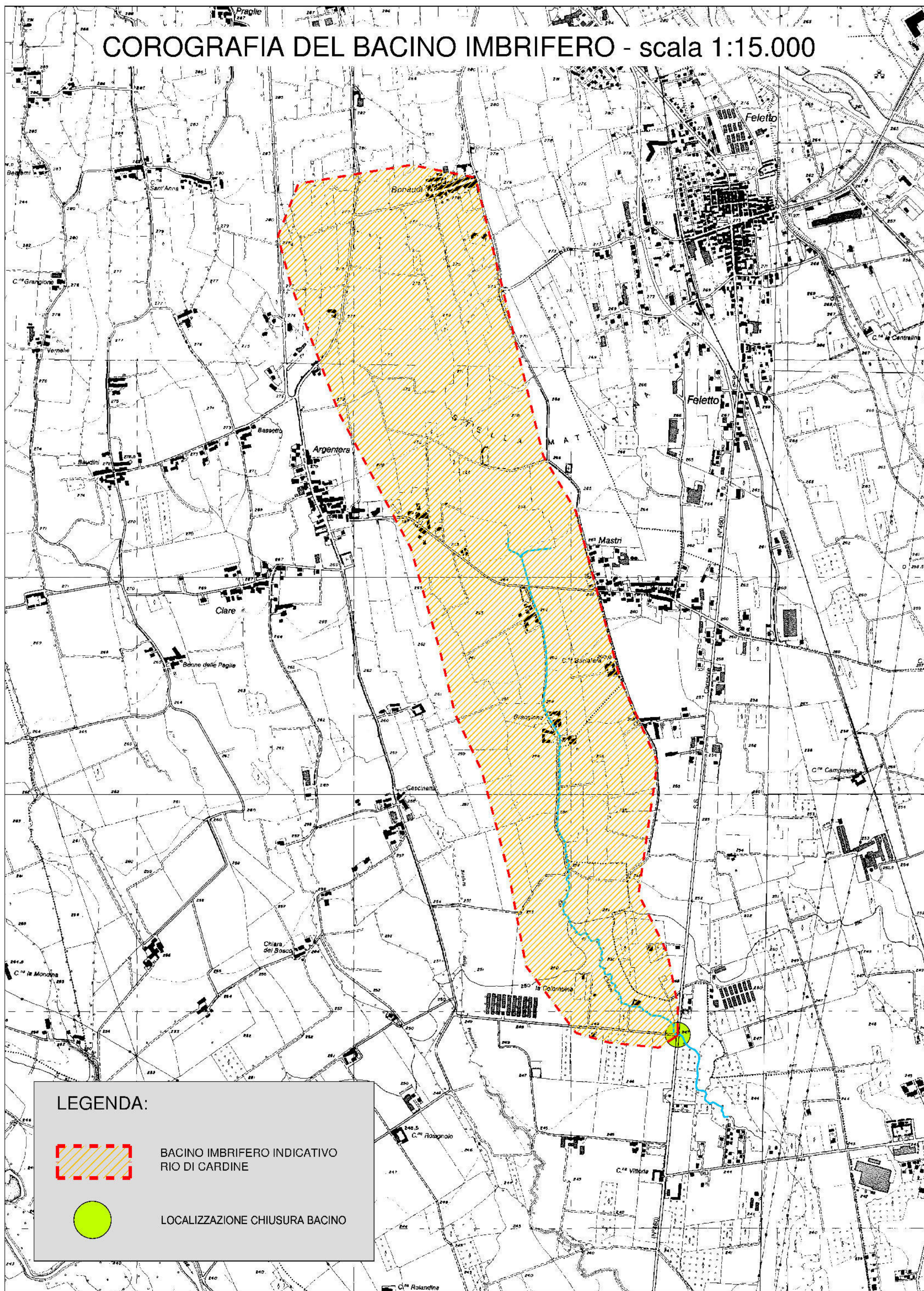


Immagine 1.2 -
ingrandimento dell'area
in esame

L'area in esame è inoltre individuata sugli elaborati grafici allegati nonché sull'estratto della Carta Tecnica Regionale, scala 1:15.000 – allegato di seguito, che riporta anche il bacino imbrifero sotteso dalle sezioni in esame.

COROGRAFIA DEL BACINO IMBRIFERO - scala 1:15.000



Si riportano di seguito alcune immagini dell'area e del corso d'acqua analizzato.



Immagine 1.3 - vista dei terreni citati in prossimità dell'azienda agricola



Immagine 1.4 - vista del nuovo attraversamento della S.S. 460



Immagine 1.5 - vista del Rio di Cardine a valle dell'attraversamento della S.S. 460



Immagine 1.4 - vista del Rio di Cardine a monte dell'attraversamento della S.S. 460

Le indagini di carattere idraulico condotte sono state effettuate con riferimento ai risultati degli studi predisposti nell'ambito del PAI (Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico) – Interventi sulla rete idrografica e sui versanti, Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17 comma 6 ter adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001.

In particolare l'Autorità di bacino definisce attraverso la Direttiva del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI):

- i valori delle portate di piena e delle precipitazioni intense da assumere come base di progetto e relativi metodi e procedure di valutazione per le diverse aree del bacino del Po;
- i criteri e i metodi di calcolo dei profili di piena nei corsi d'acqua;
- i tempi di ritorno delle portate di piena per il dimensionamento o la verifica delle diverse opere;
- i franchi da assumere per i rilevati arginali e per le opere di contenimento e di attraversamento.

In particolare, per semplicità e coerenza, per quanto riguarda la determinazione delle portate di piena adottate per le verifiche si fa riferimento alla "Verifica di compatibilità idraulica ed idrogeologica del P.R.G.C. con il Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.)" redatta nell'anno 2002 dall'Ing. Bruno MOSETTO, a corredo del P.R.G.C. vigente.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

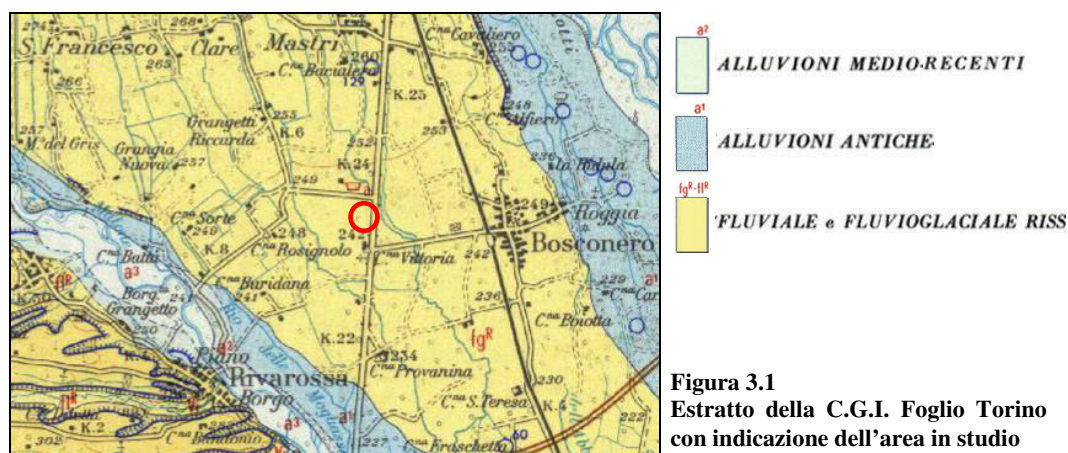
Per la definizione dei criteri di valutazione delle portate di progetto si è fatto riferimento alle indicazioni fornite dalle seguenti disposizioni normative:

- P.A.I. (Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico) – Interventi sulla rete idrografica e sui versanti. Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17 comma 6 ter. Adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001.
7. Norme di attuazione - direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica.
- Elaborati redatti a corredo del P.R.G.C. vigente.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area in studio, subpianeggiante nell'intorno significativo, è individuabile sulla C.G.I. 1:100.000 Foglio n°56 "Torino", di cui viene riportato un estratto nella figura seguente.



Con riferimento alla cartografia geologica ufficiale, il contesto geolitologico nel quale è inserito il sito in studio è caratterizzato da depositi *fluviali e fluvioglaciali rissiani ghiaioso-sabbiosi con paleosuolo rosso-arancio (fg^R - fl^R)*, che sfumano lateralmente verso i depositi alluvionali antichi sabbioso-ghiaiosi postglaciali (a^1).

Per ottenere uno sguardo d'insieme della geologia della zona è opportuno fornire un inquadramento generale a più larga scala della Pianura Torinese.

La sequenza litostratigrafica tipica della Pianura Torinese risulta costituita dalla Serie dei Depositi Fluviali di età pleistocenica-olocenica, avente spessore variabile da alcuni metri, al margine con i rilievi della Collina di Torino, a circa 60-70 m in corrispondenza degli alti terrazzi costituiti dai depositi del Pleistocene inf. (Mindel auct.) caratteristici della zona delle Vaude.

Inferiormente è presente la Serie dei depositi di Transizione Villafranchiani, di età pliocenica sup. – pleistocenica inf.; tale serie presenta gli spessori massimi nelle aree centrali della Pianura Torinese, valutabili in circa 150 m in corrispondenza dell'abitato di Collegno e progressivamente minori, sino a scomparire, al margine con la Collina di Torino, dove la serie risulta assente.

La sequenza litostratigrafica prosegue con la Serie dei depositi Marini Pliocenici; questa costituisce una struttura sinclinale sepolta avente asse a direzione variabile e circa parallelo al margine dei rilievi della Collina di Torino.

Dal punto di vista geomorfologico, l'area in esame risulta subpianeggiante, stabile e non soggetta a fenomeni gravitativi per un intorno significativo.

Inquadramento idrogeologico

L'assetto litostratigrafico ed idrogeologico di questo settore della pianura piemontese è caratterizzato dalla sovrapposizione di due distinti complessi:

- *Complesso Superficiale* - possono essere riunite le coperture quaternarie in generale. E' costituito dal materasso alluvionale geneticamente legato ai principali corsi d'acqua ed ai loro maggiori affluenti, composto da materiali di natura ghiaioso-sabbiosa che ospitano una falda di tipo libero caratterizzata da una direzione di deflusso subparallela all'andamento del reticolo idrografico superficiale. Vista la natura dei depositi, la permeabilità del Complesso è per porosità ed è complessivamente media e, nelle porzioni con abbondante frazione fine, può essere localmente molto bassa;
- *Complesso Villafranchiano* - costituito in prevalenza da depositi fini impermeabili (argille e limi di ambiente palustro-lacustre) all'interno dei quali sono compresi livelli più grossolani e permeabili (sabbie e ghiaie di origine fluviale). Il Complesso è caratterizzato dalla presenza di discreti acquiferi ospitati nei livelli ghiaioso-sabbiosi che danno origine ad un sistema multifalde in pressione. Questo sistema acquifero presenta un buon grado di protezione da potenziali fenomeni inquinanti in virtù del fatto che è confinato all'interno di depositi fini impermeabili. Le falde in pressione contenute nel Complesso sono separate tra loro e, soprattutto, lo sono rispetto alla falda superficiale.

Dall'inquadramento geologico si desume che al di sotto dello strato superficiale di terreno vegetale si trova uno strato costituito da materiale ghiaioso-sabbioso che presenta un'elevata vulnerabilità nei confronti di eventuali inquinanti provenienti dalla superficie (*Acquifero Superficiale*).

Al di sotto è presente la risorsa idrica profonda, costituita da un sistema di falde sovrapposte in pressione contenute nei livelli a tessitura più grossolana (sabbie e ghiaie) presenti all'interno del *Complesso Villafranchiano* precedentemente descritto.

L'assetto litostratigrafico ed idrogeologico del sito oggetto di studio è quindi caratterizzato dalla sovrapposizione di distinti complessi omogenei dal punto di vista idrogeologico il cui livello di separazione è collocato in corrispondenza del primo orizzonte limoso-argilloso impermeabile.

In generale si può identificare la sede della falda idrica freatica all'interno del *Complesso Superficiale* con una circolazione idrica attraverso i depositi per porosità, con l'acquifero alimentato per infiltrazione diretta degli apporti meteorici e per perdita dai corsi d'acqua.

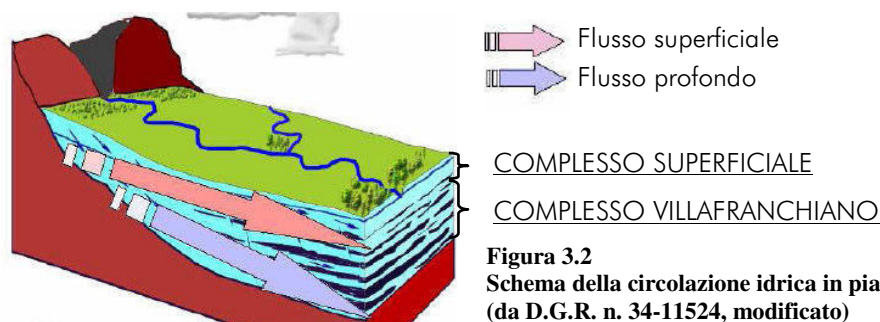


Figura 3.2
Schema della circolazione idrica in pianura
(da D.G.R. n. 34-11524, modificato)

Per un maggior approfondimento dell'idrogeologia dell'area è stata presa in considerazione la vecchia *“Carta della base dell'acquifero superficiale del settore di pianura della Provincia di Torino”* approvata con D.G.P. n. 60-262846/2000. L'area indagata risulta collocata all'interno dei *depositi fluviali prevalentemente ghiaiosi debolmente alterati (Pleistocene medio p.p.)*.

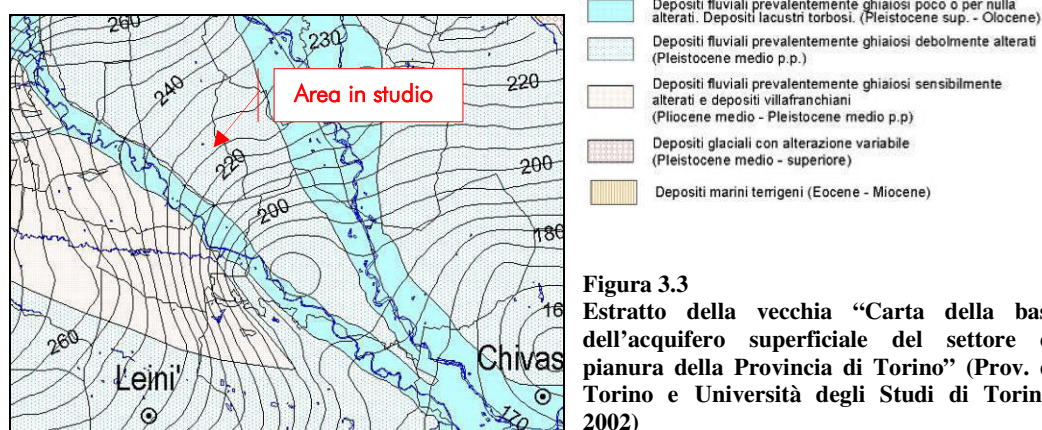


Figura 3.3
Estratto della vecchia “Carta della base dell'acquifero superficiale del settore di pianura della Provincia di Torino” (Prov. di Torino e Università degli Studi di Torino, 2002)

Per quanto concerne l'assetto idrogeologico puntuale del sito in esame, in base alle indicazioni bibliografiche e alle conoscenze dirette dello scrivente, la falda libera si colloca ad una profondità di circa 2-4 m da p.c.; ovviamente si possono registrare oscillazioni della falda freatica di carattere stagionale.

Tale dato trova conferma nella “*Carta della soggiacenza della falda idrica a superficie libera relativa al territorio di pianura della Regione Piemonte alla scala 1:250.000*” (Fig. 3.4), in quanto, in corrispondenza dell’area oggetto di studio, la soggiacenza presenta valori compresi tra 0 e 5 m da piano campagna.

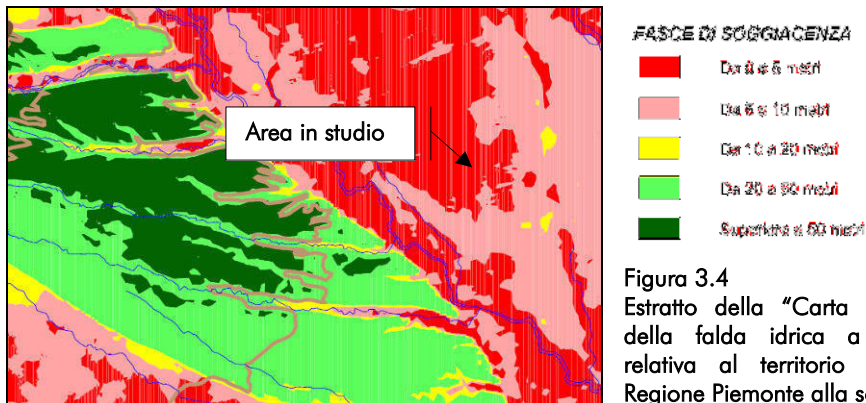


Figura 3.4
Estratto della “*Carta della soggiacenza della falda idrica a superficie libera relativa al territorio di pianura della Regione Piemonte alla scala 1:250.000*”

Sulla base di quanto si può evincere dalla bibliografia ed esaminando l’assetto locale si può affermare quanto segue:

- l’area in studio è ubicata su terreni permeabili ascrivibili al *Complesso Superficiale* che, sulla verticale di Rivarolo Canavese, sono sovrapposti ai terreni che costituiscono il *Complesso Villafranchiano*;
- i terreni quaternari, che raggiungono potenze di svariate decine di m, ospitano una falda libera che scorre in direzione S, concordemente con la topografia ed il reticolo idrografico superficiale. La soggiacenza della falda libera oscilla nel corso dell’anno verosimilmente tra 2-4 m.

4. RILIEVO TOPOGRAFICO

In fase preliminare del presente studio è stato condotto un rilievo topografico di dettaglio, che ha premesso di ricostruire il profilo di fondo nel tratto oggetto di studio e le sezioni idrauliche nello stato attuale, dati essenziali per la corretta realizzazione di una dettagliata analisi idraulica.

Le sezioni ed i punti di rilievo sono riportati negli elaborati di progetto.

Nella descrizione geometrica dei corsi d'acqua particolare attenzione è stata posta nell'individuazione delle singolarità presenti in alveo che potenzialmente possono influire sulla definizione dei livelli idrici e delle velocità della corrente all'interno dell'alveo inciso.

Sono state pertanto complessivamente rilevate 13 sezioni d'alveo in corrispondenza dell'area di intervento.

Il profilo di piena è stato così analizzato per un tratto della lunghezza di circa 650 m.

5. ANALISI BACINO IMBRIFERO

Il bacino del Rio di Cardine determinato alla sezione di chiusura in corrispondenza dell'area di intervento ha carattere di pianura; il corso d'acqua funge principalmente da collettore per gli scoli provenienti dai terreni agricoli ubicati tra la sezione in esame e la località Bonaudi, e risulta interconnesso con la rete irrigua a servizio dei medesimi fondi.

Le caratteristiche di tale bacino vengono per coerenza desunte dagli studi idraulici redatti a corredo della variante di adeguamento al P.A.I. del P.R.G.C. vigente.

In particolare l'elaborato B5.10 "Carta delle opere idrauliche esistenti e in progetto" individua l'attraversamento con la sigla PO CAR 11, come risulta dal seguente estratto:

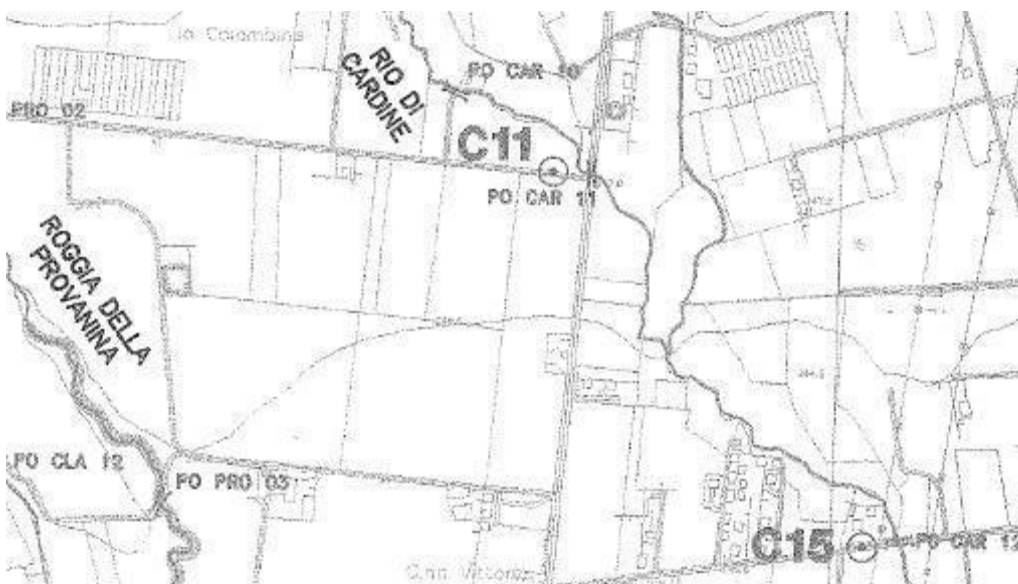


Immagine 5.1 -
estratto elaborato
B5.10

All'interno dell'elaborato B5.14 "Relazione idraulica" viene poi considerata come sezione di riferimento per la verifica dell'attraversamento PO CAR 11 la sezione C15, come risulta dalla seguente tabella allegata in calce alla stessa:

SEZIONE	TIPO	PEND	PORTATA	K	L	batt	S = H x L	C = 2H + L	R = S / C	V	Q	franco
N.		%	m ³ /sec		m	m	m ²	m	m	m/sec	m ³ /sec	m
(C11)	PO CAR 01	0,44		60	0,80	0,80	0,64	2,40	0,27	1,66	1,06	
STR. COM.	2 CAMPATE	500 anni	0,70	60	0,80	0,80	0,48	2,00	0,24	1,55	0,74	0,20
	PO CAR 02	0,44		60	1,00	1,00	1,00	3,00	0,33	1,93	1,93	
	STR. COM.	500 anni	1,39	60	1,00	0,78	0,78	2,56	0,30	1,82	1,42	0,22
(C15)	PO CAR 11	0,61		60	3,00	2,00	6,00	7,00	0,86	4,23	25,40	
		500 ANNI	3,78	60	3,00	0,51	1,53	4,02	0,38	2,48	3,79	1,49

Per tale sezione C15 sono altresì riportati i parametri salienti del bacino sotteso, riassunti nella seguente tabella:

SEZIONE (C15) - strada Bosconero - BACINI A 20 + A 21 + A 22+ A 24 +irrigua - rio Cardine							
tempo di corrivazione (tc)				Giandotti Merlo media			
S	L	Hm	Hsez	Hm-Hsez (m)	r1	r2	r2
kmq	km	m	m		ore	ore	ore
1,18	4,05	267,88	250,00	17,88	3,08	2,70	2,89

6. STUDIO IDROLOGICO

I dati pluviometrici utilizzati per la definizione dell'evento pluviometrico di progetto utilizzati nello studio citato sono quelli forniti dall'Autorità di Bacino del Fiume Po nell'ambito del PAI.

Il Piano oltre ad avere calcolato le curve di possibilità pluviometrica nelle stazioni di misura, tramite elaborazione probabilistica dei dati osservati secondo la distribuzione EV-1, per Tr = 20-100-200-500 anni, per l'analisi delle piogge intense nei punti privi di misure dirette ha condotto un'interpolazione spaziale dei parametri "a" ed "n" delle linee segnalatrici, discretizzate in base ad un reticolo di 2 km di lato. I risultati sono riportati nell'Allegato 3 al Piano.

Le relazioni relative all'altezza di precipitazione $h = h(t)$ sono generalmente fornite nella seguente forma:

$$h = a t^n$$

dove:

h = altezza di pioggia (mm)

t = tempo di pioggia (ore)

nella quale le costanti **a** ed **n** (entrambe funzione del periodo di ritorno T_r) sono determinate caso per caso.

Le curve che si deducono sono generalmente denominate curve di possibilità climatica o pluviometrica.

I valori dei parametri **a** ed **n** utilizzati nel presente studio, relativi all'area in esame e riferiti ai vari tempi di ritorno sono riportati nella seguente tabella, anch'essa estratta dall'elaborato B5.14 "Relazione idraulica" allegata alla "Verifica di compatibilità idraulica ed idrogeologica del P.R.G.C. con il Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.)" redatta nell'anno 2002 dall'Ing. Bruno MOSETTO:

T_r anni	parametri a	n	altezza pioggia fagg. alla S (mm/ora) $a = a' \cdot (1 - 0,05 \cdot S^{0,4})$; $n = n' \cdot 0,03 \cdot S^{0,5}$						
			mm/ora					tc	ora
			1	3	6	12	2,89		1
100	62,70	0,27	62,70	84,67	102,32	123,67	83,81		6,17
200	69,26	0,27	69,26	93,51	113,02	136,59	92,56		6,81
500	77,68	0,26	77,68	103,74	124,51	149,44	102,73		7,64

Per la determinazione delle portate si è fatto inoltre riferimento al tempo di corrivazione del corso d'acqua valutato per le caratteristiche morfologiche del bacino in esame con la formula del Giandotti:

$$T_c = \frac{(4 \sqrt{S}) + (1,50 L)}{0,80 * \sqrt{(H_m - h)}}$$

dove:

T_c = tempo di corrivazione (ore)

S = superficie del bacino (Km².)

L = lunghezza dell'asta principale (Km.)

H_m = altitudine media del bacino (m.s.l.m.)

h = quota di chiusura del bacino (m.s.l.m.)

Introducendo i valori del tempo di corrivazione T_c così ottenuti nella relazione $h = a t^n$, si ottengono l'altezza critica "**h_c**" e l'intensità critica "**i_c**" per il tempo di ritorno prefissato:

$$h_c = a \times T_c^n$$

$$i_c = h_c / T_c$$

dove:

T_c = tempo di corrivazione (ora)

h_c = altezza critica (mm)

i_c = intensità critica di pioggia per un tempo $t = T_c$

Per il corso d'acqua in esame lo Studio citato individua un tempo di corrivazione medio $T_c = 2.89$ ore.

7. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA

Noto l'andamento delle massime precipitazioni presenti sui bacini in esame si ricava la portata di massima piena con il metodo cinematico.

La formula adottata è la seguente:

$$Q_{max} = \frac{i_c \times S \times \varphi}{3,6}$$

Q_{max} = portata di massima piena in mc/sec.

i_c = h_c / T_c = intensità di pioggia per un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione (mm/ora)

h_c = altezza di precipitazioni in mm. per un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione (mm)

T_c = tempo di corrivazione (ore)

S = superficie del bacino (Kmq.)

φ = coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso è valutato in funzione di molti fattori difficilmente quantificabili quali: la copertura vegetale, la permeabilità del suolo, l'acclività dei versanti, l'estensione della rete idrografica superficiale.

Analizzando attentamente il bacino in esame a tale coefficiente è stato attribuito il seguente valore, secondo quanto raccomandato da “Handbook of Applied Hydrology”, Ven Te Chow, 1964 (valori riportati dalla Direttiva sulla Piena di Progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica):

- $\phi = 0,30$ per i bacini di pianura (valido per suoli da sabbiosi a limosi e simili)

Tale valore corrisponde a quello utilizzato per il medesimo bacino dallo studio citato redatto a corredo del P.R.G.C.

Il medesimo studio riporta la tabella riassuntiva dei parametri di calcolo e delle portate di verifica relative alla sezione C15 utilizzata per la verifica dell'attraversamento in esame PO CAR 11:

Portata $Q = C \cdot h \cdot S / (3,6 \cdot t)$			Coeff C =		0,3																									
			S (kmq)		1,18																									
Tr			parametri		altezza pioggia fagg. alla S (mm/ora)		$S = S \cdot (1 - 0,05 \cdot S^{0,4}) \cdot n \cdot n \cdot 0,001 \cdot S^{0,5}$		PORTATA (Q)																					
anni			a		n		mm/ora		ora		mc/sec		tc		irrigua		totale													
									tc																					
							1		3		6		12		2,89															
100			62,70		0,27		62,70		84,67		102,32		123,87		83,81		6,17		2,78		1,68		1,01		2,85		0,28		3,13	
200			69,26		0,27		69,26		93,51		113,02		136,59		92,68		6,81		3,07		1,85		1,12		3,15		0,28		3,43	
500			77,68		0,26		77,68		103,74		124,51		149,44		102,73		7,64		3,40		2,04		1,22		3,49		0,28		3,78	

PORTATA (Q)					
mc/sec			tc	irrigua	totale
3	6	12	2,89		
2,78	1,68	1,01	2,85	0,28	3,13
3,07	1,85	1,12	3,15	0,28	3,43
3,40	2,04	1,22	3,49	0,28	3,78

La tabella seguente riassume le portate complessive utilizzate per le verifiche idrauliche.

Tabella 4 – portate di verifica			
Corso d'acqua	Portata Q Tr = 100 anni (mc/s)	Portata Q Tr = 200 anni (mc/s)	Portata Q Tr = 500 anni (mc/s)
Rio di Cardine	3.13	3.43	3.78

8. VERIFICA IDRAULICA IN MOTO PERMANENTE

Per le verifiche idrauliche è stato utilizzato il codice di calcolo “Hec Ras” del U.S. Army Corps of Engineers.

Il modello integra l’equazione della corrente a pelo libero in moto stazionario gradualmente variato, definisce in modo automatico i tratti di corrente lenta e veloce e la posizione dei risalti (HEC-2 water Surface Profile Program).

Il fenomeno idraulico fuori e dentro l’alveo è stato simulato considerando l’alveo trasversalmente come una sezione unica (piano golenale + alveo inciso), dal momento che tale ipotesi è l’unica ipotesi valida nel contesto della modellistica fluviale quando si ricorre alla simulazione degli alvei composti tramite i modelli monodimensionali (pelo libero orizzontale e linea dell’energia parallela al pelo libero).

L’equazione del moto utilizzata è la seguente:

$$\frac{d}{ds} \left(Y_m + \frac{Q^2}{2gA^2} \right) = -J - E_B \quad (1)$$

Le grandezze considerate sono:

A = area bagnata (m^2);

Q = portata (m^3/s);

s = coordinata lungo l’asse dell’alveo (m);

Y_m = quota media del pelo libero nella sezione (m s.m.);

J = cadente;

g = accelerazione di gravità: 9.81 m/s^2 ;

Le perdite di carico considerate sono:

a) perdita di carico continua espressa

$$J = \frac{Q^2}{K^2} \quad (2)$$

ove la conduttanza idraulica vale, per sezione semplice,

$$K = \frac{AR^{2/3}}{n}; \quad (2a)$$

n è il coefficiente di Manning e R è il raggio idraulico.

Per sezione composta da N parti e munita di variazioni di scabrezza lungo il perimetro bagnato si ha:

$$K = \sum_{i=1,N} \frac{A_i R_i^{2/3}}{n_i} \quad (2b)$$

b) perdite di carico concentrate sul tronco elementare ΔS che vale:

$$E_B = \frac{C}{\Delta s} \left| \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} - \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} \right| \quad (3)$$

ove

C = coefficiente tipo Borda (allargamento e restringimento brusco o graduale)

V = velocità della corrente nell' i -esima sezione;

d = coefficiente di ragguglio di Coriolis.

Le perdite di carico complessive sono ottenute

$$h_{f_{1-2}} = \bar{L}J + C \left| \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} - \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} \right| \quad (4)$$

dove

$$\bar{L} = \frac{L_1 Q_1 + L_2 Q_2 + L_3 Q_3}{Q_1 + Q_2 + Q_3}$$

$\bar{L}$ = distanza pesata nelle portate tra due sezioni, consecutive, $i-i+1$, che caratterizzano l'alveo;

$L_{i=1,3}$ = distanza parziale tra le sezioni $i-i+1$ nei tronchi di corrente contenuti tra le golene e gli alvei di magra;

$Q_{i=1,3}$ = portata transitante nei tronchi di corrente contenuti tra le golene e gli alvei di magra delle sezioni consecutive i ed $i+1$.

