REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DEL V.C.O.

COMUNE DI DOMODOSSOLA

PIANO REGOLATORE GENERALE COMUNALE

VARIANTE STRUTTURALE 02

- PROGETTO PRELIMINARE -

- Circolare P.G.R. del 08.05.1996, n° 7/LAP "Specifiche tecniche per l'elaborazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici", e successiva Nota Tecnica Esplicativa di dicembre 1999
- D.G.R. del 07/04/2014 n. 64-7417, "Indirizzi procedurali e tecnici in materia di difesa del suolo e pianificazione urbanistica

Elab. GEO 1	RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE	Elab. GEO 1

Data Stesura: Aprile 2022 Aggiornamenti: settembre 2024, giugno 2026	Adozione Progetto Preliminare Adozione Progetto Definitivo

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	IL SINDACO	IL PROGETTISTA
	Lucio Pizzi	Dott. Geol. F. D'Elia

Studio Geologico D'Elia
via Roma, 3/a - 28802 Mergozzo (VB) - tel. 032380206 - e-mail geodeliaf@gmail.com

SOMMARIO

1. PREMESSA 2

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO GENERALE 5

2.1 Inquadramento geografico e cartografico 5

2.2 Inquadramento geologico regionale 6

2.3 Inquadramento tettonico-strutturale regionale 7

3. COMMENTO DELLA CARTOGRAFIA TEMATICA 11

3.1 Carta geologico-strutturale 11

3.1.1 Depositi superficiali (Quaternario) 11

3.1.2 Formazioni litoidi 13

3.1.3 Assetto Strutturale 14

3.2 Carta geomorfologica e dei dissesti 16

3.2.1 Elementi geologico-strutturali 17

3.2.2 Forme di versante dovute alla gravità 18

3.2.3 Forme fluviali e fluvio-glaciali legate alla dinamica delle acque 18

3.2.4 Forme di origine glaciale, in parte rimodellate da altri agenti; scivolamenti nevosi 20

3.2.5 Forme antropiche 20

3.3 Carta dell'acclività 21

3.4 Carta geoidrologica 22

3.5 Carta delle opere di difesa idraulica e di consolidamento del versante 25

3.6 Carta Litotecnica 27

4. IDROLOGIA, IDROGEOLOGIA E METEOROLOGIA 29

4.1 Idrologia 29

4.2 Meteorologia 30

4.2.1 Afflussi 30

4.2.2 Deflussi 31

4.3 Verifiche idrauliche svolte sui corsi d'acqua principali 39

4.3.1 Rio Deseno 39

4.3.2 Rio Anzuno 39

4.3.3 Rio Bacenetto 39

4.3.4 Rii minori, affluenti del Bacenetto 40

4.3.5 T. Bogna 40

5. PROPENSIONE AL RISCHIO SISMICO 42

6. PROPENSIONE AL DISSESTO E DEFINIZIONE DEI LIVELLI DI IDONEITÀ URBANISTICA DEL TERRITORIO 43

6.1 Generalità 43

6.2 Cartografia di sintesi 43

6.3 Classi di idoneità urbanistica 44

6.3.1 Settori in cui non sussistono condizioni di pericolosità geologica (classe I) 45

6.3.2 Settori caratterizzati da condizioni di moderata pericolosità geologica (classe II) 45

6.3.3 Settori in cui sussistono condizioni di pericolosità geologica (classe III) 46

6.3.4 Sottoclasse IIIB3*: approfondimenti di indagine 48

6.4 Congruenza della Cartografia di Analisi e di Sintesi con i Comuni limitrofi 49

6.4.1 Comune di Bognanco 50

6.4.2 Comune di Crevoladossola 51

6.4.3 Comune di Masera 51

6.4.4 Comune di Trontano 52
6.4.5 Comune di Beura Cardezza 52
6.4.6 Comune di Villadossola 53
6.4.7 Comune di Montescheno 54

7. RIFERIMENTI ALLE MISURE DI PREVENZIONE RAPPRESENTATE DAL PROGETTO DI PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.) E DA ARCHIVI CARTOGRAFICI ESISTENTI 55

7.1 Aspetti generali 55
7.2 Confronto con la cartografia P.A.I. – Fasce Fluviali 55
7.3 Confronto con le Mappe di Pericolosità della Direttiva Alluvioni 56
7.4 Confronto con gli archivi storici e cartografici esistenti 64

8. NORMATIVA GEOLOGICO-TECNICA 65

8.1 Definizioni e modalità esecutive delle indagini geologiche da sviluppare a supporto degli interventi urbanistici ammessi 65
8.2. Classe di idoneità I 67
8.3. Classe di idoneità II 67
8.4. Classe di idoneità III 70
8.4.1 Sottoclasse di idoneità IIIa 75
8.4.2 Sottoclasse di idoneità IIIb2 77
8.4.3 Sottoclasse di idoneità IIIb3 79
8.4.4 Sottoclasse di idoneità IIIb4 82
8.4.5 Sottoclasse di idoneità IIIc 84
8.5 Fasce di rispetto dei corsi d'acqua 84
8.6 Fasce di rispetto delle opere di presa idropotabili 87
8.6.1 Zona di tutela assoluta (ZTA) 87
8.6.2 Zona di rispetto (ZR) 87
8.7 Norme di carattere generale 88

9. SINTESI DEGLI APPROFONDIMENTI SVILUPPATI IN RISPOSTA ALLE RICHIESTE DEGLI ENTI 94

9.1 Prima Seduta della 1° Conferenza di Copianificazione (23/07/2024) – Proposta Tecnica Progetto Preliminare 94
9.2 Seconda Seduta della 1° Conferenza di Copianificazione (18/12/2024) – Proposta Tecnica Progetto Preliminare 96
9.2.1. Parere della Direzione Opere Pubbliche, Difesa del suolo, Protezione Civile, Trasporti e Logistica - Settore Tecnico NO-VB 96
9.2.2. Parere della Direzione Opere Pubbliche, Difesa del suolo, Protezione Civile, Trasporti e Logistica - Settore Geologico 102
9.2.3. Parere della Direzione Opere Pubbliche, Difesa del suolo, Protezione Civile, Trasporti e Logistica - Settore Sismico 104
9.3 Prima riunione della fase di approfondimento (03/04/2025) 105
9.4 Seconda riunione della fase di approfondimento (23/07/2025) 107
9.5 Terza riunione della fase di approfondimento (18/12/2025) 108

1. PREMESSA

La presente Relazione Geologica Generale ha lo scopo di illustrare quanto emerso dai rilievi e dai sopralluoghi eseguiti nel territorio comunale di Domodossola, a supporto della redazione della Variante Strutturale 2 al P.R.G.C. vigente (approvato con D.G.R. n. 26-6489 del 23-07-2007 e D.G.R. integrativa n. 14-7012 del 27-09-2007), sviluppata in sintonia con quanto disposto dalla L.R. n.56/77 e s.m.i. e dalla Circolare del Presidente della Giunta Regionale n. 7/LAP dell'8 maggio 1996 "*Specifiche tecniche per l'elaborazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici*" e dalla relativa Nota Tecnica Esplicativa (NTE/1999).

A tale fine ci si è attivati, rivedendo le risultanze delle indagini geologiche e geomorfologiche condotte dallo Studio scrivente a supporto del vigente P.R.G.C., conforme ai contenuti del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico PAI, redatto ai sensi della Circolare del P.G.R. dell'8-5-96, n° 7/*LAP*, oltre che ai sensi della Circolare P.G.R. del 27/04/2004 n. 1/DOP, emanata a seguito dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, contenente "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*" ed aggiornando, nell'ordine:

- la cartografia di base (BDTRE Piemonte, base catastale);
- la ricerca storica, in funzione delle varie situazioni di dissesto, evidenziate dai diversi archivi cartografici nazionali;
- il quadro del dissesto condiviso ed approvato, in funzione dell'evoluzione del territorio avutasi negli ultimi lustri, compreso l'evento alluvionale del 2-3 ottobre 2020, con particolare riferimento all'ambito comprendente tutta la fascia antropizzata posta alle quote inferiori del territorio Comunale, estendendo le ricognizioni e l'analisi geomorfologica anche a quote più elevate, limitatamente all'intorno delle aree urbanizzate;
- il quadro di sintesi (Classi di pericolosità geomorfologica ed idoneità all'utilizzazione urbanistica), nello stesso ambito territoriale oggetto di revisione degli elementi geomorfologici;
- la normativa geologico-tecnica, in funzione degli aggiornamenti legislativi in materia (D.M. 17.01.2018, D.G.R. n. 11-13058 del 19-01-2010, D.G.R. 64-7417 del 07-04-2014).

Le principali modifiche apportate allo studio geologico del PRG vigente, sono state analizzate nell'apposito Elaborato Geo 1A "*Relazione di confronto con il PRG vigente*".

Il quadro del dissesto proposto con la Variante Strutturale 2 al PRG, una volta condiviso ed approvato, comporterà l'aggiornamento degli elaborati cartografici del PAI, secondo quanto previsto dal D.L. 16 luglio 2020, n. 76 (convertito con modificazioni nella legge 11 settembre 2020, n. 120), con modifiche agli artt. 1 e 18 dell'Elaborato 7 - Norme di Attuazione del PAI – alle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 152/2006 s.m.i. con particolare riguardo a quelle dei commi 4bis e 4ter dell'art. 68 di tale Decreto Legislativo, nonché a quanto previsto con la Deliberazione n. 6/2021 del 20-12-2021 della Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di Bacino Distrettuale del F. Po, "*Disposizioni per lo svolgimento*

delle procedure di approvazione di aggiornamenti di elaborati cartografici dei PAI vigenti nel Distretto conseguenti all'entrata in vigore dell'art. 54 del D.L. 16 luglio 2020, n. 76 e conferimento di delega al Segretario Generale per l'adozione di un Regolamento recante "*Disciplina delle procedure di aggiornamento degli elaborati cartografici dei PAI e delle Mappe della pericolosità e del Rischio di Alluvione del PGRA vigenti nel Distretto idrografico del fiume Po e per correzione di errori materiali"*.

Sulla base delle linee guida fornite dall'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po e dalle disposizioni emanate dalla Regione Piemonte con le D.G.R. e con le Circolari sopra citate, il lavoro è stato articolato in tre fasi successive:

- analisi, verifica ed eventuale aggiornamento degli elementi geolitologici, geomorfologici, idrologici ed idrogeologici che concorrono a caratterizzare il territorio in esame;
- analisi, verifica ed eventuale aggiornamento dei processi geologici l.s. (in particolare, distinzione tra processi di tipo diverso, analisi della loro distribuzione e diffusione) potenzialmente in grado di incidere sull'evoluzione del territorio, al fine di valutare la pericolosità geomorfologica e di stabilire la propensione all'uso urbanistico del territorio stesso;
- dettaglio alla scala di piano, riguardante l'idoneità all'utilizzazione urbanistica di tutte le aree edificate ed edificandi.

Ogni tematismo analizzato è supportato da una specifica rappresentazione cartografica, illustrando, in dettaglio, non solo quanto direttamente rilevato sul terreno, ma anche quanto ricavato dalla bibliografia, dall'esame di fotografie aeree e da altre fonti accreditate.

Gli elaborati geologici costituenti il Progetto Preliminare della Variante al PRGC, sono stati aggiornati:

- a seguito delle osservazioni informali, espresse dal Settore Tecnico, dal Settore Geologico e dal Settore Sismico, durate l'Incontro Tecnico Preliminare, tenutosi in data 10/05/2024;
- a seguito delle richieste avanzate dalla Regione Piemonte – Settore Tecnico NO-VB, illustrate nel corso della prima seduta della prima Conferenza di Copianificazione, tenutasi in data 23/07/2024 (si veda il cap. 9.1), nonché aggiornando il quadro del dissesto, sulla scorta degli ultimi eventi franosi verificatisi nel territorio comunale (Val Bognanco).
- Pareri della Regione Piemonte – Settore Tecnico NO-VB, Settore Geologico e Settore Sismico, illustrati nel corso della seconda seduta della prima Conferenza di Copianificazione, tenutesi rispettivamente in data 18/12/2024 (si veda il cap. 9.2), nonché delle successive Riunioni di Approfondimento (Cap. 9.3, 9.4, 9.5).

La presente Relazione Geologica Generale è stata articolata secondo il seguente schema:

- inquadramento geografico e geologico generale;
- commento della cartografia tematica;
- note di carattere meteorologico, idrologico ed idrogeologico;

- commento alla carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica - Normativa geologico-tecnica.

Compongono il presente Studio Geologico, i seguenti elaborati:

Elab. GEO-1 - Relazione Geologica Generale;

Elab. GEO-1a - Relazione di confronto con i contenuti geologici del PRG vigente;

Elab. GEO-2 - Carta geologico-strutturale (Tav. 1), scala 1: 10.000;

Elab. GEO-3a - Carta geomorfologica, dei dissesti, della dinamica fluviale e del reticolato idrografico minore (Tav. 2a), scala 1: 10.000;

Elab. GEO-3b - Carta di probabile localizzazione delle valanghe (Tav. 2b), scala 1:25.000 / 1:5.000;

Elab. GEO-4 - Carta dell'acclività (Tav. 3), scala 1: 10.000;

Elab. GEO-5 - Carta geoidrologica (Tav. 4), scala 1: 10.000

Elab. GEO-6 - Carta delle opere di difesa idraulica e di consolidamento del versante (Tavv. 5a - 5b), scala 1: 5.000

Elab. GEO-7 - Carta litotecnica (Tav. 6), scala 1: 10.000

Elab. GEO-8 - Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica (Tav. 7), scala 1: 10.000;

Elab. GEO-9 - Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica (n. 9 Tavole: 8a, 8b, 8c, 8d, 8e, 8f, 8g, 8h, 8i), scala 1: 2.000;

Elab. GEO-9bis - Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica del territorio montano (n. 2 Tavole: 9a, 9b), scala 1: 5.000;

Elab. Geo-10 - All. 1a Ricerca storica danni legati a dissesti idrogeologici;

Elab. Geo-10 - All. 1b Carta della mobilità delle acque, scala 1:10.000;

Elab. Geo-11 - All. 2 Analisi monografica delle conoidi alluvionali, con verifiche di compatibilità idraulica sui Rii minori;

Elab. Geo-12 - All. 3 Schede di rilevamento delle opere di difesa idraulica - SICOD;

Elab. Geo-13 - All. 4 Schede di rilevamento delle frane, delle valanghe e dei processi lungo la rete idrografica;

Elab. Geo-14 - All. 5 Cronoprogramma di attuazione degli interventi di riassetto per la mitigazione della pericolosità nelle aree ascritte alla sottoclasse IIIB (B2, B3, B4).

Elab. GEO-15 - Relazione geologico-tecnica (L.R. 56/1977, art. 14, punto 2, lettera b).

Per quanto riguarda gli aspetti e la caratterizzazione sismica del territorio di Domodossola, si rimanda all'apposito studio sviluppato dal dr. geol. Michetti, all'uopo incaricato dal Comune di Domodossola.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO GENERALE

2.1 Inquadramento geografico e cartografico

Il territorio del Comune di Domodossola, che ha un'estensione di 36,93 kmq, confina con i seguenti Comuni:

- a Nord con Crevoladossola;
- a Sud con Montescheno, Villadossola e Beura-Cardezza;
- ad Est con Trontano e Masera;
- ad Ovest con Bognanco.

Esso è inquadrabile nelle tavolette I.G.M. della Carta d'Italia, in scala 1:25.000, fogli n°15 II N.O. "Domodossola" e n°15 I S.O. "Crodo".

Ad un primo esame delle caratteristiche morfologiche del territorio comunale, sono chiaramente individuabili, una fascia di fondovalle, pianeggiante lungo la valle alluvionale del F.Toce e debolmente acclive in corrispondenza delle conoidi di deiezione delle valli laterali, ed il vasto territorio montano, che occupa la maggior parte dell'area in esame.

- La piana alluvionale, che occupa meno del 20% dell'estensione globale del territorio comunale, ne caratterizza la fascia sudorientale; gran parte di quest'area è rappresentata dalla conoide di deiezione del T. Bogna, su cui sorge il capoluogo; la piana alluvionale del F.Toce è attraversata dalle principali vie di comunicazione presenti nella zona (vecchio e nuovo tracciato della S.S. 33, linee ferroviarie Milano-Domodossola, Domodossola-Briga e Novara-Domodossola), che corrono in prevalenza su rilevato o su viadotti ed ospita anche numerosi insediamenti, buona parte dei quali di tipo commerciale o produttivo.
- Tra le aree montuose possono essere distinte, per caratteri morfologici ed ambientali propri, quelle che si situano a Nord od a Sud della Valle di Bognanco:
  - A Nord del T.Bogna i rilievi raggiungono le quote maggiori (la cima più alta, il Pizzo Giezza, a quota 2658 m s.l.m., si trova all'estremità NW del territorio comunale); i rilievi sono generalmente aspri, localmente addolciti per la presenza di depositi detritico-morenici e, per lunghi tratti, privi di copertura arborea. I principali insediamenti abitativi sono limitati alle fasce inferiori, terrazzate, dei versanti della Valle di Bognanco, mentre alle quote maggiori si trovano solo alcuni piccoli alpeggi, in parte ormai abbandonati.
  - A Sud del T.Bogna, il territorio comunale si estende tra il fondovalle pianeggiante del F.Toce ed i rilievi, dalle forme generalmente smussate, che culminano con il Moncucco (1896 m s.l.m.); in tali aree, i nuclei abitati sono ampiamente distribuiti tra le numerose frazioni del capoluogo, soprattutto in corrispondenza della fascia pedemontana, fino ad un'altitudine di circa 600 m s.l.m.; a quote maggiori si trovano invece diversi alpeggi di interesse prevalentemente agro-turistico ed agro-silvo-pastorale.

2.2 Inquadramento geologico regionale

L'incisione della Valle Ossola consente di osservare, con grande continuità, un'ampia sezione del basamento delle Alpi nordoccidentali, la cui struttura, a "falde di ricoprimento", è riconducibile alla collisione, instauratasi tra il Cretaceo e l'Attuale, tra i paleocontinenti Europeo ed Africano.

La separazione tra i due blocchi continentali risale al Trias superiore, quando un'imponente fase di *rifting* determinò la creazione di un sottile bacino oceanico (*oceano ligure-piemontese*), parte integrante della Tetide.

La dinamica distensiva determinò lo smembramento della crosta superiore in blocchi, separati e ruotati da faglie listriche, e la configurazione paleogeografica assunse una nuova fisionomia.

Riguardo all'assetto dei principali domini paleogeografici, in cui era suddivisa l'area della Tetide alpina sul finire del Giurassico, sono state avanzate varie ipotesi; una classica teoria (Trümpy, 1980) ipotizzava, dal margine continentale africano (adriatico) a quello europeo, la seguente disposizione:

- *Sudalpino ed Austroalpino:* margine passivo adriatico (crosta continentale normale o assottigliata e piattaforma poco profonda);
- *Sud-Pennidico:* bacino Piemontese (crosta oceanica);
- *Pennidico interno:* pre-Piemontese (crosta continentale sottile);
- *Nord-Pennidico:* domini Brianzonese, Subbrianzonese e Vallesano (crosta continentale europea, normale o assottigliata e piattaforma poco profonda);
- *Elvetico ed Ultraelvetico:* margine passivo europeo (crosta continentale normale o assottigliata e piattaforma poco profonda).

Tra la fine del Giurassico e l'inizio del Cretaceo, l'instaurarsi di nuove condizioni geodinamiche provoca l'avvicinamento tra le due masse continentali e la progressiva consunzione della litosfera oceanica Ligure-Piemontese; quest'ultima viene gradualmente subdotta sotto il margine adriatico, che diventa quindi attivo, con la formazione di falde, a vergenza europea, che coinvolgono sia il basamento sia la copertura; contemporaneamente, estese sequenze deposizionali di flysch vanno formandosi sul fondo dei bacini e della fossa oceanica.

Questa prima fase del processo orogenetico Alpino, che va sotto il nome di *evento Eoalpino* (Cretaceo-Paleocene), è caratterizzata dallo sviluppo di un metamorfismo di alta pressione e bassa temperatura (facies *eclogitica* e facies *scisti blu*).

La seconda fase, *evento Mesoalpino* (Eocene-Oligocene inf.), vede la collisione tra le due masse continentali e lo svilupparsi di un metamorfismo regionale alpino (facies *scisti verdi* e *anfibolitica*).

Durante questa fase si produce l'ispessimento e l'estensione, in orizzontale, del corrugamento; alle falde già formatesi durante l'evento Eoalpino si aggiungono quelle che vanno creandosi sul margine Europeo.

Dal Miocene all'Attuale si sviluppa, infine, l'*evento Neoalpino*, che vede, come effetto principale, la creazione della struttura a doppia vergenza; infatti, mentre il processo orogenetico va propagandosi verso

l'avampaese europeo, con la formazione di nuove falde e scaglie sempre più esterne, il sistema delle Alpi meridionali, ormai svincolato dal resto della catena alpina, attraverso il lineamento Periadriatico, assume una vergenza verso Sud.

Contemporaneamente allo sviluppo del processo orogenetico, l'ispessimento della crosta continentale provoca una tendenza al sollevamento della stessa, a causa del disequilibrio isostatico creatosi.

Questa spinta verticale al "galleggiamento", unita al perdurare degli sforzi compressivi, provoca il sollevamento della catena Alpina, valutabile a qualche mm/anno, fenomeno che rientra tra i processi che regolano tuttora l'evoluzione dei rilievi, unitamente a quelli erosivi, gravitativi, meteorici, crioclastici, ecc.

La linea tettonica "del Sempione", prosecuzione verso Ovest della linea "delle Centovalli", separa, con movimento distensivo a basso angolo, le falde Pennidiche inferiori (a Nord), qui rappresentate dall'Unità del Monte Leone, dalle Pennidiche medio-superiori, a Sud (Camughera-Moncucco).

Il movimento relativo tra i due blocchi è di un sollevamento delle unità settentrionali rispetto a quelle meridionali.

Diamo qui di seguito una breve descrizione delle unità geologiche caratterizzanti il territorio comunale:

1. Zona Camughera-Moncucco (Pennidico Medio)

Tale serie appartiene alla cosiddetta *"zona delle radici"* o, usando un termine più recente, alla *"steep belt";* si tratta di una struttura assottigliata, "spremuta" e verticalizzata, che costituisce il nucleo profondo delle unità Austroalpine e Pennidiche, parzialmente retroflesse.

I litotipi della *Camughera-Moncucco* affiorano con buona continuità nel settore centromeridionale dell'area in questione, in corrispondenza dell'incisione del T.Bogna ed in tutto il territorio ricadente a Sud di quest'ultimo.

La serie è costituita essenzialmente da metasedimenti (paragneiss minuti e micascisti), intercalati da ortogneiss tabulari e, in misura inferiore, da gneiss anfibolitici e serpentiniti, con limitate scaglie anfibolitiche.

L'impronta metamorfica dominante è quella regionale alpina (*evento mesoalpino).*

2. Zona Monte Leone (Pennidico Inferiore)

Detta serie, costituita da gneiss occhiadini e gneiss granitoidi, in facies metamorfica mesoalpina, affiora con continuità lungo i rilievi situati a Nord del T.Bogna e caratterizza tutto il settore settentrionale del territorio comunale; il limite tettonico-strutturale con gli scisti della Zona Camughera-Moncucco passa più o meno all'altezza della Strada Comunale "Cisore-Monteossolano".

2.3 Inquadramento tettonico-strutturale regionale

L'Alta Valle Ossola rappresenta un settore preferenziale per l'osservazione dell'edificio a falde che caratterizza le Alpi, grazie ai processi di denudamento tettonico ed al sollevamento che hanno

caratterizzato questo settore della catena; le unità di basamento e di copertura comprese tra il Sempione e Locarno sono caratterizzate da una profonda rigenerazione metamorfica e da molteplici deformazioni duttili di età alpina, connesse con l'evento collisionale e con lo sviluppo della struttura a doppia vergenza.

Il sollevamento dell'edificio alpino, dovuto al disequilibrio isostatico venutosi a creare per l'accavallamento e quindi l'aumento di spessore della crosta continentale, ha consentito ai processi erosivi di mettere in luce, a Nord del lineamento tettonico "Sempione-Centovalli", le unità strutturalmente più profonde (esterne), tra quelle visibili in tutto l'orogeno Alpino (conca di Verampio); l'entità di questo sollevamento non è omogenea e si registrano quindi situazioni di discontinuità tettonica tra i diversi settori.

L'assetto giaciturale del substrato metamorfico mostra un graduale, generale "coricamento" della scistosità passando da Sud, dove le falde radicali della Camughera-Moncucco possiedono giaciture verticali o addirittura sud-vergenti, verso Nord, dove l'inclinazione delle bancate gneissiche diminuisce gradualmente, sino a valori inferiori a 20°.

Tra le linee tettoniche di importanza regionale, quella di maggiore rilevanza per il territorio di Domodossola, è senza dubbio costituita dalla Linea del Sempione, lungo cui si è impostata la parte terminale della Val Bognanco e che rappresenta una faglia poco inclinata, il cui movimento distensivo ha facilitato la denudazione tettonica della Zona Pennidica inferiore in fase di sollevamento.

Tale lineamento tettonico, costituisce l'elemento di separazione tra la Zona Camughera-Moncucco, situata a Sud e facente parte delle Unità Pennidiche medio-superiori e le falde del Monte Leone, Lebendun ed Antigorio (in successione dall'alto verso il basso), situate a Nord e facenti parte del Pennidico inferiore; il movimento relativo tra i due blocchi è di un sollevamento delle unità settentrionali rispetto a quelle meridionali.

Il prolungamento verso Est della Linea del Sempione è rappresentato dalla Linea delle Centovalli, che attraversa la Valle Vigezzo (T. Melezzo Occidentale ed Orientale) e va ad unirsi, presso Locarno, alla Linea Insubrica.

La zona di deformazione del Sempione coinvolge una fascia di rocce di basamento larga circa 10 km ed è caratterizzata da un regime di transpressione orientato NW-SE, che ha generato un fenomeno di estensione in direzione perpendicolare: le strutture lineari delle rocce interessate mostrano infatti un'orientazione NE-SW (Steck, 1990).

Secondo alcuni Autori, il movimento della Linea del Sempione sarebbe riconducibile ad un movimento di rotazione della placca Adria, svincolatasi dal blocco africano.

Il fabric generato da questo movimento, marcato da paragenesi in facies scisti verdi a Sud e in facies anfibolitica a Nord, non sempre è di neo-formazione; esso risulta localmente (Falda Antigorio e del Monte Leone), dalla trasposizione di una foliazione precedente, immergente a NW, sviluppatasi in una fase più antica, durante la quale si è registrato l'accavallamento delle unità austoalpine sopra il

basamento europeo; in altri casi, lo sviluppo della nuova foliazione si accompagna alla formazione di pieghe con vergenza NW.

I movimenti che hanno generato la deformazione lungo la Linea del Sempione si sono progressivamente arrestati a causa dello sviluppo di pieghe a vergenza S o SE: infatti, il limite meridionale della Linea del Sempione è stato ripiegato dalla struttura antiforme rovesciata di Vanzone.

Rispetto al magmatismo oligocenico, che, in prossimità della zona oggetto del presente studio, è rappresentato da filoni andesitici affioranti in Val Loana (Val Vigezzo), la Linea del Sempione risulta precedente all'intrusione degli stessi, che a loro volta sono dislocati dalla deformazione sviluppatasi lungo la Linea del Canavese.

Tale Linea rappresenta la porzione occidentale di un complesso di faglie di età neogenica che costituiscono il Lineamento Periadriatico (o Linea Insubrica); lungo questo lineamento si è sviluppato, tra il tardo Oligocene e il Miocene Inferiore, un movimento transpressivo destro in corrispondenza del margine settentrionale della placca Adria.

La componente normale di questo movimento è stata stimata nell'ordine di 100 km circa, mentre per quella trascorrente destra è stato proposto uno spostamento pari a 150 km circa, benchè questi due movimenti siano avvenuti simultaneamente (Laubscher, 1991).

In riferimento alla zona della Valle Ossola, la Linea del Canavese separa le unità superiori della Zona Sesia–Lanzo, rappresentata dagli Scisti di Fobello e Rimella, dal basamento della Zona Ivrea-Verbano e coinvolge anche i sedimenti permo-mesozoici della Zona del Canavese.

Detto lineamento ha immersione verso Nord, mentre in profondità è presumibilmente verticale (Castellarin, 1981); la deformazione indotta dal movimento della Linea Insubrica, ha generato una fascia milonitica di ampiezza compresa tra 1 e 2 km, con sviluppo di un metamorfismo di basso o bassissimo grado, al massimo in facies scisti verdi (Zingg & Hunziker, 1990).

Tale impronta metamorfica si sovraimpone al metamorfismo prealpino di alto grado che caratterizza le rocce del Sesia e di Ivrea, mentre i sedimenti pelitici e calcarei della Zona del Canavese, vengono metamorfosati per la prima volta durante questo episodio.

Come accennato in precedenza, dicchi di composizione sia femica che granitica, testimoni del magmatismo oligocenico, sono interessati da questo evento deformativo, come dimostra il fatto che essi stessi sono interessati da una foliazione milonitica.

Tale foliazione, fortemente immergente a NW, indica una risalita e una retroflessione con rigetto pari a 10 km circa, della Zona Sesia-Lanzo, appartenente al dominio Austroalpino, al di sopra della Zona di Ivrea, di competenza europea (Castellarin A., 1981); pertanto, l'accavallamento del basamento austroalpino su quello sudalpino è da ritenersi contemporaneo al movimento destro lungo la Linea Insubrica (Zingg & Hunziker, 1990).

A completamento dell'inquadramento geologico-strutturale di carattere regionale, citiamo la Linea Cossato-Mergozzo-Brissago, antica faglia pre-ercinica che si estende in direzione NE-SW, suddividendo

il basamento sudalpino in due unità principali: la Zona Ivrea Verbano, che rappresenta una porzione di crosta continentale profonda, dalla Serie dei Laghi, che è invece un settore di crosta medio-superiore; questo lineamento, a geometria listrica, si è formato a seguito di deformazioni distensive a basso angolo in un regime prevalentemente duttile (A.A.V.V., 1992), come dimostra la presenza di affioramenti discontinui di blastomiloniti, che ha consentito l'esumazione della crosta inferiore; la Linea Cossato-Mergozzo-Brissago è dislocata dalla Linea della Cremosina e da quella Pogallo – Lago d'Orta (quest'ultima di secondaria importanza), trattate qui di seguito.

La Linea della Cremosina è definita da un sistema di faglie con direzione ENE-WSW, che rappresentano dislocazioni tardo erciniche riattivate in età neoalpina; il rigetto orizzontale è valutabile in 10 km, mentre quello verticale è dell'ordine di qualche km (Castellarin, 1981).

Presenta caratteri di faglia profonda, con produzione di blastomiloniti; la riattivazione alpina è testimoniata da scaglie di Mesozoico affioranti lungo la faglia stessa; essa, inoltre, rappresenta il limite settentrionale delle vulcaniti permiane (ignimbriti), diffuse nelle depressioni tettoniche della fascia pedemontana sulla quale si imposta il suddetto lineamento.

Infine, la Linea Pogallo – Lago d'Orta è una faglia di età tardo-ercinica sottolineata da blastomiloniti, e caratterizzata da un rigetto orizzontale valutabile in 10-11 km (Castellarin, 1981) con movimento trascorrente antiorario, e da un probabile rigetto verticale non quantificato.

3. COMMENTO DELLA CARTOGRAFIA TEMATICA

3.1 Carta geologico-strutturale

Tale carta è rimasta sostanzialmente invariata rispetto a quella del P.R.G. vigente, il cui rilievo dei caratteri geologici era stato sviluppato con adeguato dettaglio sul territorio; di supporto alla stesura della Carta Geologica, soprattutto nella definizione, a grandi linee, della geologia generale dell'area, era stata la *"Carta Geologica d'Italia"* Fg.15 "Domodossola", in scala 1:100.000.

I litotipi presenti nel territorio del Comune di Domodossola sono stati da noi suddivisi in due gruppi principali, in base ad un criterio litologico:

- Depositi di copertura superficiale (Quaternario)
- Formazioni litoidi (Pre-Quaternario).

La Carta geologico-strutturale, viene completata con la rappresentazione dei principali elementi strutturali rilevati nel Territorio Comunale e dei principali rilevati antropici.

3.1.1 Depositi superficiali (Quaternario)

a) Depositi alluvionali recenti ed attuali:

Sono depositi prevalentemente grossolani a ghiaie e ciottoli, con elementi lapidei a pezzatura eterometrica, generalmente arrotondati, immersi in una matrice data da sabbie da medie a fini; lenti sabbioso-limose, a volte di notevole spessore, si rinvengono solitamente a profondità superiori a 15-20 m, laddove il F.Toce formava anse a bassa energia deposizionale.

L'assetto strutturale vede l'alternanza di corpi sedimentari eterogenei, tabulari, nastriformi o lentiformi, spesso interdigitati tra loro, costituiti da materiali di varia granulometria e permeabilità.

b) Depositi alluvionali di conoide:

Sono depositi prevalentemente grossolani, dati da blocchi e ciottoli, immersi in matrice ghiaioso-sabbiosa, la cui granulometria tende a diminuire dalle zone apicali alle facies distali, laddove possono essere interdigitate ai depositi della piana alluvionale.

c) Depositi glaciali e/o fluvio-glaciali:

In questa categoria sono compresi depositi accomunati dall'origine glaciale, ma aventi caratteristiche diverse tra loro, in relazione al sub-ambiente di deposizione.

I depositi di fondo e di ablazione (morene propriamente dette), sono corpi di varia forma e spessore, che coprono in maniera irregolare il substrato lapideo.

Generalmente questi depositi constano di una copertura superficiale siltoso-argillosa pedogenizzata, a volte ferrettizzata, al di sotto della quale vi è una coltre caotica di clasti poligenici ed eterometrici, poco o per nulla arrotondati, immersi in una matrice siltoso-sabbiosa.

I depositi fluvio-glaciali sono in genere costituiti dagli stessi materiali morenici, prelevati dalle acque di ablazione e rideposti generalmente a breve distanza; in questo modo si vengono a creare depositi formati da materiali spesso stratificati, laminati od a disposizione lenticolare, con una selezione più o meno pronunciata dei materiali in base alla granulometria; frequenti possono essere strutture di riempimento di canali d'erosione.

Possono anche essere rinvenuti frammenti lapidei assai grossolani, generalmente non arrotondati, mescolati nella matrice più o meno fine.

Le placche di materiale glaciale e fluvio-glaciale sono in gran parte stabilizzate, sulle quali si sono impostati insediamenti antropici od adibiti ad usi agricoli.

Detti depositi talvolta possono essere sede di fenomeni di dissesto, in seguito alla formazione di scarpate di erosione od a causa di sovrappressioni idriche sotterranee, in seguito ad eventi meteorici particolarmente intensi e prolungati.

La permeabilità in tali materiali è estremamente variabile, da molto scarsa (depositi glaciali di fondo e di ablazione) a medio-bassa (depositi fluvio-glaciali).

Nel territorio in esame, le principali placche di materiale glaciale e/o fluvio-glaciale caratterizzano i terrazzi fiancheggianti il T.Bogna e i versanti che degradano dal Moncucco verso la valle del F. Toce.

d) Depositi di versante:

Trattasi di coltri, di spessore variabile e generalmente discontinue, di materiale detritico, di natura eluvio-colluviale, costituito da frammenti rocciosi eterometrici, inglobati in una prevalente matrice fine (in genere rappresentano la copertura dei versanti caratterizzati da una buona vegetazione).

e) Detrito di falda (pietraie, macereti e/o accumuli di frana):

È costituito da materiale lapideo a pezzatura medio-grossolana, talvolta con grandi blocchi, a spigoli vivi, talora stabilizzato e ricoperto da vegetazione.

Detti depositi sono particolarmente sviluppati al piede di talune tratte acclivi dei versanti, in particolare nella tratta medio-alta del Rio Dagliano-Variola, dove costituiscono delle forme tronco-conoidali, date dall'accumulo di materiale proveniente dall'erosione dei versanti stessi, smussando le rotture di pendenza a fondovalle.

Una delle cause principali del graduale smantellamento dei rilievi è l'alterazione fisico-chimica del substrato lapideo, che si esplica soprattutto con un'azione crioclastica, dovuta alle variazioni climatiche.

Solitamente si osserva una gradazione normale della distribuzione granulometrica, con i blocchi di maggiore pezzatura più frequenti nelle facies maggiormente distali.

Localmente la parte inferiore delle falde è ricoperta da una coltre eluviale su cui ha avuto modo di impostarsi la vegetazione, ma questo non garantisce una sicura stabilità degli accumuli.

Una frazione minimale di tali accumuli detritici, dovuta all'attività antropica, è rappresentata dalle discariche delle cave che operano nell'area, le quali sono state distinte nella carta geomorfologica.

3.1.2 Formazioni litoidi

a) Ortogneiss (gneiss occhiadini e gneiss granitoidi):

E' un litotipo a grana da fine a medio-grossolana con struttura granoblastica, costituita essenzialmente da quarzo, feldspato potassico, plagioclasio, biotite e muscovite.

La tessitura può essere massiccia, laminata od occhiadina.

La roccia può presentare caratteristici ocelli chiari ed il colore è molto variabile da grigio scuro a molto chiaro dipendendo dalla prevalenza della biotite o della muscovite.

Le discontinuità singenetiche (piani di foliazione) possono determinare bancate di spessore variabile; sono spesso presenti due-tre sistemi di discontinuità da persistenti a subpersistenti generalmente prive di riempimento, che tendono a scomporre la roccia in blocchi prismatici o tabulari.

Detto litotipo, appartenente alla Zona del Monte Leone, caratterizza pressoché totalmente il territorio posto a Nord della Valle di Bognanco.

b) Gneiss minuti e Micascisti:

Trattasi di metasedimenti i cui componenti essenziali sono le miche (biotite e muscovite), il quarzo ed i feldspati, con locali intercalazioni di livelli anfibolitici; la struttura è granoblastica, finemente listata, grigiastra e la grana generalmente minuta.

La distinzione tra micascisti e paragneiss è data dalla prevalenza, rispettivamente, di minerali fillosilicatici o granoblastici.

Appare con frequenza la tendenza alla separazione in elementi lastriformi lungo le superfici di scistosità, che debbono essere considerate come superfici di debolezza preferenziale lungo le quali si possono verificare fenomeni di rottura per taglio.

Detto litotipo, appartenente alla Zona Camughera-Moncucco, affiora lungo l'incisione della Valle di Bognanco ed a Sud di quest'ultima, sulle falde settentrionali del Moncucco.

c) Serpentiniti:

Si tratta di rocce ultrafemiche di basso grado, i cui componenti essenziali sono antigorite e crisotilo, accompagnati sovente da magnetite e talco; l'abbondanza locale di quest'ultimo minerale, conferisce alla roccia una tipica "untuosità" al tatto (pietra ollare).

Il colore varia dal verde chiaro (nei termini più scagliosi, ricchi di antigorite e talco) al verde nerastro (rocce più massive, con maggiore presenza di crisotilo e magnetite).

Gli affioramenti di serpentinite che si rinvengono nel territorio comunale sono limitati al versante settentrionale della vetta del Moncucco e ad un limitato settore posto in sinistra orografica del T.Bogna, immediatamente a valle di Cisore, dove sul finire del secolo scorso venne aperta una cava.

d) Ortogneiss tabulari:

Trattasi di un litotipo di genesi magmatica, i cui componenti essenziali sono quarzo, k-feldspato e plagioclasio, con epidoti, biotite, muscovite ed orneblenda.

Localmente, la scarsità o assenza di miche, determina una struttura a grana piuttosto minuta e tendenzialmente massiva *(leptiniti).*

Detto litotipo costituisce un corpo stratiforme, a giacitura subverticale, affiorante tra l'estrema periferia meridionale di Domodossola ed il Moncucco, interposto tra i meta-sedimenti descritti in precedenza e le anfiboliti che interessano la fascia meridionale del territorio comunale; la collocazione "stratigrafica" degli ortogneiss suggerisce una loro derivazione da vulcaniti (ad es. tufi acidi), oppure una locale metasomatosi.

Quest'ultima ipotesi sembra confermata dal fatto che i limiti litologici tra le diverse formazioni affioranti a Sud del T.Bogna, sono quasi sempre sfumati, graduali, con fasce intermedie nelle quali si possono notare chiare alternanze ed intercalazioni dei litotipi confinanti.

Le principali attività estrattive *(beole)*, che si svolgono o che si sono svolte in passato nell'ambito del territorio comunale, ricadono tutte nella fascia degli ortogneiss tabulari.

e) Anfiboliti e Gneiss anfibolitici:

I termini basici (anfiboliti e gneiss anfibolitici a grana medio-minuta, più o meno marcatamente scistosi, a tratti stratiformi) ed ultrabasici (serpentiniti qui di seguito descritti) della Zona Camughera-Moncucco rappresentano un'anticipazione delle scaglie ofiolitiche della confinante Formazione di Antrona; le anfiboliti affiorano all'estremità meridionale dell'area in esame, caratterizzando la zona pedemontana a Sud del M. Calvario; i limiti con i litotipi descritti in precedenza sono alquanto sfumati e le bancate anfibolitiche si intercalano ed alternano agli gneiss.

I principali componenti di tali rocce sono: orneblenda, plagioclasio, quarzo, biotite; la struttura è nematoblastica o diablastica.

In corrispondenza delle bancate anfibolitiche, chiaramente individuabili dal colore verde scuro, localmente alterate in superficie con la formazione di ossidi, la roccia assume una struttura maggiormente scistosa o laminata.

3.1.3 Assetto Strutturale

L'aspetto morfologico dei rilievi è in parte condizionato dalla situazione tettonico-strutturale, in quanto, in base alla distribuzione dei litotipi ed alla disposizione, l'orientamento, la frequenza e l'intensità delle zone di discontinuità, e quindi delle fasce di debolezza strutturale indotte nel substrato roccioso, variano le condizioni reologiche che hanno potuto agevolare più o meno l'opera di erosione, da parte dei ghiacciai nel passato, e che possono facilitare l'attuale azione erosiva delle acque di ruscellamento superficiale.

Le principali lineazioni tettoniche e la direzione della foliazione subiscono una graduale rotazione, passando da Nord a Sud; i limiti tra tali domini strutturali sono nettamente individuabili, uno all'altezza della Loccia dei Balmetti, l'altro in corrispondenza della Valle di Bognanco.

In particolare, nella zona situata a Nord della Valle di Bognanco, si notano le seguenti forme o caratteri tettonico-strutturali:

- presenza di due principali sistemi di discontinuità, dei quali, uno è indicativamente concorde con la scistosità, mentre l'altro è disposto più o meno ortogonalmente a quest'ultima;
- l'assetto idrografico superficiale, condizionato dalla situazione tettonico-strutturale, mostra un *pattern* d'erosione spiccatamente angolare (*angular pattern*), tipico in rocce metamorfiche. Infatti si nota che alcune delle aste principali (Rio Dagliano e Rio Rasiga) hanno corsi più o meno diritti, generalmente subparalleli tra loro, con anse ad angolo retto, queste ultime presenti soprattutto nella parte medio terminale dei corsi d'acqua; inoltre, le aste secondarie hanno direzioni tra loro subparallele. Tra i corsi d'acqua, presenti in questo settore del territorio comunale, hanno direzione generalmente concordante con la scistosità locale il T.Bogna ed i numerosi immissari dei Rii Dagliano, Rasiga e Variola, mentre le aste principali di questi ultimi sono orientati ortogonalmente alla scistosità, così come gli affluenti del T.Bogna;
- presenza di una dorsale pressoché rettilinea, allungata in direzione N-S, tra l'Alpe Lavazzari e l'Alpe Agrello, chiaramente delimitata da discontinuità tettoniche, nelle quali si sono impostati i Rii Dagliano e Rasiga;
- le valli mostrano sovente un profilo trasversale asimmetrico, dovuto alla disposizione dei piani di scistosità regionale; si è notato infatti che i versanti più regolari, disposti a monoclinale, sono generalmente quelli immergenti verso S o SW, mentre quelli più irregolari ed acclivi, spesso strapiombanti, immergono generalmente verso N o NE.

A Sud del T.Bogna si notano i seguenti caratteri tettonico-strutturali:

- due principali famiglie di discontinuità tettoniche, delle quali una è orientata in direzione NE-SW, quindi parallela alla scistosità, l'altra ortogonale a quest'ultima;
- l'assetto idrografico superficiale mostra un pattern d'erosione subdendritico (subdendritic pattern), con due direzioni preferenziali delle aste torrentizie, ortogonali tra loro (NE-SW e NW-SE);
- in direzione NE-SW sono disposti, sia l'alto corso del Rio d'Anzuno, che i numerosi, ma modesti rii che scendono dal rilievo del Moncucco, in direzione del capoluogo; in direzione NW-SE, sono invece disposte, sia la faglia presunta osservata a Sud del M. Calvario, che le incisioni lungo le quali sono impostati, sia il Rio d'Anzuno, nella tratta medio-terminale, che gli altri modesti rii che defluiscono verso la piana alluvionale del F.Toce.

3.2 Carta geomorfologica e dei dissesti

Nel territorio comunale di Domodossola, da un punto di vista geomorfologico, possono essere distinte, a grandi linee, le aree in cui le forme attuali sono prevalentemente ascrivibili alla dinamica fluvio-torrentizia dei corsi d'acqua principali (piana alluvionale del F.Toce e conoidi di deiezione dei suoi tributari, dei quali quello che interessa maggiormente il territorio è il T.Bogna) e le aree montuose, nelle quali l'evoluzione geomorfologica è condizionata da diversi fattori concomitanti: impronta dell'azione glaciale, azione delle acque incanalate, assetto geo-strutturale, distribuzione dei litotipi, sollevamento isostatico, clima, precipitazioni, ecc.

Lo studio morfologico dell'area in esame è stato sviluppato in fasi successive, fra loro complementari:

- 1ª: fase preliminare: raccolta delle notizie riguardanti gli eventi calamitosi, alluvionali e dissestivi che in passato hanno interessato il territorio di Domodossola, comprensiva di analisi degli archivi IFFI ed AVI (tali dati sono poi confluiti nella Ricerca Storica), confrontando le informazioni così raccolte, con gli elementi rappresentati negli elaborati geologici del P.R.G.C. vigente;
- 2ª: fase preliminare: approfondimento mediante studio dettagliato delle fotografie aeree (con fotogrammi informatizzati), sia per confrontare le notizie raccolte a supporto della Ricerca Storica, sia per acquisire ulteriori informazioni ed elementi utili;
- fase operativa: rilievo di dettaglio sul terreno, esteso in particolare a tutta la fascia antropizzata posta alle quote inferiori del territorio Comunale, integrato con ricognizioni alle quote più elevate, limitatamente all'intorno delle aree urbanizzate, sia per verificare la corrispondenza tra i dati ottenuti con le fasi preliminari e le reali condizioni morfologiche locali, aggiornando il quadro del dissesto del P.R.G.C. vigente, comprendendo gli effetti dell'ultimo evento alluvionale del 2-3 ottobre 2020, nonché i fenomeni franosi verificatisi in Val Bognanco, nei primi mesi del 2024.

Per ciò che riguarda la legenda utilizzata per la stesura della carta, si è fatto riferimento alla "*Legenda regionale per la redazione della Carta Geomorfologia e del dissesto dei P.R.G.C. redatta in conformità alla Circolare P.G.R. N. 7/LAP/96 e successiva N.T.E./99*" (da qui in avanti denominata *Legenda Regionale*), riportata nella D.G.R. n. 64-7417 del 07-04-2014 "*Indirizzi procedurali e tecnici in materia di difesa del suolo e pianificazione urbanistica*", prendendo anche in esame lo schema proposto dal prof. Mario Panizza (*Schema di legenda per carte geomorfologiche di dettaglio*, 1972), dal Gruppo Nazionale Geografia Fisica e Geomorfologia (*Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo*, 1993) e da C. Bisci e F. Dramis (*Il concetto di attività in geomorfologia: problemi e metodi di valutazione*, 1991).

Per quanto riguarda lo stato di attività degli elementi morfologici, secondo quanto espresso da BISCI & DRAMIS (1991), le forme attive sono quelle forme che si evolvono per mezzo dei processi morfogenetici che le hanno originate, mentre inattive sono quelle forme che hanno terminato l'evoluzione per mezzo di quei processi: con altra definizione, le forme attive possono essere tuttora modificate dagli stessi fattori

che le hanno generate, le forme inattive sono quelle rimodellate o modificate da processi diversi da quelli che le hanno generate o che necessitano di sostanziali mutamenti (variazioni climatiche o movimenti tettonici) perché i processi originari possano ritornare ad agire; le forme quiescenti non sono attualmente attive, ma possono ancora essere riattivate dalle stesse cause originarie.

In tale elaborato grafico sono state distinte diverse forme:

- elementi geologico-strutturali;
- forme dovute a processi gravitativi;
- forme fluviali e fluvio-glaciali legate alla dinamica delle acque;
- forme di origine glaciale e scivolamenti delle masse nevose;
- forme antropiche.

3.2.1 Elementi geologico-strutturali

Per quanto riguarda gli elementi geolitologi, è stato riportato l'assetto geologico del territorio comunale, distinguendo tra substrato roccioso metamorfico indifferenziato (affiorante e subaffiorante) e depositi di copertura, dati da depositi di origine glaciale, spesso frammisti a depositi di versante, conoidi alluvionali e depositi alluvionali di fondovalle (questi ultimi due, legati alla dinamica torrentizia e fluviale).

- i depositi glaciali comprendono materiali di origine sia glaciale che fluvioglaciale, e sono forme inattive prevalentemente di accumulo;
- i depositi eluvio-colluviali (o di versante), per lo più caratterizzati da estesa copertura vegetale, sono stati cartografati solo laddove presentano spessori significativi;
- i depositi alluvionali di conoide sono presenti solo in fregio alla piana alluvionale, allo sbocco di alcuni tra i principali corsi d'acqua a carattere torrentizio; tra le conoidi di deiezione si segnalano quella formata dal T.Bogna, molto estesa, sulla quale è stato edificato l'abitato di Domodossola e quelle del Rio d'Anzuno, su cui ricade la frazione Gabi Valle, e del Rio Deseno, nonché una serie di tre conoidi minori, originate dagli affluenti del Rio Bacenetto);
- i depositi alluvionali di fondovalle, deposti dall'attivita del F. Toce e agli apporti di materiale dei suoi affluenti principali (T. Bogna, T. Melezzo, T. Isorno; T. Diveria), dati da materiali prevalentemente grossolani a ghiaie e ciottoli, con elementi lapidei a pezzatura eterometrica, generalmente arrotondati, immersi in una matrice fine sabbiosa.

Inoltre, sono state cartografate le contropendenze lungo il versante montuoso, legate a controllo strutturale del substrato (linee di debolezza strutturale), rilevate sia con l'osservazione delle foto aeree, sia con sopralluoghi condotti in sito, dati da contropendenze, creste rettilinee e valli strette ed incassate.

3.2.2 Forme di versante dovute alla gravità

I principali dissesti rilevati appartenenti a tale tipologia sono rappresentati da fenomeni di crollo o di ribaltamento, interessanti i versanti rocciosi, la cui genesi è per lo più riconducibile alla fratturazione tettonica degli ammassi rocciosi, oltre che a dissesti gravitativi coinvolgenti i depositi di copertura.

Agli elementi morfologici legati a fenomeni gravitativi e costituenti un dissesto (dati sia da frane puntiformi, sia da aree di frana comprendenti nicchia di distacco, area di caduta e/o scivolamento ed eventuale accumulo riconoscibile) è stato assegnato un grado di pericolosità, attenendosi alle definizioni riportate nella citata "Legenda Regionale".

In ottemperanza alla Circolare P.G.R. N. 7/LAP/96 e successiva N.T.E./99, sono state redatte le Schede di rilevamento delle frane (Allegato 4).

Per quanto riguarda le forme esterne alle aree di frana vere e proprie, quali coni di detrito e falde di detrito grossolane, con eventuali orli di parete interessati da distacchi puntuali di massi, che risultano diffuse lungo il territorio montano, queste forme non sono aree in dissesto in senso stretto, pur contribuendo a definire la pericolosità del territorio e venendo valutate con cautela in fase di sintesi.

In particolare, le falde di detrito comprendono anche i cosiddetti "macereti", riportati nella cartografia del Piano Paesaggistico Regionale; a tale proposito, si sottolinea che la Tav. 4 del PPR "*componenti paesaggistiche*", racchiude nella stessa voce di legenda, sia i ghiacciai che i macereti – nel territorio Comunale di Domodossola, non vi sono ghiacciai.

Sono stati inoltre cartografati i settori di versante potenzialmente instabili, le cui caratteristiche inducono ad un quadro di stabilità localmente prossimo all'equilibrio limite.

3.2.3 Forme fluviali e fluvio-glaciali legate alla dinamica delle acque

Le forme di questo tipo sono legate, in generale, all'azione delle acque superficiali e possono essere distinte in due categorie, a seconda che tale azione si concentri lungo i corsi d'acqua (reticolo idrografico) o che risulti diffusa arealmente.

Per quanto riguarda il reticolato idrografico l'elemento morfologico di maggior spicco è rappresentato dalla piana alluvionale del F. Toce, che costituisce e delimita la porzione orientale del territorio comunale; i corsi d'acqua secondari, tributari di destra del F. Toce, sono caratterizzati, in particolar modo lungo il versante roccioso, da andamento pressoché rettilineo dovuto alla presenza di allineamenti tettonico-strutturali; invece, nel tratto a debole pendenza compreso tra il piede del versante e l'alveo del F. Toce, tali corsi d'acqua solcano i depositi alluvionali.

Il dilavamento delle acque non incanalate sui versanti si manifesta su vaste superfici, in relazione, oltre che a fattori climatici (piogge intense), soprattutto all'elevata energia di rilievo che caratterizza il territorio, nonché alla conformazione geologico-strutturale del substrato e alla natura e condizione della copertura vegetale; esso si traduce nella formazione di solchi di ruscellamento più o meno incisi.

Tra le forme legate all'azione delle acque incanalate, sono state cartografate:

- tratte di corsi d'acqua le cui aste risultano caratterizzate da dissesti torrentizi a differenti gradi di pericolosità (Ee, Eb ed El), distinti in base a valutazioni prevalentemente di tipo geomorfologico, ed in misura minore dall'analisi storica;
- corsi d'acqua privi di processi di dissesto lineare rilevanti;
- reticolo idrografico secondario, non rilevante per gli ambiti antropizzati, per cui non si è distinta l'intensità dei processi lineari;
- linee di ruscellamento, fossi e rogge irrigue, che non rappresentano corsi d'acqua e sono privi di processi di dissesto lineare rilevanti;
- le tratte coperte del reticolo idrografico;
- paleoalvei non più riattivabili.

In particolare, per quanto riguarda i paleoalvei, nella tratta terminale del Rio Deseno è stato individuato un tipico esempio di cattura fluviale; infatti, tra l'abitato di Cisore e la chiesa di S Andrea, in corrispondenza di una sella morfologica, si nota chiaramente la testata di un breve paleoalveo, a fondo concavo, che ospitava la tratta terminale del corso d'acqua suddetto e che sfociava nel fondovalle all'altezza dell'attuale ponte sul T. Bogna; la cattura è avvenuta da parte di un breve corso d'acqua, impostato in un'incisione di probabile origine tettonica, situato tra Mocogna ed Ardignaga.

Un altro paleoalveo è stato individuato nella tratta terminale del Rio del Gaggio; all'altezza della località Barro, la parte terminale dell'asta torrentizia assumeva una direzione SE; di quel tronco è rimasta una ripida vallecola a fondo concavo, attualmente terrazzata e stabilizzata, occupata in parte dall'abitato ed in parte adibita ad uso agricolo (soprattutto vigneti).

Tra il paleoalveo e l'impluvio attualmente occupato dal Rio del Gaggio, che si immette nel T.Bogna nei pressi della frazione Torno, nel territorio comunale di Bognanco, si è formata una dorsale morenica relitta, allungata in direzione WSW, con presenza di diffusi livelli di materiale fini (sabbie fini limose e limi) nei depositi glaciali.

Per quel che riguarda i processi areali o di accumulo, sono invece stati distinti e cartografati:

- le <u>conoidi alluvionali</u> in corrispondenza dello sbocco dei corsi d'acqua montani nella valle principale; nell'ambito delle conoidi la distinzione tra le porzioni attive (a differenti gradi di pericolosità: Cae, CAb e CAm), è stata operata principalmente utilizzando il metodo di Aulitzky (1973), integrato da osservazioni riguardanti la morfologia attuale (comprensiva di forme antropiche); tutte le conoidi nell'ambito del territorio comunale, sono protette da opere di difesa ed interventi di regimazione e, pertanto, in carta sono state rappresentate con la dicitura "2" nelle sigle.
- <u>aree inondabili</u>, legate al reticolo idrografico minore non fasciato, con acque ad energia e tiranti variabili, distinguendo tra processi a pericolosità moderata (Em_A), elevata (Eb_A) e molto elevata (Ee_A).
- bacini lacustri, aree depresse soggette ad allagamenti.

3.2.4 Forme di origine glaciale, in parte rimodellate da altri agenti; scivolamenti nevosi

Le forme di accumulo sono costituite dai depositi glaciali, che determinano morfologicamente un addolcimento del paesaggio, con cambiamenti di pendenza e formazione di aree a minore acclività rispetto ai versanti su cui si impostano, delimitate da veri e propri orli di terrazzo glaciale; la modellazione operata dai ghiacciai, ha permesso la formazione di spalle glaciali anche in corrispondenza di affioramenti rocciosi).

Sono stati cartografati gli orli di terrazzo e/o di scarpata, per lo più stabilizzati, distinguendo i cambi di pendio minori, oltre al piede delle scarpate principali.

Per quanto riguarda, invece, le forme legate a scivolamenti delle masse nevose, questi sono stati rappresentati nell'apposita **Tavola 2b "*Carta di probabile localizzazione delle valanghe*"**, che assieme alla Carta geomorfologica (Tav. 2a) definisce il quadro del dissesto gravante sul territorio comunale.

In tale carta sono stati individuati due tipologie di fenomeni valanghivi:

- una serie di canaloni di valanga a pericolosità elevata Ve, ovverosia valanghe in senso stretto, corrispondenti alle "Zone Rosse" AINEVA; sono state rappresentate graficamente utilizzando la corrispondente retinatura del SIVA – Sistema Informativo Valanghe della Regione Piemonte;
- 3 ampie aree (al cui interno ricadono le suddette valanghe Ve), che non devono essere considerate come aree di valanga in senso stretto, ma come aree potenzialmente pericolose, soggette a possibili scaricamenti di neve, non confermati; le aree (la cui effettiva estensione, sia pure delimitata in senso cautelativo, rimane comunque incerta) sono state individuate anche con analisi clivometrica e della copertura forestale dei versanti; si ritiene possano corrispondere alle "*Zone Pericolose*" del SIVA.

Infine, pur non essendo cartografato nella "*Carta geomorfologica*", si segnala che, la Tav. P2.1 del PPR "*Beni paesaggistici"* individua la presenza di un "Circo Glaciale", di modestissima estensione, in corrispondenza del vertice settentrionale del territorio comunale, compreso tra i Laghi di Paione ad Ovest (territorio di Bognanco) ed i Laghi di Variola ad Est (territorio di Crevoladossola).

Tale elemento, non ha nessuna rilevanza per gli ambiti urbanizzati ed urbanizzandi, né per quelli antropizzati e risulta trascurabile nel quadro geomorfologico del territorio.

3.2.5 Forme antropiche

Sono stati rappresentati:

- le principali aree riquotate antropicamente, comprendenti sia le aree riquotate vere e proprie, sia i rilevati stradali e ferroviari, oltre che alle arginature;
- l'area della discarica RSU di Domodossola;
- le aree di cava in roccia, per lo più dismesse, con relativi accumuli dei materiali di scarto; tra queste è stata distinta l'ex area di cava posta a Nord del M.te Calvario, in cui è in fase di ultimazione l'intervento di recupero ambientale;
- delimitazione delle Fasce Fluviali del PAI.

3.3 Carta dell'acclività

Poiché nelle indagini territoriali la pendenza topografica o acclività risulta uno dei parametri principali sia per l'influenza sul modellamento della superficie terrestre, sia per i condizionamenti nelle attività umane, è stata eseguita l'analisi clivometrica del territorio comunale di Domodossola, rappresentandone gli esiti sulla *Carta dell'Acclività*, la quale dettaglia, appunto, la pendenza su tutto il territorio esaminato.

Le pendenze rappresentano la misura del cambiamento del valore della quota sulla distanza espressa in gradi (o in percentuale).

Per la redazione di tale carta tematica è stato utilizzato il software QGIS 2.18, dotato di un apposito modulo di calcolo della pendenza (*slope*) partendo dai valori altimetrici e da una rappresentazione digitale della morfologia del territorio (DTM); tale DTM copre tutto il territorio regionale ed il Comune di Domodossola ricade nelle sezioni n. 051.

Il modulo di calcolo *slope* calcola il tasso massimo di variazione tra ogni cella e i suoi vicini (la variazione massima di quota in base alla distanza tra la cella e le otto vicine); in questo modo si riesce a conoscere il rapporto tra la distanza orizzontale e la variazione di quota.

Nello specifico è stato utilizzato il "DTM 2009-2011 Piemonte ICE" (di proprietà della Regione Piemonte e scaricabile dal Geoportale del Piemonte), che è stato acquisito con metodologia uniforme (LIDAR); la risoluzione della griglia (passo) è di 5 m, con una precisione in quota di ±0,30 m (±0,60 m nelle aree di minor precisione, corrispondenti alle aree boscate e densamente urbanizzate).

La pendenza, quindi, è data dal rapporto tra massima differenza di quota e distanza tra i centri delle celle; ogni cella che viene ottenuta nel raster ha un proprio valore di pendenza.

Data la conformazione morfologica del territorio in analisi, suddivisibile in una fascia pianeggiante e subpieneggiante di fondovalle, ed una larga porzione di ambito collinare-montano, si è ritenuto significativo classificare i valori di pendenza ottenuti con l'elaborazione clivometrica in quattro intervalli di pendenza:

- classe I: pendenza < 15° (acclività bassa)
- classe II: 15° ≤ pendenza < 25° (acclività media)
- classe III: 25° ≤ pendenza < 35° (acclività medio-alta)
- classe IV: pendenza ≥ 35° (acclività alta)

La scelta di questo tipo di suddivisione delle pendenze è stata dettata dalla volontà di delineare con buona approssimazione sia le aree meno acclivi, su cui sono edificati i nuclei abitati, sia le classi medio-alte ed alte, al fine di evidenziare i pendii potenzialmente soggetti a eventi dissestivi, inoltre, la gradazione dell'intervallo di pendenza della Classe I, fa riferimento al limite di 15°, per il quale sussiste l'amplificazione sismica di tipo topografico (rif. punto 6.4 dell'Allegato A alla D.D. n. 540 del 09-03-2012).

3.4 Carta geoidrologica

La *Carta Geoidrologica* rappresenta il territorio comunale sulla base del reticolo idrografico superficiale, dei principali bacini orografici e dei complessi litologici omogenei dal punto di vista del comportamento geoidrologico.

Sono inoltre evidenziate sia le principali sorgenti captate, sia le piccole venute d'acqua, distinguendo le sorgenti allacciate alle reti acquedottistiche comunali.

Il reticolo idrografico è molto sviluppato; si riscontra un controllo di natura prevalentemente tettonica (tronchi d'alveo rettilinei, curve a gomito, porzioni di bacino a pattern sub-parallelo).

Per quanto riguarda la definizione di complessi litologici omogenei dal punto di vista geoidrologico, va considerato che il flusso idrico sotterraneo avviene con modalità ed intensità estremamente variabili, in base al tipo ed al grado di permeabilità.

Le formazioni litoidi hanno una permeabilità di tipo secondario, dipendente dal grado di fratturazione della roccia (i valori relativamente più elevati si hanno in corrispondenza delle zone intensamente fratturate, quali fasce di roccia cataclasata, localizzate soprattutto lungo i versanti della Val Bognanco, che costituisce la prosecuzione della linea del Sempione); uno studio di dettaglio di queste caratteristiche esula dagli scopi del presente lavoro, tuttavia, si può affermare che la permeabilità del substrato roccioso sia generalmente caratterizzata da valori bassi o molto bassi, con valori relativamente più elevati in corrispondenza di zone intensamente fratturate.

I materiali di copertura sono invece caratterizzati da una permeabilità di tipo primario, legata alla porosità efficace; la composizione granulometrica ed il grado di addensamento dei depositi sono gli elementi che, in prima approssimazione, permettono di distinguere corpi con diversa permeabilità, come evidenziato nella tabella seguente:

Frazioni granulometriche	Tipo di deposito	*Permeabilità*
sabbie fini e sabbie limose, eventualmente inglobanti clasti eterometrici,	depositi glaciali, materiali eluvio-colluviali	da bassa a media
sabbie e ghiaie in proporzioni variabili	conoidi alluvionali, detrito con matrice medio-fine, materiale di riporto	da media ad elevata
ciottoli, ghiaie, sabbie	materiali di riporto, depositi detritici, detrito grossolano di frana	tendenzialmente elevata

Nella tavola sono stati inoltre rappresentati i corsi d'acqua, distinguendo il reticolo idrografico demaniale (sul quale si applicano i disposti del R.D. 523/1904) dalle restanti linee di drenaggio; si sottolinea in ogni caso che, la Carta Geoidrologica, essendo una tavola di analisi, ha solo carattere illustrativo: costituisce Norma prescrittiva la base catastale N.C.T. di Domodossola, in cui vengono evidenziati i corsi d'acqua formanti il reticolo demaniale; l'effettiva demanialità del singolo corso d'acqua, o la sua appartenenza all'elenco delle acque pubbliche, deve essere verificata caso per caso.

Con i nuovi rilievi di dettaglio, si è cercato di differenziare e rappresentare, in maniera più precisa possibile, quanto osservato nel territorio, in modo da fornire un quadro maggiormente completo dell'attuale assetto del reticolo idrografico superficiale; in particolare, come elemento di analisi, sono stati distinti anche i corsi d'acqua pubblici o con alveo demaniale il cui andamento differisce da quanto riportato dalla base catastale, oltre alle tratte di corsi d'acqua demaniali riportati nella base catastale, ma inesistenti o con andamento non corrispondente allo stato di fatto.

Sono state inoltre censite, distinguendole dai corsi d'acqua veri e propri, le linee concentrate di ruscellamento, a carattere temporaneo, oltre alle rogge ed ai fossi irrigui; è stato altresì cartografato lo sviluppo delle principali diramazioni del canale di derivazione storico "Roggia dei Borghesi", nell'ambito del centro abitato di Domodossola.

Come ultimo elemento relativo al reticolo superficiale, sono stati rappresentati i laghetti artificiali e le zone depresse soggette a ristagni/allagamenti.

Nella Carta Geoidrologica sono inoltre evidenziate le posizioni delle sorgenti montane captate ad uso idropotabile, nonché dei due pozzi a servizio dell'acquedotto comunale, con le rispettive zone di rispetto, ridefinite ai sensi del Decreto Lgs. 152/2006.

In particolare, sono state riportate le fasce di rispetto aggiornate dei pozzi idropotabili "Calice" e "Muraccio", ridefinite ai sensi del D. Lgs. del 03/04/2006 n. 152, art. 94 e del D.P.G.R. n. 15/R del 11-12-2006 ed approvate dalla Regione Piemonte – Direzione Ambiente, nel gennaio 2010.

Sono stati inoltre rappresentati i canali di derivazione / condotte forzate, a scopi idroelettrici, nonché il canale di scarico della centrale idroelettrica di Calice.

Per quanto riguarda, infine, l'assetto idrogeologico e le acque sotterranee, sono state riportate le isopieze e le direttrici di deflusso sotterraneo; si nota come sull'ampia conoide dell'abitato di Domodossola le isopieze siano disposte a 45° rispetto al corso del F. Toce, rispecchiando l'alimentazione di quest'ultimo da parte del T. Bogna.

Al contrario, nella zona meridionale del territorio comunale (zona del Tiro a Segno e Polveriera), l'assetto delle isopieze denota che la falda alimenta il corso d'acqua; nella stessa zona, localmente, la falda può arrivare ad intersecare la superficie topografica.

Per la rappresentazione di tali elementi ci si è in parte riferiti ai dati del PRG vigente, con misurazioni compiute sulla soggiacenza della falda, nei periodi 14/01/1984; 12/04/1996; 19/11/1996, nei vari pozzi del Comune di Domodossola, in seguito integrate con misure rilevate nel febbraio 2025 (laddove i pozzi risultavano ancora esistenti / accessibili), le quali hanno, di fatto, confermato i dati precedentemente acquisiti, come da tabella di seguito allegata.

Come dato di interesse, nella carta è stata mantenuta l'ubicazione e la numerazione dei pozzi privati, nonché dei due pozzi dell'Acquedotto Comunale, oltre che nei piezometri e dei pozzi di spurgo annessi alla ex Discarica Consortile di R.S.U., riportati nella cartografia tematica e nella Relazione Geologica Generale del P.R.G. vigente, utilizzati per la misura della soggiacenza della falda.

Tabella soggiacienza: n.r: non rilevato; a: asciutto.

Pozzi	*14.01.1984*	*12.04.1996*	*19.11.1996*	*18.02.2025*
1 (abitazione priv.) p.c. 241	-2.00	n.r.	-2.17	
2 (stab. Campari.) p.c. 241.8	-2.50	n.r	n.r	
3 (allevamento ittico) p.c. 243	n.r	-2.0	-1.02	
4 (abitazione priv.) p.c. 242	n.r	n.r	-1.10	
5 (acq. Calice) p.c. 244	-1.20	n.r	-1.40	
6 (ditta Mittag) p.c. 244.6	-0.60	-1.7	-0.59	-1.75
7 (ditta Mittag) p.c. 244.7	-0.50	-1.4	-0.59	
8 (depuratore) p.c. 251.5	-3.90	-5.33	-2.48	-4.80
9 (conc. Opel) p.c. 254.9	a.	-5.3	-4.13	
10 (stab. O.M.G.) p.c. 258	-4.90	-7.3	-5.30	
11 (abitazione priv.) p.c. 270	n.r	n.r	-9.86	
12_a (Treibacher) p.c. 265.70	n.r	n.r	-8.10	
12_b (Treibacher) p.c.265.70	n.r	n.r	n.r	
12c (Treibacher) p.c.265.70	n.r	n.r	n.r	
13_a (Indel) p.c.264	n.r	n.r	-2.90	
13_b (Indel) p.c.262	n.r	n.r	n.r	-4.60
14 (acq. Muraccio) p.c. 327	-15.00	n.r	-11.21	
15 (campo sportivo) p.c. 280	n.r	n.r	-7.50	
16 (ditta Poscio) p.c.277	n.r	n.r	n.r	
17 (ditta Poscio) p.c. 278.20	n.r	n.r	-7.10	
18 (ditta Poscio) p.c.277	n.r	n.r	n.r	
19 (piez. Discarica) p.c. 246.5	n.r	-3.7	-2.50	-3.35
20 (piez. Discarica) p.c. 246.6	n.r	-3.9	-2.60	-3.05
21 (pozzo di spurgo) p.c. 246	n.r	-4.2	-2.70	-4.00
22 (pozzo di spurgo) p.c. 246.2	n.r	-4.5	-3.11	-4.10
23 (imp dep:) p.c. 245.8	n.r	n.r.	n.r	-3.80

3.5 Carta delle opere di difesa idraulica e di consolidamento del versante

La *Carta delle opere di difesa idraulica e di consolidamento del versante* (Elab. GEO 6) è stata redatta in scala 1: 5.000, compiendo un dettagliato censimento delle opere idrauliche esistenti sul territorio comunale.

Le opere sono state descritte utilizzando il metodo codificato dal Sistema Informativo Catasto Opere di Difesa (SICOD), predisposto dalla Regione Piemonte – Direzione Difesa del Suolo e riconosciuto parte del Sistema Informativo Territoriale della Regione Piemonte, con DGR n. 47-4052 del 01/10/2001.

La metodologia di censimento prevede che, oltre alla rappresentazione dell'opera su base cartografica, se ne compili una scheda identificativa (contraddistinta da una sigla alfa-numerica univoca), fornita dalla Regione Piemonte, i cui dati, confluiranno poi nel Catasto Opere di Difesa Web.

Le sopra citate schede, comprensive di informazioni relative allo stato di conservazione ed efficienza, costituiscono lo specifico Allegato 3 del presente Studio Geologico.

Sono state distinte le seguenti tipologie di opere di difesa idraulica:

<u>Opere longitudinali</u>

- ✓ Canalizzazioni (a sezione sia aperta che chiusa)
- ✓ Difesa di sponda (distinguendo tra muri e scogliere)
- ✓ Argini

<u>Opere trasversali</u>

- ✓ Ponti
- ✓ Attraversamenti
- ✓ Soglie
- ✓ Briglie

Ogni opera è identificata con una sigla costituita da quattro lettere, che si riferiscono al rilevatore, seguite da due lettere che si riferiscono, invece, alla tipologia dell'opera ed infine da un numero progressivo; la numerazione delle schede, è quindi progressiva per ciascuna tipologia di opera.

Le verifiche puntuali hanno permesso di evidenziare che tali opere sono generalmente in buono stato di conservazione, anche se alcune strutture necessitano di interventi di manutenzione e ripristino della loro efficienza, con pulizia dalla vegetazione infestante in alveo e sulle sponde e del detrito presente in alveo; nel Cronoprogramma (Allegato 5) si prescrive pertanto la periodica manutenzione di tutte le opere.

Non sono state indicate le cosiddette "*criticità idrauliche*": le verifiche idrauliche condotte sul reticolo idrografico minore, nella zona di fondovalle, non hanno evidenziato punti con difficoltà nello smaltimento delle portate e non vi sono verifiche per gli attraversamenti stradali nelle aree montane.

Vi sono una serie di "potenziali" criticità idrauliche, ma, come detto, queste sono legate a condizioni di carattere temporaneo e non strutturale, quali lo stato di manutenzione dell'alveo (presenza di detrito

vegetale, ecc.) o delle opere (parziale interrimento, ecc.), e pertanto verrebbero eliminate con semplici operazioni di manutenzione: tali situazioni, pertanto, non sono segnalate in carta, ma sono state descritte nelle note delle opere nelle Schede SICOD.

Nella medesima Carta, inoltre, nell'intento di fornire un elaborato di maggiore praticità e di rapida consultazione, sono state anche rappresentate una serie di opere ed elementi antropici, non censiti da schede SICOD, corrispondenti a:

- opere di attraversamento generiche, non censite (generalmente lungo semplici linee di ruscellamento o attraversamenti pedonali);
- opere di interesse storico (vecchie arginature trasversali nell'area golenale del F. Toce);
- opere per derivazioni idroelettriche: canali di derivazione, condotte forzate, canali di scarico;
- opere idrauliche esterne al confine comunale (argini / briglie);
- canale "Roggia dei Borghesi" e sue principali diramazioni;
- rogge irrigue e laghetti artificiali.

Infine, in accordo con le indicazioni del "*Manuale per il censimento delle opere in alveo*", predisposto dalla Regione Piemonte – Direzione Difesa del Suolo, a supporto del SICOD, poiché il dissesto idrogeologico lungo i corsi d'acqua, è determinato anche dai processi di instabilità dei versanti, sono state rilevate anche le **opere di versante**, ovverosia, tutti quegli interventi il cui obiettivo è quello di contrastare un movimento di versante, distinguendo tra opere superficiali e profonde.

Tali opere sono state rappresentate nella Tavola n. 5, ma, in accordo con il citato manuale, non vengono fornite informazioni quantitative (dimensioni, ecc.); sono state distinte le seguenti tipologie:

- *Opera di protezione*: settori di parete rivestiti con reti metalliche e funi d'acciaio, con barre di ancoraggio, o consolidati mediante chiodature;
- *Opera di protezione*: barriera paramassi;
- *Opera di sostegno superficiale*: muri / scogliere a contenimento / consolidamento di dissesti gravitativi (principalmente intagli stradali in erosione);
- *Raccolta acque superficiali*: canaletta per l'allontanamento delle acque meteoriche (frana dell'A. Foppiano).

3.6 Carta Litotecnica

Nella carta litotecnica sono rappresentati complessi litologici omogenei per caratteristiche geotecniche o geomeccaniche.

Per la redazione della suddetta carta si è proceduto distinguendo i diversi materiali in base alle caratteristiche fisiche e meccaniche, quindi sono stati suddivisi come segue:

- Substrato roccioso: per quanto riguarda l'angolo di attrito di base degli ammassi (φ_b), sono stati distinti gli ortogneiss tabulari e lo gneiss ghiandone, dotati generalmente di una struttura più granulare e meno scistosa, da serpentiniti, gneiss minuti e gneiss anfibolici;

unità litotecnica	*peso di volume secco γ_d (t/m^3)*	*angolo di attrito di base φ_b (°)*	*coesione (t/m^2)*
Gneiss ghiandone ed ortogneiss tabulari	2.6÷2.8	28÷32	30÷50
Gneiss minuti, gneiss anfibolici e serpentiniti	2.7÷3.0	26÷30	20÷40

- Depositi di copertura: sono stati suddivisi i depositi alluvionali (prevalenti sabbie e ghiaie) dai depositi di versante (pietraie, macereti e depositi di versante) ed infine i depositi glaciali e fluvio-glaciali (ghiaie e sabbie limose con frequenti trovanti).