Il sistema di equazioni (1), (2) e (3) è integrato alle differenze finite col metodo standard step. La risoluzione del sistema richiede la conoscenza di opportune condizioni al contorno: il valore della portata Q e il valore del tirante h nella sezione di monte e di valle del tratto in esame se la corrente è veloce o lenta rispettivamente.

Il tracciato dei profili di corrente viene effettuato da parte del codice tra le sezioni rilevate e le sezioni fittizie o intermedie. Tali sezioni sono distribuite spazialmente, tra le sezioni rilevate, ad una distanza parziale assegnata dall'utente. Le grandezze geometriche ed idrauliche delle sezioni intermedie vengono calcolate interpolando lungo l'ascissa i valori di tali grandezze nelle sezioni rilevate o topograficamente note localizzate negli estremi del tronco in esame.

I ponti sono trattati come singolarità all'interno del codice.

Il calcolo considera l'effetto che i ponti esercitano sul libero deflusso della corrente; sono simulabili le diverse condizioni del funzionamento:

1. Funzionamento a pelo libero:
 - 1^a - con transizione attraverso lo stato critico;
 - 1^b - con transizione in corrente lenta attraverso il restringimento.
2. Funzionamento in pressione:
 - 2^a - chiusura delle luci;
 - 2^b - chiusura delle luci con sormonto dell'impalcato del ponte.

Dal punto di vista della modellistica matematica, il problema viene affrontato da parte del codice facendo ricorso all'equazione globale della quantità di moto (basata sul principio proposto da Koch e Carstanjen) nel caso di funzionamento a pelo libero.

Sono affrontate ambedue le situazioni esistenti, cioè quella relativa alla transizione attraverso lo stato critico e quella relativa alla transizione in corrente lenta attraverso il restringimento.

Nel caso la corrente sia lenta attraverso il restringimento, il codice di calcolo presenta altre alternative:

- La formula di Yarnell

$$\frac{\Delta h}{h_3} = KF_{r3}^2 (K + 5F_{r3}^2 - 0.6) (\alpha + 15\alpha^4)$$

ove

Δh = il rigurgito in funzione delle condizioni della corrente di valle: h_1-h_3 ;

h_1, h_3 = tiranti idrici a monte e valle della singolarità;

F_{r3} = numero di Froude della corrente a valle;

$\alpha = 1 - \frac{b}{B}$ = rapporto di restringimento;

$B(h_3)$ = larghezza di superficie a valle del restringimento;

b = larghezza nella sezione ristretta;

K = costante determinata in base alla forma delle pile

- Perdita di carico concentrata

$$E_B = C \left| \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} - \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} \right|$$

C = 0.1-0.5

Nel caso di funzionamento in pressione con o senza tracimazione dell'impalcato, il codice ricorre alle leggi della foronomia. In questo caso parte dall'individuazione della curva $Q=Q(h)$, somma dei contributi di portata di tutte le luci a battente e di quelle a stramazzo con funzionamento rigurgitato o non rigurgitato da valle. Da tale curva si legge il valore di altezza corrispondente alla portata transitante e si determina il valore di energia specifica corrispondente alla sezione di monte, in base alla quale viene ricavata la relativa altezza.

Le verifiche sono state effettuate in condizioni di moto stazionario monodimensionale, per cui è stato utilizzato un valore della portata costante con geometria dell'alveo variabile (questo tipo di moto rappresenta con buona approssimazione quello che si manifesta negli alvei naturali dei corsi d'acqua durante gli eventi di piena).

Tale metodologia permette, pertanto, una valutazione dei livelli di piena nelle sezioni del corso d'acqua più raffinata di quanto non lo consenta la schematizzazione del moto uniforme nelle singole sezioni dell'alveo. Con essa, infatti, è possibile calcolare i livelli idrici considerando l'influenza della variazione della geometria e delle singolarità idrauliche presenti nel tratto d'asta del corso d'acqua analizzato.

Il problema del tracciamento del profilo di superficie libera di un corso d'acqua naturale in moto permanente con una data portata Q si risolve con procedimenti di calcolo numerico.

L'operazione richiede la suddivisione del corso d'acqua in tronchi di lunghezza Δs , tali da poter confondere i valori medi della sezione e della velocità in ciascun tronco con i valori ad un estremo. La natura dell'alveo deve conservarsi, entro certi limiti, in ciascun tronco.

Siano i e $i + 1$ due sezioni consecutive, distanti Δx in asse, nella prima delle quali siano note tutte le grandezze idrauliche.

La variazione di carico idraulico ΔH tra le due sezioni si può calcolare mediante la seguente relazione alle differenze finite:

$$\Delta H = -[j]_i \cdot \Delta x$$

Si può ottenere così il carico totale H_{i+1} della sezione $i + 1$ e conseguentemente il carico piezometrico h_{i+1} , che rappresenta la quota del pelo libero rispetto ad un piano di riferimento orizzontale, risolvendo l'equazione:

$$H_{i+1} = h_{i+1} + \frac{Q^2}{2g \cdot \Omega_{i+1}^2}$$

È possibile in questo modo ricavare il carico piezometrico della corrente nelle sezioni di rilievo e da questo calcolare le caratteristiche idrauliche che il torrente presenta nel tratto in esame.

Per lo sviluppo delle verifiche idrauliche in questione è stato necessario determinare le seguenti condizioni al contorno e dati di base:

- geometria dell'alveo come definita con l'apposita campagna di rilievo precedentemente descritta;
- scabrezza e portate;
- altezza del pelo libero ad una delle estremità o ad entrambe, in funzione del tipo di corrente (lenta o veloce) che si viene ad instaurare sul corso d'acqua.

Condizioni al contorno

Le portate utilizzate nelle simulazioni idrauliche derivano dallo studio idrologico effettuato in precedenza.

Nello studio idrologico sono state considerate le portate di massima piena in relazione a tempi di ritorno pari a 100, 200 e 500 anni.

Le scabrezze dell'alveo utilizzate sono state dedotte dall'analisi della tipologia di materiale presente in alveo, dal tipo di terreno e di vegetazione presente nelle aree golenali e dal materiale costituente le pareti e la volta dei tratti coperti, confrontandoli con i valori riportati in letteratura (Hec Ras Hydraulic reference manual). In generale vengono utilizzati per ciascuna sezione due valori diversi di scabrezza: uno per l'alveo inciso ed uno per le aree golenali.

Il coefficiente di scabrezza è stato determinato secondo Manning confrontando le caratteristiche dell'alveo oggetto di studio con le relative tabelle di riferimento (Chow, 1959). In particolare, per l'alveo naturale si è adottato un valore di $0,03 \text{ m}^{-1/3\text{s}}$ per tutti i tratti, mentre per le aree golenali si è utilizzato un coefficiente di scabrezza pari a $0,05 \text{ m}^{-1/3\text{s}}$.

Simulazioni effettuate

Le verifiche idrauliche sono state condotte considerando come dati di input della simulazione la situazione geometrica dell'alveo nel tratto di intervento allo stato attuale ed in progetto, considerando valori di portata relativi a tempi di ritorno pari a 100, 200 e 500 anni.

Si considera in ogni caso come portata di riferimento quella con tempo di ritorno $T_r = 200$ anni, viste le caratteristiche del corso d'acqua; i relativi tiranti idrici sono indicati sulle sezioni di rilievo riportate nelle tavole allegate.

I risultati delle simulazioni sopra descritte sono allegati di seguito.

9. CONCLUSIONI

Dall'esame dei risultati di calcolo non sono emerse particolari criticità idrauliche lungo il tratto di corso d'acqua analizzato.

In generale le portate risultano contenute all'interno delle sponde per tutti i tempi di ritorno considerati, con un franco idraulico accettabile anche se inferiore al metro.

Si ritiene che, in particolar modo in prossimità ed a monte dell'attraversamento della S.S. 460, ciò sia dovuto all'adeguatezza della sezione idraulica dello stesso allo stato attuale.

L'elaborato B5.15 "Schede delle opere idrauliche" dello studio idraulico redatto a corredo del P.R.G.C. riportava per l'attraversamento con la sigla PO CAR 11 le seguenti caratteristiche:

Ponte stradale ad arco, con larghezza pari a 3 m ed altezza in chiave pari a 2 m, come risulta dal seguente estratto:

CODICE			TIPOLOGIA				STRUTTURA		CARATT. GEOMETRICHE					RILEVATI		tavola grafica	località	
sigla rilevatore	cod. opera	progr. opera	autostradale	stradale	ferrovia	portic canale	pedonale	travata	arco	n. campate	lunghezza totale (m)	luce libera totale (m)	larghezza impalcato (m)	altezza intradosso fondo alveo (m)	alt. Max sponda sx (m)			alt. Max sponda dx (m)
	PO	CAR 01	X					X		1	6,7	2 x 0,8	2	0,8			Tav. 5	Mastri
	PO	CAR 02	X					X		1	5,2	1	1,2	1			Tav. 5	Loc.tà Grangione
	PO	CAR 03	X					X		1	3	0,9	1,1	0,9			Tav. 5	Loc.tà Grangione
	PO	CAR 04	X					X		1	9	1	1,2	1			Tav. 5	Loc.tà Grangione
	PO	CAR 05	X					X		1	4,7	1,1	1,3	1,1			Tav. 5	Loc.tà Grangione
	PO	CAR 06	X				X			1	4,2	1,9	2,5	0,95			Tav. 5	Loc.tà Grangione
	PO	CAR 07	X				X			1	3,5	1,45	2	1			Tav. 5	Loc.tà Grangione
	PO	CAR 08	X				X			1	2,5	1,2	1,7	0,9			Tav. 5	
	PO	CAR 09	X				X			1	3,2	2	2,5	1,25			Tav. 5	
	PO	CAR 10	X				X			1	2,4	2,4	3	1			Tav. 5	La Colombina
	PO	CAR 11	X					X		1	3	3	21	2			Tav. 5	S.S.460
	PO	CAR 12	X				X			1	6,5	5,5	8	2,1			Tav. 5	S.P. Boasconero

Nel corso dei lavori di realizzazione tale manufatto è stato sostituito con una sezione scatolare in c.a. di dimensioni interne pari a 4.50 x 2.20 m, tale da garantire una sezione di passaggio decisamente superiore.

Risulta pertanto garantito allo stato attuale il deflusso dell'intera portata di progetto, con il franco idraulico previsto dalla normativa vigente.

La valutazione della compatibilità del franco idraulico ottenuto viene fatta sulla base di quanto previsto dalla Direttiva di Attuazione del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali "Criteri di valutazione delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" di cui alla deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume PO in data 11/05/1999, prendendo in considerazione la portata con tempo di ritorno $Tr = 200$ anni.

In particolare si verifica che il franco idraulico sia almeno pari a $0.5 \frac{V^2}{2g}$, (dove V è la velocità della corrente e g l'accelerazione di gravità) e comunque non inferiore ad 1 m.

Nella configurazione attuale in corrispondenza dell'attraversamento si ha il valore massimo della velocità al centro del canale, pari a 0.78 m/s, da cui si ricava un franco minimo pari 0.16 m con la formula sopra indicata; essendo tuttavia tale valore inferiore ad 1 m si assume il valore minimo.

Dalla verifica idraulica si ricava un franco attuale pari a circa 1.15 m, che risulta ampiamente superiore al minimo di 1 m.

Alla luce delle verifiche effettuate si propone pertanto la ripermimetrazione della classe IIIa3 del P.A.I. nell'area in esame, con l'esclusione dalla stessa dei terreni di proprietà del committente (in particolare quelli individuati catastalmente al F. 51 mappali n. 237, 236, 188, 249, 232, 234 ed 89) ubicati a Sud della strada comunale di collegamento tra la S.S. 460 e Via Rivarossa.

Alla luce delle quote di piano campagna attuali si propone pertanto di utilizzare il sedime di Via Rivarossa ed il confine catastale interno del mappale n. 250 (che pertanto resterà incluso in tale classe) come nuovo limite della classe IIIa3 a monte del rilevato della S.S. 460, raccordandosi poi con la fascia attuale a valle della stessa, come indicativamente rappresentato nella seguente immagine:



Immagine 9.1 - proposta di ripermimetrazione

Vista la presenza di bassure e depressioni del terreno nell'area analizzata rispetto al sedime della viabilità esistente, al fine di evitare ristagni d'acqua occorrerà in ogni caso prevedere la protezione di eventuali manufatti mediante realizzazione di adeguati sistemi di raccolta ed allontanamento delle acque, con posizionamento degli stessi ad una quota superiore a quella del piano campagna circostante.

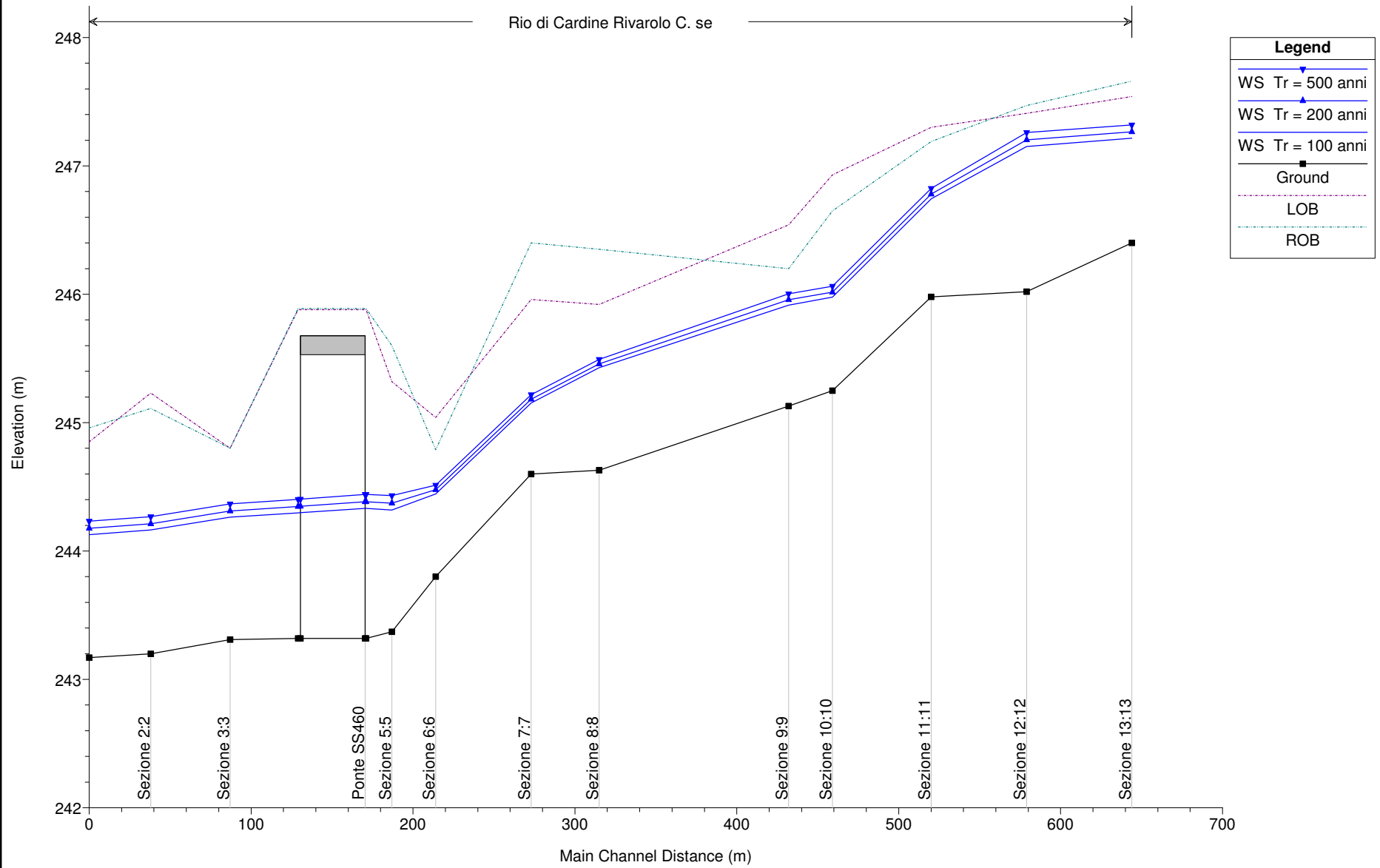
ALLEGATO A

VERIFICHE IDRAULICHE IN MOTO PERMANENTE

RIO DEL CARDINE

Rio di Cardine Plan: Rio di Cardine 26/02/2016

Rio di Cardine Rivarolo C. se



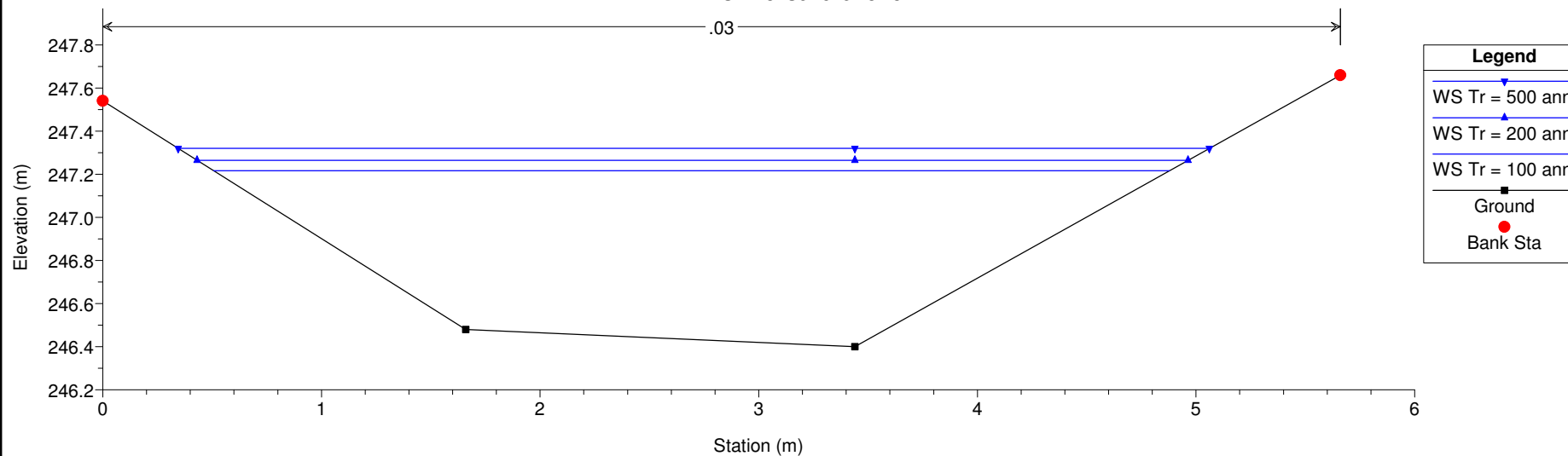
HEC-RAS Plan: Cardine River: Rio di Cardine Reach: Rivarolo C. se

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	LOB Elev	ROB Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Rivarolo C. se	13	Tr = 100 anni	3.13	246.40	247.22	247.54	247.66	247.00	247.30	0.003897	1.31	2.39	4.37	0.56
Rivarolo C. se	13	Tr = 200 anni	3.43	246.40	247.26	247.54	247.66	247.03	247.35	0.003691	1.31	2.61	4.53	0.55
Rivarolo C. se	13	Tr = 500 anni	3.78	246.40	247.32	247.54	247.66	247.06	247.41	0.003481	1.32	2.86	4.72	0.54
Rivarolo C. se	12	Tr = 100 anni	3.13	246.02	247.15	247.41	247.47		247.18	0.000883	0.75	4.19	5.84	0.28
Rivarolo C. se	12	Tr = 200 anni	3.43	246.02	247.20	247.41	247.47		247.23	0.000878	0.76	4.49	6.01	0.28
Rivarolo C. se	12	Tr = 500 anni	3.78	246.02	247.26	247.41	247.47		247.29	0.000870	0.78	4.84	6.21	0.28
Rivarolo C. se	11	Tr = 100 anni	3.13	245.98	246.74	247.30	247.19	246.74	247.02	0.015424	2.33	1.34	2.46	1.01
Rivarolo C. se	11	Tr = 200 anni	3.43	245.98	246.78	247.30	247.19	246.78	247.07	0.015342	2.39	1.44	2.51	1.01
Rivarolo C. se	11	Tr = 500 anni	3.78	245.98	246.82	247.30	247.19	246.82	247.13	0.015247	2.45	1.54	2.57	1.01
Rivarolo C. se	10	Tr = 100 anni	3.13	245.25	245.98	246.93	246.65	245.77	246.07	0.004182	1.36	2.30	4.07	0.58
Rivarolo C. se	10	Tr = 200 anni	3.43	245.25	246.02	246.93	246.65	245.80	246.12	0.004134	1.39	2.47	4.16	0.58
Rivarolo C. se	10	Tr = 500 anni	3.78	245.25	246.06	246.93	246.65	245.84	246.17	0.004086	1.42	2.65	4.28	0.58
Rivarolo C. se	9	Tr = 100 anni	3.13	245.13	245.91	246.54	246.20		245.98	0.002504	1.09	2.86	4.93	0.46
Rivarolo C. se	9	Tr = 200 anni	3.43	245.13	245.96	246.54	246.20		246.02	0.002463	1.12	3.07	5.07	0.46
Rivarolo C. se	9	Tr = 500 anni	3.78	245.13	246.00	246.54	246.20		246.07	0.002422	1.14	3.32	5.22	0.46
Rivarolo C. se	8	Tr = 100 anni	3.13	244.63	245.43	245.92	246.35		245.55	0.005508	1.55	2.01	3.36	0.64
Rivarolo C. se	8	Tr = 200 anni	3.43	244.63	245.46	245.92	246.35		245.59	0.005766	1.62	2.11	3.42	0.66
Rivarolo C. se	8	Tr = 500 anni	3.78	244.63	245.49	245.92	246.35		245.64	0.006032	1.70	2.23	3.48	0.68
Rivarolo C. se	7	Tr = 100 anni	3.13	244.60	245.15	245.96	246.40	245.08	245.28	0.007662	1.58	1.98	4.70	0.78
Rivarolo C. se	7	Tr = 200 anni	3.43	244.60	245.18	245.96	246.40		245.32	0.007549	1.61	2.12	4.82	0.78
Rivarolo C. se	7	Tr = 500 anni	3.78	244.60	245.22	245.96	246.40		245.36	0.007411	1.65	2.29	4.95	0.77
Rivarolo C. se	6	Tr = 100 anni	3.13	243.80	244.45	245.04	244.79	244.45	244.68	0.013896	2.13	1.47	3.24	1.01
Rivarolo C. se	6	Tr = 200 anni	3.43	243.80	244.48	245.04	244.79	244.48	244.72	0.013738	2.17	1.58	3.33	1.01
Rivarolo C. se	6	Tr = 500 anni	3.78	243.80	244.51	245.04	244.79	244.51	244.77	0.013619	2.23	1.70	3.42	1.01
Rivarolo C. se	5	Tr = 100 anni	3.13	243.37	244.32	245.32	245.60	244.06	244.40	0.003344	1.23	2.54	4.45	0.52
Rivarolo C. se	5	Tr = 200 anni	3.43	243.37	244.37	245.32	245.60	244.09	244.45	0.003149	1.23	2.78	4.64	0.51
Rivarolo C. se	5	Tr = 500 anni	3.78	243.37	244.43	245.32	245.60	244.13	244.51	0.002956	1.24	3.06	4.85	0.50
Rivarolo C. se	4	Tr = 100 anni	3.13	243.32	244.33	245.88	245.89	243.70	244.36	0.000764	0.72	4.34	4.36	0.23
Rivarolo C. se	4	Tr = 200 anni	3.43	243.32	244.38	245.88	245.89	243.73	244.41	0.000793	0.75	4.57	4.36	0.23
Rivarolo C. se	4	Tr = 500 anni	3.78	243.32	244.44	245.88	245.89	243.75	244.47	0.000827	0.79	4.81	4.37	0.24
Rivarolo C. se	3.5		Bridge											

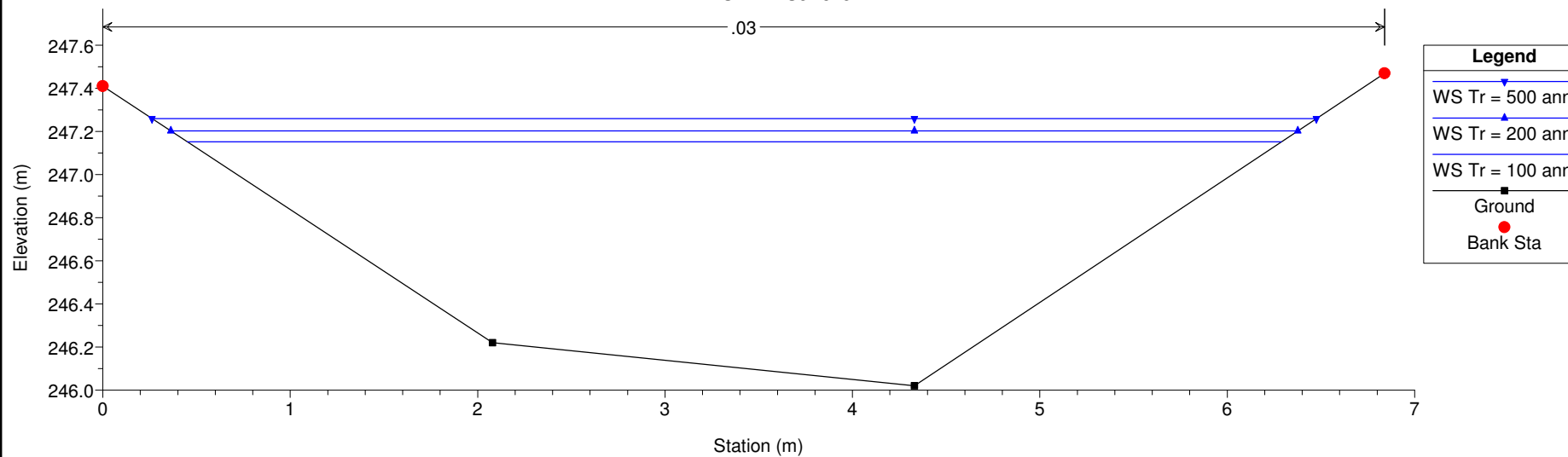
HEC-RAS Plan: Cardine River: Rio di Cardine Reach: Rivarolo C. se (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	LOB Elev	ROB Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Rivarolo C. se	3.3	Tr = 100 anni	3.13	243.32	244.30	245.88	245.89		244.33	0.000850	0.75	4.19	4.35	0.24
Rivarolo C. se	3.3	Tr = 200 anni	3.43	243.32	244.35	245.88	245.89		244.38	0.000882	0.78	4.40	4.36	0.25
Rivarolo C. se	3.3	Tr = 500 anni	3.78	243.32	244.40	245.88	245.89		244.44	0.000918	0.81	4.64	4.37	0.25
Rivarolo C. se	3	Tr = 100 anni	3.13	243.31	244.26	244.80	244.80		244.29	0.000778	0.72	4.33	4.70	0.24
Rivarolo C. se	3	Tr = 200 anni	3.43	243.31	244.31	244.80	244.80		244.34	0.000803	0.75	4.56	4.72	0.24
Rivarolo C. se	3	Tr = 500 anni	3.78	243.31	244.37	244.80	244.80		244.40	0.000832	0.79	4.81	4.74	0.25
Rivarolo C. se	2	Tr = 100 anni	3.13	243.20	244.16	245.23	245.11		244.23	0.002425	1.10	2.86	4.66	0.45
Rivarolo C. se	2	Tr = 200 anni	3.43	243.20	244.21	245.23	245.11		244.28	0.002339	1.11	3.09	4.79	0.44
Rivarolo C. se	2	Tr = 500 anni	3.78	243.20	244.27	245.23	245.11		244.33	0.002256	1.13	3.35	4.92	0.44
Rivarolo C. se	1	Tr = 100 anni	3.13	243.17	244.13	244.85	244.96	243.64	244.16	0.001001	0.80	3.93	5.26	0.29
Rivarolo C. se	1	Tr = 200 anni	3.43	243.17	244.18	244.85	244.96	243.66	244.21	0.001000	0.82	4.19	5.36	0.30
Rivarolo C. se	1	Tr = 500 anni	3.78	243.17	244.23	244.85	244.96	243.69	244.27	0.001000	0.84	4.49	5.47	0.30

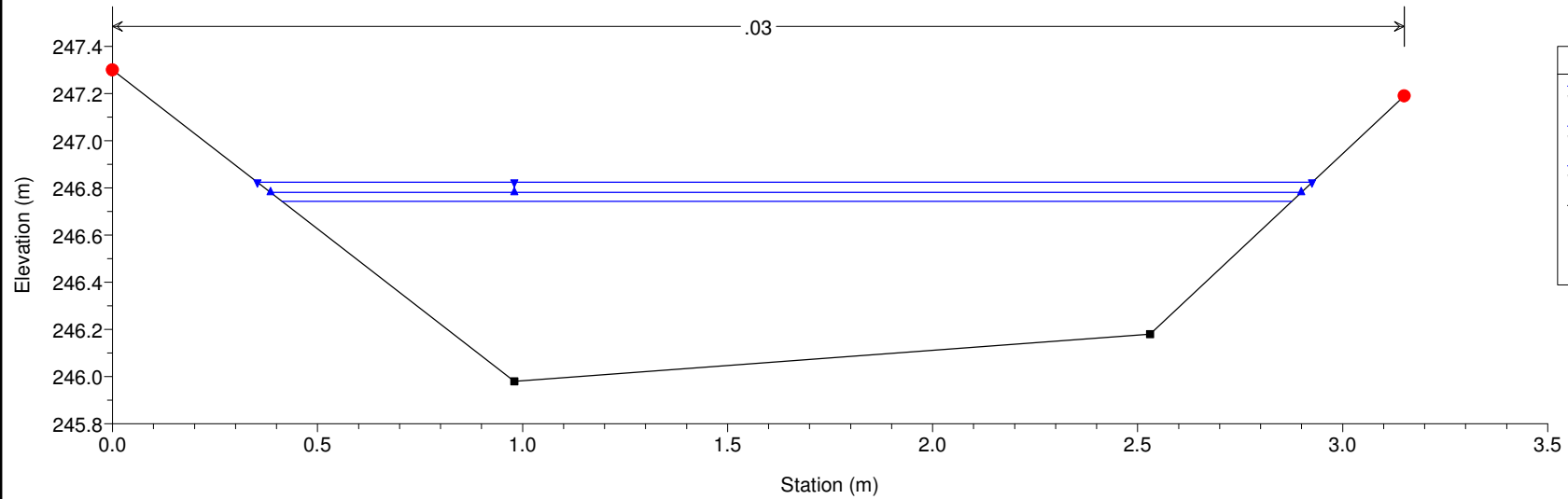
Rio di Cardine Plan: Rio di Cardine 26/02/2016
RS = 13 Sezione 13:13