Depositi superficiali	*Peso di volume secco γ(g/cm^3)*	*Angolo di attrito interno di picco φ*	*Coesione (t/m^2)*	*Permeabilità*
Depositi della piana alluvionale del F. Toce	1.70-1.80	30°-36°	0	media
Depositi alluvionali di conoide	1.80-1.90	34°-38°	0	medio-alta
Detriti di falda e di versante	1.70-2.00	34°-40°	0÷0.2	Variabile (da molto alta a media
Depositi glaciali e fluvio-glaciali	1.70-1.80	30°-36°	0÷0.8	medio-bassa

Per quanto riguarda le formazioni litoidi, gran parte dei litotipi affioranti rientrano nelle categorie II e III della *Classificazione Geomeccanica degli ammassi rocciosi* proposta da Bieniawski (RMR), evidenziando caratteristiche geomeccaniche da buone a discrete; solamente in limitate fasce, caratterizzate da intensa fratturazione e/o alterazione, gli ammassi denotano parametri più scadenti.

Per ciascun gruppo identificato, in legenda è stata evidenziata la relativa categoria dei suoli di fondazione (D.M. 17-01-2018 - capitolo 3.2, Azione Sismica, paragrafo 3.2.2. Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche) di cui è riportata la Tabella 3.2.II:

Categoria	*Descrizione*
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	*Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D,* con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Come ulteriore dato, sono state rappresentate le principali aree riquotate antropicamente, date da aree edificate, nonché rilevati stradali e ferroviari ed arginature; i materiali di riporto che costituiscono i rilevati, sono dati da materiali incoerenti, granulometricamente eterometrici con prevalenza delle frazioni ghiaiose.

Tra le aree riquotate antropicamente, è stata inserita anche la ex discarica r.s.u. di Domodossola, formata da rifiuti indifferenziati, stesi a formare un rilevato che raggiunge l'altezza di circa 7-8 metri.

4. IDROLOGIA, IDROGEOLOGIA E METEOROLOGIA

Per completezza di trattazione, vengono di seguito riportate le analisi idrologiche redatte a supporto del P.R.G. vigente, relative ai principali corsi d'acqua del territorio comunale.

Tali dati sono stati sviluppati a partire da parametri di ingresso che, per alcuni aspetti, sono ormai superati (ad esempio, non seguono le indicazioni dell'Allegato B alla D.G.R. n. 2-11830 del 28/07/2009); pertanto, non esimono dalla necessità di dover sviluppare apposite e specifiche analisi idrologiche ed idrauliche, a supporto di futuri interventi edificatori o della progettazione di piani di riassetto territoriale, ma sono da intendere come dati di massima, utili per un mero confronto analitico.

Per i Rii Minori (Riana, Zoncalina, Cavalli), nell'allegato Geo 1 - analisi delle conoidi, sono state sviluppate analisi idrologiche e verifiche idrauliche secondo le più recenti indicazioni normative.

4.1 Idrologia

Si è proceduto ad uno studio delle caratteristiche idrauliche dei principali corsi d'acqua che interessano il territorio comunale, ricavando in particolare gli afflussi relativi a tempi di ritorno centenari ed ultracentenari.

Sono stati analizzati i bacini dei seguenti corsi d'acqua: F.Toce (sezione di chiusura a Preglia di Crevoladossola), T. Diveria e T. Isorno, la cui confluenza avviene a Nord di Domodossola, T. Melezzo Occidentale e T.Bogna, che si immettono nel F.Toce all'altezza del capoluogo ed infine i Rii Deseno e Anzuno.

Qui di seguito vengono elencati i bacini imbriferi considerati nella presente analisi e le loro principali caratteristiche morfometriche.

	Area bacino (km^2)	Lunghezza asta (km)	Quota massima (m s.l.m.)	Quota minima (m s.l.m.)	Quota media (m s.l.m.)
F.Toce	371.6	42	3374	306	1911
T. Melezzo Occ.	53	14	2301	300	1190
T.Bogna	90	15	2713	270	1555
T. Isorno	75	18	2696	301	1580
T. Diveria	310	34	4010	300	1954
Rio Deseno	5.81	7.5	2350	325	1549
Rio Anzuno	3.46	4.45	1850	280	1089

Qui di seguito vengono illustrati i metodi utilizzati nello svolgimento dell'analisi idrologica ed inoltre vengono proposti i dati relativi agli afflussi per ciascun bacino imbrifero considerato.

4.2 Meteorologia

4.2.1 Afflussi

I dati cui far riferimento per conoscere l'andamento delle idrometeore nell'area esaminata sono stati desunti dalle pubblicazioni del C.N.R. - Istituto Idrobiologico di Pallanza.

Per quanto attiene le precipitazioni medie annue, la "Carta delle Potenzialità Pluviometriche di 12 Mesi" di A. Carollo, F. Contardi, V. Libera, A. Rolla, elaborata sulla base dei dati raccolti tra il 1921 ed il 1970 indica, per i bacini idrografici che fanno capo al territorio comunale di Domodossola, valori compresi tra 800 e 1800 mm, con precipitazioni estreme in 12 mesi che possono arrivare a circa 3600 mm (area di Bognanco).

Dalla "Carta delle Precipitazioni Stagionali", sempre degli stessi Autori è possibile osservare come l'area in esame abbia una distribuzione delle precipitazioni caratterizzata da un minimo invernale piuttosto accentuato, mentre la maggior parte degli eventi meteorici si ripartisce equamente nei restanti periodi dell'anno, con una leggera prevalenza per l'autunno.

Dalla "Carta delle precipitazioni Massime di 1 Giorno", degli stessi Autori, sono stati infine ricavati i valori medi giornalieri ed i coefficienti di variazione per ciascun bacino.

Quindi, utilizzando il metodo proposto dai suddetti Autori (Metodo CHOW-GUMBEL), sono stati ottenuti i valori massimi di un giorno relativi ai diversi tempi di ritorno (i valori relativi a precipitazioni continue in 24 ore sono stati ricavati calcolando un aumento del 10% su quelli di un giorno).

Per il calcolo precedente è stata utilizzata la formula:

$$P_{TR} = P \cdot (1 + C \cdot K)$$

dove:

P_{TR}= precipitazione in mm con tempo di ritorno TR
P = media delle precipitazioni max diurne
C = coefficiente di variazione

$$K = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \cdot \left(0{,}57721 + \ln \ln \frac{T_R}{T_R - 1} \right)$$ = fattore di frequenza

Per quanto riguarda la stima delle precipitazioni di breve durata, le "leggi di possibilità climatica" elaborate da vari Autori nel V.C.O., assumono tutte la forma:

$$H = a \cdot T^n$$

dove:

a = altezza di pioggia di durata 1 ora
n = valore costante caratteristico della stazione
T = durata della pioggia in ore

Per la stima del parametro "n" può essere utilizzata la relazione suggerita da Gabella, che fa dipendere tale parametro dalla sola altitudine "h", dove tale parametro rappresenta la quota media, in ettometri, del bacino in esame:

$$n = 0{,}6 \cdot \frac{h+1}{h+3}$$

E' possibile pertanto, attribuendo a tutto il bacino dell'impluvio in esame tale parametro, stimare il valore di "a" considerando un tempo T di 24 ore e quindi ricostruire efficacemente le leggi di possibilità pluviometrica per tempi inferiori all'ora.

4.2.2 Deflussi

La valutazione dei deflussi può essere condotta attraverso particolari procedimenti analitici che forniscono dati approssimati.

A tale scopo, per i corsi d'acqua in esame, sono state effettuate le seguenti verifiche idrauliche, facendo riferimento alla sezione di chiusura di ciascun bacino.

Per valutare le portate si è proceduto seguendo il Metodo Cinematico, che si basa sul seguente schema di calcolo:

1. Determinazione del tempo di corrivazione, tramite la formula di Giandotti:

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

dove:

S = superficie del bacino sotteso alla sezione di chiusura
L = lunghezza dell'asta collettrice principale, estesa alla testata del bacino
H_m= altezza media del bacino
H_0= altezza della sezione di chiusura

2. Calcolo della portata di massima piena con tempo di ritorno di 100 anni e 500 anni per i corsi d'acqua principali:

$$Q_{max} = \frac{0.277 \cdot p \cdot S \cdot c_d}{T_c}$$

dove:

p = precipitazione massima verificatasi nel tempo di corrivazione

S = superficie del bacino

c_d = coefficiente di deflusso = 0.8 (valore cautelativo adottato per tutti i bacini in esame e valido per suoli caratterizzati da estesi affioramenti rocciosi, con una discontinua copertura vegetale)[1]

[1] G. Benini. Sistemazioni idraulico-forestali. UTET

Si ottengono così i valori di portata di massima piena di ciascun corso d'acqua, per eventi che possono ripetersi con tempi di ritorno di 100 e 500 anni.

Si tiene comunque a precisare che i dati relativi alle portate di massima piena, con Tr 500 anni, vengono forniti per completare il quadro informativo generale ed hanno funzione solamente indicativa, in quanto non sono stati confrontati con le portate di piena fornite dall'Autorità di Bacino per il Fiume Toce, che costituiscono l'elemento a cui fare riferimento.

F.Toce (chiusura a Preglia di Crevoladossola)

ELABORAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI MASSIME ANNUALI DI 1 GIORNO (Metodo Chow-Gumbel)								
Dati ricavati dalle pubblicazioni del C.N.R. (1921-1970)								
	2400-2700		Massimo precipitazioni annuali (mm)					
	500-900		Minimo precipitazioni annuali (mm)					
	1100-1200		Precipitazioni medie annue (mm)					
	100		Media delle precipitazioni massime diurne (mm)					
	0,36		Coefficiente di variazione					
Metodo Chow-Gumbel								
Tr	Tempo di ritorno (anni)		2,333	10	20	50	100	500
P Tr	Precip.massima di 1 giorno		100,09	146,96	167,17	193,32	212,92	258,21
P 24h	Precip.massima di 24 ore		110,10	161,66	183,89	212,65	234,21	284,03
Parametri derivanti dalle caratteristiche del bacino								
h	19,11		Altitudine media bacino in esame (hm)					
n	0,546		Costante caratteristica della stazione (Gabella)					
Possibilità pluviometrica per tempi inferiori ad 1 ora con T=Tcorr (mm)								
H(2,33)	43,47							
H(10)	63,83							
H(20)	72,61							
H(50)	83,96							
H(100)	92,48							
H(500)	112,15							
DETERMINAZIONE TEMPO DI CORRIVAZIONE (Metodo Giandotti) e PORTATA DI MASSIMA PIENA (500 anni) (Metodo analitico)								
S	371,6		Superficie bacino (Kmq)					
L	42		Lunghezza asta collettrice principale (Km)					
H_m	1911		Altezza media bacino (m)					
Ho	306		Altezza sezione di chiusura (m)					
C_d	0,8		Coefficiente deflusso					
	0,75		Coefficiente di Merlo					
Tc	4,372		Tempo corrivazione (ore)					
Q	1584,36		Portata di massima piena (mc/sec)					

Melezzo Occidentale

ELABORAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI MASSIME ANNUALI DI 1 GIORNO (Metodo Chow-Gumbel)								
Dati ricavati dalle pubblicazioni del C.N.R. (1921-1970)								
	2700-3300		Massimo precipitazioni annuali (mm)					
	700-900		Minimo precipitazioni annuali (mm)					
	1600-1700		Precipitazioni medie annue (mm)					
	135		Media delle precipitazioni massime diurne (mm)					
	0,4		Coefficiente di variazione					
Metodo Chow-Gumbel								
Tr	Tempo di ritorno (anni)		2,333	10	20	50	100	500
P Tr	Precip.massima di 1 giorno		135,13	205,45	235,75	274,98	304,38	372,31
P 24h	Precip.massima di 24 ore		148,64	225,99	259,33	302,48	334,82	409,54
Parametri derivanti dalle caratteristiche del bacino								
h	11,9		Altitudine media bacino in esame (hm)					
n	0,519		Costante caratteristica della stazione (Gabella)					
Possibilità pluviometrica per tempi inferiori ad 1 ora con T=Tcorr (mm)								
H(2,33)	41,93							
H(10)	63,75							
H(20)	73,16							
H(50)	85,33							
H(100)	94,45							
H(500)	115,53							

DETERMINAZIONE TEMPO DI CORRIVAZIONE (Metodo Giandotti) e PORTATA DI MASSIMA PIENA (500 anni) (Metodo analitico)		
S	53	Superficie bacino (Kmq)
L	14	Lunghezza asta collettrice principale (Km)
H_m	1190	Altezza media bacino (m)
Ho	300	Altezza sezione di chiusura (m)
C_d	0,8	Coefficiente deflusso
	0,8	Coefficiente di Merlo
Tc	2,100	Tempo corrivazione (ore)
Q	516,91	Portata di massima piena (mc/sec)

Bogna

ELABORAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI								
MASSIME ANNUALI DI 1 GIORNO								
(Metodo Chow-Gumbel)								
Dati ricavati dalle pubblicazioni del C.N.R. (1921-1970)								
	3000-3600		Massimo precipitazioni annuali (mm)					
	700		Minimo precipitazioni annuali (mm)					
	1600-1700		Precipitazioni medie annue (mm)					
	135		Media delle precipitazioni massime diurne (mm)					
	0,39		Coefficiente di variazione					
Metodo Chow-Gumbel								
Tr	Tempo di ritorno (anni)		2,333	10	20	50	100	500
P Tr	Precip.massima di 1 giorno		135,13	203,68	233,23	271,48	300,15	366,38
P 24h	Precip.massima di 24 ore		148,64	224,05	256,56	298,63	330,16	403,02
Parametri derivanti dalle caratteristiche del bacino								
h	15,55		Altitudine media bacino in esame (hm)					
n	0,535		Costante caratteristica della stazione (Gabella)					
Possibilità pluviometrica per tempi inferiori ad 1 ora con T=Tcorr (mm)								
H(2,33)	40,43							
H(10)	60,94							
H(20)	69,78							
H(50)	81,22							
H(100)	89,80							
H(500)	109,61							

DETERMINAZIONE TEMPO DI CORRIVAZIONE (Metodo Giandotti)			
e PORTATA DI MASSIMA PIENA (500 anni) (Metodo analitico)			
S	90		Superficie bacino (Kmq)
L	15		Lunghezza asta collettrice principale (Km)
H_m	1555		Altezza media bacino (m)
Ho	270		Altezza sezione di chiusura (m)
C_d	0,8		Coefficiente deflusso
	0,75		Coefficiente di Merlo
Tc	2,108		Tempo corrivazione (ore)
Q	777,84		Portata di massima piena (mc/sec)

Isorno

ELABORAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI								
MASSIME ANNUALI DI 1 GIORNO								
(Metodo Chow-Gumbel)								
Dati ricavati dalle pubblicazioni del C.N.R. (1921-1970)								
	2400-2700		Massimo precipitazioni annuali (mm)					
	700		Minimo precipitazioni annuali (mm)					
	1500		Precipitazioni medie annue (mm)					
	120		Media delle precipitazioni massime diurne (mm)					
	0,39		Coefficiente di variazione					
Metodo Chow-Gumbel								
Tr	Tempo di ritorno (anni)		2,333	10	20	50	100	500
P Tr	Precip.massima di 1 giorno		120,11	181,05	207,32	241,32	266,80	325,67
P 24h	Precip.massima di 24 ore		132,12	199,16	228,05	265,45	293,48	358,24
Parametri derivanti dalle caratteristiche del bacino								
h	15,8		Altitudine media bacino in esame (hm)					
n	0,536		Costante caratteristica della stazione (Gabella)					
Possibilità pluviometrica per tempi inferiori ad 1 ora con T=Tcorr (mm)								
H(2,33)	36,28							
H(10)	54,68							
H(20)	62,62							
H(50)	72,88							
H(100)	80,58							
H(500)	98,36							

DETERMINAZIONE TEMPO DI CORRIVAZIONE (Metodo Giandotti)			
e PORTATA DI MASSIMA PIENA (500 anni) (Metodo analitico)			
S	75		Superficie bacino (Kmq)
L	18		Lunghezza asta collettrice principale (Km)
H_m	1580		Altezza media bacino (m)
Ho	301		Altezza sezione di chiusura (m)
C_d	0,8		Coefficiente deflusso
	0,75		Coefficiente di Merlo
Tc	2,154		Tempo corrivazione (ore)
Q	569,07		Portata di massima piena (mc/sec)

T. Diveria

ELABORAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI								
MASSIME ANNUALI DI 1 GIORNO								
(Metodo Chow-Gumbel)								
Dati ricavati dalle pubblicazioni del C.N.R. (1921-1970)								
	2100-2700		Massimo precipitazioni annuali (mm)					
	600-700		Minimo precipitazioni annuali (mm)					
	1300		Precipitazioni medie annue (mm)					
	110		Media delle precipitazioni massime diurne (mm)					
	0,4		Coefficiente di variazione					
Metodo Chow-Gumbel								
Tr	Tempo di ritorno (anni)			2,333	10	20	50	100	500
P Tr	Precip.massima di 1 giorno			110,11	167,40	192,10	224,06	248,01	303,37
P 24h	Precip.massima di 24 ore			121,12	184,14	211,30	246,47	272,81	333,70
Parametri derivanti dalle caratteristiche del bacino								
h	19,54		Altitudine media bacino in esame (hm)					
n	0,547		Costante caratteristica della stazione (Gabella)					
Possibilità pluviometrica per tempi inferiori ad 1 ora con T=Tcorr (mm)								
H(2,33)	43,78							
H(10)	66,56							
H(20)	76,38							
H(50)	89,09							
H(100)	98,61							
H(500)	120,62							
DETERMINAZIONE TEMPO DI CORRIVAZIONE (Metodo Giandotti)								
e PORTATA DI MASSIMA PIENA (500 anni) (Metodo analitico)								
S	310		Superficie bacino (Kmq)					
L	34		Lunghezza asta collettrice principale (Km)					
H_m	1954		Altezza media bacino (m)					
Ho	300		Altezza sezione di chiusura (m)					
C_d	0,8		Coefficiente deflusso					
	0,75		Coefficiente di Merlo					
Tc	3,732		Tempo corrivazione (ore)					
Q	1665,19		Portata di massima piena (mc/sec)					

Rio Anzuno

ELABORAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI MASSIME ANNUALI DI 1 GIORNO (Metodo Chow-Gumbel)						
Dati ricavati dalle pubblicazioni del C.N.R. (1921-1970)						
	2500-2700	Massimo precipitazioni annuali (mm)				
	600-700	Minimo precipitazioni annuali (mm)				
	1400	Precipitazioni medie annue (mm)				
	130	Media delle precipitazioni massime diurne (mm)				
	0,39	Coefficiente di variazione				
Metodo Chow-Gumbel						
Tr	Tempo di ritorno (anni)	2,333	10	20	50	100
P Tr	Precip.massima di 1 giorno	130,12	196,14	224,60	261,43	289,03
P 24h	Precip.massima di 24 ore	143,13	215,76	247,06	287,57	317,93
Parametri derivanti dalle caratteristiche del bacino						
h	10,89	Altitudine media bacino in esame (hm)				
n	0,514	Costante caratteristica della stazione (Gabella)				
Possibilità pluviometrica per tempi inferiori ad 1 ora con T=Tcorr (mm)						
H(2,33)	21,89					
H(10)	32,99					
H(20)	37,78					
H(50)	43,98					
H(100)	48,62					

DETERMINAZIONE TEMPO DI CORRIVAZIONE (Metodo Giandotti) e PORTATA DI MASSIMA PIENA (Metodo analitico)		
S	3,46	Superficie bacino (Kmq)
L	4,45	Lunghezza asta collettrice principale (Km)
H_m	1089	Altezza media bacino (m)
Ho	280	Altezza sezione di chiusura (m)
Cd	0,8	Coefficiente deflusso
	1	Coefficiente di Merlo
Tc	0,620	Tempo corrivazione (ore)
Q	60,09	Portata di massima piena (mc/sec)

Rio Deseno

ELABORAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI MASSIME ANNUALI DI 1 GIORNO (Metodo Chow-Gumbel)							
Dati ricavati dalle pubblicazioni del C.N.R. (1921-1970)							
	2700	Massimo precipitazioni annuali (mm)					
	600	Minimo precipitazioni annuali (mm)					
	1450	Precipitazioni medie annue (mm)					
	125	Media delle precipitazioni massime diurne (mm)					
	0,38	Coefficiente di variazione					
Metodo Chow-Gumbel							
Tr	Tempo di ritorno (anni)		2,333	10	20	50	100
P Tr	Precip.massima di 1 giorno		125,11	186,97	213,63	248,13	273,99
P 24h	Precip.massima di 24 ore		137,63	205,66	234,99	272,95	301,39
Parametri derivanti dalle caratteristiche del bacino							
h	15,49	Altitudine media bacino in esame (hm)					
n	0,535	Costante caratteristica della stazione (Gabella)					
Possibilità pluviometrica per tempi inferiori ad 1 ora con T=Tcorr (mm)							
H(2,33)	21,50						
H(10)	32,12						
H(20)	36,70						
H(50)	42,63						
H(100)	47,08						

DETERMINAZIONE TEMPO DI CORRIVAZIONE (Metodo e PORTATA DI MASSIMA PIENA (Metodo analitico)			
S	5,814	Superficie bacino (Kmq)	
L	7,5	Lunghezza asta collettrice principale (Km)	
H_m	1549	Altezza media bacino (m)	
Ho	325	Altezza sezione di chiusura (m)	
C_d	0,8	Coefficiente deflusso	
	1	Coefficiente di Merlo	
Tc	0,747	Tempo corrivazione (ore)	
Q	81,24	Portata di massima piena (mc/sec)	

4.3 Verifiche idrauliche svolte sui corsi d'acqua principali

Come precedentemente accennato, le verifiche idrauliche, i cui risultati sono di seguito riportati in maniera sintetica, sono state condotte con metodologie in parte superate, ma forniscono comunque un elemento con valenza informativa, di cui si è tenuto conto in fase di stesura della cartografia di Sintesi.

Per completezza di trattazione, e come richiesto dalla Direzione Opere Pubbliche e Difesa del Suolo, in calce alla presente Relazione, come "Appendice A", vengono riprodotti degli estratti significativi di alcuni degli studi citati di seguito.

4.3.1 Rio Deseno

Ing. Berrino: verifiche agosto 2000 – agg. gennaio 2001 (**Allegato A**)

In base alle simulazioni effettuate, condotte per T.R. = 200 anni e con portate Q = 93.0 mc/s, l'ing. Berrino suggeriva, lungo la sponda sinistra in apice di conoide, un consolidamento del muro esistente con opportuno riempimento a tergo, anche se le sezioni idrauliche presentano un franco positivo; segnalava inoltre due situazioni critiche: una puntuale, a monte del ponte stradale, ed una lungo i gabbioni in prossimità dell'immissione nel T. Bogna (op. 49).

4.3.2 Rio Anzuno

Ing. Berrino: verifiche agosto 2000

In base alle simulazioni effettuate, condotte per T.R. = 200 anni e con portate Q = 66.8 mc/s, il Rio Anzuno presenta sempre il pelo libero contenuto nelle arginature presenti, anche con discreti margini in termini di franco, con l'unica eccezione del settore terminale del conoide, immediatamente a monte del ponte ferroviario.

Hydrodata: verifiche luglio 2003 (**Allegato A**)

In base alle simulazioni effettuate, condotte per T.R. = 500 anni e con portate Q = 72 mc/s (Q200 = 66 mc/s - dati delle precipitazioni utilizzati in base ai dati forniti dall'Autorità di Bacino del F. Po nel 2001 – "Direttiva piena di progetto"), il Rio Anzuno presenta condizioni prossime allo stato critico, pur non raggiungendole, neppure con TR 500. Nell'area depressa, compresa tra il rilevato ferroviario e quello della SP 166, sono possibili allagamenti per battenti superiori a 0.6 m.

4.3.3 Rio Bacenetto

Ing. Berrino: verifiche agosto 2000 – agg. gennaio 2001

In base alle simulazioni effettuate, condotte per T.R. = 200 anni e con portate Q = 25.3 mc/s (immissione Rio Riana), Q = 43.4 mc/s (immissione Rio Zoncalina), Q = 64.8 mc/s (immissione Rio Cavalli), il Rio Bacenetto presenta numerose situazioni di criticità, tutte a valle dell'immissione del Rio Zoncalina, non individuabili in punti ben precisi, ma estese ad ampi settori, a causa delle ridotte altezze degli argini.

Hydrodata: verifiche luglio 2003 (**Allegato A**)

Le analisi avevano interessato soltanto la tratta terminale del corso d'acqua, ed avevano tenuto conto anche degli effetti di rigurgito provocati dal F. Toce; le verifiche sono state condotte per T.R. = 500 anni e con portate Q = 41.8 mc/s.

Dalle simulazioni effettuate, era emerso che gli effetti di rigurgito del Toce si risentono fino alla zona della discarica, provocando allagamenti. Qualora, viceversa, in caso di piena del Bacenetto, non ci fosse un concomitante rigurgito da parte del F. Toce, nella zona della discarica non ci sarebbero esondazioni, avendosi un franco minimo di circa 1 m.

4.3.4 Rii minori, affluenti del Bacenetto

Ing. Berrino: verifiche agosto 2000 – agg. gennaio 2001

In base alle simulazioni effettuate, condotte per T.R. = 200 anni e con portate Q = 25.3 mc/s (Rio Riana), Q = 24.6 mc/s (Rio Zoncalina), Q = 20.3 mc/s (Rio Cavalli), tutti i corsi d'acqua presentano franchi di sicurezza adeguati, anche se l'ing. Berrino suggeriva il potenziamento delle opere di difesa, laddove tali franchi risultavano esigui (soprattutto lungo il Rio Zoncalina).

Lungo tali corsi d'acqua, sono state effettuate nuove verifiche idrauliche, a supporto della classificazione delle Conoidi, trattate in dettaglio nell'Elab. Geo 11.

4.3.5 T. Bogna

Vengono qui brevemente richiamate le conclusioni delle verifiche idrauliche eseguite da diversi professionisti, in ordine di tempo, relative alla tratta in conoide del T. Bogna, in parte riprese anche negli Elaborati Geo1 "Analisi delle conoidi" e Geo14 "Cronoprogramma":

Studio ing. G. Berrino – agosto 2000. "*Verifiche idrauliche e di idoneità delle opere di attenuazione del pericolo delle aree classe III della zonizzazione geologica del PRG - Torrente Bogna*". Le conclusioni di tale Studio possono essere così sinteticamente descritte:

A monte del ponte di Mocogna

- Sponda destra – presenza di una tratta con opere di difesa insufficienti;
- Sponda sinistra – tratta lunga 60 m, con assenza di opere di difesa

tra il Ponte di Mocogna ed il Ponte FF.SS. Linea Domodossola-Briga

- Sponda destra – tratta con erosioni della scogliera al piede del Muraccio
- Sponda sinistra – tratte con opere di difesa assenti (sviluppo ml. 220) o insufficienti (ml. 380)

Tra il ponte FF.SS. (Linea Domodossola-Briga) e il ponte S.P. Domodossola-Crevoladossola

- Sponda destra - tratto con assenza di opere di difesa

Tra il Ponte S.P. Domodossola-Crevoladossola e la confluenza con Fiume Toce

- Sponda sinistra - tratto H-I: opere di difesa senza franco adeguato.

Studio ing. G. Priotto – maggio 2010.

"*Verifica di idoneità delle opere di difesa spondale lungo il Torrente Bogna…*", commissionato dal Comune di Domodossola, a seguito dell'attuazione di una serie di interventi di sistemazione idrogeologica del bacino del T. Bogna e dell'asta torrentizia, da parte della Comunità Montana Valle Ossola e dello stesso Comune (costruzione di una imponente briglia selettiva in loc. Boione, costruzione / potenziamento delle opere di difesa idraulica nella tratta in conoide, sia longitudinali che trasversali. Le conclusioni di tale Studio possono essere così sinteticamente descritte:

- Tutte le sezioni del tratto di conoide del torrente Bogna risultano verificate per una portata di massima piena relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni, ad eccezione del tratto in sponda sinistra in corrispondenza del ponte della S.P., ove "*…dalle verifiche effettuate si riscontra che il pelo liquido lambisce I'intradosso delle travi creando rigurgiti a monte ed esondazioni a valle in corrispondenza del deposito dell'Impresa Spadea*".
- A monte del ponte di Mocogna, viene indicata la necessità di realizzare un'opera di protezione in corrispondenza di una tratta di sponda naturale in erosione in sponda destra.
- A valle del ponte di Mocogna, in sponda destra, vengono indicate talune tratte dell'arginatura "Muraccio", come non adeguatamente protette al piede in relazione a fenomeni di erosione.

Studio ing. D. Lalomia – febbraio 2015. (**Allegato A**)

"*Verifica stato di conservazione opere di difesa in sponda destra del Torrente Bogna*", commissionato dall'Amministrazione Comunale di Domodossola. Le conclusioni di tale Studio possono essere così sinteticamente descritte:

- tutte le sezioni di deflusso erano state verificate positivamente, ai fini dello smaltimento delle portate di piena, ad eccezione del tratto in sponda sinistra in corrispondenza del deposito di inerti di proprietà Spadea;
- l'intero argine "Muraccio" era stato verificato positivamente dal punto di vista statico/funzionale.

5. PROPENSIONE AL RISCHIO SISMICO

Sul Supplemento alla Gazzetta Ufficiale dell'8 maggio 2003, è stata pubblicata l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, contenente "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*".

Sul Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte n. 48 del 27 novembre 2003, è stata quindi pubblicata la D.G.R. del 17/11/2003 n. 61-11017, in cui vengono fornite le "*prime disposizioni in applicazione dell'Ordinanza*" suddetta, ed in cui viene fornito, tra l'altro, l'elenco dei comuni classificati nella "Zona 3" della mappa del rischio sismico, comprendente 23 Comuni del VCO, tra cui quello di Domodossola.

Successivamente, con D.G.R. n. 11-13058, del 19/01/2010, era stato aumentato il numero dei Comuni inseriti in Zona 3, che, recentemente è stata aggiornata con D.G.R. n. 6-887 del 30-12-2019, dove viene confermata la classificazione del Comune di Domodossola in "Zona 3".

Il P.R.G. vigente di Domodossola ha già recepito gli aspetti sismici, ai sensi della Circolare P.G.R. del 27/04/2004 n. 1/DOP, emanata a seguito della suddetta Ordinanza P.C.M. n. 3274/2003.

Il presente Studio Geologico Generale, a supporto della Variante Strutturale 2, per quanto attiene agli aspetti sismici, verrà accompagnato da un apposito Studio Geologico finalizzato alla prevenzione del Rischio Sismico, redatto da un altro professionista, (dr. geol. R. Michetti), **a cui si rimanda per tutti gli approfondimenti del caso**, che verrà approfondito recependo gli aggiornamenti normativi in materia, con specifico riferimento a:

- D.G.R. n. 17-2172 del 13/06/2011 "*O.P.C.M. 13/11/2010 in materia di contributi per interventi di prevenzione del rischio sismico. Individuazione dei criteri per la realizzazione degli studi di microzonazione sismica e per la concessione di contributi per interventi di miglioramento sismico*", che individua negli "Indirizzi e criteri generali per gli studi di Microzonazione Sismica" (IMCS), l'elaborato tecnico di riferimento per il territorio regionale;
- DGR n. 4-3084 del 12/12/2011 "*D.G.R. n. 11-13058, del 19/01/2010 – Approvazione delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico attuative della nuova classificazione sismica del territorio piemontese*";
- D.D. n. 540 del 09/03/2012 "*Definizione delle modalità attuative in riferimento alle procedure di gestione e controllo delle attività Urbanistiche ai fini della prevenzione del rischio sismico, approvate con D.G.R. n. 4-3084 del12.12.2011*".
- D.D. n. 540 del 09-03-2012 - Allegato A "*Indirizzi regionali per la predisposizione degli studi finalizzati alla prevenzione del rischio sismico negli* strumenti di pianificazione";
- D.G.R. n. 1-3154 del 18-04-2016 - Allegato B "*Criteri per la realizzazione degli studi di microzonazione sismica*".

6. PROPENSIONE AL DISSESTO E DEFINIZIONE DEI LIVELLI DI IDONEITÀ URBANISTICA DEL TERRITORIO

6.1 Generalità

I fenomeni di instabilità naturale che si possono verificare sono essenzialmente legati ai rischi di frane ed alluvioni, correlati a fattori litologico-strutturali e morfo-topografici ed innescati da fenomeni meteorici che, periodicamente, possono far registrare eventi di particolare intensità e/o durata, determinando cospicue portate nei corsi d'acqua.

Gli eventi critici hanno in genere una durata di 1-3 giorni e frequenza molto elevata; in media ogni 5 anni la Val d'Ossola viene colpita da fenomeni meteorici particolarmente intensi[2], i cui effetti investono la rete idrografica, sia principale sia secondaria, versanti compresi, con rilevanza soprattutto sulle forme di instabilità che coinvolgono i terreni superficiali di copertura e le porzioni più superficiali e fratturate del substrato roccioso (coltri regolitiche).

A tali tipologie di dissesto appartengono i numerosi episodi franosi che periodicamente si registrano, soprattutto nel settore medio-alto della Val Bognanco (in gran parte a monte del territorio comunale di Domodossola) e nelle valli minori che da essa si diramano.

Altrettanto frequenti, anche se meno strettamente legati alla distribuzione delle precipitazioni, ma piuttosto ai processi crioclastici (gelo-disgelo) ed a quelli di degradazione chimico-fisica della roccia, sono i fenomeni gravitativi che coinvolgono più o meno profodamente il substrato roccioso, i quali si manifestano generalmente con frane di crollo, spesso in corrispondenza di un substrato fortemente fratturato e tettonizzato.

Il rilascio continuo di materiale lapideo ha provocato, soprattutto alle alte quote, la creazione di potenti ed estese falde detritiche al piede dei versanti, le più importanti delle quali sono state riportate negli elaborati cartografici (Valle del Rio Dagliano-Variola).

6.2 Cartografia di sintesi

La conclusione delle analisi geologiche, geomorfologiche e storiche illustrate nei precedenti capitoli, ed evidenziate in maniera dettagliata nelle varie carte tematiche, è sintetizzata dalla "*Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica*", redatta alla scala 1: 10.000 per l'intero territorio comunale (tav. 7).

Si tiene a precisare che nel predisporre tale Carta, si è tenuto conto di tutto quanto è stato evidenziato nelle carte tematiche, da noi redatte, dei tematismi analizzati dalle carte della Banca Dati Geologica, nonché di una serie di notizie storico-documentarie, riguardanti il territorio in esame; un particolare contributo è venuto dall'esame della minuziosa e puntuale ricerca, denominata "Storia delle Alluvioni

[2] AA.VV. - Società Geologica Italiana - Guide Geologiche Regionali. *Le Alpi dal M. Bianco al Lago Maggiore* (1992).

nell'Ossola", redatta dal prof. Tullio Bertamini, pubblicata nel 1975 sulla rivista "Oscellana". In allegato alla presente relazione viene proposta una sintesi della suddetta ricerca, evidenziante le principali piene del T. Bogna.

La Classificazione di Sintesi del territorio rappresenta lo strumento più idoneo a definire quali sono le aree caratterizzate dai diversi gradi di pericolosità geomorfologica; tale analisi, che andrà ad integrare quanto verrà elaborato dall'urbanista al fine di redigere il quadro di insieme della Variante Strutturale 2 al PRG, è riportata, in generale nella Tav. 8: "Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica" (elaborato in scala 1:10.000) e più in dettaglio nelle Tavole 9: "Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica", in scala 1:2.000).

6.3 Classi di idoneità urbanistica

La Carta di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica e di Idoneità all'Utilizzazione Urbanistica (scala 1:10000 e 1:2000) ha lo scopo di sintetizzare i dati raccolti sul territorio e di individuare, al suo interno, aree omogenee sotto il profilo della pericolosità (tipo e quantità di processi geomorfici attivi o potenzialmente attivabili), cui competa, conseguentemente, una diversa propensione all'uso urbanistico, distinta secondo differenti classi di idoneità, così come definite dalla circolare 7/LAP, successivamente aggiornata nei contenuti, dalla DGR 18-2555/2015, in funzione del grado di pericolosità:

- *Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche* (Classe I);
- *Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici, 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* (Classe II);
- *porzioni di territorio nelle quali gli elementi di pericolosità geomorfologica e di rischio, derivanti questi ultimi dall'urbanizzazione dell'area, sono tali da impedirne l'utilizzo, qualora inedificate, richiedendo, viceversa, la previsione di interventi di riassetto territoriale a tutela del patrimonio esistente* (Classe III).

La Classe III viene a sua volta così suddivisa:

- Classe IIIA*: Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti. Per le opere d'interesse pubblico riguardanti le infrastrutture lineari o a rete e relative opere accessorie riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, le norme del PRG devono contenere indicazioni specifiche circa la tipologia di opere ammesse e, eventualmente, le modalità per la loro attuazione. Pertanto, nelle fasi di approvazione o autorizzazione delle opere, non verrà rilasciato parere regionale in merito in quanto già definito dalle norme del PRG.*

- Classe IIIB*: Porzioni di territorio edificate nelle quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio sono tali da imporre in ogni caso interventi di riassetto territoriale di carattere pubblico a tutela del patrimonio urbanistico esistente. In assenza di tali interventi di riassetto saranno consentite solo trasformazioni che non aumentino il carico antropico. Per le opere d'interesse pubblico riguardanti le infrastrutture lineari o a rete e relative opere accessorie riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, le norme del PRG devono contenere indicazioni specifiche circa la tipologia di opere ammesse e, eventualmente, le modalità per la loro attuazione. Pertanto, nelle fasi di approvazione o autorizzazione delle opere, non verrà rilasciato parere regionale in merito in quanto già definito dalle norme del PRG. Nuove opere o nuove costruzioni saranno ammesse solo a seguito dell'avvenuta eliminazione e/o minimizzazione della pericolosità.*
- Classe IIIC*: Porzioni di territorio edificate ad alta pericolosità geomorfologica e ad alto rischio, per le quali non è proponibile un'ulteriore utilizzazione urbanistica neppure per il patrimonio esistente, rispetto al quale dovranno essere adottati i provvedimenti di cui alla Legge 9.7.1908 n° 445. Per le opere d'interesse pubblico riguardanti le infrastrutture lineari o a rete e relative opere accessorie riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, le norme del PRG devono contenere indicazioni specifiche circa la tipologia di opere ammesse e, eventualmente, le modalità per la loro attuazione. Pertanto, nelle fasi di approvazione o autorizzazione delle opere, non verrà rilasciato parere regionale in merito in quanto già definito dalle norme del PRG.*

6.3.1 Settori in cui non sussistono condizioni di pericolosità geologica (classe I)

Si tratta di porzioni di territorio tendenzialmente stabili dal punto di vista geologico ed idrogeologico, nelle quali, quindi, non vengono poste particolari limitazioni alle scelte urbanistiche; gli interventi, pubblici e privati, sono di norma consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 17.01.2018.

Rientrano in questa categoria le aree seguenti:

- Porzioni subpianeggianti dei rilievi stabilizzati presso il M. Calvario.
- Porzione di terrazzo glaciale stabilizzato a Cisore.
- Porzioni di terrazzi glaciali stabilizzati a Vagna, S. Carlo, Prata, Vallesone, Andosso, Baceno, Trontana.
- Alpe Lusentino.

6.3.2 Settori caratterizzati da condizioni di moderata pericolosità geologica (classe II)

Si tratta di porzioni di territorio nelle quali sono presenti elementi di moderata pericolosità geomorfologica, ben individuabili e circoscrivibili nello spazio, efficacemente superabili (nell'ambito del singolo lotto o di un intorno significativo) attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici; le aree incluse in questa categoria sono sostanzialmente rappresentate da:

1) Aree a media acclività (aree attualmente stabili, ma che potrebbero modificare la propria condizione a seguito di interventi operati dall'uomo e/o per evoluzione geomorfologica) soprattutto in relazione all'attività delle acque di ruscellamento superficiale o di infiltrazione. Rientrano in questa categoria parte delle pendici settentrionali e orientali del Moncucco (Vagna, Baceno e S. Defendente, Vallesone) ed alcuni settori di versante in sponda sinistra del T. Bogna, nelle località di Monte Ossolano, Barro e Cisore. Tali aree sono tutte poste a congrua distanza dal piede di versanti acclivi, ovvero non verrebbero coinvolte da potenziali dissesti gravitativi lungo tali versanti.
2) Aree potenzialmente inondabili da acque a bassa energia, con possibile deposizione di materiale prevalentemente fine; in genere si tratta di effetti che possono essere facilmente evitati con la semplice pulizia e manutenzione periodica degli alvei e/o con modesti interventi che possono riguardare il miglioramento della regimazione delle acque superficiali e/o il potenziamento delle opere di difesa spondale ed arginali. Interessano questa tipologia: le porzioni media e distale della conoide del T. Bogna; i settori medio distali della conoide del Rio Anzuno; la fascia esterna della sponda destra del F. Toce; la fascia pedemontana al margine destro della conoide del T. Bogna, per la presenza del Rio Bacenetto e dei suoi tributari di destra.
3) Aree potenzialmente soggette a ristagni d'acqua, caratterizzate da difficoltà di drenaggio a causa della limitata soggiacenza della falda, di particolari situazioni morfologiche o di scarsa permeabilità del terreno; sono ascrivibili a questa categoria talune fasce leggermente depresse, situate nella piana alluvionale del F. Toce.

6.3.3 Settori in cui sussistono condizioni di pericolosità geologica (classe III)

Si tratta di porzioni di territorio nelle quali siano stati individuati elementi di pericolosità geomorfologica, tali da impedirne l'utilizzo qualora inedificate, richiedendo, viceversa, la previsione di interventi di riassetto territoriale a tutela del patrimonio esistente ed, eventualmente, di nuove edificazioni.

Schematicamente, questa classe comprende aree direttamente interessate da due principali categorie di fenomeni: processi di versante e/o dinamica delle acque (prevalentemente incanalate).

Aree direttamente interessate da processi di versante:

1) Aree ad elevata acclività (indicativamente, inclinazione superiore a 25÷30°), caratterizzate da elevati gradienti topografici, in cui le condizioni geomorfologiche ed altimetriche sconsigliano qualunque utilizzazione urbanistica. Sono sostanzialmente rappresentate dalle scarpate prospicienti i corsi d'acqua e da vari settori sparsi sul territorio comunale, con netta prevalenza per le zone situate nel settore settentrionale, a Nord della Valle di Bognanco (rilievi aspri, spiccata tendenza erosiva dei corsi d'acqua), oltre ai pendii più scoscesi del Moncucco.
2) Aree interessate da dissesti gravitativi: si tratta di zone coinvolte in fenomeni di frana, attivi o potenziali, di aree soggette allo scivolamento del manto nevoso, ad erosione accelerata e/o regressiva,

oppure di aree rappresentanti settori di accumulo, non ancora stabilizzati, degli stessi fenomeni; in queste tipologie rientrano i seguenti territori: le fasce più prossime all'incisione del T. Bogna, gran parte dei territori a Nord dello stesso corso d'acqua, ampi settori dei versanti del Moncucco, con particolare riferimento al bacino idrografico del Rio Anzuno.

Aree direttamente interessate dalla dinamica delle acque:

1) Alvei attivi dei corsi d'acqua e fasce spondali coinvolte in processi di erosione laterale, trasporto solido ed, eventualmente, deposito.
2) Aree soggette a fenomeni alluvionali con trasporto in massa; si tratta, in particolare, dei settori potenzialmente riattivabili di alcune conoidi (T. Bogna, Rio Deseno, Rio Anzuno).
3) Aree di fondovalle soggette a possibile esondazione fluviale; sono aree prospicienti i corsi d'acqua maggiori (F. Toce, T. Bogna nel tratto medio-distale della conoide), dei quali talvolta rappresentano l'alveo straordinario e che possono essere coinvolte da inondazioni ad energia da media ad elevata, accompagnate da erosione laterale e prevalentemente deposito di materiale medio-fine. Sono inoltre compresi alcune conoidi minori (Rio Andosso, Rio Riana) in cui gli eventi alluvionali non assumono carattere di trasporto in massa.

All'interno di questa classe, per le aree edificate, in funzione del grado di pericolosità geomorfologica, sono state introdotte tre ulteriori sottoclassi della sottoclasse IIIb ($IIIb_2$, $IIIb_3$ e $IIIb_4$), caratterizzate da un grado di pericolosità crescente, ed è stata inoltre individuata un'area edificata, con un grado di pericolosità geomorfologica tale da poter essere attribuita alla sottoclasse IIIc.

- Rientrano nella **sottoclasse IIIB2** (pericolosità medio-moderata) aree ubicate nei settori marginali di conoide, al margine delle scarpate o nella fascia montana del territorio, in zone non direttamente interessate da dissesti torrentizi o gravitativi, o al margine di corsi d'acqua del reticolo idrografico minore, quando le condizioni di pericolosità geomorfologica non sono elevate. La classificazione di talune limitate aree in sottoclasse IIIb2, anche in settori con grado di rischio medio-elevato (margini esterni delle Conoidi CAb2), è determinata dalla presenza di elementi fisici o di opere ritenute sufficienti a garantire la minimizzazione del rischio. Per queste aree l'edificabilità è condizionata alla stesura di un cronoprogramma delle opere che ne preveda la realizzazione ove necessario, oltre che il costante controllo e manutenzione.
- Rientrano nelle **sottoclassi IIIB3 e IIIB4** le zone edificate ubicate in prossimità o all'interno delle fasce spondali di corsi d'acqua con condizioni di pericolosità geomorfologica elevate e molto elevate, in conoidi ad elevata pericolosità, in zone colpite da dissesti torrentizi a pericolosità molto elevata, in zone interessate da dissesti gravitativi attivi o riattivabili. Corrispondono alle aree con rischio medio-elevato, elevato e molto elevato, nelle quali non è consigliabile prevedere espansioni urbanistiche, in considerazione degli intensi processi geomorfologici che le caratterizzano.
- Rientra nella **Classe IIIc**, un edificio nel settore apicale della conoide del Rio Anzuno.

6.3.4 Sottoclasse IIIB3*: approfondimenti di indagine

Come previsto al cap. 6, parte I dell'Allegato A della D.G.R. 64-7414/2014, sono stati effettuati diversi approfondimenti sulle caratteristiche edilizie e localizzative dei fabbricati ascritti alla Classe IIIb3, al fine di valutare la vulnerabilità di ogni singolo fabbricato o gruppo di fabbricati, in relazione all'intensità dell'evento atteso, individuando le situazioni di criticità morfologica a le condizioni di pericolosità e del rischio a cui è esposto.

Sulla scorta dei risultati ottenuti con tali approfondimenti, sono stati individuati una serie di fabbricati e nuclei di edifici (all'interno di aree identificate graficamente, nella Carta di Sintesi in scala 1:2.000, con apposito retino e con il simbolo grafico asterisco *, **ossia IIIB3***), per i quali, essendo stati attuati i Piani di Riassetto Idrogeologico, sono ammesse ulteriori tipologie di intervento, MENO RESTRITTIVE rispetto a quelle riportate nella Tabella 7.1 della Parte II dell'Allegato A della citata D.G.R. 64-7417.

Nello specifico, per i fabbricati ascritti alla Sottoclasse IIIb3*, sono consentiti anche interventi di Ristrutturazione Edilizia con frazionamento ed interventi di Cambio di Destinazione d'Uso, senza aumenti di volumetria (ovvero con modesto incremento di carico antropico, come definito al Cap. 7.1 del citato Allegato A alla D.G.R.).

Le aree ascritte alla sottoclasse IIIb3*, ricadono sulla conoide del T. Bogna, in settori esterni alla sovrapposizione con le aree di influenza di altri corsi d'acqua (Rio Deseno, Rio Riana, ecc.): la conoide del T. Bogna è stata oggetto di una serie di studi (richiamati ed illustrati nel Cronoprogramma e nell'analisi monografica delle conoidi, a cui si rimanda), redatti dall'ing. Priotto (2010) e dall'ing. Lalomia (2015), nei quali è stata verificata l'idoneità delle opere di difesa spondale lungo il T. Bogna, valutando le condizioni di rischio idrogeologico delle aree urbanizzate; i suddetti studi hanno permesso di individuare una serie di aree da considerare in sicurezza e, in particolare, lo studio redatto dall'Ing. Lalomia, ha certificato, per le Classi IIIB2, "*la sostanziale attuazione degli interventi previsti dal Cronoprogramma… e l'efficacia della già dichiarata azione protettiva dagli stessi esercitata"* concludendo che *"si ritiene che il rischio possa considerarsi annullato, come dalle conclusioni già indicate nel Cronoprogramma stesso"*.

L'annullamento del rischio, non è però da ritenersi attuato per l'intera conoide: l'ing. Lalomia, infatti, conclude affermando che *"il rischio per le aree in sottoclasse IIIB2 poste tra la strada Provinciale per Bognanco e il piede del versante e per quelle situate sul lato opposto per una fascia di ampiezza pari a 25/30m sino all'incrocio con la strada di Borgata Castanedo, non possa ritenersi annullato in quanto non sono state eseguite tutte le opere previste dal Cronoprogramma"* (il quale indicava la realizzazione di opere a difesa dell'intero settore ove ricade la Centrale Idroelettrica di Mocogna, realizzate solo in parte, nella tratta compresa tra lo scarico della centrale ed il ponte di Mocogna).

Partendo da tali conclusioni, sono stati effettuati dallo scrivente una serie di nuovi, dettagliati rilievi ed osservazioni dello stato di fatto dei luoghi e del grado di efficienza delle opere idrauliche lungo l'alveo del T. Bogna lungo la tratta in conoide, aggiornati al marzo 2022, le quali hanno evidenziato come le

opere di difesa idraulica siano in ottimo stato di efficienza e non vi sia stata alcuna evoluzione in senso negativo dell'alveo ordinario (assenza di nuovi fenomeni di erosione spondale o scalzamento delle sottomurazioni delle opere arginali) o straordinario (evoluzioni con arretramento delle sponde a delimitazione delle barre laterali), così come ampiamente dettagliato nell'analisi monografica della conoide del T. Bogna; a monte dell'apice di conoide, in loc. Boione, è stata inoltre realizzata un'imponente briglia selettiva in c.a., alta 5,8 m e lunga 65 m, con volume di accumulo complessivo di 55.000 m^3, la quale non era stata indicata nel Cronoprogramma del PRG vigente, perché costruita successivamente, e la cui realizzazione ha evidentemente ridotto il grado di rischio legato a fenomeni di piena con trasporto solido.

A seguito delle osservazioni così condotte, gli approfondimenti di indagine sviluppati dallo scrivente, permettono di affermare che:

1) per le aree poste in fregio alla S.P. per Bognanco, sebbene il grado di rischio non possa essere considerato annullato, è comunque da considerarsi come sostanzialmente ridotto.
2) la riduzione / annullamento del rischio idraulico, ottenuto per le aree in Classe IIIB2 in tutta la conoide del T. Bogna, può essere ragionevolmente esteso anche alle aree in Classe IIIB3, essendo protette dalle stesse opere di difesa e ricadendo nello stesso ambito territoriale.

Per i nuclei edificati ricadenti in tali aree, pertanto, il livello di pericolosità ed il grado di rischio risultano compatibili con tipologie di intervento meno restrittive rispetto agli standard della Classe IIIB3.

6.4 Congruenza della Cartografia di Analisi e di Sintesi con i Comuni limitrofi

Il territorio del Comune di Domodossola, confina con i seguenti Comuni:

- ad Ovest con Bognanco.
- a Nord con Crevoladossola;
- ad Est con Masera e Trontano;
- a Sud-Est, Sud e Sud-Ovest, rispettivamente con Beura-Cardezza, Villadossola e Montescheno;

Viene di seguito sviluppata l'analisi di coerenza degli elementi geomorfologici e del dissesto, nonché della Classificazione di Sintesi, proposta con la Variante Strutturale 2 al PRG di Domodossola, e quanto rappresentato dagli Strumenti Urbanistici degli Comuni contermini.

6.4.1 Comune di Bognanco

Il PRG vigente del Comune di Bognanco è datato 1988.

Per tale Comune, è attualmente in fase di valutazione ed aggiornamento, la "*Proposta Tecnica di Progetto Preliminare di Variante Strutturale n. 01 di adeguamento al PAI*", comprensiva di elaborati geologici con analisi del dissesto.

In particolare, al momento della stesura delle presenti Note, i suddetti elaborati geologici, erano stati oggetto di numerose osservazioni, da parte dei Settori Regionali competenti, espresse nel corso delle Conferenza di Copianificazione, pertanto, per il Comune di Bognanco non vi è un "quadro del dissesto" approvato o condiviso, a cui fare riferimento. Si fanno comunque le seguenti considerazioni:

- il confine comunale tra Domodossola e Bognanco, lungo il versante montano in sinistra idrografica del T. Bogna, corrisponde all'alveo del Rio Rasiga / Rio Rabianca: in accordo con le indicazioni della D.G.R. 64-7417 del 7 aprile 2014, trattandosi di reticolo idrografico secondario montano, non rilevante per gli ambiti urbanizzati o urbanizzandi, negli elaborati geologici del PRG di Domodossola, non si è definito il dissesto lineare.
- Val Bognanco: il T. Bogna è classificato a pericolosità lineare molto elevata Ee, non si ritiene che la classificazione di tale corso d'acqua, nel territorio di Bognanco, possa essere di grado inferiore. Risalendo lungo la valle, in territorio di Bognanco, vi sono alcune frane, in parte riportate nell'Elab. Geo10 "Ricerca storica" e riconducibili all'evento alluvionale dell'ottobre 2000 – non sono state rappresentate nella Carta Geomorfologica di Domodossola, pur prendendone atto come elementi informativi del quadro del dissesto lungo la Val Bognanco: farà testo, in tal senso, il quadro del dissesto del PRG di Bognanco, una volta condiviso ed approvato.
- il confine comunale lungo il versante montano in destra idrografica del T. Bogna, nella parte bassa coincide con l'alveo del Rio Rimozzo, per il quale non stato definito il grado di dissesto, in quanto non rilevante per gli ambiti urbanizzati. Nella parte alta, avvicinandosi alla cresta montuosa posta ad Ovest del Moncucco, nella Carta delle Valanghe del PRG di Domodossola, sono stati rappresentati dei dissesti valanghivi, coinvolgenti sia il territorio di Domodossola che quello di Bognanco: tali dissesti, ricavati dagli elementi lineari "canaloni di valanga" individuati dal SIVA, dovrebbero confluire nel quadro del dissesto del Comune di Bognanco.

Per quanto riguarda la Classificazione di Sintesi, come già detto, il confine comunale tra il territorio di Domodossola e quello di Bognanco, si sviluppa in parte in corrispondenza di incisioni torrentizie montane ed in parte, lungo porzioni di versante montuoso inedificato, boscato, acclive e soggetto a valanghe; il territorio di Domodossola, adiacente il Comune di Bognanco, è ascritto alla Classe IIIA.

Il nucleo abitato di Monticchio (in Comune di Domodossola, sinistra idrografica del T. Bogna), è stato ascritto alla Classe IIIB2; lungo il versante a valle di tale nucleo abitato, il Comune di Bognanco segnala la presenza di un'area di frana (crolli superficiali diffusi), il cui limite superiore si attesta ad oltre 35.0 m di distanza dall'edificato, e non ha alcun tipo di interferenza con gli edifici di Monticchio.

6.4.2 Comune di Crevoladossola

Il Comune di Crevoladossola è dotato di P.R.G.C., adeguato al PAI e datato 2007.

Il confine comunale tra il territorio di Domodossola e quello di Bognanco, si sviluppa in gran parte lungo il versante montano, ed in misura minore nel fondovalle del F. Toce.

- nella porzione montana, il confine si estende lungo un versante inedificato, boscato ed acclive;
  - ✓ Quadro del dissesto: la cartografia del PRG di Crevoladossola non evidenzia dissesti specifici, in coerenza con quanto rappresentato negli elaborati geologici della Variante Strutturale n. 2 al PRG di Domodossola;
  - ✓ Classificazione di Sintesi: i territori comunali di Domodossola e Crevoladossola, nella tratta montana, sono entrambi ascritti interamente alla Classe IIIA;
- nella zona del fondovalle, il confine tra Domodossola e Crevoladossola, interseca le conoidi del Rio Deseno e del T. Bogna:
  - ✓ loc. Ardignaga – Caddo: sinistra idrografica del Rio Deseno, vi sono porzioni di conoide CAe2 e CAb2, in entrambi i territori, con perfetta corrispondenza di transizione; le Classificazioni di Sintesi di entrambi i PRGC, ascrivono alla Classe IIIA le aree poste ai limiti del confine comunale,
  - ✓ alveo ordinario / straordinario del T. Bogna: oltre alla pericolosità areale Ee, entrambi i PRG indicano una conoide a pericolosità molto elevata CAe1, con corrispondente Classificazione di Sintesi in Classe IIIA;
  - ✓ periferia Nord di Domodossola, aree in sinistra del T. Bogna: vi sono porzioni di conoide CAb2 e CAm2, in entrambi i territori comunali, con corrispondenti Classi IIIB3 e IIIB2.

In estrema sintesi, vi è perfetta congruenza tra quadro del dissesto, classificazioni di pericolosità e Classi di Sintesi tra i PRG dei due Comuni.

6.4.3 Comune di Masera

Il Comune di Masera è dotato di Variante Strutturale 2006, adeguato al PAI, approvato con DGR n. 31-10-2012 n. 14-4839 e D.G.R. di Rettifica del 17-06-2013 n. 29-5969.

Il confine comunale tra il territorio di Domodossola e quello di Masera, si sviluppa interamente nell'ambito dell'alveo ordinario / straordinario del F. Toce, a cui entrambi i PRG assegnano un grado di pericolosità Ee, oltre a riportare le Fasce Fluviali del PAI.

Entrambi i PRG ascrivono questa porzione di territorio alla Classe IIIA.

Si può quindi affermare che vi è perfetta congruenza tra quadro del dissesto, classificazioni di pericolosità e Classi di Sintesi tra i PRG dei due Comuni.

6.4.4 Comune di Trontano

Il Comune di Trontano è dotato di P.R.G.C, agg. Aprile 2007, adeguato al PAI ed approvato con D.G.R. del 19-02-2007 n. 12-5300.

Il confine comunale tra il territorio di Domodossola e quello di Trontano, si sviluppa interamente nell'ambito dell'alveo ordinario / straordinario del F. Toce, a cui entrambi i PRG assegnano un grado di pericolosità Ee, oltre a riportare le Fasce Fluviali del PAI.

Entrambi i PRG ascrivono questa porzione di territorio alla Classe IIIA.

Si può quindi affermare che vi è perfetta congruenza tra quadro del dissesto, classificazioni di pericolosità e Classi di Sintesi tra i PRG dei due Comuni.

6.4.5 Comune di Beura Cardezza

Il Comune di Beura Cardezza è dotato di Variante Strutturale al PRG, adeguato al PAI, approvato con D.G.R. del 05-02-2007 n. 15-5205, modificato aggiornamento Febbraio 2014.

Il confine comunale tra il territorio di Domodossola e quello di Beura Cardezza, si sviluppa in parte nell'ambito dell'alveo ordinario / straordinario del F. Toce:

- ✓ entrambi i PRG assegnano all'alveo un grado di pericolosità Ee, oltre a riportare le Fasce Fluviali del PAI;
- ✓ entrambi i PRG ascrivono questa porzione di territorio alla Classe IIIA.

Presso il ponte sul F. Toce della linea ferroviaria Milano-Domodossola, il confine comunale di Domodossola, si estende a ricomprendere una modesta porzione del territorio posto in sinistra idrografica del F. Toce, presso l'area produttiva artigianale a Nord-Ovest dell'abitato di Beura.

- ✓ entrambi i PRG rappresentano, in quest'area morfologicamente depressa, interessata dalla presenza del canale di deflusso del Rio Molinetto, un grado di pericolosità areale EmA, per possibili allagamenti a bassa energia.
- ✓ la Variante Strutturale n. 2 al PRG di Domodossola ascrive i terreni inedificati, interamente alla Classe IIIA; il PRG di Beura Cardezza ascrive i terreni alla Classe IIIA, con l'eccezione di un'area artigianale in parte riquotata, attestata lungo il confine comunale, classificata in Classe IIIB2.

Si può quindi affermare che vi è perfetta congruenza tra quadro del dissesto, classificazioni di pericolosità e Classi di Sintesi tra i PRG dei due Comuni, con un'unica discrasia nella Classificazione di Sintesi, giustificata dalle differenti condizioni al passaggio tra i due territori comunali.

6.4.6 Comune di Villadossola

Il Comune di Villadossola è dotato di P.R.G.C., aggiornamento 2002.

Le aree poste al confine tra i Comuni di Domodossola e Villadossola, possono essere così suddivise, spostandosi da Est ad Ovest:

- Alveo ordinario / straordinario del F. Toce:
  - ✓ la Variante Strutturale 2 del PRG di Domodossola, assegna al F. Toce un grado di pericolosità Ee e riporta le Fasce Fluviali del PAI; il PRGC di Villadossola indica il F. Toce come soggetto a "fenomeni attivi con energia alta", e riporta anch'esso le Fasce Fluviali del PAI, sebbene con andamento non aggiornato rispetto a quello delle Tavole della "*Variante del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Variante delle Fasce Fluviali del F. Toce*", del 5 ottobre 2004. Si intende come valido quanto rappresentato dalla Variante Strutturale 2 del PRG di Domodossola.
  - ✓ entrambi i PRG ascrivono questa porzione di territorio alla Classe IIIA.
- Fondovalle – piana alluvionale del F. Toce, nella zona compresa tra difese arginali del F. Toce ed il rilevato della S.P. 166:
  - ✓ sia il PRG di Villadossola che la Variante Strutturale 2 di Domodossola, non riportano dissesti areali (Fascia C del PAI).
  - ✓ entrambi i PRG ascrivono questa porzione di territorio alla Classe II.
- Fondovalle – piana alluvionale del F. Toce, nella zona compresa tra il rilevato della S.P. 166 ed il rilevato della linea ferroviaria Novara Domodossola:
  - ✓ si tratta di una lunga fascia di terreni compresa tra due rilevati, al cui interno defluisce il Rio d'Anzuno, storicamente soggetta ad esondazioni e ristagni, a bassa energia, ma con tiranti anche superiori a 40 cm: il PRG di Villadossola non riporta dissesti areali, mentre la Variante Strutturale 2 di Domodossola assegna a tali aree, un grado di pericolosità areale EbA. Si intende come valido quanto rappresentato dalla Variante Strutturale 2 del PRG di Domodossola.
  - ✓ Per quanto attiene alla Classificazione di Sintesi, il PRG di Villadossola ascrive l'area alla Classe II, tranne che per la fascia di rispetto del Rio d'Anzuno, in Classe IIIA; la Variante Strutturale 2 di Domodossola, classifica l'intera fascia in Classe IIIA. Non vi è corrispondenza tra le classificazioni di sintesi, nella zona posta lungo il confine comunale; non si ritiene vi siano i presupposti per riclassificare l'area di Domodossola dalla Classe IIIA alla Classe II.
- Fondovalle – conoide alluvionale del Rio di Anzuno:
  - ✓ il PRG di Villadossola classifica la conoide come "conoide attiva non protetta"; il PRG di Domodossola la Classifica come "conoide attiva difesa da opere di regimazione migliorative", per la presenza di una imponente briglia filtrante in apice di conoide e di un canale di deflusso

regimato da opere di difesa. Si intende come valido quanto rappresentato dalla Variante Strutturale 2 del PRG di Domodossola.

- ✓ La conseguente classificazione di sintesi in conoide, vede una maggiore estensione delle Classi IIIB4 e IIIB3 nel territorio di Villadossola, rispetto alla classificazione di Sintesi del territorio di Domodossola. Si intende come valido quanto rappresentato dalla Variante Strutturale 2 del PRG di Domodossola.

- porzione montana, il confine si estende lungo un versante inedificato, boscato ed acclive;
  - ✓ le cartografie di analisi di entrambi i PRG, non evidenziano dissesti specifici;
  - ✓ la Classificazione di Sintesi di entrambi i PRG, ascrive i terreni montani alla Classe IIIA.

6.4.7 Comune di Montescheno

Il Comune di Montescheno è dotato di Variante Strutturale 2006 del Piano Regolatore Generale Intercomunale, con ultimo aggiornamento degli elaborati geologici del giugno 2008.

Il Confine tra i territori di Domodossola e Montescheno, si sviluppa interamente lungo il versante inedificato, boscato ed acclive, nella zona del Moncucco;

- ✓ quadro del dissesto: la cartografia del PRGI della Valle Antrona, per questa porzione di territorio, non evidenzia dissesti specifici;
- ✓ in corrispondenza della vetta del Moncucco (che ricade nel Comune di Montescheno), la Carta delle Valanghe del PRG di Domodossola, sulla scorta di quanto individuato dalle apposite "Relazioni Nivologiche" del 2004 e del 2023, a supporto delle aree sciabili del Lusentino, evidenzia la presenza di un dissesto valanghivo che, dal Moncucco, interessa l'area sciabile di Alpe Lusentino – Domobianca, coinvolgendo sia il territorio di Montescheno che quello Domodossola: tale dissesto, dovrà confluire nel quadro del dissesto del Comune di Montescheno, con la prossima revisione del PRG;
- ✓ Classificazione di Sintesi: i territori comunali di Domodossola e Montescheno, nella porzione montana ove risultano confinanti, sono entrambi ascritti interamente alla Classe IIIA.

7. RIFERIMENTI ALLE MISURE DI PREVENZIONE RAPPRESENTATE DAL PROGETTO DI PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.) E DA ARCHIVI CARTOGRAFICI ESISTENTI

7.1 Aspetti generali

La nuova zonizzazione geologia del territorio comunale, elaborata a seguito dell'analisi geologica sviluppata secondo le direttive della Circ. P.G.R. n. 7/LAP dell'08.05.1996 *(Specifiche tecniche per l'elaborazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici)* e relativa N.T.E 1999, si pone, necessariamente, a confronto con i contenuti del Progetto di Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del Bacino del Po (adottato preliminarmente con Deliberazione del Comitato Istituzionale n.1 del 11/05/1999 e successivamente con Deliberazione n. 18 del 26-04-2001, approvato con D.P.C.M. 24/05/01, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell'8/8/2001), successivamente integrato con i contenuti del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), con deliberazione n. 5 del 17 dicembre 2015, oltre che con tutte le altre situazioni di dissesto, evidenziate dai vari archivi cartografici nazionali (Progetto IFFI e Progetto Speciale AVI).

Il quadro del dissesto proposto con la Variante Strutturale 2 al PRG, una volta condiviso ed approvato, comporterà l'aggiornamento degli elaborati cartografici del PAI, secondo quanto previsto dal D.L. 16 luglio 2020, n. 76 (convertito con modificazioni nella legge 11 settembre 2020, n. 120), nonché a quanto previsto con la Deliberazione n. 6/2021 del 20-12-2021 della Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di Bacino Distrettuale del F. Po, "*Disposizioni per lo svolgimento delle procedure di approvazione di aggiornamenti di elaborati cartografici dei PAI vigenti nel Distretto conseguenti all'entrata in vigore dell'art. 54 del D.L. 16 luglio 2020, n. 76 e conferimento di delega al Segretario Generale per l'adozione di un Regolamento recante* "*Disciplina delle procedure di aggiornamento degli elaborati cartografici dei PAI e delle Mappe della pericolosità e del Rischio di Alluvione del PGRA vigenti nel Distretto idrografico del fiume Po e per correzione di errori materiali".*

7.2 Confronto con la cartografia P.A.I. – Fasce Fluviali

Sulla Gazzetta Ufficiale dell'8/8/2001, è stato pubblicato il D.P.C.M. 24/05/2001, con cui si approvano le modifiche al Progetto di P.A.I., adottate dall'Autorità di bacino del F. Po, con delibera n. 18/01 del 26 aprile 2001; tali modifiche riguardavano, tra l'altro, la ridefinizione dei limiti tra la fascia A e la fascia B.

Successivamente, a seguito degli "*Studi di fattibilità della sistemazione Idraulica – Fiume Toce nel tratto da Masera alla foce*", erano scaturite ulteriori proposte di modifica delle Fasce Fluviali; tali modifiche, avevano portato all'adozione, da parte del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino, dapprima di un "*Progetto di Variante del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Variante delle Fasce Fluviali del F. Toce e dell'Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici*", con delibera n. 12 del 31 luglio 2003, e quindi

alla successiva adozione della "*Variante del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Variante delle Fasce Fluviali del F. Toce*", con delibera n. 15 del 5 ottobre 2004.

Tale Variante era stata approvata con D.P.C.M. del 10/12/2004, successivamente pubblicato sulla G.U. n. 28 del 04/02/2005; all'interno del Territorio di Domodossola, l'andamento dei limiti delle Fasce Fluviali, da Nord a Sud, è così strutturato:

- il limite esterno della Fascia B naturale (coincidente con il limite esterno della Fascia A) è posizionato lungo gli argini spondali esistenti del F. Toce; in prossimità del confine meridionale del territorio comunale, solo il limite esterno della Fascia A coincide con tali argini, mentre il limite della Fascia B si posiziona lungo il retrostante rilevato stradale della S.S. n. 33;
- il limite esterno della fascia C, a partire dalla foce del T. Bogna e fino al ponte della Mizzoccola, si sviluppa a brevissima distanza dal limite delle Fasce A e B, seguendo l'andamento delle aree depresse retrostanti le arginature spondali del F. Toce; a Sud del ponte della Mizzoccola, il limite della Fascia C si allontana progressivamente dalla sponda del F. Toce, attraversando in diagonale le Regioni Badulerio, Nosere, Polveriera e Boschetto, fino ad attestarsi, in corrispondenza del confine comunale con Villadossola, lungo il rilevato della S.P. n. 166.

Vengono presentati in allegato gli estratti della Cartografia PAI relativi alle modifiche delle Fasce Fluviali (Foglio 051, Sezz. I – Domodossola, e II – Villadossola"), introdotte con la Variante approvata con D.P.C.M. del 10/12/2004.

Le uniche modifiche introdotte all'andamento delle Fasce Fluviali così adottate, sono esterne al territorio comunale di Domodossola: a seguito della presa d'atto del collaudo delle opere realizzate dall'ANAS lungo il rilevato stradale della S.S. n. 33 del Sempione, nella tratta ricadente in territorio di Masera, con Decreto n. 151/2012 del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino del F. Po, il "limite di progetto tra Fascia B e Fascia C" è stato trasformato in "limite tra la Fascia B e la Fascia C".

All'interno delle aree classificate pericolose dal Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI); si applicano le Norme di Attuazione del PAI, con riferimento a quanto indicato dagli art. 29, 30, 31, 39, 57, 58, 59, 60.

7.3 Confronto con le Mappe di Pericolosità della Direttiva Alluvioni

In data 14/12/2015, con D.G.R. n. 8-2588, la Regione provvedeva a prendere atto del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) relativo al distretto idrografico del fiume Po, approvato in linea tecnica dal Comitato Tecnico dell'Autorità di bacino del Po nella seduta del 10 dicembre 2015 e successivamente approvato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del Po con deliberazione n. 2 nella seduta del 03/03/2016.

Con la suddetta deliberazione si è ribadito che il PGRA contiene la mappatura della pericolosità e del rischio, che integra il quadro conoscitivo del PAI, associando alle aree allagabili a differente pericolosità individuate nelle Mappe, una idonea normativa d'uso; l'Autorità di Bacino ha pertanto adottato, con deliberazione n. 5 del 17 dicembre 2015, il "*Progetto di Variante al PAI – Integrazioni all'Elaborato 7 (Norme di Attuazione)*", finalizzato al coordinamento tra il PAI e il PGRA.

Successivamente, con D.G.R. n. 25-7286 del 30-07-2018, la Regione Piemonte ha emesso le "*Disposizioni regionali riguardanti l'attuazione del Piano di gestione rischio alluvioni (PGRA) nel settore urbanistico (art. 58 Norme di Attuazione PAI, integrate dal Titolo V), le attività per i Comuni non ancora adeguati al PAI e l'aggiornamento del quadro del dissesto a seguito di eventi calamitosi*".

In ottemperanza ai disposti della citata D.G.R. 25-7286/2018 del 30-07-2018 e della successiva D.G.R. 17-7911 del 23-11-2018, con specifico riferimento all'Allegato 1 - disposizioni attuative del PGRA, viene di seguito proposto un confronto analitico tra quadro del dissesto del P.R.G. vigente (approvato ed adeguato al PAI), quadro del dissesto aggiornato (proposto con la Variante Strutturale 2) e quanto riportato nelle Mappe della Pericolosità e di Rischio di Alluvione (ultimo aggiornamento).

In particolare, seguendo lo stesso schema riportato nell'Allegato 1 alla D.G.R. 25-7286/2018 ed alla D.G.R. 17-7911/2018, si possono fare le seguenti considerazioni, con riferimento alle mappe del PGRA aggiornate a dicembre 2025, come pubblicate sul sito dell'Autorità di Bacino e sul Geoportale di ARPA Piemonte:

FASCE FLUVIALI ED AREE A PERICOLOSITÀ DI INONDAZIONE DEL PGRA

Obblighi introdotti dalla D.G.R. 25-7286/2018.

Secondo quanto riportato della D.G.R. 25-7286, Allegato 1, Cap. 2.1, le delimitazioni tra Fasce Fluviali del PAI ed Aree a Pericolosità di Inondazione, sono stati tracciati con criteri metodologici diversi e, pertanto, non vi è sempre corrispondenza tra queste, soprattutto tra Fascia A e "Scenario frequente H".

È obiettivo della Regione Piemonte pervenire gradualmente ad una corrispondenza tra Fasce Fluviali B e C e (rispettivamente) e scenari del PGRA "Poco frequenti – M" e "Rari – L", allargando le Fasce Fluviali laddove queste siano di estensione più ridotta; invece, laddove le aree di pericolosità sono di estensione inferiore, il loro adeguamento avverrà solo a seguito di Variante alle Fasce Fluviali, con definizione di nuovi modelli idraulici e nuova perimetrazione delle aree soggette ad esondazione.

La incongruenze tra Fasce Fluviali ed Aree Inondabili del PGRA, vanno verificate in occasione delle Varianti al Piano Regolatore e segnalate agli Uffici Regionali in fase di condivisione, facendo ricorso all'"*elemento fisico rilevabile alla scala di maggior dettaglio*" o tramite studi idraulici (questi ultimi nel caso di differenze sostanziali).

"*Qualora si accerti che le aree di pericolosità del reticolo idrografico principale, desunte dagli studi effettuati dal Comune, siano differenti da quelle riportate nelle mappe del PGRA, la proposta di modifica condivisa nella fase di formazione della Variante, porterà alla modifica delle mappe della*

pericolosità e del rischio a cura degli uffici regionali, previo parere dell'Autorità di Bacino Distrettuale del fiume Po".

In attesa della condivisione del nuovo quadro del dissesto, si applicano le seguenti disposizioni transitorie:

- *Qualora vi sia corrispondenza tra le fasce fluviali A e B e le aree di pericolosità H e M individuate nelle mappe del PGRA, il Comune continua ad applicare le disposizioni del Titolo II delle norme di attuazione del PAI. Qualora vi sia corrispondenza tra le fasce fluviali C e le aree di pericolosità L … compete agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica regolamentare le attività consentite*
- *Qualora non vi sia corrispondenza tra le fasce fluviali A e B e gli ambiti di pericolosità H e M individuati nelle mappe del PGRA e laddove questi ultimi risultino più ampi rispetto alla "corrispettiva" fascia fluviale (area H > fascia A, area M > fascia B), nonché nei casi in cui la fascia C sia interessata da aree di pericolosità H o M:*
  a) *se il PRG è adeguato al PAI e la norma ivi contenuta relativa alla classificazione di sintesi, è coerente con quella della Variante - Titolo V - si applicano le norme contenute nel piano regolatore, pertanto, i permessi di costruire o atti equivalenti possono essere rilasciati previa attestazione di tale coerenza da parte del professionista incaricato*;
  b) se il PRG è adeguato al PAI e la norma ivi contenuta relativa alla classificazione di sintesi, non è coerente con quella della Variante - Titolo V - i permessi di costruire o atti equivalenti possono essere rilasciati previa valutazione della compatibilità dell'intervento con le condizioni di pericolosità evidenziate nelle Mappe del PGRA, effettuata a cura del richiedente, sulla base di idonea documentazione tecnica;

<u>Confronto tra Fasce Fluviali, PGRA e quadro del dissesto del PRG vigente / proposto.</u>

Per quanto riguarda l'andamento delle Fasce Fluviali, questo è stato richiamato al capitolo 8.2.