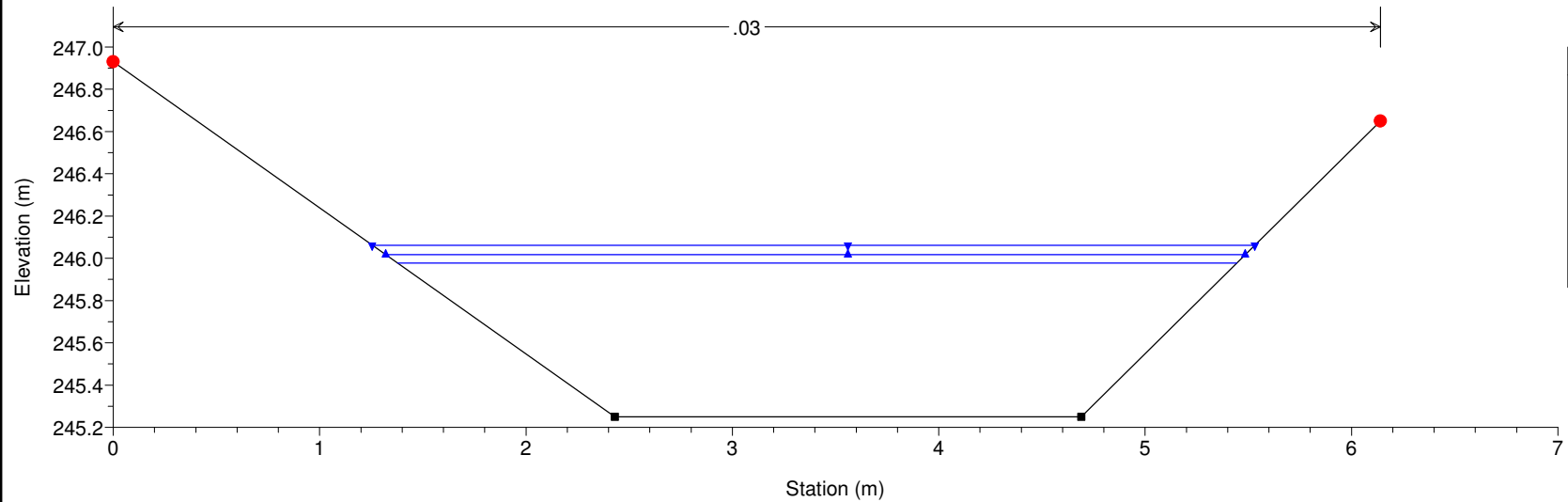
Rio di Cardine Plan: Rio di Cardine 26/02/2016
RS = 12 Sezione 12:12



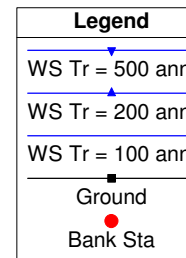
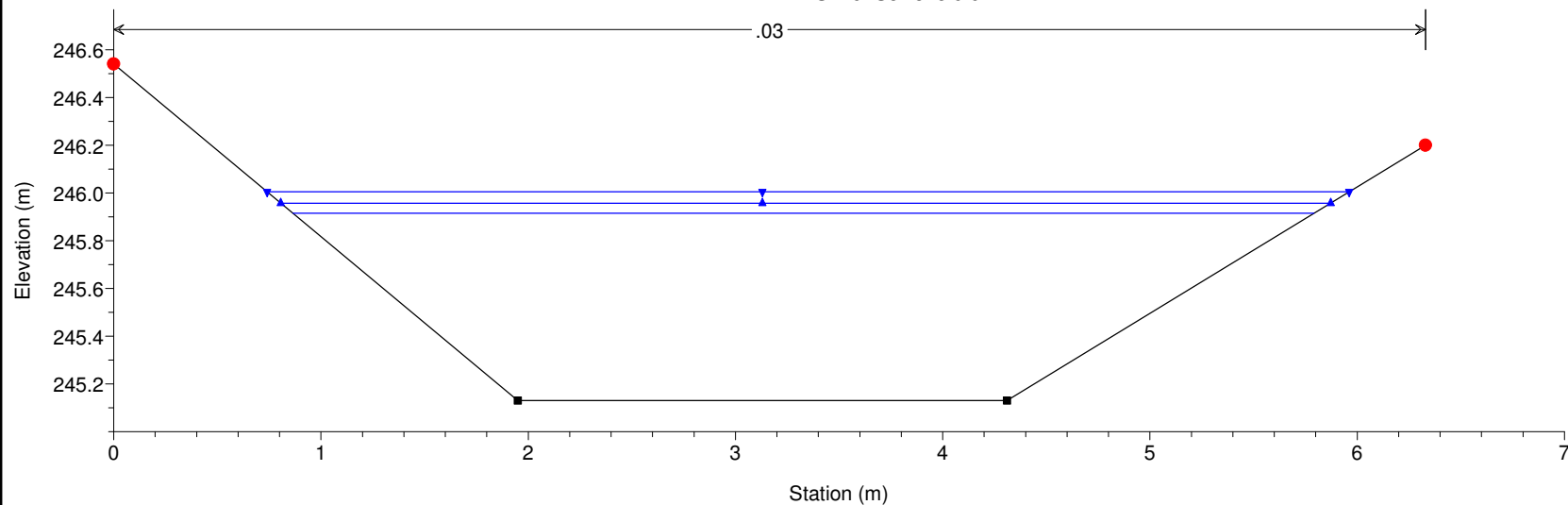
Rio di Cardine Plan: Rio di Cardine 26/02/2016
RS = 11 Sezione 11:11



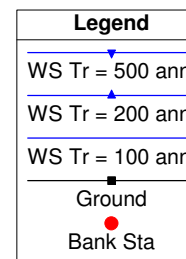
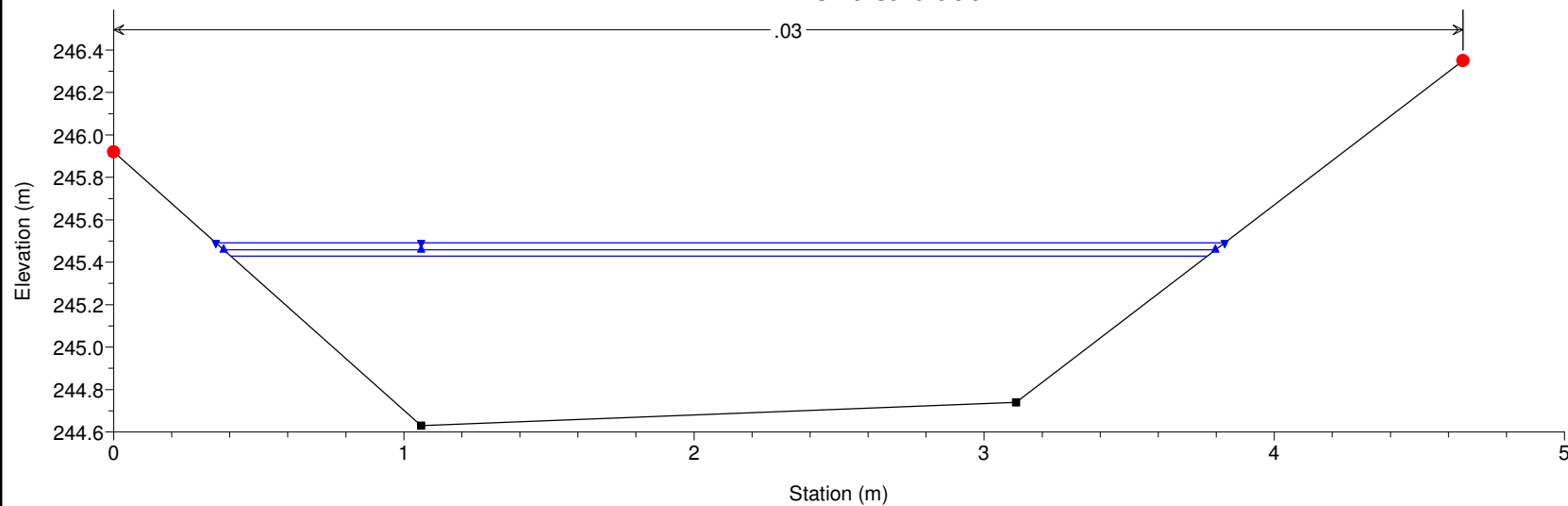
Rio di Cardine Plan: Rio di Cardine 26/02/2016
RS = 10 Sezione 10:10



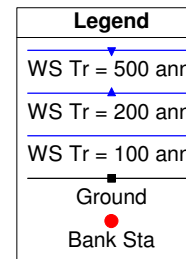
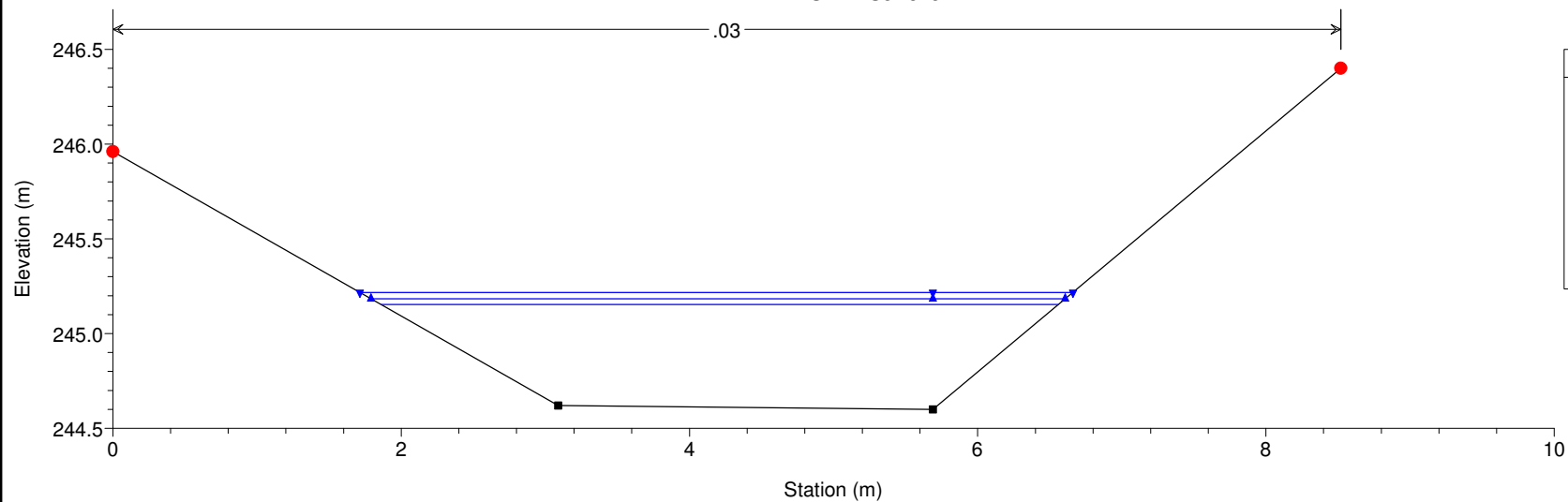
Rio di Cardine Plan: Rio di Cardine 26/02/2016
RS = 9 Sezione 9:9



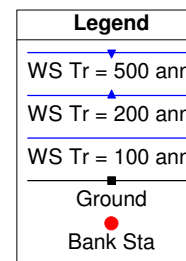
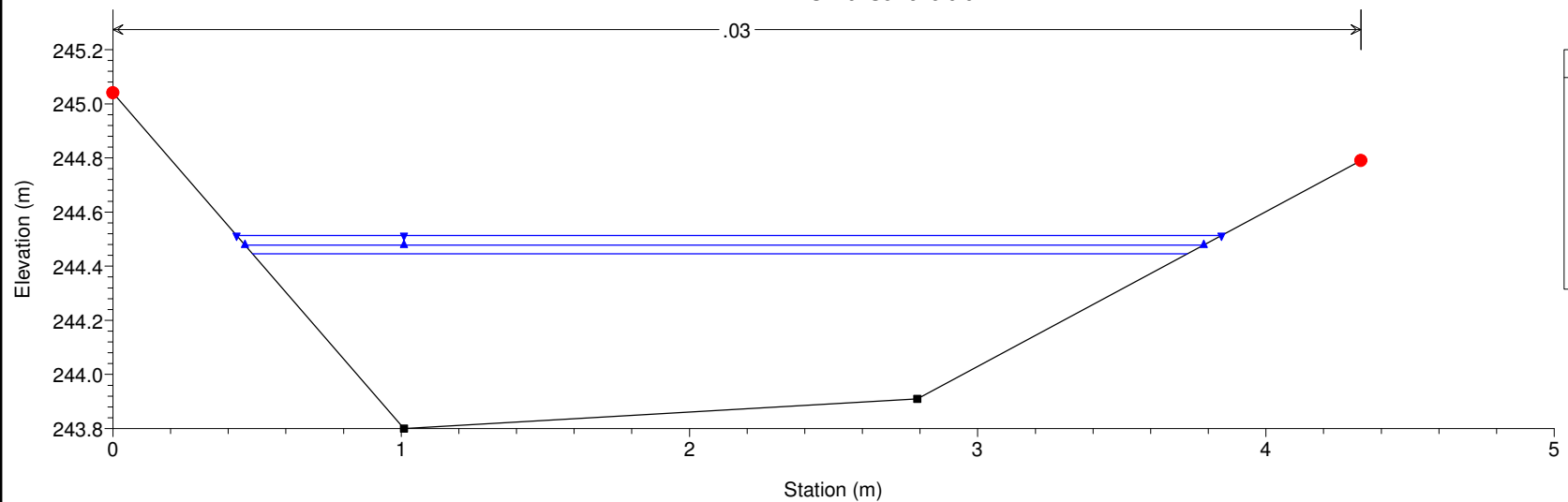
Rio di Cardine Plan: Rio di Cardine 26/02/2016
RS = 8 Sezione 8:8



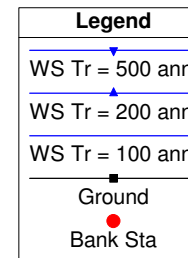
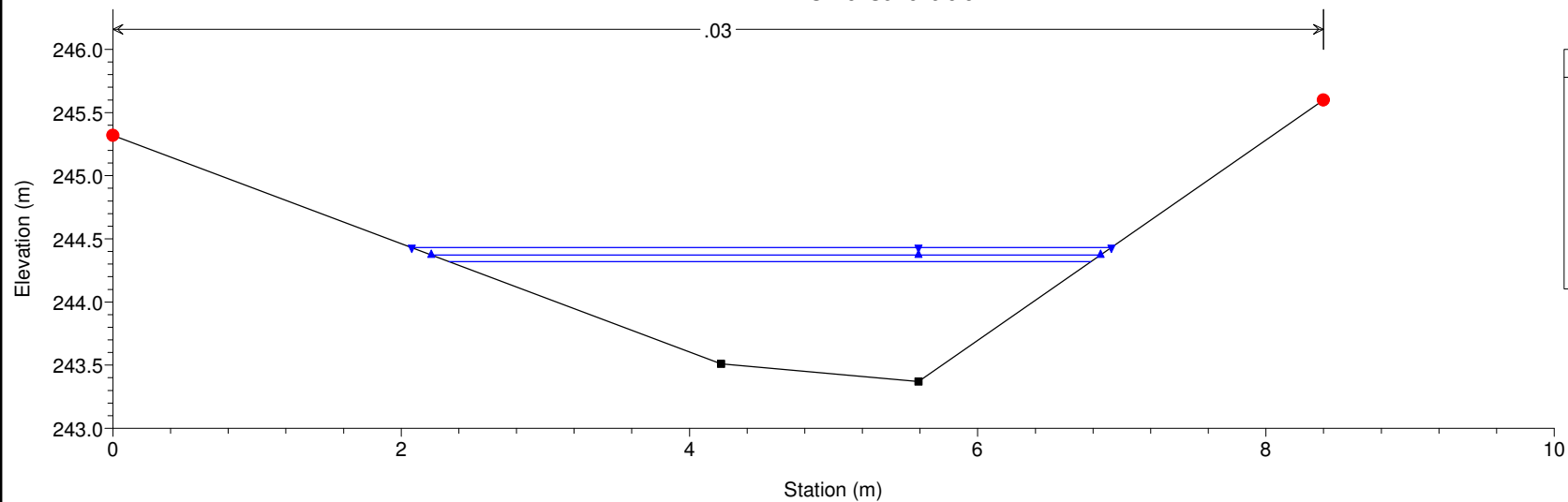
Rio di Cardine Plan: Rio di Cardine 26/02/2016
RS = 7 Sezione 7:7



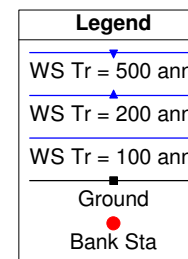
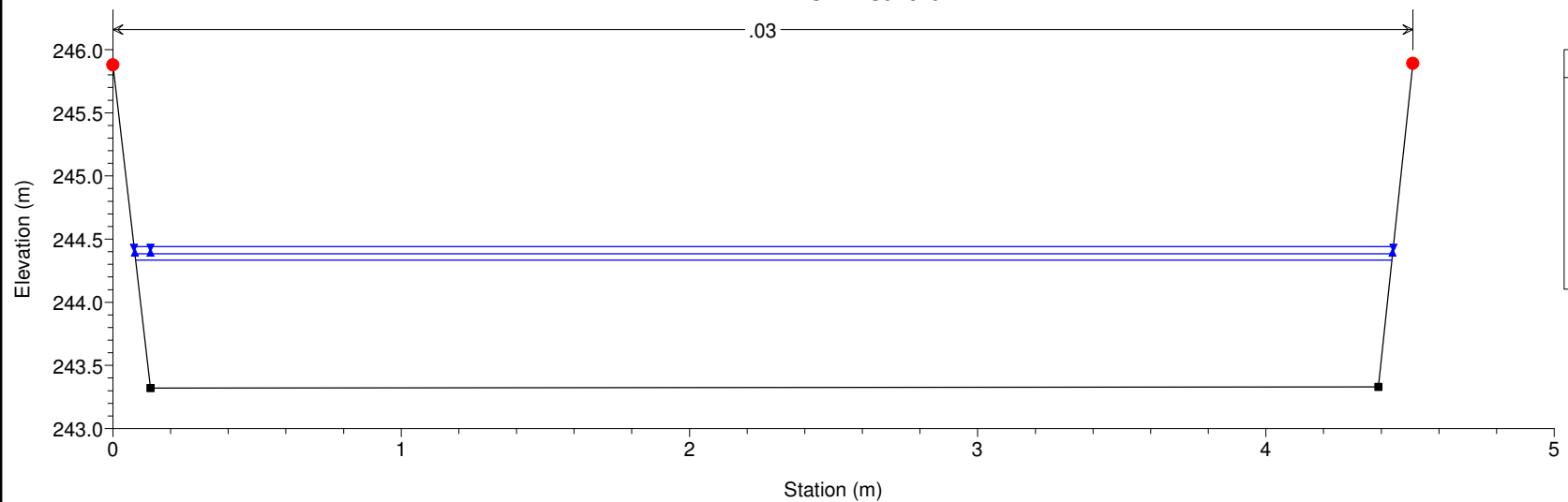
Rio di Cardine Plan: Rio di Cardine 26/02/2016
RS = 6 Sezione 6:6

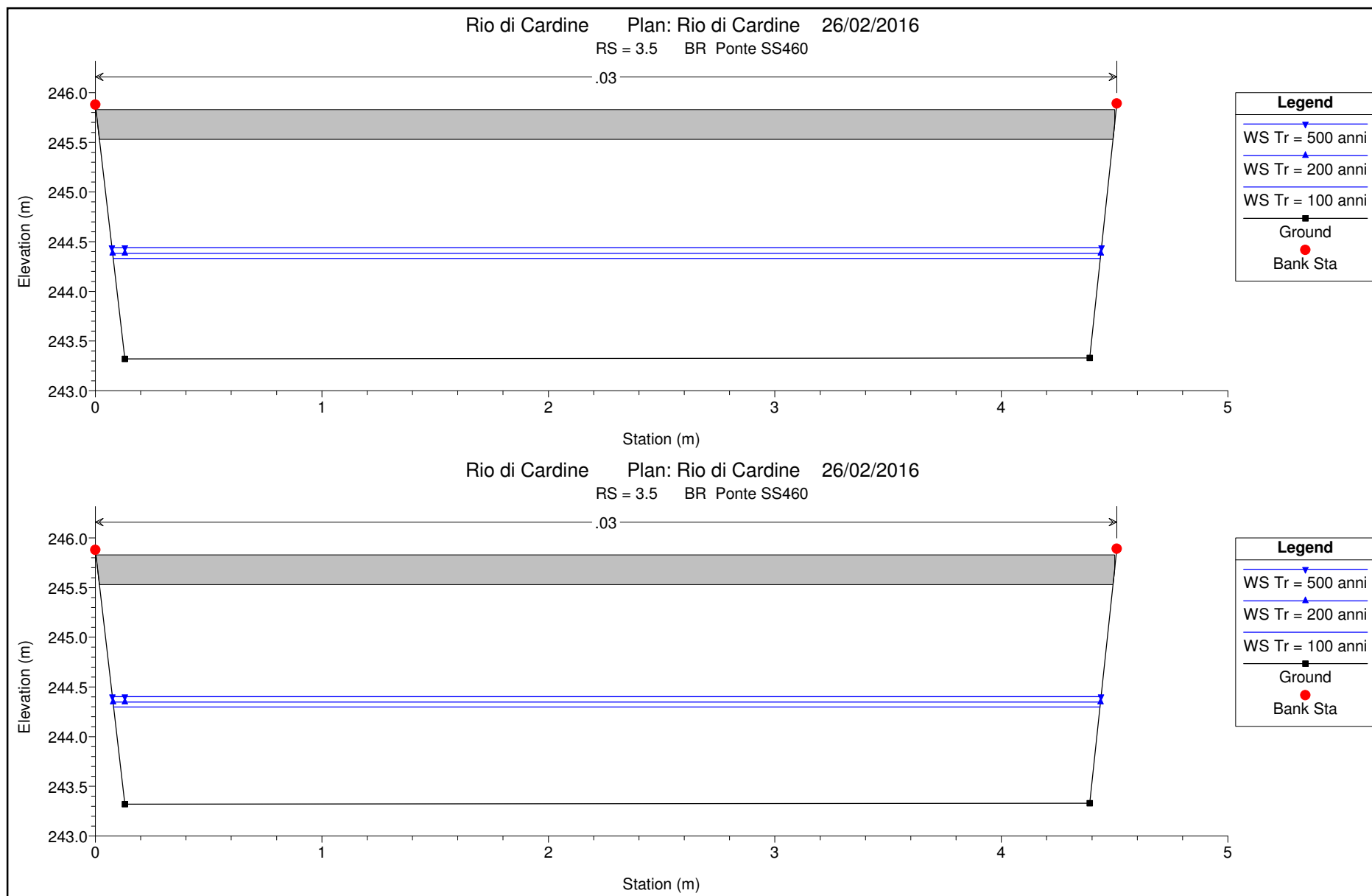


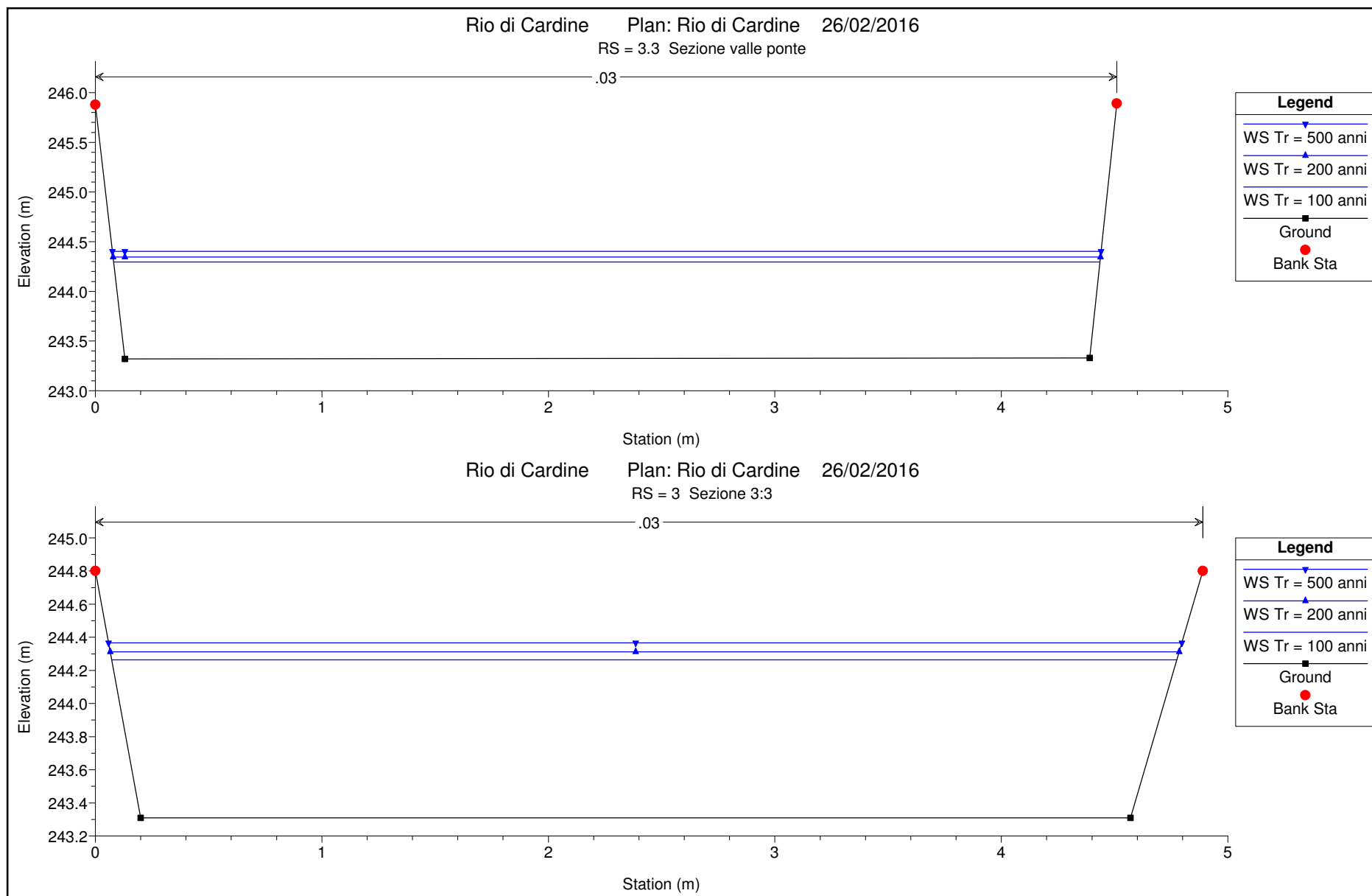
Rio di Cardine Plan: Rio di Cardine 26/02/2016
RS = 5 Sezione 5:5



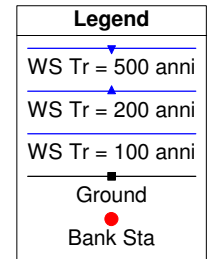
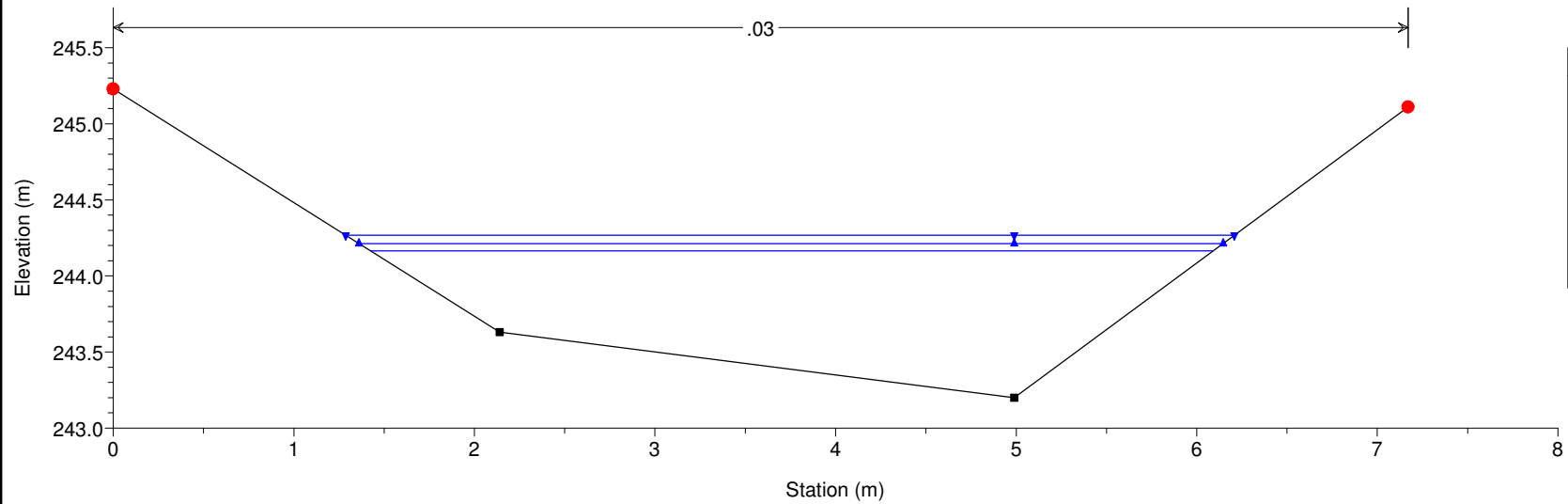
Rio di Cardine Plan: Rio di Cardine 26/02/2016
RS = 4 Sezione 4:4



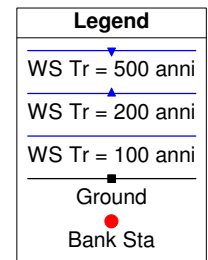
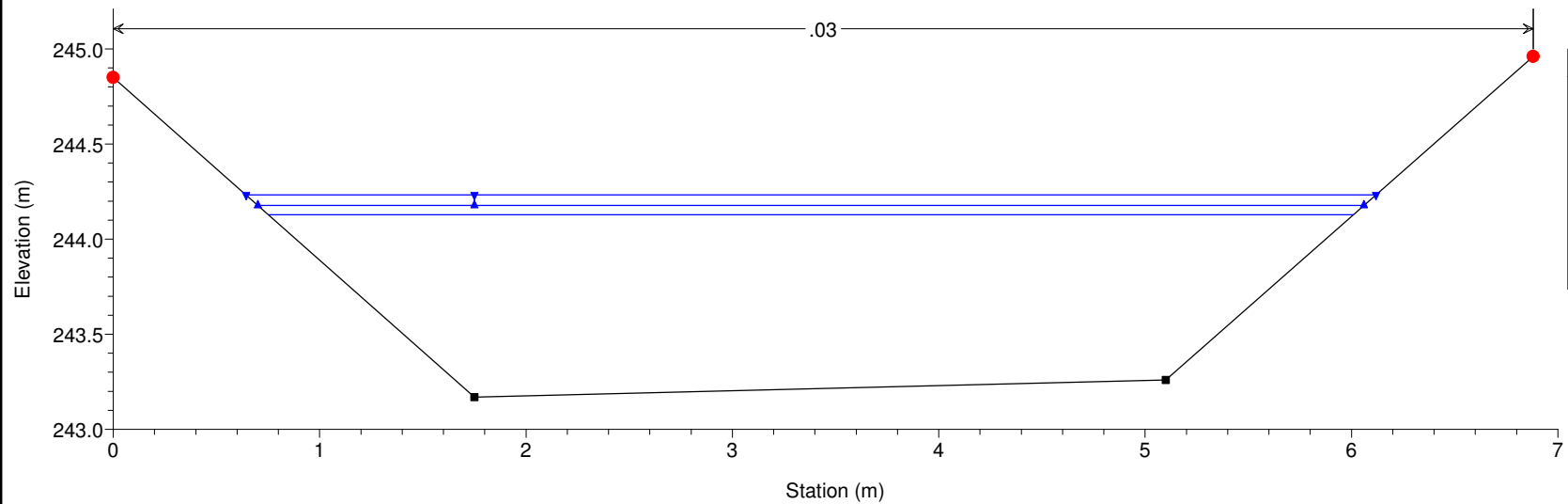




Rio di Cardine Plan: Rio di Cardine 26/02/2016
RS = 2 Sezione 2:2



Rio di Cardine Plan: Rio di Cardine 26/02/2016
RS = 1 Sezione 1:1



ALLEGATO B

PLANIMETRIA CATASTALE



V-7100

E-1200

26-Feb-2016 14:51:58
prot. n. T190842/2016

Scala originale: 1:1500
Dimensione cornice: 582.000 x 414.000 metri

Comune: RIVAROLO CANAVESE
Foglio: 51

1 Particella: 249

ALLEGATO C

PLANIMETRIE DI RILIEVO

na

SEZIONE 13

SEZIONE 12

SEZIONE 11

SEZIONE 10

SEZIONE 9

SEZIONE 8

SEZIONE 7

SEZIONE 6

SEZIONE 5

SEZIONE 4

SEZIONE 3

SEZIONE 2

SEZIONE 1

C.na Vittoria

N



The map displays a residential area with 13 numbered sections (SEZIONE 1 to SEZIONE 13) highlighted in red. The sections are defined by dashed lines and are numbered in red. The map shows a network of roads, buildings, and vegetation. Elevation points are marked with numerical values. A north arrow is located in the bottom left corner.