1. Il limite esterno della Fascia Fluviale C, coincide sempre con il limite delle aree dello "scenario raro – L" del PGRA per il Reticolo Principale fasciato.
   Si sottolinea fin d'ora come, in tutta la porzione di territorio posta a Sud del P.te della Mizzoccola e ricadente all'interno della "Fascia C" del PAI ("scenario raro – L"), il quadro del dissesto proposto dalla Variante al PRGC, segnala anche dissesti areali a pericolosità moderata EmA, legati al reticolo idrografico minore; tali dissesti sono compatibili con il grado di pericolosità legato allo "Scenario raro L"; l'andamento areale delle aree EmA, essendo legate alla sola attività del reticolo idrico minore, presenta ovviamente un'estensione minore rispetto allo "Scenario L" del Reticolo Principale Fasciato, ed è stato tracciato applicando il criterio dell'"*elemento fisico rilevabile alla scala di maggior dettaglio*" (ad esempio escludendo i settori e le porzioni di territorio riquotate antropicamente quali aree artigianali, rilevati stradali e ferroviari, ecc.); le NTA del PRGC sono coerenti con le NTA del PAI.

2. Lungo tutta la sponda destra del F. Toce, fino all'altezza delle Regioni Boschetto / Siberia, al margine Sud-orientale del territorio comunale, il limite esterno della Fascia Fluviale B, coincide con quello della Fascia A, ed a loro volta coincidono con il limite delle aree a "scenario frequente – H" del PGRA; detti limiti coincidono con le arginature esistenti.
3. Vi è una evidente discrasia tra Fasce Fluviali e scenari del PGRA, all'altezza della Regione Siberia, al margine Sud-orientale del territorio comunale; le aree comprese tra la sponda destra del F. Toce ed il rilevato della S.S. n. 33, ricadono in parte nella Fascia Fluviale B ed in parte nella Fascia A; il PGRA assegna alle suddette aree, rispettivamente, una "pericolosità scarsa – L" e "pericolosità media –M".

   L'analisi dell'elemento fisico rilevabile alla scala di maggior dettaglio (opere di difesa idraulica e rilevato antropico), sembrano confermare l'andamento degli scenari PGRA; in assenza di specifici studi idraulici, la classificazione di sintesi proposta dalla Variante al PRGC, prende atto di entrambe le perimetrazioni e, dal punto di vista dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica, assegna tutte le aree in esame alla Classe IIIA, quindi risulta in ogni caso coerente con la normativa sovraordinata.

Come ulteriore confronto, inoltre, si è provveduto a verificare le differenze tra i contenuti delle Carte di Pericolosità da Alluvione del PGRA, relativamente agli Scenari di alluvione del **sessennio 2021-2027**, e quelli previsti con il **sessennio 2027-2033** (laddove le modifiche, per il territorio dell'Ossola, interessano solo il Reticolo Principale Fasciato, ovvero il F. Toce): nell'estratto cartografico di confronto, sui può apprezzare come, per il Comune di Domodossola, le proposte degli scenari di alluvione che entreranno in vigore nel 2027, eliminano lo scenario L – raro, nella piana alluvionale in destra idrografica del F. Toce, di fatto riducendo il (comunque basso) grado di pericolosità del PGRA Vigente.

RETICOLO IDROGRAFICO SECONDARIO

In base alle disposizioni delle DD.G.R. 25-7286/2018 e 17-7911/2018, Allegato 1, Cap. 2.2:

"*a. Qualora il comune abbia provveduto all'adeguamento del proprio piano regolatore al PAI e gli scenari di pericolosità contenuti nelle mappe del PGRA descrivano una situazione coerente a quella del PRG, valgono le norme di uso del suolo dettate dal piano regolatore stesso, tenendo conto della seguente decodifica riguardante il reticolo idrografico:*

a.1. aree Ee (pericolosità molto elevata) del PAI = aree H (scenario frequente) delle mappe di pericolosità del PGRA;

a.2. aree Eb (pericolosità elevata) del PAI = aree M (scenario poco frequente) delle mappe di pericolosità del PGRA;

a.3. aree Em (pericolosità media-moderata) del PAI = aree L (scenario raro) delle mappe di pericolosità del PGRA.

b. Qualora il comune abbia il proprio piano regolatore adeguato al PAI, ma gli scenari di pericolosità contenuti nelle mappe del PGRA descrivono una situazione più gravosa, derivante da più recenti eventi alluvionali o da nuovi studi d'asta, il Comune è tenuto ad aggiornare il quadro del dissesto del proprio strumento urbanistico tenendo conto delle nuove conoscenze. Fino a tale aggiornamento si applicano al quadro del dissesto individuato dalle Mappe della Pericolosità del PGRA le limitazioni di cui all'art. 9 commi 5, 6 e 6bis del PAI, secondo le decodifiche di cui alla precedente lettera a."

Per quanto riguarda gli alvei dei corsi d'acqua, costituenti il Reticolo Secondario gli elaborati geologici del PRG vigente, lungo le aste montane del Rio Deseno, T. Bogna e Rio Anzuno, individuano tronchi di corsi d'acqua caratterizzati da processi di dissesto lineare Ee; il PGRA descrive una situazione sostanzialmente coerente a quella proposta dal PRG e non individua elementi areali lungo tali corsi d'acqua montani.

Lo studio geologico di supporto alla Variante Strutturale 2, assegna una pericolosità areale Ee agli alvei di tali corsi d'acqua, laddove la base cartografica utilizzata, ha permesso di individuare dei fondovalle abbastanza larghi da consentire la delimitazione di areali, corrispondenti all'alveo ordinario / straordinario. Al termine del confronto con gli Uffici Regionali competenti, una volta raggiunta la condivisione del nuovo quadro del dissesto, diventerà base di aggiornamento per le mappe del PGRA, estendendo la pericolosità areale Ee lungo il T. Bogna, anche a monte dell'apice di conoide .

Per quanto riguarda le aree allagabili da parte del Reticolo Idrografico Secondario e minore, esterne alle Fasce Fluviali, il PRG individua i seguenti settori settori:

- ✓ Fasce di terreni lungo il canale del Rio Bacenetto, a pericolosità areale Em; tale scenario è coerente con quanto rappresentato dal PGRA che assegna a tali aree uno "scenario L - raro".

  La Variante Strutturale 2 al PRG, propone uno scenario di pericolosità areale Em, sostanzialmente simile a quello del PRG vigente, fatte salve talune limitate discrasie (ad es. una maggiore estensione delle aree Em in zona Nosere).
- ✓ Zona allagabile a pericolosità Em, per acque a bassa energia e modesti tiranti in Regione Siberia, a causa delle difficoltà di deflusso di taluni fossi di scolo; il PGRA non segnala nessun tipo di pericolosità legata al reticolo minore, sebbene l'intera area sia caratterizzata da uno scenario L per il Reticolo Principale
- ✓ Ampia fascia di terreni al piede del versante, in zona Boschetto / Gabi Valle, a pericolosità areale Em, oltre ad una modesta fascia di terreni, al confine comunale, esterna alla conoide del Rio Anzuno, a pericolosità Eb; il PGRA assegna a tali aree un grado di pericolosità perfettamente coerente con la suddetta classificazione.

  La Variante Strutturale 2, propone uno scenario di pericolosità areale Em ed Eb sostanzialmente identico a quello del PRG vigente, fatte salve talune limitatissime differenze, dovute alla diversa base cartografica utilizzata (catastale / BDTRE, invece della CTR).

AMBITI DI CONOIDE

In base alle disposizioni della D.G.R. 25-7286/2018, Allegato 1, Cap. 2.3, "*se gli elaborati tematici del PRG sono stati redatti sulla base della classificazione di pericolosità definita dalla legenda regionale (DGR n 64-7417/2014 - Allegato A, Parte II, Punto 3), le aree individuate dalle mappe di pericolosità derivano da quelle del PRG, codificate come segue:*

CAe1 = H

CAe2 = M

CAb1 = H

CAb2 = M

CAm1 = M

CAm2 = M o L (a seconda se siano stati definiti in classe di pericolosità geomorfologica III o II nella "Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica" del PRG)

CS = L

Laddove permangano ancora delle discrepanze tra il quadro del dissesto del Piano Regolatore approvato e la mappatura della pericolosità del PGRA, si applicano comunque le Norme del Piano Regolatore".

Conoide del Rio Deseno

Nella zona di conoide del Rio Deseno, le Mappe del PGRA riportano aree con "probabilità di alluvioni elevata (Tr. 20/50) – Scenario H" e "probabilità di alluvioni media (Tr. 100/200) – Scenario M".

Il PRG vigente (esternamente all'alveo ordinario del corso d'acqua, classificato a pericolosità molto elevata EeA) classifica la conoide in settori a pericolosità molto elevata CAe (2) ed elevata Cab (2), ovverosia da intendersi come "Scenario M" del PGRA, in base alle citate Disposizioni.

Il quadro del dissesto proposto con la Variante Strutturale 2 al PRG, prevede una limitata ridefinizione nell'estensione degli areali CAe2 e CAb2, sempre corrispondente allo "Scenario M" del PGRA.

Conoide del T. Bogna

La cartografia del PRG vigente classifica l'intera porzione medio-apicale della conoide del T. Bogna (esternamente all'alveo ordinario / straordinario del corso d'acqua), in settori a pericolosità elevata CAb e medio-moderata CAm, specificando in relazione che sono protetti da opere di difesa (ovvero "CAb2" e "CAm2"); la porzione medio-distale del conoide, era stata classificata "CS".

L'intero conoide del T. Bogna, è protetto da una serie di imponenti opere di difesa e regimazione idraulica longitudinali e trasversali, riportate nella carta delle opere idrauliche, la cui efficacia nella riduzione del rischio è stata verificata e certificata da diversi studi idraulici, illustrati negli stessi elaborati geologici del PRG vigente.

Il quadro del dissesto, proposto dagli elaborati geologici della Variante Strutturale 2 in oggetto, riprende ed aggiorna (cautelativamente) il quadro del PRG vigente:

- la classificazione a pericolosità CAe2 viene mantenuta per taluni ridotti settori, a monte del ponte di Mocogna,
- l'intera porzione apicale e mediana del conoide in destra idrografica, viene confermata come CAb2 e CAm2;
- la porzione medio-distale del conoide, viene riclassificata da "CS" a "Cam2", con grado di pericolosità effettivo via via in diminuzione.

All'interno dell'area CAm2, inoltre, la porzione prossima all'area CAb2, è stata ascritta alla Sottoclasse IIIB2 di pericolosità geomorfologica ed idoneità all'utilizzazione urbanistica, mentre la rimanente parte del settore di conoide CAm2, è stata ascritta alla Classe II.

Le mappe del PGRA, pubblicate sul sito dell'Autorità di Bacino del F. Po (agg. dicembre 2025), riportano i seguenti Scenari, apparentemente basati sugli elementi di analisi e di sintesi del PRG vigente, con le seguenti corrispondenze areali al quadro del dissesto, proposto con le nuove analisi di dettaglio:

- Settore apicale di conoide: Scenario H "probabilità elevata" (coincide con l'alveo attivo EeA, e con l'apice di conoide classificato CAe(2) – **la porzione di conoide CAe2 dovrebbe corrispondere ad uno scenario M, come da codifica della D.G.R. 25-7286/2018)**;
- Scenario M "probabilità media": comprende le aree CAb2, e parte delle aree CAm2, ascritte alla Classe IIIB2 – **tali corrispondenze sono in sintonia con le codifiche della D.G.R. 25-7286/2018**);
- Scenario L "probabilità scarsa"; comprende le aree CAm2, quasi interamente ascritte alla Classe II, e delle minime porzioni ascritte alla Classe IIIB2 – **le sole ridotte porzioni in Classe IIIB2, dovrebbero essere ricomprese nello scenario M, come da codifica della D.G.R. 25-7286/2018**;

Vi è, pertanto, una parziale discrasia tra PGRA e quadro del dissesto scaturito dalle analisi di dettaglio della Variante Strutturale 2 in esame, che si auspica vengano corrette; in base alle citate disposizioni della D.G.R. 25-7286/2018, Allegato 1, Cap. 2.3, la corrispondenza dovrebbe essere la seguente:

- Conoide CAe2 e CAb2: Scenario M "probabilità media";
- Conoide CAm2, Classe III: Scenario M "probabilità media";
- Conoide CAm2, Classe II: Scenario L "probabilità rara

Conoidi minori afferenti al Rio Bacenetto

Si tratta di tre conoidi minori, classificate dal PRG vigente in settori a pericolosità elevata CAb2 e medio-moderata Cam2, rispettivamente nei settori apicali e medio-distali.

Il quadro del dissesto proposto con la Variante Strutturale 2 al PRG, a seguito dell'applicazione del metodo di Aulitzky e dell'esecuzione di verifiche idrauliche, prevede una ridefinizione della classificazione dei conoidi, che vengono interamente ascritti alla pericolosità CAm2.

Le Mappe del PGRA riportano, per tutte e tre le conoidi, Scenari H "Probabilità elevata" e Scenari M "probabilità media".

Analogamente alla conoide del T. Bogna, anche in questo caso vi sono discrasie tra il quadro del dissesto del Piano Regolatore vigente / Variante Strutturale 2 e la mappatura della pericolosità del PGRA, in quanto le classificazioni di pericolosità e di sintesi, corrisponderebbero allo scenario M (Conoide CAm2, Classe di idoneità III).

Conoide del Rio Anzuno

Il PRG vigente classifica la conoide in settori a pericolosità molto elevata CAe2, elevata Cab2 e medio-moderata CAm2 (nella Relazione Geologica Generale, era specificato che il conoide è protetto da opere di difesa, mentre in carta non era stata riportata la dicitura "2"); il quadro del dissesto proposto con la Variante Strutturale 2, prevede una semplice, ridotta ridefinizione nell'estensione degli areali CAe2 e CAb2, mantenendo inalterata l'estensione delle porzioni classificate CAm2 (le quali sono ascritte dal PRG vigente alla Classe II di pericolosità geomorfologica ed idoneità all'utilizzazione urbanistica).

Le Mappe del PGRA, nell'ambito del territorio comunale di Domodossola, assegnano uno "Scenario H", alla porzione apicale e medio-apicale (in sinistra idrografica) del conoide; l'intera porzione mediana del conoide è classificata con uno scenario "M", mentre taluni settori distali sono ascritti allo scenario "L"; l'estensione delle aree allagabili del PGRA, come riportata sul geoportale di ARPA Piemonte, non ha ancora recepito tali scenari.

Gli approfondimenti di analisi, condotti a supporto della Variante Strutturale 2 al PRG, hanno portato ad una locale ridefinizione dei risultati ottenuti con l'applicazione del metodo di Aulitzky;

In base alle citate disposizioni della D.G.R. 25-7286/2018, Allegato 1, Cap. 2.3, ai fini dell'applicazione della normativa del PGRA, la codifica del quadro del dissesto proposto con la Variante Strutturale 2, dovrebbe essere la seguente:

- l'intera conoide classificata CAe2 e CAb2, deve essere considerata come "Scenario M";
- i due settori classificati CAm2, interamente ascritti alla Classe di idoneità II, corrispondono allo "Scenario L".

7.4 Confronto con gli archivi storici e cartografici esistenti

È stata analizzata la seguente documentazione:

Schede della BANCA DATI GEOLOGICA REGIONALE (Regione Piemonte -Settore Prevenzione del Rischio Meteorologico e Sismico), che costituiscono il catalogo storico degli effetti e dei danni indotti da fenomeni di instabilità naturale.

Il PROGETTO IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), promosso dal Comitato dei Ministri per la Difesa del Suolo (ex Legge 183/89) con l'obiettivo di accrescere la conoscenza in tale ambito sull'intero territorio nazionale. Per il territorio piemontese, il progetto è stato realizzato da Arpa Piemonte, con la partecipazione delle Province, del CNR e delle Università coinvolte nelle attività del Progetto di Cartografia Geologica – CARG; la prima parte del progetto è terminata nel febbraio 2004, cui ha fatto seguito un primo, parziale aggiornamento delle informazioni nell'agosto 2005, nell'ambito dell'attività ordinaria di Arpa Piemonte.

Tutte le informazioni rilevate sono state raccolte in un sistema informativo appositamente sviluppato dall'APAT (ex Servizio Geologico Nazionale), costituito da informazioni alfanumeriche dalle frane, con gestione delle informazioni geografiche in ambiente GIS.

Il PROGETTO SPECIALE AVI (Aree Vulnerate Italiane) fu commissionato nel 1989 dal Ministro per il Coordinamento della Protezione Civile al Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), allo scopo di realizzare un censimento delle aree colpite da frane e da inondazioni per il periodo 1918-1990. Il censimento, condotto mediante consultazione di quotidiani locali, è stato successivamente esteso al periodo 1991-1994 (è tuttora in fase di realizzazione una nuova carta sinottica, relativa al periodo 1918-1994). Tutte le notizie censite sono andate a costituire un archivio digitale contenente oltre 17.000 informazioni relative a frane ed oltre 7000 informazioni relative ad inondazioni.

Trattandosi di informazioni derivanti da vecchie documentazioni, concessioni di finanziamenti per interventi di riassetto, segnalazioni dei Comuni o dal censimento di quotidiani dell'epoca, queste informazioni rivestono un interesse anche di carattere storico e, pertanto, sono state ampiamente analizzate e commentate, all'interno dell'Elab. GEO 10 - Ricerca Storica, a cui si rimanda per i necessari approfondimenti in merito.

AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME PO

PARMA

Variante del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)
Fiume Toce

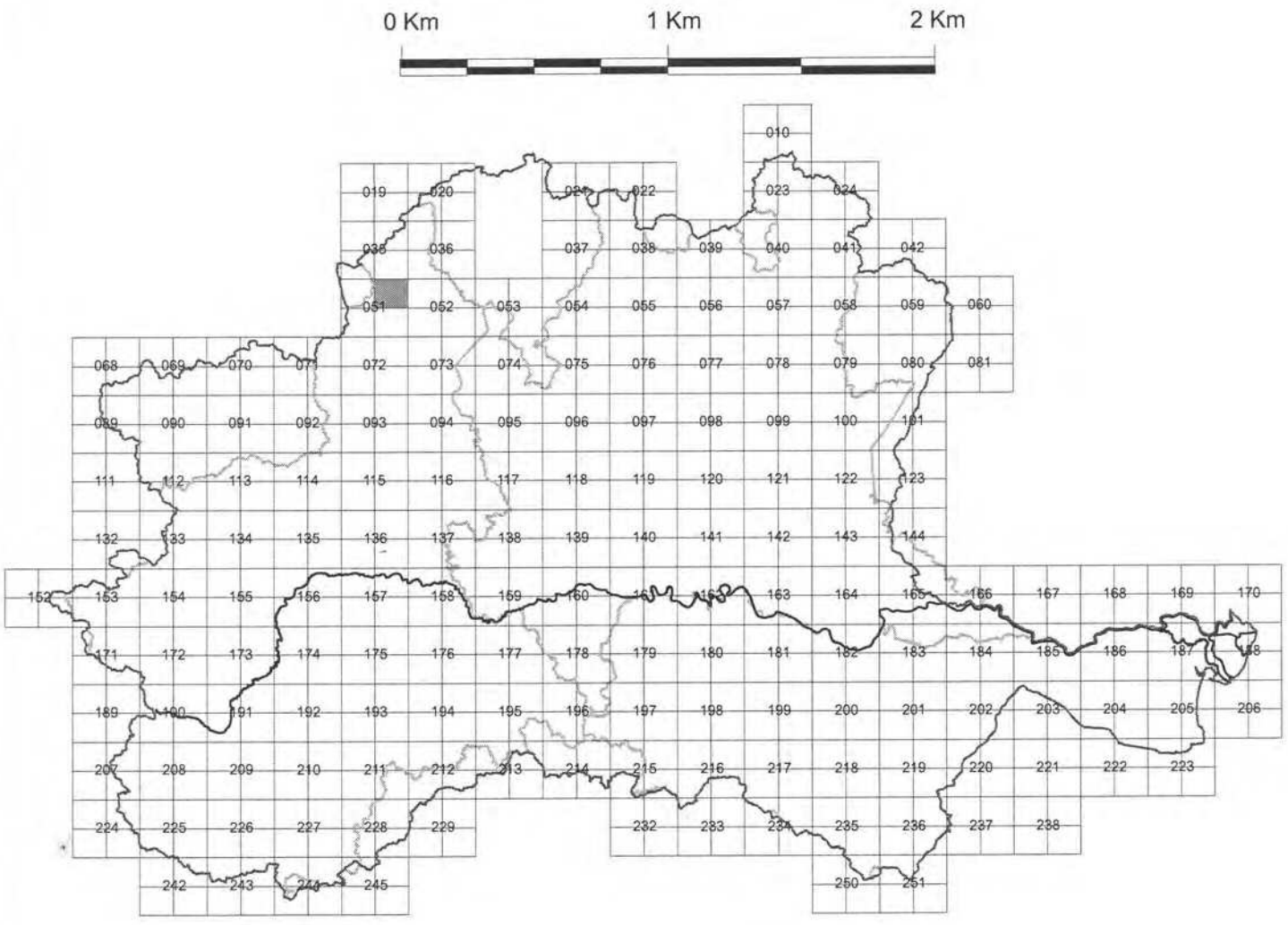
Interventi sulla rete idrografica e sui versanti

Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6-ter

Tavole di delimitazione delle fasce fluviali

FOGLIO 051 SEZ. I - Domodossola
TOCE - 05

Scala 1:25.000



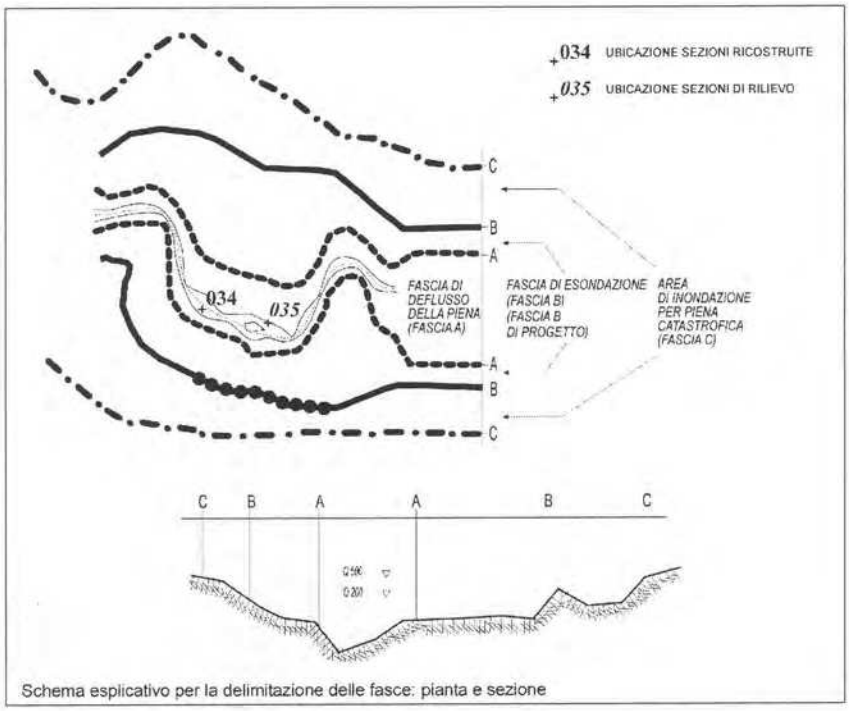
LEGENDA

Delimitazione delle fasce fluviali relative al " Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) "

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

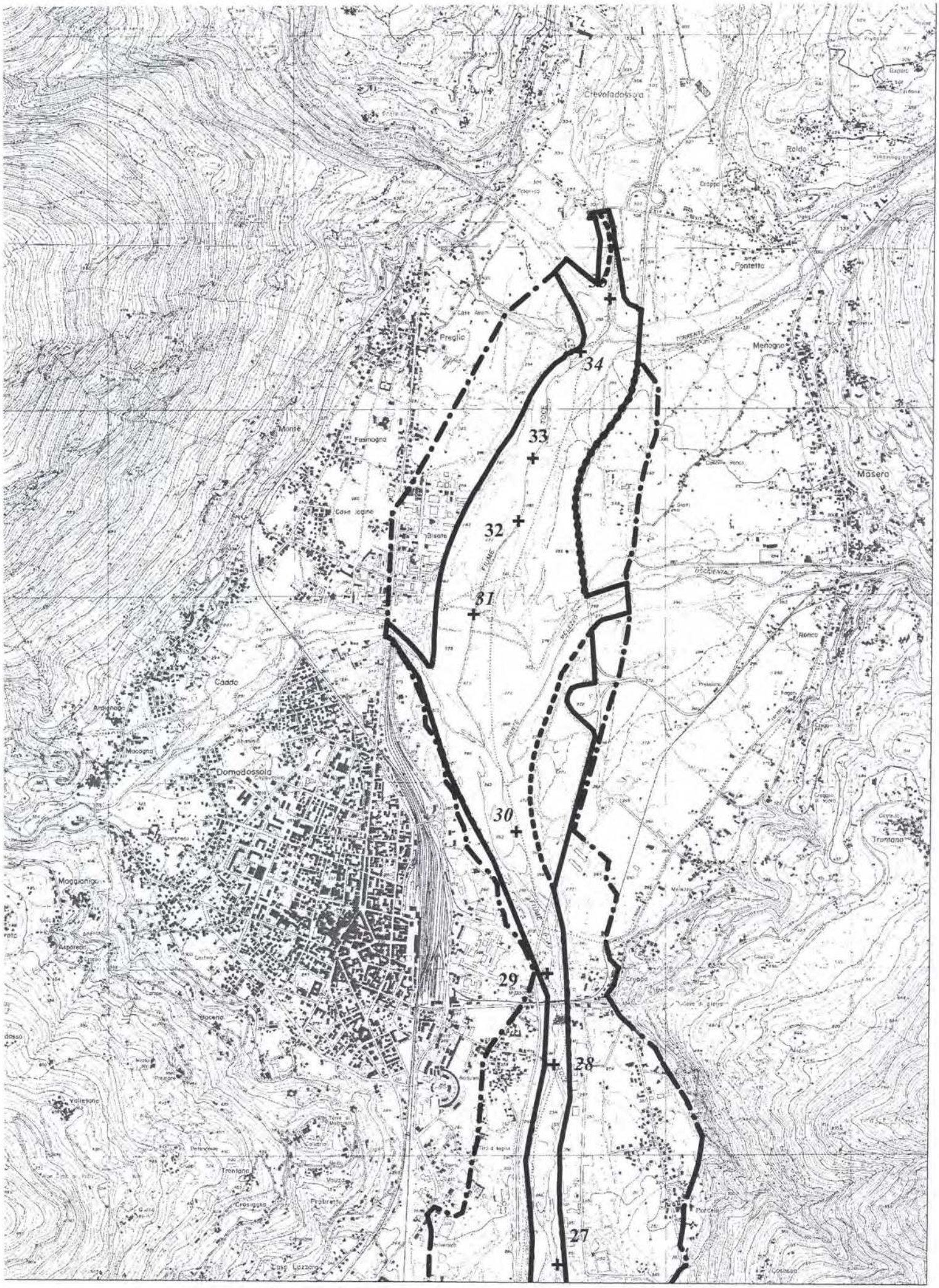
Elementi conoscitivi

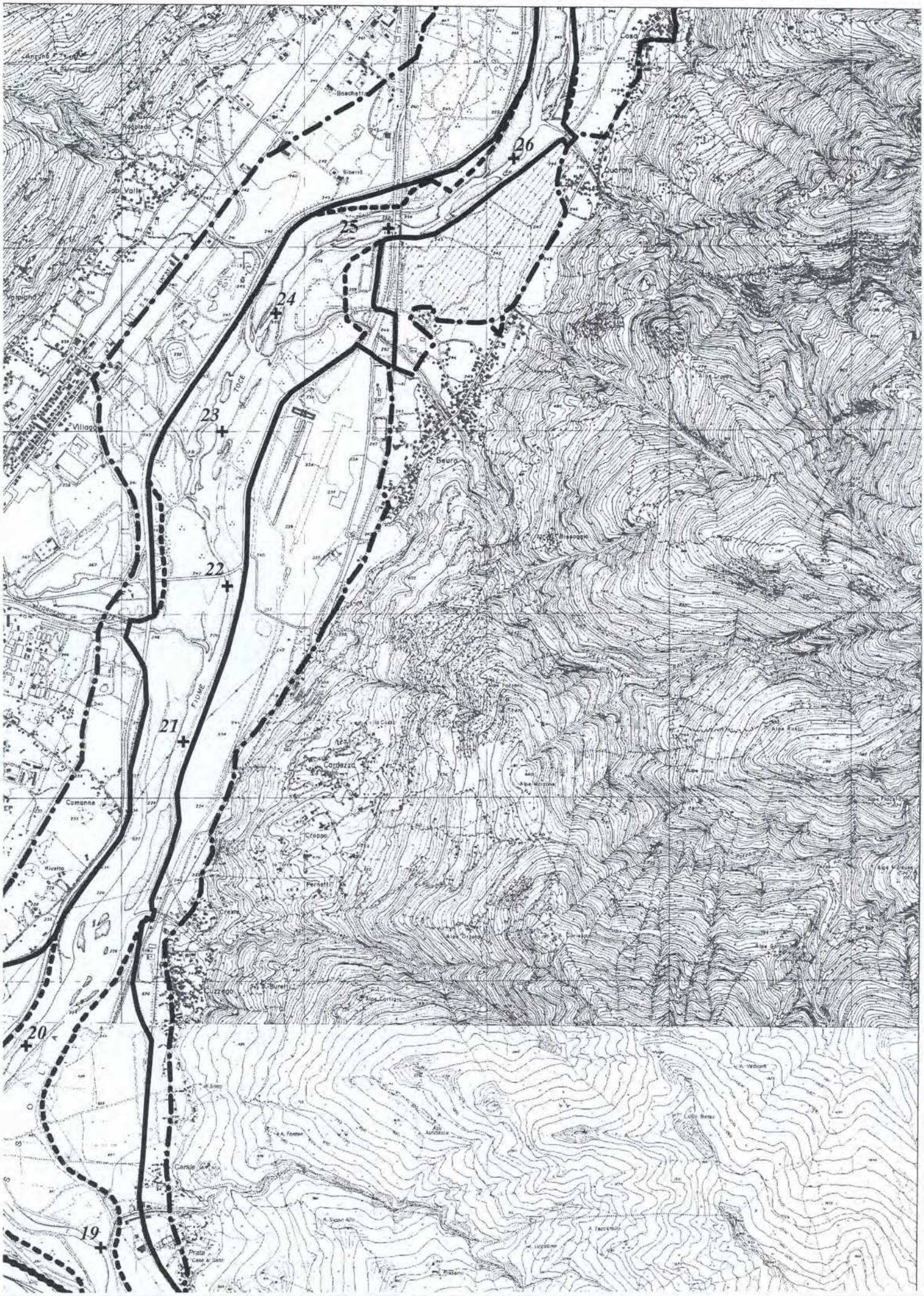
	area inondabile



Schema esplicativo per la delimitazione delle fasce: pianta e sezione

(*) il limite è individuato dal bordo interno del graficismo


Crevoladossola
Preglio
Fisinogno
Casa Jogino
Bisate
Caddo
Domodossola
Moccagno
Masera
Ronco
Trontano
Maggiorigo
Asparedo
Vallesano
Crosiggio
Frabretto
Vezzo
Prarolo
Cossogno
34
33
32
31
30
29
28
27


26
25
24
23
22
21
20
19
TOCE
FIUME
Villaggio
Beura
Cardezza
Croppo
Cuzzego
Cosa
Quarna
Biesoggio
Camanna
Rivetto
Pernetti
Creana
Carnale
Prato
Case di Sotto

Autorità di bacino del fiume Po
Bacino di rilievo nazionale

AIPo

REGIONE PIEMONTE

Arpa Piemonte

Direttiva 2007/60 CE – D.Lgs 49/2010
Informazione e consultazione al pubblico

CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA ALLUVIONE

Scala 1:25.000

(Autorità di Bacino del F. Po: agg. 02-12-2025,
come pubblicato sul geoportale di ARPA Piemonte)

SCENARI DI ALLUVIONE:

Reticolo Principale fasciato

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

Reticolo Secondario

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

Tavola 051 NE

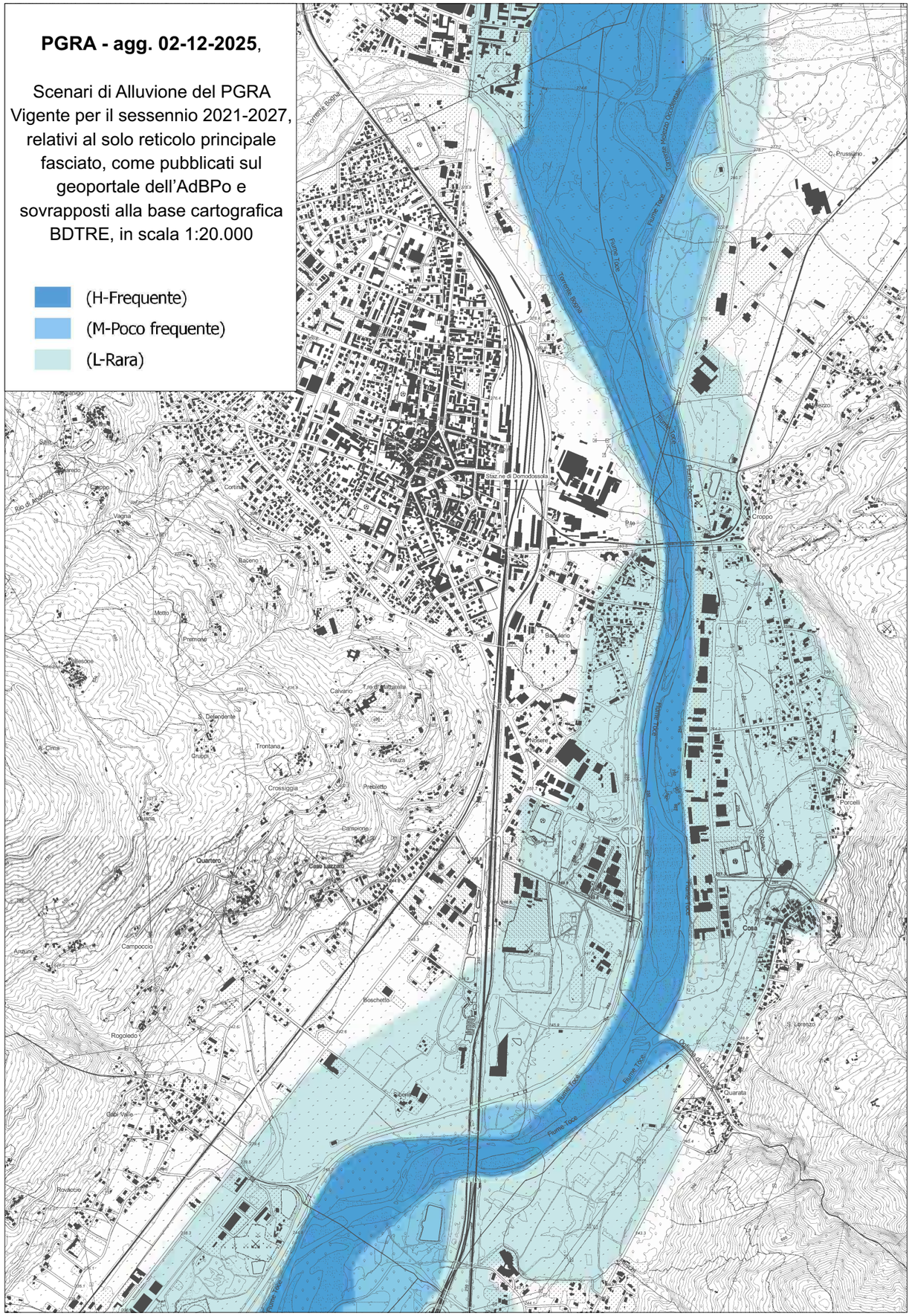
Tavola 051 SE

N

PGRA - agg. 02-12-2025,

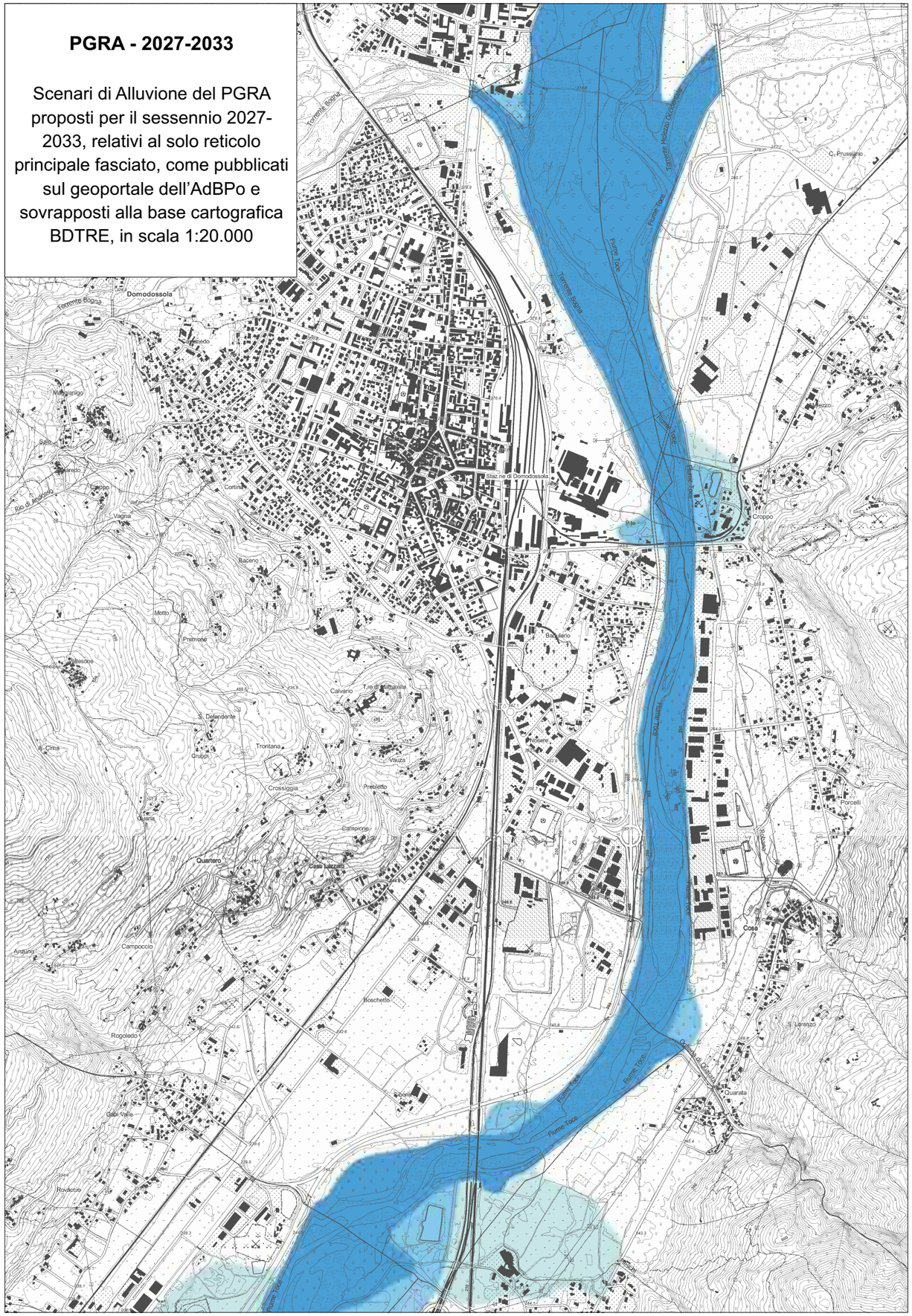
Scenari di Alluvione del PGRA Vigente per il sessennio 2021-2027, relativi al solo reticolo principale fasciato, come pubblicati sul geoportale dell'AdBPo e sovrapposti alla base cartografica BDTRE, in scala 1:20.000

- (H-Frequente)
- (M-Poco frequente)
- (L-Rara)



PGRA - 2027-2033

Scenari di Alluvione del PGRA proposti per il sessennio 2027-2033, relativi al solo reticolo principale fasciato, come pubblicati sul geoportale dell'AdBPo e sovrapposti alla base cartografica BDTRE, in scala 1:20.000



CONFRONTO, in scala 1:15.000

Tra Mappe PGRA (agg. dic. 2025)
e quadro del dissesto proposto
con la Variante Generale al PRG

N

Cae2
Cam2

Conoide con interventi di sistemazione:
Cae2, Cab2, Cam2 e CAm2(II) - quest'ultimo
con classificazione di sintesi in Classe II

Dissesti areali: pericolosità molto elevata EeA

Dissesti areali: pericolosità elevata EbA

Dissesti areali: pericolosità medio-moderata EmA

Limite tra Fascia A e Fascia B del PAI

Limite tra Fascia B e Fascia C del PAI

Limite esterno Fascia C del PAI

Mappe PGRA - Scenari di Alluvione

Reticolo Principale fasciato

Probabilità di alluvioni elevata (tr. 20/50) (H-Frequente)

Probabilità di alluvioni media (tr. 100/200) (M-Poco frequente)

Probabilità di alluvioni scarsa (tr. 500) (L-Rara)

Reticolo Secondario

Probabilità di alluvioni elevata (tr. 20/50) (H-Frequente)

Probabilità di alluvioni media (tr. 100/200) (M-Poco frequente)

Probabilità di alluvioni scarsa (tr. 500) (L-Rara)

SCENARI DI ALLUVIONE DEL PGRA (agg. dic. 2025)

CONOIDE DEL T. BOGNA E CONOIDE DEL RIO ANZUNO:
Confronto tra scenari consultabili sul sito dell'Autorità di Bacino del F. Po (versione ufficiale del PGRA)
e scenari riportati sul sito di ARPA Piemonte.

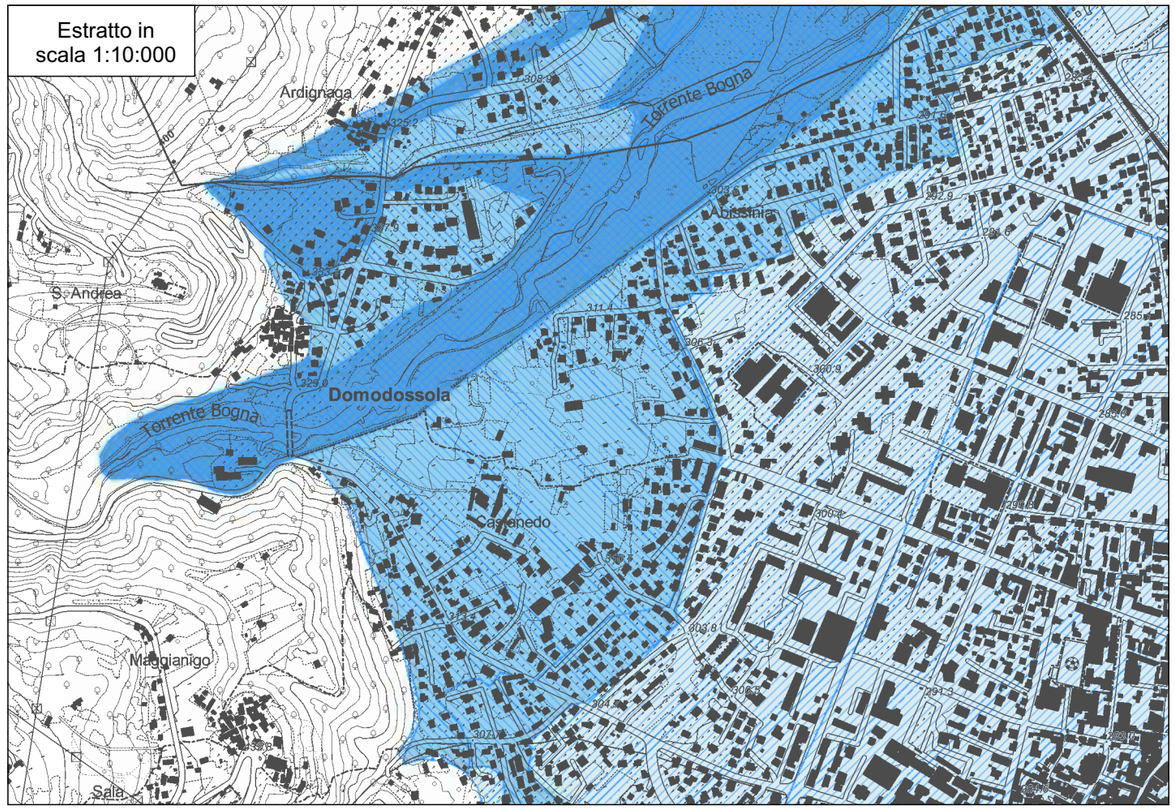
Pericolosità da Alluvione (riportato sul sito dell'AdBPo)

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

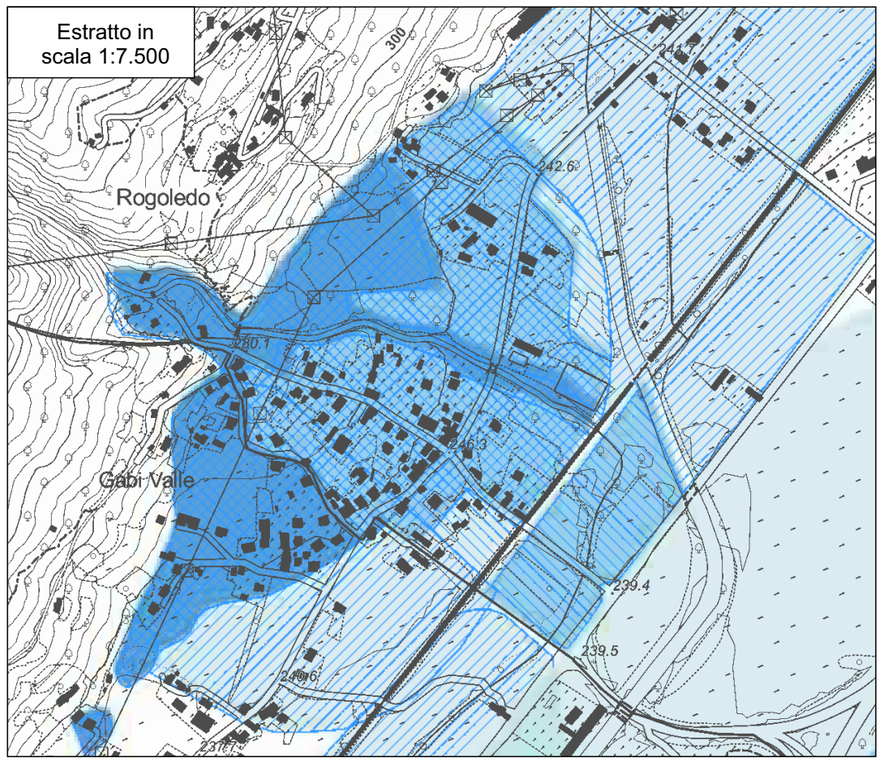
Pericolosità da Alluvione - Reticolo Secondario (riportato sul Geoportale ARPA)

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

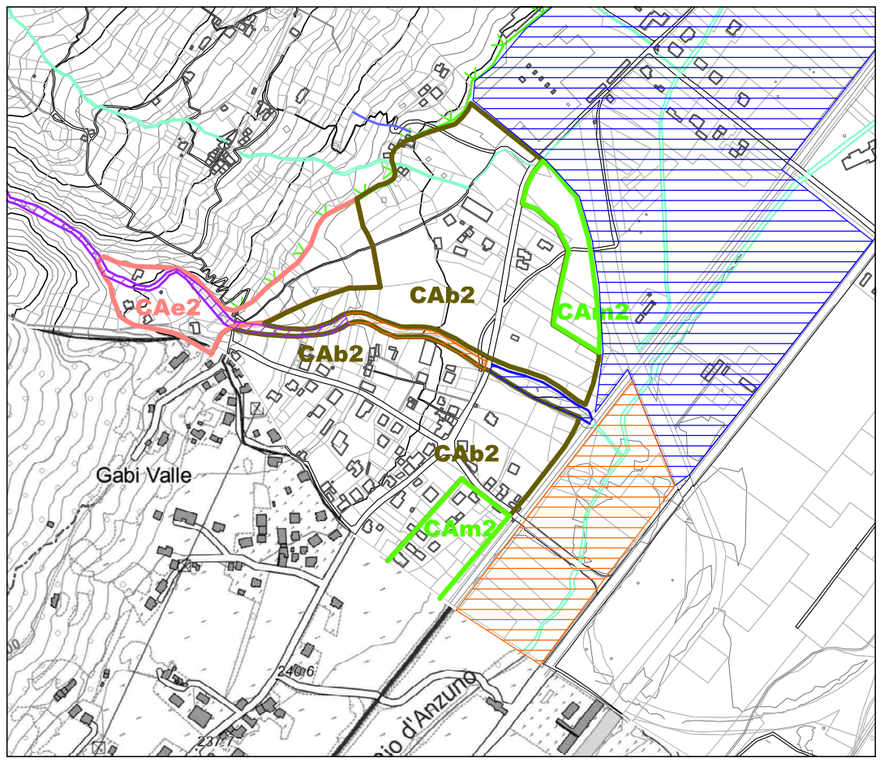
Conoide T. Bogna: Quanto riportato da ARPA Piemonte, ha recepito gli scenari pubblicati sul sito dell'AdBPo



Conoide Rio Anzuno: ARPA Piemonte, deve ancora recepire gli scenari pubblicati sul sito dell'AdBPo



Conoide Rio Anzuno: la classificazione di pericolosità proposta dalla Variante al PRG, è pressoché identica agli scenari pubblicati sul sito dell'AdBPo, differendo solo per l'estensione della conoide Cae, leggermente inferiore, scaturita a seguito di analisi di dettaglio (analisi morfometrica e revisione del metodo di Aulitzky)



8. NORMATIVA GEOLOGICO-TECNICA

In ottemperanza a quanto prescritto dalla Circolare del P.G.R. del 08-05-1996 n. 7/LAP e relativa *Nota Tecnica Esplicativa (dicembre 1999)*, il territorio comunale è stato suddiviso in tre classi di idoneità all'utilizzazione urbanistica (ed eventuali, relative, sottoclassi), a ciascuna delle quali corrisponde un'area specificamente vincolata.

Il presente capitolo riporta la normativa geologico-tecnica alla quale deve essere assoggettato qualunque intervento urbanistico o edilizio, previsto nell'ambito del territorio comunale, in ragione dell'appartenenza ad una delle diverse classi di idoneità all'utilizzazione urbanistica.

Per quanto riguarda i tipi di interventi urbanistici ammessi, trattasi di indicazioni che verranno definite dall'urbanista ed inserite nelle N.T.A., dove assumeranno carattere prescrittivo.

Vengono, inoltre, fissate le norme che definiscono e regolano le fasce di rispetto dei corsi d'acqua e delle risorse idropotabili.

Alla fine di questo capitolo verranno elencate, infine, le prescrizioni di carattere generale, valide per l'intero territorio comunale, indipendentemente dalla classe di appartenenza.

8.1 Definizioni e modalità esecutive delle indagini geologiche da sviluppare a supporto degli interventi urbanistici ammessi

I. Contestualmente alla presentazione della richiesta di rilascio del Permesso di Costruire per nuove costruzioni, il richiedente dovrà produrre dichiarazioni nelle quali professionisti abilitati in materia, a seguito di indagini geognostiche, geotecniche ed idrogeologiche, certifichino, in relazione alla natura del terreno interessato dalla costruzione e con riferimento al progetto delle strutture relative all'edificio ed alla sistemazione del terreno, il rigoroso rispetto delle condizioni di sicurezza.

II. Tale indagine, composta da una parte analitica e da una parte sintetica, dovrà includere un rilievo geologico-geomorfologico di campagna a scala operativa (1: 1.000 o 1: 500) e una relazione in cui si definiscano:

   a) le caratteristiche litologiche delle formazioni geologiche affioranti e la loro tendenza evolutiva dal punto di vista geologico-tecnico;

   b) la giacitura delle formazioni e del loro insieme, le loro condizioni di equilibrio in relazione agli interventi previsti;

   c) la valutazione qualitativa e quantitativa delle coperture dei materiali incoerenti o pseudocoerenti in piano ed in pendio e la stima delle loro condizioni di equilibrio;

   d) le caratteristiche idrogeologiche con individuazione delle eventuali falde, definizione del grado di permeabilità delle singole formazioni, localizzazione delle vie d'infiltrazione e delle linee di deflusso sotterraneo, definizione del reticolo idrografico superficiale ed, infine, valutazione delle portate di massima piena (tempi di ritorno di 100 e/o 200 anni) nel caso in cui l'intervento sia prossimo ad un corso d'acqua;

e) indicazioni sulle interazioni tra le opere da realizzarsi e quanto già esistente nelle aree circonvicine;

f) elaborati grafici e dati di calcolo relativi ai punti di cui sopra;

g) l'eventuale esistenza di terreni di riporto con caratteristiche geotecniche scadenti e, in caso positivo, le indicazioni sugli accorgimenti tecnici atti al superamento di tale problematica.

h) verifica degli aspetti sismici prescritti dal D.M. 17-01-2018 ed applicazione delle procedure di cui alle DD.GG.RR. n. 4-3084 del 12-12-2011 e n. 7-3340 del 03-02-2012 per gli interventi in Zona Sismica 3, con acquisizione della profondità del substrato (laddove possibile), caratterizzazione delle coltri di copertura e verifica all'eventuale presenza di terreni suscettibili di liquefazione.

Il Tecnico predisporrà le indagini che riterrà più opportune per l'elaborazione delle soluzioni progettuali.

III. Il committente titolare del Permesso di Costruire, i professionisti incaricati degli accertamenti geognostici e geotecnici, il progettista delle strutture relative al manufatto, il direttore e l'assuntore dei lavori sono responsabili, per quanto di rispettiva competenza, di ogni inosservanza sia delle norme generali di legge e di regolamento, sia delle modalità esecutive che siano fissate dal Permesso di Costruire.

IV. Nel caso che un fabbricato sia stato ascritto a differenti classi di idoneità, per ogni porzione di fabbricato si applicano le Norme della relativa Classe o Sottoclasse.

V. Tipi di Interventi Edilizi sul patrimonio edilizio esistente:

.Manutenzione Ordinaria = MO;

.Manutenzione Straordinaria = MS;

.Restauro e risanamento conservativo = RC;

.Ristrutturazione Edilizia = RE:

.Demolizione = D;

.Ampliamento con incremento volumetrico in senso orizzontale = A;

.Sopraelevazione con incremento volumetrico in senso verticale = S;

.Modifica di destinazione d'uso = MD;

VI Interventi Edilizi di nuova Costruzione:

.Nuova Costruzione di fabbricati a destinazione residenziale = NCr;

.Nuova Costruzione di fabbricati a destinazione produttiva secondaria, terziaria ed agricola = NCp;

.Nuova Costruzione di fabbricati accessori alla residenza = NCa1/NCa2;

.Nuova costruzione di infrastrutture/impianti e bar, chioschi/ristoro a servizio dell'Area sciabile e di sviluppo montano = NCi, NCpr

.Ristrutturazione Urbanistica = RU;

.Completamento = C.

8.2. Classe di idoneità I

Ai sensi della Circ. P.G.R. 7/LAP, la Classe I riguarda "*Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche: gli interventi sia pubblici che privati sono di norma consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 11 marzo 1988*" (laddove il D.M. 11.03.1988 si intende ora sostituito dal D.M. 17.01.2018).

Per le aree appartenenti a questa classe non sono stati messi in rilievo elementi di pericolosità geomorfologica od idrologica e non si prevedono limitazioni di carattere geoambientale per cui, nel rispetto ed in ottemperanza del D.M. 17.01.2018 "*Norme Tecniche per le Costruzioni*", e secondo la procedura definita al precedente paragrafo 8.1, sono ammessi tutti gli interventi di trasformazione edilizia tipo MO, MS, RC, RE, D, A, S, MD, NCr, NCp, NCa1, NCa2, NCi-NCpr, RU, C.

8.3. Classe di idoneità II

Ai sensi della Circ. P.G.R. 7/LAP, la classe II riguarda *"Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici esplicitati a livello di norme di attuazione ispirate al D.M. 11 marzo 1988* (D.M. 17.01.2018) *e realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante"*.

Per le aree ascritte alla Classe II si rende, quindi, necessario un approfondimento d'indagine di carattere idrogeologico o geologico-tecnico, sviluppato secondo le direttive del D.M. 17.01.2018 e secondo la procedura definita al precedente paragrafo 8.1, mirato all'individuazione, alla progettazione ed alla realizzazione degli interventi tecnici necessari ad annullare la situazione di moderata pericolosità geomorfologica ed a superare le limitazioni di carattere urbanistico.

Tutti gli interventi di trasformazione edilizia (MO, MS, RC, RE, D, A, S, MD, NCr, NCp, NCa1, NCa2, NCi, NCpr, RU, C) sono ammissibili ma, tranne i primi quattro tipi (MO, MS, RC, D), non ricadenti nell'ambito di applicazione del D.M. 17-01-2018, restano condizionati al rispetto delle norme tecniche indicate in questo paragrafo e definite attraverso l'approfondimento puntuale dell'indagine geologica.

Nel dettaglio l'indagine geologica di approfondimento deve avere le seguenti finalità, in funzione dell'agente morfologico presente nell'area in esame:

Aree mediamente acclivi, naturalmente stabili, potenzialmente soggette a problematiche di instabilità locale, legate a modifiche per la realizzazione di opere (Elab. Geo 4 – Tav. 3 "*Carta dell'Acclività*": Classe II, III, IV), in roccia o caratterizzate da depositi di copertura, le cui caratteristiche geotecniche possono essere localmente scadenti, per prevalenza delle frazioni fini.

Le relazioni geologiche e geotecniche dovranno analizzare la stabilità globale del versante, nello stato indotto dalla presenza delle opere in progetto, con verifiche condotte nelle condizioni potenzialmente più gravose (saturazione, sovraccarico, ecc.), individuando le opportune opere di difesa attiva o passiva,

necessarie ad annullare o minimizzare il pericolo, soprattutto in relazione all'eventuale presenza di fenomeni di ruscellamento concentrato, di circolazione di acque sotterranee e di terreni geotecnicamente scadenti; laddove venga verificata la presenza di scarpate acclivi di altezza significativa, per le nuove edificazioni si dovrà in ogni caso mantenere una congrua distanza dal ciglio della scarpata stessa.

In presenza di settori acclivi, la cui morfologia sia modellata da terrazzamenti, antropici, delimitati da ripe vegetate e/o contenuti da muri in pietrame, soprattutto se di altezza significativa, qualsiasi intervento edificatorio dovrà ricercare soluzioni tecniche finalizzate a minimizzare i movimenti terra (scavi e riporti), adattandosi il più possibile ai terrazzamenti esistenti e limitando la necessità di ricorrere a nuove opere di contenimento, in maniera da non alterare la situazione di stabilità del pendio; sarà inoltre necessario evitare che, le opere di raccolta e regimazione acque meteoriche, vadano a formare deflussi idrici concentrati lungo gli stessi terrazzamenti o scarpate ad essi limitrofe.

Aree in cui siano stati individuati modesti fattori di pericolosità connessi all'attività idraulica dei corsi d'acqua, eventualmente soggette ad inondazioni a bassa energia dell'altezza di qualche decimetro (Elab. Geo 8 – Tav. 7 "*Carta di Sintesi…*": dissesti areali EmA, dissesti lineari Em); in questo caso si dovrà verificare lo stato di fatto ed individuare la quota più opportuna per il piano di imposta dei locali abitabili e le soluzioni tecniche atte ad impedire infiltrazioni.

In prossimità di corsi d'acqua, si dovranno individuare (per quanto di pertinenza del lotto in esame) eventuali interventi (regimazione e/o arginatura e/o adeguamento degli attraversamenti), necessari a garantire lo smaltimento delle portate di massima piena (calcolate sulla base di precipitazioni critiche, con tempi di ritorno di almeno 100 anni per tutti i corsi d'acqua minori), comprensive di eventuale carico solido. In ogni caso, dovrà essere garantita la pulizia e la manutenzione ordinaria della rete idrica superficiale, soprattutto nei tratti di corsi d'acqua a monte delle aree interessate da nuovi interventi.

Per le nuove edificazioni, è preclusa la realizzazione di piani interrati ed il primo piano fuori terra dovrà essere impostato, di norma, ad un'altezza non inferiore a +0.50 m dal piano della strada principale e/o dall'originario p.c., verificando che la ricarica del terreno, non abbia un incidenza negativa di nessun tipo sull'edificato esistente.

Nel caso di interventi edilizi, in cui i fabbricati presentino aperture o accessi a livello del piano campagna (ad esempio, ristrutturazioni di edifici esistenti), queste non dovranno essere rivolte verso la direzione di provenienza dei deflussi potenziali.

Ogni intervento che ricade nelle aree passibili di inondazione con battenti inferiori a 0,4 metri deve essere supportato da un approfondimento di carattere geologico, geomorfologico ed idraulico idoneo a valutare la compatibilità dell'intervento medesimo nel contesto specifico. Tutto ciò si rende necessario tenuto conto che la progressiva diminuzione di aree disponibili alle inondazioni (a causa di successive riquotature di singoli lotti, per effetto della realizzazione di recinzioni in muratura, ecc.) comporta un inevitabile aumento dei tiranti idrici e, di conseguenza, l'aumento del grado di pericolosità sull'intera area, in particolar modo sulle porzioni non soggette a riquotatura. I contenuti degli approfondimenti di

cui sopra devono essere valutati dall'Amministrazione Comunale nell'ambito delle procedure finalizzate al rilascio del Permesso di Costruire.

Aree di fondovalle poste a tergo del limite di Fascia B e ricomprese all'interno del limite della fascia C del PAI, come delimitate nella Variante approvata con D.P.C.M. del 10/12/2004: oltre alle indagini normalmente previste per le aree di fondovalle (attività idraulica del reticolo minore, difficoltà di drenaggio, ecc.), dovrà essere verificata la compatibilità dei nuovi edifici con la piena di riferimento con Tr 500 anni, e identificati gli opportuni accorgimenti costruttivi, quali la costruzione su pilotis o il modesto innalzamento del piano campagna, purché ciò non costituisca un aumento del rischio per le aree adiacenti. È sempre preclusa la realizzazione di piani interrati.

Si richiamano, inoltre, i contenuti dell'art. 9 comma 12 delle Norme di Attuazione PAI: tutti gli interventi consentiti, sono subordinati ad una verifica tecnica, volta a dimostrare la compatibilità tra l'intervento, le condizioni di dissesto e il livello di rischio esistente, sia per quanto riguarda possibili aggravamenti delle condizioni di instabilità presenti, sia in relazione alla sicurezza dell'intervento stesso.

In Fascia C, la realizzazione di opere di interesse comune (religiose, culturali, sociali, sanitarie), dovrà anch'essa essere vincolata a studi di compatibilità con le condizioni di pericolosità e rischio

Aree caratterizzate da difficoltà di drenaggio, potenzialmente soggette a ristagno d'acqua: aree debolmente depresse, con possibili ristagni d'acqua, con problematiche legate alla scarsa permeabilità dei depositi superficiali, in cui i terreni di fondazione richiedono una verifica delle caratteristiche geotecniche; in questo caso occorre verificare lo stato di fatto e individuare la quota più opportuna per il piano di imposta dei locali abitabili e le soluzioni tecniche atte ad impedire infiltrazioni; la realizzazione di piani interrati è, di norma, preclusa.

Aree in cui i terreni di fondazione richiedano una verifica delle caratteristiche geotecniche (Elab. Geo 5 – Tav. 4 "*Carta Geoidrologica*": terreni con profondità della falda <15 m, potenzialmente suscettibili a liquefazione): indagare la natura dei terreni, valutandone le variazioni verticali ed orizzontali, al fine di individuare la soluzione più idonea per quanto riguarda le fondazioni; dovrà inoltre essere verificata la Categoria di suolo di fondazione attraverso specifiche indagini in sito e, se necessario, la suscettibilità alla liquefazione.

Nell'ambito dell'indagine geologica di approfondimento, ai sensi del D.M. 17.01.2018, sarà necessariamente cura del professionista incaricato, verificare ed analizzare gli elementi di moderata pericolosità geomorfologica presenti in sito, di cui tener conto nella definizione delle prescrizioni tecniche a cui assoggettare ogni singolo intervento, sulla scorta di quanto sopra prescritto.

In presenza di linee di deflusso temporanee o solchi di ruscellamento concentrato, anche quando non rappresentati negli elaborati grafici di analisi e di sintesi della Variante Strutturale 2 al P.R.G., oltre alle indagini sopra elencate, sarà necessario prestare attenzione alla regimazione delle acque superficiali,

mantenendo il più possibile il drenaggio naturale; inoltre, le nuove previsioni urbanistiche, dovranno privilegiare i lotti o le porzioni di lotti distanti dalle linee di deflusso, evitando o limitando al minimo indispensabile le modificazioni dello stato dei luoghi, lungo le fasce latistanti le linee di drenaggio, mediante riquotature ed artificializzazioni.

Ciascun nuovo intervento edificatorio ricadente in porzioni di territorio ascritte alla Classe II, dovrà preservare un'area sufficientemente ampia, libera da impermeabilizzazioni, per garantire l'infiltrazione nel suolo delle acque meteoriche.

8.4. Classe di idoneità III

Ai sensi della Circ. P.G.R. 7/LAP, la classe III riguarda "*Porzioni di territorio nelle quali gli elementi di pericolosità geomorfologica e di rischio, derivanti questi ultimi dalla urbanizzazione dell'area, sono tali da impedirne l'utilizzo qualora inedificate, richiedendo, viceversa, la previsione di interventi di riassetto territoriale a tutela del patrimonio esistente*".

All'interno delle aree classificate dal PAI come "fasce fluviali" A, B e C ed ascritte alla classe III, si applicano inoltre le Norme di Attuazione del PAI, con riferimento a quanto indicato dagli artt. 29, 30, 31, 39, 57, 58, 59, 60. Nello specifico, all'interno delle aree interessabili da scenari di alluvione, come individuati dalle mappe del PGRA (Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni), si applicano le Norme di Attuazione del PAI, con riferimento a quanto indicato alle Norme di Attuazione, introdotte con Deliberazione di Comitato Istituzionale n. 5 del 07-12-2016, Titolo V, artt. 57 e 58 e successive disposizioni di cui alla D.G.R. n. 25-7286 del 30-07-2018.

La classe di idoneità III, in funzione dell'uso attuale del territorio e del grado di pericolosità riscontrato (da medio ad elevato), viene ulteriormente suddivisa nelle sottoclassi IIIa, IIIb e IIIc, così definite dalla Circ. P.G.R. 7/LAP, successivamente aggiornata nei contenuti, dalla DGR 18-2555 del 09/12/2015:

Sottoclasse IIIa: "*Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti (aree dissestate, in frana, potenzialmente dissestabili o soggette a pericolo di valanghe, aree alluvionabili da acque di esondazione ad elevata energia). Per le opere d'interesse pubblico riguardanti le infrastrutture lineari o a rete e relative opere accessorie riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, le norme del PRG devono contenere indicazioni specifiche circa la tipologia di opere ammesse e, eventualmente, le modalità per la loro attuazione. Pertanto, nelle fasi di approvazione o autorizzazione delle opere, non verrà rilasciato parere regionale in merito in quanto già definito dalle norme del PRG*".

Sottoclasse IIIb: "*Porzioni di territorio edificate nelle quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio sono tali da imporre in ogni caso interventi di riassetto territoriale di carattere pubblico a tutela del patrimonio urbanistico esistente. In assenza di tali interventi di riassetto saranno consentite solo trasformazioni che non aumentino il carico antropico, quali ad esempio, interventi di*

manutenzione ordinaria, manutenzione straordinaria, risanamento conservativo, ecc…; per le opere d'interesse pubblico riguardanti le infrastrutture lineari o a rete e relative opere accessorie riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, le norme del PRG devono contenere indicazioni specifiche circa la tipologia di opere ammesse e, eventualmente, le modalità per la loro attuazione. Pertanto, nelle fasi di approvazione o autorizzazione delle opere, non verrà rilasciato parere regionale in merito in quanto già definito dalle norme del PRG. Nuove opere o nuove costruzioni saranno ammesse solo a seguito dell'attuazione degli interventi di riassetto e dell'avvenuta eliminazione e/o minimizzazione della pericolosità. Gli strumenti attuativi del riassetto idrogeologico e i Piani Comunali di protezione civile dovranno essere reciprocamente coerenti".

Sottoclasse IIIc: "*Porzioni di territorio edificate ad alta pericolosità geomorfologica e ad alto rischio, per le quali non è proponibile un'ulteriore utilizzazione urbanistica neppure per il patrimonio esistente, rispetto al quale dovranno essere adottati i provvedimenti di cui alla legge 9 luglio 1908, n. 445*" (consolidamento e, quindi, minimizzazione del rischio oppure trasferimento e costruzione in altra sede).

In funzione del grado di pericolosità geomorfologica del territorio analizzato, dell'effettiva possibilità di eliminare o ridurre il rischio e del livello di efficacia delle opere di attenuazione del rischio presenti, nel territorio di Domodossola, sono state introdotte tre ulteriori sottoclassi della sottoclasse IIIb (IIIb2, IIIb3 e IIIb4 caratterizzate da un grado di pericolosità crescente).

Per tali sottoclassi IIIb2, IIIb3 e IIIb4, sono ammissibili interventi differenziati, così schematizzabili, in funzione delle indicazioni della N.T.E. alla Circ. P.G.R. 7/LAP (*Suddivisione all'interno della Classe IIIb in relazione alla pericolosità rilevata nell'area e delle opere di sistemazione idrogeologica presenti o prevedibili con Cronoprogramma*) e della D.G.R. 64-7417 del 07-04-2014 (con specifico riferimento ai contenuti dell'Allegato A – Parte II, punto 7):

SOTTOCLASSE DI IDONEITÀ URBANISTICA	**DESCRIZIONE TIPI DI INTERVENTO AMMESSI**
IIIb2	A seguito della realizzazione delle opere di riassetto, sarà possibile la realizzazione di nuove edificazioni, ampliamenti e completamenti
IIIb3	A seguito della realizzazione delle opere di riassetto, sarà possibile solo un modesto incremento di carico antropico. Da escludersi nuove unità abitative e completamenti
IIIb4	Anche a seguito della realizzazione di opere di riassetto, indispensabili per la difesa dell'esistente, non sarà possibile alcun incremento di carico antropico.

L'incremento di "carico antropico", introdotto con la Circ. P.G.R. 7/LAP/96, è indotto dagli "*interventi urbanistico-edilizi che generano un aumento, non momentaneo ma stabile nel tempo, di presenza umana a fini abitativi, lavorativi e per l'utilizzo di servizi*"; di seguito, vengono richiamate le tipologie di

intervento che determinano l'incremento di carico antropico, come da "modello di riferimento" riportato al punto 7.1 della D.G.R. 64-7417/2014 ed articolato a seguito degli approfondimenti di valutazione, in merito alla vulnerabilità dei beni esposti in relazione all'intensità degli eventi dissestivi attesi.

a) *Non costituisce incremento di carico antropico:*
   1. *utilizzare i piani terra dei fabbricati esistenti per la realizzazione di locali accessori (rimesse, 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 NTA del PAI;*
   3. *realizzare interventi di "adeguamento igienico funzionale", intendendo come tali tutti quegli interventi edilizi che richiedano ampliamenti fino ad un massimo di 25.0 m^2, purché questi non comportino incrementi in pianta della sagoma edilizia esistente;*
   4. *sopraelevare e contestualmente dismettere i piani terra ad uso abitativo di edifici ubicati in aree poste in fregio a corsi d'acqua;*
   5. *utilizzare i sottotetti esistenti in applicazione della normativa vigente, qualora ciò non costituisca nuove ed autonome unità abitative.*

b) *Costituisce un modesto incremento di carico antropico:*
   1. *recupero funzionale di edifici o parti di edifici esistenti ad uso residenziale, anche abbandonati, nel rispetto delle volumetrie esistenti anche con cambio di destinazione d'uso;*
   2. *recupero funzionale di edifici o parti di edifici esistenti ad uso diverso da quello residenziale, anche abbandonati, nel rispetto delle volumetrie esistenti e con cambio di destinazione d'uso, solo a seguito degli approfondimenti di indagine di cui paragrafo 6, lettere a) e c) della parte I* dell'Allegato alla D.G.R. 64-7417 del 07-04-2014*;*
   3. *il frazionamento di unità abitative di edifici (residenziali o agricoli), solo a seguito degli approfondimenti di indagine di cui paragrafo 6, lettere a) e c) della parte I* dell'Allegato alla D.G.R. 64-7417 del 07-04-2014*, purché ciò avvenga senza incrementi della volumetria*;
   4. *gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti, comportanti un aumento in pianta non superiore al 20% per un massimo di 200 mc e non costituenti una nuova unità abitativa;*
   5. *gli interventi di demolizione e ricostruzione o sostituzione edilizia con eventuali ampliamenti non superiori al 20% per un massimo di 200 mc, attraverso scelte progettuali e tipologie costruttive volte a diminuire la vulnerabilità degli edifici rispetto al fenomeno atteso;*
   6. *gli interventi ammessi dall'art. 3 della L.R. 20/09.*

c) *Costituisce incremento di carico antropico:*

1. *ogni cambio di destinazione d'uso che richieda, nel rispetto della L.R. n. 56/1977 e s.m.i., art. 21, maggiori dotazioni di standard urbanistici rispetto alle destinazioni d'uso in atto alla data di adozione della Variante al piano regolatore e, comunque, ogni cambio di destinazione verso l'uso residenziale;*
2. *qualsiasi incremento delle unità immobiliari esistenti alla data di adozione della Variante al PRG, in eccedenza rispetto a quanto concesso nel caso di un "modesto incremento" di cui alla precedente lettera b);*
3. *ogni ampliamento delle unità immobiliari esistenti, che non rientri strettamente in attività di adeguamento igienico-funzionale, di cui alla precedente lettera a), e negli ampliamenti di cui alla precedente lettera b), punto 3;*
4. *gli interventi di cui agli articoli 4 e 7 della L.R. n. 20/2009.*

Si ricorda che, in ognuna delle Sottoclassi IIIB, in assenza di interventi di riassetto, non sarà possibile alcun aumento di carico antropico.

Vengono di seguito schematizzati gli interventi edilizi ammessi per ognuna delle sottoclassi IIIB, sulla base del "modello di riferimento" riportato al punto 7.1 della D.G.R. 64-7417 del 07-04-2014 ed articolato a seguito degli approfondimenti di indagine di cui al paragrafo 6, lettere a) e c) della parte I dell'Allegato alla D.G.R. 64-7417 del 07-04-2014, in merito alla vulnerabilità dei beni esposti.

In particolare, all'interno della sottoclasse IIIB3, sono stati individuati una serie di fabbricati, all'interno di aree distinte graficamente nella "Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica", per i quali sono ammesse tipologie di intervento diversificate rispetto allo standard della relativa sottoclasse:

Sottoclasse IIIB3*: Norme meno restrittive rispetto alla IIIB3

Anche a seguito degli interventi di riassetto, per i fabbricati in Classe IIIb3 non sono normalmente possibili interventi di Frazionamento, Ristrutturazione Urbanistica e Modifiche di Destinazione d'Uso. Per i fabbricati in Classe IIIb3*, ricadenti nell'ambito della conoide del T. Bogna ed all'interno delle aree contrassegnate graficamente dal simbolo asterisco (*), sono possibili interventi di Ristrutturazione Edilizia con Frazionamento e Modifiche di Destinazione d'Uso, con solo un modesto incremento del carico antropico, oltre ad interventi di nuova costruzione di soli fabbricati accessori (box, tettoie, ecc.).

		CLASSE IIIB2		**CLASSE IIIB3**		**CLASSE IIIB4**	
		allo stato attuale	*dopo opere di riassetto*	*allo stato attuale*	*dopo opere di riassetto*	*allo stato attuale*	*dopo opere di riassetto*
Possibilità di aumentare il carico antropico		*NO*	*SI*	*NO*	*Modesto incremento* (vedi punto b elenco precedente)	*NO*	*NO*
Manutenzione Ordinaria / Straord.		**SI**	**SI**	**SI**	**SI**	**SI**	**SI**
Restauro e Risanamento Conservativo		**SI** senza MdU	**SI**	**SI** senza MdU	**SI**	no	**SI** senza MdU
Adeguamento igienico funzionale		**SI** (*max 25 mq*)	**SI**	**SI** (*max 25 mq*)	**SI** (*max 25 mq*)	no	**SI** (*max 25 mq*)
Ristrutturaz. Edilizia, con o senza demolizione e ricostruzione	Senza frazionam.	no	**SI**	no	**SI**	no	no
	Con frazionam.	no	**SI**	no	No ***(∗: si)***	no	no
Recupero sottotetti esistenti		**SI** No nuove unità abitative	**SI**	**SI** No nuove unità abitative	**SI**	no	**SI** No nuove unità abitative
Ampliamento		no	**SI**	no	**SI** (*ampliamenti max 20% o 200 mc)*	no	no
Sopraelevazione		**SI** per problemi idraulici, con dismissione piano terra	**SI**	**SI** per problemi idraulici, con dismissione piano terra	**SI**	no	**SI** No nuove unità abitative
Demolizione		**SI**	**SI**	**SI**	**SI**	**SI**	**SI**
Sostituzione edilizia		no	**SI**	no	**SI** (*ampliamenti max 20% o 200 mc)*	no	no
Nuova costruzione (completamento / nuovo impianto / fabbricati accessori)		no	**SI**	no	No ***(∗: si solo fabbricati accessori)***	no	no
Ristrutturazione urbanistica		no	**SI**	no	no	no	no
Modifiche destinazione d'uso		no	**SI**	no	No ***(∗: si)***	no	no
Cambi d'uso senza aumento di carico antropico (box, ecc)		no	**SI**	no	**SI**	no	**SI**

8.4.1 Sottoclasse di idoneità IIIa

Riguarda aree, inedificate, in cui siano stati evidenziati elementi di pericolosità geomorfologica tali da renderle inidonee all'utilizzazione urbanistica; in tali zone sono ammessi unicamente i seguenti interventi:

a) opere d'interesse pubblico riguardanti le infrastrutture lineari o a rete e relative opere accessorie riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, costituite da:
   - ✓ opere previste dal Piano Territoriale,
   - ✓ opere dichiarate di pubblica utilità,
   - ✓ strade,
   - ✓ opere attinenti il regime idraulico,
   - ✓ le derivazioni d'acqua,
   - ✓ gli impianti di produzione di energia idroelettrica,
   - ✓ gli impianti di depurazione,
   - ✓ gli elettrodotti,
   - ✓ gli impianti di telecomunicazione ed altre attrezzature per l'erogazione di pubblici servizi;

b) opere di sistemazione idrogeologica e di regimazione delle acque;

c) interventi di consolidamento dei versanti o di stabilizzazione di fenomeni di dissesto;

d) attività estrattive autorizzate ai sensi dalla L. R. 23/2016;

e) strade di servizio alle attività estrattive o agro-silvo-pastorali chiuse al traffico pubblico e piste tagliafuoco, nonché accessi carrai e strade di accesso a proprietà private, purché ricadenti in aree prive di qualsiasi forma di dissesto in atto;

f) aree di parcheggio a raso e/o dotate di opere di contenimento, purché non ricadenti in aree in dissesto attivo; tale limitazione si applica anche ai parcheggi pubblici intesi come opere accessorie a infrastrutture viabilistiche di cui al precedente punto a);

g) infrastrutture per il superamento delle barriere architettoniche, purché ricadenti in aree prive di qualsiasi forma di dissesto in atto.

h) realizzazione di aree sciabili e piste da sci, come definite all'art. 4 della L.R. 2/2009 e s.m.i. "*Norme in materia di sicurezza nella pratica degli sport invernali da discesa e da fondo in attuazione della normativa nazionale vigente ed interventi a sostegno della garanzia delle condizioni di sicurezza sulle aree sciabili, dell'impiantistica di risalita e dell'offerta turistica*", e dall'art. 5 della L.R. 1/2017 "*Revisione della disciplina regionale in materia di sicurezza nella pratica degli sport montani invernali ed estivi e disciplina delle attività di volo in zone di montagna. Modifiche della legge regionale 26 gennaio 2009, n. 2*", ivi comprese tutte le infrastrutture ad esse collegate sia aeree che interrate, nonché accessori e pertinenze diverse e percorsi di trasferimento;

i) impianti di risalita (disciplinati dalla legge regionale 14 dicembre 1989, n. 74 e dal D.M. 16/11/2012);

j) Piste di mountain bike, sia internamente che esternamente alle aree sciabili (L.R. 2/2009, art. 31);

In ogni caso, nelle aree ricadenti in dissesto valanghivo Ve, oltre a quanto previsto dall'art. 9, comma 10 delle NTA del PAI (interventi di demolizione senza ricostruzione, rimboschimento e monitoraggio), è ammessa la realizzazione di opere di difesa per la mitigazione del rischio. Sono inoltre consentite opere che, pur planimetricamente sovrapposte, siano intrinsecamente non interferenti col fenomeno valanghivo (condotte interrate); in presenza di adeguate opere di difesa sarà anche ammesso il passaggio di linee aeree di impianti di risalita (strutture non fisse degli impianti), purché la condizione di non interferenza venga documentata e dimostrata in fase di progettazione degli interventi.

Tutte le suddette opere dovranno essere progettate nella scrupolosa osservanza di quanto stabilito dal D.M. 17-01-2018 e prevedere tutti gli accorgimenti tecnico-operativi atti a minimizzare la vulnerabilità e la pericolosità geomorfologica nell'area di intervento; nel caso di parcheggi, questi dovranno essere realizzati "a raso", limitando al minimo l'entità dei movimenti terra e delle eventuali opere di contenimento; gli accorgimenti di cui sopra dovranno derivare da una dettagliata analisi di compatibilità geomorfologica dell'intervento in progetto.

Per tutte le opere infrastrutturali strategiche e rilevanti, di interesse pubblico, previa verifica di compatibilità e rientranti negli elenchi riportati nell'Allegato 1 alla D.G.R. 4-3084 del 2011 (punti 1 e 2), dovranno obbligatoriamente essere sviluppati gli appropriati approfondimenti di indagine, rappresentati da sondaggi geognostici e/o indagini e prospezioni sismiche (rifrazione, riflessione, MASW, ecc.), finalizzate all'acquisizione degli aspetti sismici prescritti dal D.M. 17-01-2018.

Con specifico riferimento a quanto esposto al punto 6.2 della N.T.E. alla Circolare P.G.R. 8/5/1996 n. 7/LAP, del 1999, a cura della Regione Piemonte – Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione – Settori Prevenzione Territoriale del Rischio Geologico:

- Per quanto attiene all'edificato sparso (comprensivo delle eventuali aree residuali) ascritto per ragioni di opportunità grafica alla sottoclasse IIIA, che ricade in settori non interessati da dissesti attivi o incipienti l.s., potranno essere rilasciati titoli abilitativi per l'esecuzione di interventi di manutenzione dell'esistente, ampliamento funzionale e ristrutturazione finalizzate al recupero agro-silvo-pastorale ed alla residenza non principale (seconda casa); nel caso di ampliamento funzionale (A e/o S: adeguamento igienico-funzionale max 25 mq) o ristrutturazione (RE senza demolizione e ricostruzione), il rilascio del titolo abilitativo per il singolo intervento dovrà essere preceduto da uno studio di compatibilità geomorfologica e da un'analisi di tipo geologico-tecnico, finalizzata a definire le locali condizioni di pericolosità e di rischio e, quindi, a proporre eventuali opere di sistemazione o specifici accorgimenti tecnici da adottare in fase esecutiva, nel rispetto delle definizioni e delle modalità riportate al precedente paragrafo 8.1. Qualora l'intervento edilizio di ampliamento funzionale o di ristrutturazione comporti

variazioni planimetriche, oltre alla realizzazione di interventi di riassetto idrogeologico, dovranno essere recepiti i seguenti principi:

- allontanamento del nuovo edificato dalla fonte di pericolo (dissesto, reticolo, ecc.);
- migliorare le condizioni di funzionalità idraulica del reticolo idrografico eventualmente presente in prossimità dei previsti ampliamenti edilizi, impedendo la diminuzione delle aree di laminazione delle portate di piena.

- Nel caso specifico di attività agricole esistenti, sarà eventualmente possibile la realizzazione di nuove costruzioni, di volumetria contenuta, strettamente connesse all'attività agricola ed alla conduzione aziendale, esternamente ad aree classificate dagli Elaborati del P.R.G.C. (Elab. Geo 8, Tav. 7), in ambiti di dissesti attivi o incipienti. Tale opportunità, dovrà essere valutata ed eventualmente riconosciuta attraverso studi specifici (indagini geologiche, idrogeologiche, geognostiche, in ottemperanza a quanto previsto dal D.M. 17-01-2018), le quali dovranno:
  - approfondire l'analisi del territorio, evidenziando eventuali tendenze al dissesto;
  - definire una tipologia d'intervento, compatibile con le caratteristiche del territorio;
  - verificare la stabilità dell'insieme opere-versante;
  - indicare le modalità costruttive ed individuare gli accorgimenti tecnici necessari alla riduzione ed alla mitigazione del rischio e dei fattori di pericolosità.
- Per quanto attiene ad eventuali aree, caratterizzate da acclività moderata, aventi un particolare interesse ai fini agricoli, zootecnici ed agro-silvo-pastorali, un'eventuale utilizzazione urbanistica, per gli scopi di cui sopra (realizzazione di nuove costruzioni, di volumetria contenuta, strettamente connesse all'attività agricola ed alla conduzione aziendale), dovrà essere preceduta da uno studio di grande dettaglio, che:
  - valuti a priori la possibilità e l'opportunità degli interventi;
  - ne definisca i precisi orientamenti in ordine alla tipologia, che dovrà essere compatibile con le caratteristiche del territorio;
  - verifichi la stabilità dell'insieme opere-versante;
  - indichi, infine, le modalità costruttive.

8.4.2 Sottoclasse di idoneità IIIb2

Si tratta di aree edificate caratterizzate da un grado di pericolosità geomorfologica medio-moderato.

Nelle porzioni di territorio ricadenti in questa sottoclasse, in mancanza o inadeguatezza di opere di attenuazione della pericolosità geomorfologica e senza la preventiva realizzazione di Piani di Riassetto, saranno comunque ammessi i seguenti interventi, senza alcun aumento del carico antropico:

- manutenzione ordinaria / straordinaria (MO / MS), restauro e risanamento conservativo (senza cambio di destinazione d'uso), modesti ampliamenti per adeguamenti igienico-funzionali (max 25 m^2), recupero dei sottotetti (escludendo nuove unità abitative); interventi di sopraelevazione (S: solo per problematiche idrauliche, e con dismissione del piano terra) ed interventi di demolizioni (D);

- tutte le opere ammesse anche per la sottoclasse IIIA (paragrafo 8.4.1), di cui ai punti (a) ÷ (j).

Per i territori attribuiti alla Sottoclasse IIIB2, la realizzazione di interventi di ampliamento (A), nuova costruzione (NC), ristrutturazione urbanistica (RU) ed edilizia, ampliamento in sopraelevazione (S), sostituzione edilizia (RE), modifiche di destinazione d'uso (MD), compresi gli interventi che comportino un incremento del carico antropico (come definito dalla DGR 64-7417 del 07-04-2014, All. A, Parte II, punto 7.1), è subordinata a:

- verifica delle condizioni di adeguatezza delle opere di difesa e di attenuazione del pericolo esistenti (argini, briglie, difese spondali, muri di contenimento, barriere paramassi, ecc.) da parte dell'Ufficio Tecnico del Comune oppure da professionisti esterni abilitati in materia, individuati dall'A.C. (ai sensi delle NTE/99 alla Circ. PGR 7/LAP/96, punto 7.10);
- esecuzione di Piani di Riassetto di carattere locale (o, eventualmente, globale), così come previsto nel Cronoprogramma, per l'adeguamento di opere di difesa esistenti (nel caso non fossero efficaci) oppure mirati all'introduzione di più opportuni interventi di mitigazione per risolvere le situazioni di dissesto in atto o potenziali.

Per quanto riguarda le aree, ricadenti entro le fasce di rispetto di corsi d'acqua pubblici o con alveo demaniale, i vincoli che limitano l'edificabilità, imposti da tale fascia di rispetto (R.D. n. 523/1904), sono aggiuntivi a quelli della Classe IIIb2 e si applicano alla sola porzione, ricadente all'interno della fascia di rispetto stessa.

Le indagini geologiche, di supporto agli interventi edilizi / urbanistici, dovranno rispettare le definizioni e le modalità riportate al precedente paragrafo 8.1.

Gli interventi di tipo Nuova Costruzione (NC), Ristrutturazione Edilizia con demolizione e ricostruzione (RE), Sostituzione Edilizia (RE), Ampliamento (A / S), Modifica di Destinazione d'Uso (MD), sono comunque subordinati alla verifica degli aspetti sismici prescritti dal D.M. 17-0-2018, con acquisizione degli aspetti relativi alla profondità del substrato (laddove possibile), alla caratterizzazione delle coltri di copertura ed all'eventuale presenza di terreni suscettibili di liquefazione, verificando, dove necessario, la stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica.

I Piani di Riassetto Idrogeologico potranno essere legati ad iniziativa pubblica o privata, anche attraverso la costituzione di consorzi tra soggetti. La progettazione degli interventi di riassetto territoriale dovrà essere preceduta da uno studio geologico di dettaglio, mirato ad individuare le cause di dissesto ed a proporre i più opportuni interventi di mitigazione; tale approfondimento dovrà essere esteso ad un ambito territoriale significativo in relazione al processo geomorfico dominante.

Le opere di riassetto dovranno essere progettate nella scrupolosa osservanza di quanto stabilito dal D.M. 17.01.2018, prevedendo tutti gli accorgimenti tecnico-operativi atti a minimizzare la vulnerabilità ed il rischio geomorfologico ed idraulico nell'area di intervento.

Per questa Sottoclasse, anche a seguito della realizzazione di interventi di riassetto e sistemazione idrogeologica, per gli interventi edilizi comportanti variazioni planimetriche (ricostruzioni, ampliamenti,

ecc.), si prescrive l'allontanamento del nuovo edificato dalla fonte di pericolo (orli di scarpata, reticolo idrico, ecc.).

Completate le opere di difesa idrogeologica e regimazione idraulica e fatte salve le procedure di approvazione da parte delle Autorità competenti, spetterà responsabilmente all'Amministrazione Comunale verificare che le stesse abbiano raggiunto l'obiettivo di minimizzazione del rischio ai fini della fruibilità urbanistica delle aree interessate.

Il Comune di Domodossola, effettuerà il controllo sulla funzionalità delle opere di sistemazione idrogeologica esistenti lungo i principali corsi d'acqua e sui versanti, con specifico riferimento alle opere poste a difesa dei centri abitati e della viabilità comunale, sullo stato di conservazione delle stesse, attivandosi per gli eventuali interventi di manutenzione straordinaria delle opere di difesa.

Per le porzioni di territorio ricadenti in questa Sottoclasse è impedita l'utilizzazione come aree per attrezzature di interesse comune (religiose, culturali, sociali, assistenziali, sanitarie); è, invece, ammessa la realizzazione di aree a parcheggio ed aree attrezzate per lo sport e la ricreazione, anche al chiuso.

Le aree appartenenti a questa Sottoclasse dovranno essere inserite nel Piano Comunale per la Protezione Civile.

Per tutte le aree inserite nella Sottoclasse IIIb2, ricadenti sulle conoidi del T. Bogna e del Rio Anzuno, individuate graficamente nel "Cronoprogramma" e distinte graficamente, nelle Carte di Sintesi, con il simbolo asterisco *, si intendono già raggiunte le condizioni di attenuazione del rischio per la presenza di opere di riassetto di carattere globale, ma gli interventi edilizi dovranno comunque essere assoggettati all'attuazione di interventi di riassetto di carattere locale:

Classe IIIb2*: per tutti gli interventi comportanti aumento del carico antropico, le relazioni a supporto degli interventi edificatori, dovranno prevedere opere ed accorgimenti atti a minimizzare il rischio residuo, quali la costruzione di muri di proprietà in c.a. impermeabili sul lato esposto alla propagazione di colate, o prevedere l'orientazione degli edifici in maniera da limitare l'interferenza con la possibile espansione di "flussi idrici residuali".

8.4.3 Sottoclasse di idoneità IIIb3

Si tratta di aree edificate caratterizzate da medio-elevato grado di pericolosità geomorfologica.

In totale mancanza o inadeguatezza di opere di attenuazione della pericolosità geomorfologica e senza la preventiva realizzazione di Piani di Riassetto territoriale, in tali aree, saranno comunque ammessi i seguenti interventi, senza alcun aumento del carico antropico:

- manutenzione ordinaria / straordinaria (MO / MS), restauro e risanamento conservativo (RC, senza cambio di destinazione d'uso), modesti ampliamenti per adeguamenti igienico-funzionali (max 25 m^2), recupero dei sottotetti (escludendo nuove unità abitative); interventi di sopraelevazione (S,

solo per problematiche idrauliche, e con dismissione del piano terra) ed interventi di demolizioni (D);

- tutte le opere ammesse anche per la Sottoclasse IIIA (paragrafo 8.4.1), di cui ai punti (a) ÷ (j).

Per i territori attribuiti alla Sottoclasse IIIB3, la realizzazione di modesti interventi di ristrutturazione edilizia, ampliamento (A), sopraelevazione (S) e sostituzione edilizia (RE), che comportino un modesto incremento del carico antropico (come definito dalla DGR 64-7417 del 07-04-2014, All. A, Parte II, punto 7.1), è subordinata a:

- verifica delle condizioni di adeguatezza delle opere di difesa e di attenuazione del pericolo esistenti (argini, briglie, difese spondali, muri di contenimento, barriere paramassi, ecc.) da parte dell'Ufficio Tecnico del Comune oppure da professionisti esterni abilitati in materia, individuati dall'A.C. (ai sensi delle NTE/99 alla Circ. PGR 7/LAP/96, punto 7.10);
- esecuzione di Piani di Riassetto Territoriale di carattere globale (o, eventualmente, locale), così come previsto nel Cronoprogramma, per l'adeguamento di opere di difesa esistenti (nel caso non fossero efficaci) oppure mirati all'introduzione di più opportuni interventi di mitigazione per risolvere le situazioni di dissesto in atto o potenziali;
- per gli interventi di Ampliamento (A) e Sostituzione Edilizia (RE), gli incrementi di volume non potranno superare il 20% od un massimo di 200 mc.

Anche a seguito degli interventi di riassetto, per i fabbricati inseriti nella Sottoclasse IIIb3 non sono possibili interventi di Frazionamento, Ristrutturazione Urbanistica (RU) e Modifiche di Destinazione d'Uso (MD); sono consentiti i cambi d'uso funzionali senza aumento di carico antropico (box, magazzini, ecc.).

L'incremento di carico antropico, come dettagliato alla lettera c) del cap. 8.4 ("Classe di idoneità III"), è sempre escluso.

All'interno della Sottoclasse IIIb3, sono stati individuati alcuni fabbricati (Classe IIIB3*, edifici ricadenti in aree distinte graficamente con il simbolo asterisco *), per i quali sono già raggiunte le condizioni di riduzione del rischio e sono consentite tipologie di intervento aggiuntive rispetto allo standard della Tabella di cui alla D.G.R. 64-7417:

Classe IIIb3*: sono possibili interventi di Frazionamento e Modifiche di Destinazione d'Uso (MD), senza incrementi di volumetria, ovvero con modesto incremento del carico antropico come dettagliato alla lettera b) del cap. 8.4 ("Classe di idoneità III") oltre ad interventi di nuova costruzione fabbricati accessori (box, tettoie, ecc.).

Anche per questi fabbricati, l'incremento di carico antropico, come dettagliato alla lettera c) del cap. 8.4, è sempre escluso.

Per quanto riguarda le aree, ricadenti entro le fasce di rispetto di corsi d'acqua pubblici o con alveo demaniale, i vincoli che limitano l'edificabilità, imposti da tale fascia di rispetto (R.D. n. 523/1904), sono aggiuntivi a quelli della Sottoclasse IIIB3 e si applicano alla sola porzione, ricadente all'interno della fascia di rispetto stessa.

Le indagini geologiche, di supporto agli interventi edilizi / urbanistici, dovranno rispettare le definizioni e le modalità riportate al precedente paragrafo 8.1.

Gli interventi di tipo Ristrutturazione Edilizia con demolizione e ricostruzione, Sostituzione Edilizia (RE), Ampliamento (A) e Nuova Costruzione di Fabbricati Accessori, sono comunque subordinati alla verifica degli aspetti sismici prescritti dal D.M. 17-01-2018, con acquisizione degli aspetti relativi alla profondità del substrato (laddove possibile), alla caratterizzazione delle coltri di copertura ed all'eventuale presenza di terreni suscettibili di liquefazione, verificando, dove necessario, la stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica.

I Piani di Riassetto Idrogeologico potranno essere legati ad iniziativa pubblica o privata, anche attraverso la costituzione di consorzi tra soggetti.

La progettazione degli interventi di riassetto territoriale dovrà essere preceduta da uno studio geologico di dettaglio, mirato ad individuare le cause di dissesto ed a proporre i più opportuni interventi di mitigazione; tale approfondimento dovrà essere esteso ad un ambito territoriale significativo in relazione ai processi geomorfici dominanti.

Le opere di riassetto, dovranno essere progettate nella scrupolosa osservanza di quanto stabilito dal D.M. 17-01-2018, prevedendo tutti gli accorgimenti tecnico-operativi atti a minimizzare la vulnerabilità ed il rischio geomorfologico nell'area di intervento.

Per questa Sottoclasse, anche a seguito della realizzazione di interventi di riassetto e sistemazione idrogeologica, gli interventi edilizi, comportanti variazioni planimetriche, dovranno recepire e rispettare le seguenti prescrizioni:

- per gli interventi comportanti variazioni planimetriche (ricostruzioni, ampliamenti, ecc.), allontanamento del nuovo edificato dalla fonte di pericolo (dissesto, reticolo idrico, ecc.);
- per le aree in conoide, è vietata la realizzazione di aperture, a livello del piano campagna e rivolte verso l'apice di conoide;
- per eventuali edifici in fregio a corsi d'acqua, gli interventi sui fabbricati, comprese le ristrutturazioni, dovranno prevedere la chiusura delle aperture a livello del piano campagna, rivolte verso il corso d'acqua; sarà inoltre opportuno verificare la possibilità di migliorare le condizioni di funzionalità idraulica del reticolo idrografico in prossimità dei previsti ampliamenti edilizi; è preclusa la realizzazione di locali interrati o seminterrati, provvedendo, eventualmente, all'impermeabilizzazione di quelli già esistenti.

Completate le opere di difesa idrogeologica e regimazione idraulica e fatte salve le procedure di approvazione da parte delle Autorità competenti, spetterà responsabilmente all'Amministrazione

Comunale verificare che le stesse abbiano raggiunto l'obiettivo di minimizzazione del rischio ai fini della fruibilità urbanistica delle aree interessate.

Il Comune di Domodossola, effettuerà il controllo sulla funzionalità delle opere di sistemazione idrogeologica esistenti lungo i principali corsi d'acqua e sui versanti, con specifico riferimento alle opere poste a difesa dei centri abitati e della viabilità comunale, sullo stato di conservazione delle stesse, attivandosi per gli eventuali interventi di manutenzione straordinaria delle opere di difesa.

Per i territori ricadenti in questa Sottoclasse è impedita l'utilizzazione come aree per attrezzature di interesse comune (religiose, culturali, sociali, assistenziali, sanitarie); è invece ammessa la realizzazione di aree a parcheggio ed aree attrezzate per lo sport e la ricreazione all'aperto, tranne che in aree ove siano presenti dissesti attivi ad elevata pericolosità (Elab. Geo 8 – Tav. 7 "*Carta di Sintesi…*": Fa, EeA, EbA).

Le aree appartenenti a questa Sottoclasse andranno inserite nel Piano Comunale per la Protezione Civile.

Per tutte le aree inserite nella Sottoclasse IIIb3, ricadenti sulle conoidi del T. Bogna e del Rio Anzuno, individuate graficamente nel "Cronoprogramma", si intendono già raggiunte le condizioni di attenuazione del rischio.

8.4.4 Sottoclasse di idoneità IIIb4

Si tratta di aree caratterizzate da un elevato grado di pericolosità geomorfologica.

In totale mancanza o inadeguatezza di opere di attenuazione della pericolosità geomorfologica e senza la preventiva realizzazione di Piani di Riassetto Territoriale, in tali aree, saranno ammessi solo i seguenti interventi:

- demolizioni (D), o manutenzioni dei fabbricati esistenti che non aumentino il carico antropico (MO / MS);
- tutte le opere ammesse anche per la sottoclasse IIIA (paragrafo 8.4.1), di cui ai punti (a) ÷ (g).

Per i territori attribuiti alla Sottoclasse IIIB4, la realizzazione di interventi di restauro / risanamento (RC), sopraelevazione (S), modesti ampliamenti per adeguamenti igienico-funzionali (max 25 m^2), e cambi d'uso che non comportino alcun incremento del carico antropico (come definito dalla DGR 64-7417 del 07-04-2014, All. A, Parte II, punto 7.1), è subordinata a:

- verifica delle condizioni di adeguatezza delle opere di difesa e di attenuazione del pericolo esistenti (argini, briglie, difese spondali, muri di contenimento, barriere paramassi, ecc.) da parte dell'Ufficio Tecnico del Comune oppure da professionisti esterni abilitati in materia, individuati dall'A.C. (ai sensi delle NTE/99 alla Circ. PGR 7/LAP/96, punto 7.10);
- esecuzione di Piani di Riassetto Territoriale di carattere globale, così come previsto nel Cronoprogramma, la cui incidenza e le cui proporzioni possono esulare dalle potenzialità e competenze del singolo intervento, per l'adeguamento di opere di difesa esistenti (nel caso non

fossero efficaci) oppure mirati all'introduzione di più opportuni interventi di mitigazione per risolvere le situazioni di dissesto in atto o potenziali.

Per quanto riguarda le aree, ricadenti entro le fasce di rispetto di corsi d'acqua pubblici o con alveo demaniale, i vincoli che limitano l'edificabilità, imposti dal R.D. n. 523/1904, sono aggiuntivi a quelli della Sottoclasse IIIB4 e si applicano alla sola porzione, ricadente all'interno della fascia di rispetto.

Le indagini geologiche, di supporto agli interventi edilizi / urbanistici, dovranno rispettare le definizioni e le modalità riportate al precedente paragrafo 8.1.

I Piani di Riassetto Idrogeologico potranno essere legati ad iniziativa pubblica o privata, anche attraverso la costituzione di consorzi tra soggetti. La progettazione degli interventi di riassetto territoriale dovrà essere preceduta da uno studio geologico di dettaglio, mirato ad individuare le cause di dissesto ed a proporre i più opportuni interventi di mitigazione; tale approfondimento dovrà essere esteso ad un ambito territoriale significativo in relazione ai processi geomorfici dominanti.

Le opere di riassetto dovranno essere progettate nella scrupolosa osservanza di quanto stabilito dal D.M. 17-01-2018, prevedendo tutti gli accorgimenti tecnico-operativi atti a minimizzare la vulnerabilità ed il rischio geomorfologico nell'area di intervento.

Per questa Sottoclasse, anche a seguito della realizzazione di interventi di riassetto e sistemazione idrogeologica, gli interventi edilizi, comportanti variazioni planimetriche, dovranno recepire e rispettare le seguenti prescrizioni:

- allontanamento dell'edificato esistente dalla fonte di pericolo (dissesto, reticolo idrico, ecc.);
- migliorare le condizioni di funzionalità idraulica del reticolo idrografico eventualmente presente.

Anche con l'esecuzione delle necessarie opere di salvaguardia delle aree edificate soggette a rischio, non sarà possibile alcun aumento del carico antropico.

Completate le opere di difesa idrogeologica e regimazione idraulica e fatte salve le procedure di approvazione da parte delle Autorità competenti, spetterà responsabilmente all'Amministrazione Comunale verificare che le stesse abbiano raggiunto l'obiettivo di minimizzazione del rischio ai fini della fruibilità urbanistica delle aree interessate.

Il Comune di Domodossola, effettuerà il controllo sulla funzionalità delle opere di sistemazione idrogeologica esistenti lungo i principali corsi d'acqua e sui versanti, con specifico riferimento alle opere poste a difesa dei centri abitati e della viabilità comunale, sullo stato di conservazione delle stesse, attivandosi per gli eventuali interventi di manutenzione straordinaria delle opere di difesa.

Per i territori ricadenti in questa Sottoclasse è impedita l'utilizzazione come aree per attrezzature di interesse comune (religiose, culturali, sociali, assistenziali, sanitarie e sportive-ricreative); è invece ammessa la realizzazione di aree a parcheggio, purché "a raso", tranne in aree ove siano presenti dissesti attivi ad elevata pericolosità (Elab. Geo 8 – Tav. 7 "*Carta di Sintesi…*": Fa, EeA, EbA).

Le aree appartenenti a questa Sottoclasse dovranno essere inserite nel Piano Comunale per la Protezione Civile.

8.4.5 Sottoclasse di idoneità IIIc

Si tratta di un'area edificata, a pericolosità geomorfologica molto elevata e ad alto rischio, ubicata in apice di conoide del Rio Anzuno, per la quale non è proponibile un'ulteriore utilizzazione urbanistica, neppure per il patrimonio esistente, in riferimento al quale è stato espletato l'iter per la "Ricollocazione preventiva" del fabbricato, e verrà completato con la conseguente demolizione dello stesso, nel rispetto della Legge 9-07-1908, n° 445, e della D.G.R. del 26-01-2026, n. 8-2172.

8.5 Fasce di rispetto dei corsi d'acqua

Fatti salvi i disposti di cui al R.D. n. 523/1904, in ottemperanza a quanto previsto dalla legislazione regionale vigente (L.R. n. 56/1977 e s.m.i.), tenuto conto della vocazione ambientale e di tutela della pubblica sicurezza di cui all'art. 29, si è ritenuto opportuno fissare le seguenti fasce di rispetto, misurate a partire dalla linea di sponda dell'alveo attivo e/o dal filo esterno delle opere di difesa e delle arginature:

- metri 15, misurati a partire dalla linea di sponda dell'alveo attivo e/o dal filo esterno delle opere di difesa e delle arginature, per il F. Toce, il T. Bogna, il Rio Deseno ed il Rio Anzuno;
- metri 10 per tutti i restanti corsi d'acqua misurati dalla linea di sponda dell'alveo attivo; restano escluse, invece, tutte le rogge irrigue, diffuse nelle zone subpianeggianti e pianeggianti, per le quali vengono definite norme specifiche.

Nelle fasce di rispetto dei corsi d'acqua, secondo quanto disposto dall'art. 29 L.R. n. 56/1977 e s.m.i., è vietata ogni nuova edificazione e le relative opere di urbanizzazione; sono consentite solo opere infrastrutturali (quali strade, piste, parcheggi, aree attrezzate, ecc.) la cui localizzazione non dovrà in alcun modo restringere e/o alterare le sezioni di deflusso dei corsi d'acqua; non potranno in ogni caso essere realizzati nuovi interventi edilizi, compresi box, accessori, pertinenze e simili.

Per tutti i corsi d'acqua iscritti al registro delle acque pubbliche, nonché quelli appartenenti al demanio, ancorché non iscritti ai precedenti elenchi, (il cui alveo è rappresentato da doppia linea continua sulla cartografia catastale), si applicano inoltre le disposizioni del Regio Decreto 25 luglio 1904 n. 523, che all'art. 96, punto f), stabilisce che la fascia di rispetto a cui bisogna attenersi non può essere inferiore a "*dieci metri per le fabbriche e per gli scavi"*, misurati a partire *"dal piede degli argini e loro accessori"* o, in assenza di argini in rilevato o "a raso", dalla sommità della sponda incisa; in tale fascia di rispetto inedificabile, intesa come arretramento del filo di costruzione, non potranno essere realizzati nuovi interventi edilizi.

Qualora risultassero differenze tra l'andamento dei corsi d'acqua demaniali, così come riportati sulle mappe catastali, rispetto all'attuale percorso planimetrico, resta inteso che le fasce di rispetto ai sensi del R.D. 523/1904 si applicano alla linea di drenaggio attiva, rimanendo di proprietà demaniale l'area abbandonata, ai sensi e per gli effetti della L. 37/94, nonché in ragione dell'art. 32, comma 3, Titolo II delle N.d.A. del PAI.

Nelle Carte di Sintesi della Serie Geo9 (Tavv. 8a÷8i), laddove l'andamento del corso d'acqua "reale" differisce dalla rappresentazione catastale, a seguito di rettifiche artificiali, è stato riportato l'effettivo andamento delle sponde regimate dei corsi d'acqua (mediante rilievi speditivi e confronto con foto aeree); anche in questi casi, in fase di progettazione degli interventi urbanistici, la precisa estensione delle relative fasce di rispetto, dovrà comunque essere verificata mediante rilievi in sito.

Per le aree ricadenti all'interno delle fasce di rispetto dei corsi d'acqua pubblici o con alvei demaniali, si applicano le disposizioni dell'art. 96 del R.D. n. 523/1904, in aggiunta alle limitazioni d'uso della Classe IIIA o delle Sottoclassi IIIB (se già edificate).

Eventuali edifici isolati, ricadenti all'interno delle fasce di rispetto dei corsi d'acqua, che, nella "*Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica*", in scala 1:2.000, sono stati indicati, per ragioni di opportunità grafica, con la retinatura della Classe IIIA, sono da assoggettare alle norme di cui alle sottoclassi IIIB3 (nel caso di corsi d'acqua classificati con dissesto Em_L o privi di dissesto) e IIIB4 (nel caso di corsi d'acqua classificati con dissesto Eb_L o Ee_L).

Eventuali recinzioni dovranno essere ubicate, di norma, ad una distanza non inferiore a 4 m dalla sommità della sponda del corso d'acqua e dovranno essere permeabili, tipo rete metallica e pali infissi nel terreno, per evitare possibili ostruzioni al deflusso delle acque., al fine di consentire le ispezioni e le operazioni di manutenzione agli alvei e/o alle opere di difesa idraulica.

Per quanto riguarda i tratti tombinati della **Roggia dei Borghesi**, nel tratto che attraversa il centro storico del Capoluogo, anche per le diramazioni secondarie non riportate graficamente sulla cartografia di Piano, non viene imposta alcuna fascia di rispetto, fermo restando il divieto di qualunque edificazione (compresi i bassi fabbricati accessori come, ad esempio autorimesse e tettoie al servizio di edifici esistenti) al di sopra di essi.

Sempre riguardo alle tratte tombinate della Roggia dei Borghesi, occorre che il Soggetto Gestore provveda a periodiche operazioni di pulizia e manutenzione al fine di evitare ostruzioni con conseguente possibile allagamento dei locali scantinati degli edifici limitrofi. Infine, in caso di nuove edificazioni (o di ristrutturazioni di edifici esistenti) nelle immediate vicinanze della tombinatura, si sconsiglia la realizzazione di locali interrati o seminterrati, provvedendo eventualmente all'impermeabilizzazione di quelli già esistenti.

Per quanto riguarda i **fossi e le rogge irrigue** nel fondovalle, comprese le tratte coperte, riportate nella "*Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica*" (Elab. Geo 9 – Tavv. 8a, 8b, 8c, 8g), viene imposta una Fascia di Rispetto pari a 5.0 m dalla linea di sponda dell'alveo attivo (non riportata graficamente nella Carta di Sintesi), in cui è vietata ogni nuova edificazione e le relative opere di urbanizzazione; sono consentite solo opere infrastrutturali (quali strade, piste, parcheggi, aree attrezzate, ecc.) la cui localizzazione non dovrà in alcun modo restringere e/o alterare le sezioni di deflusso dei fossi e/o delle Rogge irrigue.

8.6 Fasce di rispetto delle opere di presa idropotabili

Per le opere di presa delle acque da destinare al consumo umano (pozzi e sorgenti montane captate), presenti nel territorio comunale, indicate nell'Elab. GEO 5 *Carta Geoidrologica* (Tav. 4) e negli Elab. GEO 8-9 *Carta di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica e dell'Idoneità all'Utilizzazione Urbanistica*, in scala 1: 10.000 (pozzi e sorgenti) e 1: 2.000 (pozzi), viene di seguito definita la normativa di tutela nel rispetto delle specifiche tecniche introdotte dal Regolamento Regionale 15R/2006 (11.12.2006) recante la "*Disciplina delle aree di salvaguardia nelle acque destinate al consumo umano*" in attuazione del d.lgs. 03.04.2006, n. 152.

Le aree di salvaguardia possono essere modificate solo a seguito di indagini specifiche, così come previsto dal Regolamento Regionale, approvato con D.P.G.R. del 11-12-2006 n. 15/R/2006, previa approvazione da parte della Regione Piemonte. In assenza dell'individuazione delle aree di salvaguardia tramite specifico provvedimento da parte della Regione, le stesse restano definite con il criterio geometrico stabilito dalla normativa statale.

8.6.1 Zona di tutela assoluta (ZTA)

La zona di tutela assoluta, secondo il D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni; deve avere un'estensione di almeno 10.0 m di raggio dal punto di captazione (ove possibile), deve essere adeguatamente protetta e deve essere adibita esclusivamente a opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio.

8.6.2 Zona di rispetto (ZR)

La zona di rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta, da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in Zona di Rispetto Ristretta e Zona di Rispetto Allargata, in relazione alla tipologia dell'opera di presa o captazione ed alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa. Nella Zona di Rispetto, è vietato l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività (come da D.Lgs. n°152/2006, art. 94):

- *dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;*
- *accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;*
- *spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che il loro impiego sia basato su uno specifico piano di utilizzazione, che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;*
- *dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;*
- *aree cimiteriali;*
- *apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;*

- *apertura di pozzi, ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;*
- *gestione di rifiuti;*
- *stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;*
- *centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;*
- *pozzi perdenti;*
- *pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 kg per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione; è comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.*

Per gli insediamenti o le attività sopra elencate, preesistenti, ove possibile e ad eccezione delle aree cimiteriali, devono essere adottate misure per il loro allontanamento, garantendo in ogni caso la loro messa in sicurezza.

In assenza di individuazione delle aree di salvaguardia, la Zona di Rispetto ha un'estensione di 200 m di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione.

Le opere di presa idropotabili già oggetto di ridefinizione delle aree di salvaguardia sono:

- Pozzo dell'acquedotto comunale "Muraccio", ubicato in loc. Castanedo; ridefinizione della fascia di rispetto approvata dalla Regione Piemonte - Direzione Ambiente – Settore Servizio Idrico Integrato, con Determinazione n. 12 del 15/01/2010; distingue ZTA e ZTR (la Zona di Rispetto Ristretta coincide con la Zona di Rispetto Allargata);
- Pozzo dell'acquedotto comunale "Calice", ubicato in loc. Boschetto; ridefinizione della fascia di rispetto approvata dalla Regione Piemonte - Direzione Ambiente – Settore Servizio Idrico Integrato, con Determinazione n. 58 del 22/01/2010; distingue ZTA, Zona di Rispetto Ristretta e Zona di Rispetto Allargata;

Le Fasce di Rispetto così approvate, sono state riportate sulle appropriate tavole di analisi e di sintesi.

8.7 Norme di carattere generale

Le disposizioni qui di seguito riportate hanno validità per l'intero territorio comunale.

1) Per tutti i corsi d'acqua montani, stagionali o perenni, siano essi di proprietà pubblica o privata, devono essere applicate le seguenti disposizioni:
   - nelle fasce di rispetto prescritte nel precedente art. 8.5 "Fasce di rispetto dei corsi d'acqua", le utilizzazioni consentite sono esclusivamente quelle previste dal R.D. n. 523/1904, con particolare riferimento all'art. 96, e dall'art. 27, comma 3, della L.R. 56/1977 e s.m.i.. Le pratiche ammesse dal citato art. 27, comma 3, quando previste nei primi 10 metri della fascia di

rispetto individuata sul reticolo idrografico demaniale, sono subordinate a quanto stabilito dall'art. 96 del R.D. 523/1904;

- fanno parte degli allegati tecnici di P.R.G. le mappe catastali sulle quali, con doppia linea continua, sono distinti i corsi d'acqua demaniali assoggettati al R.D. 523/1904, ancorché non iscritti all'elenco delle acque pubbliche; siano essi a cielo aperto o tombinati, qualora risultassero differenze tra l'andamento dei corsi d'acqua demaniali, così come riportati sulle mappe catastali, rispetto all'attuale percorso planimetrico, le fasce di rispetto ai sensi del R.D. 523/1904 si applicano alla linea di drenaggio attiva, rimanendo di proprietà demaniale l'area abbandonata ai sensi e per gli effetti della L. 37/94 e dell'art. 32, comma 3, Titolo II delle N.d.A. del P.A.I. Tutti gli interventi di manutenzione idraulica dovranno avvenire nel rispetto della normativa di settore, tra cui si cita la L. 37/94 e la D.G.R. n° 44-5084 del 14/01/2002. In generale. qualunque intervento sul reticolo idrografico demaniale sarà subordinato al parere vincolante dell'Autorità idraulica competente;
- tranne che per i casi imposti dalla legge (ragioni di tutela della pubblica incolumità), è vietata la copertura dei corsi d'acqua mediante tubi o scatolari, anche se di ampia sezione, così come prescritto dall'art. 115 del D. Lgs. 152/2006 "Testo unico (Norme in materia ambientale)";
- le opere di attraversamento stradale sui corsi d'acqua dovranno essere realizzate mediante ponti, in maniera tale che la larghezza della sezione di deflusso non risulti in nessun caso inferiore rispetto alla larghezza dell'alveo "a rive piene", misurata a monte dell'opera, indipendentemente dai risultati di verifiche idrauliche condotte considerando le portate di massima piena. Tali verifiche dovranno sempre tenere conto della portata totale del corso d'acqua, comprensiva di portata liquida e trasporto solido. Le opere di attraversamento dei corsi d'acqua non dovranno avere larghezza superiore a quella dell'opera viaria;
- sono vietate opere che comportino variazioni nel corso o nel deflusso delle acque, restringimenti di sezioni e quant'altro possa comportare instabilità delle scarpate e delle sponde;
- in nessun caso è ammessa l'occlusione, anche parziale, dei corsi d'acqua (comprese le zone di testata) tramite riporti vari; sono inoltre precluse modificazioni della morfologia naturale delle fasce perifluviali, mediante riquotature ed artificializzazioni;
- in ogni caso è vietata qualunque edificazione (ivi comprese autorimesse, tettoie ecc.) sopra alle tratte d'alveo coperte o tombinate, comprese le tratte denominate "tombinature stradali" sull'Elab. GEO 8.

2) Le opere di sistemazione idrogeologica e di regimazione delle acque mireranno a:

- garantire sezioni di deflusso regolari e tali da consentire lo smaltimento di portate di massima piena, calcolate sulla base di eventi meteorici critici, con tempi di ritorno di 100 anni per i rii

minori e di 200 anni per i corsi d'acqua principali e comunque con sezioni che garantiscano il deflusso di contributi pari a 15 $m^3/s/km^2$ di bacino;

- assicurare la periodica manutenzione delle opere idrauliche e la pulizia degli alvei, prevedendo, in particolare, l'asportazione della vegetazione arborea ed arbustiva radicata in alveo e/o al piede delle sponde; in particolare, la manutenzione dei corsi d'acqua demaniali, compresa quella relativa alle opere idrauliche su questi realizzati, è subordinata al parere vincolante dell'Autorità idraulica competente, che rilascia il provvedimento nel rispetto delle leggi vigenti in materia e secondo le modalità da queste definite;
- nel caso di corsi d'acqua arginati o dotati di opere idrauliche, deve essere garantita la percorribilità, possibilmente veicolare, delle sponde a fini ispettivi e manutentivi;
- non sono ammesse opere, ivi comprese le recinzioni, che impediscano l'accesso all'alveo e alle opere di difesa idraulica e che impediscano la percorribilità veicolare longitudinalmente all'alveo stesso, anche in occasione di piene eccezionali, per pulizia e ripristini delle sezioni di deflusso; eventuali recinzioni, dovranno essere ubicate ad una distanza non inferiore a 4 m dalla sommità della sponda del corso d'acqua e dovranno essere permeabili, per evitare possibili ostruzioni al deflusso delle acque;
- non sono ammessi scarichi di rifiuti nell'alveo attuale dei corsi d'acqua (area interessata dalle portate di rive piene) e sulle fasce spondali dei corsi d'acqua (con riferimento ai settori compresi tra alveo attuale e gli orli di scarpata sovrastanti) e sui versanti, ivi compresi i materiali inerti provenienti da demolizioni e scavi e gli scarti vegetali provenienti dalle pratiche agrarie e dalla manutenzione di orti, parchi e giardini;
- eliminare le tratte d'alveo coperte o confinate, anche parzialmente, in manufatti tubolari e/o scatolari, di sezione chiaramente insufficiente.

3) Per quanto riguarda interventi di ampliamento o nuova edificazione (completamento) in aree di conoide classificate a rischio, i piani terreni dei fabbricati non dovranno presentare aperture (porte, finestre) sul lato rivolto all'apice della conoide stessa, ovvero nella direzione di possibili linee di esondazione.

4) In merito alla stabilità dei versanti, dovranno essere rispettate le seguenti disposizioni:

- nel caso in cui siano presenti scarpate limitrofe a nuovi insediamenti in progetto, nell'ambito dell'indagine geologica di approfondimento, ai sensi del D.M. 17-01-2018, sarà comunque cura del professionista incaricato, verificare puntualmente le caratteristiche geolitologiche e gli spessori dei materiali, oltre che le condizioni di stabilità dell'insieme opere-versante, individuando una fascia di cautela inedificabile di congrua ampiezza, dal piede dei versanti e dall'orlo delle scarpate e dei terrazzi;
- nelle zone acclivi, particolare attenzione dovrà essere posta nella regimazione delle acque superficiali, che andranno captate, regimate e convogliate negli impluvi naturali; in linea

generale, gli interventi urbanistici situati sui dolci versanti, indipendentemente dalla classe in cui ricadono, devono essere progettati in modo da garantire il più possibile il drenaggio naturale, mantenendo una adeguata superficie libera da impermeabilizzazioni, per consentire l'infiltrazione delle acque meteoriche nel suolo;

- nelle zone acclivi caratterizzate dalla presenza del substrato roccioso subaffiorante, i manufatti dovranno essere impostati direttamente in roccia;
- dovrà essere costantemente garantita la manutenzione dei muretti a secco limitrofi agli insediamenti previsti, ripristinando quelli che mostrano segni di ammaloramento e di instabilità.
- In linea generale, in presenza di settori mediamente acclivi, modellati da terrazzamenti antropici, delimitati da ripe vegetate o contenuti da muri in pietrame, anche laddove non rappresentati dalla cartografia di analisi e di sintesi, qualsiasi intervento edificatorio dovrà ricercare soluzioni tecniche finalizzate a minimizzare i movimenti terra (scavi e riporti), adattandosi il più possibile ai terrazzamenti esistenti e limitando la necessità di ricorrere a nuove opere di contenimento;
- qualora siano necessari sbancamenti artificiali delle scarpate e riporti di materiale, laddove ritenuto necessario, gli stessi dovranno essere sostenuti e drenati per garantire, a breve e lungo termine, la stabilità dei pendii.

5) Prima della realizzazione di nuovi interventi edilizi arealmente significativi, deve essere valutato l'incremento dei deflussi derivante dall'aumento della superficie impermeabilizzata connesso agli interventi in previsione urbanistica e, di conseguenza, deve essere verificata l'adeguatezza delle opere di regimazione idraulica eventualmente esistenti a valle, prevedendone, se del caso, l'adeguamento o la realizzazione.

6) Per quanto attiene alle aree depresse, dal punto di vista geomorfologico, o caratterizzate da insufficiente drenaggio, il ricorso alla riquotatura è ammesso solo ed esclusivamente se viene dimostrato che, in condizioni ordinarie e straordinarie, tale riempimento non aggravi le condizioni di pericolosità delle aree limitrofe già edificate; il ricorso all'innalzamento artificiale del piano campagna, può essere effettuato solo con materiali idonei ai sensi della vigente normativa sui rifiuti, e nel rispetto delle fasce imposte dal R.D. n. 523/1904, senza alterare il naturale scolo delle acque e nel principio di conservazione della permeabilità dei suoli, conservando il più possibile la capacità di infiltrazione e laminazione della superficie originaria e con minima alterazione del ciclo idrologico; non dovranno in nessun caso essere considerati "di modesto rilievo", gli interventi interferenti con falde o con corsi d'acqua e relative aree di espansione (aree perifluviali).

7) Per tutti gli interventi edilizi od opere infrastrutturali strategici e rilevanti, sono obbligatorie le indagini degli aspetti sismici, per cui, in fase progettuale, dovranno essere acquisiti gli aspetti topografici, ove possibile la profondità del substrato, la successione stratigrafica e la caratterizzazione delle coltri di copertura, eventualmente verificando la stabilità dei pendii nei

confronti dell'azione sismica. Sui terreni di riporto, non dotati di caratteristiche granulometriche e geotecniche adeguate, sarà sempre vietata la posa delle fondazioni degli edifici, mentre in presenza di coltri di copertura con caratteristiche geotecniche scadenti, si dovrà procedere all'esecuzione di studi di dettaglio per la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio (V_{S30}) e dei possibili fenomeni di amplificazione sismica locale.

8) In tutte le aree interessate da fenomeni di dissesto, così come sono definiti dall'art. 9 delle Norme di Attuazione del PAI, il Comune sarà tenuto ad informare il soggetto attuatore delle previsioni urbanistiche, sulle limitazioni di cui al suddetto art. 9 delle N.T.A. del PAI, facendo sottoscrivere allo stesso soggetto attuatore un atto liberatorio, così come prescritto dal comma 7 dell'art. 18 delle Norme del PAI.

9) Nelle aree soggette a vincolo idrogeologico, vigono le norme di cui alla L.R. 45/1989 "*Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici*" cosi come modificate dalla L.R. 4/09, art. 19 e dalla L.R. 30/09, art. 22.

10) Nuove opere di urbanizzazione, quale ad esempio la realizzazione di nuovi tracciati viari, non dovranno in alcun modo rappresentare un ostacolo alle operazioni di riassetto territoriale, ovvero non dovranno incrementare in modo significativo il valore complessivo dei beni esposti da dover proteggere nell'area in oggetto.

11) L'Amministrazione Comunale è tenuta a valutare responsabilmente la coerenza circa la possibilità di operare il trasferimento dei valori di cubatura dalle porzioni inedificabili a quelle edificabili all'interno del medesimo lotto, in relazione alla condizione di pericolosità attuale o potenziale rilevata all'interno delle fasce di rispetto dei corsi d'acqua, così come sopra modificate, al fine di non gravare sulle aree prossime al limite di fascia, incrementando su queste il valore dei beni teoricamente esposti a danno.

12) Per quanto riguarda la pericolosità da valanghe, la compatibilità dell'eventuale sostituzione degli impianti di risalita dell'area sciabile di Alpe Lusentino - Domobianca con il quadro del dissesto, dovrà essere valutata in sede di progettazione dell'impianto attraverso un'accurata analisi della possibile interferenza con le aree valanghive, eventualmente attraverso l'impiego di modelli di dinamica valanghiva scientificamente validati, al fine di calcolare le pressioni esercitate dalle valanghe sui sostegni di linea e poter conseguentemente progettare le necessarie opere di difesa e/o le misure di gestione del rischio. Si rammenta inoltre che qualsiasi intervento edilizio ammesso a seguito della realizzazione di opere di difesa o della verifica di efficienza delle opere esistenti, dovrà essere accompagnato da una perizia, redatta da professionista abilitato, che verifichi l'efficacia delle opere in relazione all'effettiva mitigazione del rischio; tale perizia dovrà definire gli eventuali interventi di consolidamento dei manufatti che ne garantiscano, in relazione al rischio residuo individuato a seguito della realizzazione delle opere di difesa, la resistenza a fronte delle pressioni di valanga calcolate, comprensive dei fenomeni di soffio. A questo scopo si potrà fare riferimento alla

pubblicazione "*Linee guida per la progettazione di edifici soggetti ad impatto valanghivo*", di V. De Biagi et al. (Regione Autonoma Valle d'Aosta, 2012) - Progetto Strategico Alcotra "RISKNAT".

13) Per tutte le aree del fondovalle, riconosciute come "*Zone di attenzione per instabilità legate a fenomeni di liquefazione*", le indagini a supporto degli interventi edificatori, dovranno verificare la stabilità del sito nei confronti della liquefazione, secondo quanto indicato dall'art. 7.11.3.4 del D.M. 17-01-2018 "*Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni*", ovvero procedere con le valutazioni preliminari in merito all'eventuale esistenza di una delle circostanze che consentono l'omissione della verifica stessa e, in assenza di tali circostanze, procedere con le verifiche analitiche, utilizzando le metodologie proposte dal citato art. 7.11.3.4.

9. SINTESI DEGLI APPROFONDIMENTI SVILUPPATI IN RISPOSTA ALLE RICHIESTE DEGLI ENTI

9.1 Prima Seduta della 1° Conferenza di Copianificazione (23/07/2024) – Proposta Tecnica Progetto Preliminare

In data 23/07/2024, in videoconferenza si è tenuta la prima seduta della prima Conferenza di Copianificazione, relativa alla Proposta Tecnica di Progetto Preliminare della Variante Strutturale n. 2 al PRG.

Per quanto attiene agli aspetti geologici, di competenza dello scrivente, viene letto il contributo del dott. geol. Luca Delfrati, funzionario della Regione Piemonte – Settore Tecnico NO-VB, articolato nei seguenti punti:

1. lo studio geologico del Piano vigente è stato approvato con modifiche ex officio, formulate in via cautelativa e prescrivendo approfondimenti specifici da effettuarsi con la successiva variante. Si chiede se tali argomenti siano stati affrontati nella redazione dello studio aggiornato;

Le modifiche introdotte ex officio, di cui agli allegati "A" delle DD.GG.RR. n.26-6489 del 23 luglio 2007 e n. 14-7012 del 27 settembre 2007, erano state tutte recepite negli elaborati geologici del PRG vigente.

Le citate richieste di approfondimento, presenti nella Relazione conclusiva della Regione Piemonte – Direzione Pianificazione e Gestione Urbanistica, non trattandosi di prescrizioni ma di indicazioni per le future Varianti, non erano state pubblicate nelle DD.GG.RR. di approvazione sopra richiamate.

Ciò premesso, si precisa che tali indicazioni, sono state in buona parte sviluppate negli elaborati geologici aggiornati; in particolare:

- era stato suggerito di approfondire l'analisi del reticolo idrografico minore, analizzando le sezioni potenzialmente critiche, quali la confluenza tra il Rio Riana ed il Rio Bacenetto, l'attraversamento del Rio Bacenetto (rilevato ferroviario), i tratti tombinati della Roggia dei Borghesi e le sezioni idrauliche dei Rii minori compresi tra il Rio Anzuno e il M.te Calvario.

  Alcuni di questi approfondimenti sono stati sviluppati nell'apposito Elab. Geo 11, ad esempio con nuove analisi idrologiche e verifiche idrauliche lungo il reticolo minore (Rio Riana, Rio Zoncalina, Rio Cavalli), mentre altri non sono stati effettuati (ad esempio, non sono state effettuate verifiche dei tratti tombinati della Roggia dei Borghesi, trattandosi di un antico canale artificiale di derivazione ad uso irriguo regolato da paratoie, per il quale le uniche "criticità" possono derivare dalla mancata pulizia).
- era stato richiesto di aggiornare il quadro delle opere idrauliche con il sistema SICOD, con riferimento agli interventi realizzati sul T. Bogna, una tratta intubata presso Rogoledo, la passerella pedonale in apice di conoide del Rio Anzuno ed le tratte coperte della Roggia dei Borghesi.

Anche in questo caso, sono stati sviluppati solo alcuni dei suddetti approfondimenti: ad esempio, tutte le opere idrauliche del T. Bogna sono state aggiornate, mentre si è ritenuto di non censire con schede SICOD i tratti canalizzati della Roggia dei Borghesi, trattandosi di opere che, di fatto, nel centro abitato di Domodossola, assumono il carattere di "tombinatura stradale". Si sottolinea come, il quadro delle opere idrauliche, sia stato aggiornato allo stato di fatto di agosto 2024.

2. preso atto della Tabella che fornisce il confronto tra gli elaborati di PRG vigente e elaborati della PTPP, chiede se le informazioni del piano vigente (ad esempio alcune integrazioni idrauliche prodotte nel 2007 e prodotte a titolo integrativo a valle dell'adozione delle controdeduzioni comunali) siano state inserite nella documentazione adottata;

Le informazioni del PRG vigente sono state inserite nella documentazione dello studio aggiornato, in parte aggiornandole: ad esempio, le verifiche idrauliche sul Rio Bacenetto non sono state aggiornate, e come da PRG vigente, si fa riferimento agli studi Berrino e Hydrodata, mentre per i rii minori, affluenti del Bacenetto, sono state svolte nuove analisi idrologiche e verifiche idrauliche, facendo riferimento alla "*Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica*" del PAI (si veda l'Elab. Geo 11).

3. dato che nella relazione geologica si citano alcune varianti che hanno modificato le norme approvate con DGR, chiede di precisare il contenuto normativo di tali varianti e se necessario fornirlo come integrazione, inserendolo nelle norme geologiche di variante;

Premesso che l'impianto normativo di tipo geologico, proposto con la Variante Strutturale n. 2 al P.R.G., è stato rivisto ed aggiornato alla luce dei contenuti della D.G.R. 64-7417/2014 (definizione di carico antropico, tipologie di interventi ammessi nelle Classi IIIB, ecc), come anche dettagliato al cap. 6.2 dell'Elab. Geo 1a, si specifica che:

- le NTA aggiornate comprendono integralmente le prescrizioni di cui alle DD.GG.RR. di approvazione del PRG vigente (ad es. le prescrizioni in merito agli interventi in aree di Classe II passibili di inondazione con battenti <0.4 m);
- sono state richiamate le sole Relazioni Geologiche Tecniche di accompagnamento delle Varianti Urbanistiche Parziali, adottate dall'A.C. dopo l'approvazione del PRG vigente del 2007;
- le suddette Varianti Parziali non hanno mai modificato aspetti normativi geologici; gli aggiornamenti normativi di tali Varianti hanno riguardato essenzialmente aspetti urbanistici (Schede di Normativa d'Area, vincoli per Rischio Archeologico, ecc.).

4. per quanto riguarda gli aspetti geologici, la documentazione è completa e rispetta le specifiche di cui alla checklist allegata alla DGR 64-7417/2014. In merito agli aspetti valanghivi, si ritiene che la documentazione sia adeguata per poter svolgere l'istruttoria e formulare il parere di competenza.

Eventuali, futuri aggiornamenti della documentazione geologica, verranno sviluppati a seguito dell'emissione dei suddetti Pareri di competenza.

9.2 Seconda Seduta della 1° Conferenza di Copianificazione (18/12/2024) – Proposta Tecnica Progetto Preliminare

In data 18/12/2024, in videoconferenza si è tenuta la seconda seduta della prima Conferenza di Copianificazione, relativa alla Proposta Tecnica di Progetto Preliminare della Variante Strutturale n. 2 al PRG di Domodossola. Per quanto attiene agli aspetti geologici, di competenza dello scrivente, vengono di seguito riportati (con le relative controdeduzioni) i Pareri della Regione Piemonte – Settore Tecnico NO-VB, Settore Geologico e Settore Sismico.

9.2.1. Parere della Direzione Opere Pubbliche, Difesa del suolo, Protezione Civile, Trasporti e Logistica - Settore Tecnico NO-VB

Osservazioni generali e osservazioni comuni a più elaborati

1. Circa la verifica di congruenza con le mappe di pericolosità del PGRA e il quadro dei dissesti PAI, si segnalano i più recenti indirizzi adottati dall'Autorità di Bacino del Fiume Po, evidenziando che:

• per l'ambito RP (reticolo principale fasciato e non) gli scenari vanno recepiti tal quali…

• l'ambito RSCM (reticolo secondario collinare e montano) è modificabile previa adeguata motivazione e approfondimenti condotti secondo gli standard regionali vigenti;

Il quadro dei dissesti segnalati dalle mappe PAI e PGRA, è stato oggetto di trattazione e commento nell'apposito cap. 7 della Relazione Geologica Generale: gli scenari del Reticolo Principale sono stati recepiti tal quali, mentre per quelli del Reticolo Secondario collinare e montano, si è provveduto a proporre alcune modifiche, soprattutto relativamente alla trasposizione tra conoidi e dissesti PGRA (si veda anche la risposta al seguente punto 2, nonché al punto 3 relativo agli "Elaborati di analisi").

2. Per quanto riguarda nello specifico la verifica di compatibilità con le mappe di pericolosità del PGRA, lo studio geologico di PRG fa riferimento all'aggiornamento 2023. Si segnala che è stato rilasciato un ulteriore aggiornamento, che contiene modifiche anche significative rispetto al precedente. Si ritiene necessario - al fine del favorevole pronunciamento finale dell'Autorità di Bacino - aggiornare la verifica di compatibilità tenendo conto del più recente quadro sovraordinato.

Per il confronto tra quadro del dissesto proposto con la Variante Strutturale n. 2 al PRG, ed il quadro di dissesto sovraordinato, si è fatto riferimento all'ultimo aggiornamento disponibile delle mappe PGRA (30-07-2024), provvedendo ad effettuare, nell'apposito cap. 7 della Relazione Geo1, le opportune controdeduzioni relativamente alla pericolosità da alluvione del reticolo secondario, in sintonia con i disposti delle D.G.R. 25-7286/2018 del 30-07-2018 e D.G.R. 17-7911 del 23-11-2018.

3. Dal momento che gli standard regionali prescrivono la mosaicatura delle informazioni geologiche con i comuni limitrofi e che nella relazione geologica manca un capitolo in tal senso, si chiede di produrre un capitolo specifico.

Nella Relazione Geo1, è stato sviluppato l'apposito Cap. 6.4 "*Congruenza della Cartografia di Analisi e di Sintesi con i Comuni limitrofi*", a cui si rimanda per tutti gli approfondimenti richiesti.

4. Si raccomanda che venga verificata la coerenza tra gli elaborati dello studio geologico e quelli dello studio sismico relativamente alle informazioni comuni ai due studi;

Come dettagliato in risposta alle Osservazioni del Settore Sismico (cap. 9.2.3), a cui si rimanda, si è provveduto ad inserire le Zone di attenzione per liquefazione, nella Carta Geoidrologica e nella Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica.

Elaborati di analisi

1. A titolo meramente formale, si ritiene preferibile indicare i codici del dissesto in conoide per esteso (Cae2, Cab2, Cam2), in ottica di trasposizione e aggiornamento del quadro del dissesto PAI.

Si è provveduto a riportare i codici completi di classificazione delle conoidi, come richiesto.

2. Sia la ricerca storica (elab. GEO10) che l'analisi monografica dei conoidi (GEO11) contengono dettagliate informazioni testuali sulla morfologia dei conoidi stessi … potrebbe essere utile integrare le valutazioni con una rappresentazione geomorfologica di dettaglio dei conoidi, integrando gli stralci "elementi geomorfologici" delle schede dell'elaborato GEO11. In alcune situazioni, potrebbe essere rivista la classificazione di pericolosità del dissesto, propedeutica alla classificazione di sintesi.
A questo fine, si ritiene opportuno valutare l'attendibilità delle verifiche idrauliche relative ai singoli conoidi in caso di scenario di trasporto in massa, laddove possibile.

Si è provveduto ad integrare tutte le Schede "Elementi morfologici" dei conoidi (Elab. Geo 11), con la rappresentazione di dislivelli morfologici, vallecole, muri in elevazione, ecc., ovvero degli elementi significativi che hanno contribuito alla definizione delle zone a diversa pericolosità ed alla classificazione di sintesi dei conoidi.

Per quanto riguarda gli scenari di trasporto di massa, le verifiche idrauliche lungo i Rii minori, non ne hanno tenuto conto, trattandosi di eventi di difficile valutazione. Negli estratti geomorfologici delle conoidi, allegate alle analisi di Aulitzky, sono state però riportate le "*potenziali linee di deflusso, principali e secondarie*", degli eventuali flussi di esondazione, valutati sulla base dell'assetto morfologico ed antropico delle conoidi: si ritiene che, in caso di eventi di piena con *debris flood*, le colate si propagherebbero privilegiando tali direttrici, come esplicitato anche a livello descrittivo, nel cap. 3.2 dell'Elab. Geo 11.

Una considerazione simile è stata fatta per i corsi d'acqua principali: il T. Bogna ed il Rio Anzuno, in cui le incertezze presentano un grado superiore, data l'estensione dei bacini idrografici; va però detto che, per entrambi tali corsi d'acqua, gli effetti potenziali derivanti da fenomeni di trasporto solido di massa, verrebbero limitati in maniera significativa (se non interamente annullati), dalla presenza delle imponenti briglie di trattenuta poste presso i rispettivi apici di conoide, con la briglia di Boione (T. Bogna) con volume di accumulo complessivo di 55.000 m^3, e la briglia di Gabi Valle (Rio Anzuno), anch'essa con retrostante varice in grado di trattenere svariate migliaia di m^3 di materiale detritico.

3. Le valutazioni sul conoide del T. Bogna sono state aggiornate rispetto al Piano vigente unicamente per ciò che riguarda le opere di difesa realizzate e il loro stato di efficienza/efficacia. Si sottopongono alla valutazione del Professionista le seguenti considerazioni (di seguito riassunte)*:*

- *verifica dei criteri di valutazione e delle classificazioni a suo tempo effettuate;*
- *recepimento o controdeduzione delle mappe di pericolosità dal PGRA;*
- *approfondimenti e valutazioni, sulla scorta di quanto richiesto dal Settore Decentrato OO.PP.;*
- *integrare l'Elaborato "Analisi monografica delle conoidi…" con informazioni aggiuntive;*
- *integrare gli elementi geomorfologici del conoide;*
- *assenza di limiti morfologici che giustifichino il passaggio tra CAm e CS;*
- *pericolosità geomorfologica da valutare in condizioni naturali, al netto delle opere di difesa;*
- *Verifiche idrauliche non esaustive delle condizioni di trasporto di massa;*
- *Rivalutazione della classificazione di sintesi, a fronte delle precedenti considerazioni.*

Per le valutazioni sul grado di pericolosità della conoide del T. Bogna e la conseguente classificazione di Sintesi, nell'Elab. Geo 11 "Analisi monografica delle Conoidi…" è stata interamente ripresa l'analisi di Aulitzky della conoide, aggiornandola con gli elementi morfologici, rappresentati in un apposito estratto grafico. La pericolosità geomorfologica è stata rivista in senso cautelativo, stralciando la porzione CS (conoide stabilizzata naturalmente) e considerando l'intero centro storico come CAm2, con conseguente revisione della classificazione di Sintesi (dalla Classe I alla Classe II), oltre a rivedere, in senso cautelativo, l'estensione delle sottoclassi IIIB (si veda la successiva risposta al punto 3 degli "*Elaborati di Sintesi*").

Con la nuova classificazione di pericolosità e di sintesi, al cap. 4.2.2. dell'Elab. Geo 11, è stato fatto un confronto con gli scenari del PGRA (si veda anche il cap. 7.3 "Ambiti di conoide" della Relazione Geo1); l'Elaborato è stato inoltre integrato con le Schede Riassuntive delle conoidi (Cap. 5).

Gli approfondimenti richiesti dal Settore Decentrato OOPP con Nota del 02/03/2007, prot. n. 9992/25.09 (quadro delle opere idrauliche), sono stati trattati ai cap. 4.2.1 e 4.2.3 dell'Elab. Geo 11; per quanto riguarda il trasporto solido di massa, si rimanda alla risposta fornita al precedente Punto 2.

4. Circa i dissesti idraulici, la relazione geologica e i suoi allegati citano diversi studi (contenenti verifiche idrauliche anche esaustive degli approfondimenti richiesti in sede di approvazione del PRG vigente). Si ritiene opportuno allegarne congrui estratti nella documentazione di Piano.

In calce alla Relazione Geologica Generale (Geo1), come "Appendice A", sono stati riprodotti degli estratti significativi degli studi idraulici più significativi o recenti, con particolare riferimento ai Rii Deseno, Bogna, Bacenetto ed Anzuno.

In particolare, si chiedono riscontri dell' "esame approfondito delle dinamiche di esondazione in assenza dell'argine" in sponda sinistra del Rio Bacenetto tra le confluenze del Rio Zoncalina e il Rio dei Cavalli, oppure in sponda destra del Rio di Crosiggia al piede del versante (parere del Settore Decentrato OO.PP. e difesa assetto idrogeologico di Verbania prot. n. 9992/25.09 del 02/03/2007).

Per quanto riguarda la fascia di terreni situati lungo il Rio Bacenetto, non si è ritenuto di sviluppare un modello di propagazione dei deflussi di piena centenaria, in relazione all'andamento planimetrico del piano campagna, per definire il passaggio alla Classe II (come richiesto nel citato Parere del Settore OO.PP): si è, invece, adottato un approccio qualitativo di tipo cautelativo, ascrivendo alla Classe IIIB2 l'intera fascia di terreni in sinistra al Rio Bacenetto (in Classe II nel PRG vigente).

Per quanto riguarda i terreni in sponda destra del Rio Crosiggia, al piede del versante, il limite delle aree in Classe II si attesta ad una distanza variabile tra 25÷80 m rispetto al corso d'acqua, nell'ambito di ampi terreni prativi subpianeggianti, in cui gli eventuali deflussi di esondazione si disperderebbero in maniera uniforme, con laminazioni a bassa energia e battente ridotto; stante le suddette condizioni morfologiche e le portate limitate del Rio Crosiggia (estensione del bacino di alimentazione pari a circa 0.25 km^2), non si ritiene di dover effettuare una modellazione idraulica per giustificare il passaggio dalla Classe III alla Classe II, così come definito negli elaborati grafici della Variante Strutturale n. 2 al PRG.

5. Per quanto riguarda l'andamento della falda superficiale, lo studio attesta che le isopieze sono riprese dagli studi del Piano vigente (aggiornate a non oltre l'anno 1996). Dal momento che numerosi pozzi nel territorio comunale sono tuttora attivi e accessibili, si suggerisce una verifica aggiornata.

Nel corso del mese di febbraio u.s., si è provveduto ad effettuare una nuova campagna di misurazioni della falda, presso i pozzi tuttora esistenti / accessibili; come da tabella allegata al cap. 3.4 della Relazione Geo1, le nuove misurazioni hanno sostanzialmente confermato i dati del PRG vigente.

Elaborati di sintesi

1. Preso atto che sono presenti diverse aree in classe II lungo i versanti, … si chiede se siano state verificate per queste aree le condizioni dei pendii a monte (se acclivi potenzialmente passibili di dissesti gravitativi che possono coinvolgere i settori al piede anche su lunghe distanze); dal momento che né nella relazione geologica (GEO1) né nella relazione di confronto (GEO1a) sono state riscontrate specifiche in tal senso.

Sono state inserite maggiori specifiche nella Relazione Geo1 – cap. 6.3.2.

In sintesi, la maggior parte delle aree in Classe II lungo i versanti, corrispondono a settori subpianeggianti o dolcemente acclivi, posti a monte di cambi di pendio e/o di versanti acclivi, alla sommità di dorsali o con presenza di pendii a monte privi di evidenze di dissesto potenziale. Si sottolinea, inoltre, come tutte le aree in Classe II, sono state individuate a congrua distanza dai pendii classificati come "Settori di versanti con quadro di stabilità prossimo all'equilibrio limite".

Le uniche situazioni degne di nota, sono relative alle seguenti aree:

- località Barro, aree in classe II poste in stretta vicinanza alla sovrastante strada per Monte Ossolano, con sovrastante pendio terrazzato in equilibrio limite: si è provveduto a ridurre l'estensione della Classe II proposta con la Variante Strutturale 2;

- località Tensa, area in Classe II, terrazzata e pertinenziale ad un ristorante / agriturismo, ricadente all'interno di un'ampia area stabile, a sua volta racchiusa in un esteso settore di versante con stabilità prossima all'equilibrio limite.

2. Per quanto riguarda la classificazione di sintesi presso l'Alpe Lusentino, si rimanda all'allegato contributo del Settore Geologico prot. n. 59921 del 16/12/2024.

Come meglio dettagliato in risposta a detto contributo, e come chiarito verbalmente nel corso della Conferenza di Copianificazione, la località in oggetto è l'A. Casalavera (il riferimento al Rifugio Lusentino è da intendersi come refuso); l'area è stata riclassificata dalla Classe II in Classe IIIB2.

3. Circa la classificazione di sintesi delle aree comprese nei perimetri dei conoidi alluvionali, si propongono le seguenti osservazioni:

- *a parità di pericolosità, un settore del conoide del Rio dei Cavalli viene ascritto alla classe II: ciò in considerazione delle edificazioni esistenti a monte, migliorative rispetto alle condizioni di deflusso. Poiché tali elementi antropici sono potenzialmente mutevoli nel tempo, si propone di valutare una classe IIIb2 che preveda la verifica dello stato dei luoghi preliminarmente agli interventi urbanistici;*

  Si è provveduto ad ascrivere alla Classe IIIB2, l'area distale in destra idrografica, precedentemente inserita in Classe II; nel Cronoprogramma è stato specificato che, per interventi comportanti un aumento del carico antropico, sarà necessario valutare lo stato dei luoghi, verificando la sussistenza delle suddette condizioni migliorative.

- *per quanto osservato a proposito del conoide del T. Bogna, si suggerisce di valutare l'introduzione di una classe IIIb2 in luogo delle classi I e II nell'abitato che risulta storicamente protetto dalle opere antropiche, a tutela della verifica del loro stato manutentivo, in relazione a futuri eventi alluvionali anche a carattere estremo, la cui probabilità potrebbe aumentare nel tempo. Per le stesse motivazioni si suggerisce di valutare classificazioni cautelative anche nei settori più prossimi all'apice e a ridosso delle opere di difesa stesse.*

  Si è provveduto a rivedere in senso cautelativo la classificazione di sintesi, sia nel settore apicale, sia a ridosso delle opere di difesa spondali, che nella porzione medio-distale: è stata estesa la Classe IIIA; la Classe IIIB3 è stata estesa ad ambiti prima ascritti alla Classe IIIB2; la Classe IIIB2 è stata estesa ad ambiti prima ascritti alla Classe II; le aree precedentemente ascritte alla Classe I, sono state riclassificate in Classe II.

4. Si rileva che la sottoclasse IIIb, e in particolare la IIIb2, appare localmente molto più estesa dell'area effettivamente edificata … si chiede di delimitare la classe all'edificato/urbanizzato.

Si è provveduto a ridurre l'estensione delle aree inedificate ascritte alla Classe IIIB2, con particolare riferimento a quelle di maggiore estensione, ad esempio l'area del vecchio Depuratore di Domodossola a Sud della Regione Badulerio, o l'area in apice di conoide del T. Bogna (si veda anche il punto 3), oltre a ridurne l'estensione anche presso taluni nuclei "minori" (ad es. in loc. Barro).

5. In ogni caso, tutte le modifiche eventualmente apportate agli elaborati di analisi in esito alle presenti osservazioni dovranno trovare una coerente ricaduta sulla classificazione di sintesi, apportando le modifiche necessarie.

Come dettagliato in risposta ai punti precedenti delle Osservazioni, la Classificazione di Sintesi è stata localmente rivista in senso cautelativo.

Aspetti normativi

Ci si riferisce al cap. 8 "Normativa geologico-tecnica", Elab. Geo1. Si formulano le seguenti proposte:

- *nella classe II, in aree soggette all'azione di corsi d'acqua, inserire prescrizioni circa l'orientazione delle aperture/accessi, per evitare che siano rivolte verso la direzione di provenienza dei deflussi;*

  Si è provveduto ad inserire la prescrizione richiesta (Cap. 8.3).

- *nella classe IIIa, dal momento che alcune aree ricadono in dissesto valanghivo, e con riferimento all'allegato contributo prot. n. 59921 del 16/12/2024, si ritiene necessario dettagliare le limitazioni agli interventi ammissibili, in coerenza con l'art. 9 delle Norme di Attuazione PAI;*

  Quanto richiesto è stato dettagliato nel cap. 8.4.1 "Sottoclasse IIIA", oltre che al Cap. 8.7, punto 12.

- *nella classe IIIb, con riferimento agli interventi di sopraelevazione in assenza di opere di difesa, si fa presente che la D.G.R. n. 64-7417/2014 li ammette solo per problematiche idrauliche; viceversa in tale sottoclasse rientrano anche aree con problematiche gravitative e di trasporto in massa (conoidi). Si chiede di valutare un'articolazione della norma in coerenza con gli indirizzi regionali;*

  La Norma è stata articolata come richiesto, nella tabella riassuntiva (in calce al cap. 8.4) e nel testo di Norma delle singole Sottoclassi (cap. 8.4.2 e 8.4.3)

- *nella sottoclasse IIIb3, ancorché la costruzione di fabbricati accessori dopo la realizzazione delle opere di riassetto non sia qualificata come aumento di carico antropico, questi ultimi costituiscono un aumento del valore esposto e del rischio, soprattutto in contesti soggetti ad eventi dissestivi a rilevante dinamica e carattere impulsivo. Si ritiene opportuno evitare questa possibilità, anche in considerazione del carattere non risolutivo né definitivo degli interventi antropici*

  Si ritiene che l'aumento del "valore esposto" rappresentato da un nuovo fabbricato accessorio, sia comunque meno aggravante rispetto al "modesto aumento di carico antropico" determinato dall'ampliamento di un'unità abitativa, intervento esplicitamente consentito dalla D.G.R. 64-7417 ed anch'esso (in ogni caso) comportante un aumento del "valore esposto". Pertanto, la proposta non viene condivisa e, quindi, non è stata accolta.

- *ancora nella sottoclasse IIIb3, l'ultimo capoverso le ascrive gli edifici isolati in classe IIIa. Dal momento che le norme della classe IIIa contengono anche prescrizioni per l'edificato sparso… si suggerisce di valutare lo stralcio dell'ultimo capoverso in questione; una considerazione analoga vale per gli edifici nelle fasce di rispetto dei corsi d'acqua, ascritti alle sottoclassi IIIb3 e IIIb4;*

  Si è provveduto a stralciare l'ultimo capoverso del Cap. 8.4.3 "Sottoclasse IIIB3".