Key features include:

- SEZIONE 1** to **SEZIONE 13**: Numbered sections of the map.
- Elevation Points**: Numerical values indicating elevation, such as 247.544, 247.541, 247.540, 247.539, 247.538, 247.537, 247.536, 247.535, 247.534, 247.533, 247.532, 247.531, 247.530, 247.529, 247.528, 247.527, 247.526, 247.525, 247.524, 247.523, 247.522, 247.521, 247.520, 247.519, 247.518, 247.517, 247.516, 247.515, 247.514, 247.513, 247.512, 247.511, 247.510, 247.509, 247.508, 247.507, 247.506, 247.505, 247.504, 247.503, 247.502, 247.501, 247.500, 246.999, 246.998, 246.997, 246.996, 246.995, 246.994, 246.993, 246.992, 246.991, 246.990, 246.989, 246.988, 246.987, 246.986, 246.985, 246.984, 246.983, 246.982, 246.981, 246.980, 246.979, 246.978, 246.977, 246.976, 246.975, 246.974, 246.973, 246.972, 246.971, 246.970, 246.969, 246.968, 246.967, 246.966, 246.965, 246.964, 246.963, 246.962, 246.961, 246.960, 246.959, 246.958, 246.957, 246.956, 246.955, 246.954, 246.953, 246.952, 246.951, 246.950, 246.949, 246.948, 246.947, 246.946, 246.945, 246.944, 246.943, 246.942, 246.941, 246.940, 246.939, 246.938, 246.937, 246.936, 246.935, 246.934, 246.933, 246.932, 246.931, 246.930, 246.929, 246.928, 246.927, 246.926, 246.925, 246.924, 246.923, 246.922, 246.921, 246.920, 246.919, 246.918, 246.917, 246.916, 246.915, 246.914, 246.913, 246.912, 246.911, 246.910, 246.909, 246.908, 246.907, 246.906, 246.905, 246.904, 246.903, 246.902, 246.901, 246.900, 246.899, 246.898, 246.897, 246.896, 246.895, 246.894, 246.893, 246.892, 246.891, 246.890, 246.889, 246.888, 246.887, 246.886, 246.885, 246.884, 246.883, 246.882, 246.881, 246.880, 246.879, 246.878, 246.877, 246.876, 246.875, 246.874, 246.873, 246.872, 246.871, 246.870, 246.869, 246.868, 246.867, 246.866, 246.865, 246.864, 246.863, 246.862, 246.861, 246.860, 246.859, 246.858, 246.857, 246.856, 246.855, 246.854, 246.853, 246.852, 246.851, 246.850, 246.849, 246.848, 246.847, 246.846, 246.845, 246.844, 246.843, 246.842, 246.841, 246.840, 246.839, 246.838, 246.837, 246.836, 246.835, 246.834, 246.833, 246.832, 246.831, 246.830, 246.829, 246.828, 246.827, 246.826, 246.825, 246.824, 246.823, 246.822, 246.821, 246.820, 246.819, 246.818, 246.817, 246.816, 246.815, 246.814, 246.813, 246.812, 246.811, 246.810, 246.809, 246.808, 246.807, 246.806, 246.805, 246.804, 246.803, 246.802, 246.801, 246.800, 246.799, 246.798, 246.797, 246.796, 246.795, 246.794, 246.793, 246.792, 246.791, 246.790, 246.789, 246.788, 246.787, 246.786, 246.785, 246.784, 246.783, 246.782, 246.781, 246.780, 246.779, 246.778, 246.777, 246.776, 246.775, 246.774, 246.773, 246.772, 246.771, 246.770, 246.769, 246.768, 246.767, 246.766, 246.765, 246.764, 246.763, 246.762, 246.761, 246.760, 246.759, 246.758, 246.757, 246.756, 246.755, 246.754, 246.753, 246.752, 246.751, 246.750, 246.749, 246.748, 246.747, 246.746, 246.745, 246.744, 246.743, 246.742, 246.741, 246.740, 246.739, 246.738, 246.737, 246.736, 246.735, 246.734, 246.733, 246.732, 246.731, 246.730, 246.729, 246.728, 246.727, 246.726, 246.725, 246.724, 246.723, 246.722, 246.721, 246.720, 246.719, 246.718, 246.717, 246.716, 246.715, 246.714, 246.713, 246.712, 246.711, 246.710, 246.709, 246.708, 246.707, 246.706, 246.705, 246.704, 246.703, 246.702, 246.701, 246.700, 246.699, 246.698, 246.697, 246.696, 246.695, 246.694, 246.693, 246.692, 246.691, 246.690, 246.689, 246.688, 246.687, 246.686, 246.685, 246.684, 246.683, 246.682, 246.681, 246.680, 246.679, 246.678, 246.677, 246.676, 246.675, 246.674, 246.673, 246.672, 246.671, 246.670, 246.669, 246.668, 246.667, 246.666, 246.665, 246.664, 246.663, 246.662, 246.661, 246.660, 246.659, 246.658, 246.657, 246.656, 246.655, 246.654, 246.653, 246.652, 246.651, 246.650, 246.649, 246.648, 246.647, 246.646, 246.645, 246.644, 246.643, 246.642, 246.641, 246.640, 246.639, 246.638, 246.637, 246.636, 246.635, 246.634, 246.633, 246.632, 246.631, 246.630, 246.629, 246.628, 246.627, 246.626, 246.625, 246.624, 246.623, 246.622, 246.621, 246.620, 246.619, 246.618, 246.617, 246.616, 246.615, 246.614, 246.613, 246.612, 246.611,



ALLEGATO D

SEZIONI DI VERIFICA

SEZIONE S1
progr. 1.00

SCALA X 1:100

SCALA Y 1:100

▽ 242.00

Q max Tr=200 anni

QUOTE	244.85	243.17	243.26	244.96
DIST.PARZ.		1.75	3.35	1.78
DIST.PROGR.	0.00	1.75	5.10	6.88

SEZIONE S2
progr. 2.00
parziale 1.00

SCALA X 1:100

SCALA Y 1:100

▽ 241.00

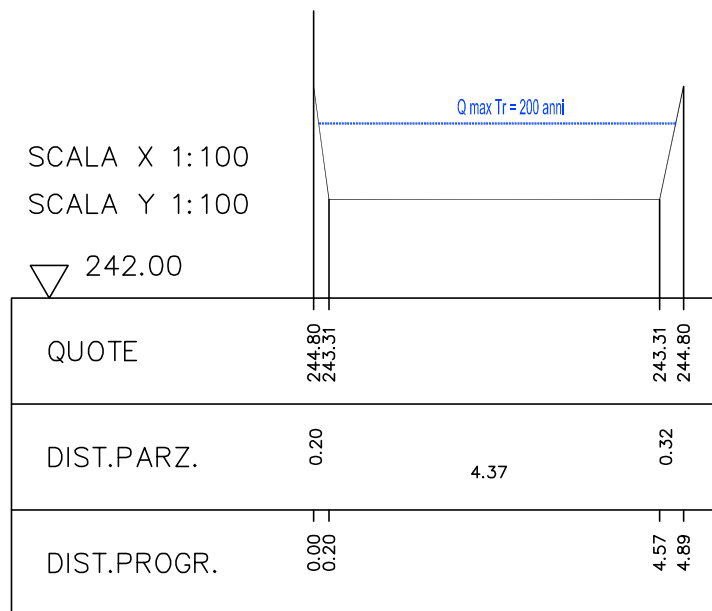
Q max Tr=200 anni

QUOTE	244.83	243.23	243.20	244.71
DIST.PARZ.		2.14	2.85	2.18
DIST.PROGR.	0.00	2.14	4.99	7.17

SEZIONE S3
progr. 3.00
parziale 1.00

SCALA X 1:100
SCALA Y 1:100

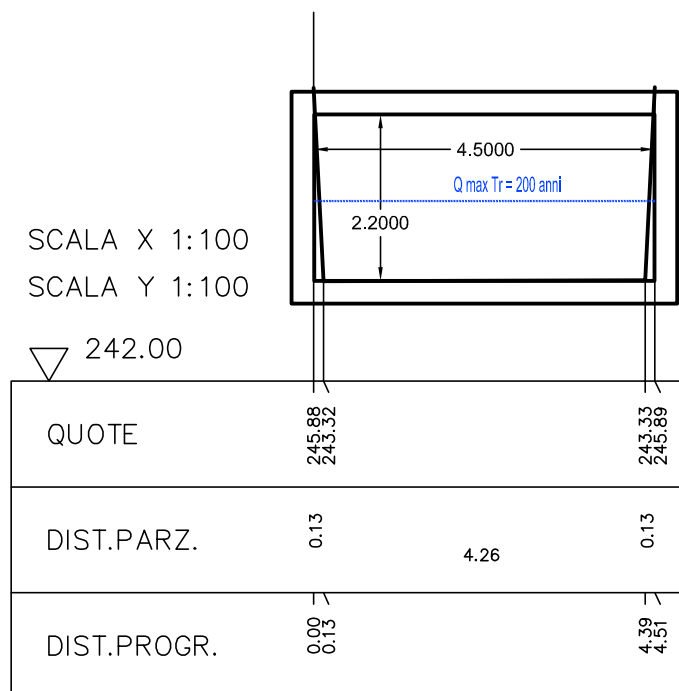
▽ 242.00



SEZIONE S4
progr. 4.00
parziale 1.00

SCALA X 1:100
SCALA Y 1:100

▽ 242.00



SEZIONE S5
progr. 5.00
parziale 1.00

SCALA X 1:100

SCALA Y 1:100

▽ 242.00

Q max Tr=200 anni

QUOTE	245.32	243.51	243.37	245.60
DIST.PARZ.		4.22	1.37	2.82
DIST.PROGR.	0.00	4.22	5.59	8.40

SEZIONE S6
progr. 6.00
parziale 1.00

SCALA X 1:100

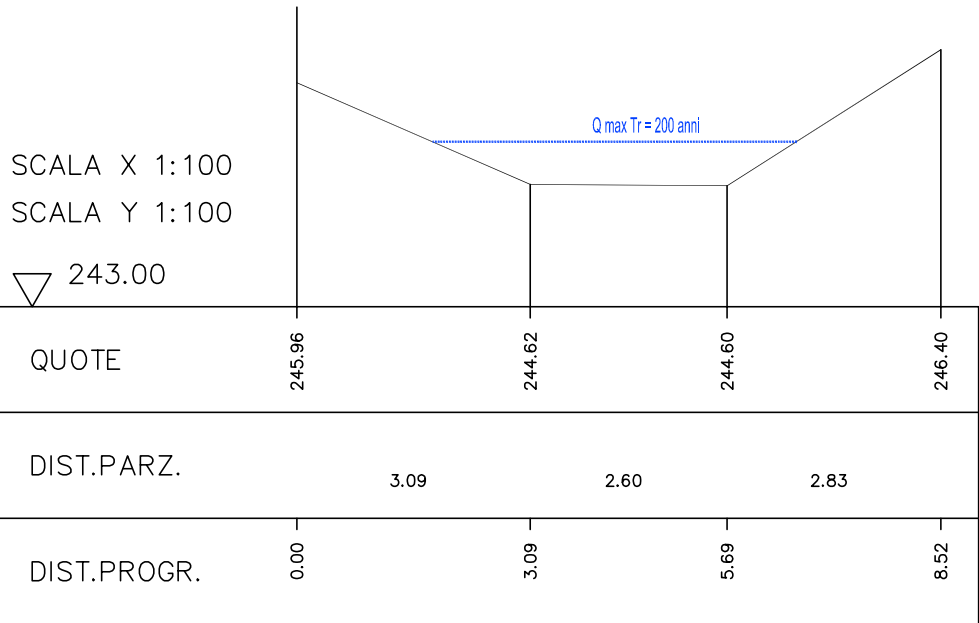
SCALA Y 1:100

▽ 242.00

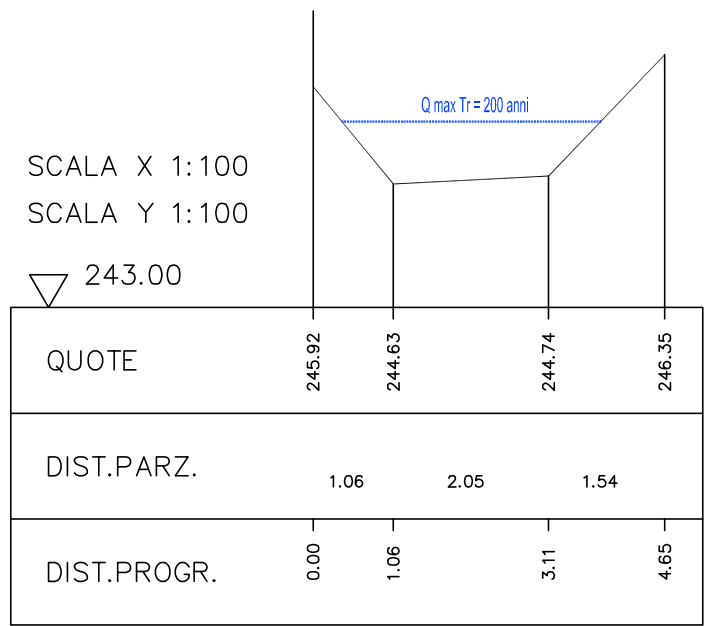
Q max Tr=200 anni

QUOTE	245.04	243.80	243.91	244.79
DIST.PARZ.		1.01	1.77	1.55
DIST.PROGR.	0.00	1.01	2.79	4.33

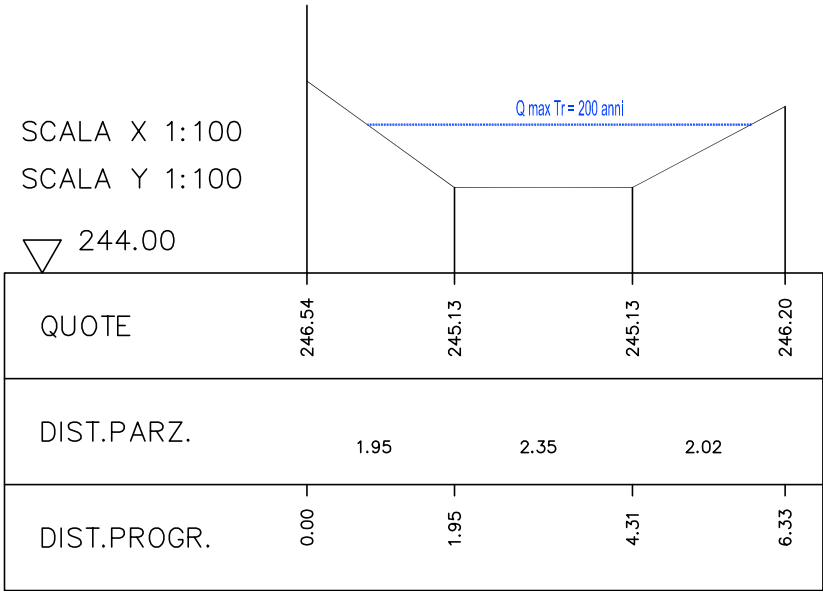
SEZIONE	S7
progr.	7.00
parziale	1.00



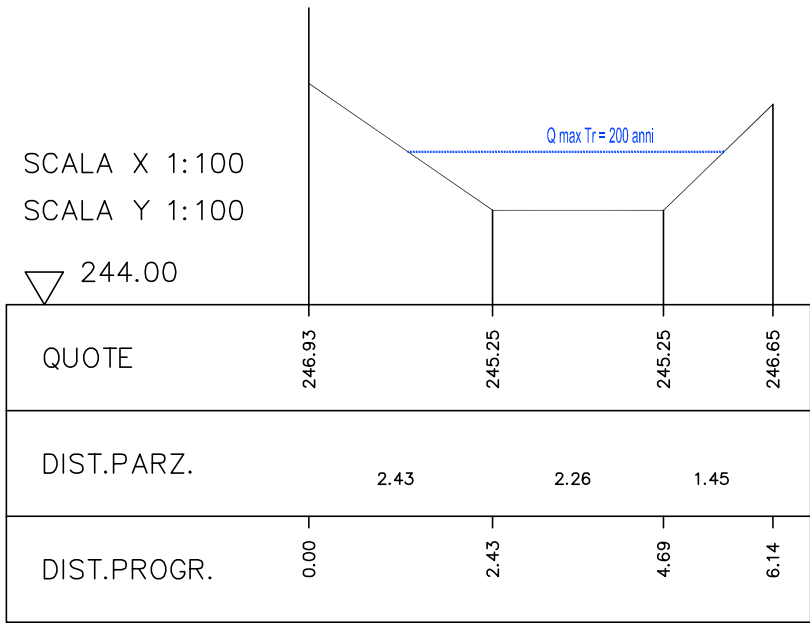
SEZIONE	S8
progr.	8.00
parziale	1.00



SEZIONE	S9
progr.	9.00
parziale	1.00



SEZIONE	S10
progr.	10.00
parziale	1.00



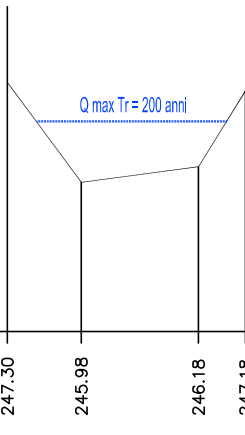
SEZIONE S11

progr. 11.00

parziale 1.00

SCALA X 1:100
SCALA Y 1:100

▽ 244.00



QUOTE	247.30	245.98	246.18	247.18
DIST.PARZ.		0.98	1.55	0.62
DIST.PROGR.	0.00	0.98	2.53	3.15

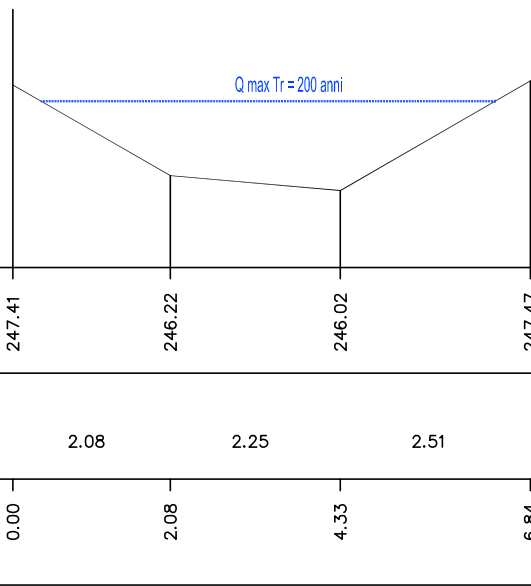
SEZIONE S12

progr. 12.00

parziale 1.00

SCALA X 1:100
SCALA Y 1:100

▽ 245.00

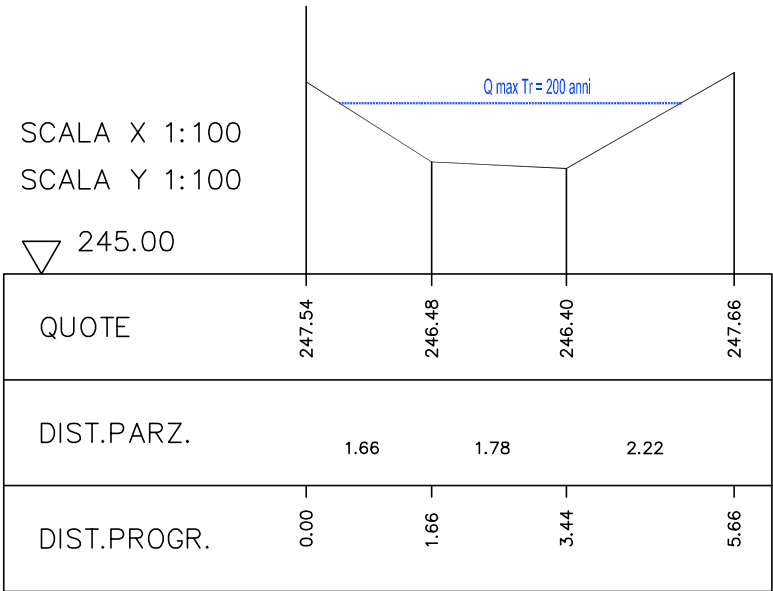


QUOTE	247.41	246.22	246.02	247.47
DIST.PARZ.		2.08	2.25	2.51
DIST.PROGR.	0.00	2.08	4.33	6.84

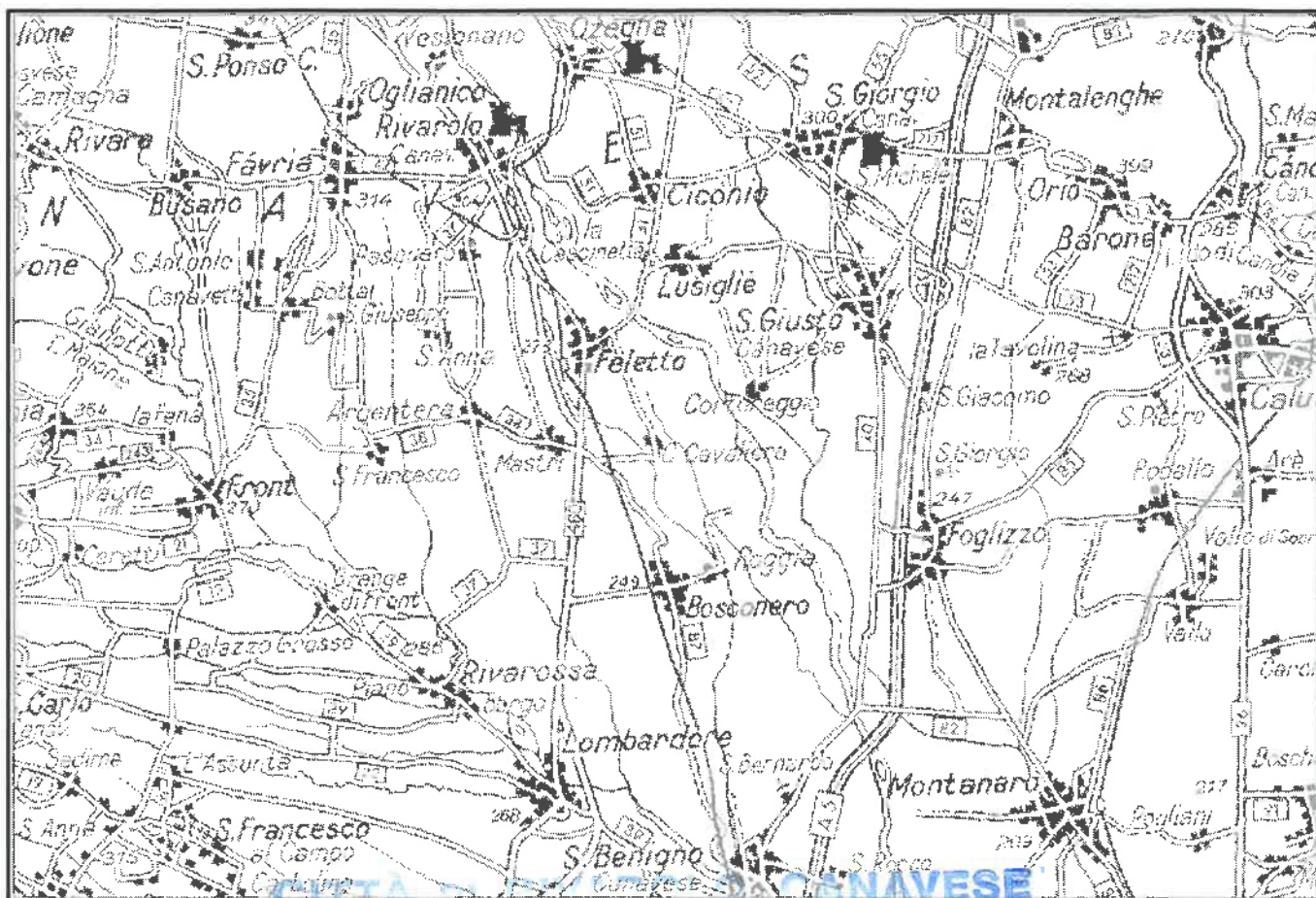
SEZIONE S13

progr. 13.00

parziale 1.00



Allegato 2: relazione idraulica Ing. Noascono



Revisione n°		Descrizione		Data	
				31/04	
 PROVINCIA DI TORINO					
AREA VIABILITA' ED EDILIZIA SERVIZIO PROGRAMMAZIONE E PIANIFICAZIONE VIABILITA'					
Ogg. COMUNE DI LOMBARDORE - COMUNE DI BOSCONERO COMUNE DI FELETTA - COMUNE DI RIVAROLO C.se				Scala	
Adeguamento ed ammodernamento della ex SS460 nel tratto Rivarolo C.se - Lombardore - I° LOTTO				Data Agosto 2004	
PROGETTO ESECUTIVO				File ES_RI.DWG	
Titolo RELAZIONE IDRAULICA				Tav. ES.RI	
Il Responsabile del Procedimento VICE DIRETTORE VIABILITA' DOTT. ING. MAURO FEGATELLI		Progettisti ING. GIANLUCA NOASCONO		Redatto	

INDICE

1.	PREMESSE	pag. 2
2.	ELABORATI DI PROGETTO	pag. 3
3.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	pag. 4
4.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	pag. 7
5.	DESCRIZIONE DELLA SITUAZIONE ATTUALE	pag. 9
	5.1 Bialera della Provanina	pag. 9
	5.2 Rio di Cardine	pag. 10
6.	ANALISI IDROLOGICA - Evento ottobre 2000	pag. 11
	6.1 Caratteristiche pluviometriche dell'evento	pag. 11
	6.2 Caratteristiche idrologiche dell'evento	pag. 12
7.	ELABORAZIONI STATISTICHE DEI DATI PLUVIOMETRICI	pag. 13
	7.1 Analisi statistiche	pag. 14
	7.2 Determinazione delle caratt. idrologiche	pag. 15
8.	ASPETTI IDROLOGICI E DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA	pag. 16
	8.1 Premesse	pag. 16
	8.2 Caratteristiche fisiche del bacino	pag. 16
	8.3 Tempo di corrivazione	pag. 19
	8.4 Calcolo della portata di massima piena	pag. 21
9.	VERIFICA IDRAULICA	pag. 26
	9.1 Criteri di calcolo	pag. 26
	9.2 Verifica in moto uniforme	pag. 27
	9.3 Verifica in moto permanente - HEC RAS	pag. 29
	9.4 Definizione della scabrezza	pag. 35
	9.5 Modalità di verifica idraulica	pag. 38
10.	CONCLUSIONI	pag. 39

ALLEGATI

1. PREMESSE

Premessa alla seguente relazione è la volontà, da parte della Provincia di Torino - Area Viabilità ed Edilizia di provvedere all'allargamento della ex. SS. n. 460 nel tratto Lombardore-Rivarolo al fine di garantire adeguate condizioni di sicurezza stradale.

Con l'occasione dell'"intervento strutturale" la Provincia di Torino intende rendere "il più trasparente possibile" la propria infrastruttura viaria che percorre in rilevato buona parte della pianura compresa tra i comuni di Rivarolo e di Lombardore.

In luogo di attraversamenti irrigui costituiti da tubazioni di modeste dimensioni verranno previsti sezioni scatolari di dimensioni ragguardevoli (3-3,5 metri di luce netta) e tali da garantire il passaggio anche di materiale flottante.

Nello specifico due corsi d'acqua risultano essere iscritti nell'elenco delle acque pubbliche della Provincia di Torino dallo sbocco nel torrente Malone fino alla strada provinciale in questione; si tratta del Rio Cardinetto (o Bialera della Provanina) e del Rio del Cardine.

Le indagini di carattere idraulico condotte per tali due rii sono state effettuate con riferimento ai risultati degli studi predisposti nell'ambito del PAI (**Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico**) - Interventi sulla rete idrografica e sui versanti. Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17 comma 6 ter. Adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001.

Mediante le simulazioni numeriche condotte sono stati ricostruiti i profili in moto uniforme e stazionario, prevedibili per differenti eventi di piena, in modo da definire e/o verificare cautelativamente i parametri di progetto tali da garantire adeguate condizioni di sicurezza idraulica.

La geometria del corso d'acqua (sezioni e profilo di fondo d'alveo) è stata ricostruita sulla base di un rilievo di dettaglio così come risulta dalle planimetrie allegate.

2. ELABORATI DI PROGETTO

La presente Relazione Idrologico-Idraulica si compone dei seguenti elaborati:

A) Relazione Idrologico - Idraulica;

A.1) Allegati idrologici;

A.1.1) Bialera della Provanina

A.1.2) Rio di Cardine

A.2) Allegati Idraulici;

A.2.1) Bialera della Provanina

A.2.1.1) Calcolo in Moto Uniforme

A.2.1.1) Calcolo in Moto Permanente

A.2.2) Rio di Cardine.

A.2.2.1) Calcolo in Moto Uniforme

A.2.2.1) Calcolo in Moto Permanente

B) Disegni comprendenti le seguenti tavole:

Tav. Idr1 - Corografia con l'individuazione dei bacini imbriferi.

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la definizione dei criteri di valutazione delle portate di progetto si è fatto riferimento alle indicazioni fornite dalle seguenti disposizioni normative:

- ✓ PS 45 (*Piano stralcio per la realizzazione degli interventi necessari al ripristino dell'assetto idraulico, alla eliminazione delle situazioni di dissesto idrogeologico e alla prevenzione dei rischi idrogeologici nonché il ripristino delle aree di esondazione*), adottato con delibera dell'Autorità di Bacino del Fiume Po n. 9/1995 e pubblicato nel supplemento straordinario al Bollettino della Regione Piemonte n. 32 del 9/08/1995;
- ✓ Direttiva (*Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B*) emessa dall'autorità di Bacino del Fiume Po nell'ambito del "Piano stralcio delle Fasce Fluviali", approvata dal Comitato tecnico in data 27.04.1999.
- ✓ PAI (*Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico*) - Interventi sulla rete idrografica e sui versanti. Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17 comma 6 ter. Adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001.
7. Norme di attuazione _ DIRETTIVA SULLA PIENA DI PROGETTO DA ASSUMERE PER LE PROGETTAZIONI E LE VERIFICHE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA.
- ✓ Bollettino Ufficiale Regione Piemonte - Parte I e II Supplemento al numero 30 - 25 luglio 2002
Deliberazione della Giunta Regionale 15 luglio 2002 n. 45-6656 Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI). Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po in data 26 aprile 2001, approvato con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 24 maggio 2001. Indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico.
allegato 1 - indirizzi per l'attuazione del PAI in materia urbanistica

allegato 2 - legenda regionale per la redazione della carta geomorfologica e del dissesto dei P.R.G.C. redatte in conformità alla circolare P.G.R. n. 7/LAP/96 e successiva N.T.E./99

allegato 3 - criteri per la valutazione della pericolosità e del rischio lungo il reticolo idrografico.

Nello specifico:

PS 45 (Piano stralcio per la realizzazione degli interventi necessari al ripristino dell'assetto idraulico, alla eliminazione delle situazioni di dissesto idrogeologico e alla prevenzione dei rischi idrogeologici nonché il ripristino delle aree di esondazione)

Il PS45 indica che l'assunzione della piena di progetto viene definita in funzione delle seguenti condizioni di compatibilità:

1. Condizioni di compatibilità con la domanda di sicurezza locale:

- Difesa dell'incolumità della popolazione;
- Difesa dei beni pubblici e privati dai danni della piena;
- Ricerca tendenziale del minimo costo tra utilizzo antropico del territorio e interventi di difesa dai fenomeni di piena.

2. Condizioni di compatibilità con le condizioni di deflusso nella rete idrografica:

- Assenza di aggravio delle sollecitazioni ai sistemi difensivi a valle (o a monte);
- Minimizzazione degli scostamenti rispetto alla tendenza evolutiva naturale;
- Minimizzazione dei costi di mantenimento e manutenzione.

La verifica idraulica dovrà considerare eventi di piena con tempi di ritorno differenti in funzione del grado di artificializzazione del corso d'acqua e della tipologia dell'intervento strutturale.

Direttiva criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B.

La Direttiva "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B", emessa dall'Autorità di bacino del fiume Po nell'ambito del "Piano stralcio delle Fasce Fluviali", approvata dal Comitato tecnico in data 27.04.1999, stabilisce prescrizioni ed indirizzi sia per la progettazione e verifica idraulica di nuovi ponti, che per la verifica di quelli esistenti.

Si rimanda alla suddetta Direttiva, premesso che il torrente in esame non risulta essere "fasciato", e per cui privo delle individuazioni delle fasce A e B.

Assetto geometrico dell'alveo

Per i corsi d'acqua non interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali le sezioni trasversali devono essere comunque coerenti con quelli di riferimento per il monitoraggio morfologico dell'alveo a cura delle Amministrazioni competenti.

Portate di piena

Per i corsi d'acqua non interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali le portate di piena vanno stimate, sulla base delle indicazioni della direttiva di cui all'art. 10 delle Norme di attuazione del Piano stralcio di assetto idrogeologico, utilizzando le procedure di analisi probabilistica e/o i modelli di trasformazione afflussi-deflussi più adatti, in funzione delle caratteristiche del bacino idrografico sotteso e della disponibilità di serie storiche di misura delle variabili idrologiche.

Indipendentemente dal valore assunto per la piena di progetto, è opportuno che siano determinate le portate con riferimento ai seguenti valori del tempo di ritorno: 20, 100, 200, 500 anni.

I contenuti dell'analisi devono comprendere, oltre alla stima delle portate con assegnato tempo di ritorno, la descrizione della metodologia utilizzata, le serie storiche dei dati idrologici impiegati (precipitazioni e/o portate) e gli elementi informativi disponibili relativi alle piene storiche che hanno interessato il tratto.

Metodo di calcolo

IN QUESTA SEDE, DATA LA MODESTIA DELL'INTERVENTO LA VERIFICA E' STATA EFFETTUATA IN MOTO UNIFORME; UN ULTERIORE SIMULAZIONE E' STATA INOLTRE CONDOTTA IN MOTO PERMANENTE PER CERCARE CONFERMA (relativamente alla verifica idraulica al di sotto dell'impalcato) DEGLI SCENARI DESUNTI DALLE ANALISI IN MOTO UNIFORME.

4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

I due rii oggetto di studio sono corsi d'acqua naturali il cui bacino di pertinenza si estende in corrispondenza di una buona "fetta di pianura" dei comuni di Rivarolo e di Feletto. Essi sono delimitati a Nord dalla Strada Provinciale che da Rivarolo conduce a Favria, a Est dalla Ex SS. n. 460 e dal bacino della Gora della Cerca e a ovest dalla strada di accesso alla Frazione Argentera del Comune di Rivarolo e si sviluppano con asse ad andamento irregolare disposto prevalentemente Nord-Sud.

Entrambe i corsi d'acqua fanno parte di un più ampio sistema irriguo da poco costituitosi con il nome di Consorzio Irriguo Ovest Orco. Esso gode della facoltà di derivare acqua dal torrente Orco a monte del ponte della ex. SS. n. 565 "Pedemontana" in comune di Salassa. Attualmente l'opera di derivazione dal torrente Orco non è costituito da una presa fissa, ma il Consorzio ha provveduto a richiedere agli enti competenti un finanziamento per poter realizzare un'opera di presa fissa con paratoia mobile, al fine di regolare correttamente le portate derivate e preservare da eventuali inondazioni di tutto il tratto a monte in caso di piena. Tale opera, congiuntamente alla realizzazione di un canale scolmatore del rio Levesa nel torrente Orco dovrebbe garantire adeguate condizioni di sicurezza idraulica relativamente ai territori indagati.

Cautelativamente in questa sede, stante la presenza della già citata fitta rete irrigua, si è preferito "sovrastimare" le dimensioni areali dei due bacini imbriferi considerando che antropicamente diverse rogge potrebbero, in caso di piena, essere deviate nella Bialera della Provanina e nel Rio di Cardine al fine di preservare zone abitate quali ad esempio la borgata Argentera di Rivarolo.

Il bacino della Bialera della Provanina (noto a valle della ex. SS. n. 460 come Rio Cardinetto), chiuso in prossimità del ponte in progetto e come perimetrato sulla allegata tavola Idr1, ha una superficie di circa 8,56 km²; esso risulta ubicato ad una quota compresa tra 295 e 235 m s.l.m.

La lunghezza dell'asta principale, dalla sezione di chiusura fino al punto più idraulicamente distante è di circa 8,41 km.

Le caratteristiche del bacino sono prettamente di pianura.

L'idrografia secondaria è costituita da una fitta rete irrigua come già meglio precedentemente specificato.

Le sponde dell'alveo risultano piuttosto ben mantenute anche nel tratto a monte, come imposto dal regolamento interno del Consorzio Irriguo Ovest Orco.

La sezione di chiusura del bacino si trova a circa 235 mt. s.l.m. in corrispondenza dell'intervento in progetto (attraversamento della ex. SS. n. 460).

Il bacino del Rio di Cardine, chiuso in prossimità della sezione scatolare in progetto e come perimetrato sulla allegata tavola Idr1, ha una superficie di circa 4,04 km²; esso risulta ubicato ad una quota compresa tra 291 e 243 m s.l.m.

La lunghezza dell'asta principale, dalla sezione di chiusura fino al punto più idraulicamente distante è di circa 5,98 km.

Le caratteristiche del bacino sono prettamente di pianura.

L'idrografia secondaria è costituita anche in questo caso da una fitta rete irrigua.

Le sponde dell'alveo risultano piuttosto ben mantenute anche nel tratto a monte, come imposto dal regolamento interno del Consorzio Irriguo Ovest Orco.

La sezione di chiusura del bacino si trova a circa 245 mt. s.l.m. in corrispondenza dell'intervento in progetto (rotonda per Rivarossa e Argentera).

ROGGIA DI
RIVAROLO

SCHEMA BACINI IMBRIFERI
SCALA 1:30000

290 m s.l.m.

280 m s.l.m.

270 m s.l.m.

RIO DI CARDINE

AREA=4,04 Km²
L rio=5,38 Km

260 m s.l.m.

250 m s.l.m.

BEALERA DELLA PROVANINA

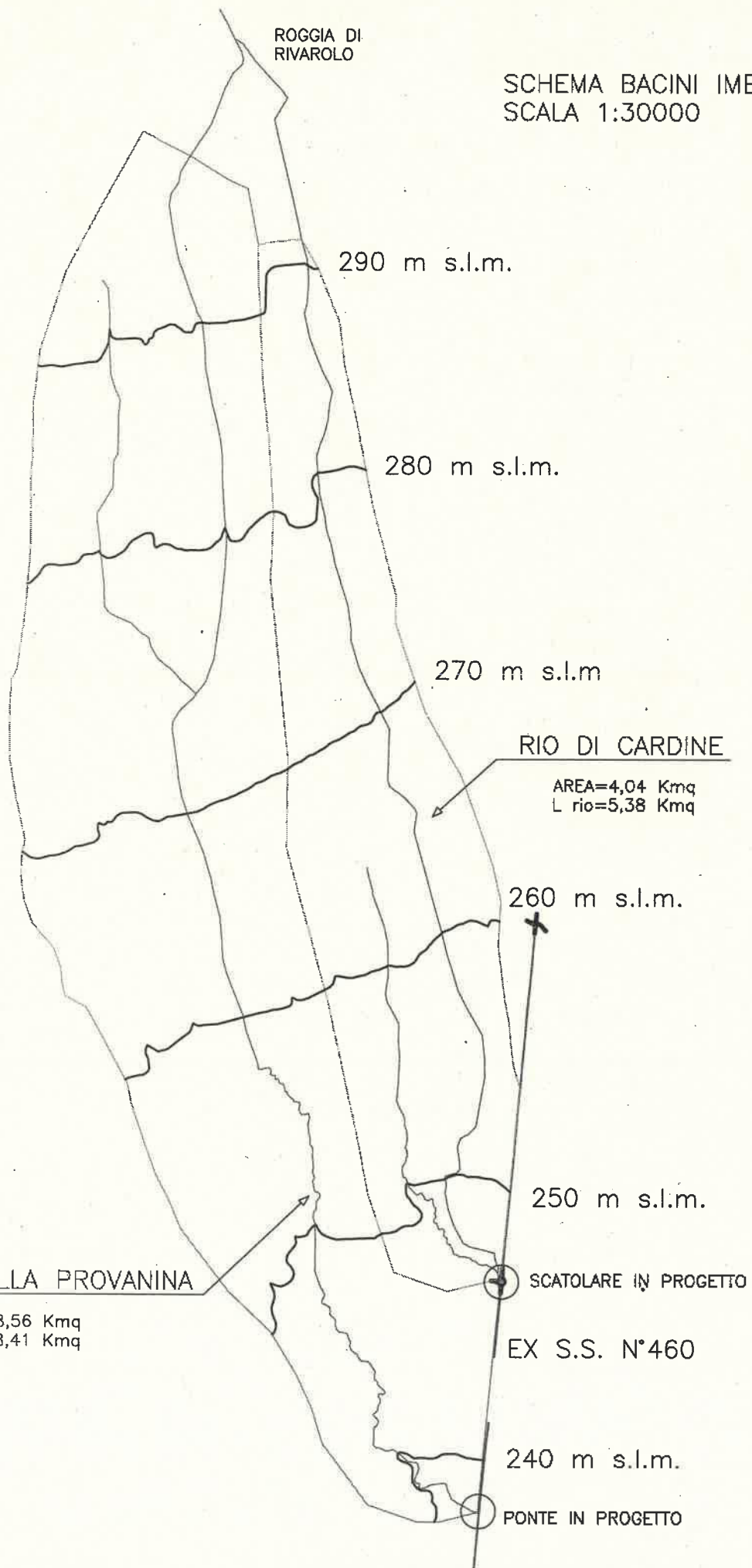
AREA=8,56 Km²
L rio=8,41 Km

SCATOLARE IN PROGETTO

EX S.S. N°460

240 m s.l.m.

PONTE IN PROGETTO



5.DESCRIZIONE DELLA SITUAZIONE ATTUALE

5.1 Bialera della Provanina

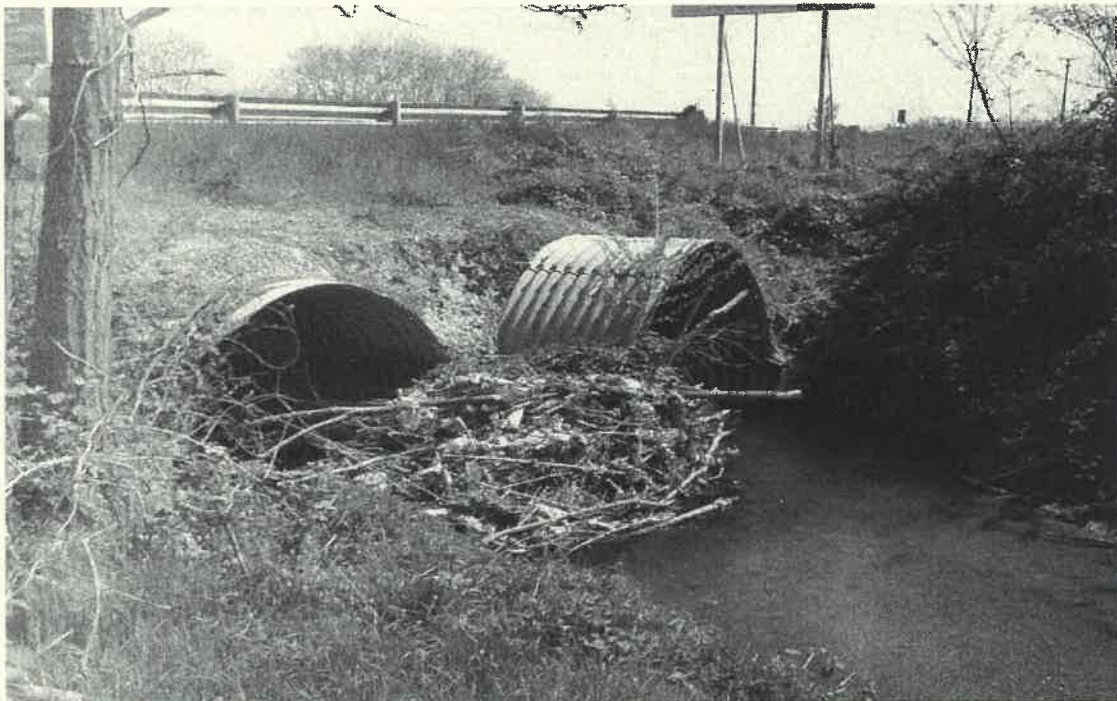


Foto 5.1 - Imbocco a monte della ex. SS. N. 460

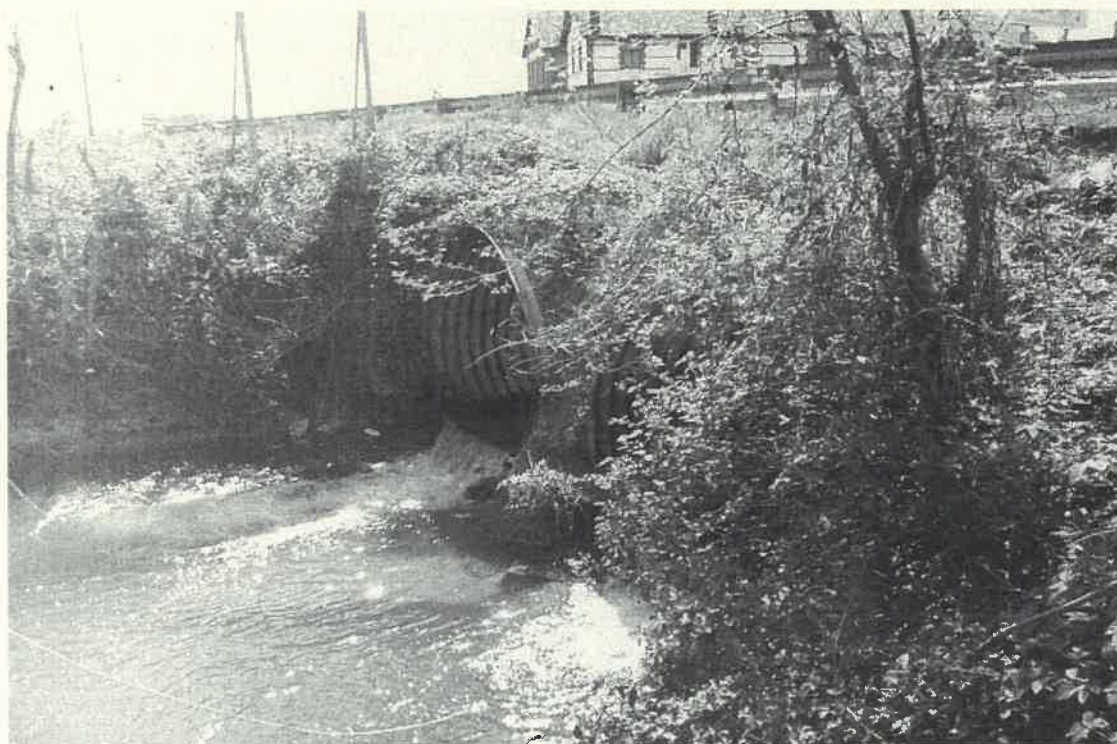


Foto 5.2 - Sbocco a valle del rilevato stradale

Attualmente, come risulta possibile evincere dalle fotografie riportate, l'attraversamento delle acque del rio è garantito da due tubazioni in acciaio "Finsider" di grande diametro (circa 1,5 m). Esse si sono dimostrate non adeguate allo smaltimento delle portate di piena anche a causa della presenza di materiale flottante di natura per lo più antropica.

A valle la concentrazione delle acque di piena nei due attraversamenti ha provocato un'erosione localizzata abbastanza evidente.

5.2 Rio di Cardine



Foto 5.3 - Imbocco a monte della ex. SS. N. 460

Anche in questo caso (come per buona parte dei restanti attraversamenti irrigui) l'infrastruttura è attraversata da una tubazione in acciaio tipo "Finsider", anch'essa di diametro prossimo a 1,5 metri, ma per buona parte interrata; per tanto, attualmente, la sezione utile di deflusso è pari circa alla metà di quella disponibile.

6.CENNI E CONSIDERAZIONI IDROLOGICHE SULL'EVENTO ALLUVIONALE OTTOBRE 2000

L'evento alluvionale occorso nell'ottobre 2000 è stato particolarmente intenso (sia dal punto di vista degli afflussi che dei deflussi); si riportano di seguito alcune considerazioni effettuate a seguito dell'evento alluvionale.

6.1 Caratteristiche pluviometriche dell'evento¹

L'analisi della carte delle isoiete, elaborata considerando le precipitazioni del periodo 11-17 ottobre 2000, mette in evidenza la distribuzione delle piogge tipica degli eventi caratterizzati da intensi flussi sud-orientali. In virtù dell'imponente "stau" orografico (sbarramento al flusso principale della perturbazione) i due nuclei di massima precipitazione si sono localizzati sul versante alpino italiano rispettivamente tra le Valli di Lanzo e la Valle Orco (centro di scroscio a Locana - Rosone, 864 mm) e nelle valli Ossolane occidentali, tra la Val Semenza ed il Sempione (centro di scroscio con 817 mm).

La notevole intensità del flusso ha determinato l'estensione delle piogge intense anche alle zone di testata delle valli e a molte zone intralpine poste oltre gli spartiacque, generalmente poco soggette a consistenti apporti pluviometrici in occasione di perturbazioni di origine mediterranea; è il caso della Val d'Aosta, dove - nonostante lo sbarramento offerto dal massiccio del Gran Paradiso - si sono registrati circa 470 mm a Cogne-Gimilian, 310 a La Thuile-Les Granges e 280 ad Aosta-aeroporto.

L'evento si è rivelato particolarmente gravoso per la concomitanza dei seguenti fattori:

- estensione del fenomeno su tutto il territorio regionale;

¹ Castellano C. & Pangallo E. (2001) - "L'evento alluvionale del 13-17 ottobre nel bacino del Po: analisi meteorologica". Nimbus n. 21-22 pubblicato nell'ottobre 2001.

² Mercalli L. & Cat Berro D. (2001) - "L'evento alluvionale del 13-17 ottobre nel bacino del Po: analisi pluviometrica". Nimbus n. 21-22 pubblicato nell'ottobre 2001.

- presenza, all'interno del fenomeno, di alcuni intervalli di forte intensità delle precipitazioni, in particolare durante le prime ore del 15 ottobre;
- insistenza per più giorni del fenomeno meteorico intenso, con conseguente saturazione dei bacini;
- ampiezza del bacino di raccolta delle acque dovuta alla presenza di uno zero termico elevato ed al contributo della neve precedentemente caduta e scioltasi in occasione dell'evento.

6.2 Caratteristiche idrologiche dell'evento²

Un'analisi approfondita delle precipitazioni intense e di breve durata non conduce all'individuazione di piogge con tempi di ritorno elevati; l'eccezionalità dell'evento è da ricercare nella durata (associata comunque ad un'elevata intensità) dell'evento stesso.

Un evento di tale durata ha contribuito notevolmente alla saturazione del bacino imbrifero. Una situazione di questo tipo non avrà certamente un'intensità pari a quella di un temporale estivo, ma la differenza principale rispetto ad una situazione temporalesca è relativa al grado di saturazione del terreno e quindi al coefficiente di deflusso (ϕ = deflussi/afflussi). A tal proposito è necessario sottolineare come le abbondanti piogge cadute tra la fine di settembre ed i primi di ottobre abbiano avuto un ruolo fondamentale proprio nell'innalzamento del grado di imbibizione del terreno.

Dall'esame delle precipitazioni giornaliere, emerge come l'evento pluviometrico dell'ottobre 2000 sia stato effettivamente fuori dall'ordinario. In particolare si evince come la maggior criticità si presenta per alcune località in corrispondenza del terzo giorno di pioggia. Per quasi tutte le stazioni di misura il terzo giorno di pioggia cumulata corrisponde alla somma delle precipitazioni verificatesi tra il 13 ed il 15 di ottobre.

² Noascono G., Cavallo C., Rosso M. (2001) - "L'evento alluvionale del 13-17 ottobre nel bacino del Po: analisi idrologica: il caso di Rosone, Valle Orco". Nimbus n. 21-22 pubblicato nell'ottobre 2001.

7. ELABORAZIONI STATISTICHE DEI DATI PLUVIOMETRICI

L'elaborazione dei dati pluviometrici forniti da una stazione di misura delle piogge si svolge ricavando la relazione esistente tra l'altezza h delle precipitazioni e le loro durate t . Risulta però necessario, affinché le elaborazioni siano attendibili, che il periodo di osservazione sia sufficientemente ampio; perché l'elaborazione possa avere un minimo di fondamento, è consigliabile l'utilizzo di un periodo non inferiore a 40-45 anni. I dati pluviometrici rappresentano una serie cui si può fornire un significato statistico. Una serie completa può ad esempio essere costituita da tutte le precipitazioni di durata oraria registrate in un lungo periodo.

Le relazioni relative all'altezza di precipitazione $h = h(t)$ sono generalmente fornite nella seguente forma:

$$7.1 \quad h = a \cdot t^n$$

nella quale le costanti a ed n (entrambe funzione del periodo di ritorno T_r) sono determinate caso per caso.

Le curve che si deducono sono generalmente denominate *curve di possibilità climatica o pluviometrica*.

Per costruire le equazioni relative ad un'assegnata stazione si utilizzano i dati che si estraggono dagli Annali idrologici.

Una serie completa relativa da una determinata stazione è costituita, per esempio, da tutte quelle precipitazioni di durata oraria registrate in un lungo periodo.

Gli elementi raccolti vengono ordinati, per le varie durate, in senso decrescente, ottenendo una matrice con un numero di colonne pari a quello delle durate considerate ed un numero di righe uguale a quello degli anni di osservazione.

Se si rappresentano nel piano (h, t) gli elementi della prima riga della matrice, unendo i punti così definiti, si ha una linea spezzata, che si può inviluppare con una curva, matematicamente definibile a mezzo di un'equazione del tipo (7.1).

Detta curva inviluppo fornisce, per ogni durata t , il massimo valore h assegnabile al periodo esaminato, il quale può essere ritenuto rappresentativo quando la serie di valori elaborati sia estesa a sufficienza.

L'equazione (7.1) scritta in forma logaritmica:

$$7.2 \quad \log h = \log a + n \log t$$

mostra la possibilità di dare luogo, nel piano bilogaritmico, alla rappresentazione del legame funzionale secondo una retta avente coefficiente angolare n ed intercetta all'origine (dove è $t = 1$) pari ad a .

Bisogna notare come per un'assegnata frequenza probabile che dia la misura della rarità dell'evento, decrescendo l'intensità i della precipitazione con la durata t , n è sempre inferiore ad 1 e si ha:

$$7.3 \quad h / t = a \cdot t^{n-1}$$

7.1 ANALISI STATISTICHE

Le equazioni dei casi critici, pur fornendo informazioni d'interesse sul carattere degli eventi, non danno modo di marcare in forma esplicita ogni evento col valore della sua frequenza probabile: cioè, a causa delle ridotte dimensioni dei campioni non è possibile valutare quale sia la ricorrenza media del suo verificarsi.

Quando si voglia indagare in modo più accurato intorno a questo aspetto, disponendo di una lunga serie di osservazioni, si può determinare quale sia il periodo di anni (tempo di ritorno T_r) nel quale, mediamente, un determinato evento sia eguagliato o superato, ricordando che esso non rappresenta una scadenza fissa per il prodursi di un evento, ma solo la probabilità che esso si verifichi mediamente una volta nel periodo considerato.

I procedimenti usati, con appropriate elaborazioni dei dati disponibili, consentono di allargare il campo delle previsioni oltre il periodo d'osservazione, con un'attendibilità che però va riducendosi all'aumentare del tempo di ritorno, in rapporto specialmente all'estensione del periodo di osservazione.

L'analisi viene comunemente svolta avvalendosi di metodi statistico-probabilistici, quali quello di Gumbel, denominato anche EVI (Extreme Value I).

7.2 DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE IDROLOGICHE

Relativamente ai bacini dei rii in esame, non esistono stazioni di misura, neppure esterne al bacino, significative ai fini di una determinazione cautelativa delle portate di piena.

In data 26 aprile 2001 con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 veniva adottato dall'Autorità di Bacino del Fiume Po Piano il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Norme di attuazione -

Il capitolo 5 - Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense - dispone:

"Al fine di fornire uno strumento per l'analisi di frequenza delle piogge intense nei punti privi di misure dirette è stata condotta un'interpolazione spaziale con il metodo di kriging dei parametri a e n delle linee segnalatrici, discretizzate in base a un reticolo di 2 km di lato.

I risultati sono rappresentati nell'Allegato 3; gli elaborati consentono il calcolo delle linee segnalatrici in ciascun punto del bacino, a meno dell'approssimazione derivante dalla risoluzione spaziale della griglia di discretizzazione, per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni, identificando la localizzazione sulla corografia e, in dettaglio, sulla cartografia in scala 1:250.000.

I valori indicati costituiscono riferimento per le esigenze connesse a studi e progettazioni che, per dimensioni e importanza, non possano svolgere direttamente valutazioni idrologiche a scala locale."

Sovrapponendo la griglia di calcolo desunta dal Pai (Allegato 3) all'area di indagine le celle interessate sarebbero quelle denominate AX90, AX91, AY91 e AY92.

Cautelativamente, si è optato per assegnare, quali coefficienti di possibilità climatica, quelli relativi alla cella AX90, essendo i più gravosi in termini di afflussi.

Nello specifico per i diversi tempi di ritorno si hanno i coefficienti riportati nella seguente tabella.

Cella AX90	Tr20	Tr100	Tr200	Tr500
a	53,67	69,26	75,93	84,72
n	0,325	0,318	0,316	0,314

8. ASPETTI IDROLOGICI E DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA

8.1 INTRODUZIONE

Nello studio dei fenomeni connessi a eventi pluviometrici è importante la conoscenza della portata liquida dei corsi d'acqua, in particolare delle massime portate che possono verificarsi in un determinato arco di tempo pari al tempo di ritorno.

Al fine di condurre uno studio il più completo possibile è anche indispensabile una valutazione delle caratteristiche geomorfologiche del bacino in esame.

Allo scopo di determinare tali parametri è necessario in primo luogo uno studio dettagliato, per quanto possibile, delle caratteristiche fisiche del bacino stesso.

8.2 CARATTERISTICHE FISICHE DEL BACINO

8.2.1 QUOTA MEDIA DEL BACINO E CURVA IPSOMETRICA

La quota media del bacino costituisce la media delle quote rappresentative del bacino stesso.

L'area S_i compresa tra due curve di livello costituisce il "peso" della quota z_i rappresentativa della superficie stessa:

$$H_m = \frac{\sum (z_i \cdot S_i)}{S}$$

dove:

- H_m = quota media del bacino;
- z_i = quota media di ciascuna superficie compresa tra due curve di livello, riferite al livello medio del mare;
- S_i = superficie compresa tra due curve di livello consecutive;
- S = superficie totale del bacino.

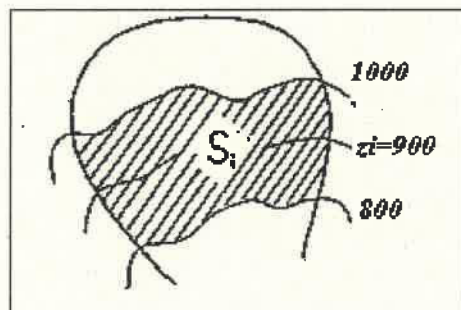


Fig. 8.1 - Esempio per il calcolo della quota media

Al fine di mettere in evidenza il rapporto tra quota e relativa superficie, è utile costruire la curva ipsometrica che illustra l'andamento dello sviluppo superficiale rispetto alla quota.

Sull'asse delle ascisse sono riportate le superfici cumulate espresse in km^2 e sulle ordinate le quote medie tra due curve di livello successive espresse in metri: ad ogni quota viene fatta corrispondere la somma delle superfici parziali che si collocano ad una quota maggiore o uguale a quella assegnata.

L'andamento di tale curva è indice dell'evoluzione del bacino, infatti una accentuata convessità rivela un bacino in uno stadio giovanile, ancora in fase di erosione, invece concavità e convessità si equivalgono in un bacino in uno stadio di equilibrio.

8.2.2 PENDENZA MEDIA DEI VERSANTI

Al fine di una migliore caratterizzazione dei bacini è necessaria la determinazione della pendenza media dei versanti. Poiché essa influenza notevolmente il ruscellamento superficiale, risulta essere uno dei parametri fondamentali per il calcolo del tempo di corrivazione in molte formule empiriche.

La pendenza media dei versanti (i_m) si può considerare data dal rapporto tra le due superfici ortogonali (Fig. 7.2): la prima, verticale, data dalla sommatoria delle lunghezze (l_k) delle curve di livello per l'equidistanza (e) tra le stesse; la seconda, orizzontale, data dalla sommatoria delle superfici comprese fra le isoipse consecutive, cioè dalla superficie planimetrica totale del bacino (S).

$$\operatorname{tg} \alpha_m = i_m = \frac{e \cdot \Sigma l_k}{S}$$

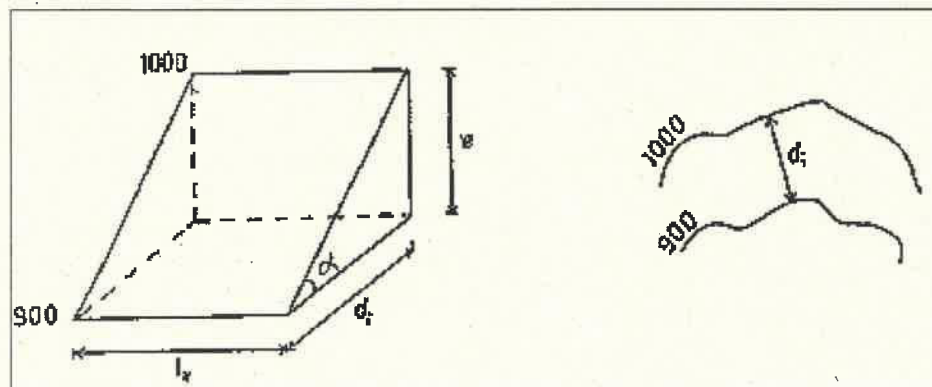


Fig. 8.2 - Schema esemplificativo del concetto di pendenza media del versante

8.2.3 PROFILO E PENDENZA MEDIA DELL'ASTA TORRENTIZIA

Per descrivere l'andamento di un torrente valutare la variabilità della pendenza dell'asta nei vari tratti, è indispensabile tracciarne una sezione longitudinale, cioè il profilo longitudinale.

Note le pendenze dei singoli tratti è quindi possibile calcolare la pendenza media dell'asta torrentizia attraverso la formula:

$$\sqrt{i_a} = \frac{L}{\Sigma(l_k / \sqrt{i_k})}$$

dove:

- L = lunghezza totale dell'asta
- l_k = lunghezza del tratto compreso tra due successive curve di livello
- i_k = pendenza del tratto compreso tra due successive curve di livello.

8.2.4 RAGGUAGLIO DEI DATI DI PIOGGIA AL BACINO IN QUESTIONE

Per una maggior precisione le letture eseguite in una stazione pluviometrica devono essere opportunamente corrette prima di estendere un valore di $h=a \cdot t^n$ (o di $i = a \cdot t^{n-1}$) ad un'intera area.

Allo stato attuale non esiste una trattazione rigorosa per passare dal valore di h (altezza di precipitazione ricavata dalla relazione $h=a \cdot t^n$) a quello di h' (altezza di precipitazione ragguagliata al bacino).