- *nelle sottoclassi IIIb3 e IIIb4, si suggerisce di precludere anche la realizzazione di parcheggi a raso laddove siano presenti dissesti attivi ad elevata pericolosità, in quanto peggiorativi sotto il profilo del rischio e del valore esposto.*

  La proposta è stata accolta parzialmente nel testo di Norma delle suddette Sottoclassi (cap. 8.4.3 e 8.4.4 dell'Elab. Geo1). Non si è ritenuto di precludere tale possibilità, limitatamente alle sole aree ascritte alla Sottoclasse IIIB3 in zone di conoide, in quanto si ritiene che un'area a parcheggio non aumenti il "valore esposto": in assenza di un'area a parcheggio, infatti, le vetture dei residenti verrebbero comunque parcheggiate nella stessa zona, nelle aree di sosta a lato delle strade (che peraltro rappresentano linee di deflusso preferenziale in caso di esondazioni).

Elaborati di Terza Fase e Schede Geologico-Tecniche

Circa le schede geologico-tecniche dei nuovi interventi (Elaborato GEO15), ci si riserva di formulare le proposte di merito nella successiva fase procedurale. Si anticipano in ogni caso alcune osservazioni:

- *la relazione contiene schede dichiarate già oggetto di previsione nel PRG vigente. Dal momento che la tabella di confronto elaborati dell'elaborato GEO1a attesta che i contenuti dell'elaborato C del PRG vigente sono parzialmente validi, si chiede di verificare se tali contenuti sono stati riversati nelle schede dell'elaborato GEO15 (che in questo caso si intenderà sostitutivo dell'elaborato C) o se è opportuno compiere tale operazione in sede di progetto preliminare;*

  Allo stato attuale, non si ha contezza di quali siano gli Interventi urbanistici previsti dal PRG vigente non ancora attuati, in quanto l'Elaborato Geo15 tratta solo le nuove richieste edificatorie e le schede contenute nel PRG vigente oggetto di modifiche; le informazioni inerenti le schede vigenti di cui al citato Elab. C, ma non attuate, potranno essere fornite soltanto dall'Ufficio Tecnico.
- *si chiede di tenere conto delle osservazioni formulate nei paragrafi precedenti in merito all'analisi e alla sintesi geologica per modulare e regolamentare gli interventi delle schede geologico-tecniche.*

  Le Schede geologico-tecniche sono state aggiornate, laddove le "condizioni al contorno" sono mutate a seguito delle nuove elaborazioni; a titolo esemplificativo e non esaustivo, l'Interv. 22U (Estratto 1) è stato aggiornato per la riclassificazione della porzione di conoide del T. Bogna, dalla Classe I alla Classe II, e l'Int. 90B (Estratto 3) è stato integrato con le prescrizioni inerenti la verifica della possibilità di insorgenza di fenomeni di liquefazione a seguito dell'azione sismica.

9.2.2. Parere della Direzione Opere Pubbliche, Difesa del suolo, Protezione Civile, Trasporti e Logistica - Settore Geologico

Osservazioni sulla cartografia della pericolosità da valanghe

Il professionista ha svolto un lavoro di rielaborazione della cartografia allegata al PRGC vigente, che è stata rappresentata nella Tavola 2b "Carta di probabile localizzazione delle valanghe", che assieme

alla Carta geomorfologica (Tav. 2a) definisce il quadro del dissesto gravante sul territorio comunale. Tale rappresentazione è coerente con il quadro dei siti valanghivi disponibile sul Sistema Informativo Valanghe (SIVA) del Geoportale di ARPA Piemonte.

…omissis…

Si evidenzia che le aree perimetrate soggette a fenomeni valanghivi sono costituite quasi esclusivamente da aree non antropizzate, eccezion fatta per il sito valanghivo censito nelle schede col n. 01_Ve, che interessa l'area sciabile di Alpe Lusentino – Domobianca.

Sebbene l'analisi storica condotta in relazione a tale valanga pare escludere il possibile coinvolgimento dell'area su cui sorge il Rifugio Alpe Lusentino, si ritiene opportuno che venga approfondita l'analisi, eventualmente con il supporto di un approccio modellistico, per produrre una perimetrazione verificate dell'area valanghiva, al fine di definire l'idoneità dell'area all'utilizzo urbanistico.

Come chiarito verbalmente nel corso della Conferenza di Copianificazione, la località posta presso la valanga Ve_01, è l'A. Casalavera ed il fabbricato in questione è il "Rifugio Casalavera"; il riferimento al Rifugio Lusentino è da intendersi come refuso.

La perimetrazione della Valanga 01_Ve, è stata estrapolata dalla "Carta degli aspetti valanghivi" di cui alla "*Proposta di individuazione di area sciabile e di sviluppo montano a Domodossola*" del febbraio 2023, a sua volta tratta dalla "Relazione Nivologica" del dicembre 2004, a supporto della realizzazione degli impianti di risalita delle seggiovie "Torcelli" e "Casalavera", con perimetrazione della valanga con Tr 100 anni, determinata mediante approccio modellistico; la scheda della valanga (Elab. Geo13) è stata integrata con tale documentazione.

Per quanto tale approccio modellistico possa risultare datato, alla luce dei più moderni metodi scientifici, si ritiene che un ulteriore approfondimento esuli dagli obiettivi della presente Variante Strutturale 2, pertanto, come suggerito dal funzionario del Settore Geologico (si veda il punto seguente), le valutazioni in termine di ricadute urbanistiche, sono state di tipo cautelativo.

Osservazioni sulla cartografia di sintesi

Per la valanga identificata come 01_Ve, in assenza di uno studio di approfondimento con l'utilizzo di strumenti modellistici della dinamica valanghiva non si ritiene condivisibile l'attribuzione dell'area limitrofa al rifugio dell'Alpe Lusentino alla classe II.

In assenza del suddetto studio si sarà necessaria l'individuazione di una fascia, di opportuna estensione, da attribuire cautelativamente alla classe III B3 o III B4.

Si accoglie la richiesta di ascrivere l'area limitrofa al rifugio dell'A. Casalavera, ad una Classe di pericolosità geomorfologica ed idoneità all'utilizzazione urbanistica, maggiormente cautelativa rispetto alla Classe II; a fronte del citato studio del 2004, che posiziona la zona di arresto della valanga a ben 300 m di distanza dal limite delle aree edificate, l'area Sud-occidentale, maggiormente prossima alla valanga, è stata riclassificata in Classe IIIB2, inserendola nel Cronoprogramma (Foglio 2, cap. 3.1.2 "Moncucco").

Osservazioni conclusive per la redazione delle NTA

Nelle norme tecniche di attuazione dovrà essere specificato che la compatibilità dell'eventuale sostituzione degli impianti di risalita dell'area sciabile di Alpe Lusentino - Domobianca con il quadro di pericolosità da valanga dovrà essere valutata in sede di progettazione dell'impianto attraverso un'accurata analisi della possibile interferenza con le aree valanghive, eventualmente attraverso l'impiego di modelli di dinamica valanghiva scientificamente validati, al fine di calcolare le pressioni esercitate dalle valanghe sui sostegni di linea e poter conseguentemente progettare le necessarie opere di difesa e/o le misure di gestione del rischio, se ammissibili dalla normativa di settore vigente.

…omissis…

Si rammenta inoltre che qualsiasi intervento edilizio ammesso a seguito della realizzazione di opere di difesa o della verifica di efficienza delle opere esistenti dovrà essere accompagnato da una perizia, redatta da professionista abilitato, che verifichi l'efficacia delle opere in relazione all'effettiva mitigazione del rischio; tale perizia dovrà definire gli eventuali interventi di consolidamento dei manufatti che ne garantiscano, in relazione al rischio residuo individuato a seguito della realizzazione delle opere di difesa, la resistenza a fronte delle pressioni di valanga calcolate. A questo scopo si potrà fare riferimento alla pubblicazione "Linee guida per la progettazione di edifici soggetti ad impatto valanghivo", di V. De Biagi et al. (Regione Autonoma Valle d'Aosta, 2012).

Quanto richiesto, è stato inserito nelle NTA, tra le "Norme di carattere generale" (Cap. 8.7, punto 12).

9.2.3. Parere della Direzione Opere Pubbliche, Difesa del suolo, Protezione Civile, Trasporti e Logistica - Settore Sismico

Tenuto conto che nello studio di microzonazione sismica è stata perimetrata una zona di attenzione per liquefazione lungo il fondovalle, si ritiene opportuno che tale situazione venga evidenziata e tenuta in conto negli strumenti che regolano l'utilizzazione ai fini urbanistici del territorio.

A tal fine si suggerisce che le Zone di attenzione per liquefazione vengano rappresentate nelle Carte di Sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica e vengano riconosciute all'interno del Cap. 8. Normativa Geologico-Tecnica delle Norme tecniche di attuazione e dell' Elab. GEO 15 - Relazione Geologico Tecnica relativa alle aree interessate da nuovi insediamenti, specificando anche gli approfondimenti richiesti e la disciplina d'uso.

Si è provveduto ad inserire le Zone di attenzione per liquefazione, nella Carta Geoidrologica e nella Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica, inoltre, è stato aggiunto lo specifico punto 13, nelle "*Norme di Carattere Generale*" (Cap. 8.7) della Normativa geologico-Tecnica, esplicitando gli approfondimenti di indagine da effettuare per tutti gli interventi edilizi previsti in tali aree; analoghe prescrizioni sono state inserite nell'Elab. Geo 15, limitatamente alle Schede Geologico-Tecniche degli interventi ricompresi in tale "*zona di attenzione*" (Interventi 43U, 19U, 41U, 90B, 44U).

9.3 Prima riunione della fase di approfondimento (03/04/2025)

A seguito degli aggiornamenti e delle modifiche apportate agli elaborati geologici, il Comune di Domodossola aveva fatto richiesta di un incontro con i funzionari regionali, al fine di esporre preliminarmente quanto predisposto, in risposta alle richieste avanzate nel corso della Seconda Seduta della 1° Conferenza di Copianificazione (18/12/2024).

La prima riunione della fase di approfondimento prevista dalla D.G.R. n. 64-7417/2014, si è svolta in data 03-04-2025 presso la sede della Direzione Opere Pubbliche, Difesa del suolo, Protezione Civile, Trasporti e Logistica, a Domodossola.

Nel corso della Riunione, in particolare, sono emerse una serie di richieste di chiarimenti e/o approfondimenti, successivamente trasmesse con il Verbale della Riunione, che vengono di seguito riassunte, sintetizzando le relative controdeduzioni:

- *Per quanto riguarda il PGRA del reticolo principale, alla luce di quanto stabilito dall'Autorità di Bacino, si ritiene che l'adeguamento al PGRA debba consistere nell'applicazioni di classi di sintesi coerenti con gli scenari sovraordinati. A questo proposito, emerge da parte del Settore Tecnico Area NO-VB, l'ipotesi e il suggerimento di valutare le classi a tergo di limiti (di fascia o di scenario) corrispondenti ad opere di difesa, che potrebbero richiedere l'applicazione di classi terze per la definizione stessa di classe 3.*

  Nell'ambito delle porzioni di territorio ascritte alla Fascia C del PAI ed allo "scenario raro – L" del PGRA, si è provveduto a ridurre l'estensione della Classe II in zona Polveriera: per tutte le altre aree ricadenti in tali territori, di cui si propone ancora la Classe II, si è provveduto ad inserire una serie di limitazioni nelle NTA, che si ritengono congrue con lo scenario di pericolosità residua (divieto di realizzazione di piani interrati, effettuare riquotature dei terreni compatibili con la piena di riferimento del PAI).

- *Circa la valutazione delle mappe di pericolosità del PGRA, i Professionisti riscontrano che sono state apportate diverse modifiche, in particolare sul conoide del T. Bogna. Per una valutazione critica dell'informazione sarà necessario verificare presso il Settore Difesa del Suolo i dati e i metodi applicati per aggiornare il quadro di pericolosità.*

  Si è provveduto a confrontarsi coi Funzionari regionali, dr.sa Mantovani e dr.sa Bellardone, segnalando le discrasie riscontrate tra mappe PGRA e conoide del Bogna. Per ulteriori precisazioni, si rimanda a quanto dettagliato al cap. 7.3 "ambiti di conoide".

- *Per quanto riguarda lo studio e la rappresentazione delle condizioni geomorfologiche e di dissesto sul conoide del T. Bogna... Si chiede di valutare la distribuzione delle fasce di pericolosità tenendo conto delle morfologie e dalle strutture favorenti i deflussi in caso di fuoriuscita in apice o a tergo delle opere di difesa. In particolare si chiede di valutare la congruità di una zonizzazione per fasce radiali tenendo conto anche della morfologia del territorio fortemente influenzata dalle opere di*

urbanizzazione, nello specifico laddove alcune strade principali presentano un andamento lungo le direttrici di maggiore pendenza o in corrispondenza di zone più depresse a partire dall'apice.

È stata rivista la classificazione di sintesi nella zona medio-apicale, individuando in classe IIIB3 le porzioni di territorio con presenza di elementi morfologici ed antropici che rappresentano potenziali linee preferenziali di deflusso di eventuali colate detritiche (vallecole morfologiche, strade, ecc.).

Poiché, da letteratura scientifica (D'Agostino), il limite di pendenza del 3% del piano campagna, è considerato uno degli elementi che determinano la deposizione delle colate detritiche, il passaggio tra Classe IIIB3 e Classe IIIB2 è stato attestato attorno alla pendenza del 2%.

Tali valutazioni, sono state dettagliate (anche graficamente) nell'Elab. Geo 11 – Analisi delle conoidi, al cap. 4.2, specifico per il T. Bogna.

- *Si chiede anche di valutare gli scenari di pericolosità in caso di problemi o di danneggiamenti delle opere di difesa in conoide* (del T. Bogna)*, anche sulla base della dettagliatissima ricostruzione storica disponibile negli archivi.*

  Nell'analisi monografica delle conoidi (elab. Geo 11, con specifico riferimento al cap. 4.2.3), sono state espresse le valutazioni richieste. Di fatto, si ritiene arbitrario ipotizzare possibili scenari di rottura delle opere di difesa, in quanto la riduzione della capacità di trasporto solido e le alterazioni alla dinamica idraulica del T. Bogna, non permettono di considerare come "scenari affidabili", gli effetti degli eventi storici registrati in passato.

- *Aree del fondovalle con possibili fenomeni di liquefazione – zone di attenzione.*

  Aspetto trattato verbalmente, non riportato nel Verbale della Riunione. Si è provveduto a modificare la rappresentazione grafica di tali aree nella Carta di Sintesi (Elab. Geo 8), riportando il solo perimetro, senza campitura, come richiesto.

Infine, sebbene non oggetto di confronto nel corso della riunione del 03-04-2025, si segnala che alcuni elaborati geologici, sono stati oggetto di modifiche nei contenuti; nello specifico:

- Carta Geologica, Geomorfologica, Geoidrologica e Litotecnica: modificata leggermente l'estensione delle falde detritiche nella parte montana settentrionale del territorio, in maniera che comprendano anche i "**macereti**" riportati nella cartografia del Piano Paesaggistico Regionale.

  È stata aggiornata la data di stesura nei testalini delle suddette carte, ma si sottolinea che non si tratta di elementi del quadro del dissesto, né di modifiche significative del quadro di analisi (aree montane del tutto esterne al territorio urbanizzato).

- Carta Geomorfologica e di Sintesi: aggiunta la frana verificatasi in data 15/16-04-2025, lungo la strada per Monte Ossolano, immediatamente ad Ovest di Cisore, che ha interrotto la Strada Comunale, con relativa Scheda di Rilevamento (n. 8) nell'Elab. Geo 13.

9.4 Seconda riunione della fase di approfondimento (23/07/2025)

Nel corso della seconda riunione della fase di approfondimento prevista dalla D.G.R. n. 64-7417/2014, svoltasi in data 23-07-2025 a Domodossola, presso la sede della Direzione Opere Pubbliche, Difesa del suolo, Protezione Civile, Trasporti e Logistica, sono emerse una serie di richieste di chiarimenti e/o approfondimenti, successivamente trasmesse con il Verbale della Riunione, che vengono di seguito riassunte, sintetizzando le relative controdeduzioni:

- *Sul reticolo principale fasciato (Fiume Toce), la classe di sintesi a tergo del limite di fascia B, dove quest'ultimo è costituito da un'opera di difesa (argine) potrebbe essere maggiormente cautelativa.*

  Nell'ambito delle porzioni del fondovalle ascritte alla Fascia C del PAI ed allo "scenario raro – L" del PGRA, a Sud della conoide del T. Bogna, è stata applicata una "fascia di sicurezza", a tergo delle opere di difesa lungo il F. Toce (argini / rilevato della S.S. 33), ampia circa 100 m, arretrando l'estensione dei limiti della Classe II ed ascrivendo tale fascia di territorio alle Classi IIIA e IIIB2.

  Per tutte le aree ricadenti in Fascia C del PAI ed ascritte in Classe II, nelle relative NTA, è stato specificato che la sopraelevazione delle nuove edificazioni (riquotature dei terreni, fondazioni su pilotis, ecc.) dovrà essere compatibile con la piena di riferimento Tr 500 anni del PAI.

- *Per quanto riguarda il conoide del T. Bogna, sussistono ancora elementi di incertezza sulle classificazioni di sintesi proposte, con riferimento alle opere di urbanizzazione presenti, alle vie preferenziali di deflusso e a scenari dovuti ad inefficacia di parte delle opere di difesa; elementi che potrebbero richiedere classi più cautelative.*

  Come concordato in sede di riunione e nel corso del sopralluogo speditivo congiunto in apice di conoide, è stato approfondito il dettaglio dell'area considerata, e si è provveduto ad estendere l'estensione delle Classi IIIB lungo le potenziali direttrici di propagazione dei teorici deflussi delle acque di esondazione, "radiali" rispetto all'apice di conoide, con riferimento al ponte di Mocogna e Via G. di Vittorio, Via Scapacino e Via C. Rebora.

- *Circa la possibilità di realizzare fabbricati accessori nella classe IIIb3, Delfrati evidenzia che il divieto è un'indicazione generale proveniente dalla D.G.R. n. 64-7417/2014. Un'eventuale eccezione deve essere motivata in ragione delle condizioni puntuali relative all'edificato e alla sua vulnerabilità in relazione agli scenari attesi.*

  Come concordato nel corso della Riunione di approfondimento, si è provveduto a limitare la possibilità di realizzare nuovi fabbricati accessori (box, autorimesse), alle sole aree in Classe IIIB3, per le quali sono stati condotti gli approfondimenti di cui al paragrafo 6, lettere a) e c) della parte I dell'Allegato alla D.G.R. 64-7417, ovvero le aree ascritte alla Classe IIIB3*.

Inoltre, sebbene non riportati nel Verbale della Riunione, nel corso della stessa sono stati affrontati ulteriori argomenti, i cui contenuti vengono di seguito riassunti, sintetizzando le relative controdeduzioni e le eventuali integrazioni agli Elaborati prodotti:

- *Esame del documento di interesse storico, "Un insolito riparo per il T. Bogna, 11/02/1624", tratto dalla pubblicazione "Annales 2007" del Liceo Statale La Spezia di Domodossola.*

  Si è provveduto ad integrare l'Elab. Geo10 "Ricerca Storica", inserendo come allegato al cap. 1.1, l'intero articolo *"Un insolito riparo per il T. Bogna, 11 febbraio 1624"*.

- *È stata nuovamente sollevata la questione inerente le discrasie riscontrate tra mappe PGRA e la classificazione della conoide del Bogna.*

  Si è provveduto a confrontarsi coi Funzionari regionali, dapprima con la dr.sa Bellardone e, quindi, con l'arch. Mantovani, segnalando le discrasie riscontrate tra mappe PGRA e conoide del Bogna. Per ulteriori precisazioni, si rimanda a quanto dettagliato al cap. 7.3 "ambiti di conoide".

9.5 Terza riunione della fase di approfondimento (18/12/2025)

Durante la terza riunione della fase di approfondimento prevista dalla D.G.R. n. 64-7417/2014, svoltasi in data 18-12-2025 a Domodossola, presso la sede della Direzione Opere Pubbliche, Difesa del suolo, Protezione Civile, Trasporti e Logistica, sono emerse una serie di richieste, riportate nel Verbale della Riunione, trasmesso in data 15/01/2026, che vengono qui riassunte, sintetizzando le relative risposte:

- *Reticolo principale fasciato (Fiume Toce, "Osservazioni generali" punto 1): la classificazione di sintesi introdotta nella parte meridionale del territorio viene ritenuta sufficientemente cautelativa. Si propone di richiamare i contenuti dell'art. 9 comma 12 delle Norme di Attuazione PAI all'interno della fascia C, e – all'interno della medesima fascia – di vincolare nella classe II la realizzazione di opere di interesse comune (religiose, culturali, sociali, sanitarie) a studi di compatibilità con le condizioni di pericolosità e rischio, nonché di precludere le stesse opere nella classe IIIB.*

  Per quanto riguarda le aree in Classe II, ricedenti all'interno della Fascia C del PAI, nelle NTA di tale Classe (cap. 8.3), sono stati inseriti i contenuti normativi richiesti. La realizzazione di opere di interesse comune in Classe IIIB2, è già sempre preclusa.

Inoltre, riscontrato che il Piano vigente contiene un elaborato "Tav. 7 – Carta della mobilità delle acque" dichiarato stralciato dalla variante, si propone di mantenerlo quale informazione storica, e di valutare cautelativamente l'estensione della classe IIIb2 alla parte di fascia C interessata dagli antichi andamenti del Toce quali rappresentati sulla tavola stessa.

La Tav. 7 è stata mantenuta come tavola facente parte della Ricerca Storica (Elab. Geo10 – All. 1b); La Classe IIIB2 in Fascia C, è stata estesa alle porzioni di territorio poste a Sud del ponte della Mizzoccola, per le quali la suddetta Carta riporta antichi andamenti di canali fluviali.

- *Aggiornamento PAI/PGRA: si conviene di dettagliare le motivazioni delle modifiche al dissesto PAI anche al fine della redazione della scheda di sintesi da inviare all'Autorità di Bacino secondo le procedure vigenti, per l'aggiornamento del PAI stesso. Le motivazioni dovranno approfondire in maniera particolare i dissesti in riduzione, controdeducendo puntualmente le argomentazioni. In particolare, si ritiene necessario evidenziare gli elementi di analisi a supporto della riclassificazione dei conoidi alluvionali (analisi morfologica e modifiche dei punteggi dell'analisi di Aulitzky dove effettuata). I Professionisti evidenziano il maggiore approfondimento di analisi che ha portato a tali modifiche, e che verrà esplicitato nella relazione di confronto (elaborato GEO1a).*

  Nell'Elab. Geo 1a "*Relazione di Confronto*…", oltre a quanto descritto nella Relazione stessa, è stata inserita una Tabella di Confronto Analitico, al fine di facilitare la redazione della scheda di sintesi da inviare all'Autorità di Bacino, per l'aggiornamento del Quadro del Dissesto PAI.

  Analoga operazione verrà svolta sui dissesti di versante e idraulici. Si concorda a questo proposito che i dissesti ricadenti interamente al di fuori del territorio comunale, anche se diversamente valutati rispetto al PAI vigente, non verranno considerati nell'analisi (ma solo eventualmente nella valutazione della pericolosità), in quanto non modificabili in questa sede; verranno pertanto stralciati dalla relazione di confronto.

  I dissesti esterni al territorio comunale, ricadenti in Val Bognanco, non sono più stati riportati nella cartografia di analisi e sono stati stralciati dalla Relazione di Confronto; sono stati valutati esclusivamente come elemento conoscitivo, per la valutazione della pericolosità e del trasporto solido del T. Bogna.

- *Mosaicatura del dissesto e della sintesi: il Settore segnala che il Comune di Bognanco ha in corso una variante di adeguamento PAI contenente analisi aggiornate del dissesto. Non si riscontrano incongruenze problematiche a confine, escluse alcune frane immediatamente a valle del nucleo abitato di Monticchio (in sinistra Bogna), che si chiede di valutare per la classificazione di sintesi dell'abitato stesso, motivando la classe IIIB2 o applicando una sottoclasse più cautelativa.*

  Sono state espresse apposite considerazioni in tale senso, al cap. 6.4.1 di valutazione della congruenza della Classificazione di Sintesi con il comune limitrofo di Bognanco, confermando la proposta di classificazione attuale.

- *Classificazione di sintesi lungo i versanti ("Elaborati di sintesi" punto 1): gli approfondimenti sviluppati rispondono alle osservazioni formulate. Vengono fatte salve alcune situazioni puntuali, qui dettagliate e riferite agli estratti cartografici dell'elaborato GEO1a:*
  - *Estratto 3: presso Prata, il riale di cui alla scheda AG33 (opere idrauliche) potrebbe essere meglio tutelato con una classe III fino alla testata, e una classe IIIb2 per l'edificio a lato della tubazione, vincolata alla manutenzione dell'attraversamento stradale a monte della proprietà.*

Il Riale è stato tutelato in Classe IIIA fino alla zona di testata (alveo non demaniale); trattandosi di una linea di deflusso con portate molto modeste, si conferma la classificazione dell'edificio esistente in Classe II, ritenendo sufficienti le indicazioni normative di tale Classe, che prevedono la pulizia e la manutenzione ordinaria della rete idrica superficiale e delle opere di attraversamento.

- *Estratto 3, applicabile a tutte le situazioni analoghe: la classe IIIB2 applicata a un vasto intorno di edifici isolati potrebbe essere circoscritta all'immediato intorno degli edifici stessi, per evitare nuove costruzioni in aree pericolose, ma consentire un recupero dei fabbricati esistenti. In alternativa, si potrebbe applicare la classe IIIA con le norme di cui alla Nota Esplicativa alla C.P.G.R. 7/LAP/1996, che consentono interventi sugli edifici isolati. La valutazione verrà svolta di concerto con l'Urbanista predisponendo il progetto preliminare di PRG.*

  Si è provveduto a ridurre l'estensione della Classe IIIB2, nei casi evidenziati nel corso della Riunione della Fase di approfondimento; per tutti gli altri casi con edifici montani isolati in Classe IIIA, le NTA richiamano quanto esposto al punto 6.2 della N.T.E. alla C.P.G.R. 7/LAP/1996.

- *Estratto 6: si conviene, per le classi IIIB in prossimità dei corsi d'acqua, di esplicitare in norma la prescrizione di eventuali ricostruzioni e ampliamenti – laddove ammissibili/possibili - in allontanamento dai corsi d'acqua stessi.*

  Tale precisazione, già inserita nelle NTA, è stata ora ulteriormente esplicitata.

– *Classificazione di sintesi lungo i conoidi alluvionali: il parere regionale conteneva la richiesta di valutazioni più cautelative nei settori di conoide ad elevata pericolosità del Bogna (considerazione esplicitamente estesa per coerenza ai rii Deseno e Anzuno)…*
I Professionisti espliciteranno nel dettaglio le loro valutazioni nella relazione geologica a supporto del Progetto preliminare, per ogni conoide di cui sopra. Il Settore ritiene che classificazioni più permissive della IIIB3 vadano dettagliatamente motivate ai sensi della D.G.R. n. 64-7417/2014;
che in ogni caso la normativa debba essere declinata in funzione delle condizioni locali, individuando le opportune prescrizioni (posizione e orientazione degli edifici, caratteristiche costruttive e strutturali, opere di protezione e valutazione del rischio residuo), da riportare in normativa e dettagliare in sede di scheda geologico-tecnica, dove presente.

  Nella relazione di confronto (elaborato GEO1a – cap. 6), si è provveduto a dettagliare le valutazioni a supporto delle classificazioni di pericolosità e di Sintesi delle conoidi alluvionali, più cautelative rispetto a quanto riportato nel PRG vigente (anche a parità di classificazione di pericolosità) e conformi ai contenuti della Tabella dissesto-sintesi della DGR 64-7417/2014.

  A fronte dell'avvenuta riduzione del rischio in conoide del T. Bogna e del Rio Anzuno, nelle NTA delle Classi IIIB2 e IIIB3 e nelle Schede geologico-Tecniche, inerenti agli interventi nelle suddette conoidi (Elab. Geo15), si è provveduto a dettagliare le prescrizioni per gli interventi edificatori, in merito alle opere di protezione dal rischio residuo ed all'orientazione delle tratte di nuova viabilità.

BIBLIOGRAFIA

- **AA.VV.** *Carta Geologica d'Italia; Fg.15 "Domodossola"* , scala 1:100.000.
- **AA.VV.** (1992) Società Geologica Italiana - Guide Geologiche Regionali. *Le Alpi dal M. Bianco al Lago Maggiore*. BE-MA Editrice.
- **Amadesi E.** *Fotointerpretazione e aerofotogrammetria*. Pitagora Editrice Bologna.
- **Benini G.** *Sistemazioni idraulico-forestali.* ed. UTET.
- **Bertamini T**. *Storie delle Alluvioni nell'Ossola*. Rivista "Oscellana", 1975.
- **Bisci C. e Dramis F**. – "*Il concetto di attività in geomorfologia: problemi e metodi di valutazione*", Geogr. Fis. Dinam. Quat., 14 (1991), pp 193-199.
- **Castiglioni G.B.** *Geomorfologia.* ed. UTET.
- **C.N.R.** Istituto Italiano di Idrobiologia di Verbania Pallanza. *Documenta n°45.* (1993).
- **C.N.R.- Reg. Piemonte** *Banca Dati Geologica* - a cura del Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico. C.S.I. Piemonte.
- **Castellarin A.** (a cura di; 1981): Carta tettonica delle Alpi Meridionali (alla scala 1: 200.000), – *Pubblicazione n. 441 del Progetto Finalizzato Geodinamica - C.N.R. (Sottoprogetto 5 – Modello Strutturale).*
- **Chieu G., Bellotti G., Sauli G., Palmeri F.** (1994) Schema previsionale e programmatico per il riassetto idrogeologico e la ricostruzione nei comuni della provincia di Novara colpiti dalle avversità atmosferiche dell'agosto 1987 di cui al D.L. n°384 del 19.08.1987 e ai sensi dell'art.16 Legge n°102/90.
- **D'agostino V., Cerato M., Coali R**. – "*Il trasporto solido di eventi estremi nei torrenti del Trentino Orientale*" – Internationales Symposion INTERPRAEVENT 1996 – GARMISCH-PARTENKIRCHEN – Tagungspublikation, Band 1, Seite 377÷386.
- **D'agostino V**. – "*Analisi quantitativa e qualitativa del trasporto solido torrentizio nei bacini montani del Trentino Orientale*" - "*Scritti dedicati a Giovanni Tournon*", Associazione Italiana di Ingegneria Agraria – A.I.I. (Giugno 1996).
- **Laubscher H**. (1991): The arc of western Alps today - *Eclogae geol. Helv. 84/3, p. 631-659.*
- **Marchi L., Tecca P.R.** - "*Magnitudo delle colate detritiche nelle Alpi Orientali Italiane*", Estratto da GEAM, Geoingegneria ambientale e mineraria, Giugno-Settembre, 1996, pp. 79÷86.
- **Pasuto A., Marchi L., Tecca P.R**. – "*Tipologia del trasporto solido torrentizio su conoidi alluvionali nell'alto bacino dell'Avisio (Dolomiti)*" – Boll. Soc. Geol. It., 111 (1992), 41-51, 6 ff., 6 tabb.
- **Rachocki A.H**. - Alluvial fans, (1981) – Wiley and sons, 161 pp.
- **Steck A.** (1990): Une carte des zones de cisaillement ductile des Alpes Centrales – *Eclogae geol. Helv. 83/3, p. 603-627*.
- **Zingg A. & Hunziker J. C.** (1990): The age of movements along the Isubric line west of Locarno (northern Italy and southern Switzerland) – *Eclogae geol. Helv. 83/3, p. 629-644.*

APPENDICE A

Verifiche Idrauliche pregresse

- Gennaio 2001: **Rio Deseno** (Ing. Berrino)
- Agosto 2000 / Gennaio 2001: **Rio Bacenetto** (Ing. Berrino)
- Luglio 2003: **Rio Bacenetto (tratta terminale)** (Hydrodata)
- Luglio 2003: **Rio Anzuno** (Hydrodata)
- Febbraio 2015: **T. Bogna** (Ing. Lalomia)

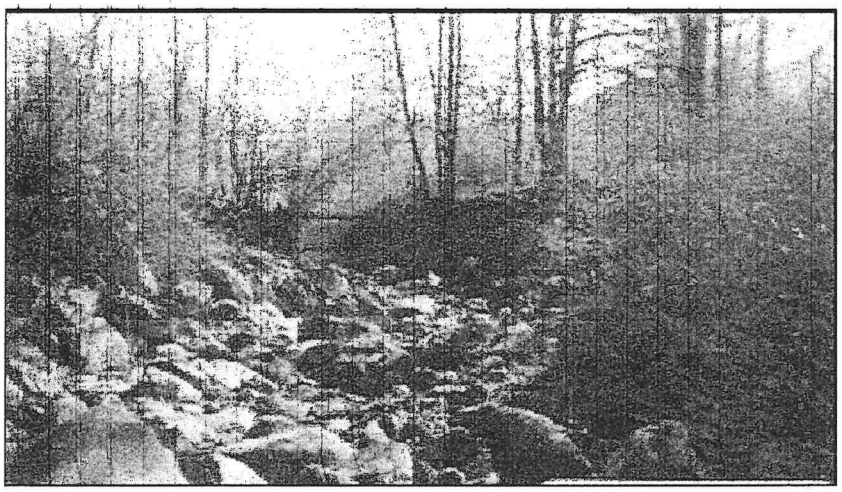
- 1 FEB 2001

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DEL V.C.O.

COMUNE DI DOMODOSSOLA

Verifiche idrauliche e di idoneità delle opere di attenuazione del pericolo delle aree classe III della zonizzazione geologica del P.R.G.C.



RIO DESENO (Aggiornamento)

Domodossola Gennaio 2001 Revisione n° 1

STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA CIVILE IDRAULICA
ING. GIULIO BERRINO
Via Bonomelli, 30 – Domodossola Tel/fax 0324.248084
e.mail giulio.berrino@credit.tin.it

1. Premessa

L'Amministrazione Comunale di Domodossola con Determinazione dirigenziale N° D4/76 del 28/12/2000 dava incarico allo scrivente ingegnere Giulio Berrino con studio in Domodossola, di aggiornare le verifiche idrauliche delle aree classe III della zonizzazione geologica del P.R.G.C. redatte dal sottoscritto nell'agosto 2000 alla luce delle nuove opere realizzate e dei recenti eventi alluvionali.

Oggetto di questo aggiornamento sono i Rii Bacenetto e Deseno ; per ciascun Rio verranno effettuate nuove verifiche idrauliche le cui risultanze verranno schematizzate in apposita relazione idraulica.

Per quanto riguarda il rio Deseno è da segnalare che durante l'anno 2000 sono stati condotti a termine i lavori di sistemazione idraulica finanziati dalla Comunità Montana Valle Ossola. Le nuove opere realizzate hanno sicuramente migliorato la sezione del rio e quindi si rende necessaria una nuova verifica per aggiornare la carta della zonizzazione e della idoneità delle opere idrauliche, riperimetrando anche quelle aree che a seguito della costruzione di queste nuove difese risultano non essere più a rischio esondazione.

Questi lavori hanno interessato sia la sponda destra che sinistra del Rio nel tratto compreso tra le sez. 3 e 10 della planimetria allegata. In dettaglio sono stati realizzati :

- argini ;
- n° 4 salti ;
- un guado pavimentato.

I nuovi argini sono stati realizzati in blocchi di cava intasati sia in sponda destra, per una lunghezza di ml. 87.41 che in sponda sinistra con ml. 96.89 in lunghezza.

Al piede delle nuove difese è stata posta una berma in blocchi di cava alla rinfusa per evitare l'erosione delle sponde.

Le soglie con salto sono state realizzate in n° di 4 con platea in massi di cava con lo scopo di smorzare l'energia della portata fluida.

Il guado pavimentato è stato realizzato sempre in blocchi di cava al fine di permettere un facile attraversamento del rio.

2. Inquadramento idrologico e idraulico

Per quanto riguarda le portate di massima piena del Rio Deseno per le quali verificare il funzionamento idraulico delle strutture si è fatto riferimento alle portate già considerate nella precedente relazione dell'agosto 2000 e fornite allo scrivente dal Dott. D'Elia geologo incaricato dall'Amministrazione per redigere le carte della zonizzazione geologica, pertanto si sono assunte le seguenti portate di progetto :

- TR = 30 anni Q = 70.8 mc/s
- TR = 50 anni Q = 77.2 mc/s
- TR = 100 anni Q = 84.9 mc/s
- TR = 200 anni Q = 93.0 mc/s

e, mediante l'utilizzo del modello di simulazione del flusso idrico in moto permanente monodimensionale (Hec - Ras), già utilizzato nella precedente relazione, calibrando e tarando opportunamente i parametri di scabrezza

assegnati all'alveo (coeff. di Mannings), sono stati riprodotti degli idrogrammi che sono di seguito riportati.

Per la simulazione della nuova verifica è stato considerato l'intero tratto fluviale che dalla conoide arriva al Torrente Bogna, si è realizzato nel mese di dicembre 2000 un rilievo topografico per individuare la nuova geometria delle sezioni interessate dalla costruzione delle ultime opere di regimazione, in dettaglio sono state realizzate 18 sezioni che sulla planimetria sono state graficate in rosso.

3. Verifiche idrauliche

Sono di seguito riportati tutti i risultati delle verifiche effettuate sul Rio Deseno ed eseguite secondo le modalità già descritte nella precedente relazione dell'agosto 2000 e le sezioni su cui sono rappresentati i livelli dell'acqua per i diversi tempi di ritorno, inoltre sono state compilate delle tabelle su cui sono indicati vari valori di particolare interesse tra cui le quote degli argini e i franchi dal pelo libero.

Una serie di grafici permettono di avere una visione immediata e completa dell'andamento del pelo libero per i diversi tempi di ritorno in raffronto agli argini.

Come già evidenziato si è utilizzata una simulazione in moto permanente monodimensionale in regime di corrente lenta al fine di verificare l'efficienza delle opere in una situazione sicuramente peggiorativa rispetto alle normali condizioni di piena del Rio, ma sicuramente più cautelativa per riperimetrare le zone a rischio.

4. Conclusioni

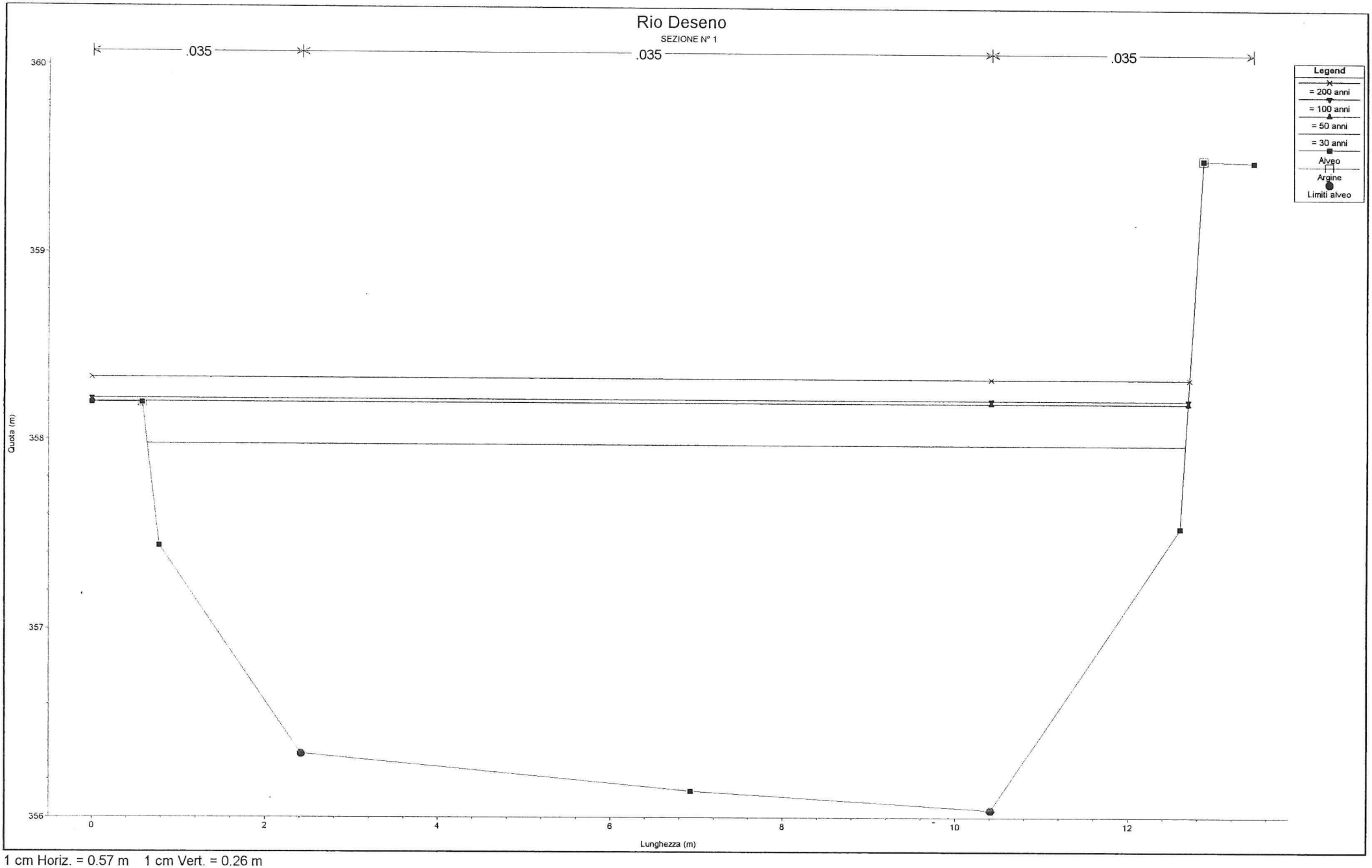
Dall'analisi dettagliata delle sezioni in progetto possiamo confermare quanto già precedentemente concluso nella zona apicale in quanto in corrispondenza delle sez. 2 e 3 restano negativi i franchi in sponda sinistra, scendendo verso valle le nuove opere hanno migliorato la situazione preesistente fornendo le adeguate difese alle sponde, infatti in sponda destra i franchi sull'argine nuovo sono tutti più che positivi con valori compresi tra 0.55 cm e 2.80 m., si esprime qualche perplessità sulla realizzazione del guado in quanto per permettere l'accesso al fiume è stata interrotta la continuità delle difese. Si segnala ancora un franco negativo in corrispondenza delle sez. 13 e 14 sia in dx che in sx pertanto si continua a proporre un sovralzo della difesa esistente. Resta invariata la situazione a valle del ponte dove ancora non è stata fatta nessuna nuova opera a prolungamento e rafforzamento dell'argine esistente.

Nella carta della zonizzazione e della idoneità delle opere idrauliche "Aggiornamento" sono state riperimetrate le zone antropizzate di classe III alla luce di quanto summenzionato.

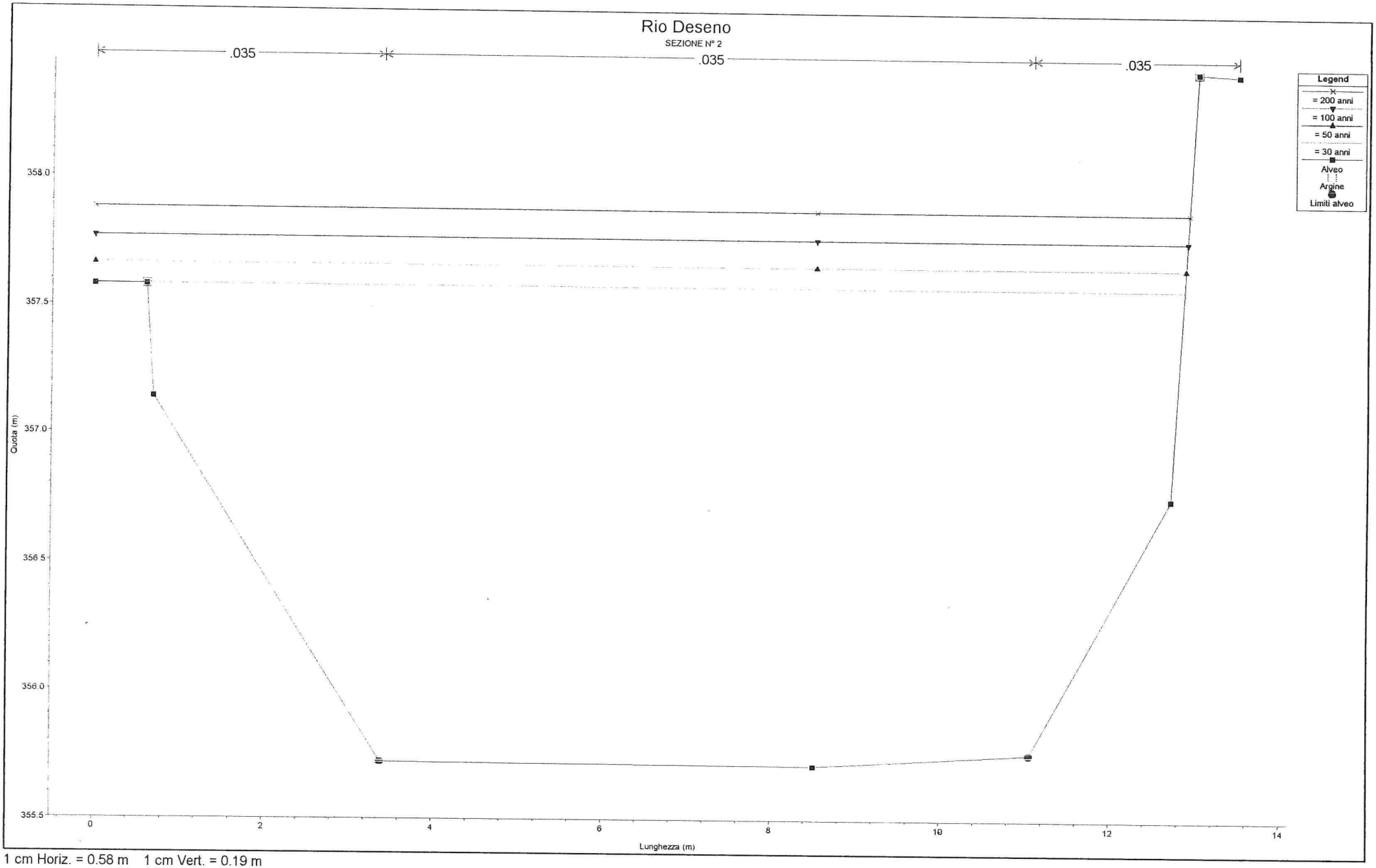
Domodossola, 18/01/01

Il Tecnico

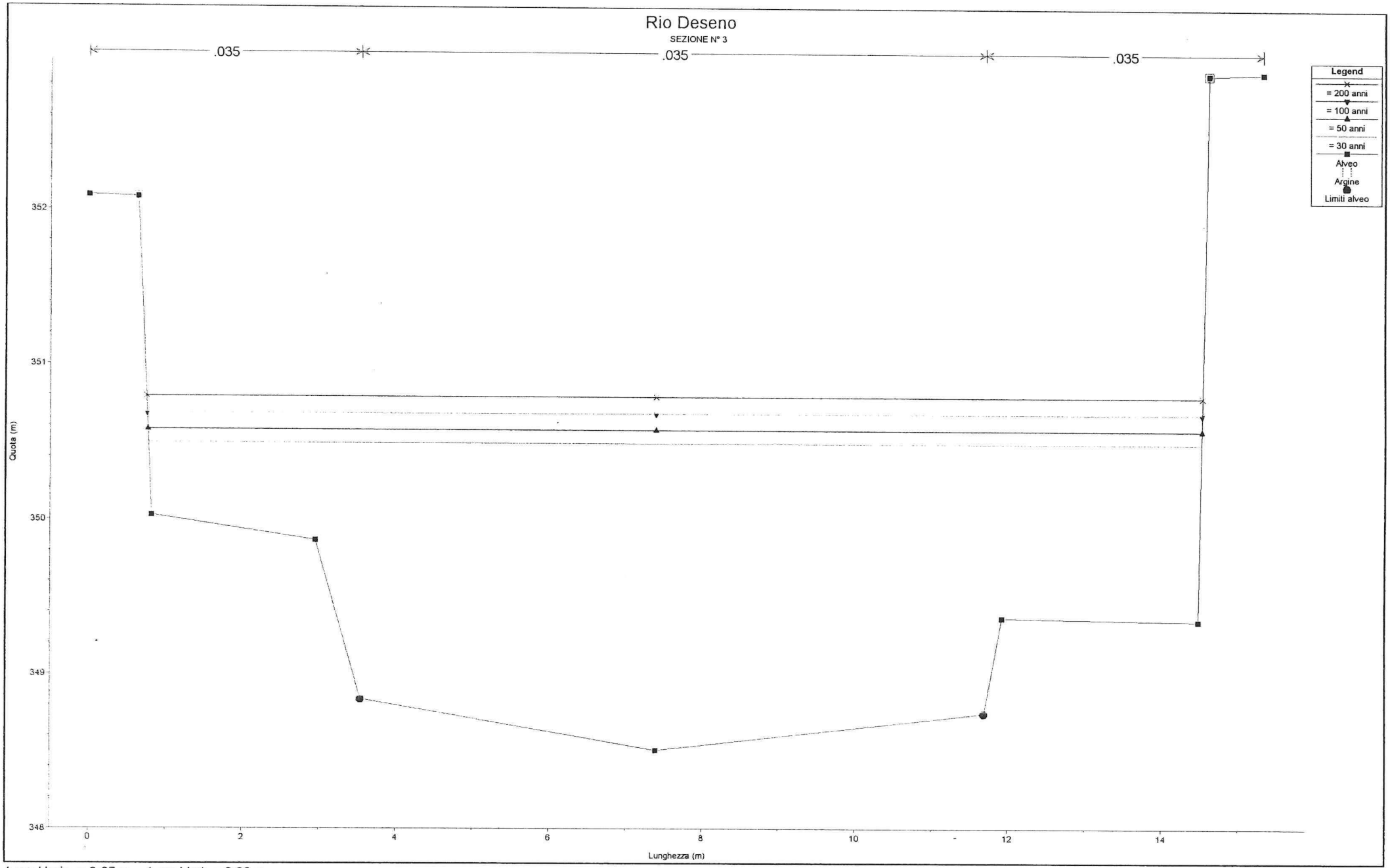
Dott. Ing. Giulio Berrino
Albo Ingegneri Provincia V.C.O.
N. 108



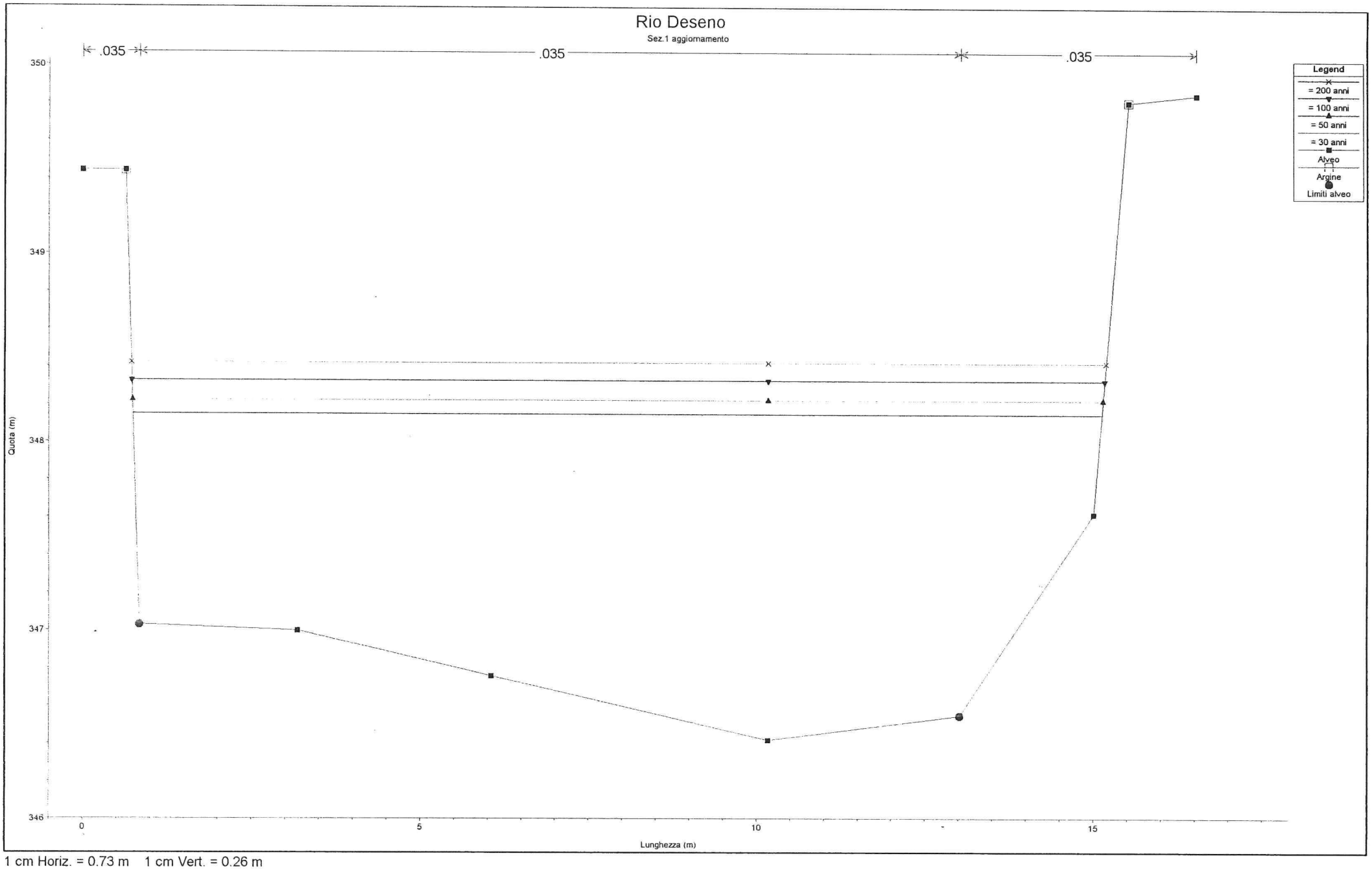
1 cm Horiz. = 0.57 m 1 cm Vert. = 0.26 m



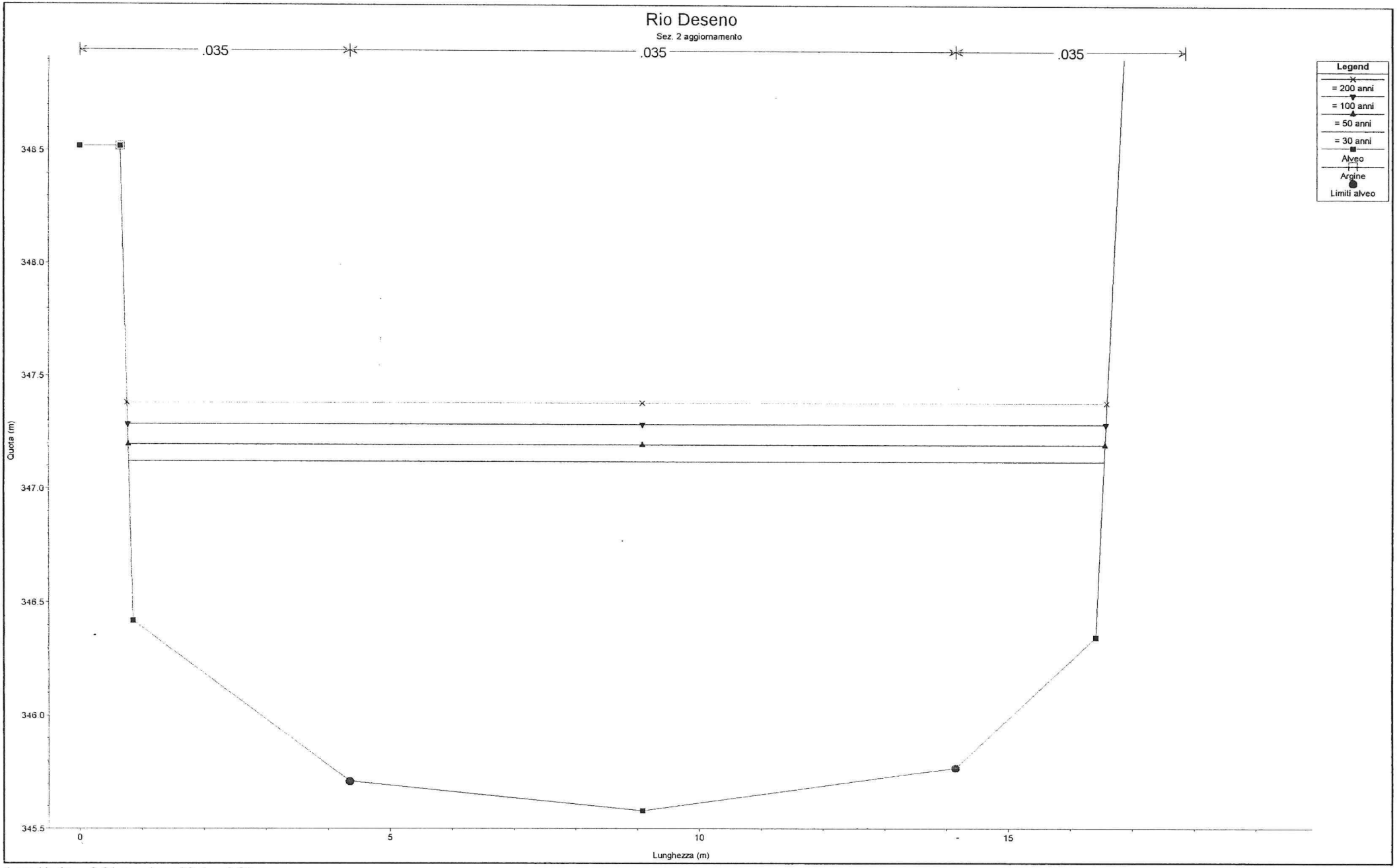
1 cm Horiz. = 0.58 m 1 cm Vert. = 0.19 m



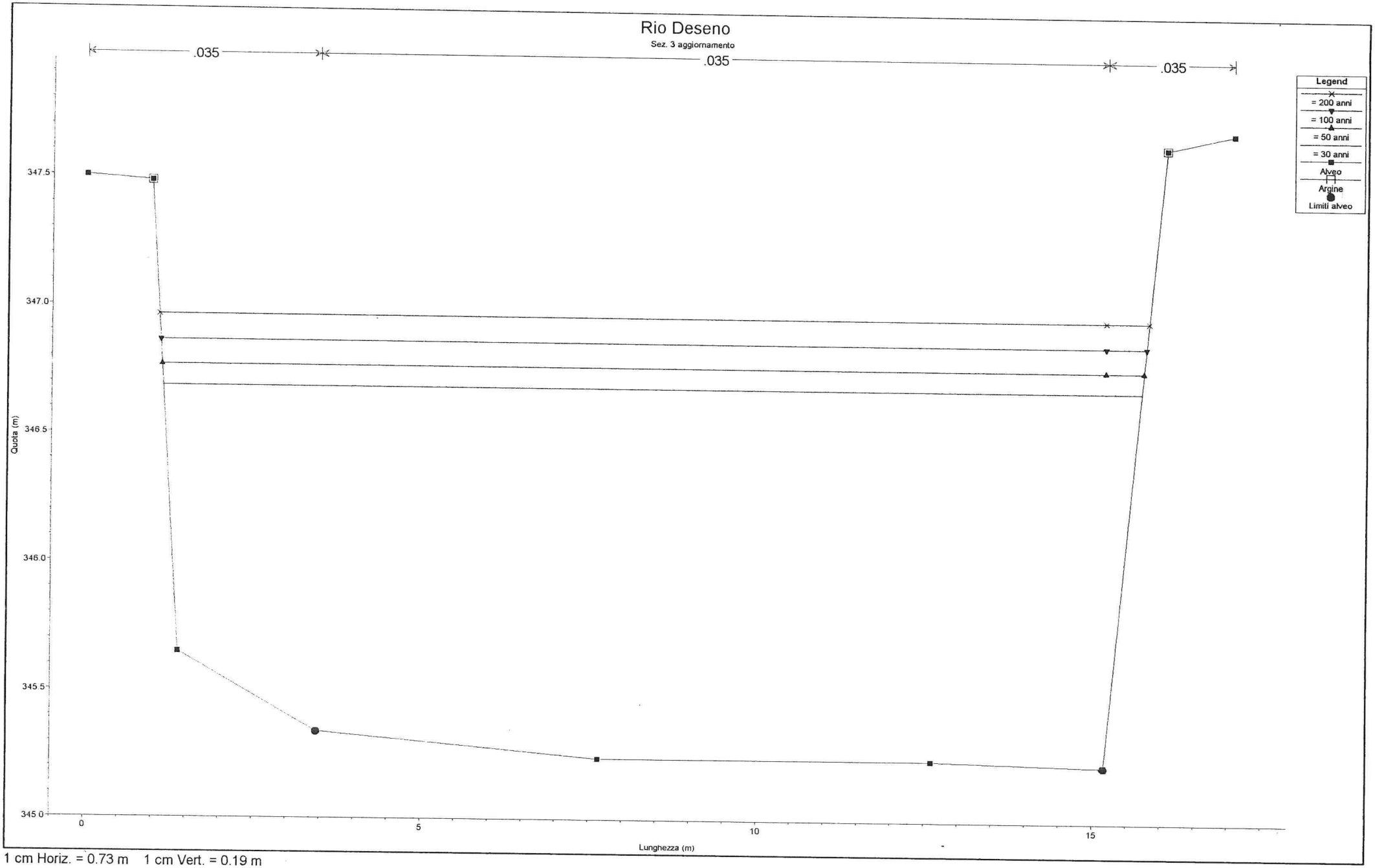
1 cm Horiz. = 0.65 m 1 cm Vert. = 0.32 m



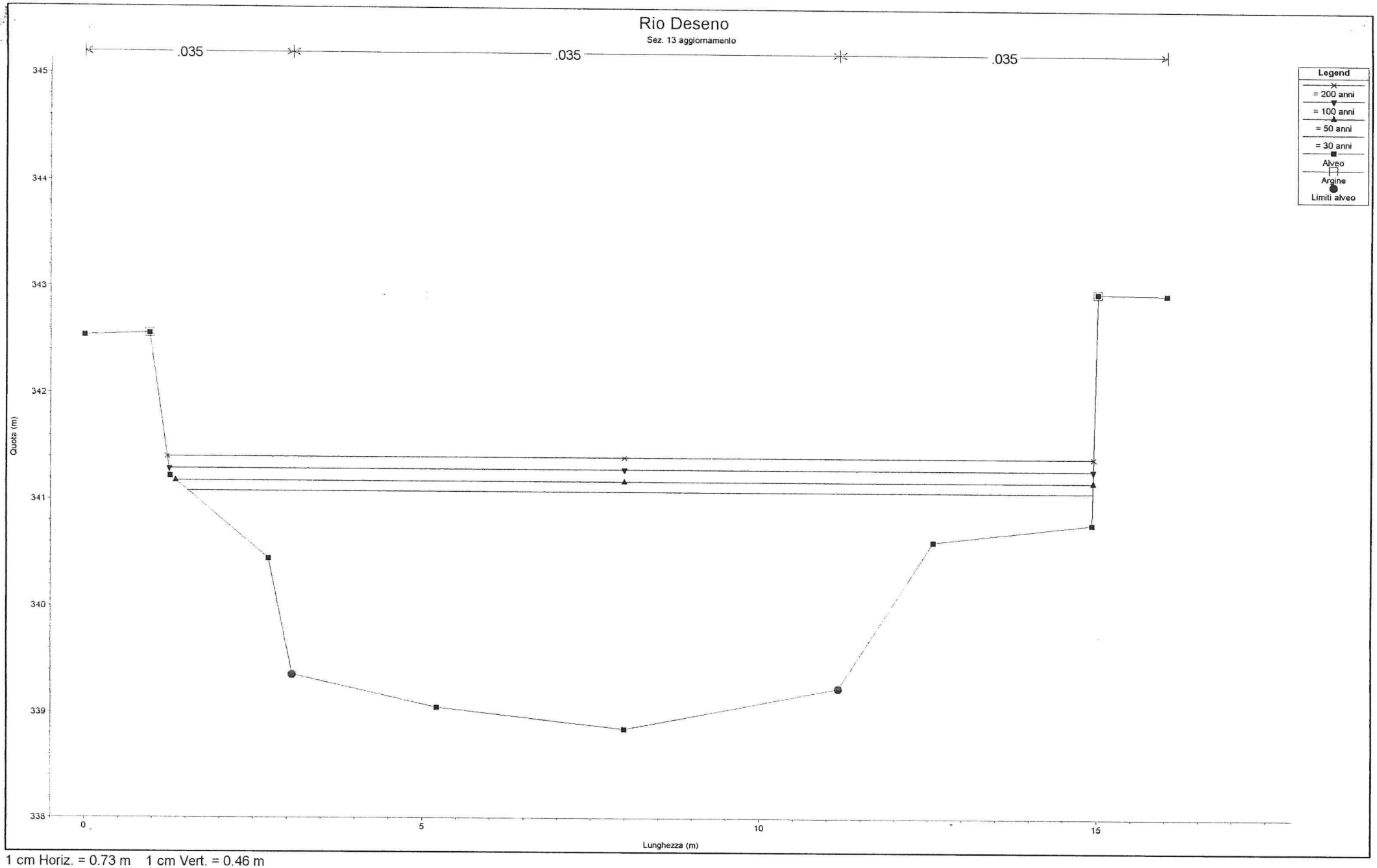
1 cm Horiz. = 0.73 m 1 cm Vert. = 0.26 m



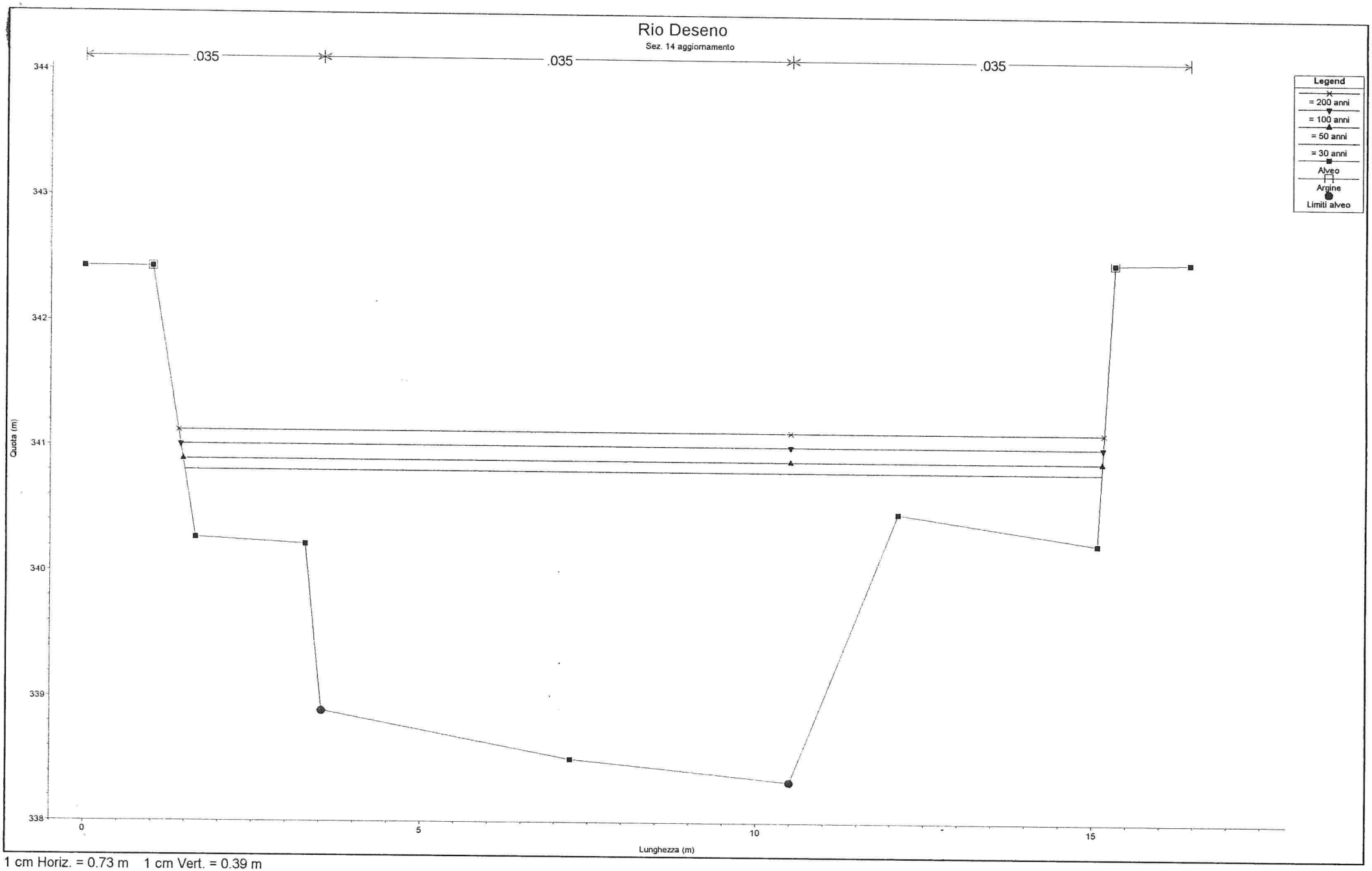
1 cm Horiz. = 0.81 m 1 cm Vert. = 0.22 m



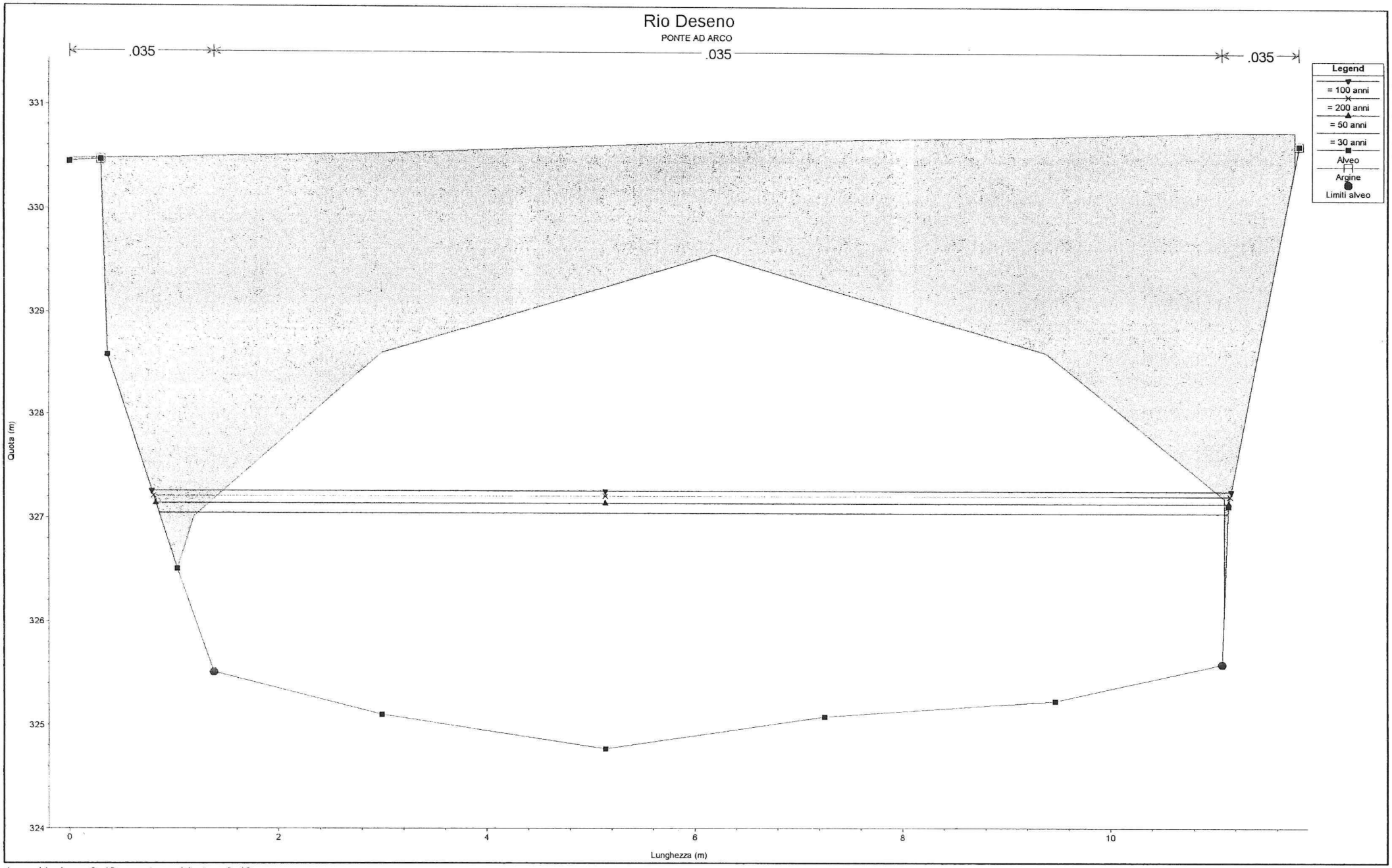
1 cm Horiz. = 0.73 m 1 cm Vert. = 0.19 m



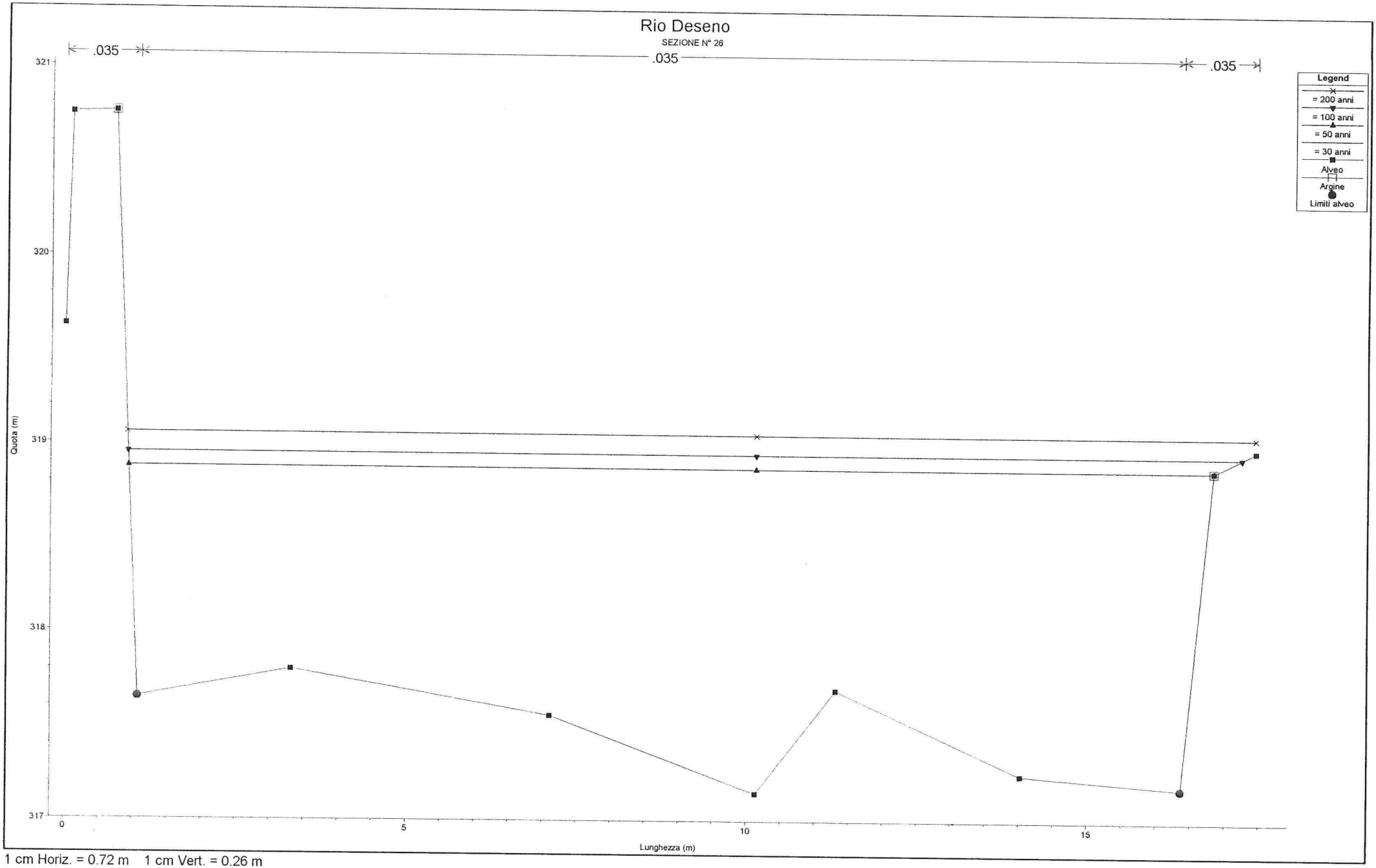
1 cm Horiz. = 0.73 m 1 cm Vert. = 0.46 m



1 cm Horiz. = 0.73 m 1 cm Vert. = 0.39 m



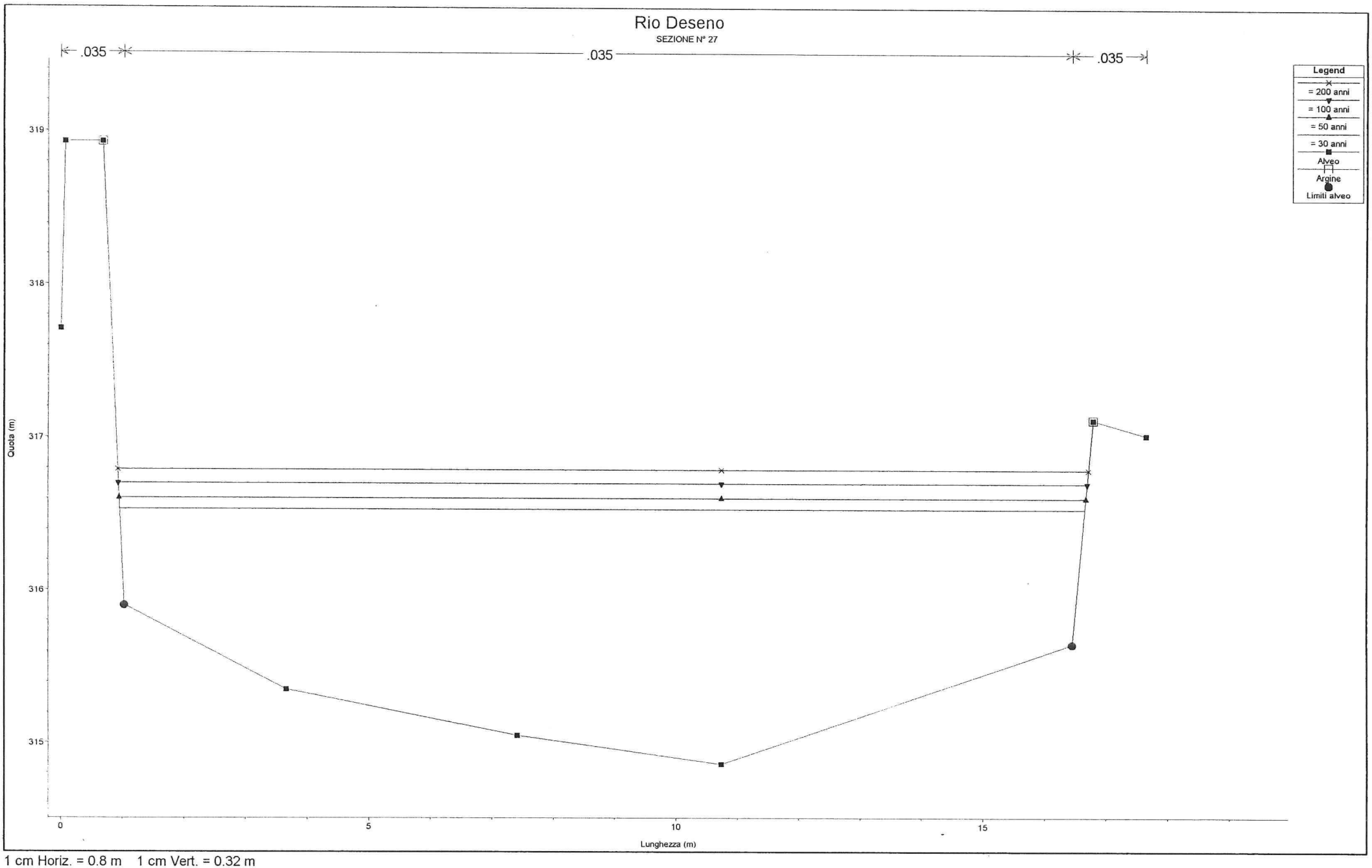
1 cm Horiz. = 0.48 m 1 cm Vert. = 0.48 m



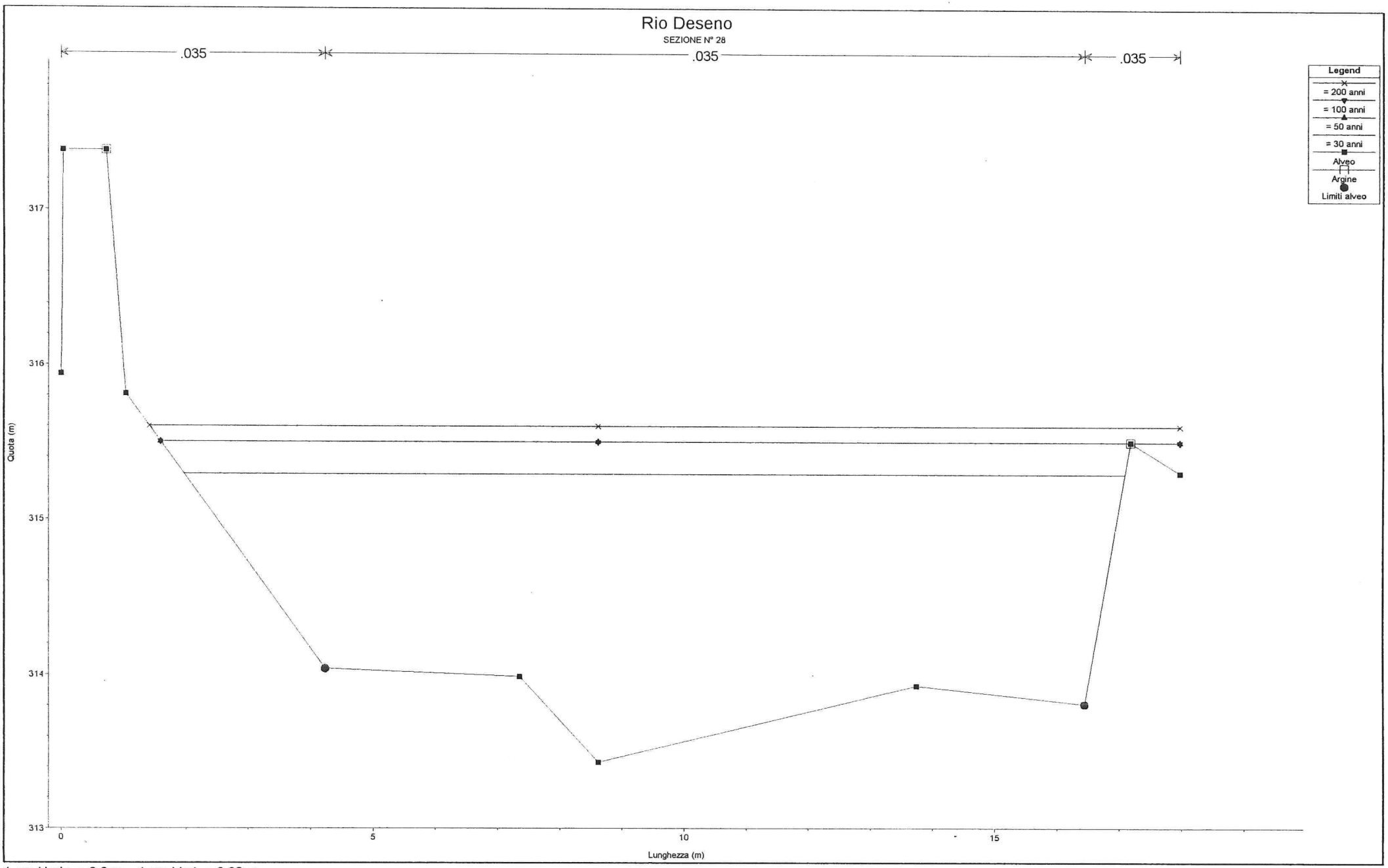
1 cm Horiz. = 0.72 m 1 cm Vert. = 0.26 m

Rio Deseno

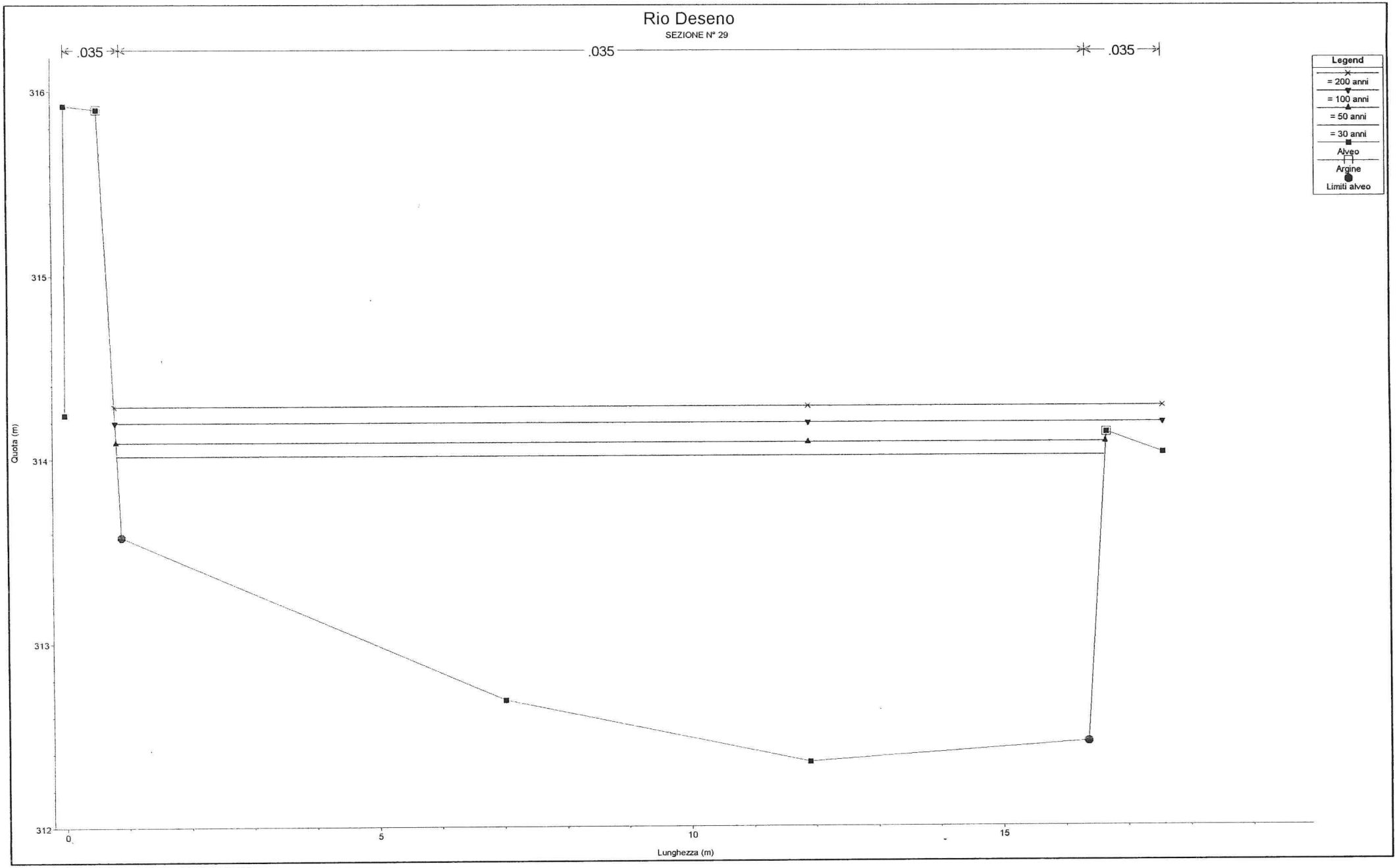
SEZIONE N° 27



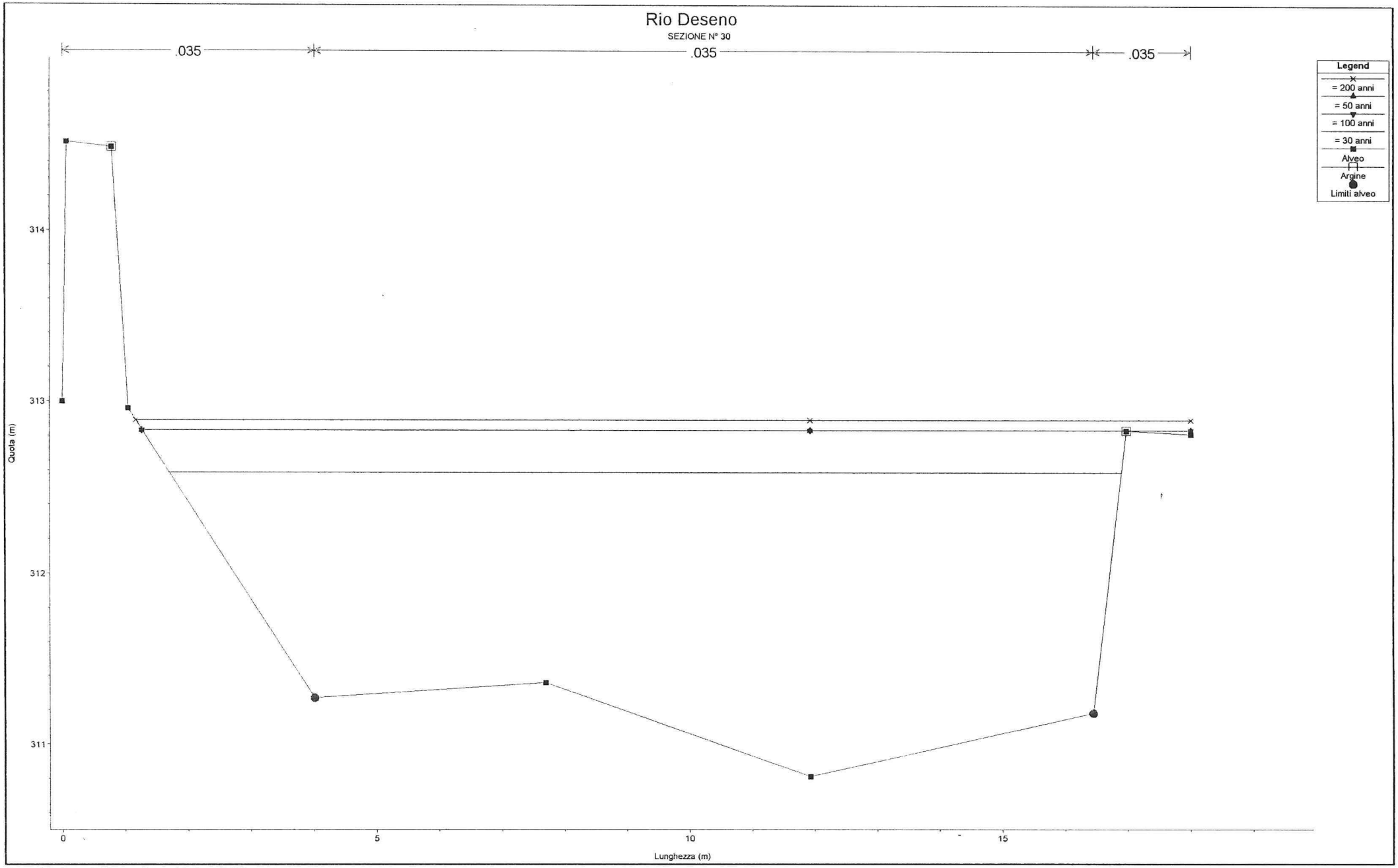
1 cm Horiz. = 0.8 m 1 cm Vert. = 0.32 m



1 cm Horiz. = 0.8 m 1 cm Vert. = 0.32 m

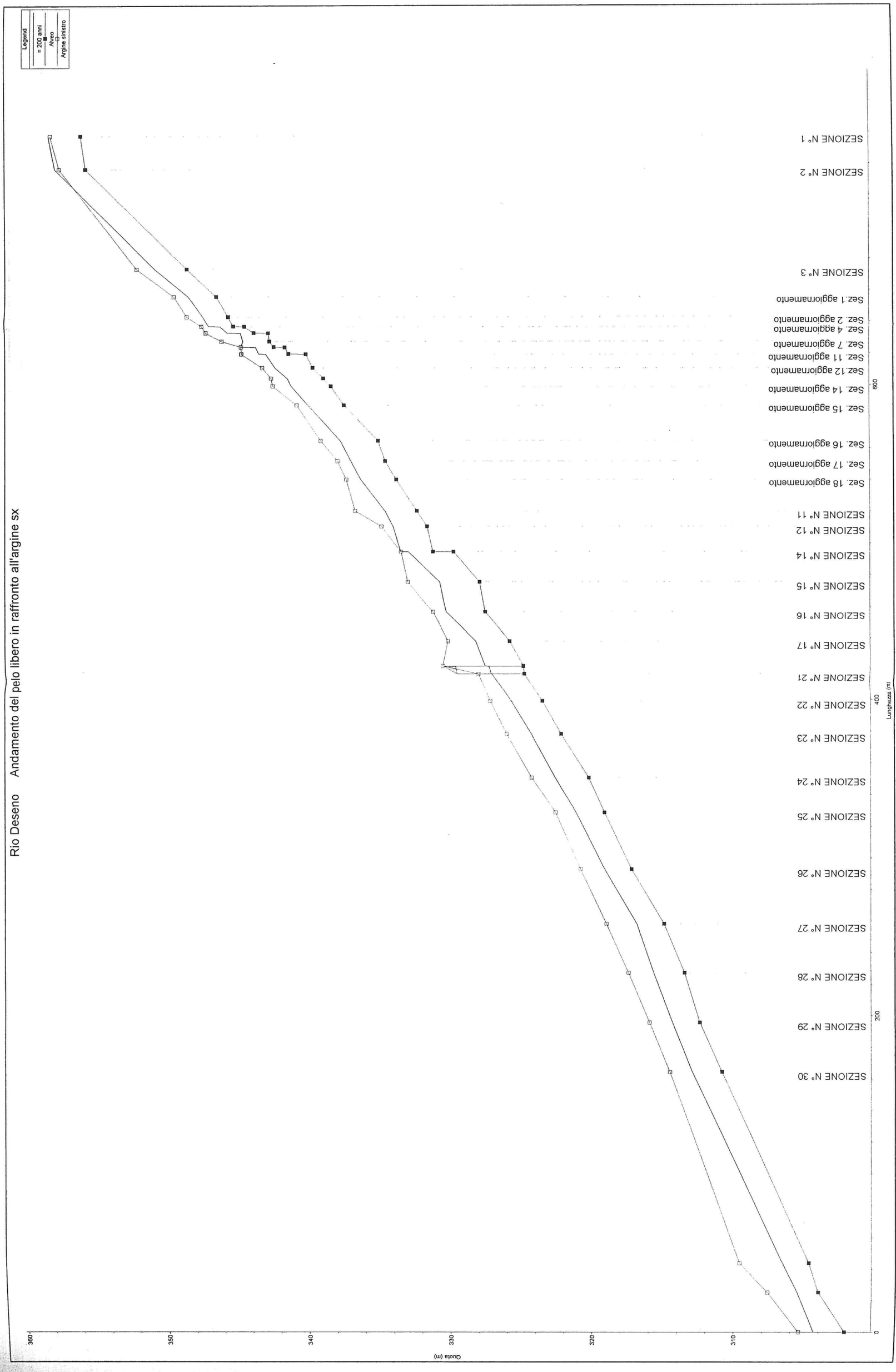


1 cm Horiz. = 0.8 m 1 cm Vert. = 0.27 m



1 cm Horiz. = 0.8 m 1 cm Vert. = 0.29 m

Rio Deseno Andamento del pelo libero in raffronto all'argine sx



1 cm Horiz. = 21.52 m 1 cm Vert. = 2.42 m

Rio Deseno Andamento del pelo libero in raffronto all'argine dx

1 cm Horiz. = 21.39 m 1 cm Vert. = 2.42 m

Quota (m)

310 320 330 340 350 360

Lunghezza (m)

0 200 400 600

SEZIONE N° 30
SEZIONE N° 29
SEZIONE N° 28
SEZIONE N° 27
SEZIONE N° 26
SEZIONE N° 25
SEZIONE N° 24
SEZIONE N° 23
SEZIONE N° 22
SEZIONE N° 21
SEZIONE N° 17
SEZIONE N° 16
SEZIONE N° 15
SEZIONE N° 14
SEZIONE N° 12
SEZIONE N° 11

Sez. 18 aggiornamento
Sez. 17 aggiornamento
Sez. 16 aggiornamento
Sez. 15 aggiornamento
Sez. 14 aggiornamento
Sez.12 aggiornamento
Sez. 11 aggiornamento
Sez. 7 aggiornamento
Sez. 4 aggiornamento
Sez. 2 aggiornamento
Sez.1 aggiornamento

SEZIONE N° 3
SEZIONE N° 2
SEZIONE N° 1

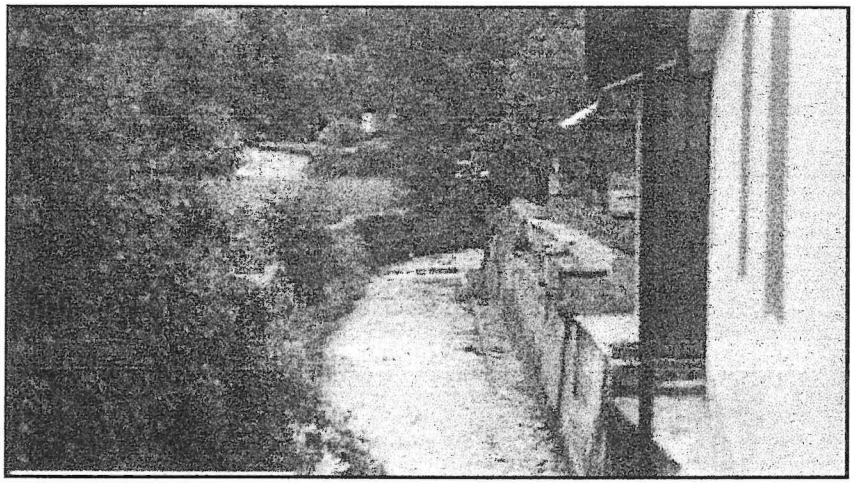
Legend
= 200 anni
Alveo
Argine destro

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DEL V.C.O.

COMUNE DI DOMODOSSOLA

Verifiche idrauliche e di idoneità delle opere di attenuazione del pericolo delle aree classe III della zonizzazione geologica del P.R.G.C.



RIO BACENETTO

5

Domodossola Agosto 2000 Revisione n° del

STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA CIVILE IDRAULICA
ING. GIULIO BERRINO
Via Bonomelli, 30 – Domodossola Tel/fax 0324.248084
e.mail giulio.berrino@credit.tin.it

Dott. Ing. Giulio Berrino
Albo Ingegneri Provincia V.C.O.
N. 108

2. INQUADRAMENTO GENERALE E DESCRIZIONE OPERE IDRAULICHE

Il Rio Bacenetto è un affluente di destra del fiume Toce, scorre a partire dalla via Ceschi in una zona densamente antropizzata costeggia la tangenziale Dalla Chiesa fino all'attraversamento ferroviario e tombinato raggiunge la Regione Nosere quindi con un percorso sinuoso raggiunge la zona PIP, costeggia la discarica e quindi in prossimità del ponte ferroviario delle sei arcate sfocia nel Toce. Interessante è la notizia storica fornita dal Magg.re Giulio Bazetta che nella sua monografia " L'alveo, le piene ed i ripari del Torrente Bogna" avanza l'ipotesi che il Rio Bacenetto scorra lungo l'alveo che il Torrente Bogna aveva anteriormente al 1750.

Più in dettaglio il Rio presenta in corrispondenza dell'immissione del Rio Riana due tratte tombinate intercalate da un tratto a cielo aperto con una vasca di dissipazione, peraltro già colma di materiale depositato, raggiunge il ponte in corrispondenza della via Vanoni (immissione Rio Zoncalina), fino a questa zona è arginato con muri in calcestruzzo di svariata altezza mentre il fondo è pavimentato con bolognini in sasso e presenta in alcuni tratti materiale depositato.

Nel tratto compreso tra il ponte di via Vanoni e quello di Vagna è stato soggetto a diversi interventi, che hanno completamente rifatto la sponda sinistra, abbassato il letto e sottomurato la sponda destra. Diversi ponticelli di accesso a fondi e unità abitative attraversano il suo percorso.

Proseguendo verso valle il rio presenta alternativamente su entrambe le sponde delle gabbionate e fondo mobile con accumuli di materiale.

A valle del ponte della strada che conduce al Calvario vi è l'immissione del Rio Cavalli, in sponda destra sono presenti delle gabbionate insufficienti a contenere le portate previste, successivamente vi è l'attraversamento della tangenziale, il rio passa a sinistra della stessa e a cielo aperto scorre costeggiando la strada incassato tra le gabbionate di protezione. Dall'incrocio con la Via Gentinetta, dove vi è una vasca di

dissipazione, fino alla Regione Nosere il percorso alterna tratti a cielo aperto a lunghe zone tombinate.

Il percorso del rio attraversa zone parzialmente urbanizzate, in questo lungo tratto terminale la sezione varia riducendosi, la pendenza diventa comparabile con quella del Toce e il deflusso è anche ostacolato da un'abbondante vegetazione lungo le sponde.

evidenzia nel profilo per tutti i tempi di ritorno un andamento in corrente veloce, alternata a corrente lenta in prossimità di alcuni ponti e della tratta terminale.

Importanti per valutare la velocità della corrente in un corso d'acqua sono i coefficienti di attrito o di scabrezza che tengono conto del tipo e dello stato di conservazione delle opere di regimazione e dello stato di pulizia dell'alveo, chiaramente le reali condizioni di posa dei manufatti e la manutenzione influenzano sensibilmente la scabrezza del corso d'acqua e per il Rio Bacenetto sono variabili a seconda delle condizioni dell'alveo nelle varie sezioni considerate Rio Zoncalina

Per valutare l'ammontare della perdita di energia che si verifica a causa di un'espansione o di una contrazione del flusso, sono stati usati dei coefficienti di contrazione ed espansione rispettivamente pari a 0,1 e 0,3.

L' elaborazione a calcolatore è stata eseguita mediante l'utilizzo del software Hec - Ras River Analysis System che ha permesso la simulazione considerando le portate fornite allo scrivente dal Geologo con tempi di ritorno pari a 30 - 50 - 100 - 200 anni, che secondo le disposizioni del D.P.C.M. 14/02/1997 " Direttive tecniche per l'individuazione e la perimetrazione, da parte delle Regioni, delle aree a rischio idrogeologico " dovrebbero individuare un'alta, una moderata ed una bassa probabilità di inondazione, mentre in relazione a quanto prescritto dal "Progetto di Piano stralcio per l'Assetto idrogeologico "dell'11/05/99 i rischi idraulici possono essere riassunti in 4 classi di seguito elencate:

- **R4 - Molto elevato**
- **R3 - Elevato**
- **R2 - Medio**
- **R1 - Moderato**

Le portate fornite allo scrivente dal collega geologo nei diversi tempi di ritorno sono le seguenti :

Rio Bacenetto sez. di chiusura E1 (conoide Rio Riana)

TR = 30 anni	Q = 19.2 mc./sec.
TR = 50 anni	Q = 20.9 mc./sec.
TR = 100 anni	Q = 23.1 mc./sec.
TR = 200 anni	Q = 25.3 mc./sec.

Rio Bacenetto sez. di chiusura E4 in corrispondenza immissione Rio Zoncalina

TR = 30 anni	Q = 33.0 mc./sec.
TR = 50 anni	Q = 35.8 mc./sec.
TR = 100 anni	Q = 39.6 mc./sec.
TR = 200 anni	Q = 43.4 mc./sec.

Rio Bacenetto sez. di chiusura E5 in corrispondenza dell'immissione Rio Cavalli

TR = 30 anni	Q = 49.2 mc./sec.
TR = 50 anni	Q = 53.3 mc./sec.
TR = 100 anni	Q = 59.0 mc./sec.
TR = 200 anni	Q = 64.8 mc./sec.

Rio Bacenetto sez. di chiusura E6 (Termine via Gibellino)

TR = 30 anni	Q = 49.2 mc./sec.
TR = 50 anni	Q = 53.4 mc./sec.
TR = 100 anni	Q = 59.1 mc./sec.
TR = 200 anni	Q = 64.8 mc./sec.

Il rilievo topografico di dettaglio ha permesso di individuare la geometria delle sezioni in cui limitare un tronco regolare del corso d'acqua entro cui condurre le verifiche idrauliche.

Per avere dei dati attendibili, non potendo il rio sopportare in certe sezioni le portate previste, si sono modificati i valori di portata delle sezioni di chiusura di seguito elencate, così facendo si è impostata la portata massima sopportabile in ciascuna sezione considerata.

	Portata TR = 30	Portata TR = 50	Portata TR = 100	Portata TR = 200
Sez. 49	40	42	44	46
Sez. 49 bis	27	28	29	31
Sez. 71 bis	15	16	17	18
Sez. 77	9	10	11	12
Sez. 79	2	3	4	5
Sez. 81	0.8	1	1.2	1.3
Sez. 84	0.5	0.6	0.7	0.8

Sono di seguito riportate tutte le simulazioni nelle varie sezioni considerate con i dati di portata assegnati ai diversi tempi di ritorno nelle varie sezioni di chiusura.

I grafici riportano le sezioni topografiche in scala opportuna con graficate le linee del pelo libero ai diversi tempi di ritorno, la posizione degli argini ove questi sono presenti i ponti e i tratti tombinati. Nelle sez. 60 e 61 bis per condurre la simulazione è stato inserito un blocco di ostruzione che mantiene costante il perimetro bagnato ma di fatto non è presente nella sezione.

Dalle tabelle allegate si possono desumere una serie di parametri idraulici tra i quali i franchi esistenti sugli argini per le portate nei diversi tempi di ritorno.

4. CONCLUSIONI E PROPOSTE DI INTERVENTO

In generale fino alla Sezione di chiusura E5 le portate fornite dal geologo sono discretamente sopportate dalle difese esistenti anche se alla luce dei franchi esaminati si rendono necessari interventi di sovraelevazione delle arginature in sponda sinistra in prossimità delle sezioni n° 6 bis - 6 - 7 bis - 40 - 41 - 43. Subito a valle della prima tombinatura è necessario lo svuotamento periodico della vasca presente.

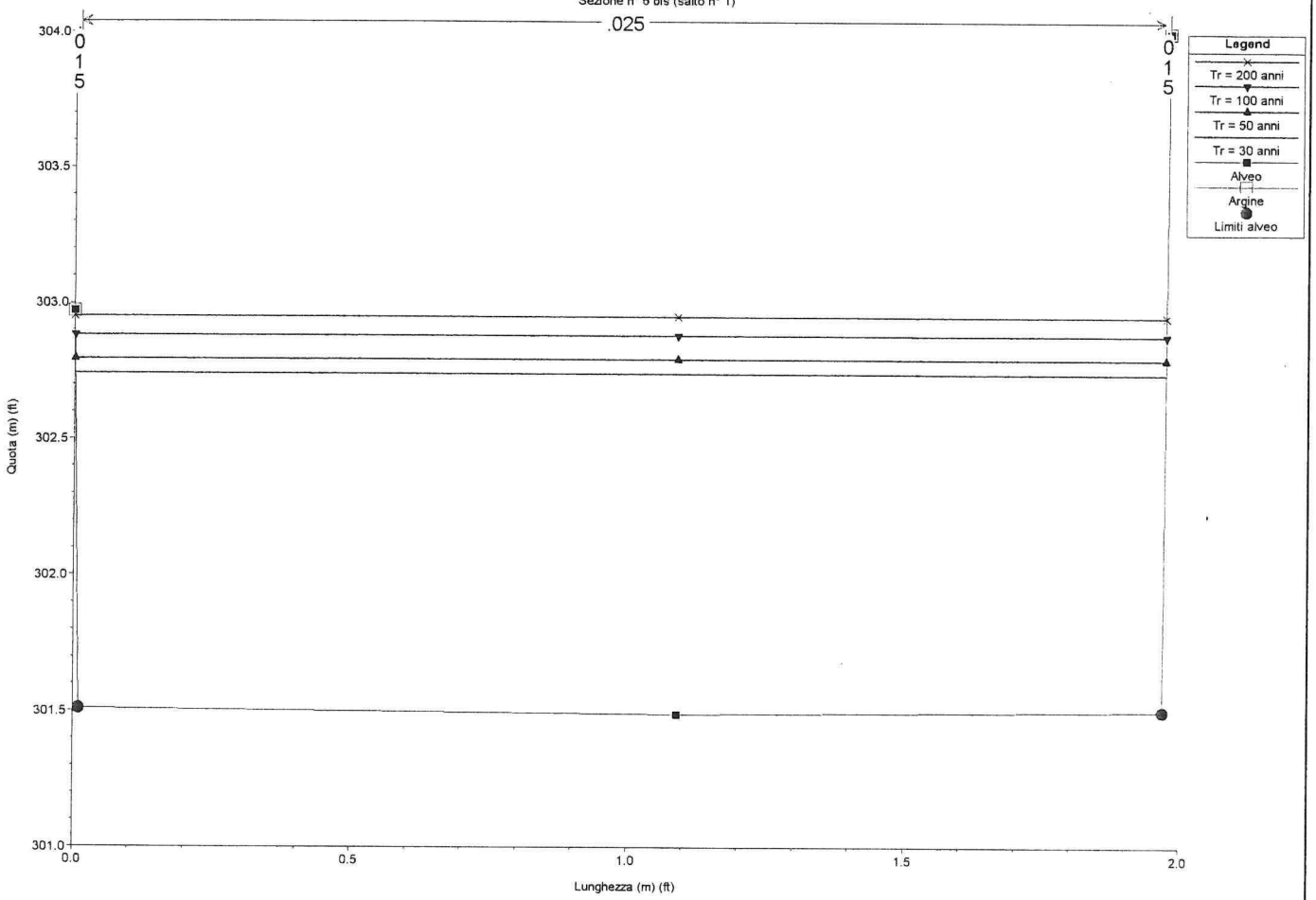
A partire dalla immissione del Rio Cavalli fino all'inizio dell'attraversamento sulla tangenziale, i terreni sulla sponda destra non sono sufficientemente protetti perché le difese non sono idonee a contenere le portate previste, pertanto per condurre la simulazione si è provveduto ad assegnare le portate evidenziate al paragrafo 3 i cui risultati sono quelli riassunti nelle tabelle. Quindi nelle sezioni 49 e 60 si dovranno rialzare le gabbionate presenti. Poco prima dell'attraversamento ferroviario alla sez. 67 il franco è estremamente modesto anche con le portate minime assegnate dallo scrivente, inoltre dai sopralluoghi effettuati si è riscontrato un discreto accumulo di materiale, la soluzione al problema esistente potrebbe essere quella di creare bye - pass a monte della ferrovia che devii l'acqua in eccesso per convogliarla più a valle.

A valle del forno inceneritore il rio Bacenetto non è più arginato, in alcuni tratti l'acqua scorre quasi a livello della strada sterrata limitrofa e pertanto la zona è soggetta ad evidenti allagamenti. Si ritiene quindi che tutta la tratta terminale fino alla foce dovrebbe essere arginata in blocchi di cava non necessariamente intasati al fine di delimitare meglio il canale e offrire una migliore protezione ai terreni circostanti.

Nelle allegate "Schede di censimento opere esistenti" viene riassunto schematicamente lo stato di fatto delle opere e gli eventuali interventi, con stima presunta dei costi, da eseguirsi per una buona conservazione del corso d'acqua.

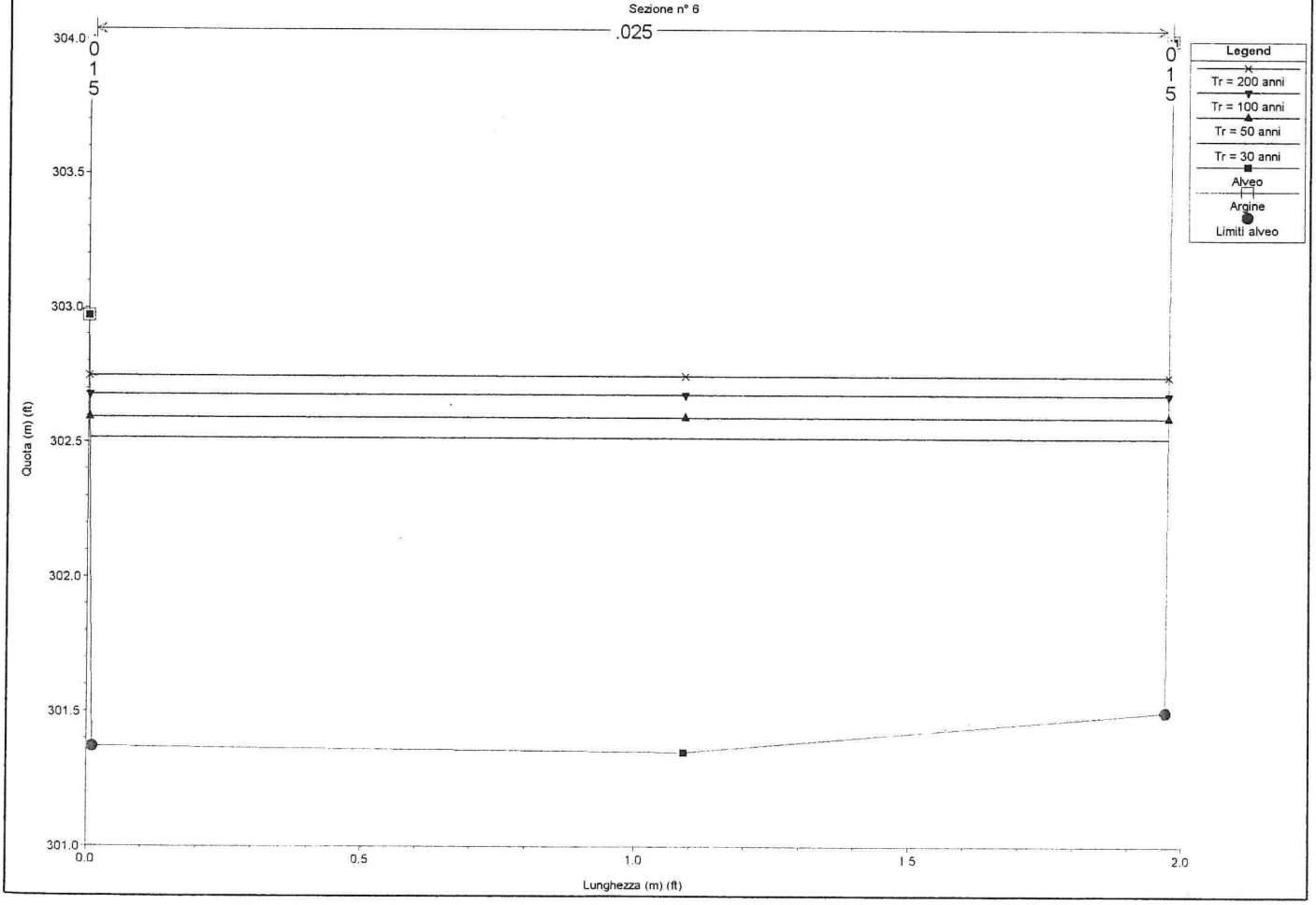
Rio Bacenetto

Sezione n° 6 bis (salto n° 1)



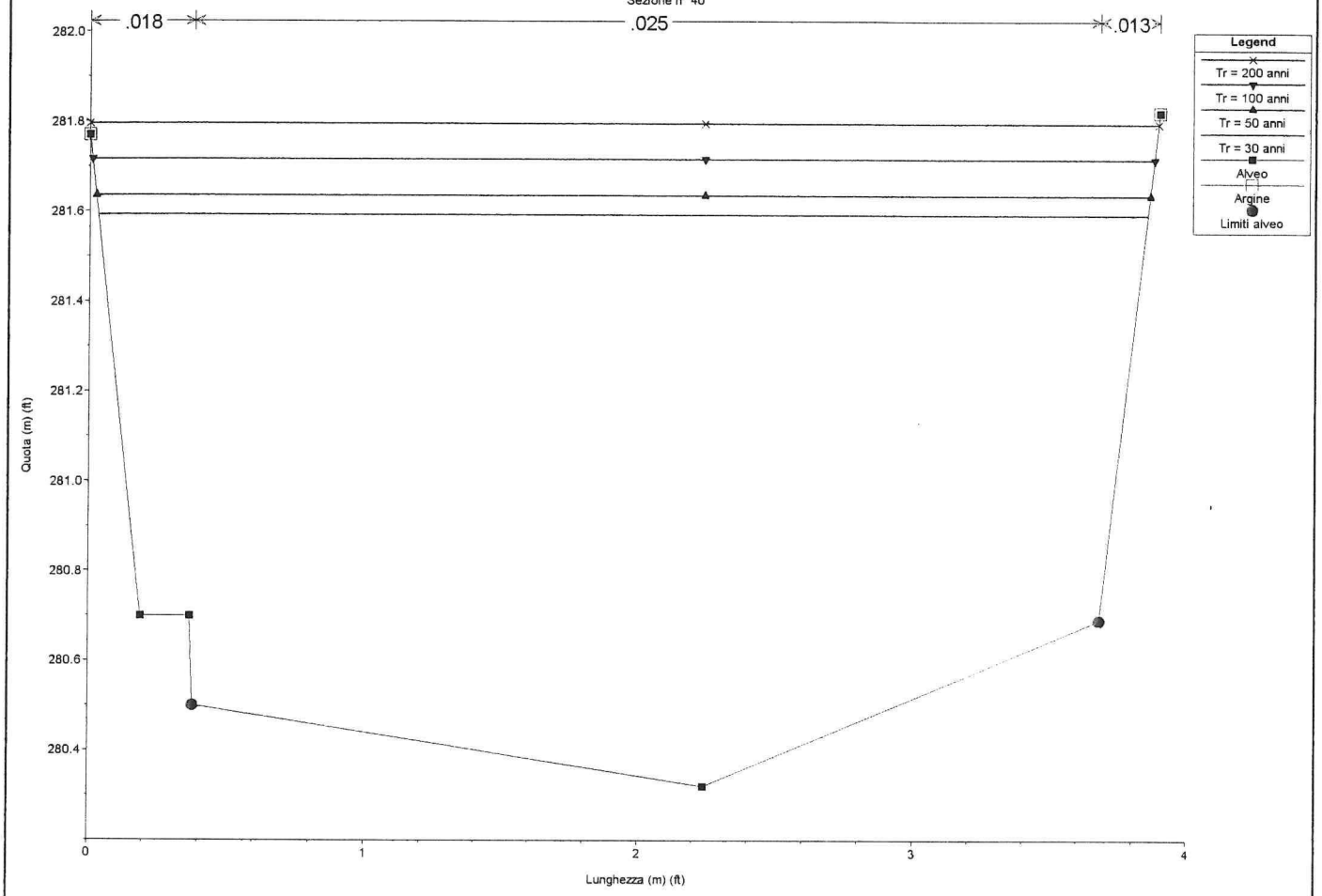
Rio Bacenetto

Sezione n° 6



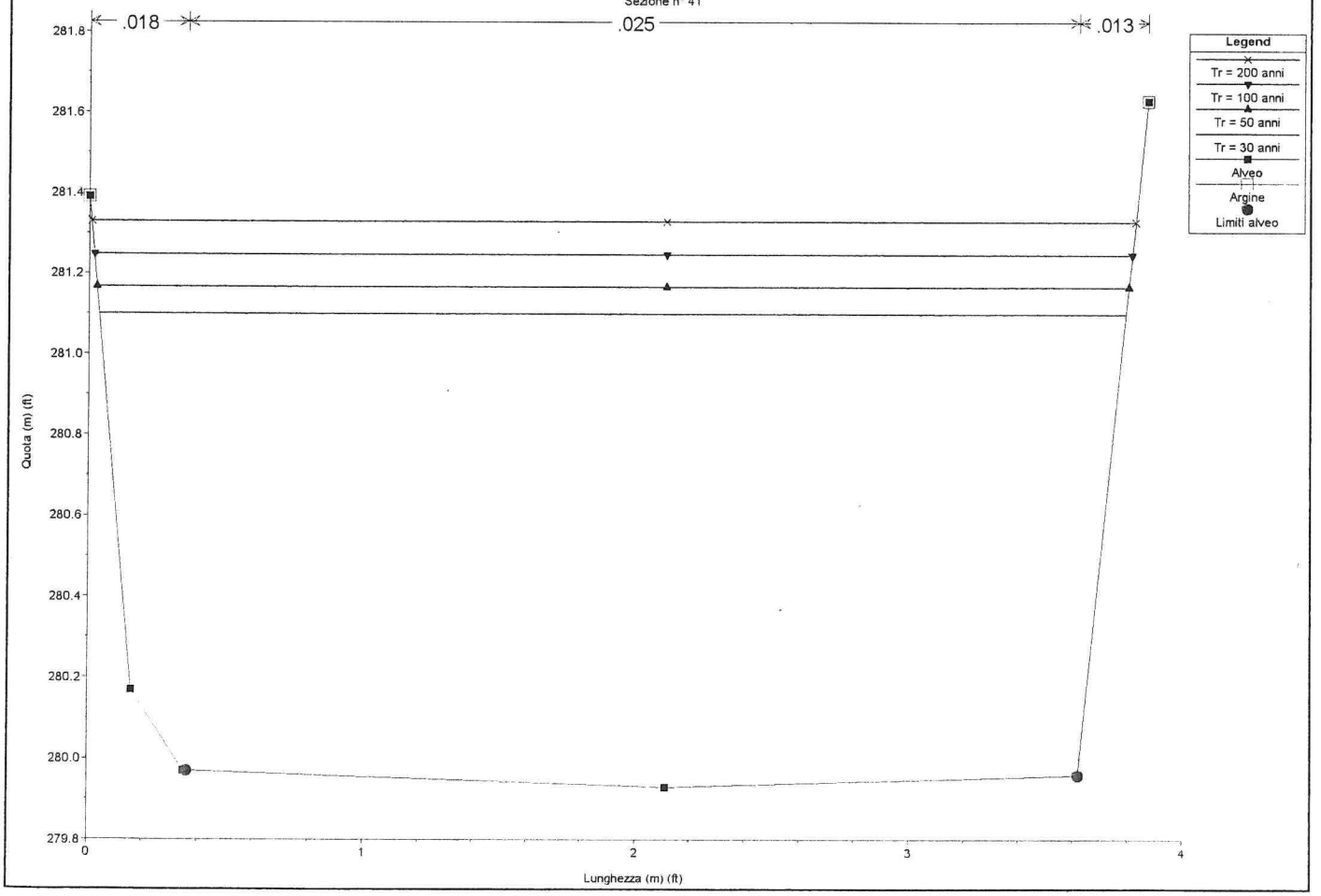
Rio Bacenetto

Sezione n° 40



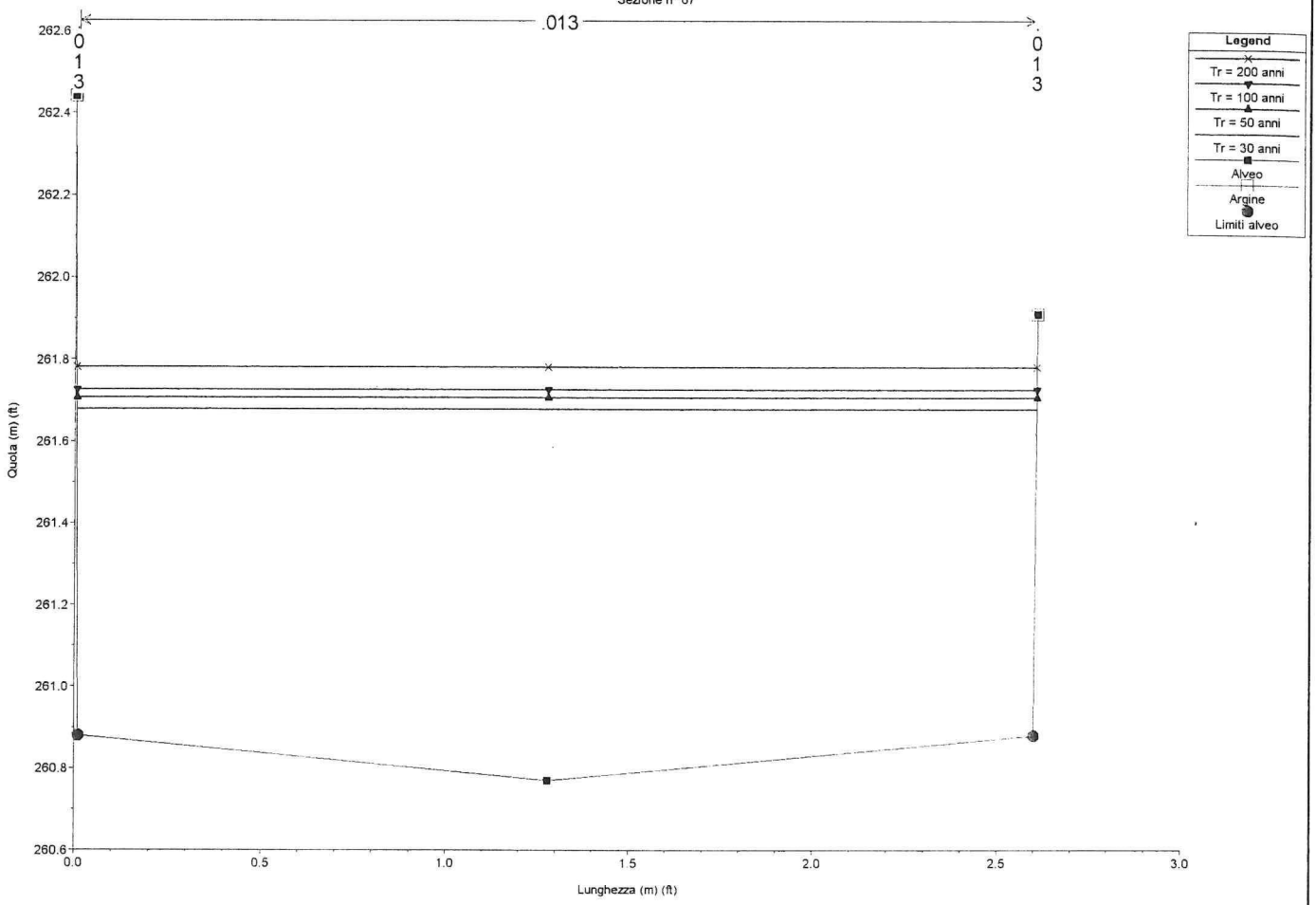
Rio Bacenetto

Sezione n° 41



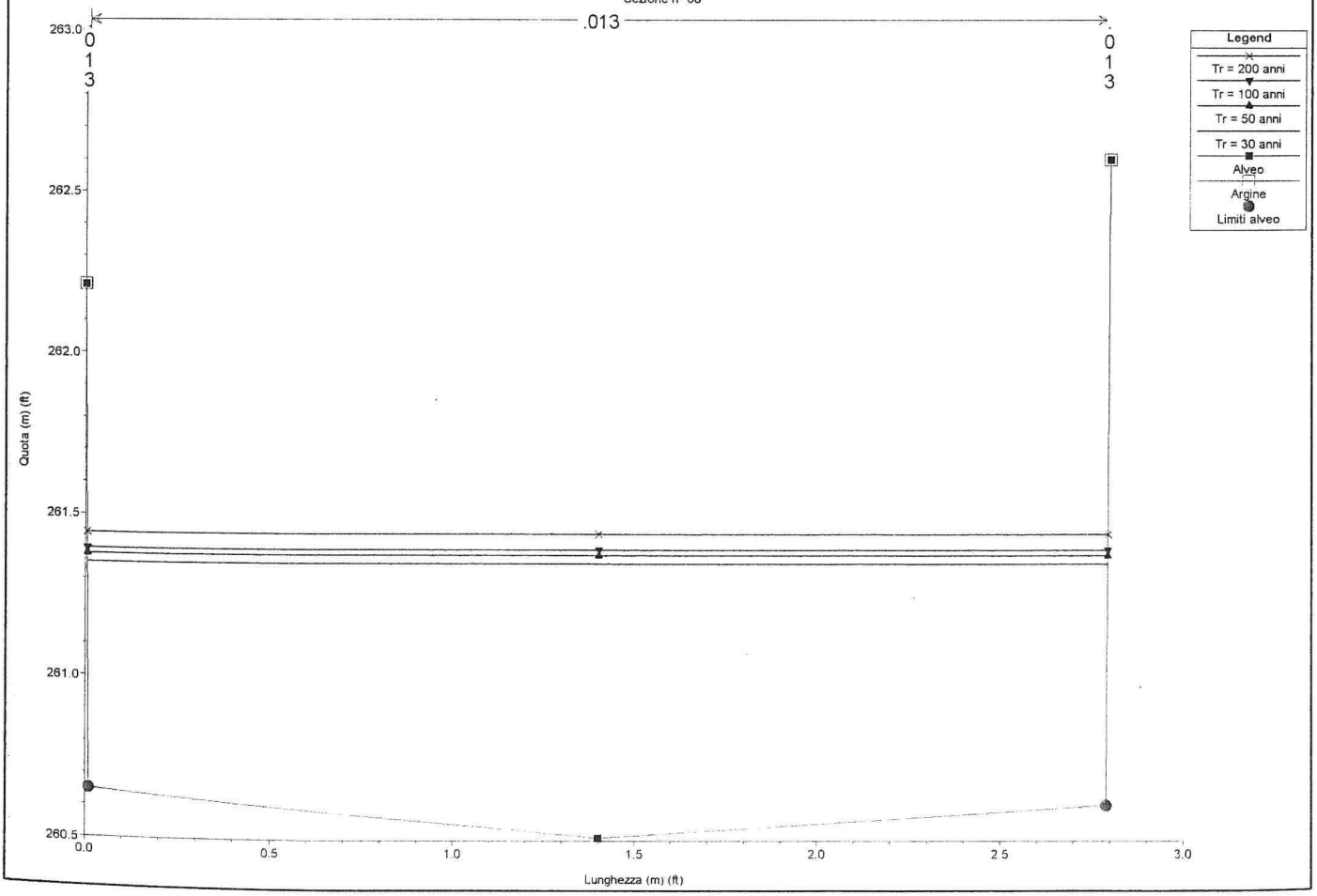
Rio Bacenetto

Sezione n° 67



Rio Bacenetto

Sezione n° 68



303.97
Rio Zoncalina
302.83
301.48
301.51
301.48
303.98
6
301.08
302.28
Scivolo
300.52
301.11
301.08
303.38
302.21
301.75
301.50
302.15
300.49
300.52
299.99
300.02
300.75
302.04
301.49
301.35
299.05
Rio Bacenetto
300.88
301.08
301.87
301.78
300.00
300.73
302.97
302.51
301.84
Salto n° 1
Salto n° 2
Salto n° 3
Ponte n° 1 sulla Via Vanoni
9
8
7

68

67

66

262.73

Termine tombinatura via Gentinetta

262.72

262.60 263.21

260.61

260.51

262.21

262.31

261.91

260.88

260.77

260.88

262.44

262.55

263.83

262.73

261.28

261.23

263.10

261.28

262.73

Rio Bacenetto

Argini in c.a.

Supermercato Lidl

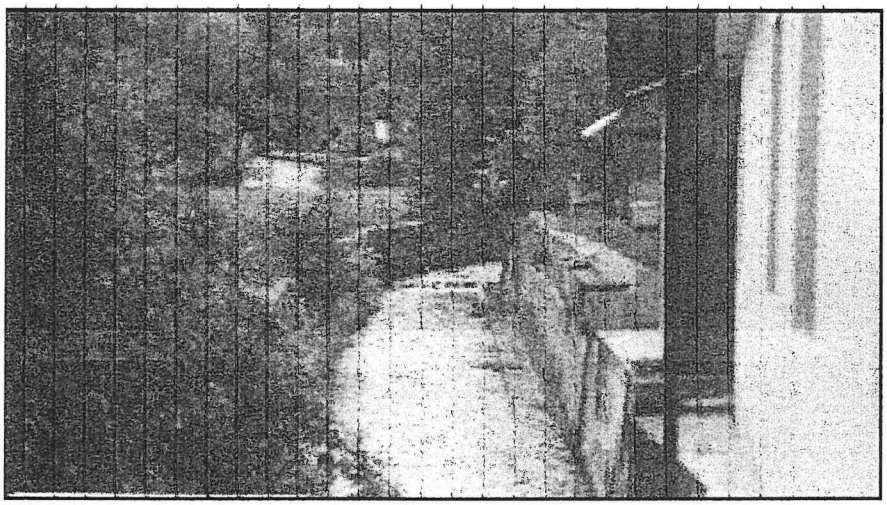
REGIONE PIEMONTE

- 1 FEB. 2001

PROVINCIA DEL V.C.O.

COMUNE DI DOMODOSSOLA

Verifiche idrauliche e di idoneità delle opere di attenuazione del pericolo delle aree classe III della zonizzazione geologica del P.R.G.C.



RIO BACENETTO (Aggiornamento)

Domodossola Gennaio 2001 Revisione n° 1

STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA CIVILE IDRAULICA
ING. GIULIO BERRINO
Via Bonomelli, 30 – Domodossola Tel/fax 0324.248084
e.mail giulio.berrino@credit.tin.it

1. Premessa

L'Amministrazione Comunale di Domodossola con Determinazione dirigenziale N° D4/76 del 28/12/2000 dava incarico allo scrivente ingegnere Giulio Berrino con studio in Domodossola, di aggiornare le verifiche idrauliche delle aree classe III della zonizzazione geologica del P.R.G.C. redatte dal sottoscritto nell'agosto 2000 alla luce delle nuove opere realizzate e dei recenti eventi alluvionali.

Oggetto di questo aggiornamento sono i Rii Bacenetto e Deseno ; per ciascun Rio verranno effettuate nuove verifiche idrauliche le cui risultanze verranno schematizzate in apposita relazione idraulica.

Per quanto riguarda il rio Bacenetto è da segnalare che durante gli ultimi mesi dell'anno 2000 sono stati eseguiti dei lavori di arginatura in sponda idrografica sinistra in prossimità del nuovo centro commerciale nella Regione Nosere. Le nuove opere realizzate sono state di prolungamento di quelle esistenti e hanno definito una sezione di deflusso regolare.

A valle del vecchio inceneritore il rio non presenta più difese, ma a seguito degli eventi alluvionali del 13-16 ottobre 2000 le sponde sono state rialzate per un discreto tratto perché è stato disalveato il materiale trasportato dalle acque a valle. Questi interventi hanno sicuramente migliorato la sezione del rio e quindi si è resa necessaria una nuova verifica per aggiornare la carta della zonizzazione e della idoneità delle opere idrauliche, riperimetrando anche quelle aree che a seguito della costruzione delle nuove opere risultano non essere più a rischio esondazione.

E' stato eseguito un altro rilievo di dettaglio, esteso fino alla zona del PIP e costituito da 17 nuove sezioni, in quanto sia le vecchie sezioni di progetto che il corso del rio sono stati completamente alterati dalla costruzione delle nuove opere e dagli eventi alluvionali.

2. Inquadramento idrologico e idraulico

Per quanto riguarda le portate di massima piena del Rio Bacenetto per le quali verificare il funzionamento idraulico delle strutture si è fatto riferimento alle portate già considerate nella precedente relazione dell'agosto 2000 e fornite allo scrivente dal Dott. D'Elia geologo incaricato dall'Amministrazione per redigere le carte della zonizzazione geologica,

Le portate fornite allo scrivente dal collega geologo nei diversi tempi di ritorno erano le seguenti :

Rio Bacenetto sez. di chiusura E1 (conoide Rio Riana)

TR = 30 anni	Q = 19.2 mc./sec.
TR = 50 anni	Q = 20.9 mc./sec.
TR = 100 anni	Q = 23.1 mc./sec.
TR = 200 anni	Q = 25.3 mc./sec.

Rio Bacenetto sez. di chiusura E4 in corrispondenza immissione Rio Zoncalina

TR = 30 anni	Q = 33.0 mc./sec.
TR = 50 anni	Q = 35.8 mc./sec.
TR = 100 anni	Q = 39.6 mc./sec.
TR = 200 anni	Q = 43.4 mc./sec.

Rio Bacenetto sez. di chiusura E5 in corrispondenza dell'immissione Rio Cavalli

4. Conclusioni

Dall'analisi dettagliata delle sezioni in progetto possiamo constatare che nelle sezioni aggiornate n. 5 - 8 - 10 - 11 il livello del pelo libero in sponda idrografica sinistra è superiore alle attuali sponde.

Da un attento sopralluogo è emerso che il deflusso delle acque, come avvenuto nell'ultima alluvione in parte ha trovato sfogo in un'area depressa prima del sottopasso di accesso alla superstrada, limitando le aree inondate in prossimità della zona PIP.

Lo scrivente propone che il letto del Rio Bacenetto sia deviato a valle della sez. 5 e comunque prima dello svincolo della superstrada, direttamente verso il fiume Toce accorciandone così il percorso ed evitando inondazioni nella zona in prossimità della discarica e della prateria.

Nella carta della zonizzazione e della idoneità delle opere idrauliche "Aggiornamento" sono state riperimetrate le zone antropizzate di classe III alla luce di quanto summenzionato.

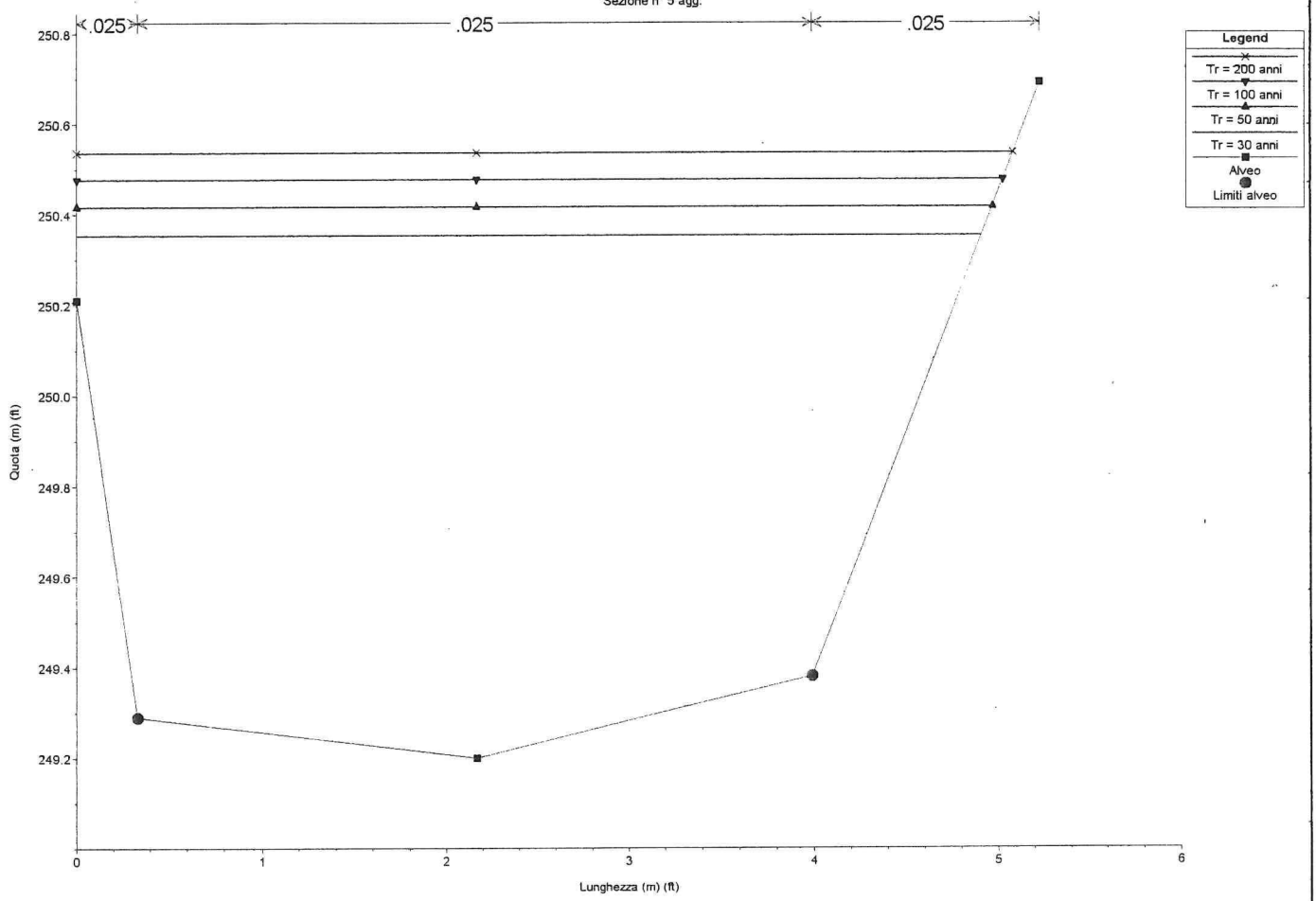
Domodossola, 18/01/01

Il Tecnico

Dott. Ing. Giulio Berrino
Albo Ingegneri Provincia V.C.O.
N. 108

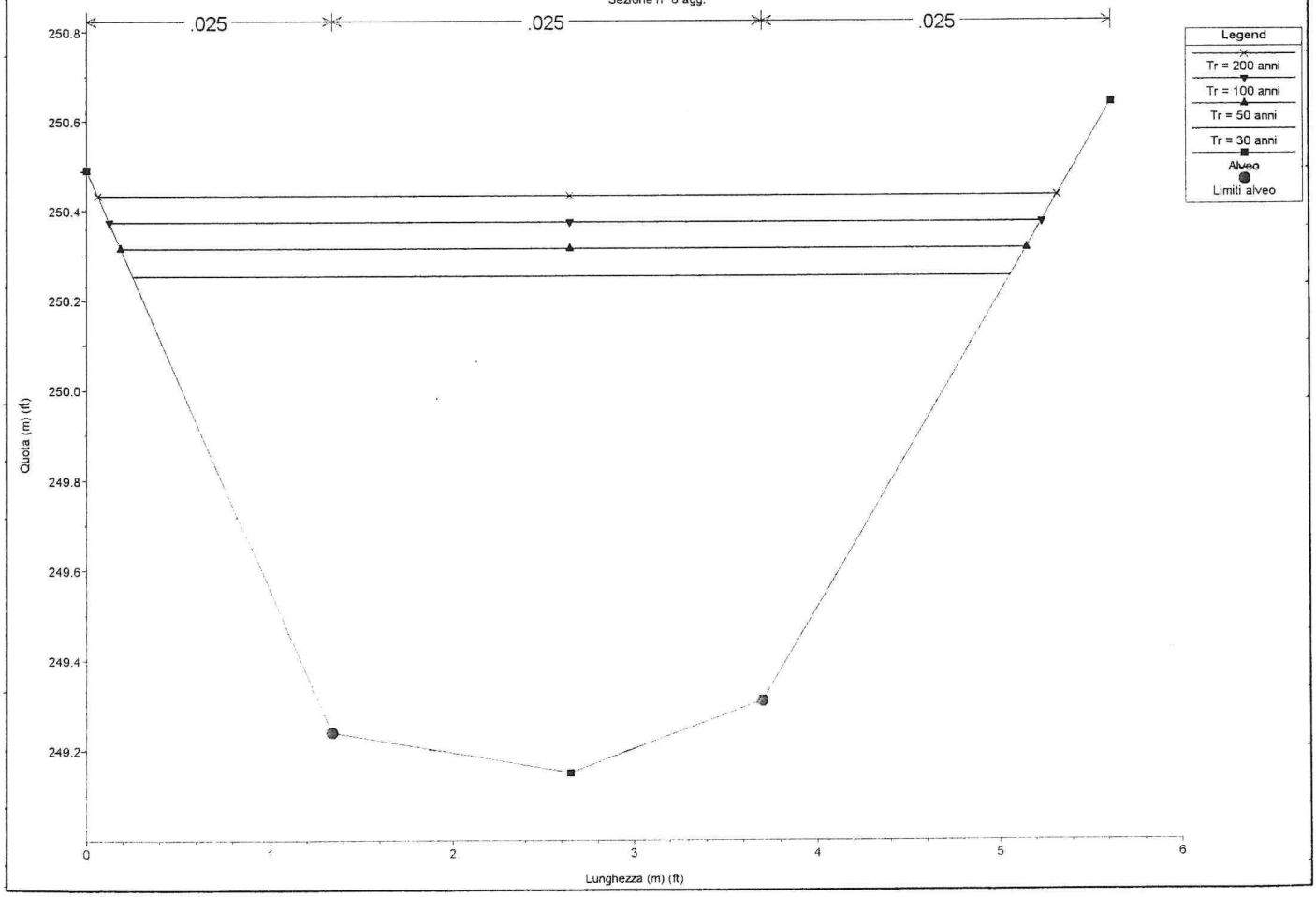
Rio Bacenetto

Sezione n° 5 agg.



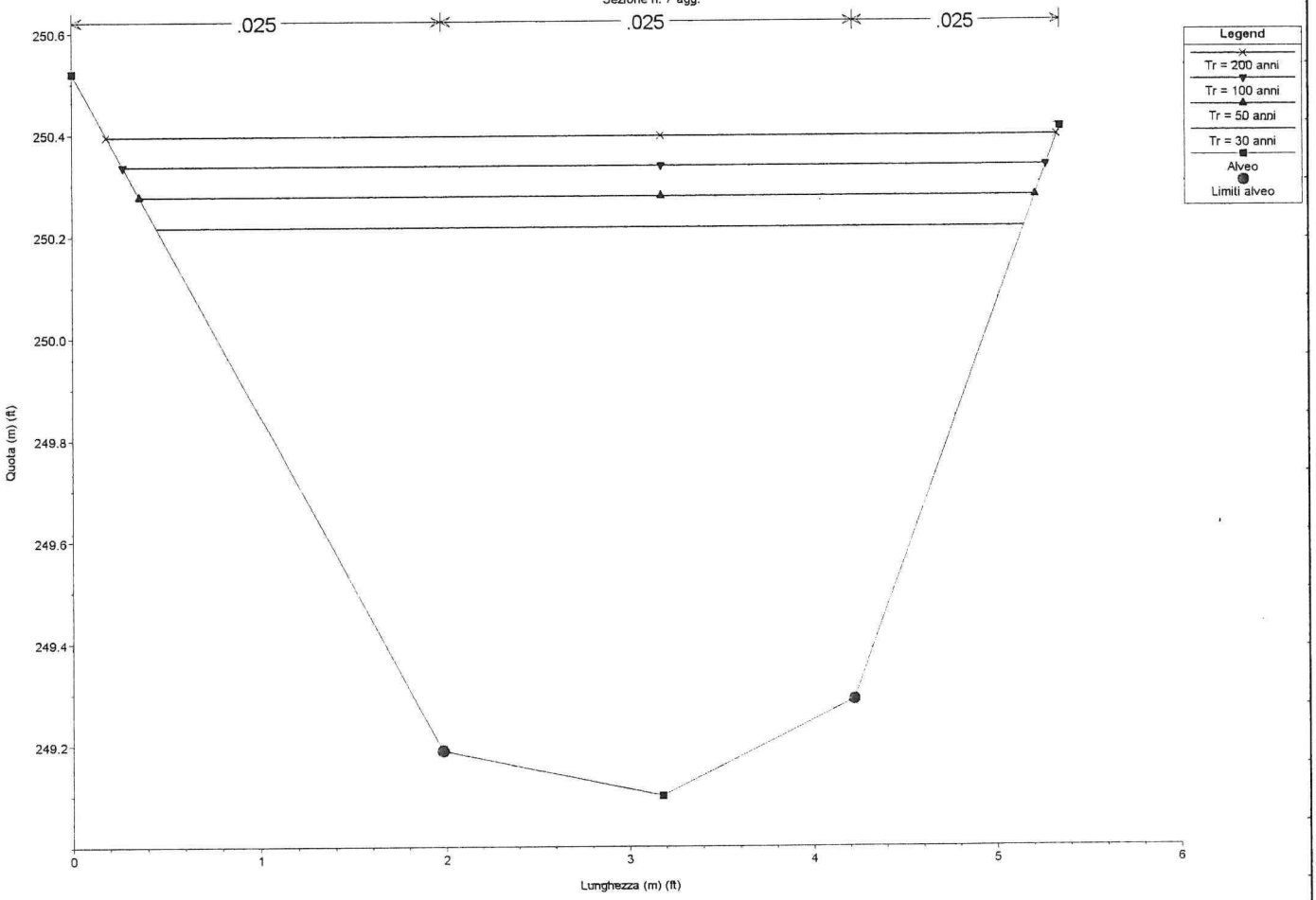
Rio Bacenetto

Sezione n° 6 agg.



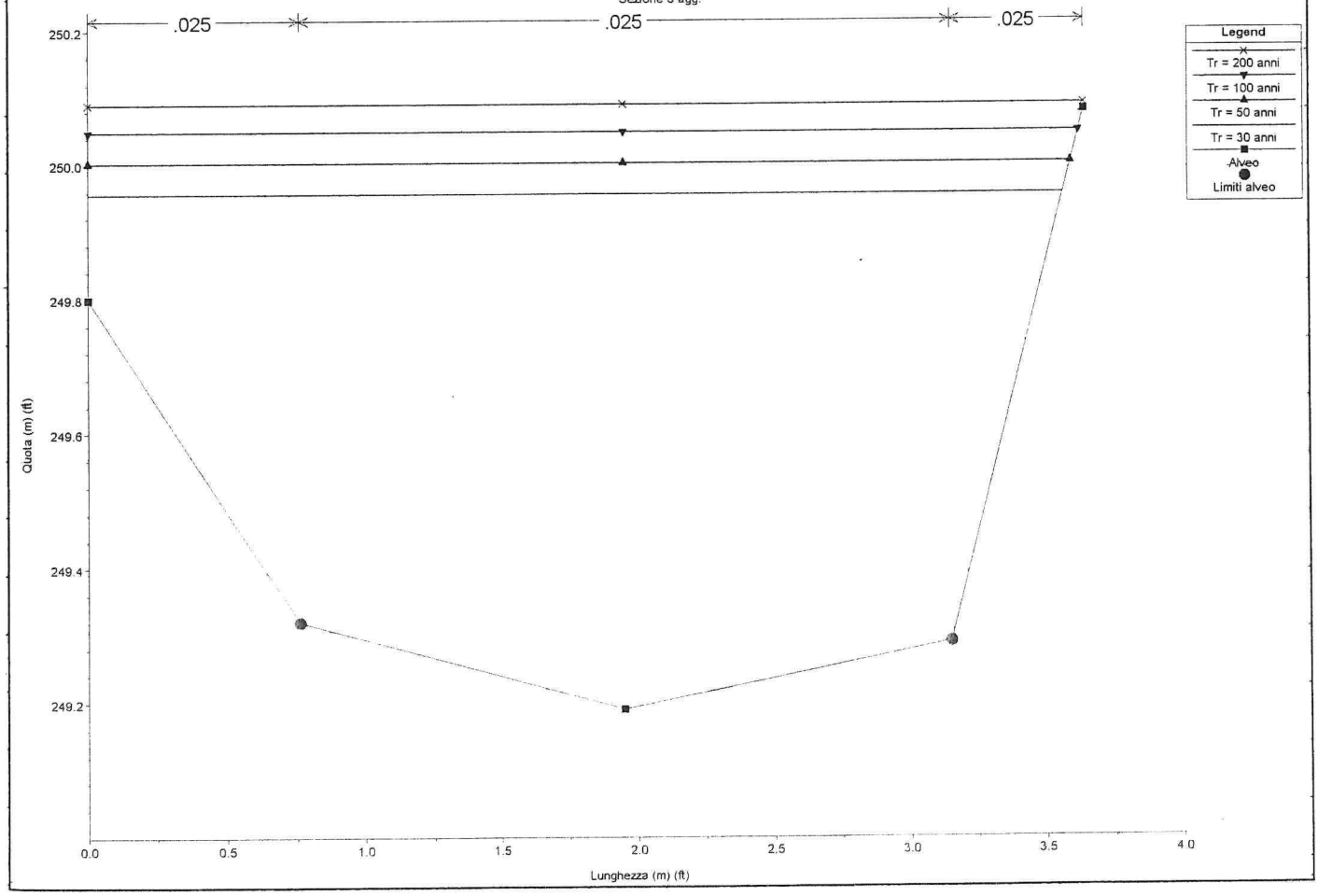
Rio Bacenetto

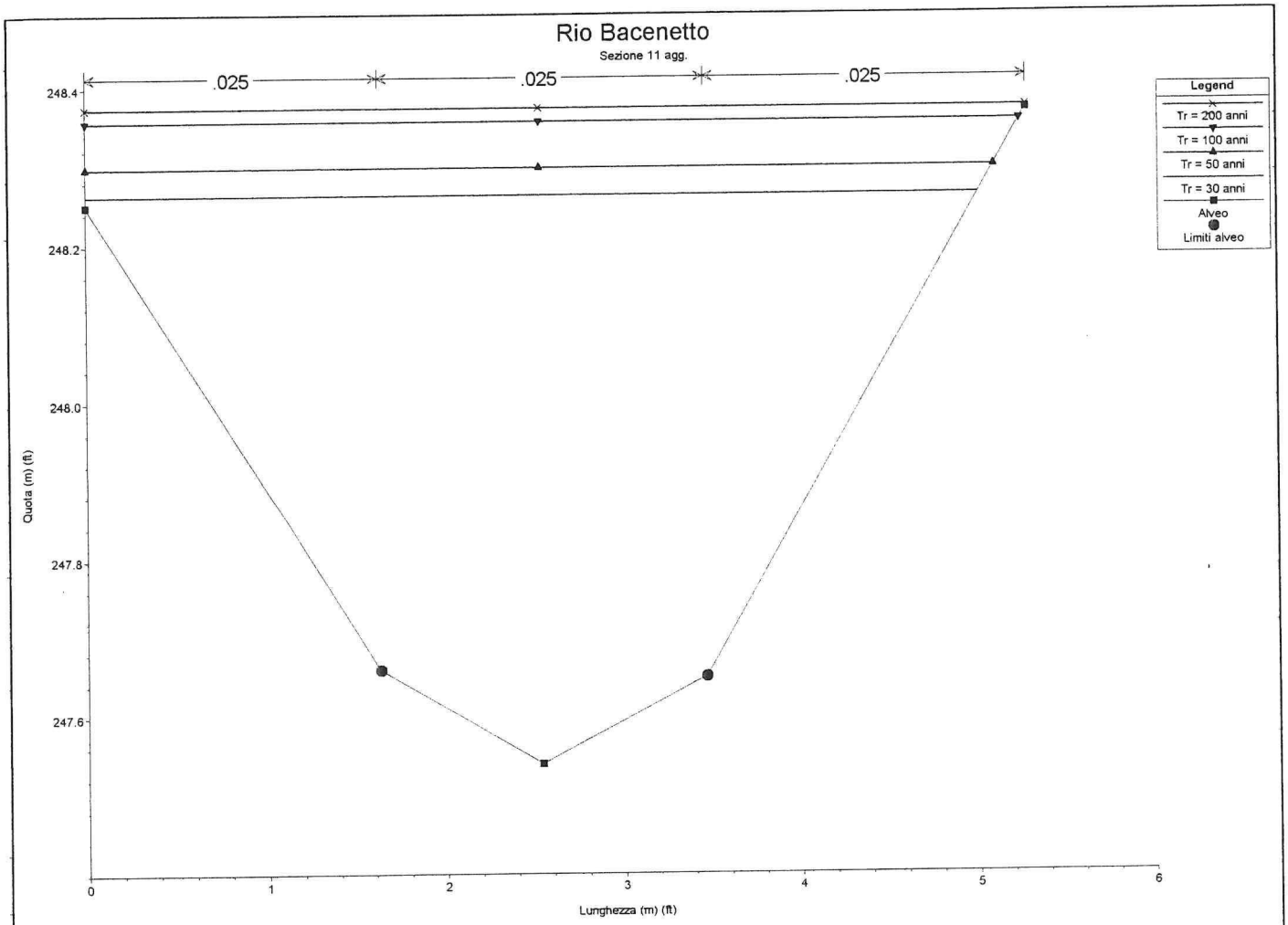
Sezione n. 7 agg.