Le relazioni empiriche sono utilizzate per estendere la validità dell'equazione $h=a \cdot t^n$ ad un'area più ampia di quella posta nell'intorno della stazione di misura utilizzata per dedurre l'equazione stessa. La grandezza a e l'esponente n possono, infatti, assumere valori un poco diversi da quelli calcolati per porre in conto l'effetto dell'aumento della superficie scolante S .

Le relazioni empiriche seguenti, dovute a U. Puppini, interpretano la nota osservazione secondo la quale l'intensità media ragguagliata d'una pioggia si riduce all'aumentare dell'area S del comprensorio o del bacino considerato: con la riserva ovvia che i risultati siano da utilizzare solamente come indicazioni.

$$a' = a \cdot \left[1 - 0,052 \frac{S}{100} + 0,002 \left(\frac{S}{100} \right)^2 \right] = a \cdot f(S)$$

$$n' = n + 0,0175 \frac{S}{100} = n + f(S)$$

Nel caso specifico, sempre cautelativamente e visto l'utilizzo della griglia di calcolo, non si procederà al ragguaglio dei dati di pioggia.

8.3 TEMPO DI CORRIVAZIONE

Per meglio caratterizzare un bacino dal punto di vista idraulico, si definisce il tempo di corrivazione T_c . Tale parametro, che è funzione delle caratteristiche morfometriche del bacino stesso, rappresenta il tempo impiegato dalla goccia d'acqua

caduta nel punto del bacino idraulicamente più distante dalla sezione di chiusura H_0 , per raggiungere la sezione stessa.

I valori delle massime intensità di pioggia, come è noto decrescono al crescere della durata (t). Ciò comporta, in un piccolo bacino, che le precipitazioni più pericolose, in termini di contributi degli eventi di piena, siano quelle la cui durata " t " sia relativamente breve, ma sufficientemente elevata da permettere il contemporaneo apporto di tutta la superficie scolante considerata, cioè le piogge di durata pari al tempo di corrivazione. E' dunque evidente l'importanza di tale parametro al fine di stabilire una correlazione tra gli eventi di piena e le precipitazioni che contribuiscono ad innescarli.

In letteratura esistono numerose formule empiriche per valutare il tempo di corrivazione. In questa sede sono state utilizzate le formule proposte da Giandotti, Pezzoli, Puglisi e Ventura.

Di seguito si riportano le formule utilizzate:

✓ GIANDOTTI
$$T_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1,5L}{0,8 \cdot \sqrt{H_m - H_0}}$$

✓ PEZZOLI
$$T_c = \frac{0,055 \cdot L}{\sqrt{i}}$$

✓ PUGLISI
$$T_c = 6 \cdot L^{2/3} \cdot (H_{\max} - H_0)^{-1/3}$$

✓ VENTURA
$$T_c = 0,1272 \cdot \frac{\sqrt{S}}{\sqrt{i}}$$

✓ TURAZZA
$$T_c = 1,085 \cdot \sqrt{S}$$

dove:

- S = superficie totale del bacino imbrifero sotteso [km^2];
- $H_{\max}$ = quota massima del bacino [m s.l.m.];
- H_m = quota media del bacino [m s.l.m.];
- H_0 = quota sezione di chiusura del bacino [m s.l.m.];

- L = lunghezza dell'asta principale [km];
- i = pendenza media dell'asta principale;
- i_v = pendenza media dei versanti.

La formula di Giandotti risulta sicuramente quella più utilizzata ed è considerata molto valida per l'asta principale di fiumi e di torrenti, con bacini medio grandi, aventi pendenze buone, ma non elevatissime (1,5 - 5 %): la formula di Pezzoli è adatta per valli laterali alpine piccolissime (5-50 km²), con forti pendenze (> 6 %); le formule proposte da Puglisi, Ventura e Turazza si adattano piuttosto bene alle reti di bonifica e si ritengono applicabili a bacini come quello in oggetto.

Poiché nessuna delle formule proposte risulta esente da critiche, nei calcoli seguenti si calcolerà la portata utilizzando il tempo di corrivazione medio fra quelli utilizzati.

8.4 CALCOLO DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA

In mancanza di misurazioni dirette delle portate del rio oggetto dello studio, dalle quali sia possibile valutare, in termini probabilistici, i massimi valori che possono verificarsi in un determinato arco di tempo, pari al tempo di ritorno T_r , si può precedere al calcolo delle portate di massima piena. Questo calcolo è stato eseguito mediante metodi indiretti che tengano conto degli elementi che influiscono sui fenomeni degli idrogrammi di piena quali la superficie del bacino, l'altezza delle precipitazioni intense registrate ai pluviografi in vicine stazioni meteorologiche, la pendenza media dei versanti, il coefficiente di corrivazione, il coefficiente di deflusso.

Il legame funzionale tra i valori della portata massima Q_{max} e T_r è rappresentato da una funzione monotona, cioè all'aumentare di T_r , aumenta Q_{max} . La circostanza che dQ_{max} / dT_r decresca all'aumentare di T_r - cioè Q_{max} cresca con minore rapidità di T_r - non accredita, però, valori di Q_{max} oltre certi limiti di natura fisica. Premesso tutto ciò i calcoli effettuati in questo studio sono stati effettuati anche per periodi di ritorno di 500 anni,

solamente per tentare di dare un vago ordine di grandezza al manifestarsi di un tale evento.

Fra i metodi in uso vi sono quelli razionali e quelli empirici. I primi tengono conto di tutte le caratteristiche del bacino sopra elencate e che non sono comunque sempre di facile ed immediato utilizzo a causa della difficoltà nel ricercare alcuni coefficienti per la mancanza di dati statistici; i secondi tengono conto di uno solo o pochi elementi (es. superficie del bacino) e con i quali tuttavia, a volte, si ottengono gli stessi risultati che si raggiungono con i metodi razionali.

In questa sede è stato applicato il metodo razionale cinematico.

Detto metodo cinematico si basa sulle seguenti ipotesi:

- a) la formazione della piena è dovuta unicamente a un fenomeno di trasferimento della massa liquida;
- b) ogni singola goccia di pioggia si muove sulla superficie del bacino seguendo un percorso immutabile che dipende soltanto dalla posizione del punto in cui essa è caduta;
- c) la velocità di ogni singola goccia non è influenzata dalla presenza delle altre gocce, cioè ognuna di esse scorre indipendentemente dalle altre;
- d) la portata defluente si ottiene sommando tra loro le portate elementari provenienti dalle singole aree del bacino che si presentano allo stesso istante nella sezione di chiusura

Il metodo cinematico calcola quindi la portata di massima piena nel modo seguente:

$$Q_{\max} = C \cdot \frac{P_t \cdot S_b}{3,6 \cdot T_c}$$

dove:

- ✓ C = coefficiente di deflusso;
- ✓ P_t = altezza di pioggia critica di durata uguale al tempo di corrivazione [mm];
- ✓ S_b = superficie del bacino [km²];
- ✓ T_c = tempo di corrivazione [ore];

Tutte le grandezze sono espresse in unità di misura coerenti.

L'altezza di pioggia critica P_t , di durata uguale al tempo di corrivazione T_c , si ricava dalle curve di possibilità climatica, di equazioni $h = a' \cdot t^n$, i cui parametri a' ed n' , diversi per ogni tempo di ritorno T_r , sono stati ottenuti mediante elaborazione statistiche e ragguagliati al bacino in esame con il metodo di Puppini.

Il coefficiente di deflusso C varia in funzione della diversa copertura vegetale e della permeabilità del terreno ed in funzione diretta della pendenza media dei versanti.

Molto difficoltosa risulta la stima di tale parametro; per fare ciò si è fatto riferimento alle indicazioni riportate sul Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Norme di attuazione - adottate con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001.

Esso facendo riferimento ai Coefficienti di Deflusso raccomandati da American Society of Civil Engineers e da Pollution Control Federation, propone:

Caratteristiche del bacino	• Coeff. Deflusso
Superfici pavimentate o impermeabili (strade, aree coperte, ecc...)	0.70 - 0.95
Suoli sabbiosi a debole pendenza (2%)	0.05 - 0.10
Suoli sabbiosi a media pendenza (2%-7%)	0.10 - 0.15
Suoli sabbiosi a elevata pendenza (7%)	0.15 - 0.20
Suoli argillosi a debole pendenza (2%)	0.13 - 0.17
Suoli argillosi a media pendenza (2%-7%)	0.18 - 0.22
Suoli argillosi a elevata pendenza (7%)	0.25 - 0.35

Dall'esame della soprastante tabella è evidente come il "range di valori" del coefficiente di deflusso consigliato risulterebbe compreso tra 0,13 e 0,17 (suolo argilloso a debole pendenza).

Nello specifico si adotterà, cautelativamente, un valore maggiore del valor massimo tra quelli proposti (0,40) per tener conto del grado di saturazione del bacino.

In realtà però la portata Q_{max} sarà più piccola a causa della laminazione esercitata dalle capacità naturali ed artificiali

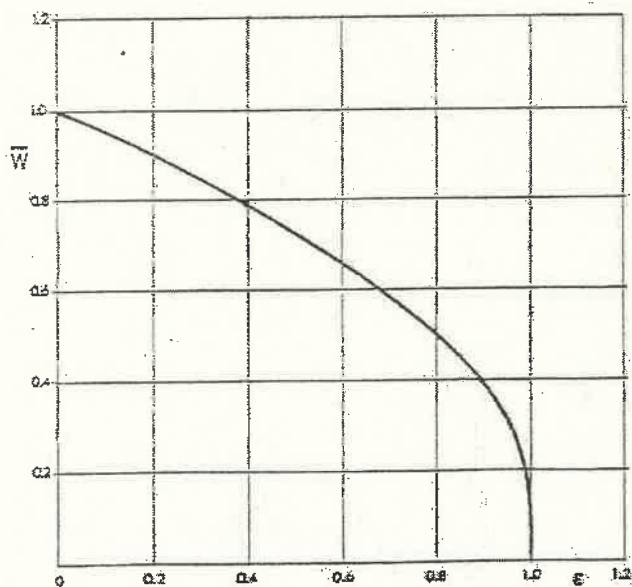
presenti nel bacino. Per tener conto di ciò l'espressione relativa alla determinazione di Q_{max} deve essere moltiplicata per un coefficiente $\epsilon < 1$ - coefficiente di laminazione - che dipende dalle caratteristiche fisiche del bacino (superficie, pendenza dei versanti, sviluppo della rete idrografica, natura dei terreni, ecc...).

Si scriverà quindi (cfr. "Appunti di Idrologia - LE PIENE FLUVIALI di Ugo MAIONE"):

$$Q_{max} = C \cdot \frac{P_i \cdot S_b}{3,6 \cdot T_c} \cdot \epsilon$$

il coefficiente di laminazione può essere valutato graficamente mediante il seguente diagramma.

Fig. 8.2 - Diagramma per la determinazione del coefficiente di laminazione.



Per quanto riguarda il calcolo del parametro $W = [W'/hS]$ che rappresenta il rapporto tra il volume di pioggia netta e l'invaso massimo W' del bacino si può utilizzare l'ipotesi di Giandotti secondo cui il volume d'acqua massimo invasato risulta pari all'area triangolare rappresentativa della fase di esaurimento del fenomeno e per tanto il parametro W varrà:

$$W = [(n-1)/n]$$

con i valori n suggeriti da Giandotti e riportati nella seguente tabella con i relativi coefficienti di laminazione ottenuti.

Tab. 8.4 - Valori del coefficiente di laminazione in funzione della superficie del bacino.

Superficie km ²	n	$\bullet$
< 300	4	0,46
300 - 500	4,5	0,41
500 - 1000	5,0	0,38
1000 - 8000	5,5	0,35
8000 - 20000	6,0	0,33

Per bacini impermeabili di estensione modeste (dell'ordine dei 100 km²) si può ammettere che le onde di piena siano simmetriche rispetto al colmo. Il parametro W sarà pertanto pari a 0,5 a cui corrisponde per $\bullet$ il valore di 0,8.

In questa sede, per i rii in questione, essendo i bacini imbriferi inferiori a 10 km², si utilizzerà cautelativamente un coefficiente di laminazione pari a 1.

I valori che si ottengono non possono essere verificati in campo con dati misurati, principalmente per il fatto che non esiste né presso la sezione di chiusura, né più a valle un idrometrografo o misuratore di portata, che consenta la taratura di un modello afflussi-deflussi.

9. VERIFICA IDRAULICA

9.1 Criteri di calcolo

La Direttiva criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B prescrive anche i seguenti indirizzi riguardo le metodologie di calcolo (cfr. Metodo di calcolo):

Il codice di calcolo da utilizzare per il profilo idrico in piena della corrente nel tratto di corso d'acqua dipende dal livello di approfondimento delle analisi da condurre.

Vi sono le seguenti alternative che fanno riferimento a schematizzazioni progressivamente più complesse delle condizioni di moto:

1. **moto stazionario monodimensionale (portata costante e geometria dell'alveo variabile);**
2. **moto vario monodimensionale o quasi-bidimensionale (portata variabile nel tempo e geometria variabile);**
3. **moto vario bidimensionale, alle differenze o agli elementi finiti, (portata variabile nel tempo e geometria variabile).**

L'utilizzo dello schema del moto uniforme, che costituisce un'ulteriore semplificazione rispetto ad a) non è consentito, in quanto comporta approssimazioni eccessive rispetto alla situazione reale, che non permettono di rappresentare i fenomeni di interesse.

Lo schema a), che tiene conto della variazione delle dimensioni dell'alveo e delle singolarità localizzate (rappresentate da manufatti, bruschi restringimenti o allargamenti, variazioni di scabrezza, salti di fondo), è generalmente adatto ad affrontare tutte le situazioni in cui la valutazione degli effetti degli interventi in progetto sulle condizioni di deflusso è rappresentabile unicamente in termini di modificazione del profilo idrico.

Nei casi invece di particolare complessità, che richiedano la valutazione di fenomeni specifici (quali ad esempio i valori locali delle velocità di corrente ai fini della quantificazione della capacità erosiva della corrente) o in cui si renda necessaria la quantificazione di modificazioni della capacità di laminazione dell'alveo, occorre ricorrere ai codici di calcolo b) o c).

Il codice di calcolo impiegato per la valutazione del profilo idrico e delle altre caratteristiche del moto va adeguatamente descritto. Nel caso siano utilizzati programmi di calcolo numerico generalmente noti nella letteratura tecnico-scientifica, è sufficiente l'indicazione precisa del programma utilizzato.

IN QUESTA SEDE, DATA LA MODESTIA DELL'INTERVENTO LA VERIFICA E' STATA EFFETTUATA IN MOTO UNIFORME; UN ULTERIORE SIMULAZIONE E' STATA ANCHE EFFETTUATA IN MOTO PERMANENTE PER VALIDARE GLI SCENARI DESUNTI DAL MOTO UNIFORME.

9.2 Verifica in moto uniforme

Le verifiche di compatibilità idraulica sono state effettuate considerando il moto uniforme, utilizzando la nota formulazione di Chezy, con coefficiente di scabrezza K di Strickler;

$$Q = A K_s \sqrt[3]{R^2} \sqrt{i} \quad [m^3/s]$$

Il coefficiente di scabrezza in un alveo naturale è una misura globale della resistenza al moto; la scelta deve essere effettuata a seguito di un'accurata ricognizione dei luoghi, considerando le caratteristiche specifiche dei materiali che compongono l'alveo e la copertura vegetale delle sponde e delle aree golenali adiacenti interessate al deflusso.

A titolo orientativo per la scelta dei valori numerici si farà riferimento, utilizzando il coefficiente di scabrezza di Manning o di Strickler, alle indicazioni fornite dalle tabelle di "Open Channel Hydraulics", Ven Te Chow, McGraw Hill International Editions (tab. 7.1), oltre che a quanto pubblicato dal U.S. Geological Survey Water - "Roughness Characteristics of Natural Channels".

Strickler:	$v = K_s R^{2/3} i^{1/2}$
Manning:	$v = (1/n) R^{2/3} i^{1/2}$

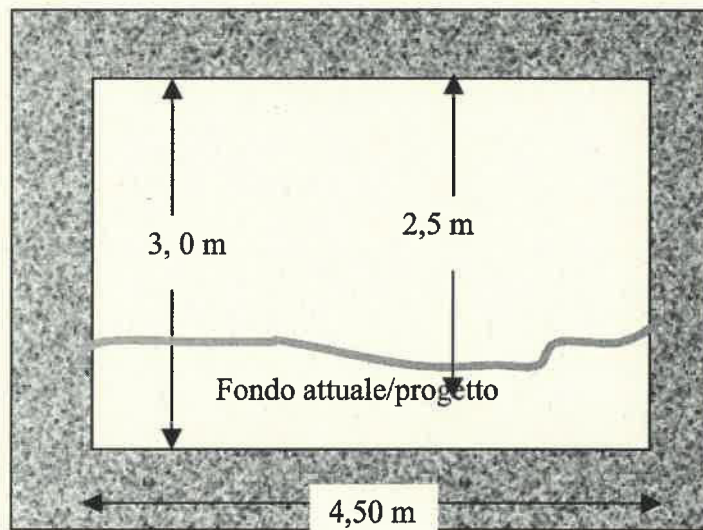
dove:

- ✓ v = velocità media della corrente (m/s)
- ✓ R = raggio idraulico (m)
- ✓ i = pendenza di fondo (m/m)
- ✓ K_s = coefficiente di Strickler
- ✓ n = coefficiente di Manning

Si riportano in allegato le scale di deflusso in moto uniforme calcolate per le sezioni di progetto che hanno le seguenti caratteristiche idrauliche.

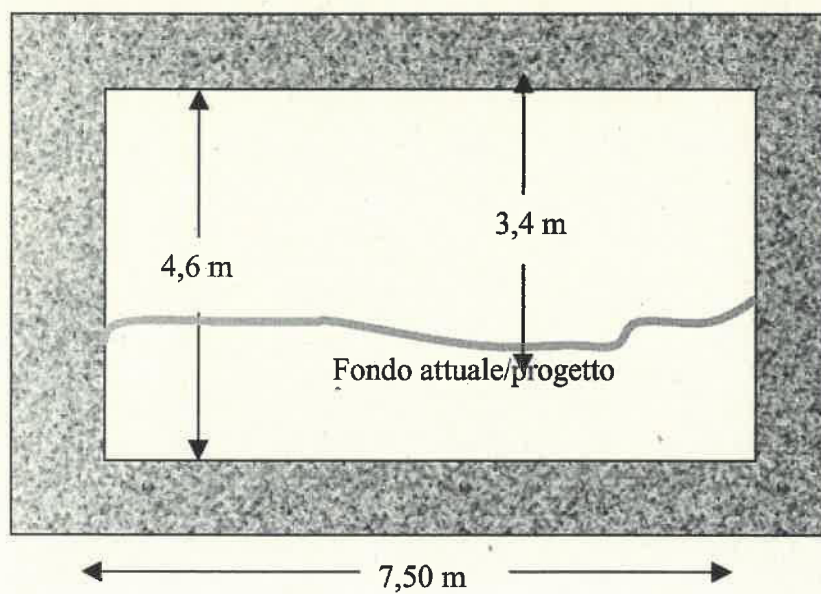
RIO DI CARDINE

- Pendenza media 2,1% nel tratto di indagine;
- Dimensioni dell'attraversamento scatolare:



BEALERA DELLA PROVANINA

- Pendenza media 3,4% nel tratto di indagine;
- Dimensioni dell'attraversamento scatolare:



9.3 Verifica in moto permanente - Codice di calcolo HEC RAS

Lo studio idraulico dei corsi d'acqua è stato anche effettuato costruendo, mediante utilizzo del codice di calcolo HEC- RAS (versione 3.1.1 - Maggio 2003) Hydrologic Engineer Center - River Analysis System (US Army Corps of Engineers), un modello numerico dei tratti di interesse dei rii esaminati, in modo da perseguire principalmente, in questa sede, il seguente obiettivo:

-dimensionare correttamente gli attraversamenti in progetto, compatibilmente con le portate di piena di progetto.

Il presente capitolo è pertanto strutturato in modo tale da fornire chiarimenti sul funzionamento del modello numerico adottato e sulla metodologia utilizzata nella scelta delle sezioni trasversali necessarie alle simulazioni.

Opportuni grafici provvedono a fornire una visione d'insieme dei risultati cui si è pervenuti.

Il modello è strutturato per calcolare i profili di superficie libera in moto permanente gradualmente vario (in senso spaziale e non temporale) in alvei prismatici e non-prismatici.

Entrambi i tipi di corrente, lenta e veloce, possono essere calcolati così come il regime misto e le conseguenze di diverse tipologie di accidentalità e strutture di cui si conosca la relazione fra carico e portata defluente.

Il modello è comunque vincolato nel suo utilizzo da tre condizioni:

- poiché le equazioni non contengono termini dipendenti dal tempo, il moto deve essere permanente;
- il moto deve essere gradualmente vario in senso spaziale poiché le equazioni ipotizzano la distribuzione idrostatica delle pressioni in seno alla corrente;

-il moto è mono-dimensionale.

E' rilevante e importante evidenziare le insufficienze del modello in tipologie torrentizie, data l'accidentarietà delle sezioni e il notevole ingombro dovuto ai grossi blocchi presenti in alveo.

Il software implementato consente di determinare con precisione l'effetto di rigurgito dovuto alle spalle dei ponti o all'ingombro delle pile.

Particolare importanza riveste la possibilità di parametrizzare il coefficiente di scabrezza per alveo e golene.

Inoltre è possibile creare all'interno di ciascuna sezione trasversale del corso d'acqua più zone a scabrezza omogenea in modo da approssimare con precisione notevole il valore del suddetto parametro, troppo spesso legato all'imprecisione del coefficiente di scabrezza equivalente.

L'insieme dei dati di output è strutturato in modo da fornire la conoscenza globale dei fenomeni che interessano l'intera area occupata dalla portata di piena.

Le informazioni fornite riguardano diversi parametri fisici e di progettazione quali, per esempio:

- quota in m s.l.m. del pelo libero;
- quota del gradiente energetico;
- velocità e portata, relativa a golene e canale principale;
- larghezza del pelo libero;
- area bagnata;
- principali parametri geometrici;
- sezioni trasversali;
- profilo di moto permanente.

Per meglio comprendere il funzionamento del modello idraulico utilizzato è opportuno fornire una sintesi delle potenzialità e dei fondamenti teorici che stanno alla base del calcolo dei profili di moto permanente e che sono implementati nel modello stesso.

Al fine di calcolare la quota del pelo libero incognita in una determinata sezione trasversale del corso d'acqua è stata adottata la procedura di calcolo nota come Standard Step Method, consistente nell'integrazione dell'equazione di bilancio energetico.

Le due equazioni che proponiamo rappresentano il metodo di cui sopra:

$$WS_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = WS_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

$$h_e = L \cdot \bar{S}f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right|$$

dove:

WS_1, WS_2 = quota del pelo libero fra due sezioni di calcolo

V_1, V_2 = velocità media

α_1, α_2 = coefficienti energetici moltiplicativi della velocità

g = accelerazione gravitazionale

h_e = perdita di carico

L = distanza fra le sezioni trasversali

Sf = pendenza media

C = coefficiente di perdita per contrazione o espansione

Ulteriore punto fondamentale nella comprensione del funzionamento del modello idraulico è la suddivisione della massa

liquida defluente in unità elementari per le quali la velocità è distribuita uniformemente.

Nel canale principale di deflusso la massa liquida defluente non viene suddivisa tranne nel caso in cui si conferiscano più valori di scabrezza differenti in alveo.

In funzione del numero di differenziazioni del valore della scabrezza saranno individuate corrispondenti unità di deflusso.

La capacità di deflusso per ciascuna suddivisione è pertanto calcolata con la seguente espressione:

$$K = \frac{1,486}{n} aR^{2/3}$$

dove:

K = capacità di deflusso per unità elementare

n = coefficiente di Manning per la scabrezza dell'unità elementare

a = area di deflusso dell'unità elementare

R = raggio idraulico per l'unità di deflusso elementare.

La capacità totale di deflusso per la sezione trasversale è ottenuta per sommatoria delle singole capacità relative alle unità in cui la sezione è stata scomposta.

Le perdite di carico dovute ad attrito sono calcolate come prodotto della pendenza media, Sf, e della distanza L fra due sezioni trasversali consecutive.

I dati necessari affinché il modello possa produrre l'output desiderato (cioè la quota del pelo libero alle sezioni trasversali desiderate e il profilo di moto permanente) comprendono:

- tipo di corrente;
- quota iniziale del pelo libero;
- valore/i di portata;
- coefficienti rappresentativi delle perdite;
- geometria delle sezioni trasversali;
- distanze (golene e alveo principale) tra le sezioni trasversali.

Determinato il tipo di corrente, la quota iniziale del pelo libero, i valori di portata per cui occorre tracciare i profili di moto permanente, è necessario definire i valori di scabrezza.

Il modello utilizzato nelle elaborazioni consente molteplici soluzioni per definire la scabrezza delle singole sezioni trasversali, la qual cosa permette di ridurre moltissimo i margini di dubbio e incertezza legati all'individuazione di questo coefficiente particolarmente importante.

Oltre alle perdite di carico valutate attraverso il coefficiente "n" di Manning (perdite per attrito), è possibile valutare le perdite di transizione per allargamento/restringimento attraverso i coefficienti di espansione/contrazione, le perdite che si originano nell'attraversamento di ponti e tombini in seguito alla forma del manufatto, alla configurazione delle pile, al tipo di moto e alle condizioni di imbocco/sbocco.

Come accennato in precedenza, il coefficiente di scabrezza può assumere diversi valori in una singola sezione trasversale, al fine di poter rappresentare realisticamente la morfologia della stessa.

Oltre a definire un valore di scabrezza per ciascuna suddivisione (golene, alveo principale) è possibile definire la scabrezza in funzione della progressiva della singola sezione trasversale oppure in funzione della quota raggiunta dal pelo libero.

Nella determinazione dei valori del parametro scabrezza si cerca di correlare quella che è la situazione appurata in situ del corso d'acqua con i risultati delle esperienze condotte dai ricercatori.

9.4 Definizione della scabrezza

Il coefficiente di scabrezza in un alveo naturale è una misura globale della resistenza al moto; la scelta deve essere effettuata a seguito di un'accurata ricognizione dei luoghi, considerando le caratteristiche specifiche dei materiali che compongono l'alveo e le caratteristiche delle sponde interessate dal deflusso.

A titolo orientativo per la scelta dei valori numerici si farà riferimento, utilizzando il coefficiente di scabrezza di Manning o di Strickler, alle indicazioni fornite dalle tabelle di "Open Channel Hydraulics", Ven Te Chow, McGraw Hill International Editions, oltre che a quanto pubblicato dal U.S. Geological Survey Water - "Roughness Characteristics of Natural Channels".

$$\begin{aligned} \text{Strickler:} \quad v &= K_s R^{2/3} i^{1/2} \\ \text{Manning:} \quad v &= (1/n) R^{2/3} i^{1/2} \end{aligned}$$

dove:

- ✓ v = velocità media della corrente (m/s)
- ✓ R = raggio idraulico (m)
- ✓ i = pendenza di fondo (m/m)
- ✓ K_s = coefficiente di Strickler
- ✓ n = coefficiente di Manning

dove:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m_s$$

Metodo per il calcolo del coefficiente di scabrezza n nei corsi d'acqua

Condizioni dell'alveo		Valori	
Materiale costituente l'alveo	Terra	n_0	0.020
	Roccia		0.025
	Alluvione grossolana		0.028
	Alluvione fine		0.024
Irregolarità della superficie della sezione	Trascurabile	n_1	0.000
	Bassa		0.005
	Moderata		0.010
	Elevata		0.020
Variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale	Graduale	n_2	0.000
	Variazione occasionale		0.005
	Variazione frequente		0.010-0.015
Effetto relativo di ostruzioni	Trascurabile	n_3	0.000

	Modesto		0.010-0.015
	Apprezzabile		0.020-0.030
	Elevato		0.040-0.060
Effetto della vegetazione	Basso	n	0.005-0.010
	Medio		0.010-0.025
	Alto		0.025-0.050
	Molto alto		0.050-0.100
Grado di sinuosità dell'alveo	Modesto	m	1.000
	Apprezzabile		1.150
	Elevato		1.300

La tab. seguente presenta i valori di riferimento per i coefficienti di scabrezza, secondo le formule di Strickler e di Manning, riferiti alle situazioni tipiche dei corsi d'acqua naturali.

Valori del coefficiente di scabrezza per i corsi d'acqua naturali

Tipologia del corso d'acqua	Strickler $K_s = 1/n \text{ (m}^{1/3} \text{ s}^{-1}\text{)}$
CORSI D'ACQUA MINORI (Raggio idraulico - 2 m; larghezza in piena < 30 m)	
Corsi d'acqua di pianura	
* alvei con fondo compatto, senza irregolarità	45-40
* alvei regolari con vegetazione erbacea	30-35
* alvei con ciottoli e irregolarità modeste	25-30
* alvei fortemente irregolari	25-15
Torrenti montani	
* fondo alveo con prevalenza di ghiaia e ciottoli, pochi grossi massi	30-25
* alveo in roccia regolare	30-25
* fondo alveo con ciottoli e molti grossi massi	20-15
* alveo in roccia irregolare	20-15
CORSI D'ACQUA MAGGIORI (Raggio idraulico - 4 m; larghezza in piena > 30 m)	
* sezioni con fondo limoso, scarpate regolari a debole copertura erbosa	45-40
* sezioni in depositi alluvionali, fondo sabbioso, scarpate regolari a copertura erbosa	35
* sezioni in depositi alluvionali, fondo regolare, scarpate irregolari con vegetazione arbustiva e arborea	25-30
* in depositi alluvionali, fondo irregolare, scarpate irregolari con forte presenza di vegetazione arbustiva e arborea	20-25
AREE GOLENALI (Raggio idraulico - 1 m)	
* a pascolo, senza vegetazione arbustiva	40-20
* coltivate	50-20
* con vegetazione arbustiva spontanea	25-10
* con vegetazione arborea coltivata	30-20
Alveo artificiale in terra	
* materiale compatto, liscio	60
* sabbia compatta, con argilla o pietrisco	50
* sabbia e ghiaia, scarpata lastricata	50-45
* ghiaietto 10-30 mm	45
	40

* ghiaia media 20-60 mm	35
* ghiaia grossa 50-150 mm	30
* limo in zolle	30-25
* grosse pietre	25-20
* sabbia, limo o ghiaia, con forte rivestimento vegetale	
Alveo artificiale in roccia	
* con lavorazione accurata	30-25
* con lavorazione media	25-20
* con lavorazione grossolana	20-15
Alveo artificiale in muratura	
* muratura in pietra da taglio	80-70
* muratura accurata in pietra da cava	70
* muratura normale in pietra da cava	60
* pietre grossolanamente squadrate	50
* scarpate lastricate, fondo in sabbia e ghiaia	50-45
Alveo artificiale in calcestruzzo	
* pavimentazione in cemento	100
* calcestruzzo con casseforme metalliche	100-90
* calcestruzzo con intonaco	95-90
* calcestruzzo liscio	90
* calcestruzzo liscio	90-80
* intonaco di cemento intatto	70-65
* calcestruzzo con casseforme in legno, senza intonaco	65-60
* calcestruzzo costipato, superficie liscia	60
* calcestruzzo vecchio, superficie pulita	55
* rivestimento in calcestruzzo ruvido	50
* superfici irregolari in calcestruzzo	

9.5 Modalità di verifica idraulica

La verifica idraulica in questione ha per scopo l'individuazione dei livelli idrometrici previsti in corrispondenza del manifestarsi di eventi di piena gravosi (Qtr 20, 100, 200 e 500 anni).

Le sezioni rilevate ben evidenziano le caratteristiche dei rii in esame.

In particolare la verifica è stata effettuata nelle **condizioni di progetto**, essendo attualmente, presenti attraversamenti con tubazioni assolutamente insufficienti allo smaltimento delle portate di piena.

Condizioni geometriche

Le sezioni sono quelle rilevate e indicate nelle tavole allegate. I valori di scabrezza affidati alle singole sezioni sono quelli desunti dalle tabelle allegate, ricordando che:

$$n_{\text{Manning}} = 1 / K_{\text{Strickler}} = 1 / 16 = 0,060 \text{ s/m}^{1/3}$$

$$n_{\text{Manning}} = 1 / K_{\text{Strickler}} = 1 / 50 = 0,020 \text{ s/m}^{1/3}$$

Sezioni	Golena sx.	Alveo princ.	Golena dx.
Scatolare in c.a		0.02	
Sezioni naturali	0.06	0.06	0.06

Condizioni di deflusso

Portate di verifica per i due rii esaminati:

Portata [m³/s]	Tr20	Tr100	Tr200	Tr500
Balera della Provanina	17.5	22.4	24.4	27.2
Rio di Cardine	9.8	12.5	13.7	15.2

Si riportano in allegato idraulico gli elaborati grafici e le tabelle derivati dalla verifica in moto uniforme e dall'utilizzo del succitato codice di calcolo.

10. CONCLUSIONI

Si riportano, in base alla normativa di riferimento già citata - (Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B) emessa dall'autorità di Bacino del Fiume Po nell'ambito del "Piano stralcio delle Fasce Fluviali", approvata dal Comitato tecnico in data 27.04.1999 -

"... le prescrizioni relative ai criteri di compatibilità idraulica ed i relativi indirizzi progettuali.

Criteri di compatibilità idraulica per i ponti e i rilevati di accesso in progetto

Prescrizioni

1. *Portata di piena di progetto. Il tempo di ritorno della piena di progetto per le verifiche idrauliche del ponte deve normalmente rispettare i seguenti valori:*

- per i corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali, non inferiore a quello assunto per la delimitazione della fascia B;
- per i corsi d'acqua non interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali non inferiore a 100 anni.

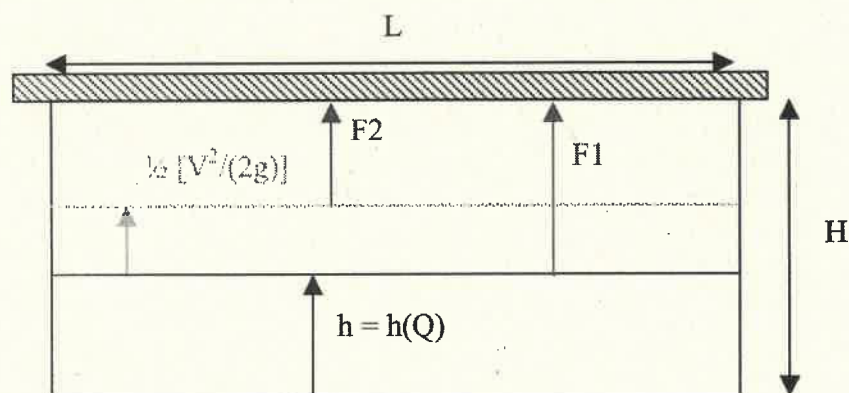
In casi eccezionali, quando si tratti di corsi d'acqua di piccole dimensioni e di infrastrutture di importanza molto modesta, possono essere assunti tempi di ritorno inferiori in relazione ad esigenze specifiche adeguatamente motivate; in tali situazioni è comunque necessario verificare che le opere non comportino un aggravamento delle condizioni di rischio idraulico sul territorio circostante per la piena di 200 anni e definire il comportamento dell'opera stessa in rapporto alla stessa piena.

2. Franco minimo. Il minimo franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte deve essere non inferiore a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a un 1.00 m; il valore del franco deve essere assicurato per almeno 2/3 della luce quando l'intradosso del ponte non sia rettilineo e comunque per almeno 40 m, nel caso di luci superiori a tale valore.

Nel caso di corsi d'acqua arginati, la quota di intradosso del ponte deve essere superiore a quella della sommità arginale.

Il franco minimo tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di sommità del rilevato di accesso al ponte (piano viabile) deve essere non inferiore a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a 1.00 m.

IN MODO MOLTO CAUTELATIVO - PER I RII INQUESTIONE, IN QUESTA SEDE SI SONO VERIFICATE LE PORTATE DUECENTENNALI (Q_{tr200}).



Deve per cui risultare:

- ✓ $F1 = H_p - h(Q) > 1 \text{ m}$
- ✓ $F2 = H_p - h(Q) - \frac{1}{2} [V^2/(2g)] > 0 \text{ m}$

E' possibile riassumere i risultati ottenuti con la seguente tabella, relativamente alla sezione di monte [Qtr200 per i due rii in esame - con il calcolo in moto Permanente].

È doveroso far notare come le velocità di progetto sono contenute e tali da non rendere predominante il termine cinetico rispetto al franco di 1 metro.

BEALERA PROVANINA (RIO CARDINETTO)

$h(Q)$ [m]	$\frac{1}{2} v^2/2g$ [m]	Quota Fondo [m slm]	Quota verifica [m slm]	Quota Intrados. [m slm]	F1 [m]
1,61	0,26 < 1	234,24	235,85	237,64	1,79

RIO DI CARDINE

$h(Q)$ [m]	$\frac{1}{2} v^2/2g$ [m]	Quota Fondo [m slm]	Quota verifica [m slm]	Quota Intrados. [m slm]	F1 [m]
1,16	0,24 < 1	243,42	244,58	245,78	1,20

Da quanto riportato nella soprastante tabella è evidente come con gli interventi in progetto, le condizioni di sicurezza idraulica, compatibilmente con le portate di progetto, sono GARANTITE.

$$F_{Provanina} [m] = 1,79 > 1;$$

$$F_{Cardine} [m] = 1,20 > 1.$$

In allegato idraulico, per completezza si riportano anche i livelli calcolati in moto UNIFORME.

A.1) ALLEGATI IDROLOGICI

A.1.1) Bialera della Provanina

TABELLA E DATI PER LA DETERMINAZIONE DELLA PENDENZA MEDIA DELL'ASTA

h_{min} [m s.l.m.]	h_{max} [m s.l.m.]	Δh [m s.l.m.]	L_i [km]	L_i [m]	i_f [m/m]	Radq i	$L_i/Radq i$
235	240	5	0.7	664.38	0.008	0.087	7658.5
240	250	10	1.6	1584.82	0.006	0.079	19951.2
250	260	10	1.4	1382.79	0.007	0.085	16260.5
260	270	10	1.1	1125.31	0.009	0.094	11937.3
270	280	10	1.6	1587.90	0.006	0.079	20009.4
280	290	10	1.1	1115.79	0.009	0.095	11786.2
290	298	8	0.9	946.53	0.008	0.092	10295.7

Σ 8.41

8407.51

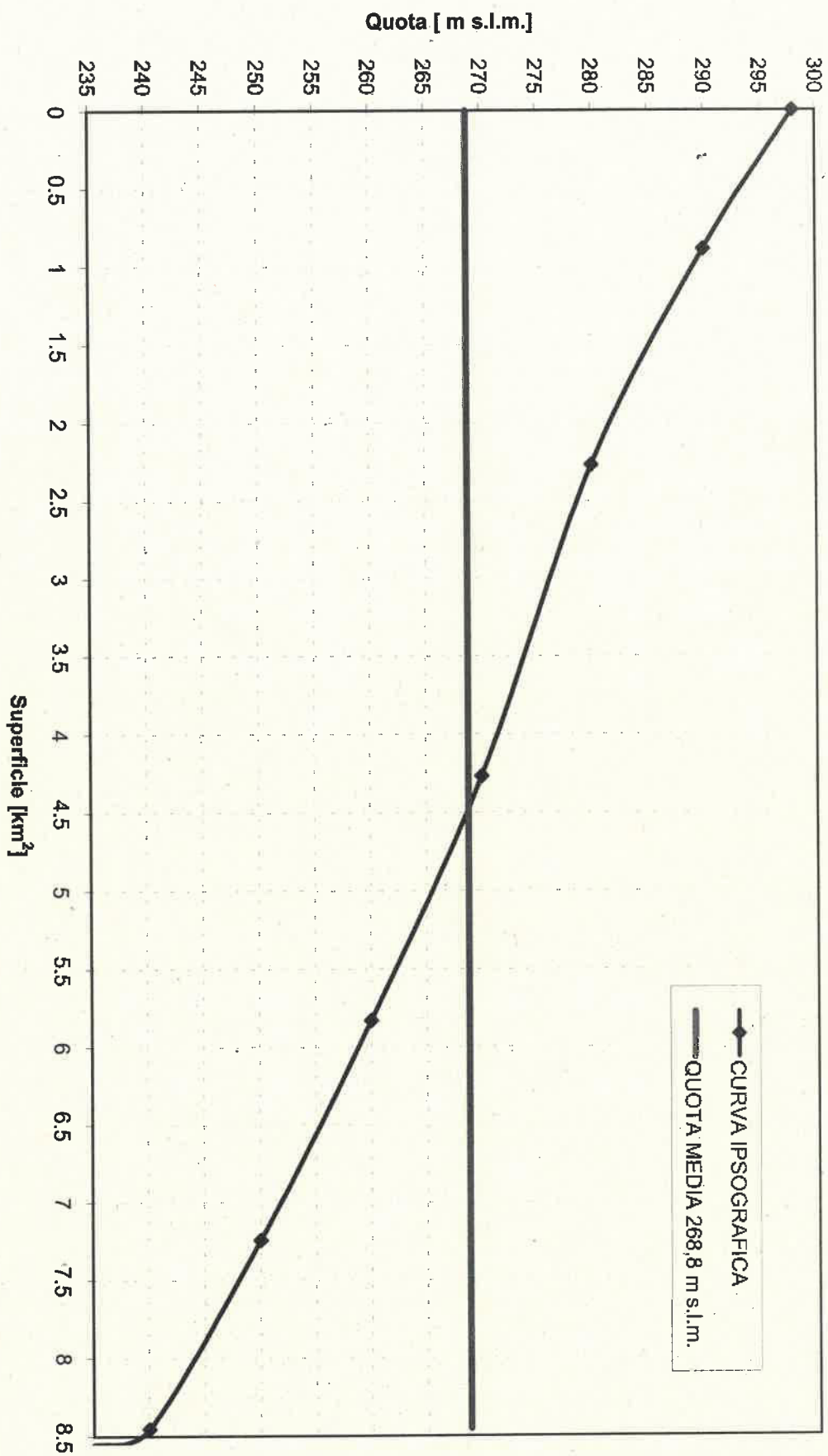
Σ 97898.7

i_{media}	0.007
	0.74%

DATI E TABELLA PER LA DETERMINAZIONE DELLA CURVA IPSOGRAFICA E DELLA QUOTA MEDIA

Intervallo tra le isopse		Superfici parziali		Superfici progressive		Quota
hmax	hmin	ΔS	ΔS	S cumulata	S cumulata	media
[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[km ²]	%	[km ²]	%	[m s.l.m.]
298	290	0.89	10.4%	0.89	10.4%	262.1
290	280	1.38	16.1%	2.27	26.6%	393.4
280	270	2.00	23.3%	4.27	49.9%	349.0
270	260	1.56	18.3%	5.83	68.1%	413.9
260	250	1.41	16.5%	7.24	84.7%	360.4
250	240	1.21	14.2%	8.45	98.8%	296.8
240	235	0.10	1.2%	8.56	100.0%	23.8
Σ		8.56	1	Σ (h _{media,j} x ΔS)		2299.4
Quota media [S (h _{media} x ΔS)/S _{tot}]						268.8

Curva Ipsografica del bacino del RIO DELLA PROVANINA
chiuso c/o SS 460 di Ceresole Reale nel Comune di Rivarolo Canavese



Analisi idrologico idraulica Rio della PROVANINA chiuso c/o la ex SS 460 di Ceresole

Determinazione delle portate di piena di assegnato Tr

RIO DELLA PROVANINA chiuso c/o ex SS. N. 460

L Lunghezza asta principale [km] 8.41
 i Pendenza media asta [m/m] 0.74%
 Hmax Quota massima [m s.l.m.] 298.0
 Hm Quota media [m s.l.m.] 268.8
 Ho quota sezione di chiusura [m s.l.m.] 235.0
 Tempo di corrivazione [h] 4.87
 Coefficiente di deflusso 0.40
 Coefficiente di laminazione 1.00
 Superficie bacino [km²] 8.56

MEDIO

Tempo di Ritorno	Tr 20	Tr 100	Tr 200	Tr 500
a' (AX90 - Fonte PAI)	53.67	69.26	75.93	84.72
n' (AX90 - Fonte PAI)	0.33	0.32	0.32	0.31
h [mm]	89.8	114.6	125.2	139.3
Q [m ³ /s]	17.5	22.4	24.4	27.2
Contributo specifico [m ³ /s/km ²]	2.0	2.6	2.9	3.2

A.1.2) Rio di Cardine

TABELLA E DATI PER LA DETERMINAZIONE DELLA PENDENZA MEDIA DELL'ASTA

h_{min} [m s.l.m.]	h_{max} [m s.l.m.]	Δh [m s.l.m.]	L_i [km]	L_i [m]	i_i [m/m]	$R_{adq} i$	$L_i/R_{adq} i$
245	250	5	0.6	645.4	0.008	0.088	7332.3
250	260	10	1.5	1451.2	0.007	0.083	17482.1
260	270	10	1.3	1271.7	0.008	0.089	14341.4
270	280	10	1.3	1329.0	0.008	0.087	15320.6
280	290	10	1.1	1139.8	0.009	0.094	12169.2
290	292	2	0.1	142.0	0.014	0.119	1196.3

Σ 5.98 5979.11

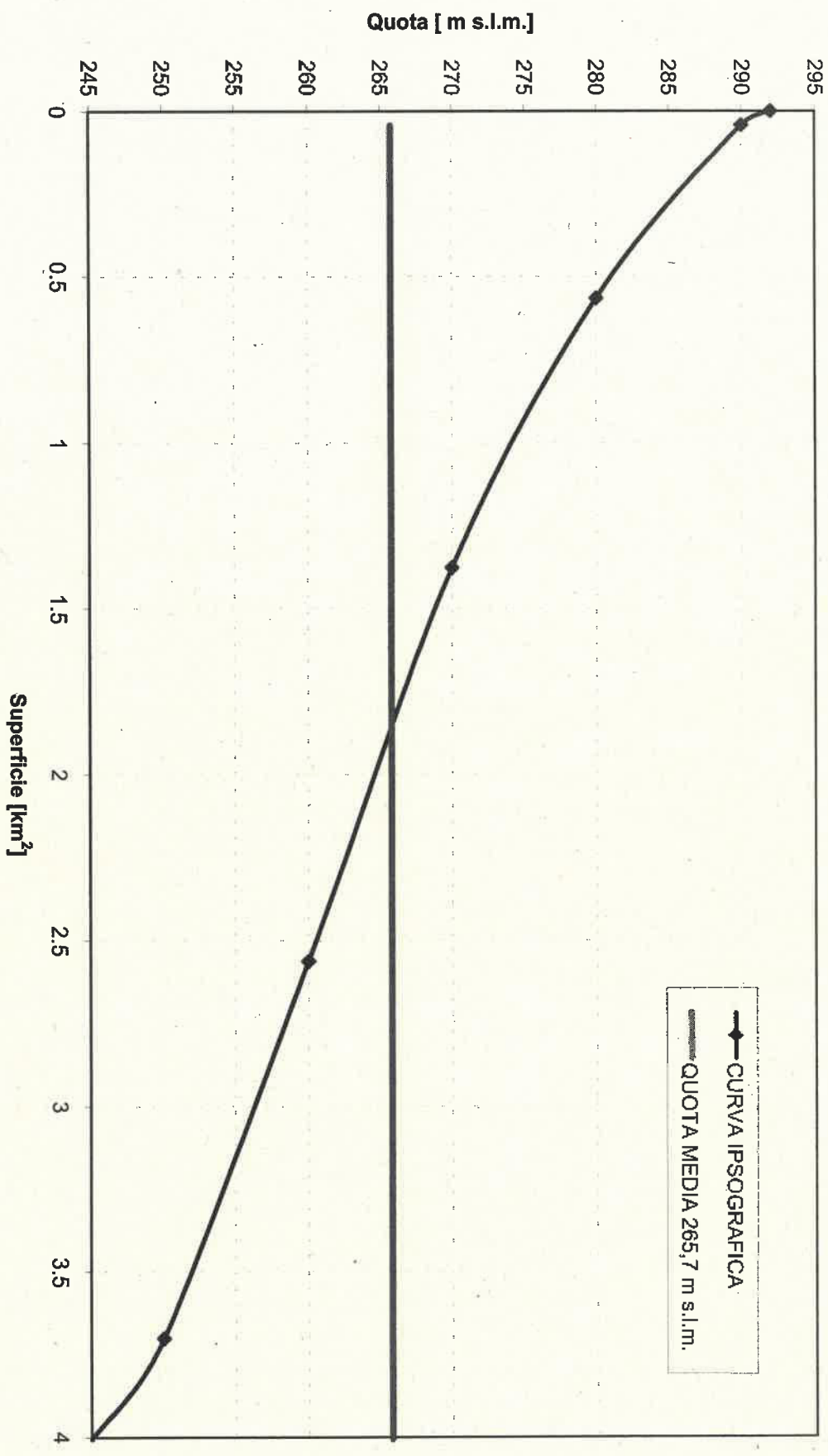
Σ 67841.9

I_{media}	0.008
	0.78%

DATTE TABELLA PER LA DETERMINAZIONE DELLA CURVA IPSOGRAFICA E DELLA QUOTA MEDIA

Intervallo tra le isoipse		Superfici parziali		Superfici progressive		Quota
hmax	hmin	ΔS	ΔS	S cumulata	S cumulata	media
[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[km ²]	%	[km ²]	%	[m s.l.m.]
292	290	0.04	1.1%	0.0	1.1%	12.6
290	280	0.52	13.0%	0.6	14.1%	149.0
280	270	0.81	20.3%	1.4	34.4%	223.1
270	260	1.19	29.6%	2.6	64.0%	314.3
260	250	1.14	28.4%	3.7	92.4%	290.2
250	245	0.31	7.6%	4.0	100.0%	75.3
Σ		4.01	1	Σ (h _{media,i} x ΔS)		1064.7
Quota media [S (h _{media} x ΔS)/S _{totl}]						265.7

Curva Ipsografica del bacino del RIO DI CARDINE
chiuso c/o ex SS. n. 460 di Ceresole Reale nel Comune di Rivarolo Canavese



Analisi idrologico idraulica RIO di CARDINE chiuso c/o la ex. SS n.460 di Ceresole Reale

Determinazione delle portate di piena di assegnato Tr

RIO DI CARDINE chiuso c/o ex SS. n. 460

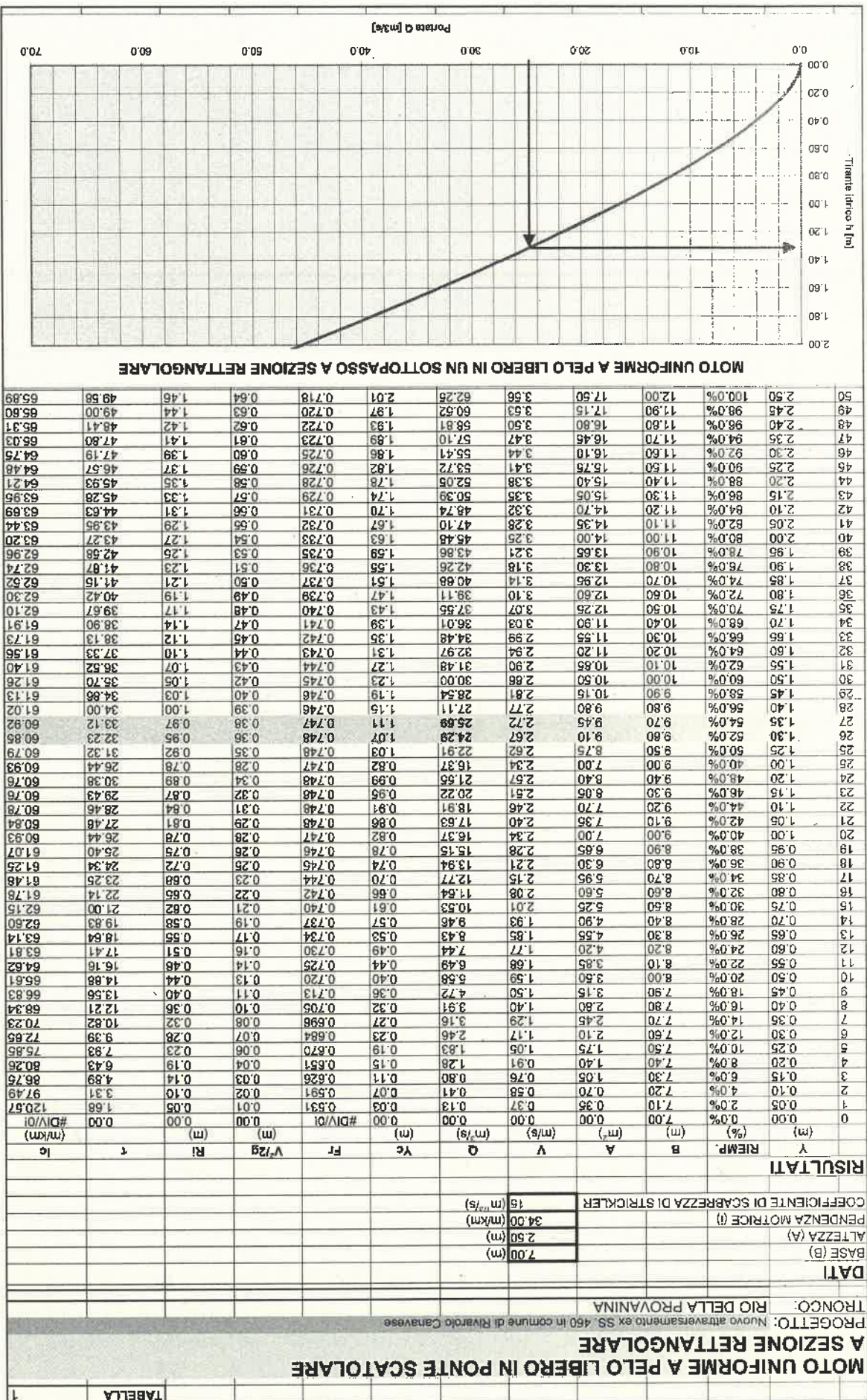
L Lunghezza asta principale [km] 5.98
 i Pendenza media asta [m/m] 0.78%
 Hmax Quota massima [m s.l.m.] 292.0
 Hm Quota media [m s.l.m.] 265.7
 Ho quota sezione di chiusura [m s.l.m.] 245.0
 Tempo di corrivazione [h] 3.79 MEDIO
 Coefficiente di deflusso 0.40
 Coefficiente di laminazione 1.00
 Superficie bacino [km²] 4.04

Tempo di Ritorno	Tr 20	Tr 100	Tr 200	Tr 500
a' (AX90 - Fonte PAI)	53.67	69.26	75.93	84.72
n' (AX90 - Fonte PAI)	0.325	0.318	0.316	0.314
h [mm]	82.7	105.8	115.6	128.7
Q [m ³ /s]	9.8	12.5	13.7	15.2
Contributo specifico [m ³ /s/km ²]	2.4	3.1	3.4	3.8