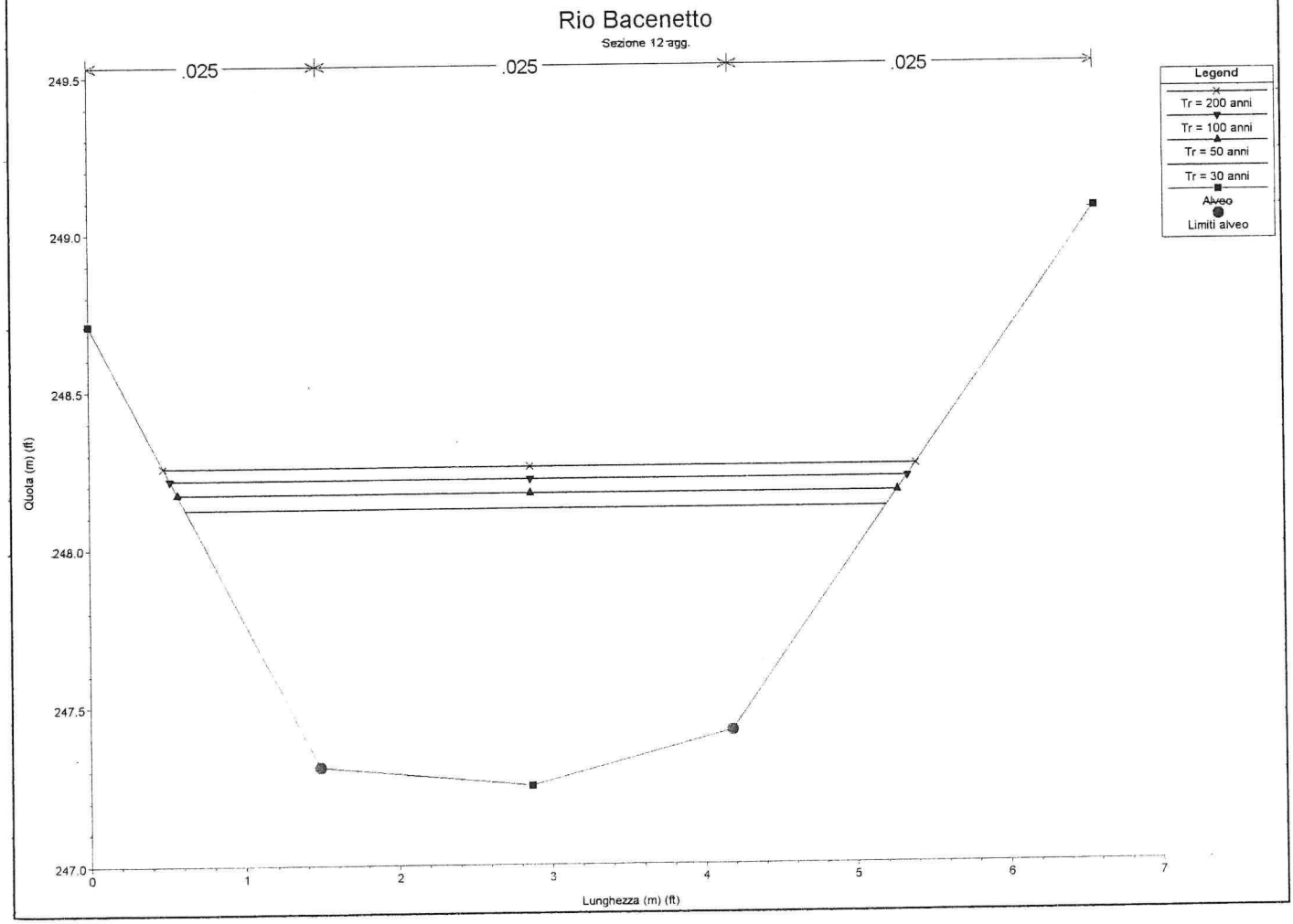


Rio Bacenetto

Sezione 8 agg.




Rio Bacenetto
Sezione 11 agg.
.025
.025
.025
Legend
Tr = 200 anni
Tr = 100 anni
Tr = 50 anni
Tr = 30 anni
Alveo
Limiti alveo
248.4
248.2
248.0
247.8
247.6
Quota (m) (ft)
0
1
2
3
4
5
6
Lunghezza (m) (ft)


Rio Bacenetto
Sezione 12 agg.
.025
.025
.025
Legend
Tr = 200 anni
Tr = 100 anni
Tr = 50 anni
Tr = 30 anni
Alveo
Limiti alveo
249.5
249.0
248.5
248.0
247.5
247.0
Quota (m) (ft)
0
1
2
3
4
5
6
7
Lunghezza (m) (ft)

HYDRODATA

INGEGNERIA DELLE RISORSE IDRICHE

CITTA' DI DOMOSSOLA
Provincia del Verbano-Cusio-Ossola

ANALISI IDRAULICA DEI TORRENTI BOGNA, ANZUNO E BACENETTO

RELAZIONE

CODICE DOCUMENTO	ELABORATO
1679/02-00100.DOC	1

REV.	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	AUTORIZZAZIONE	MODIFICHE
00	LUG. 03	S.TORRETTA	M.BUFFO	M.BUFFO	

Hydrodata S.p.A.
Via Pomba, 23
10123 Torino - Italia
Tel. +39 011 55 92 811
Fax +39 011 56 20 620
e-mail: hydrodata@hydrodata.it
sito web: www.hydrodata.it

RIPRODUZIONE O CONSEGNA A TERZI SOLO DIETRO SPECIFICA AUTORIZZAZIONE

INDICE

1. PREMESSA 1

2. GENERALITA' 1

3. DATI IDROLOGICI 2
   3.1 Pluviometria 3
   3.2 Tempo di corrivazione 4
      3.2.1 Torrente Bogna e rio d'Anzuno 4
      3.2.2 Rio Bacenetto 5
   3.3 Altezze di pioggia 5
   3.4 Coefficiente di deflusso 7
   3.5 Valutazione delle portate di piena con il metodo razionale 8

4. ANALISI IDRAULICA 9
   4.1 Analisi idraulica del torrente Bogna 9
      4.1.1 Messa a punto del modello idrodinamico 10
      4.1.2 Condizioni al contorno 12
      4.1.3 Coefficienti di scabrezza 12
      4.1.4 Rappresentazione dei ponti 12
      4.1.5 Simulazioni idrodinamiche 13
      4.1.6 Analisi dei risultati 14
   4.2 Analisi idraulica rio d'Anzuno 18
      4.2.1 Messa a punto del modello idrodinamico 18
      4.2.2 Condizioni al contorno 19
      4.2.3 Coefficienti di scabrezza 19
      4.2.4 Rappresentazione dei ponti 20
      4.2.5 Simulazioni idrodinamiche 20
      4.2.6 Analisi dei risultati 21
   4.3 Analisi idraulica del rio Bacenetto 28
      4.3.1 Messa a punto del modello idrodinamico 29
      4.3.2 Condizioni al contorno 30
      4.3.3 Coefficienti di scabrezza 31
      4.3.4 Simulazioni idrodinamiche 31
      4.3.5 Analisi dei risultati 31

ALLEGATO 1 - Elaborazioni stazione di misura di Domodossola
ALLEGATO 2 - Descrizione del codice di calcolo MIKE11
ALLEGATO 3 - Delimitazione dell'area esondata nell'interno della discarica
ALLEGATO 4 - Schemi tipologici dell'intervento di protezione perimetrale della discarica

1. PREMESSA

Il presente studio riguarda la caratterizzazione idrologico-idraulica di 3 affluenti del Toce: torrente Bogna, rio d'Anzuno, rio Bacenetto.

Lo studio è stato svolto nel rispetto delle normative vigenti ed in particolare della "*Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilita' idraulica*", redatta dall'Autorità di Bacino del Fiume Po ai sensi dell'art.10 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, e della Deliberazione 11 maggio 1999 dell'Autorità di Bacino del Fiume Po "*Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B*" (Deliberazione n.2/99) e degli altri riferimenti normativi in essa citati.

Sono state svolte le seguenti attività:

- campagna di rilievi topografici sul torrente Bogna e sul Rio Bacenetto;
- sopralluogo sull'area in esame;
- reperimento studi e progetti pregressi complementari;
- analisi idrologica :
  - caratterizzazione dei bacini idrografici in esame;
  - determinazione dei valori di precipitazione di progetto;
  - calcolo delle portate di piena per i diversi periodi di ritorno;
- analisi idraulica : applicazione di un modello di simulazione numerico con diverse finalità per ogni corso d'acqua:
  - torrente Bogna: valutazione della funzionalità idraulica delle opere di attraversamento ubicate nel Comune di Domodossola;
  - rio d'Anzuno: verifica dell'intervento in progetto di sistemazione dell'alveo nel tratto in prossimità del centro di Gabi Valle;
  - rio Bacenetto: verifica dell'area della discarica presente nel tratto prossimo alla confluenza in Toce.

2. GENERALITA'

I bacini idrografici dei corsi d'acqua in esame sono stati delimitati e planimetrati sulle cartografie CTR in scala 1:10.000 della Regione Piemonte, che presentano il miglior dettaglio disponibile riguardo alla morfologia del territorio oggetto di analisi.

Per consentire l'analisi idraulica sul torrente Bogna e sul rio Bacenetto è stata effettuata una campagna di rilievi nel luglio 2003 (v. elaborati 2÷7). Per il torrente Bogna le 5 sezioni rilevate sono state integrate con altre 4 sezioni reperite dal progetto definitivo di "Sistemazione

idraulica del torrente Bogna in Comune di Domodossola e Bognanco", redatto dallo studio dell'ing.Zanetta per la Comunità Montana nel Novembre 2002.

Figura 1 - Bacino del torrente Bogna chiuso al ponte della Ferrovia, tracciato sulla base della CTR 1:10000, ma qui riportato su carta IGM 1:100000 per motivi di definizione dell'immagine.

Per il rio d'Anzuno si è fatto riferimento a rilievi speditivi effettuati nel luglio 2003 ad integrazione degli schemi di progetto predisposti dall'ing.Zanetta per il Comune di Domodossola nel marzo 2003.

3. DATI IDROLOGICI

Data la mancanza di osservazioni dirette dei deflussi naturali, nella valutazione delle portate massime probabili per questi corsi d'acqua, non delimitati da fasce fluviali, si è fatto riferimento a schemi di calcolo basati su una determinazione indiretta, a partire dalle curve di possibilità pluviometrica con l'attribuzione alle piene degli stessi periodi di ritorno delle precipitazioni che le hanno generate.

Nelle analisi sotto descritte è stata utilizzata l'informazione più aggiornata disponibile per la rappresentazione delle precipitazioni ragguagliate ai bacini, facendo riferimento alla regionalizzazione

dei parametri delle curve di possibilità climatica pubblicata dall'Autorità di Bacino del Po nel 2001 ("Direttiva piena di progetto" sopra citata).

Per il calcolo delle portate al colmo si è fatto riferimento al metodo razionale.

3.1 Pluviometria

L'analisi è stata effettuata sulla base dei valori dei parametri *a* e *n*, caratteristici delle curve di possibilità climatica, riportati nella "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" dell'Autorità di Bacino del Po.

Per tale operazione è stato utilizzato un supporto informatico GIS, ArcView, il quale ha permesso la sovrapposizione delle aree dei singoli bacini alla matrice costruita sulla base dei parametri caratteristici delle curve di possibilità climatica riportati sulla Direttiva citata per i diversi periodi di ritorno.

Tale matrice nasce da una interpolazione spaziale con il metodo di kriging dei parameri *a* ed *n* delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica relative alle singole stazioni di misura locali, discretizzata in base ad un reticolo a maglie quadrate di 2 km di lato.

Mediante un'operazione di media pesata sull'area di competenza di ogni singola cella della matrice ricadente all'interno del bacino in esame è stato possibile determinare i parametri medi della linea segnalatrice caratteristici del bacino stesso, al variare del tempo di ritorno considerato.

Bacino	TR10anni		TR20anni		TR50anni		TR100anni		TR200anni		TR500anni	
	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n
Rio Bacenetto	37.90	0.497	43.29	0.495	50.28	0.491	55.46	0.489	60.61	0.485	67.54	0.484
Rio d'Anzuno	35.12	0.513	40.04	0.511	46.43	0.508	51.19	0.506	55.92	0.503	62.25	0.501
Torrente Bogna	29.98	0.546	33.99	0.545	39.17	0.543	43.05	0.542	46.89	0.539	52.02	0.538

Tabella 1- Paramentri della curva di possibilità climatica ottenuti dall'intersezione della matrice PAI e i bacini in esame.

3.2 Tempo di corrivazione

3.2.1 Torrente Bogna e rio d'Anzuno

La determinazione del valore del tempo di corrivazione per i bacini in esame è stata effettuata avvalendosi delle formule ritenute più adatte alle caratteristiche dei bacini, ovvero della formula di Giandotti per il torrente Bogna e della formula di Pezzoli per il rio d'Anzuno.

I metodi utilizzati necessitano, come dati di input, dei valori delle caratteristiche morfologiche, fisiografiche ed altimetriche dei bacini definiti alla loro rispettiva sezione di chiusura. Le grandezze da considerare sono le seguenti:

- superficie S (km^2);
- altitudine media H_{med} (m s.m.);
- quota della sezione di chiusura H_{min} (m s.m.);
- lunghezza dell'asta principale L (km);
- pendenza dell'asta principale i (m/m).

Tali parametri sono riportati per ciascun bacino di interesse nella tabella 2.

Vengono di seguito riportate le formule di calcolo del tempo di corrivazione espresso in ore, per ognuno dei metodi adottati.

Formula di Giandotti:

$$tc = \frac{4 \cdot S^{0.5} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{(Hmed - H\min)}}$$

Formula di Pezzoli:

$$tc = 0.055 \cdot \frac{L}{\sqrt{i}}$$

Bacino	Stot (km^2)	Hmin m.s.m.	Hmed m.s.m.	Lasta km	i pendenza (m/m)	tc -Giandotti (ore)	tc -Pezzoli (ore)
Rio d'Anzuno	3.53	250	1080	4.35	0.35	-	0.40
Bogna P.te Ferrovia	89.03	300	1594	13.80	0.17	2.03	-

Tabella 2 - Tempi di corrivazione calcolati, sulla base delle formule sopra descritte, in funzione dei parametri caratteristici e delle grandezze morfologiche considerate.

3.2.2 Rio Bacenetto

Per il rio Bacenetto si è reso necessario, data la differente caratterizzazione del territorio attraversato dal corso d'acqua, distinguere 3 aree caratterizzate separatamente e poi definire il tempo di corrivazione del bacino come somma dei tempi relativi a ogni area .

Sulla base delle informazioni avute dai tecnici del Comune di Domodossola e delle osservazioni fatte in sede di sopralluogo è stato definito il bacino del rio Bacenetto (v. figura 2). Data la differente caratterizzazione del territorio interessato, il calcolo del tempo di corrivazione è stato svolto separatamente per le tre zone caratteristiche rappresentate in figura 2 bacino montano, area urbana, area compresa tra il centro di Domodossola e la confluenza con il fiume Toce.

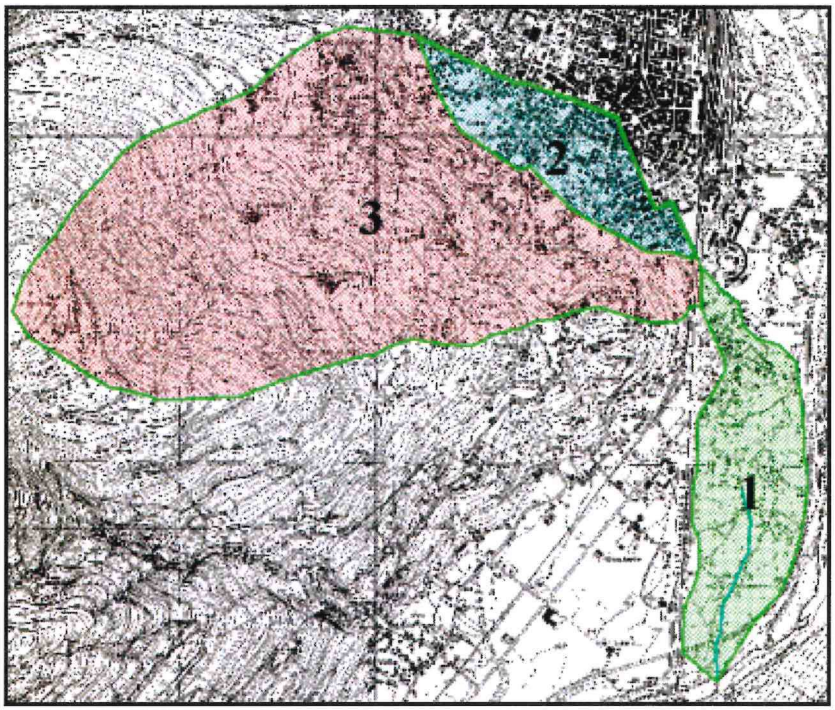


Figura 2 - Rio Bacenetto con la suddivisione effettuata per il calcolo del tempo di corrivazione.

Il tempo di corrivazione complessivo è risultato: TC = 2,84 ore.

3.3 Altezze di pioggia

Per i bacini del torrente Bogna e del rio Bacenetto in esame le piogge critiche risultano da un'espressione di tipo $h = a \cdot t^n$ con a e n parametri delle linee di pioggia ricavati come descritto nel par. 3.1 (v. tabella 3).

Bacino	Tc(ore)	$h_{TR10anni}$(mm)	$h_{TR20anni}$(mm)	$h_{TR50anni}$(mm)	$h_{TR100anni}$(mm)	$h_{TR200anni}$(mm)	$h_{TR500anni}$(mm)
Torrente Bogna	2.03	44.13	50.00	57.53	63.18	68.68	76.14
Rio Bacenetto	2.84	63.67	72.57	83.94	92.40	100.56	111.94

Tabella 3 - Altezze di pioggia per i bacini del Bogna e del Bacenetto.

Differente approccio è stato seguito per la determinazione della precipitazione critica del rio d'Anzuno. Dato il tempo di corrivazione del bacino (par. 3.2), si è reso necessaria la determinazione dei parametri a' e n' della curva di possibilità climatica per durate di pioggia inferiori all'ora.

Per tale adeguamento si è fatto riferimento ai dati di precipitazione intensa e ai dati di precipitazione inferiori all'ora della stazione pluviometrica di Domodossola pubblicati sugli Annali Idrologici del Servizio Idrografico.

Nella tabella 4 sono riportate le caratteristiche principali della stazione considerata.

STAZIONE	UFFICIO IDROGRAFICO	N°ANNI	PERIODO DI OSSERVAZIONE
Domodossola	Torino	42	1920-1963

Tabella 4 - Anni di osservazione disponibili per la stazione pluviometrografica di Domodossola.

Le serie storiche dei dati di precipitazione di durata 1÷24 ore sono state sottoposte a regolarizzazione per tempi di ritorno di 10, 20, 50, 100, 200 e 500anni; sono stati quindi elaborati in maniera analoga i dati di breve durata e forte intensità (valori massimi annui disponibili di precipitazione per durata 10, 15, 20, 30 e 35 minuti).

Dalle elaborazioni effettuate è stato possibile definire i parametri della curva di possibilità climatica per eventi di durata superiore all'ora, *a* e *n*, per i tempi di ritorno 10, 20, 50, 100, 200 e 500 anni, e i parametri della curva di possibilità climatica per eventi di durata inferiore all'ora, *a'* e *n'* (tabella 5).

	a	a'	K1=a/a'	n	n'	K2=n/n'
TR10 anni	32.06	43.44	0.738	0.526	0.577	0.912
TR20 anni	36.94	52.88	0.699	0.513	0.643	0.798
TR50 anni	43.46	65.63	0.662	0.5	0.713	0.701
TR100 anni	48.8	75.52	0.646	0.491	0.757	0.649
TR200 anni	54.13	85.65	0.632	0.483	0.796	0.607
TR500 anni	61.15	99.47	0.615	0.474	0.84	0.564

Tabella 5 - Parametri della curva di possibilità climatica-stazione pluviometrica di Domodossola.

In allegato 1 è descritto il programma di calcolo utilizzato per le regolarizzazioni e sono riportate le elaborazioni relative alla stazione pluviometrica di Domodossola.

Dal rapporto a/a' è stato possibile definire un coefficiente K1, sulla base del quale sono stati convertiti i parametri *a* definiti per durate superiori all'ora per i diversi periodi di ritorno per il bacino del rio d'Anzuno. Stessa metodologia è stata applicata per la conversione dei parametri *n* in *n'* (v. tabella 6).

	TR10anni		TR20anni		TR50anni		TR100anni		TR200anni		TR500anni	
	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n
Rio d'Anzuno	35.12	0.513	40.04	0.511	46.43	0.508	51.19	0.506	55.92	0.503	62.25	0.501
	a'	n'	a'	n'	a'	n'	a'	n'	a'	n'	a'	n'
Rio d'Anzuno	47.59	0.562	57.32	0.795	70.12	0.724	79.22	0.780	88.48	0.828	101.26	0.888

Tabella 6 - Parametri della curva di possibilità climatica per il bacino del rio d'Anzuno.

Le altezze di pioggia critica per il rio d'Anzuno risultano:

Bacino	Tc(ore)	$h_{TR10anni}$(mm)	$h_{TR20anni}$(mm)	$h_{TR50anni}$(mm)	$h_{TR100anni}$(mm)	$h_{TR200anni}$(mm)	$h_{TR500anni}$(mm)
Rio d'Anzuno	0.40	28.42	27.66	36.11	38.76	41.42	44.87

Tabella 7 - Altezze di pioggia per il bacino del rio d'Anzuno.

3.4 Coefficiente di deflusso

La stima del coefficiente di deflusso costituisce il maggior elemento di incertezza nella valutazione della portata in quanto il parametro tiene conto in forma implicita di tutti i fattori che intervengono a determinare la relazione tra la portata al colmo e l'intensità media di pioggia; si utilizzano normalmente valori di riferimento, tratti dalla letteratura scientifica, che spesso sono adattabili con difficoltà alle effettive condizioni del bacino in studio.

Per la presente analisi si è fatto riferimento a valori di letteratura, "*American Society of Civil Engineers*" e "*Pollution Control Federation*", (pubblicate anche nella "*Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilita' idraulica*" redatta a cura dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, tabella 8).

Caratteristiche del bacino	C
Superfici pavimentate o impermeabili (strade, aree coperte,..)	0.70-0.95
Suoli sabbiosi a debole pendenza (2%)	0.05-0.10
Suoli sabbiosi a debole pendenza (2-7%)	0.10-0.15
Suoli sabbiosi a debole pendenza (7%)	0.15-0.20
Suoli argillosi a debole pendenza (2%)	0.13-0.17
Suoli argillosi a debole pendenza (2-7%)	0.18-0.22

Caratteristiche del bacino	C
Suoli argillosi a debole pendenza (7%)	0.25-0.35

Tabella 8 - Coefficienti di deflusso raccomandati da *"American Society of Civil Engineers"* e da *"Pollution Control Federation"*, con riferimento prevalentemente ai bacini urbani.

I coefficienti valutati sulla base delle caratteristiche dei bacini in esame sono riportati in tabella 9:

Corso d'acqua	C
Torrente Bogna	0.85
Rio d'Anzuno	0.65
Rio Bacenetto	0.75

Tabella 9 - Coefficienti di deflusso per i bacini in esame.

3.5 Valutazione delle portate di piena con il metodo razionale

Utilizzando le curve di possibilità climatica di progetto precedentemente calcolate nell'analisi pluviometrica ed i valori assunti del tempo di corrivazione e del coefficiente di deflusso, sono state valutate, in funzione di differenti tempi di ritorno, le portate di piena ed i relativi contributi specifici.

A tale scopo è stato utilizzato il metodo idrologico dell'espressione razionale. Tale metodo di correlazione afflussi-deflussi, per il calcolo della portata di piena, utilizza la formula di Turazza:

$$Q = \frac{c \cdot h \cdot S}{3{,}6 \cdot t_c} \qquad (m^3/s)$$

dove:
S = superficie del bacino (km^2);
c = coefficiente medio di deflusso del bacino;
h = altezza massima di precipitazione per una durata pari al tempo di corrivazione (mm), determinata mediante curva di possibilità climatica;
t_C= tempo di corrivazione del bacino (ore).

In tabella10 sono riassunti i risultati ottenuti con l'applicazione di tale metodo, compresi i contributi specifici di piena q e q_{100} calcolati secondo la formula di Gherardelli e Marchetti:

$$q = \frac{Q}{S} \quad (m^3/s\ km^2)$$

$$q_{100} = q \cdot (\frac{S}{100})^n \quad (m^3/s\ km^2)$$

dove:
Q = portata al colmo (m^3/s);
S = superficie del bacino (km^2).
n = esponente che è stato assunto pari a:
2/3 per S maggiore di 10 km^2;
1/2 per S compreso tra 5 e 10 km^2;
1/3 per S minore di 5 km^2.

Bacino	Area (Km^2)	C	$Q_{TR10anni}$ (m^3/s)	$Q_{TR20anni}$ (m^3/s)	$Q_{TR50anni}$ (m^3/s)	$Q_{TR100anni}$ (m^3/s)	$Q_{TR200anni}$ (m^3/s)	$Q_{TR500anni}$ (m^3/s)	q_{100} ($m^3/s\ km^2$)
Torrente Bogna	89.03	0.85	457	518	596	654	711	788	6.80
Rio Bacenetto	5.10	0.75	24	27	31	35	38	42	1.55
Rio d'Anzuno	3.53	0.65	45	44	58	62	66	72	5.76

Tabella 10 - Portate per diversi periodi di ritorno

4. ANALISI IDRAULICA

Le verifiche idrauliche sono state eseguite utilizzando il codice di calcolo MIKE 11 (modulo idrodinamico HD) del Danish Hydraulic Institute, del quale viene fornita una sintetica descrizione nell'allegato 2.

Per ogni corso d'acqua l'analisi ha avuto una differente finalità:

- torrente Bogna: valutazione della funzionalità idraulica delle opere d'attraversamento ubicate nel Comune di Domodossola;
- rio d'Anzuno: verifica dell'intervento in progetto di sistemazione dell'alveo nel tratto in prossimità del centro di Gabi Valle;
- rio Bacenetto: verifica dell'area della discarica presente nel tratto prossimo alla confluenza in Toce.

4.1 Analisi idraulica del torrente Bogna

L'analisi idraulica è consistita nella verifica delle condizioni di moto nel tratto di corso d'acqua d'interesse, con particolare attenzione alle opere di attraversamento.

4.2 Analisi idraulica rio d'Anzuno

L'analisi idraulica è consistita nella verifica dell'intervento in progetto di sistemazione dell'alveo nel tratto in prossimità del centro urbano di Gabi valle, attraverso l'analisi delle condizioni di moto nel tratto di corso d'acqua d'interesse in concomitanza del transito della portata di piena con TR100, 200 e 500 anni.

Le simulazioni idrodinamiche sono state condotte in moto permanente mediante la messa a punto di un modello numerico di dettaglio costruito mediante il codice di calcolo MIKE 11 - HD.

4.2.1 Messa a punto del modello idrodinamico

La schematizzazione geometrica dell'alveo è stata effettuata in modo da ottenere una buona rappresentazione del deflusso in piena, tenendo conto delle informazioni tratte dallo studio redatto dall'ing.Zanetta, supportate dai rilievi speditivi effettuati durante il sopralluogo.

Figura 9 - Rio d'Anzuno

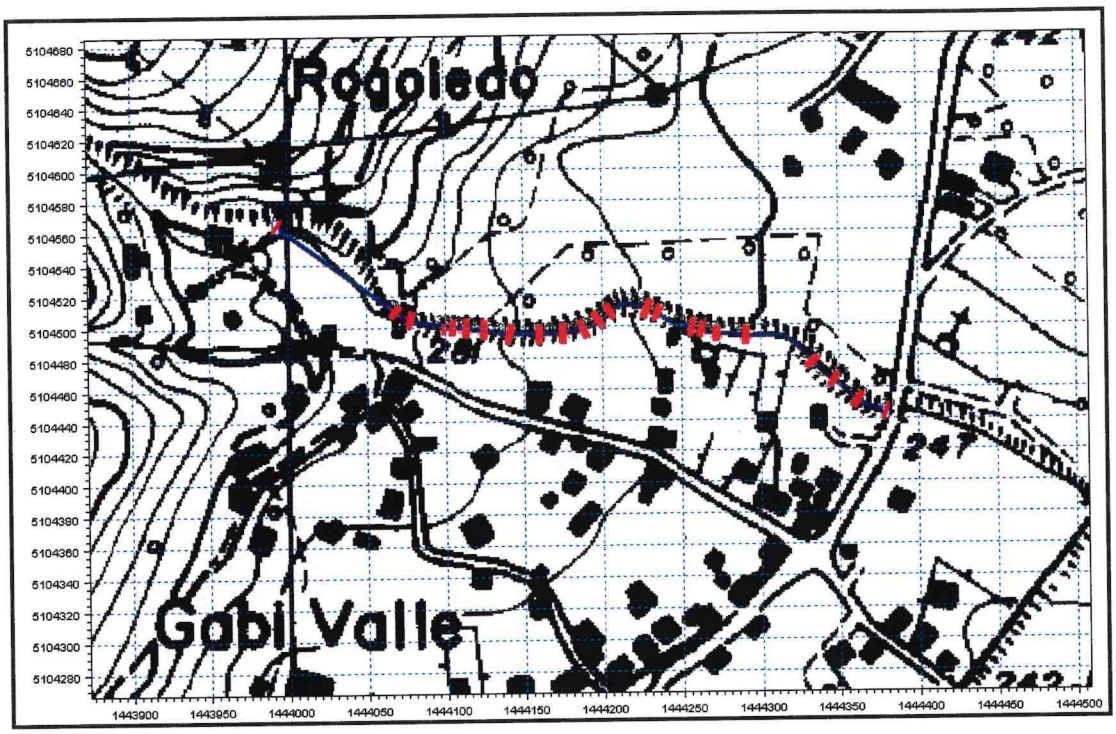


Figura 10 - Planimetria del tratto del Rio d'Anzuno in esame con ubicazione delle sezioni utilizzate nel modello idraulico monodimensionale.

4.2.2 Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno considerate sono le seguenti:

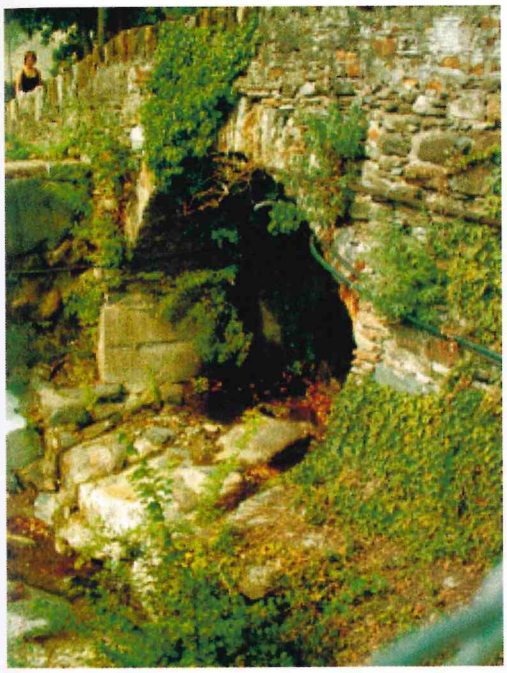
- condizione al contorno di monte: - portata con tempo di ritorno di 100anni, Q = 62 m3/s;
  - portata con tempo di ritorno di 200anni, Q = 66 m^3/s;
  - portata con tempo di ritorno di 500anni, Q = 72 m^3/s.
- condizione al contorno di valle: scala di deflusso in moto uniforme nella sezione di valle.

4.2.3 Coefficienti di scabrezza

Per la valutazione dei coefficienti di scabrezza da inserire nel modello si è fatto riferimento all'osservazione diretta delle caratteristiche dell'alveo durante un sopralluogo in sito. Nel tratto di alveo interessato dalla sistemazione in progetto si è proceduto inoltre ad una stima cautelativa del valore di scabrezza per tenere conto della possibile presenza di massi di discrete dimensioni che possono essere movimentati da monte durante l'evento di piena. In base alle considerazioni sopra riportate è stata attribuito un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a 30 $m^{1/3}/s$.

4.2.4 Rappresentazione dei ponti

Nel modello è stato inserita una sola struttura, ovvero il ponte ad arco in pietra e malta presente alla progressiva 37 m. Si sottolinea che la sezione della citata struttura è stata considerata con un'area ridotta del 10 %, assunta cautelativamente nell'ipotesi di trasporto di materiale detritico dalla corrente durante la piena.



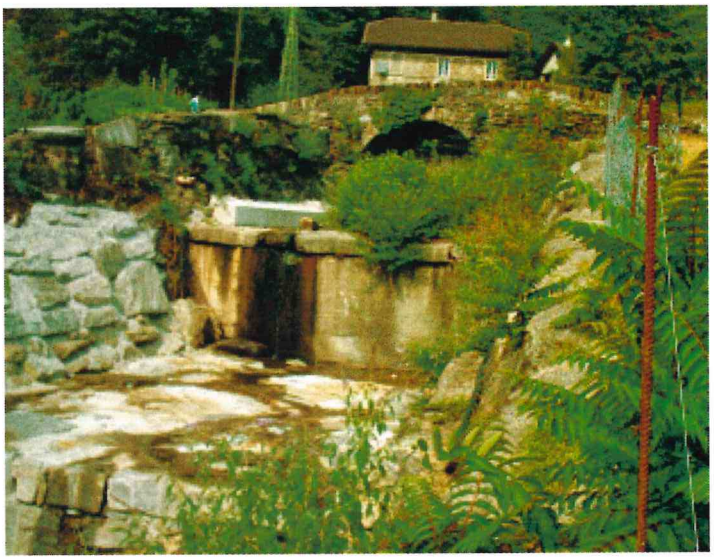


Figura 11 - Ponte ad arco sul rio d'Anzuno visto da valle.

Il ponte è stato rappresentato nell'ambito del modello con una sezione di area equivalente. Le perdite di carico concentrate dovute principalmente alle condizioni idrauliche di monte e di valle e al rapporto di restringimento dell'alveo dovute alla presenza dell'opera sono state tenute in conto con l'introduzione di un coefficiente di perdita localizzata.

4.2.5 Simulazioni idrodinamiche

Sono state condotte simulazioni in moto permanente per determinare i profili longitudinali e i livelli idrici massimi.

In particolare le simulazioni condotte sono le seguenti:

- stato di progetto e portata centennale pari a 62m^3/s;
- stato di progetto e portata duecentennale pari a 66 m^3/s;
- stato di progetto e portata cinquecentennale pari a 72 m^3/s.

4.2.6 Analisi dei risultati

Nel seguito i risultati delle simulazioni condotte sono presentati sotto forma di tabelle e profili longitudinali schematici. Nelle tabelle, in corrispondenza delle sezioni trasversali d'alveo inserite nel modello, sono elencati i seguenti parametri caratterizzanti i profili di corrente:

- Progr. = progressiva metrica lungo l'asta (m);
- P.L. = quota di pelo libero (m s.m.);
- A = area della sezione liquida (m^2);
- b = larghezza del pelo libero (m);
- v = velocità media della corrente (m/s);
- Fr = numero di Froude della corrente (-);
- H = carico idraulico totale (m s.m.).

Dalle simulazioni effettuate risultano i seguenti elementi significativi.

- Le portate di piena defluiscono in corrente veloce (solo in corrispondenza del ponte ad arco, P1, in località Gabi si raggiungono condizioni prossime allo stato critico).
- La sezione del ponte P1, struttura ad arco a monte del tratto da sistemare, risulta essere in grado di far defluire la portata centennale Q(TR100), e quelle duecentennale e cinquecentennale Q(TR200) e (TR500). Infatti l'intradosso del ponte è a 281.62m s.l.m. mentre i tiranti raggiunti con le portate di piena risultano: H(TR100)= 280.79 m; H(TR200) = 280.91 m; H(TR500) = 281.08m. Si ricorda che la sezione del ponte P1 è stata considerata con un'area ridotta del 10 %, assunta cautelativamente nell'ipotesi di trasporto di materiale detritico dalla corrente durante la piena;

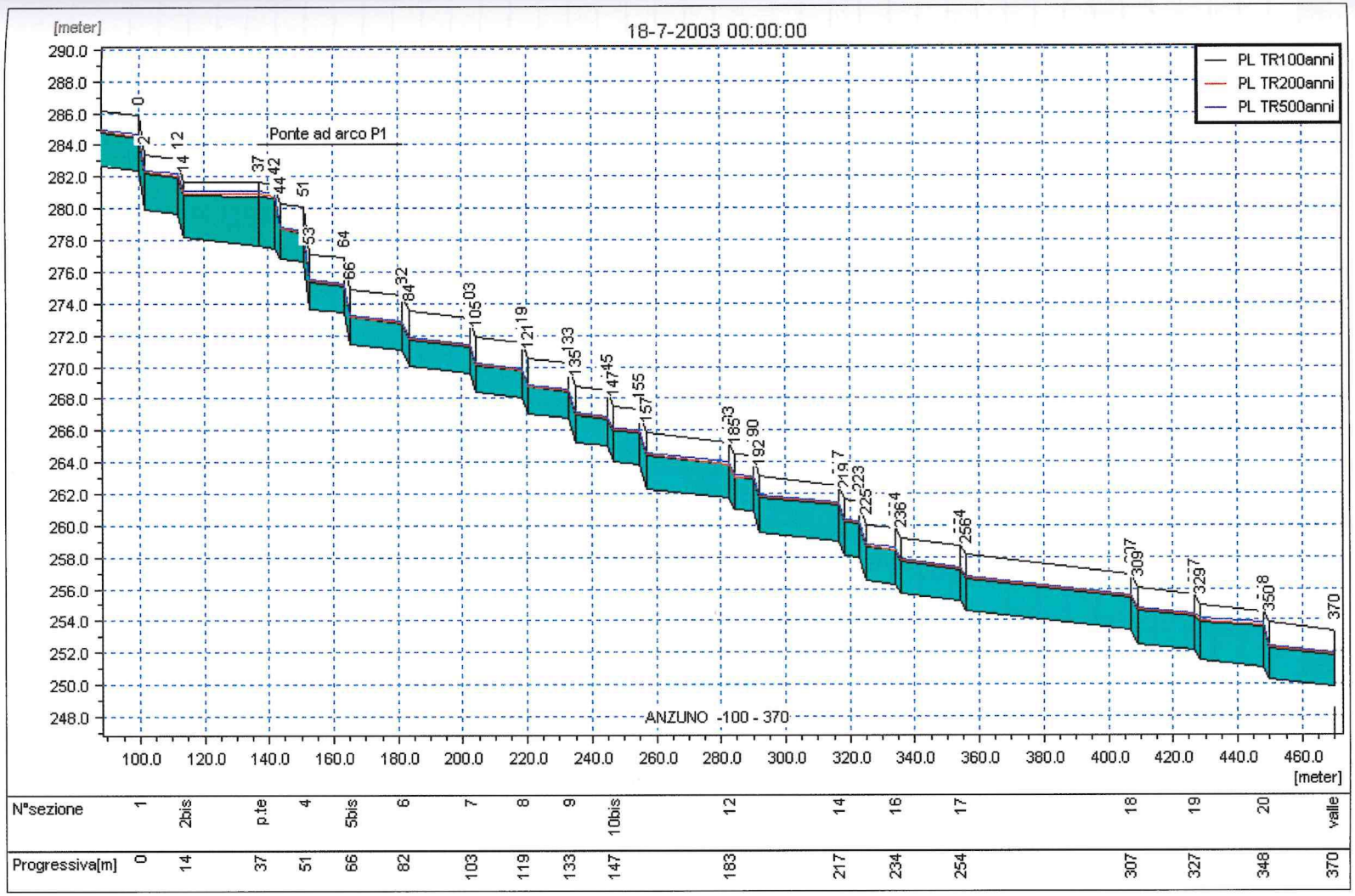


Figura 12 - Profilo idraulico di calcolo del rio d'Anzuno per QTR100,QTR200 e QTR500.

PROFILO DI CALCOLO DEL RIO D'ANZUNO - TR 100anni						
Prog. [m]	P. L. [m.s.m.]	A [m^2]	b [m]	Velocità [m/s]	N.Froude [-]	H [m.s.m.]
0.0	284.44	9.83	6.22	6.31	1.60	286.47
2.0	282.19	11.41	6.42	5.43	1.30	283.69
12.0	281.95	14.48	7.93	4.28	1.01	282.89
14.0	280.85	17.66	8.24	3.51	0.77	281.47
37.0	280.79	17.07	3.60	3.63	0.53	281.47
42.0	280.66	18.42	7.32	3.37	0.68	281.24
44.0	278.71	9.09	6.13	6.82	1.79	281.08
51.0	278.40	12.02	8.51	5.16	1.39	279.75
53.0	275.38	11.84	8.50	5.24	1.42	276.77
63.5	275.11	12.18	8.96	5.09	1.39	276.43
65.5	273.11	12.21	8.96	5.08	1.39	274.43
81.5	272.73	12.18	8.96	5.09	1.39	274.05
83.5	271.73	12.22	8.96	5.08	1.39	273.05
102.5	271.28	12.18	8.96	5.09	1.39	272.60
104.5	270.08	12.17	8.96	5.10	1.40	271.40
118.5	269.74	12.18	8.96	5.09	1.39	271.06
120.5	268.74	12.19	8.96	5.09	1.39	270.06
133.0	268.44	12.18	8.96	5.09	1.39	269.76
135.0	266.94	12.19	8.96	5.09	1.39	268.26
145.0	266.70	12.18	8.96	5.09	1.39	268.02
147.0	265.95	14.45	9.16	4.29	1.09	266.89
155.0	265.84	13.81	7.22	4.49	1.09	266.86
157.0	264.37	11.84	7.25	5.24	1.31	265.77
182.5	263.80	15.78	9.28	3.93	0.96	264.58
184.5	262.97	14.64	9.18	4.23	1.07	263.89
190.0	262.90	14.28	7.22	4.34	0.99	263.86
192.0	261.73	12.58	7.33	4.93	1.20	262.97
216.5	261.27	15.54	8.43	3.99	0.94	262.08
218.5	260.19	13.94	8.28	4.45	1.10	261.19
223.0	260.12	13.63	6.81	4.55	1.03	261.17
225.0	258.61	11.44	6.81	5.42	1.34	260.11
234.0	258.40	11.45	6.81	5.41	1.33	259.89
236.0	257.68	10.68	6.72	5.81	1.47	259.40
254.0	257.16	11.71	7.64	5.29	1.37	258.59
256.0	256.59	11.97	7.67	5.18	1.32	257.96
307.0	255.44	11.58	7.22	5.35	1.35	256.90
309.0	254.60	12.06	7.27	5.14	1.27	255.95
326.5	254.23	11.45	6.81	5.41	1.33	255.72
328.5	253.89	13.29	7.02	4.67	1.08	255.00
348.0	253.58	16.74	8.15	3.70	0.83	254.28
350.0	252.25	11.72	7.64	5.29	1.36	253.67
370.0	251.77	11.71	7.64	5.29	1.37	253.20

Tabella 10 - Dati idraulici di calcolo del rio d'Anzuno/TR = 100 anni

PROFILO DI CALCOLO DEL RIO D'ANZUNO - TR 200anni						
Prog. [m]	P. L. [m.s.m.]	A [m^2]	b [m]	Velocità [m/s]	N.Froude [-]	H [m.s.m.]
0.0	284.52	10.35	6.29	6.38	1.59	286.60
2.0	282.28	11.99	6.50	5.50	1.29	283.82
12.0	282.05	15.22	8.00	4.34	1.00	283.00
14.0	280.95	18.54	8.33	3.56	0.76	281.60
37.0	280.91	18.12	3.60	3.64	0.52	281.59
42.0	280.77	19.25	7.40	3.43	0.68	281.37
44.0	278.77	9.49	6.18	6.96	1.79	281.24
51.0	278.46	12.55	8.56	5.26	1.39	279.87
53.0	275.43	12.34	8.54	5.35	1.42	276.89
63.5	275.17	12.71	9.01	5.19	1.40	276.54
65.5	273.17	12.73	9.01	5.18	1.39	274.54
81.5	272.79	12.71	9.01	5.19	1.40	274.16
83.5	271.79	12.74	9.01	5.18	1.39	273.16
102.5	271.34	12.71	9.01	5.19	1.40	272.71
104.5	270.14	12.69	9.01	5.20	1.40	271.52
118.5	269.80	12.71	9.01	5.19	1.40	271.17
120.5	268.80	12.71	9.01	5.19	1.40	270.17
133.0	268.50	12.71	9.01	5.19	1.40	269.87
135.0	267.00	12.71	9.01	5.19	1.40	268.37
145.0	266.76	12.70	9.01	5.20	1.40	268.13
147.0	266.02	15.10	9.22	4.37	1.09	267.00
155.0	265.91	14.47	7.28	4.56	1.03	266.97
157.0	264.45	12.38	7.31	5.33	1.31	265.89
182.5	263.87	16.49	9.34	4.00	0.96	264.69
184.5	263.04	15.29	9.23	4.32	1.07	263.99
190.0	262.97	14.86	7.28	4.44	0.99	263.97
192.0	261.81	13.17	7.39	5.01	1.20	263.09
216.5	261.35	16.24	8.50	4.06	0.94	262.19
218.5	260.26	14.58	8.34	4.53	1.09	261.31
223.0	260.20	14.22	6.87	4.64	1.03	261.29
225.0	258.69	11.96	6.87	5.52	1.34	260.24
234.0	258.48	11.98	6.87	5.51	1.33	260.02
236.0	257.75	11.15	6.77	5.92	1.47	259.54
254.0	257.23	12.24	7.70	5.39	1.37	258.71
256.0	256.66	12.50	7.72	5.28	1.33	258.08
307.0	255.51	12.10	7.28	5.46	1.35	257.02
309.0	254.68	12.62	7.33	5.23	1.27	256.07
326.5	254.31	11.98	6.87	5.51	1.33	255.85
328.5	253.99	13.94	7.10	4.73	1.08	255.13
348.0	253.68	17.52	8.23	3.77	0.82	254.40
350.0	252.32	12.24	7.70	5.39	1.37	253.80
370.0	251.84	12.24	7.70	5.39	1.37	253.32

Tabella 11 - Dati idraulici di calcolo del rio d'Anzuno/TR = 200 anni

PROFILO DI CALCOLO DEL RIO D'ANZUNO - TR 500anni						
Prog. [m]	P. L. [m.s.m.]	A [m^2]	b [m]	Velocità [m/s]	N.Froude [-]	H [m.s.m.]
0.0	284.64	11.10	6.38	6.49	1.57	286.79
2.0	282.41	12.85	6.60	5.60	1.28	284.01
12.0	282.18	16.31	8.11	4.42	0.99	283.17
14.0	281.11	19.83	8.45	3.63	0.76	281.78
37.0	281.08	19.64	3.60	3.66	0.50	281.77
42.0	280.94	20.48	7.51	3.52	0.68	281.57
44.0	278.87	10.06	6.25	7.16	1.80	281.48
51.0	278.55	13.31	8.63	5.41	1.39	280.04
53.0	275.52	13.09	8.61	5.50	1.43	277.06
63.5	275.26	13.49	9.08	5.34	1.40	276.71
65.5	273.26	13.51	9.08	5.33	1.40	274.71
81.5	272.88	13.49	9.08	5.34	1.40	274.33
83.5	271.88	13.52	9.08	5.33	1.39	273.33
102.5	271.43	13.49	9.08	5.34	1.40	272.88
104.5	270.22	13.47	9.08	5.35	1.40	271.68
118.5	269.89	13.49	9.08	5.34	1.40	271.34
120.5	268.89	13.49	9.08	5.34	1.40	270.34
133.0	268.59	13.49	9.08	5.34	1.40	270.04
135.0	267.09	13.49	9.08	5.34	1.40	268.54
145.0	266.85	13.49	9.08	5.34	1.40	268.30
147.0	266.13	16.08	9.30	4.48	1.09	267.15
155.0	266.01	15.29	7.36	4.71	1.04	267.14
157.0	264.56	13.19	7.40	5.46	1.31	266.07
182.5	263.98	17.54	9.43	4.10	0.96	264.84
184.5	263.15	16.28	9.32	4.42	1.07	264.15
190.0	263.07	15.96	7.36	4.51	0.98	264.11
192.0	261.93	14.07	7.49	5.12	1.19	263.27
216.5	261.48	17.32	8.60	4.16	0.94	262.36
218.5	260.37	15.50	8.43	4.64	1.09	261.47
223.0	260.31	15.13	6.96	4.76	1.03	261.46
225.0	258.80	12.73	6.96	5.66	1.34	260.43
234.0	258.59	12.75	6.96	5.65	1.33	260.21
236.0	257.85	11.84	6.86	6.08	1.48	259.74
254.0	257.32	13.00	7.78	5.54	1.37	258.89
256.0	256.76	13.30	7.81	5.41	1.32	258.26
307.0	255.61	12.87	7.36	5.59	1.35	257.21
309.0	254.79	13.43	7.42	5.36	1.27	256.25
326.5	254.42	12.75	6.96	5.65	1.33	256.04
328.5	254.12	14.91	7.20	4.83	1.07	255.31
348.0	253.82	18.66	8.34	3.86	0.82	254.58
350.0	252.41	13.01	7.78	5.54	1.37	253.98
370.0	251.93	13.00	7.78	5.54	1.37	253.50

Tabella 12 - Dati idraulici di calcolo del rio d'Anzuno/TR = 500 anni

Figura 13 - Materiale detritico presente a monte del tratto in esame durante il sopralluogo.

- la sezione del ponte P2, a valle del tratto interessato dall'intervento di sistemazione, ha una sezione rettangolare con un'altezza di 2.2m, con l'intradosso alla quota di 252.04m. Nelle simulazioni effettuate la sezione raggiunge condizioni critiche; infatti i tiranti risultano: H(TR100) = 251.77m; H(TR200) = 251.83m; H(TR500) = 251.93m.

Figura 14 - Sezione del ponte stradale P2.

E' stata svolta inoltre una valutazione sui volumi defluenti dal rio d'Anzuno nell'area di possibile esondazione posta a valle del tratto oggetto di analisi idraulica.

In figura 15 è riportato uno stralcio planimetrico della CTR 1:10000 con evidenziato il rio d'Anzuno (color blu), il fosso ricettore le acque del rio d'Anzuno (color rosso) e l'area (color verde) tra il rilevato ferroviario e quello della strada statale SS33 interessata da eventuali eventi di esondazione.

Dai sopralluoghi effettuati si è potuto constatare che la suddetta area è prettamente dedicata alla coltura e che il rilevato stradale e ferroviario sono ad una quota superiore di circa 1.5-2 metri rispetto al piano campagna.

In tabella 13 sono riportati i valori dei volumi di afflusso e di relativo deflusso. Considerate le dimensioni dell'area compresa tra il rilevato ferroviario e la strada statale, A=138000m^2 , è stata fatta una stima dei tiranti idrici (H) conseguenti all'esondazione.

	Q(max) [m^3/s]	Vaffl [m^3]	Vdefl [m^3]	Area tra SS e ferrovia [m^2]	H [m]
TR100	62	133920	87048	138000	0.63
TR200	66	142560	92664	138000	0.67
TR500	72	155520	101088	138000	0.73

Tabella 13 - Valutazioni sui volumi di deflusso dell'area compresa tra il rilevato ferroviario e quello della strada statale 33.

Le quote dei rilevati stradale e ferroviario risultano superiori di circa 1 metro alle quote raggiunte dalle acque di esondazione.

L'area in esame presenta pertanto buone caratteristiche di laminazione dei picchi di piena dell'Anzuno senza sostanziali criticità idrauliche.

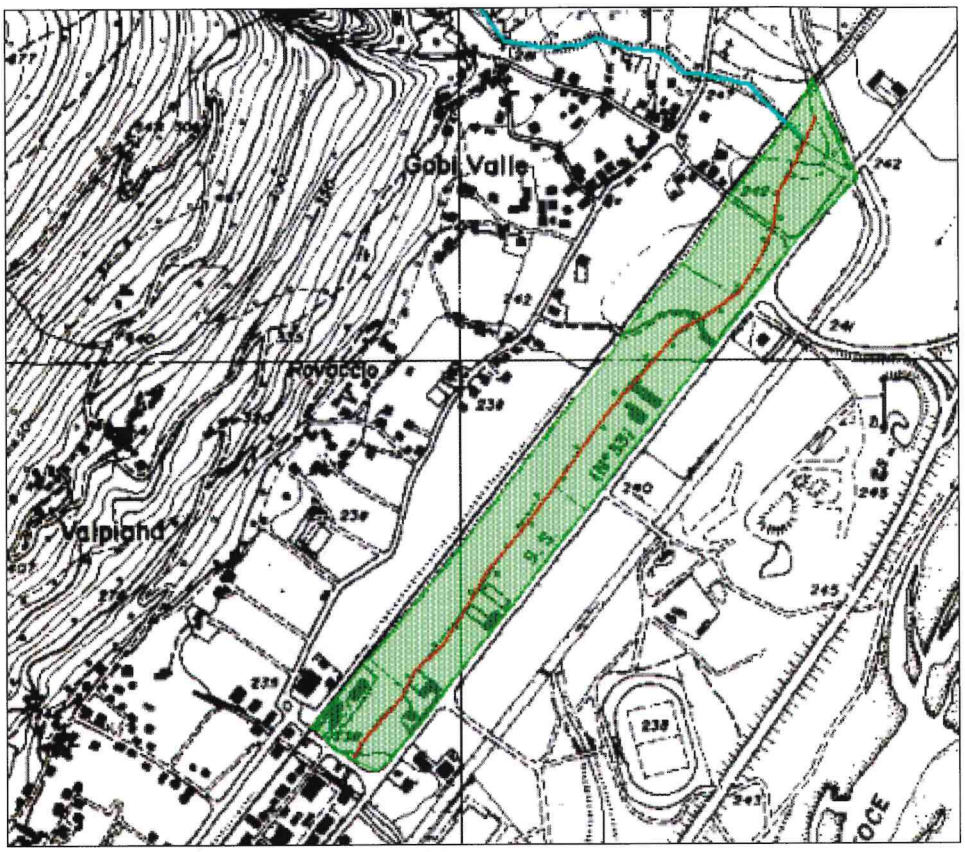


Figura 15 - Stralcio CTR 1:10000 con Rio d'Anzuno (color azzurro), fosso ricettore (color rosso) e area interessata da eventuali tracimazioni di quest'ultimo (color verde).

4.3 Analisi idraulica del rio Bacenetto

L'analisi idraulica è stata effettuata principalmente per verificare l'area di discarica prossima al tratto del rio Bacenetto immediatamente a monte della confluenza in Toce.

L'analisi è consistita nella verifica delle condizioni di deflusso nel tratto di corso d'acqua d'interesse in concomitanza del transito della portata di piena con TR100, 200 e 500 anni.

Le simulazioni idrodinamiche sono state condotte in moto permanente mediante la messa a punto di un modello numerico di dettaglio costruito con il codice di calcolo MIKE 11 - HD.

4.3.1 Messa a punto del modello idrodinamico

I dati geometrici utilizzati per la costruzione del modello sono stati ricavati dai rilievi eseguiti appositamente per questo studio idraulico (v. elaborati 4÷7) e consistenti in 12 sezioni trasversali d'alveo (sezioni numerate in ordine progressivo dalla 1 alla 12).

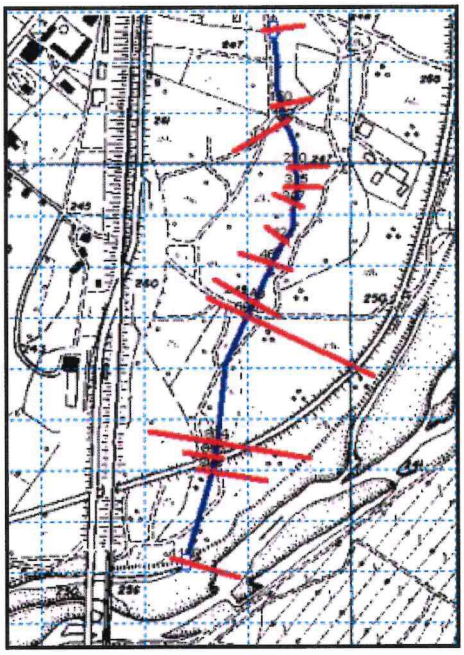


Figura 16 - Planimetria rio Bacenetto

Figura 17 - Confluenza Bacenetto - Toce

Nella tabella 14 è riportato l'elenco delle sezioni di rilievo con la numerazione adottata e le progressive longitudinali che individuano le stesse nell'ambito del modello di simulazione.

N. Sez.	Progr. (m)
1	150.00
2	182.00
3	270.00
4	315.00
5	347.00
6	421.00
7	467.00
8	549.00
9	580.00
10	834.00
11	866.00
12	898.00

Tabella 14 - Elenco sezioni trasversali d'alveo di rilievo.

4.3.2 Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno considerate sono le seguenti:

- condizione al contorno di monte:
  - portata con tempo di ritorno di 100anni, Q = 35 m^3/s;
  - portata con tempo di ritorno di 200anni, Q = 38 m^3/s;
  - portata con tempo di ritorno di 500anni, Q = 42 m^3/s.

- condizione al contorno di valle:
  - livello idrico costante pari al livello TR200anni del fiume Toce nella sezione prossima alla confluenza con il rio Bacenetto risultato dallo studio di "Analisi idraulica del fiume Toce nel tratto compreso tra la confluenza con il torrente Melezzo occidentale ed il ponte ferroviario per lo scalo Domo due", redatto per il Comune di Domodossola da Hydrodata nel Febbraio 2003 (SCENARIO 1);
  - condizione di livello che svincola il Bacenetto da effetti di rigurgito del fiume Toce (SCENARIO 2).

Figura 18 - Confluenza del Bacenetto con ben visibili i due ponti che attraversano il Toce.

4.3.3 Coefficienti di scabrezza

E' stata attribuito un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a 30 $m^{1/3}/s$.

4.3.4 Simulazioni idrodinamiche

Sono state eseguite simulazioni in moto permanente per determinare i profili longitudinali e i livelli idrici massimi.

L'adozione di due differenti valori per il livello idrico di valle è servito per verificare l'influenza dei tiranti del Toce sulle sezioni del torrente Bacenetto.

4.3.5 Analisi dei risultati

Nel seguito i risultati delle simulazioni sono presentati sotto forma di tabelle e profili longitudinali schematici. Nelle tabelle, in corrispondenza delle sezioni trasversali d'alveo inserite nel modello, sono elencati i seguenti parametri caratterizzanti i profili di corrente:

- ID Sez. = identificativo sezione di rilievo;
- Progr. = progressiva metrica lungo l'asta (m);
- Fondo = quota di fondo (m s.m.);
- P.L. = quota di pelo libero (m s.m.);
- h = altezza d'acqua sul fondo (m);
- v = velocità media della corrente (m/s);
- Fr = numero di Froude della corrente (-);
- H = carico idraulico totale (m s.m.).

Figura 19 - Rio Bacenetto.

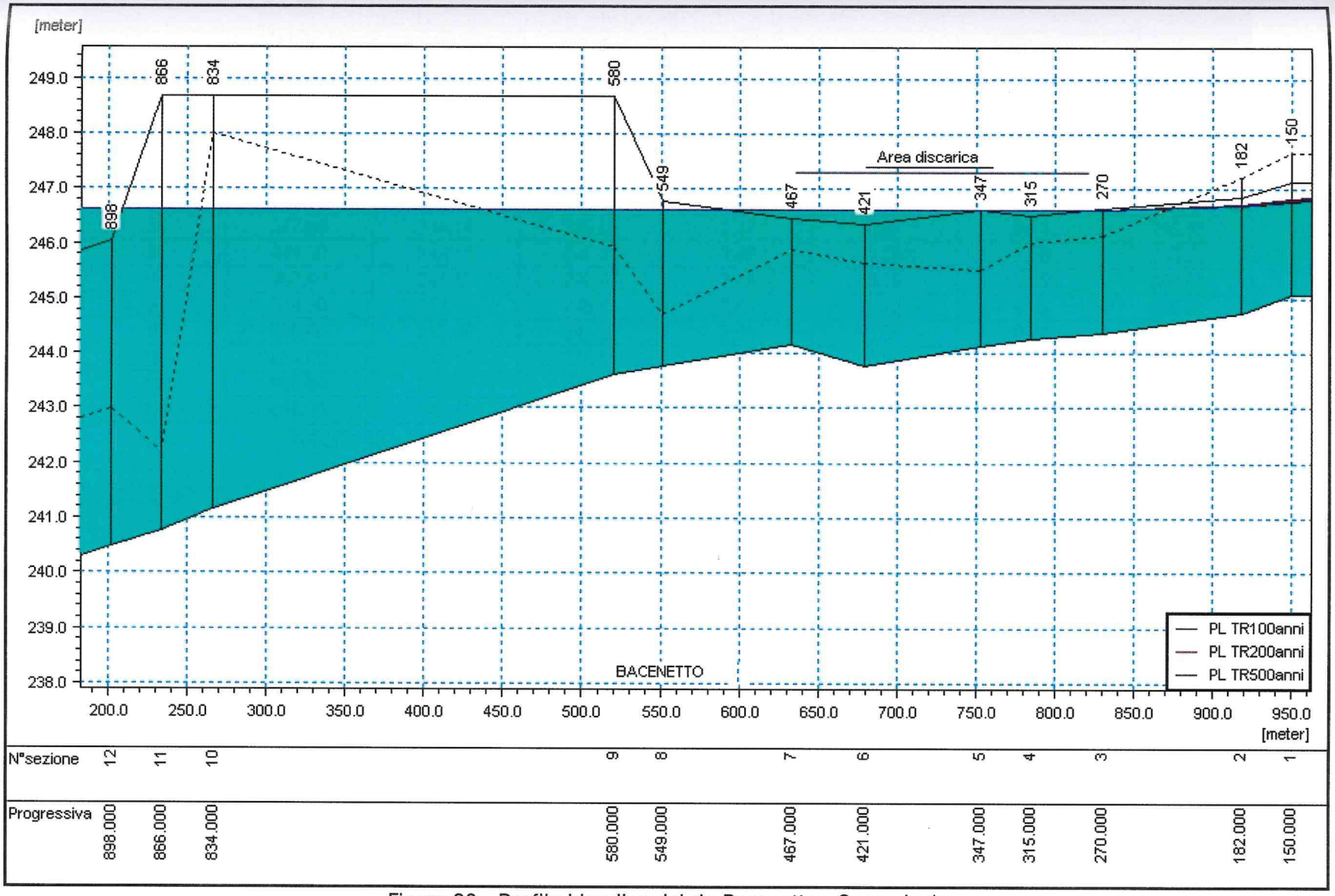


Figura 20 - Profilo idraulico del rio Bacenetto - Scenario 1

PROFILO DI CALCOLO DEL RIO BACENETTO - TR 100 ANNI - SCENARIO 1							
N° sez.	Prog. [m]	Fondo [m.s.m.]	P. L. [m.s.m.]	h [m]	Velocità [m/s]	N.Froude [-]	H [m.s.m.]
monte	0.00	245.43	247.25	1.82	0.98	0.30	247.30
1	150.00	245.43	246.77	1.34	1.71	0.66	246.92
2	182.00	244.74	246.69	1.95	0.72	0.34	246.71
3	270.00	244.38	246.62	2.24	0.35	0.10	246.63
4	315.00	244.27	246.62	2.35	0.34	0.09	246.62
5	347.00	244.14	246.61	2.47	0.37	0.10	246.62
6	421.00	243.78	246.61	2.83	0.36	0.08	246.61
7	467.00	244.15	246.61	2.46	0.19	0.05	246.61
8	549.00	243.77	246.61	2.84	0.12	0.03	246.61
9	580.00	243.62	246.61	2.99	0.05	0.01	246.61
10	834.00	241.15	246.61	5.46	0.04	0.01	246.61
11	866.00	240.76	246.61	5.85	0.03	0.00	246.61
12	898.00	240.48	246.61	6.13	0.07	0.01	246.61

Tabella 15 - Dati idraulici di calcolo rio Bacenetto/SCENARIO 1 - TR = 100 anni

PROFILO DI CALCOLO DEL RIO BACENETTO - TR 200 ANNI - SCENARIO 1							
N° sez.	Prog. [m]	Fondo [m.s.m.]	P. L. [m.s.m.]	h [m]	Velocità [m/s]	N.Froude [-]	H [m.s.m.]
monte	0.00	245.43	247.30	1.87	1.02	0.31	247.35
1	150.00	245.43	246.79	1.36	1.80	0.68	246.95
2	182.00	244.74	246.70	1.96	0.77	0.36	246.73
3	270.00	244.38	246.62	2.24	0.38	0.11	246.63
4	315.00	244.27	246.62	2.35	0.37	0.10	246.63
5	347.00	244.14	246.61	2.47	0.41	0.11	246.62
6	421.00	243.78	246.61	2.83	0.39	0.09	246.62
7	467.00	244.15	246.61	2.46	0.21	0.05	246.61
8	549.00	243.77	246.61	2.84	0.13	0.03	246.61
9	580.00	243.62	246.61	2.99	0.05	0.01	246.61
10	834.00	241.15	246.61	5.46	0.04	0.01	246.61
11	866.00	240.76	246.61	5.85	0.03	0.01	246.61
12	898.00	240.48	246.61	6.13	0.08	0.01	246.61

Tabella 16 - Dati idraulici di calcolo rio Bacenetto/SCENARIO 1 - TR = 200 anni

PROFILO DI CALCOLO DEL RIO BACENETTO - TR 500 ANNI - SCENARIO 1							
N° sez.	Prog. [m]	Fondo [m.s.m.]	P. L. [m.s.m.]	h [m]	Velocità [m/s]	N.Froude [-]	H [m.s.m.]
monte	0.00	245.43	247.34	1.91	1.08	0.32	247.40
1	150.00	245.43	246.82	1.39	1.91	0.71	247.00
2	182.00	244.74	246.71	1.97	0.82	0.38	246.75
3	270.00	244.38	246.62	2.24	0.42	0.12	246.63
4	315.00	244.27	246.62	2.35	0.41	0.11	246.63
5	347.00	244.14	246.61	2.47	0.45	0.12	246.62
6	421.00	243.78	246.61	2.83	0.43	0.10	246.62
7	467.00	244.15	246.61	2.46	0.23	0.06	246.61
8	549.00	243.77	246.61	2.84	0.14	0.03	246.61
9	580.00	243.62	246.61	2.99	0.06	0.01	246.61
10	834.00	241.15	246.61	5.46	0.04	0.01	246.61
11	866.00	240.76	246.61	5.85	0.03	0.01	246.61
12	898.00	240.48	246.61	6.13	0.08	0.01	246.61

Tabella 17 - Dati idraulici di calcolo rio Bacenetto/SCENARIO 1 - TR = 500 anni

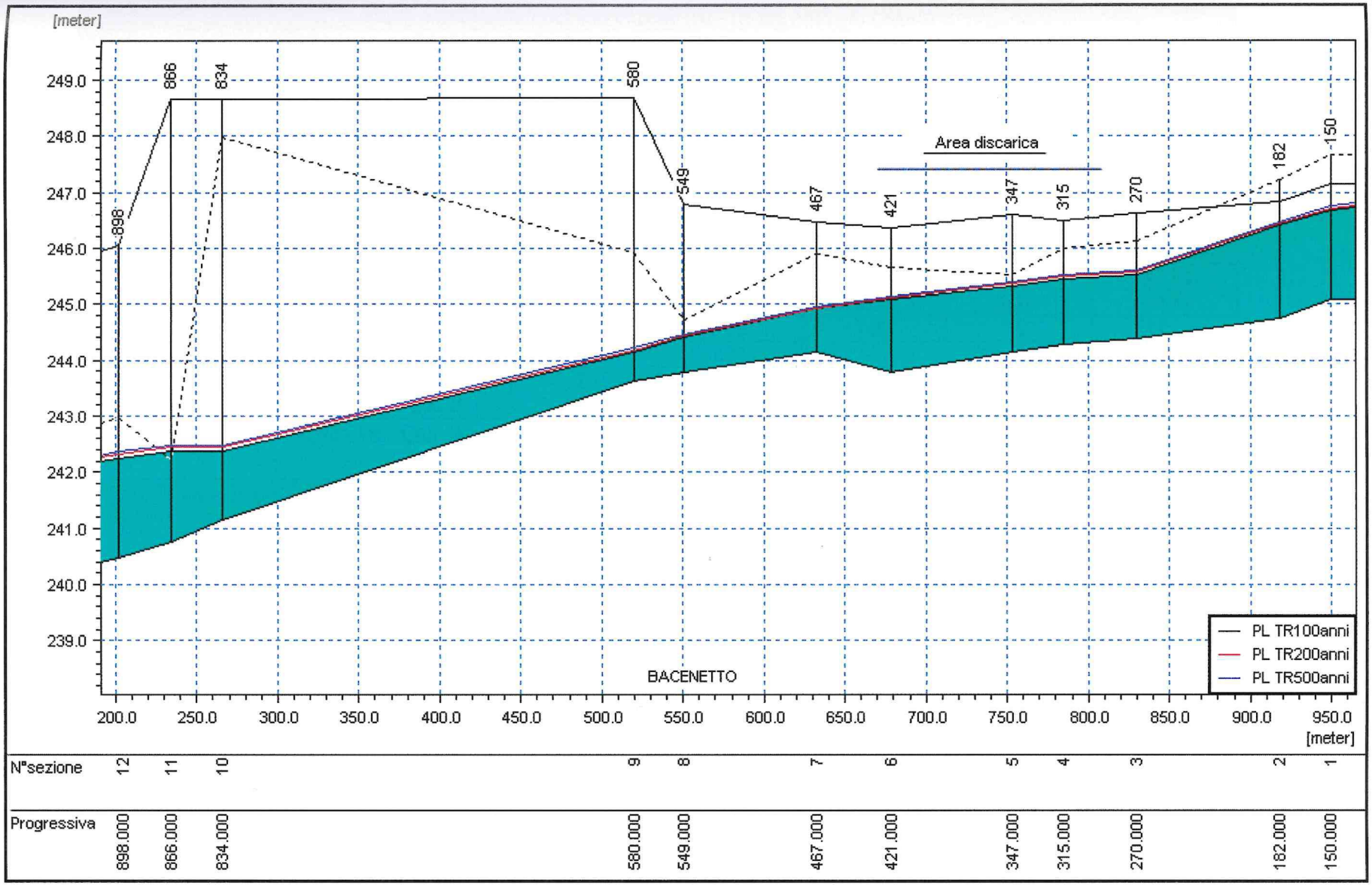


Figura 21- Profilo idraulico del rio Bacenetto - Scenario 2

PROFILO DI CALCOLO DEL RIO BACENETTO - TR 100 ANNI - SCENARIO 2							
N° sez.	Prog. [m]	Fondo [m.s.m.]	P. L. [m.s.m.]	h [m]	Velocità [m/s]	N.Froude [-]	H [m.s.m.]
monte	0.00	245.43	247.22	1.79	1.01	0.32	247.27
1	150.00	245.43	246.68	1.25	1.95	0.80	246.87
2	182.00	244.74	246.41	1.67	1.48	0.86	246.53
3	270.00	244.38	245.54	1.16	1.01	0.37	245.59
4	315.00	244.27	245.46	1.19	1.02	0.39	245.51
5	347.00	244.14	245.33	1.19	1.40	0.59	245.43
6	421.00	243.78	245.09	1.31	1.12	0.39	245.15
7	467.00	244.15	244.92	0.77	1.23	0.64	244.99
8	549.00	243.77	244.41	0.64	1.37	0.76	244.51
9	580.00	243.62	244.15	0.53	1.22	0.67	244.23
10	834.00	241.15	242.37	1.22	1.07	0.35	242.43
11	866.00	240.76	242.37	1.61	1.10	0.42	242.38
12	898.00	240.48	242.25	1.77	2.00	0.73	242.46

Tabella 18 - Dati idraulici di calcolo rio Bacenetto/SCENARIO 2 - TR = 100 anni

PROFILO DI CALCOLO DEL RIO BACENETTO - TR 200 ANNI - SCENARIO 2							
N° sez.	Prog. [m]	Fondo [m.s.m.]	P. L. [m.s.m.]	h [m]	Velocità [m/s]	N.Froude [-]	H [m.s.m.]
monte	0.00	245.43	247.24	1.81	1.07	0.33	247.30
1	150.00	245.43	246.71	1.28	2.03	0.81	246.92
2	182.00	244.74	246.44	1.70	1.49	0.85	246.55
3	270.00	244.38	245.57	1.19	1.05	0.38	245.63
4	315.00	244.27	245.49	1.22	1.05	0.40	245.55
5	347.00	244.14	245.36	1.22	1.44	0.60	245.47
6	421.00	243.78	245.11	1.33	1.19	0.41	245.18
7	467.00	244.15	244.94	0.79	1.27	0.64	245.02
8	549.00	243.77	244.43	0.66	1.39	0.76	244.53
9	580.00	243.62	244.18	0.56	1.21	0.66	244.26
10	834.00	241.15	242.44	1.29	1.08	0.36	242.50
11	866.00	240.76	242.45	1.69	1.11	0.43	242.45
12	898.00	240.48	242.33	1.85	1.97	0.74	242.53

Tabella 19 - Dati idraulici di calcolo rio Bacenetto/SCENARIO 2 - TR = 200 anni

PROFILO DI CALCOLO DEL RIO BACENETTO - TR 500 ANNI - SCENARIO 2							
N° sez.	Prog. [m]	Fondo [m.s.m.]	P. L. [m.s.m.]	h [m]	Velocità [m/s]	N.Froude [-]	H [m.s.m.]
monte	0.00	245.43	247.27	1.84	1.15	0.35	247.34
1	150.00	245.43	246.74	1.31	2.13	0.83	246.97
2	182.00	244.74	246.47	1.73	1.50	0.83	246.58
3	270.00	244.38	245.62	1.24	1.10	0.39	245.68
4	315.00	244.27	245.53	1.26	1.10	0.40	245.60
5	347.00	244.14	245.40	1.26	1.48	0.61	245.51
6	421.00	243.78	245.14	1.36	1.27	0.43	245.22
7	467.00	244.15	244.96	0.81	1.32	0.65	245.05
8	549.00	243.77	244.46	0.69	1.43	0.76	244.56
9	580.00	243.62	244.22	0.59	1.22	0.66	244.29
10	834.00	241.15	242.49	1.34	1.14	0.38	242.55
11	866.00	240.76	242.49	1.73	1.24	0.45	242.49
12	898.00	240.48	242.37	1.89	2.06	0.75	242.59

Tabella 20 - Dati idraulici di calcolo rio Bacenetto/SCENARIO 2 - TR = 500 anni

Dalle simulazioni effettuate risultano i seguenti elementi di principale interesse.