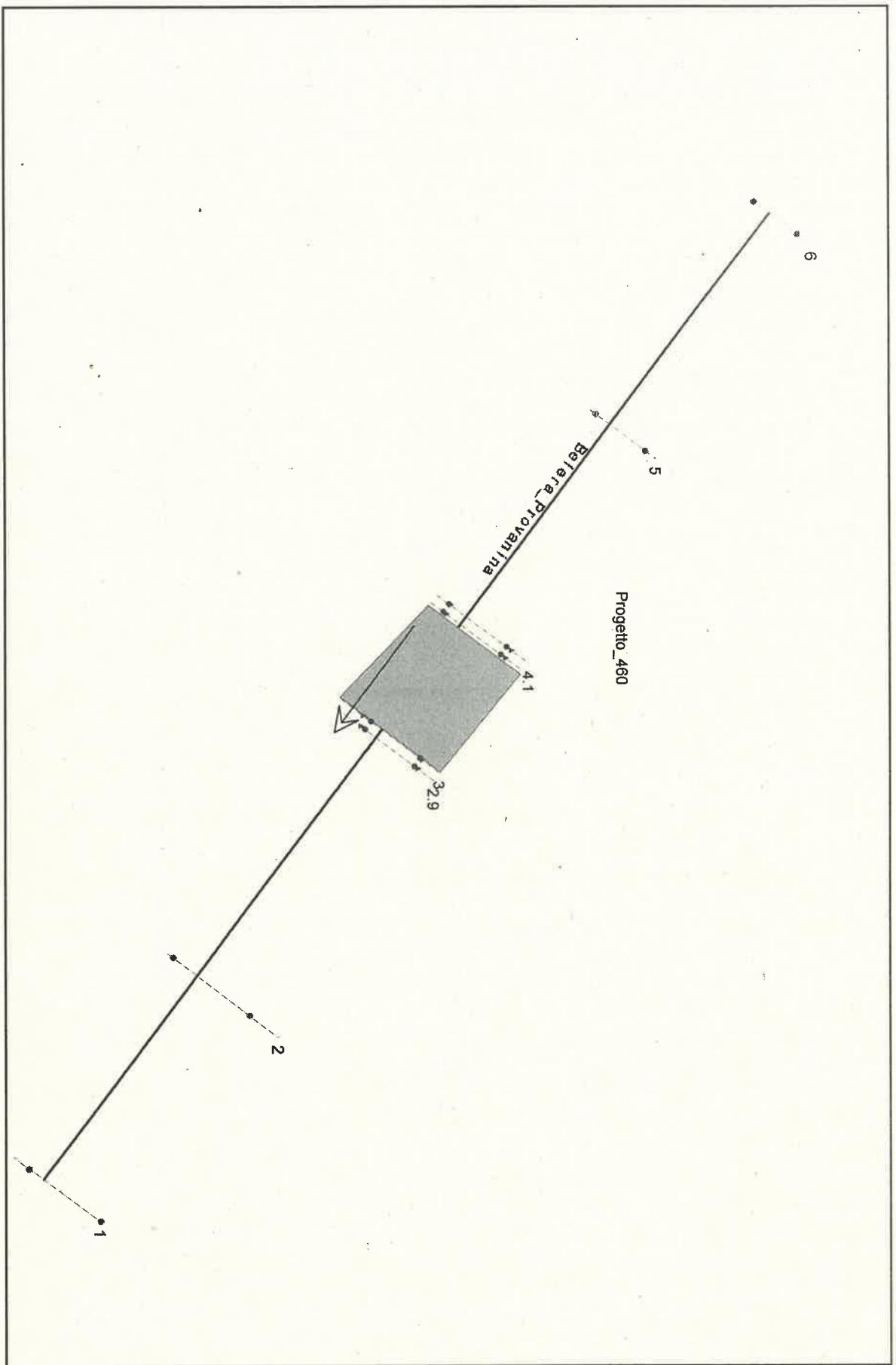
A.2) ALLEGATI IDRAULICI

A.2.1) Bialera della Provantina

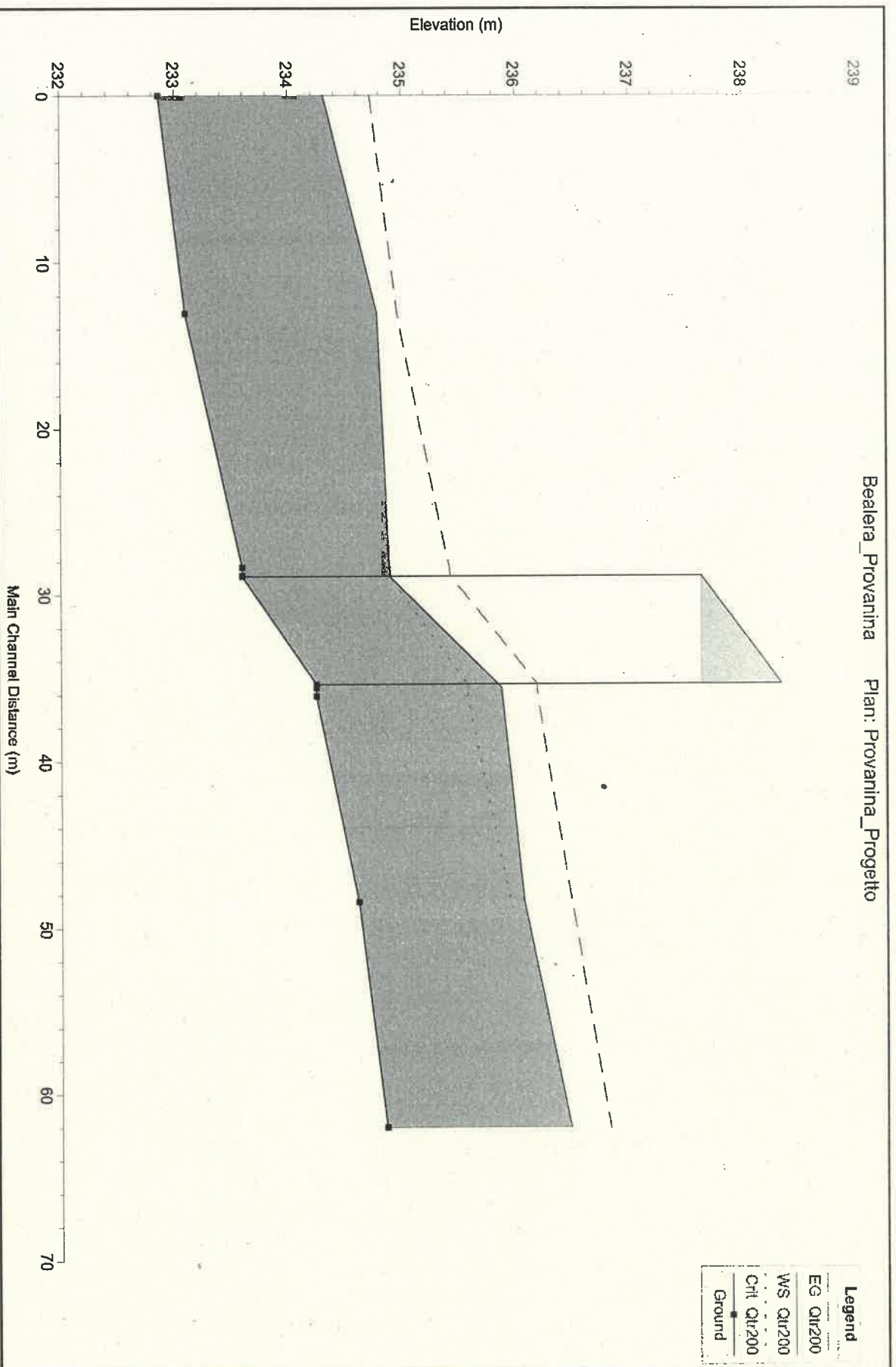
A.2.1.1) Calcolo
in Moto Uniforme

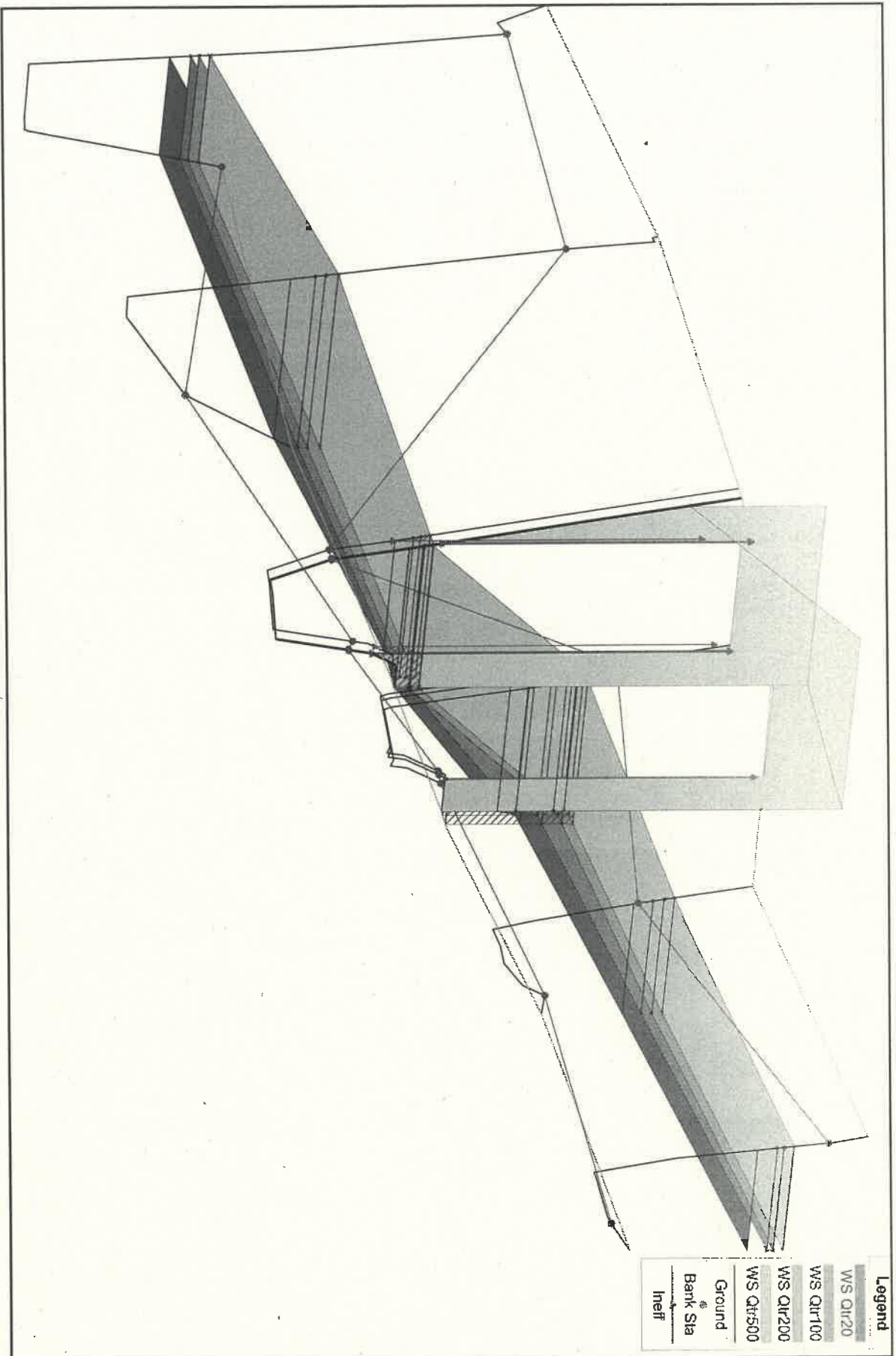


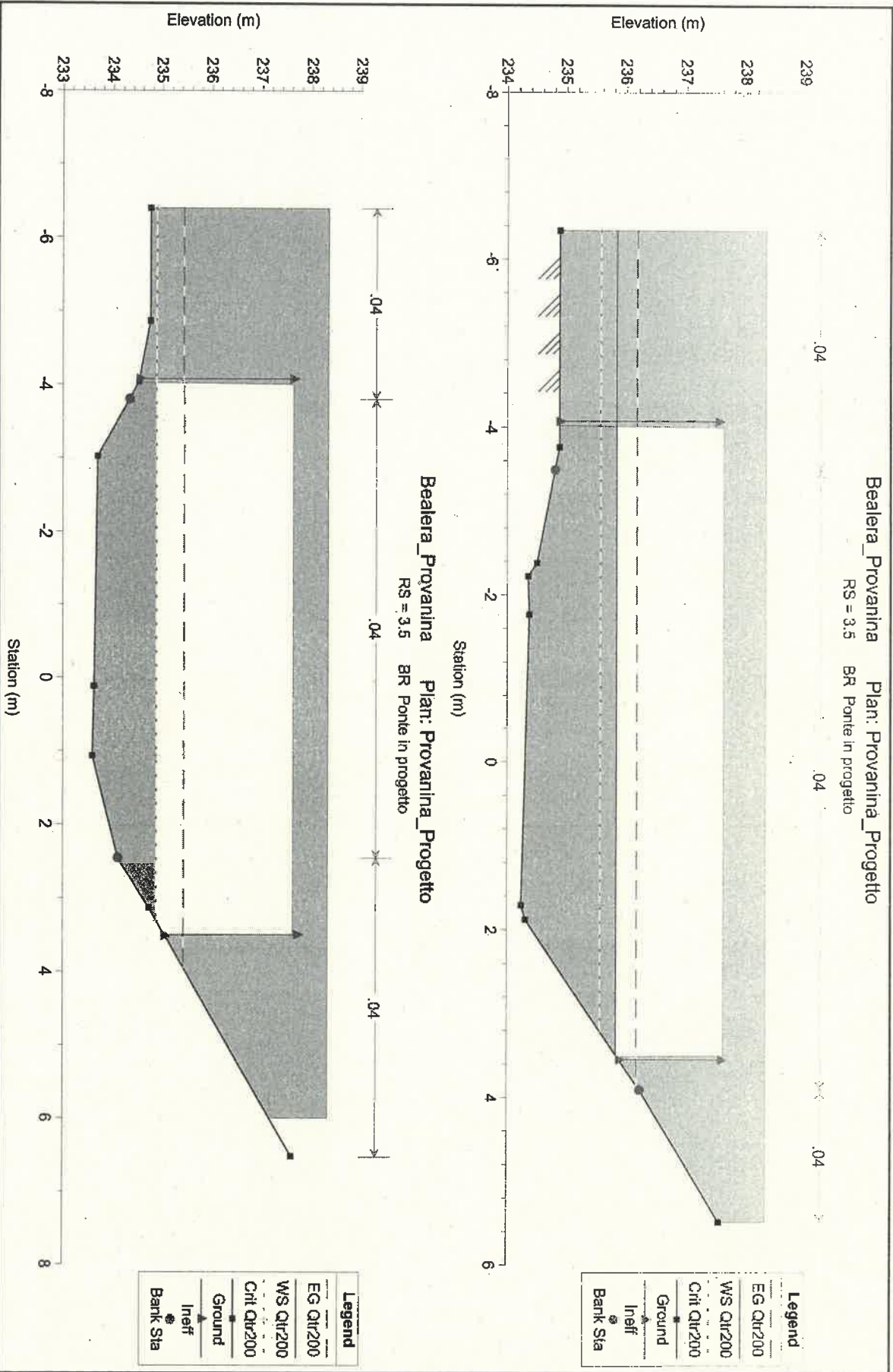
A.2.1.1) Calcolo
in Moto Permanente



Bealera_Provanina Plan: Provanina_Progetto





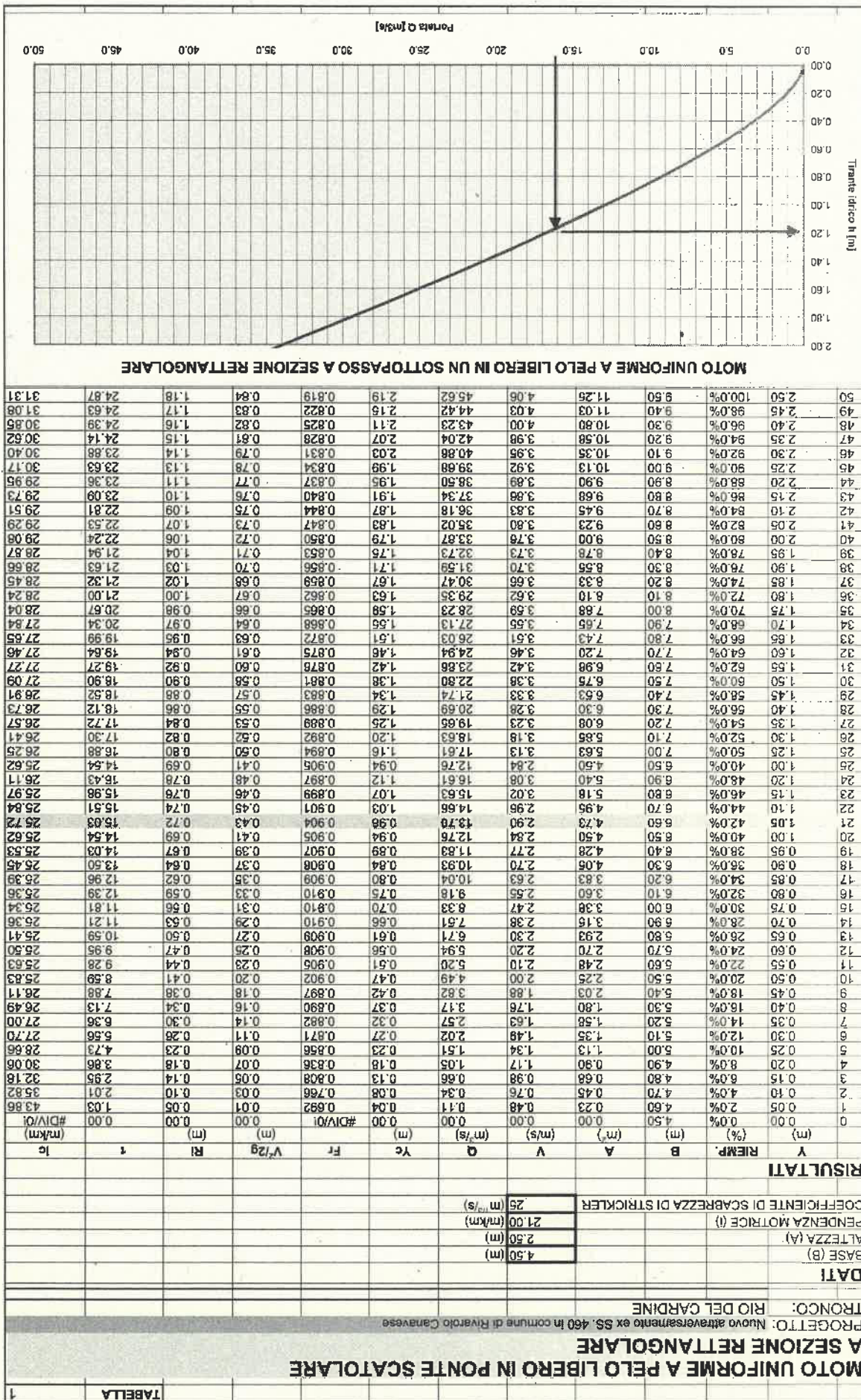


Plan: Provantina_pr Belera_Provanina Progetto_460 RS: 3.5 Profile: Qtr200				
E.G. US (m)	236.19	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US (m)	235.88	E.G. Elev (m)	236.19	235.43
Q Total (m3/s)	24.40	W.S. Elev (m)	235.85	234.89
Q Bridge (m3/s)	24.40	Crit W.S. (m)	235.58	234.89
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	1.61	1.30
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	2.54	3.19
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	9.61	7.66
Weir Submerg		Froude # Chl	0.72	1.01
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	13.11	12.47
Min El Weir Flow (m)	238.34	Hydr Depth (m)	1.28	1.05
Min El Prs (m)	237.64	W.P. Total (m)	9.22	8.40
Delta EG (m)	0.76	Conv. Total (m3/s)	259.8	196.7
Delta WS (m)	0.98	Top Width (m)	7.51	7.32
BR Open Area (m2)	23.08	Frcn Loss (m)		
BR Open Vel (m/s)	3.19	C & E Loss (m)		
Coeff of Q		Shear Total (N/m2)	90.13	137.59
Br Sel Method		Power Total (N/m s)	228.91	438.31

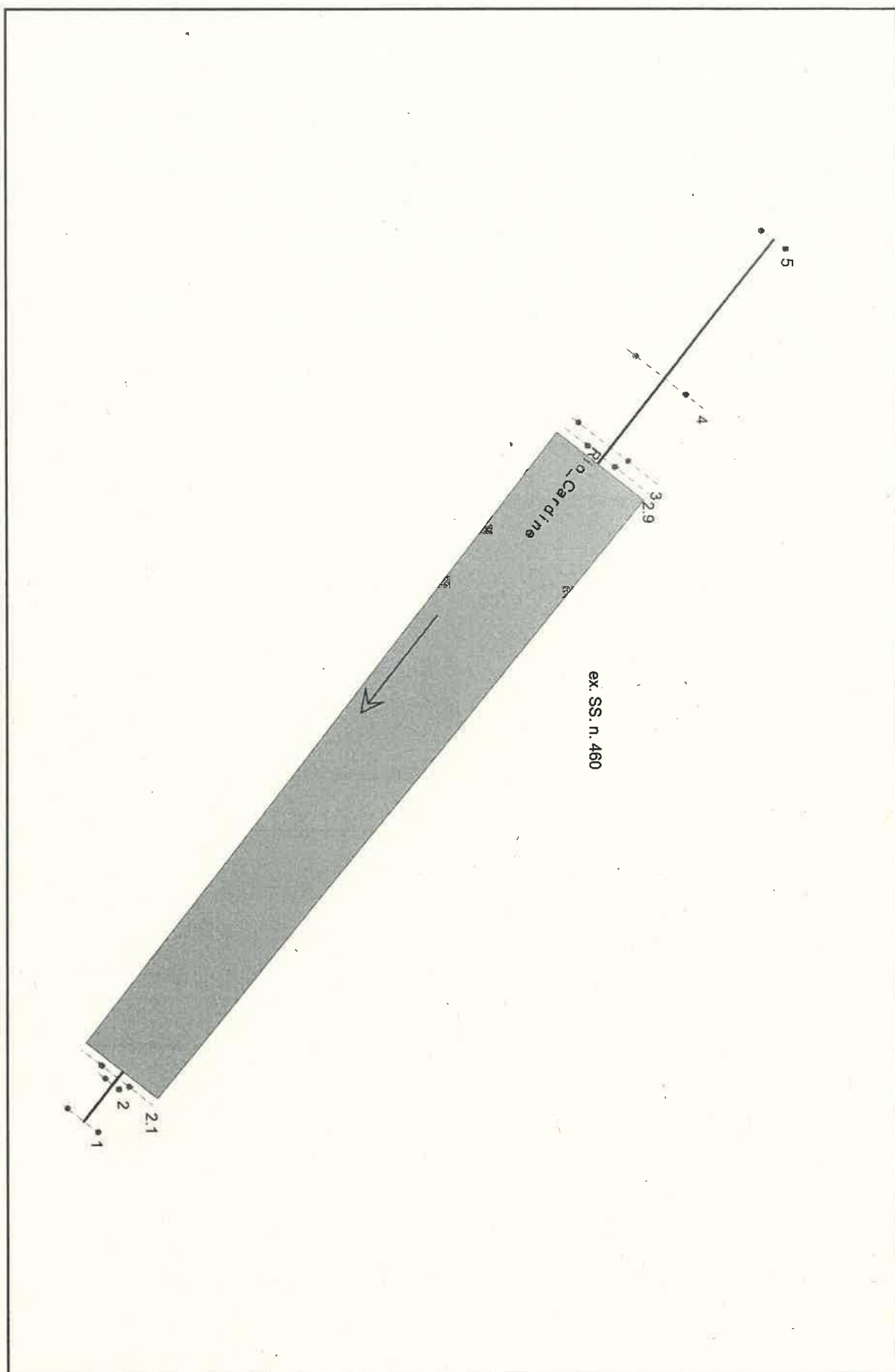
HEC-RAS Plan: Provanina pr River Belera Provanina Reach: Progetto_460													
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W S Elev	Crt W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude #	Chi
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)		
Progetto_460	6	Qtr100	22.40	234.86	236.43		236.75	0.020784	2.63	9.06	7.04	0.74	
Progetto_460	6	Qtr200	24.40	234.86	236.48		236.83	0.021867	2.75	9.44	7.08	0.76	
Progetto_460	6	Qtr500	27.20	234.86	236.57		236.95	0.022739	2.89	10.04	7.15	0.78	
Progetto_460	5	Qtr100	22.40	234.61	236.98	235.90	236.40	0.031010	2.95	8.00	7.81	0.91	
Progetto_460	5	Qtr200	24.40	234.61	236.07	235.95	236.49	0.027904	2.96	8.72	7.91	0.87	
Progetto_460	5	Qtr500	27.20	234.61	236.16		236.61	0.027050	3.06	9.44	8.02	0.87	
Progetto_460	4.1	Qtr100	22.40	234.24	235.71	235.52	236.06	0.021934	2.61	8.67	9.70	0.76	
Progetto_460	4.1	Qtr200	24.40	234.24	235.89	235.58	236.19	0.017057	2.47	9.96	9.88	0.68	
Progetto_460	4.1	Qtr500	27.20	234.24	235.98	235.66	236.31	0.017027	2.55	10.72	9.98	0.69	
Progetto_460	4	Qtr100	22.40	234.24	235.70	235.51	236.05	0.010225	2.65	8.53	9.68	0.78	
Progetto_460	4	Qtr200	24.40	234.24	235.88	235.58	236.19	0.007751	2.48	9.89	9.87	0.69	
Progetto_460	4	Qtr500	27.20	234.24	235.97	235.66	236.31	0.007622	2.57	10.63	9.97	0.69	
Progetto_460	3.5	Bridge											
Progetto_460	3	Qtr100	22.40	233.59	234.91	234.83	235.35	0.012241	2.97	7.80	9.72	0.88	
Progetto_460	3	Qtr200	24.40	233.59	234.90	234.89	235.43	0.014686	3.25	7.77	9.71	0.96	
Progetto_460	3	Qtr500	27.20	233.59	234.98	234.98	235.55	0.014423	3.37	8.39	9.81	0.96	
Progetto_460	2.9	Qtr100	22.40	233.59	234.84	234.84	235.33	0.034092	3.15	7.31	9.63	0.96	
Progetto_460	2.9	Qtr200	24.40	233.59	234.89	234.89	235.42	0.034046	3.26	7.72	9.70	0.97	
Progetto_460	2.9	Qtr500	27.20	233.59	234.97	234.97	235.54	0.033149	3.37	8.33	9.80	0.97	
Progetto_460	2	Qtr100	22.40	233.09	234.70		234.88	0.010894	1.93	12.46	11.90	0.54	
Progetto_460	2	Qtr200	24.40	233.09	234.78		234.96	0.010373	1.95	13.44	11.97	0.53	
Progetto_460	2	Qtr500	27.20	233.09	234.90		235.08	0.009796	1.97	14.77	12.06	0.52	
Progetto_460	1	Qtr100	22.40	232.86	234.24	234.10	234.64	0.030053	2.78	8.06	7.15	0.84	
Progetto_460	1	Qtr200	24.40	232.86	234.31	234.16	234.73	0.030044	2.85	8.56	7.28	0.84	
Progetto_460	1	Qtr500	27.20	232.86	234.41	234.25	234.85	0.030040	2.94	9.25	7.46	0.84	

A.2.2) Rfo di Cardine

A.2.2.1) Calcolo
in Moto Uniforme

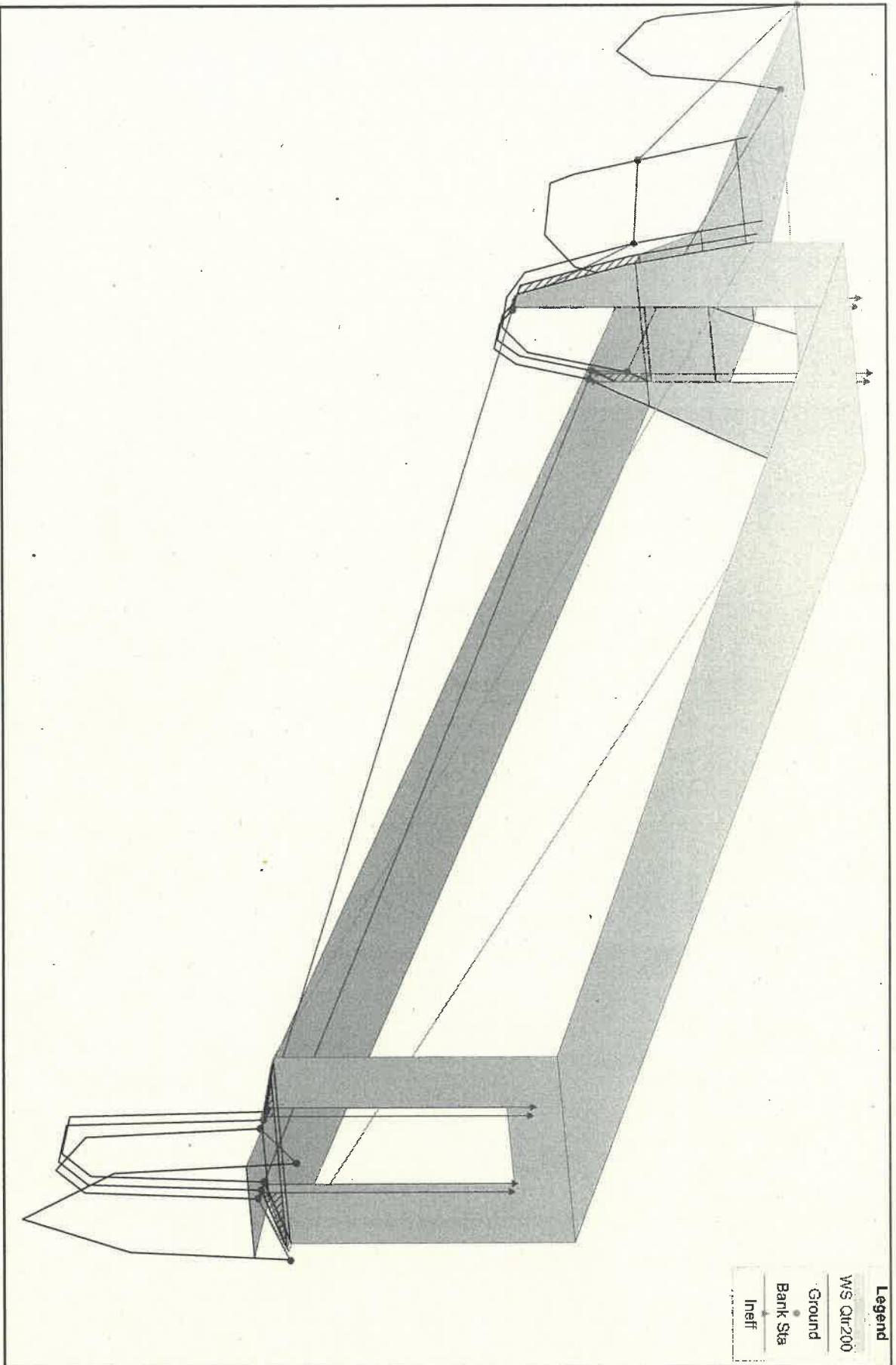


A.2.2.1) Calcolo
in Moto Permanente

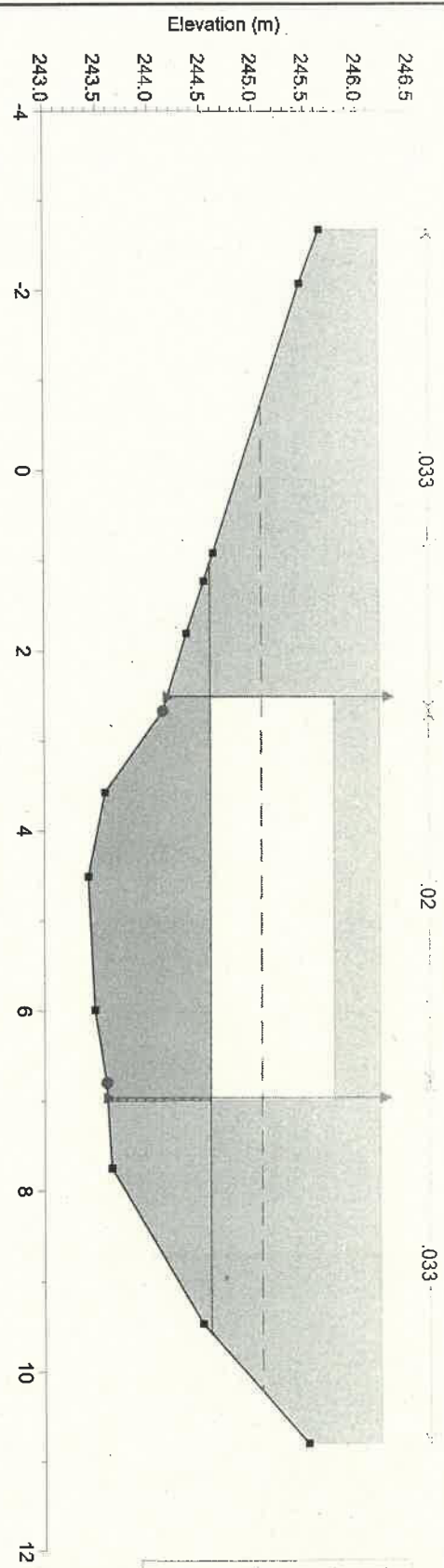


Rio_CARDINE Plan: Cardine_Progetto



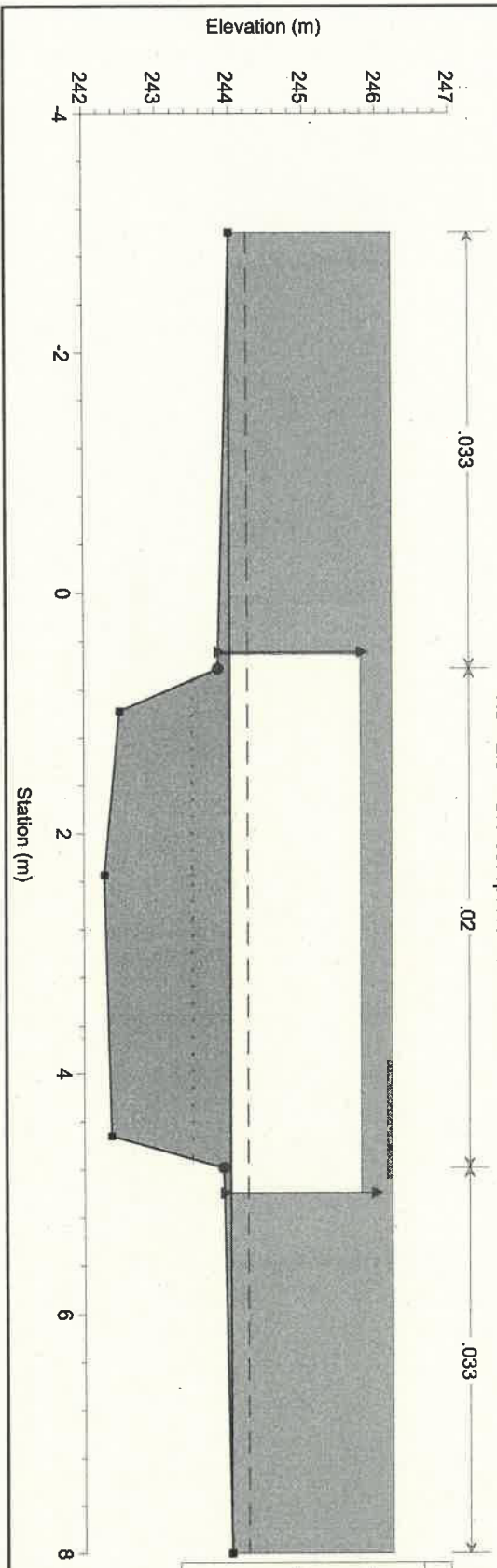


Rio_CARDINE Plan: Cardine_Progetto
 RS = 2.5 BR Sottopasso Rotonda



- Legend**
- EG Ctr200
 - WS Ctr200
 - Crt Ctr200
 - Ground
 - Ineff
 - Bank Sta

Rio_CARDINE Plan: Cardine_Progetto
 RS = 2.5 BR Sottopasso Rotonda



- Legend**
- EG Ctr200
 - WS Ctr200
 - Crt Ctr200
 - Ground
 - Ineff
 - Bank Sta

E.G. US. (m)	245.08	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	244.59	E.G. Elev (m)	245.08	244.23
Q Total (m3/s)	13.70	W.S. Elev (m)	244.58	243.99
Q Bridge (m3/s)	13.70	Crit W.S. (m)	244.58	243.48
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	1.16	1.71
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	3.08	2.15
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	4.44	6.38
Weir Submerg		Froude # Chl	1.00	0.58
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	6.66	8.07
Min EI Weir Flow (m)	246.21	Hydr Depth (m)	1.00	1.42
Min EI Prg (m)	245.78	W.P. Total (m)	4.64	6.99
Delta EG (m)	0.86	Conv. Total (m3/s)	213.2	312.2
Delta WS (m)	0.60	Top Width (m)	4.51	4.50
BR Open Area (m2)	9.77	Frcn Loss (m)	0.13	0.00
BR Open Vel (m/s)	3.08	C & E Loss (m)	0.08	0.00
Coef of Q		Shear Total (N/m2)	38.76	17.24
Br Sel Method		Power Total (N/m s)	119.51	37.03
Energy only				

Plan: Cardine Rio Cardine ex. SS. n. 460 RS: 2.5 Profile: Qtr200

HEC-RAS Plan: Cardine River, Rio, Cardine												
Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
ex. SS. n. 460	5	Ch100	12.50	243.55	244.90		245.22	0.030149	2.51	4.98	5.00	0.80
ex. SS. n. 460	5	Ch200	13.70	243.55	244.98		245.31	0.029197	2.55	5.37	5.05	0.79
ex. SS. n. 460	5	Ch500	15.20	243.55	245.07		245.42	0.027941	2.59	5.86	5.05	0.77
ex. SS. n. 460	4	Ch100	12.50	243.50	244.97		245.05	0.004345	1.25	10.57	10.43	0.35
ex. SS. n. 460	4	Ch200	13.70	243.50	245.06		245.14	0.004084	1.26	11.51	10.80	0.35
ex. SS. n. 460	4	Ch500	15.20	243.50	245.17		245.25	0.003780	1.28	12.73	11.21	0.34
ex. SS. n. 460	3	Ch100	12.50	243.42	244.96		245.04	0.001405	1.27	10.32	10.32	0.36
ex. SS. n. 460	3	Ch200	13.70	243.42	245.05		245.13	0.001315	1.29	11.27	10.76	0.35
ex. SS. n. 460	3	Ch500	15.20	243.42	245.16		245.24	0.001211	1.30	12.50	11.30	0.34
ex. SS. n. 460	2.9	Ch100	12.50	243.42	244.53	244.53	245.00	0.004128	3.05	4.20	8.27	0.99
ex. SS. n. 460	2.9	Ch200	13.70	243.42	244.59	244.58	245.08	0.004059	3.15	4.47	8.55	0.99
ex. SS. n. 460	2.9	Ch500	15.20	243.42	244.74	244.65	245.20	0.003137	3.03	5.14	9.29	0.89
ex. SS. n. 460	2.5	Bridge										
ex. SS. n. 460	2.1	Ch100	12.50	242.28	243.91	243.41	244.13	0.001913	2.08	6.03	6.38	0.55
ex. SS. n. 460	2.1	Ch200	13.70	242.28	243.99	243.48	244.23	0.001931	2.16	6.38	10.49	0.56
ex. SS. n. 460	2.1	Ch500	15.20	242.28	244.08	243.56	244.34	0.001946	2.26	6.79	11.00	0.57
ex. SS. n. 460	2	Ch100	12.50	242.28	243.84		244.12	0.024064	2.35	5.31	4.14	0.66
ex. SS. n. 460	2	Ch200	13.70	242.28	243.92		244.22	0.024811	2.44	5.61	4.16	0.67
ex. SS. n. 460	2	Ch500	15.20	242.28	244.00		244.33	0.025694	2.54	5.98	4.16	0.68
ex. SS. n. 460	1	Ch100	12.50	242.16	243.85	243.44	244.04	0.015001	1.95	6.42	5.37	0.57
ex. SS. n. 460	1	Ch200	13.70	242.16	243.93	243.50	244.13	0.015002	2.00	6.85	5.43	0.57
ex. SS. n. 460	1	Ch500	15.20	242.16	244.03	243.57	244.24	0.015005	2.06	7.37	5.50	0.57