- Con lo scenario1, ovvero con la condizione di valle assunta pari a livello del Toce per un tempo di ritorno 200anni, H=246.61, l'effetto di rigurgito del Toce si risente fino alla sezione di rilievo 5 (a monte dell'area di discarica) del Bacenetto, per le portate di piena con periodo di ritorno 100, 200 e 500 anni.
- Considerando le quote del rilevato delimitante l'area di discarica risulta che in più punti l'area in esame non è in condizioni di sicurezza (v. tabella 21). Le condizioni di rischio idraulico della discarica, ubicata in una zona ancora influenzata dal rigurgito del fiume Toce, sono quindi indipendenti in questa configurazione dalla portata di piena assunta a monte per il rio Bacenetto.

Sezione Bacenetto	H(TR100) [m]	H(TR200) [m]	H(TR500) [m]	$H_{discarica}$ [m]	Δ [m]
3	246.62	246.62	246.62	246.65	+0.03
4	246.62	246.62	246.62	246.50	-0.12
5	246.61	246.61	246.61	246.61	0.00
6	246.61	246.61	246.61	246.35	-0.26
7	246.61	246.61	246.61	246.47	-0.14
8	246.61	246.61	246.61	246.78	+0.17

Tabella 21 - Scenario 1/ Confronto dei livelli idrometrici con le quote del rilevato dell'area di discarica.

- Con lo scenario2, ovvero con la condizione di valle che svincola il Bacenetto da effetti di rigurgito del fiume Toce, risulta che la discarica ha un franco minimo di circa 1m, come riportato in tabella 22, rispetto ai livelli al colmo del torrente .

Sezione Bacenetto	H(TR100) [m]	H(TR200) [m]	H(TR500) [m]	$H_{discarica}$
3	245.54	245.57	245.62	246.65
4	245.46	245.49	245.53	246.50
5	245.33	245.36	245.40	246.61
6	245.09	245.11	245.14	246.35
7	244.92	244.94	244.96	246.47
8	244.41	244.43	244.46	246.78

Tabella 22 - Scenario 2/Confronto dei livelli idrometrici con le quote del rilevato dell'area di discarica.

La planimetria in allegato 3 riporta la delimitazione delle aree di esondazione nell'intorno della discarica nello scenario 1 caratterizzato dai livelli idrici più gravosi.

L'area di discarica è interessata dai livelli di esondazione per rigurgito del Toce a partire dalla quota di 245,7 m s.m., corrispondente a un evento di piena nel Toce del tempo di ritorno di circa 50 anni.

Per tempi di ritorno superiori degli eventi di piena del Toce, o per eventi di piena sul Bacenetto, l'area di discarica risulta lambita dalle acque di esondazione.

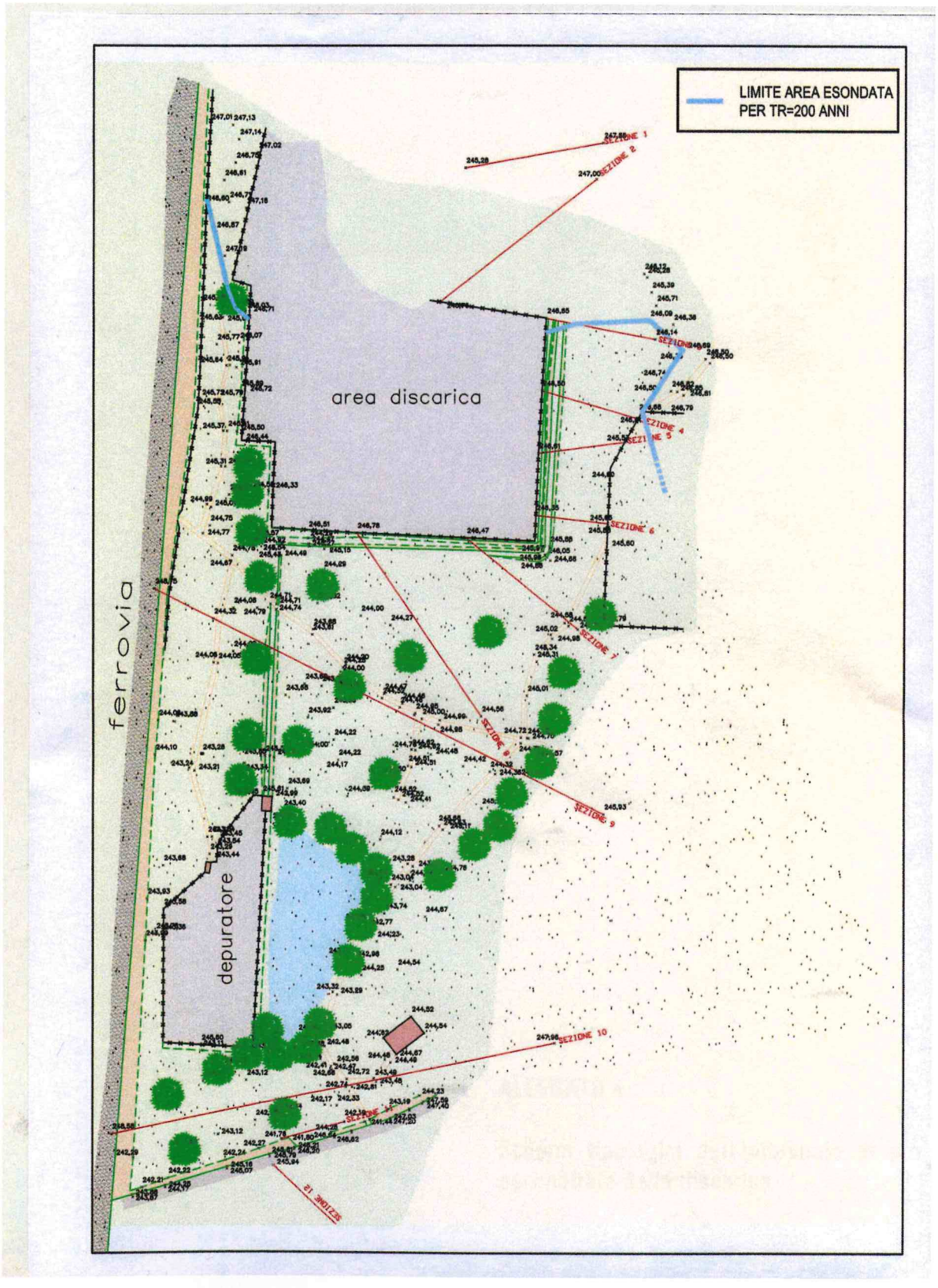
Nello scenario 2 assumono particolare interesse i valori di velocità di flusso in corrispondenza della discarica, dell'ordine di 1,5 m/s.

Per la protezione idraulica dell'area di discarica si ritiene necessario realizzare, lungo il perimetro interessato dall'esondazione (v. allegato 3), una difesa in gabbioni o materassi tipo reno, attestata sulla quota di 247.0 m s.m..

In questo modo viene garantito un franco idraulico di circa 0.5 m rispetto al livello di piena duecentennale.

Nell'allegato 4 vengono riportati gli schemi tipologici dell'opera di difesa perimetrale.

La protezione suddetta è efficace per i soli effetti idraulici; in questa sede non sono state affrontate le problematiche relative all'eventuale rischio di dilavamento e cessione di inquinanti della discarica.


LIMITE AREA ESONDATA
PER TR=200 ANNI
area discarica
ferrovia
depuratore
SEZIONE 1
SEZIONE 2
SEZIONE 3
SEZIONE 4
SEZIONE 5
SEZIONE 6
SEZIONE 7
SEZIONE 8
SEZIONE 9
SEZIONE 10
SEZIONE 11

REGIONE PIEMONTE	
	PROVINCIA DEL VERBANO CUSIO OSSOLA
COMUNE DI DOMODOSSOLA	

Committente:

AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI DOMODOSSOLA
(Incarico con Determina N.48 del 19.01.2015)

Progetto:

INDAGINE DI VERIFICA IDONEITA' E STATO DI CONSERVAZIONE DELLE OPERE DI DIFESA ESISTENTI IN SPONDA DESTRA DEL TORRENTE BOGNA IN COMUNE DI DOMODOSSOLA

Elaborato:

RELAZIONE TECNICA GENERALE DELL'INDAGINE

Data: Feb 2015	**Prot.**	**Aggiornamenti :**

STUDIO TECNICO
Ing. LALOMIA DARIO
Piazza Mercato ,32
28845 Domodossola (VB)
Tel/Fax. 0324-241999 - Cell. 335345501
Codice Fiscale: LLM DRA 54P24 D332P
Partita IVA: 00984050039
e-mail: dario.lalomia@alice.it

Il Tecnico

INDICE

1. PREMESSA ***3***

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ***4***

3. CONTENUTI DELLA DOCUMENTAZIONE IN ATTI CIRCA LO STUDIO DEL TORRENTE, INTERVENTI ESEGUITI E DA ESEGUIRE IN RELAZIONE AL CRONOPROGRAMMA DELLE OPERE DI MITIGAZIONE/ ELIMINAZIONE DEI RISCHI. ***5***

4. INTERVENTI DI RIASSETTO ESEGUITI SUL TORRENTE BOGNA IN COMUNE DI DOMODOSSOLA - PERIODO MAGGIO 2001 - SETTEMBRE 2010 ***6***

5. PROGETTO DI PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO PROVINCIALE (P.A.I.P.) - ANNO 2005 ***10***

6. DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI E DELLO STATO DI CONSERVAZIONE DELLE OPERE ***13***

7. VERIFICHE IDRAULICHE DELLE SEZIONI PIU' SIGNIFICATIVE ***15***

8. ANALISI GEOLOGICA ***17***

8.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO GENERALE ***17***

8.2 IDROGRAFIA ***18***

Idrografia superficiale **18**

Idrografia sotterranea **19**

9 ANALISI GEOTECNICA E SISMICA ***20***

9.1 CARATTERIZZAZIONE SISMICA ***20***

Individuazione della pericolosità del sito **20**

Scelta della strategia di progettazione **22**

Determinazione dell'azione di progetto **23**

Accelerazione massima di progetto **26**

9.2 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO ***26***

Classificazione del terreno **26**

Caratterizzazione geotecnica **27**

10. ANALISI IDROLOGICA ***30***

10.1 CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA ***30***

Dinamica torrentizia del torrente Bogna **30**

Dati Idrologici **34**

Curva ipsografica **34**

Tempo di corrivazione **40**

Valutazione delle portate di massima piena 40
Dati pluviometrici.....41
Regolarizzazione con il metodo di Gumbel.....41
Curva di probabilità pluviometrica 42
Calcolo della portata di massima piena 43
Sintesi dei risultati.....45
11. ANALISI STRUTTURALE.....51
12. CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI E RAPPORTO CONCLUSIVO.....63
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA ED ALLEGATI.....69

3. CONTENUTI DELLA DOCUMENTAZIONE IN ATTI CIRCA LO STUDIO DEL TORRENTE, INTERVENTI ESEGUITI E DA ESEGUIRE IN RELAZIONE AL CRONOPROGRAMMA DELLE OPERE DI MITIGAZIONE/ ELIMINAZIONE DEI RISCHI

Le principali attività di analisi, di studio, di proposte progettuali e di attuazione degli interventi di riassetto previsti dal Cronoprogramma, (i cui atti tecnici sono conservati presso gli Uffici competenti), che hanno caratterizzato il percorso di messa in sicurezza del torrente Bogna, a partire dall'anno 2000 circa, con particolare riferimento alle sole opere in sponda destra orografica, sono riassunte nel seguito.

3.1 STRALCIO – Verifiche idrauliche e di idoneità delle opere di attenuazione del pericolo delle aree in classe III redatte dall'Ing. Berrino Giulio (D.C.C. 104 del 17/12/2001).

Da "INQUADRAMENTO GENERALE E DESCRIZIONE OPERE IDRAULICHE"
"…A valle del ponte di Mocogna sia il Muraccio che la sponda sinistra presentano in alveo blocchi gettati alla rinfusa e una scogliera ammalorata con evidenti fenomeni erosivi. Tutto l'alveo fino all'immissione del rio Deseno è in evidente stato di erosione".

Da "CONCLUSIONI E PROPOSTE DI INTERVENTO"
"…Il Muraccio non si ritiene sufficientemente protetto al piede dalla scogliera esistente, la quale è ammalorata e andrebbe ripristinata con un intervento appropriato".

Da "APPENDICE"
…mentre per quanto riguarda la porzione di territorio comunale a ridosso dell'argine Muraccio, nonostante ***le verifiche idrauliche risultino soddisfatte*** *per le portate assegnate, si è ritenuto opportuno porre comunque un vincolo in quanto non sono note le reali condizioni della fondazione dell'argine summenzionato viste anche le vicende storiche che lo hanno più volte modificato negli anni.*

"EVENTO ALLUVIONALE 13-14 OTTOBRE 2000"
Il tratto in conoide del torrente è stato interessato da fenomeni di erosione spondale e di erosione al fondo piuttosto diffusi dovuti all'elevata energia della corrente ed a manifestazioni di trasporto solido in alveo. In particolare, nel tratto di conoide immediatamente a valle del ponte di Mocogna si sono verificati: un notevole abbassamento della quota di fondo alveo, con raggiungimento di una quota coincidente e/o inferiore alla quota di imposta della fondazione dell'arginatura esistente in sponda destra ("Muraccio").

3.2 STUDIO DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DEL BACINO DEL TORRENTE BOGNA PER LA DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI - MAGGIO 2001 redatto da dott. ingg. V. Zanetta e F. Brambati, dott. geol. P. Marangon e dott. agr. G.M. Mottini

A seguito dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000, la Comunità Montana Valle Ossola ha incaricato un raggruppamento di professionisti (dott. ingg. V. Zanetta e F. Brambati, dott. geol. P. Marangon e dott. agr. G.M. Mottini) per la redazione di uno studio per la "Sistemazione idrogeologica del Torrente Bogna necessario per la definizione degli interventi di regimazione dell'intera asta torrentizia".
In tale studio si prevedevano una serie di interventi sul Torrente Bogna in Comune di Domodossola, con diverso grado di priorità:

Interventi prioritari ed inderogabili:
- briglia selettiva a pettine in loc. Boione;
- arginatura in sponda destra e sinistra a protezione abitato di Mocogna e Castanedo (a monte ponte di Mocogna);

Interventi urgenti:
- Nessuno

4. INTERVENTI DI RIASSETTO ESEGUITI SUL TORRENTE BOGNA IN COMUNE DI DOMODOSSOLA - PERIODO MAGGIO 2001 - SETTEMBRE 2010

Sulla base dello **STUDIO DI SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DEL BACINO DEL TORRENTE BOGNA PER LA DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI - MAGGIO 2001 redatto da dott. ingg. V. Zanetta e F. Brambati, dott. geol. P. Marangon e dott. agr. G.M. Mottini suddetto**, sono stati progettati e realizzati nel periodo intercorso tra maggio 2001 e settembre 2010 gli interventi di sistemazione idraulica del Torrente Bogna riepilogati nel prospetto seguente:

	ENTE COMMITTENTE	PROGETTO	PROGETTISTA	DATA PROGETTO	FINE LAVORI
int. 1	Comunità Montana Valle Ossola	Sistemazione idraulica del Torrente Bogna in Comune di Domodossola	Ing. G.P. Zanetta	07/2002	08/2004
Int. 2	Comunità Montana Valle Ossola	Sistemazione idrogeologica del Bacino Torrente Bogna in località Boione in Comune di Domodossola	Ing. V. Zanetta - F. Brambati - geol. Marangon	09/2004	12/2006
Int. 3	Città di Domodossola	Sistemazione idrogeologica Torrente Bogna e Rio Deseno	U.T. LL. PP. - Ing. Bergamaschi	12/2004	11/2005
Int. 4	Comunità Montana Valle Ossola	Sistemazione idrogeologica del Bacino Torrente Bogna - Interventi in località Picciola, Ovic, Terme di Bognanco, Fonti e Mocogna	RTP Studio Paoletti - A.I. Studio	11/2005	07/2008

7. VERIFICHE IDRAULICHE DELLE SEZIONI PIU' SIGNIFICATIVE

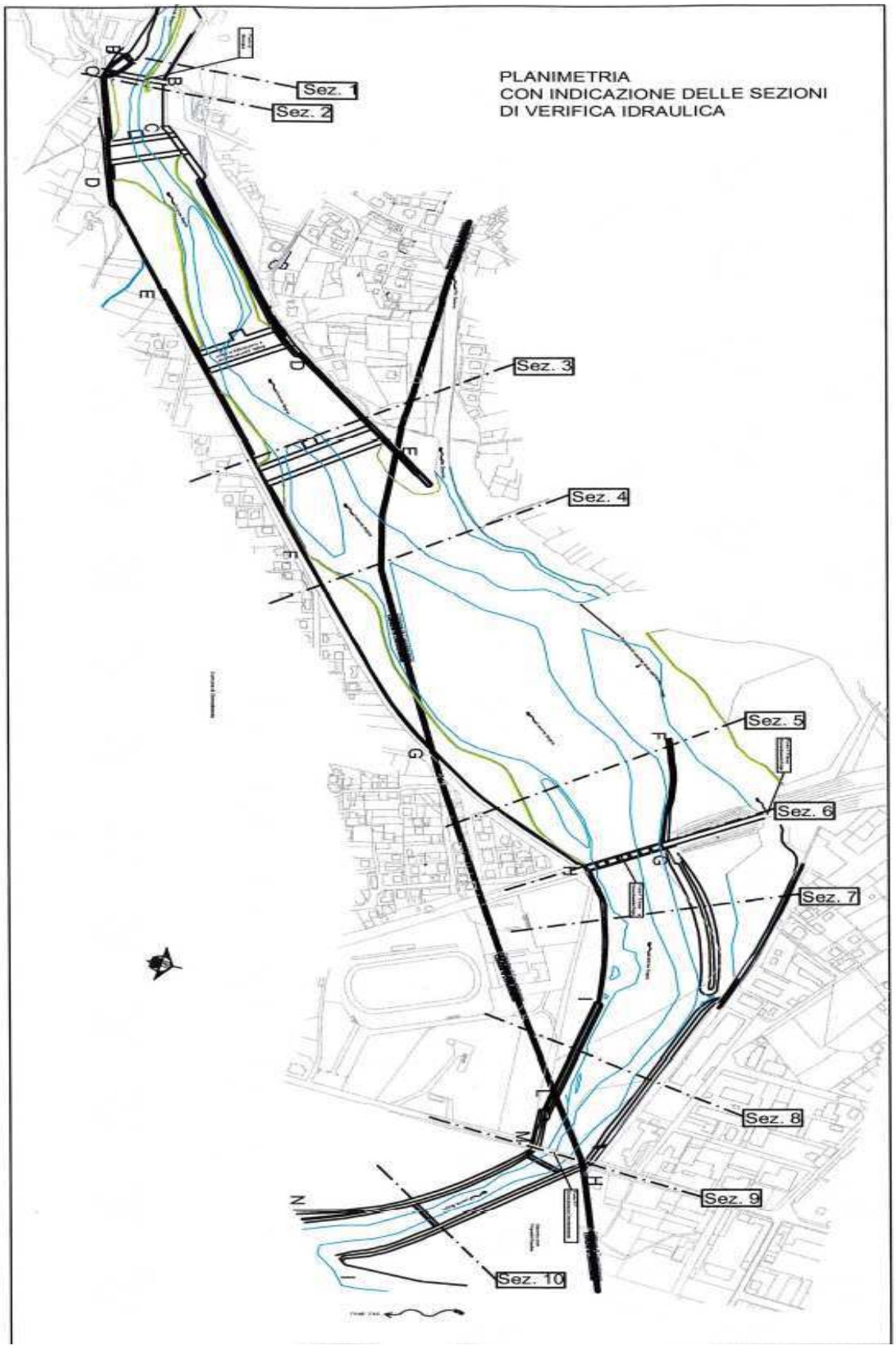
Lo studio "*Analisi idrologica del Torrente Bogna - Portate di progetto e di verifica*", redatto dal **Dott. Geol. Marco Cattin** nel maggio 2010 allegato alle verifiche redatte dall'Ing. G. Priotto, ha determinato i valori di portata di massima piena per tempi di ritorno pari a 20, 100, 200 e 500 anni riportati nel seguito:

	Tempo di ritorno (anni)			
	20	*100*	*200*	*500*
Portata di progetto e verifica (mc/sec)	512	645	700	776

Nell'ambito di quasi tutti gli studi e/o progetti sopra menzionati sono state redatte le relative verifiche idrauliche, con utilizzo dei valori di portata di massima piena riepilogati nel seguente prospetto:

	Tempo di ritorno (anni)	
Portata di progetto e verifica (mc/sec)	*200*	*500*
Studio ing. Berrino (a monte immissione Rio Deseno) - 2000	611	623
Studio ing. Berrino (a valle immissione Rio Deseno) - 2000	680	694
Progetto ing. Zanetta (2002)	850	-
PAIP (2005)	822	906
Progetto Studio Paoletti - A.I,. Studio (2005)	728	811

I valori di portata di dimensionamento utilizzati risultano maggiori del valore determinato dal dott. geol. Cattin (riferimento del presente studio); **pertanto si è provveduto soltanto a svolgere un controllo di verifica delle relazioni idrauliche dei suddetti progetti più recenti, con risultato regolare e positivo.**
In particolare i controlli suddetti sono stati sviluppati nelle sezioni ritenute più significative riportate graficamente nell'estratto planimetrico e di seguito elencate:
sez. 1: a monte ponte di Mocogna
sez. 2: ponte di Mocogna
sez. 3-4-5: tratto ponte di Mocogna - ponte FF.SS Linea Domodossola-Briga
sez. 6: ponte FF.SS. Linea Domodossola-Briga
sez. 7-8: tratto Ponte FF.SS. - ponte S.P. Domodossola-Crevoladossola
sez. 9: ponte S,P. Domodossola-Crevoladossola
sez. 10: tratto Ponte S.P. - confluenza con Fiume Toce
Tutte le sezioni del tratto di conoide del torrente Bogna risultano pertanto verificate per una portata di massima piena relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni, ad eccezione del tratto in sponda sinistra in corrispondenza del deposito di inerti di proprietà Spadea (tratto H-I) ove, come già evidenziato nello studio ing. Berrino "….. *dalle verifiche effettuate si riscontra che il pelo liquido lambisce l'intradosso delle travi creando rigurgiti a monte ed esondazioni a valle in corrispondenza del deposito dell'Impresa Spadea".*


PLANIMETRIA
CON INDICAZIONE DELLE SEZIONI
DI VERIFICA IDRAULICA
Sez. 1
Sez. 2
Sez. 3
Sez. 4
Sez. 5
Sez. 6
Sez. 7
Sez. 8
Sez. 9
Sez. 10

10. ANALISI IDROLOGICA

10.1 CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA

Il corso d'acqua in esame, denominato Torrente Bogna, si sviluppa in parte direttamente sulla roccia in posta ed in parte su depositi di natura alluvionale ghiaioso-sabbiosi e con rilevante presenza di massi in alveo di notevoli dimensioni. Il Bogna risulta caratterizzato da un regime di deflusso torrentizio, con tipica alternanza tra piene improvvise e periodi di magra, strettamente condizionati dal regime di precipitazione stagionale locale e con il periodo di scioglimento delle nevi. In via generale, i periodi di piena coincidono con le mezze stagioni, mentre estate ed inverno sono caratterizzati da situazioni di magra. Lungo i versanti adiacenti alla linea di impluvio considerata, le acque di ruscellamento superficiale scorrono in modo diffuso per poi incanalarsi in vie di deflusso preferenziali, quali canaloni morfologici naturali e linee di deflusso secondarie, dando origine a corsi d'acqua a regime semi-permanente confluenti a valle nel Bogna.

Dinamica torrentizia del torrente Bogna

Al fine di analizzare il fenomeno di rischio potenziale determinato dalla presenza del Torrente Bogna, in riferimento alle aree d'intervento, occorre analizzare dal punto di vista idrologico la dinamica evolutiva del corso d'acqua, con particolare riferimento al regime idraulico dello stesso e quindi alla verifica del dimensionamento delle sezioni di deflusso nei punti maggiormente critici.

Per quantificare il regime idraulico si è ritenuto opportuno operare nelle condizioni maggiormente cautelative; in particolare non è stato considerato il fattore di riduzione derivante dall'infiltrazione (coefficiente di deflusso ->1), né sono state considerate le acque, convogliate all'esterno del bacino in oggetto, incanalate in vie di deflusso preferenziale.

La scelta dei punti critici dove effettuare i calcoli di verifica idraulica inerenti le portate in arrivo, è stata determinata in base a valutazioni morfologiche del territorio e dinamiche del corso d'acqua considerato.

Analisi morfometrica

La morfometria ha come oggetto la misura delle forme, ovvero delle caratteristiche geometriche di un qualsiasi elemento naturale. In particolare, la *morfometria fluviale* consente di determinare le misure delle caratteristiche geometriche delle forme di un sistema di erosione fluviale.

Di seguito verranno descritti alcuni degli indici fondamentali che si possono ottenere con un esame analitico della rete idrografica.

Data una carta con un reticolo fluviale ben sviluppato, è possibile suddividere detto reticolo in singoli segmenti fluviali, secondo una scala gerarchica di grandezza, assegnando una serie ordinata di numeri.

Ogni ramo elementare (senza affluenti) è indicato come segmento del primo ordine.

Alla confluenza di due segmenti del primo ordine si origina un corso d'acqua del secondo ordine che si sviluppa fino al punto in cui incontra un altro corso d'acqua del secondo ordine, da cui scaturisce un segmento del terzo ordine e così via.

Se un segmento del primo ordine incontra un segmento del secondo o del terzo ordine non si ha nessun incremento di ordine del segmento intercettato in quel punto di confluenza.

Il corso d'acqua principale di ogni bacino porta il numero d'ordine più elevato dell'intero sistema.

L'ordine di un segmento fluviale viene indicato con il numero d'ordine *u*. Il numero dei segmenti di un dato ordine si indica, invece, con il simbolo N_u e diminuisce regolarmente con l'aumentare del numero d'ordine *u*.

Il rapporto tra i parametri sopra descritti prende il nome di rapporto di biforcazione:

$$R_b = N_u / N_{u+1}$$

I valori caratteristici di tale rapporto si mantengono in genere fra 3 e 5, e tendono a stabilizzarsi intorno ad un valore costante

Consideriamo il rapporto tra il numero dei segmenti fluviali di ordine *u* che si immettono in corpi di ordine *u+1* ed il numero dei segmenti fluviali dell'ordine immediatamente successivo N_{u+1}; questo rapporto viene detto *rapporto di biforcazione diretta* (R_{bd}):

$$R_{bd} = N_{ud} / N_{u+1}$$

Quando tutti i rami di ordine *u* confluiscono nei rami di ordine *u+1* (I_b = 0), il grado di gerarchizzazione è massimo ed il corso d'acqua si trova in una fase evolutiva matura o senile; inoltre, nell'ambito di uno stesso bacino, valori discordanti tra R_b ed R_{bd} indicano la presenza di confluenze anomale, ovvero confluenze di ordine *u* in segmenti di ordine *u+2*, o superiore. La differenza tra R_b ed R_{bd} esprime l'*indice di biforcazione* I_b, che assume generalmente valori compresi tra 0,2 e 4; anomalie dei valori di tale parametro si possono riscontrare quando lo sviluppo del reticolo idrografico è fortemente influenzato da fattori litologici e strutturali.

Un ulteriore parametro è l'*indice di conservatività* S_u, che assume valore minimo uguale a zero per la massima conservatività; un reticolo viene definito conservativo quando presenta il numero minimo di segmenti necessari a costituire l'ordine più alto del reticolo. In via generale, si conclude affermando che il grado di gerarchizzazione ed il grado di conservatività, espressi rispettivamente da I_b ed S_u, aumentano nel tempo, con l'evolversi del reticolo idrografico, qualora non intervengano fattori litologici e/o di forte controllo strutturale.

Analisi dei risultati

Si propongono, nella seguente tabella, i parametri morfometrici calcolati per il bacino del Torrente Bogna e tratti dalle Carte Tecniche Regionali CTR in formato vettoriale e portate in scala 1:25000:

u	**N_u**	**N_{ud}**	**R_b**	**R_{bd}**	**I_b**	**S_u**
1	607	423	4,186	2,917	1,269	1,093
2	145	86	4,394	2,606	1,788	1,197
3	33	23	3,300	2,300	1,000	0,650
4	10	5	5,000	2,500	2,500	1,500
5	2	2	2,000	2,000	0,000	0,000
6	1	-	-	-	-	-
		media	3,776	2,465	1,311	0,888

L'analisi delle risultanze ottenute, riportate nelle sovrastante tabella, ha permesso di trarre alcune considerazioni in merito al grado di gerarchizzazione del bacino del Torrente Bogna, confrontando fra loro i parametri morfometrici ottenuti.

In particolare, il valore medio del *rapporto di biforcazione* R_b ottenuto consente di attribuire al bacino in esame un buon grado di gerarchizzazione; peraltro, l'*indice di biforcazione* I_b conferma tale ipotesi, assumendo un valore medio pari a 1,311, il che evidenzia un buon grado di gerarchizzazione e conferisce al bacino studiato una fase evolutiva matura o senile.

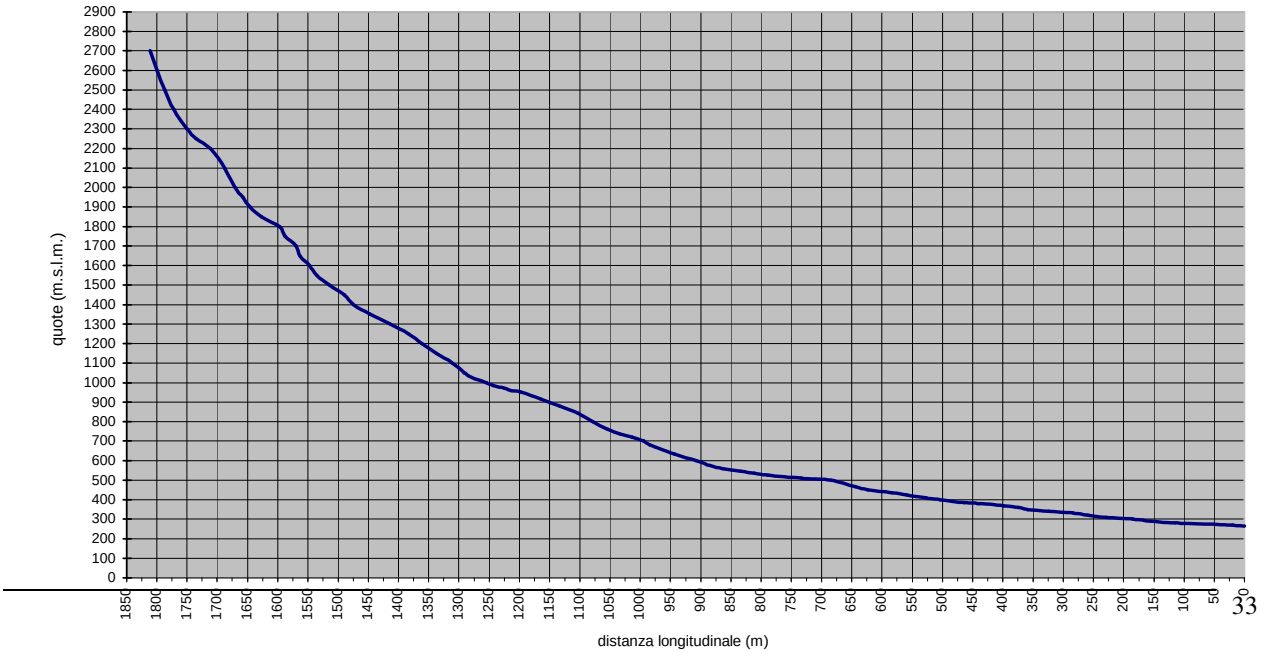
In riferimento, invece, al *rapporto di biforcazione diretta* R_{bd}, è possibile affermare che esiste una certa diversità tra i rapporti, pertanto si può concludere dicendo che la rete idrografica analizzata mostra condizioni di confluenze anomale, ovvero confluenze di ordine u in segmenti di ordine u+2 o superiore.

Quanto detto è confermato anche dall'*indice di conservatività del bacino* S_u, il quale più è prossimo allo zero e più il grado conservativo del bacino è alto; nel caso specifico assume mediamente un valore pari a 0,888.

Profilo alveo Torrente Bogna

Utilizzando la cartografia in scala 1:10000, e precisamente la Carta Tecnica

Profilo altimetrico schematico del T. Bogna



Regionale CTR edita dalla Regione Piemonte – Assessorato Pianificazione Territoriale, sezioni n° 051060 “Pizzo Straciugo”, n° 051070 “Bog nanco” e n° 05180 “Domodossola”, è stato possibile definire il profilo longitudinale dell’asta principale del corso d’acqua in esame esteso dallo spartiacque naturale (P.zzo Straciugo – 2711 m.s.l.m.) al punto di confluenza nel Fiume Toce (266 m.s.l.m.); di seguito viene riportato graficamente (non in scala) l’andamento dello stesso.

Dati Idrologici

I parametri idrologici del bacino imbrifero del Torrente Bogna, sono stati ricavati dalla cartografia in scala 1:100000 del Servizio Cartografico Svizzero – Landeskarte der Schweiz – Tavole “Oberwallis” e “Monte Rosa”, nonché la Carta d’Italia in scala 1:25000 “Domodossola” e “Bognanco” per una visione più dettagliata.

Tali parametri verranno successivamente elencati in tabella.

Curva ipsografica

Lo studio dell’assetto morfologico di un bacino imbrifero viene rappresentato dalla curva ipsografica o ipsometrica, costruita suddividendo il bacino in intervalli di quota e calcolando l’area di ciascuna fascia compresa tra l’intervallo delle quote considerate, da quella massima a quella minima.

Il grafico contempla le quote altimetriche, sull’asse delle ordinate, e l’incremento di area del bacino sull’asse delle ascisse, e dall’andamento caratteristico del grafico si ricava l’altezza media del bacino studiato.

E’ necessario affermare che la distribuzione relativa di aree e quote, in una curva ipsografica, è subordinata alla forma della proiezione orizzontale del bacino sulla carta topografica, e quindi l’andamento assunto dalla curva diviene significativo generalmente solo se la forma del bacino è regolare e di tipo sub-rettangolare, situazione peraltro difficile a verificarsi.

In via generale, l’analisi della curva va eseguita preferibilmente nella porzione centrale della stessa, ovvero compresa tra il 15% e l’85 % dell’area totale, in quanto consente una migliore interpretazione del grado di evoluzione raggiunta dal bacino

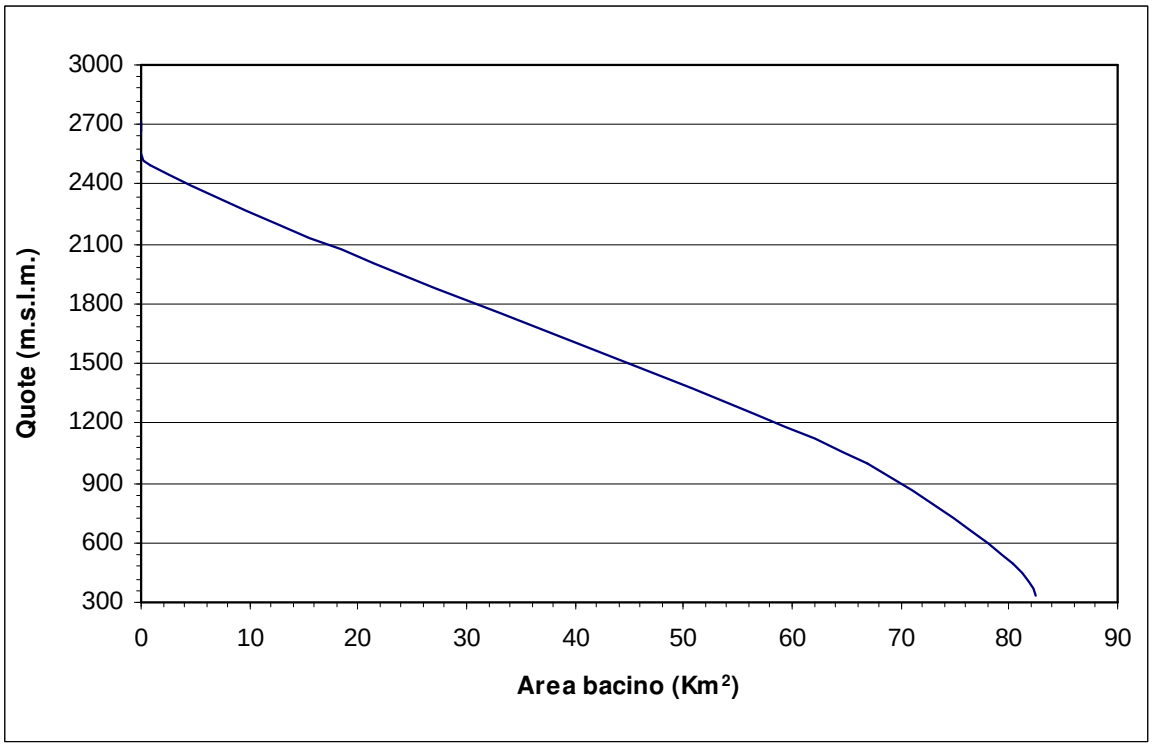
considerato.

Di seguito vengono riportati i dati necessari alla costruzione di tale curva, ed il suo andamento, in riferimento alle 4 sezioni d'alveo verificate lungo l'asta principale del Torrente Bogna.

Dall'osservazione delle curve ipsometriche è possibile valutare il grado di evoluzione raggiunto dal bacino esaminato che, nel caso specifico, risulta essere in fase matura presentando una curvatura del tipo a flesso con un integrale prossimo al 50 %.

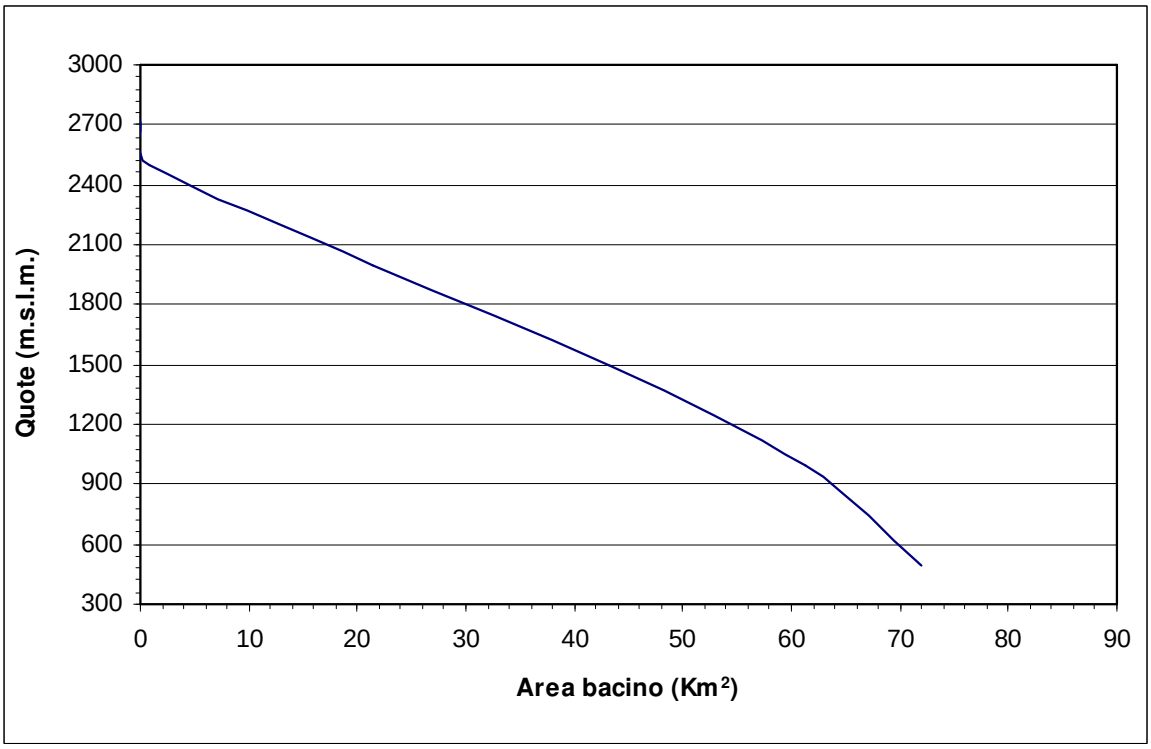
VERIFICA 1

Quote	Aree Km^2
2711	0,000
2500	0,790
2000	21,390
1500	44,940
1000	66,830
500	80,340
340	82,500



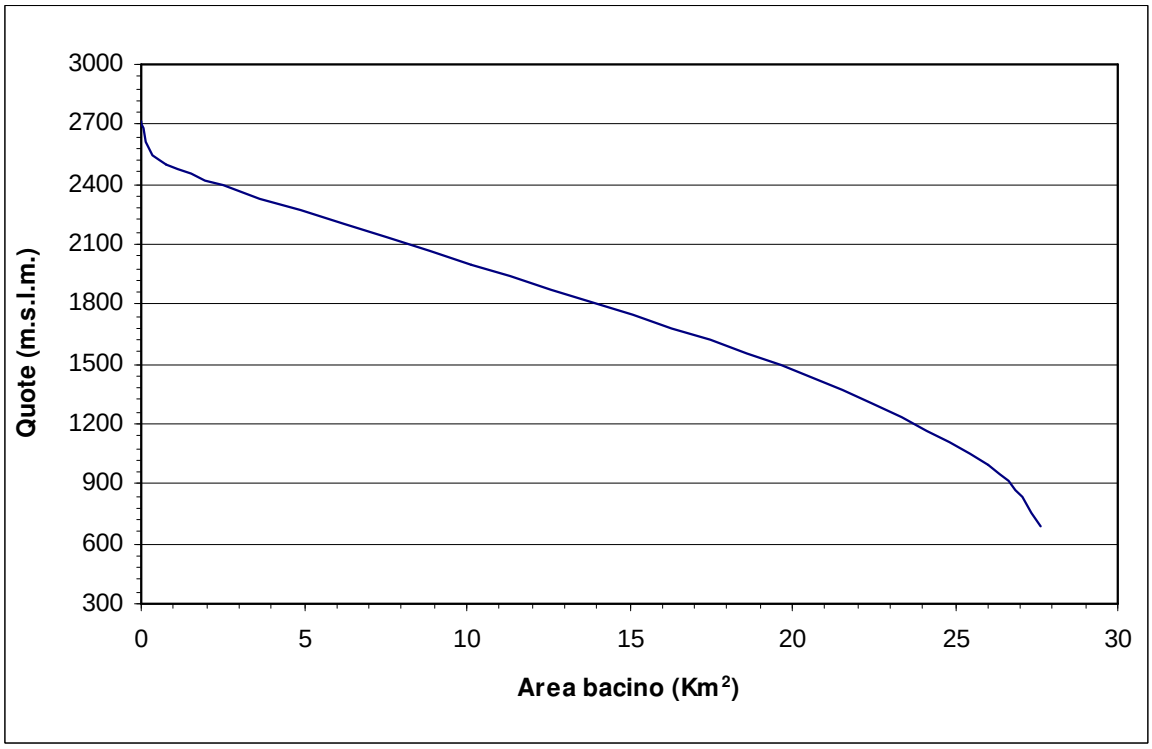
VERIFICA 2

Quote	Aree Km^2
2711	0,000
2500	0,790
2000	21,340
1500	43,315
1000	61,280
490	71,900



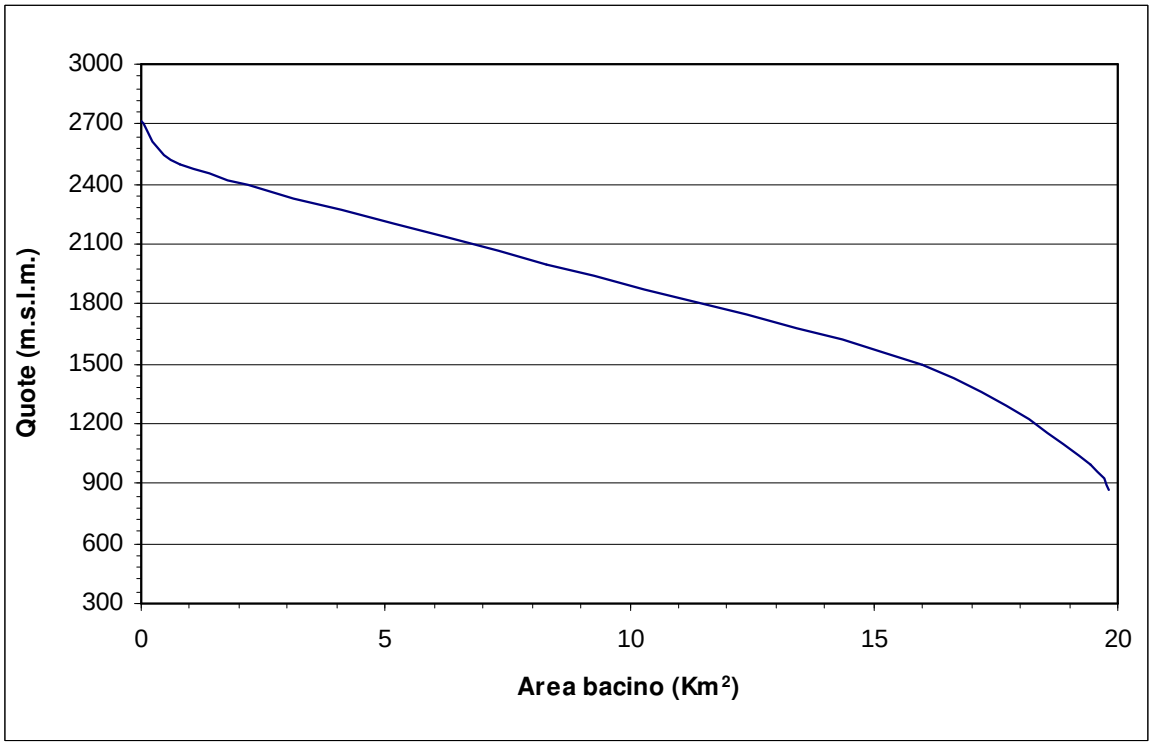
VERIFICA 3

Quote	Aree Km^2
2711	0,000
2500	0,790
2000	10,165
1500	19,665
1000	25,985
685	27,645



VERIFICA 4

Quote	Aree Km^2
2711	0,000
2500	0,790
2000	8,290
1500	15,990
1000	19,430
870	19,800



Tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione rispetto ad una determinata sezione di un corso d'acqua, è il tempo necessario affinché una particella d'acqua, caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino, possa far sentire il suo effetto nella sezione stessa.

Per un bacino imbrifero come quello in esame (per lo più montano) è stata impiegata la formula empirica proposta dal Giandotti (1934) basata su rilievi effettuati in bacini di superficie variabile tra 170 e 70.000 Km^2:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5\,L}{0.8\sqrt{h_{mr}}}$$

t_c= tempo di corrivazione in ore;
A = superficie del bacino in Km^2;
L = lunghezza asta principale del corso d'acqua in Km;
h_{mr} = dislivello tra la quota media del bacino e quella della sezione considerata.

Valutazione delle portate di massima piena

Le portate di massima piena considerate, sono quelle che rappresentano la diretta conseguenza di intense precipitazioni liquide a monte della sezione esaminata.

Il calcolo può essere eseguito mediante:

- **metodi diretti:** elaborando i dati di portata disponibile per il corso d'acqua;
- **metodi indiretti:** quando per insufficienza o mancanza di dati sulla portata, vengono utilizzati opportuni modelli matematici che, conoscendo le precipitazioni sul bacino in oggetto, trasformano questo in deflussi.

Nel presente lavoro verrà effettuata la valutazione delle portate di piena mediante metodi indiretti, per mezzo dei quali, elaborando i dati di afflusso meteorico registrati nelle stazioni pluviometriche e correlandoli con più grandezze caratterizzanti il bacino (superficie, quota media, lunghezza dell'asta, tempo di corrivazione, etc....), si ottengono le quantità di deflusso prevedibili per il tempo di ritorno considerato.

Dati pluviometrici

Le stazioni pluviometriche sono gestite dal Servizio Idrografico Italiano attraverso i vari Compartimenti, nonché da altri enti quali Regionali, Enel, etc...

La raccolta dei dati viene pubblicata (nel caso in oggetto) dalla Regione Piemonte per mezzo degli "Annali meteorologici" nei quali sono riportate le massime precipitazioni dell'anno per periodi di più ore consecutive.

Nel bacino idrografico del Fiume Toce sono presenti una serie di stazioni pluviometriche, di cui la più significativa, ai fini della presente verifica, risulta quella di Domodossola.

Di tale stazione sono stati considerati i massimi annuali delle precipitazioni di durata 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore e 24 ore, essendo particolarmente importanti le precipitazioni di breve durata poiché tra di esse si riscontrano le piogge di maggiore intensità.

Osservando la stazione, si può notare difatti che l'intensità delle precipitazioni diminuisce con l'aumentare della loro durata e l'altezza totale della precipitazione cresce meno che proporzionalmente che la durata.

Numerose indagini hanno dimostrato che le precipitazioni massime registrate da un pluviografo possono essere rappresentate dalla funzione di una parabola avente equazione:

$$h = a\, t^n$$

Tale funzione prende il nome di "curva segnalatrice di possibilità pluviometrica" in cui:

h = altezza di precipitazione in mm

t = durata in minuti, ore e giorni a secondo del tipo di indagine condotta

a = coefficiente che rappresenta la pioggia caduta nell'unità di tempo

n = parametro che dipende dalle caratteristiche pluviometriche della zona in cui si trova la stazione.

Regolarizzazione con il metodo di Gumbel

La regolarizzazione con il metodo di Gumbel viene effettuata per ottenere l'altezza massima di pioggia (in mm) ipotizzabile per un tempo di ritorno assegnato.

Nel caso specifico è stato scelto un tempo di ritorno di 100 anni che, secondo autori vari rappresenta un periodo significativo per valutare i rischi di inondabilità.

L'applicazione di tale metodo si articola nei seguenti punti:

- si scelgono i massimi valori per ciascun gruppo della categoria (durate) considerata;
- si ordinano gli N valori in senso crescente;
- si calcolano le N frazioni:

$$ø_m = m/N+1$$

dove:

$ø_m$ = frequenza di un dato evento
m = numero di posizione d'ordine dei valori

- si tracciano le rette interpolanti;
- si determina l'altezza di precipitazione di durata assegnata (1-3-6-12-24 ore) per il tempo di ritorno voluto (100 anni).

I valori delle precipitazioni risultanti per la stazione pluviometrica di Domodossola sono:

1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
55,94	87,64	114,33	170,70	259,05

In considerazione dei dati ottenuti si passa all'elaborazione degli stessi per ottenere la curva di probabilità pluviometrica.

Curva di probabilità pluviometrica

Si tratta di una retta interpolante, di tipo logaritmico, per mezzo della quale è possibile definire l'altezza della pioggia per una precipitazione di qualsiasi intensità.

Tale funzione è stata ottenuta inserendo i dati che rappresentano l'altezza massima di precipitazione (con tempo di ritorno di 100 anni) che si può verificare rispettivamente in 1 ora (55.94), 3 ore (87.64), 6 ore (114.33), 12 ore (170.70) e 24 ore (259.05).

La curva di possibilità pluviometrica ragguagliata all'area corrispondente un Tr di 100 anni ha la seguente equazione:

$$h = 52.943\ t^{0,47788}$$

In particolare deve essere valutata la condizione critica, che è rappresentata dalla precipitazione di durata uguale al tempo di corrivazione, poiché è la condizione in cui tutto il bacino, se pure per un istante, contribuisce al deflusso con la pioggia di durata minima (perciò più intense).

Nei grafici relativi, allegati più avanti, si può osservare come ai tempi di corrivazione ottenuti corrisponda una rispettiva altezza di pioggia; i risultati sono dettagliatamente raccolti nella tabella di fine capitolo.

Calcolo della portata di massima piena

Si è ritenuto opportuno eseguire i calcoli relativi per mezzo di tre differenti metodi, in modo da poter confrontare i risultati ed utilizzare quello maggiormente cautelativo.

Le quattro sezioni verificate risultano individuabili alle quote topografiche di 340 m.s.l.m., 490 m.s.l.m., 685 m.s.l.m. e 870 m.s.l.m.

Formula di Giandotti-Visentini

E' stata dedotta con considerazioni di carattere cinematico analoghe a quelle su cui si basa il metodo di corrivazione.

Tale formula fornisce il valore della portata al colmo della piena in funzione del volume d'acqua precipitata sul bacino durante l'evento meteorico.

$$Q_{max} = \frac{0.277\ \varepsilon\ C\ h\ A}{t_c}$$

da cui:

ε = coefficiente di laminazione in funzione della superficie del bacino = 0,8

C = coefficiente di deflusso espresso dal rapporto tra l'altezza di pioggia netta e l'altezza totale di pioggia. Anche se il bacino non è completamente

impermeabile tale rapporto è stato valutato pari all'unità, in modo da operare nelle condizioni più critiche.

h = altezza ragguagliata nel tempo t_c

A = area del bacino

t_c = tempo di corrivazione

Formula di Giandotti

La formula di Giandotti si basa su considerazioni di carattere cinematico analoghe a quelle su cui si basa il metodo della corrivazione, e fornisce il valore della portata al colmo della piena in funzione del volume di acqua precipitata sul bacino durante l'evento meteorico.

$$Q_{max} = \frac{0.277\ \lambda\ \phi\ h\ A}{k\ t_c}$$

dove:

λ, ϕ, k = parametri sperimentali proposti da Giandotti e consultabili da apposite tabelle; i valori considerati nel corso della seguente verifica per tali parametri sono: λ = 11 - ϕ = 0,55 - k = 3,5;

h = altezza ragguagliata nel tempo t_c (mm);

A = area del bacino (Km^2);

t_c = tempo di corrivazione (ore).

Formula di Iskowski

La formula di Iskowski (1885) si basa sull'analisi di 280 corsi d'acqua europei del versante settentrionale delle Alpi.

$$Q_{max} = k * m * h * A$$

dove:

k: coefficiente che dipende dalle caratteristiche morfologiche del bacino, dall'altitudine del bacino e dall'estensione della copertura vegetale.
m: coefficiente legato alla velocità di deflusso dell'acqua
h: precipitazione media annua sul bacino, che nel caso di bacini collinari e montani, come nel caso specifico, dovrà essere considerato non inferiore a 1.
A: area del bacino in Km^2

I bacini sono stati suddivisi in quattro categorie, e nel caso del bacino considerato si deve fare riferimento alla categoria III che raggruppa i bacini montani con estensione areale inferiore ai 150 Km^2.

Dalla lettura di una tabella si giunge al valore del parametro k di Iskowski, che risulta pari a 0.4 nel caso del bacino del Torrente Bogna; il valore del coefficiente m dipende dall'area del bacino, e nel caso in oggetto risulta uguale a 7.5.

Formule di Forti

Le formule di Forti, valide per A < 10.000 km^2, sono state dedotte correlando il massimo contributo di piena verificatosi in passato con la superficie del bacino.

La relazione che segue esprime, in genere, per 200 mm/giorno valori riferibili a tempi di ritorno secolari, mentre per precipitazioni di 400 mm/giorno i tempi di ritorno possono essere assimilabili a 200 anni.

$$Q_{max} = A\{[1175/(A+125)]+0.5\}$$ *con pioggia giornaliera inferiore a 200 mm/giorno*

$$Q_{max} = A\{[1625/(A+125)]+1.0\}$$ *con pioggia giornaliera inferiore a 400 mm/giorno*

dove: *A= area del bacino in Km^2*

Sintesi dei risultati

Di seguito vengono elencati i risultati di verifica ottenuti sulle diverse sezioni di chiusura considerate, utilizzando le medesime procedure di calcolo descritte dettagliatamente in precedenza:

			Verifica 1	Verifica 2	Verifica 3	Verifica 4
area bacino	**A**	Km^2	82,500	71,900	27,645	19,800
lunghezza asta principale	**L**	Km^2	14,9	11,4	8,4	6,9
quota sezione chiusura	$\mathbf{h_c}$	m.s.l.m.	340	490	685	870
quota media bacino	$\mathbf{h_m}$	m.s.l.m.	1560	1635	1780	1890
tempo corrivazione	$\mathbf{t_c}$	ore	2,098	1,883	1,269	1,1
altezza ragguagliata	**h**	mm	75,45	71,64	59,33	55,41
Giandotti-Visentini	$\mathbf{Q_{max}}$	m^3/sec	657,297	606,186	286,368	221,024
Giandotti	$\mathbf{Q_{max}}$	m^3/sec	1408,493	1298,970	613,645	473,624
Iskowski	$\mathbf{Q_{max}}$	m^3/sec	445,500	388,260	149,283	106,920
Forti (200mm/gg)	$\mathbf{Q_{max}}$	m^3/sec	508,419	465,013	226,623	170,570
Forti (400mm/gg)	$\mathbf{Q_{max}}$	m^3/sec	728,584	665,285	321,943	242,003

Trasporto solido

Le correnti idriche hanno la capacità, in certe condizioni, di trasportare elementi solidi (limo, sabbia, massi). Questo fenomeno si chiama *trasporto solido.*

Il volume di materiale solido trasportato da un corso d'acqua, nell'unità di tempo, prende il nome di portata solida.

La valutazione del volume complessivo di sedimenti che può essere mobilizzato in un collettore montano, in occasione di un evento idrologico estremo, gioca un ruolo fondamentale nella progettazione degli interventi di sistemazione idraulica e nella stima del grado di rischio delle aree soggette ad esondazioni.

In tali aree le sistemazioni idrogeologiche sono quindi chiamate a perseguire la massima sicurezza territoriale.

E' di importanza fondamentale sottolineare che, nei torrenti, il trasporto solido è un fenomeno estremamente irregolare che solo con approssimazioni grossolane può essere valutato numericamente.

Del suddetto fenomeno verranno, di seguito, approfonditi i seguenti aspetti:

- condizioni limiti di movimento
- portata solida

Condizioni limite di movimento

La velocità al fondo per cui un materiale di dimensione d, privo di coesione, inizia a muoversi (*velocità limite*) è proporzionale a √d, secondo la relazione di Sternberg (1875):

$$V_f = K \sqrt{d} \quad (m/s)$$

con K = 4, 6 o 8 in base agli studi sperimentali effettuati da diversi Autori.

Al di sotto di tale velocità critica, pertanto, diminuisce la capacità di trasporto solido della corrente e pertanto diminuisce l'erosione, sia sul fondo che laterale, dovuta alla massa solida stessa.

Come nel caso delle verifiche delle portate in arrivo, anche la stima del trasporto solido in alveo del Torrente Bogna è stato condotto in corrispondenza delle sezioni ritenute maggiormente significative.

In particolare, nel tratto corrispondente alla *verifica 1* si rinvengono in alveo materiali di dimensioni variabili da ghiaie-sabbiose a ciottoli decimetrici e rari pluri-decimetrici; i massi rinvenuti in maggior quantità presentano dimensioni medie dell'ordine di 25 cm circa.

Nel tratto relativo alla *verifica 2*, la pezzatura del materiale in alveo varia da ghiaie sabbiose a ciottoli decimetrici e pluri-decimetrici, oltre a rari blocchi metrici, pertanto è possibile stimare un diametro medio del detrito pari a circa 30 cm.

Il tratto d'asta torrentizia individuabile in corrispondenza della *verifica 3*, contempla materiale in alveo avente pezzatura media stimabile in circa 35 cm, costituito da ghiaie medio-grossolane, con ciottoli da dm a pluri-dm e massi anche metrici (in minor quantità).

Infine, più a monte, in corrispondenza della porzione d'alveo in cui è stata verificata la *sezione 4*, il materiale presente varia da ghiaie grossolane a ciottoli decimetrici, pluri-decimetrici e massi metrici; pertanto, le dimensioni medie dello stesso risultano essere di circa 40 cm. Da tali considerazioni è possibile stimare la velocità critica della corrente idrica alla quale si può verificare l'innesco del trasporto di massa in alveo; di seguito verranno proposte le classi granulometriche mobilitate in funzione delle relative velocità critiche. In questa sede d'indagine, per il calcolo della velocità critica, è stato assunto un valore medio di K = 6 ed il materiale riscontrato in alveo è stato suddiviso in 6 classi granulometriche.

classi granulometriche (cm)	velocità critiche (m/s)
0.2 ÷ 5	0.27 ÷ 1.34
5 ÷ 25	1.34 ÷ 3.00
25 ÷ 50	3.00 ÷ 4.20
50 ÷ 100	4.20 ÷ 6.00
100 ÷ 150	6.00 ÷ 7.34
150 ÷ 200	7.34 ÷ 8.48

	pezzatura media in alveo (cm)	velocità critiche (m/s)
verifica 1	15 ÷ 20	2,336 ÷ 2,668
verifica 2	20 ÷ 25	2,668 ÷ 3,000
verifica 3	25 ÷ 30	3,000 ÷ 3,240
verifica 4	35 ÷ 40	3,480 ÷ 3,720

Quanto elencato sopra è da riferirsi alla valutazione della velocità critica nei tratti d'asta presi in esame; in via generale è possibile stimare un range di variazione del materiale presente in alveo che, come già accennato in precedenza, assume dimensioni variabili da ghiaie sabbiose a blocchi metrici, questi ultimi presenti soprattutto nella porzione alta del Torrente Bogna.

Portata solida

Nell'ambito della presente analisi, per il calcolo della portata solida è stato fatto riferimento alla formula proposta da Du Boys (1879).

Nel tratto uniforme di un corso d'acqua a regime uniforme, di larghezza indefinita, di profondità h (m) costante e di pendenza J, anch'essa costante, si considera il prisma compreso tra il fondo, il pelo libero dell'acqua e due coppie di piani tra di loro normali e verticali di cui una parallela al moto racchiudente l'area unitaria alla loro base.

Secondo Du Boys, la portata solida di fondo che attraversa la sezione per unità di tempo e di larghezza della medesima, è:

$$\mathbf{G = K\tau\,(\tau - \tau_o)} \quad [Kg/(s * m)]$$

dove:

τ (kg/m^2) = forza orizzontale di trascinamento della corrente = γ h J

τ_o (kg/m^2) = tensione critica di trascinamento = c (γ_s - γ) d

c = parametro variabile da 0.045 a 0.076

γ_s (kg/m^3) = peso specifico del materiale presente al fondo

γ (kg/m^3) = peso specifico dell'acqua

d (m) = dimensioni medie del materiale presente al fondo dell'alveo

h (m) = valore della profondità del corso d'acqua che può essere approssimativamente riconducibile al raggio idraulico

K [$1/(kg/m^3)$] = parametro dipendente dalle caratteristiche fisiche del materiale presente sul fondo dell'alveo = 0.54 [$1/(\gamma_s - \gamma)$]

La suddetta formula fa dipendere la portata solida di fondo dalla eccedenza della tensione di trascinamento (τ) rispetto a quella critica (τ_o), limitatamente a quella parte dell'alveo per la quale $h > h_o$, dove h_o è il valore minimo (critico) dell'altezza d'acqua della sezione liquida per la quale, per una data pendenza J, si ottiene τ_o.

Per il calcolo del trasporto solido in corrispondenza delle sezioni considerate, si riportano di seguito i dati ed i risultati ottenuti:

Sintesi dei risultati

	Verifica 1	***Verifica 2***	***Verifica 3***	***Verifica 4***	
τ	124,648	244,444	144,000	407,895	Kg/m^2
τ_o	15,2	18,24	18,24	24,32	Kg/m^2
c	0,076	0,076	0,076	0,076	-
γ_s	1800	1800	1800	1800	Kg/m^3
γ	1000	1000	1000	1000	Kg/m^3
d	25	30	30	40	cm
K	0,000675	0,000675	0,000675	0,000675	$1/(Kg/m^3)$
J	3	4	4	10	%
h	4,155	6,111	3,600	4,079	m
G	**9,209**	**37,324**	**12,224**	**105,609**	Kg/s*m
G	**460,433**	**1495,935**	**464,507**	**3955,066**	Kg/s
G	**0,005**	**0,021**	**0,007**	**0,059**	$m^3/s*m$
G	**0,256**	**0,831**	**0,258**	**2,197**	m^3/s

I risultati della presente analisi, pertanto, permettono di fornire una stima di massima riferita al trasporto solido.

E' importante sottolineare che tale stima presenta ampi margini d'incertezza, data l'estrema difficoltà di quantificare oggettivamente la portata solida dei corsi d'acqua; va inoltre considerata la favorevole azione esercitata dalle opere di ritenuta realizzate a monte, che limita il raggiungimento delle sezioni considerate da parte di materiale solido.

12. CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI E RAPPORTO CONCLUSIVO

Dopo le analisi e le verifiche analitiche dell'argine dal punto di vista statico/funzionale, ed accertato che la sezione di deflusso attuale è in grado di contenere le portate di piena preventivabili per un tempo di ritorno bicentenario, si è proceduto alla verifica puntuale dell'integrità della struttura mediante un'ispezione di dettaglio sia lungo la sommità dello stesso che lungo il piede in corrispondenza dei due tratti individuati tra le sezioni D ed E ed F e G della planimetria dello studio Priotto, pagina 16, in quanto le altre porzioni dell'opera di difesa sono già state dichiarate sufficienti ed in condizioni adeguate dagli studi pregressi in considerazione dei lavori eseguiti e del loro stato di conservazione.

La verifica delle condizioni dell'argine è stata effettuata nei mesi di gennaio, febbraio e marzo 2015; è stato esaminato dapprima percorrendo lo stesso in sommità, lungo il tratto che dal ponte di Mocogna si sviluppa fino in prossimità delle sezioni interessate. L'ispezione condotta ha permesso di rilevare che lungo l'intero sviluppo del manufatto non sia visibile alcun significativo segno di cedimento ovvero crepe, dislivelli, disarticolazioni, fessurazioni o qualunque altro elemento che fornisca apprezzabili segnali di movimenti post-realizzativi, cedimenti o fenomeni deformativi in evoluzione. I fotogrammi allegati evidenziano quanto sopra detto, ovvero il buono stato di conservazione generale dell'argine alla sommità, e la sua sostanziale integrità del paramento superficiale.

L'osservazione è poi continuata ripercorrendo l'argine al piede, lato alveo e lato opposto, al fine di evidenziare, analogamente a quanto fatto per la sommità, la presenza di situazioni di criticità; in particolare la ricerca è stata mirata all'individuazione di zone in erosione di sponda, situazioni anche locali di approfondimento d'alveo, indicazioni di lesioni lungo lo sviluppo verticale dell'argine e quant'altro utile per fornire una indicazione di cedimento e/o rischio potenziale di fenomeni di instabilità strutturale.

L'ispezione di dettaglio ha permesso di mettere in evidenza come per l'intero tratto analizzato l'arginatura presente sia sostanzialmente integra, sia per quanto riguarda il paramento interno verso l'alveo che quello esterno, non evidenzi apprezzabili segni di

cedimento e non vi siano indicazioni di fenomeni erosivi al piede, né tantomeno di approfondimenti d'alveo che possano fare supporre possibili scalzamenti. In particolare, come si dirà meglio nel seguito, entrambi i tratti oggetto di indagine risultano entrambi protetti al piede da un terrazzamento alluvionale di dimensioni significative, di cui vi è evidente menzione anche negli studi precedenti, il quale assume una funzione sostanziale nella presente indagine ed influenza in modo determinante le conclusioni.

Tutti gli studi e le analisi eseguite, sia precedenti che in sede di redazione della presente rappporto tecnico, confermano la sufficienza delle sezioni di deflusso ai fini dello smaltimento delle portate di piena. L'aspetto legato quindi alla sufficienza delle sezioni di deflusso idrico nelle condizioni limite di progetto, è da ritenere soddisfatto.

Va notato inoltre che l'argine in oggetto si è comportato positivamente in occasione di numerosi eventi di piena, anche di carattere alluvionale, e quindi eccezionali, verificatisi negli ultimi decenni ed oltre, svolgendo efficacemente la sua funzione senza subire danni significativi o comunque tali da comprometterne l'efficacia, e dimostrando le sue buone condizioni generali, già peraltro constatate ed ammesse dai vari tecnici durante le diverse fasi osservative e progettuali finora svolte.

Le analisi condotte in occasione del presente lavoro ed i risultati delle indagini e delle osservazioni in loco hanno permesso di evidenziare come le opere di regimazione presenti in destra orografica del Torrente Bogna tra le sezioni indagate (D-E / F-G), per quanto è stato possibile verificare, presentino ad oggi uno stato di conservazione definibile buono, risultino protette efficacemente dalla presenza dei depositi alluvionali stabilizzati già citati e dai massi depositati al piede.

Attraverso l'attività di osservazione eseguita alla data del gennaio, del febbraio e marzo 2015 ed oggetto del presente rapporto tecnico, è stata rilevata una situazione che di fatto conferma l'efficacia degli interventi di sistemazione idraulica finora attuati, (già espresse nelle considerazioni sull'efficacia degli inetrventi di sistemazione idraulica eseguiti, importo progetto: €. 1.755.953,46 DDGR n. 3/28354 del 14/10/1999 e n. 66-

29555 del 1/03/2000 a firma dell'Ing. Gian Piero Zanetta redatta in data 20 gennaio 2005), specie in relazione alla presenza dei consistenti depositi alluvionali costituiti dai terrazzamenti tuttora presenti e sufficientemente stabilizzati, che garantiscono un'efficace azione di protezione dei tratti d'argine interessati; questa circostanza ha giustificato altresì a suo tempo, in accordo con l'Ente Appaltante (Comunità Montana Valle Ossola), la non esecuzione delle opere previste dal progetto originale generale relative alla sottomurazione del tratto d'argine in oggetto, ed alla costruzione di due ulteriori soglie.

Le opere a valle del ponte di Mocogna non sono state eseguite completamente secondo le previsioni del Cronoprogramma, steso nell'ambito della redazione dello Strumento Urbanistico vigente a cura del Dott. Francesco D'Elia, Geologo incaricato, relativamente all'aspetto riguardante il rischio idrogeologico.

Il Cronoprogramma allegato al PRGC vigente fa infatti riferimento al suddetto progetto a livello definitivo nella sua definizione (2002) antecedente alla conclusione delle conferenze di Servizio sul progetto a livello definitivo del marzo 2003.

Tale incongruenza è da intendersi però superata dalla scelta, ufficialmente formalizzata in sede di Conferenza dei Servizi Tecnici, di non eseguire la costruzione di 5 briglie, ma solo di tre, grazie alla favorevole presenza del terrazzamento alluvionale stabilizzato ed il sistema di massi sistemati in occasione dell'intervento eseguito, condizioni che garantiscono la protezione dei tratti di argine interessati.

Pertanto gli interventi mitigativi previsti nel Cronoprogramma sono da intendersi riferiti ai lavori di cui al progetto adeguato in considerazione della presenza dei terrazzamenti suddetti.

Il Cronoprogramma, con riferimento al Torrente Bogna, afferma che con la realizzazione degli "*interventi previsti*" di cui al secondo punto si annulla il rischio per le aree ascritte alla Sottoclasse IIIB2 poste a tergo dell'arginatura esistente in sponda idrografica destra del torrente Bogna (Muraccio).

Considerata quindi la sostanziale attuazione degli interventi previsti dal Cronoprogramma, e la formalizzazione ufficiale delle modifiche apportate al punto 2 dello stesso da parte dell'Ente competente in sede di Conferenza dei Servizi, verificata la presenza dei depositi alluvionali, e l'efficacia della già dichiarata azione protettiva dagli stessi esercitata, si ritiene che il rischio possa considerarsi annullato, come dalle conclusioni già indicate nel Cronoprogramma stesso.

Il tratto D-E in sponda destra, già a suo tempo (2005) è stato giudicato sicuro dall'Ing. Gianpiero Zanetta, almeno per un singolo evento di piena, anche eccezionale; questa assunzione viene qui confermata, estendendola anche al tratto F-G posto più a valle, il quale si trova in uno scenario analogo.

Si può quindi affermare la sufficienza strutturale dei tratti D - E ed F - G di argine esaminati, sia per le loro buone condizioni generali, ma soprattutto grazie all'efficace azione protettiva esercitata dai consistenti terrazzamenti alluvionali stabilizzati, citati in tutti gli studi, e dal materiale di buona pezzatura sistemato al piede durante l'attuazione dell'ultimo intervento di costruzione delle soglie.

Il primo punto del Cronoprogramma (2007), riferito al tratto a monte del ponte di Mocogna, prevede la realizzazione di arginature per tratti di lunghezza 210 m (in sponda sinistra) e 250 m (in sponda destra); tale prescrizione ascrive alla classe IIIb2 le aree tra la SP di Bognanco ed il piede del versante, e quelle sul lato opposto della S.P. per una fascia di 25 – 30 m sino all'incrocio di via Vagna. Il livello di rischio permane fino a che non verranno realizzate le opere di difesa previste dallo studio Brambati-Zanetta.

Come evidenziato dallo studio dell'Ing. Priotto (2010), in questo tratto sono presenti opere di difesa (gabbionate e arginatura in massi a faccia piana intasati in cls in buono stato di conservazione), scarpata naturale in erosione (assenza di protezione).

Attraverso il progetto di cui all'intervento 4 del paragrafo 4 del presente Rapporto (Paoletti, A.I. Studio), venivano infatti eseguiti a monte del ponte di Mocogna, parte degli interventi indicati dallo studio di cui al punto 3.2 (Brambati-Zanetta-Marangon):

Sponda destra
Tratto B-C (tra canale di scarico della centrale idroelettrica e ponte Mocogna):
- realizzazione di nuova difesa spondale inferiore, in linea con la pila del ponte, in massi alla rinfusa intasati a tergo con calcestruzzo, di altezza ml. 2 rispetto al fondo alveo - sviluppo complessivo ml. 40;
- realizzazione di difesa spondale superiore, a tergo della precedente, nel tratto tra l'ammasso roccioso e la spalla del ponte, in massi squadrati intasati in calcestruzzo - sviluppo ml. 40 circa.

Sponda sinistra
Tratto A-B (tra parete rocciosa e ponte Mocogna)
- rialzo dell'intero sviluppo del muro in c.a. esistente tra la parete rocciosa e la spalla del ponte (muretto in c.a. di altezza cm. 100 e sviluppo ml. 120);
- rifacimento, nel tratto immediatamente a monte del ponte, della protezione al piede del muro in c.a., a ripristino delle opere rimosse dalla corrente di piena durante l'evento del 2000, con realizzazione di scogliera in massi squadrati di grossa pezzatura (kg. 2.000) alla rinfusa intasati in calcestruzzo, per uno sviluppo di ml 60.

Si ha quindi una parziale realizzazione delle opere previste dal punto primo del Cronoprogramma: in sponda sinistra, a protezione dell'abitato di Mocogna sono stati eseguiti gli interventi sopra elencati, anche se non rigorosamente coincidenti con le previsioni del Cronoprogramma, ma ritenuti accettabili, mentre in sponda destra le opere realizzate riguardano solo il tratto compreso tra il canale di scarico della centrale idroelettrica ed il ponte di Mocogna, mentre il Cronoprogramma prevede la realizzazione di un tratto di arginatura dello sviluppo di 250 m, non eseguito; la situazione è quella descritta nel suo Studio dall'Ing. Priotto. A rigore, si può concludere che il rischio per le aree in sottoclasse IIIB2 poste tra la strada Provinciale per Bognanco e il piede del versante e per quelle situate sul lato opposto per una fascia di ampiezza pari a 25/30m sino all'incrocio con la strada di Borgata Castanedo, (si allega stralcio) **non possa ritenersi annullato in quanto non sono state eseguite tutte le opere previste dal Cronoprogramma**.

In relazione alla situazione a valle del ponte della linea ferroviaria fino alla foce, ed alle opere di difesa in sponda sinistra, si rimanda alle conclusioni di cui ai precedenti studi in atti.

Con la presente indagine si svolge quindi il compito deputato all'Amministrazione Comunale di assumersi l'impegno di sorvegliare sulla funzionalità delle opere di sistemazione idrogeologica presenti, ovvero di certificare lo stato di conservazione delle opere così come prescritto nelle NTA per le classi di idoneità urbanistica IIIB.

La certificazione dovrà essere ovviamente riconfermata nel tempo, a seguito di eventi di carattere alluvionale significativi e, comunque, con cadenza annuale, sulla base di verifiche ed ispezioni puntuali. Le conclusioni qui riportate certificano la situazione di fatto alla data di redazione di questo rapporto.

Trattandosi infine di fenomeni di rischio di carattere geomorfologico, la presente verifica non esula dall'accettazione della inevitabile condizione di rischio residuale, e quindi dalla presenza di un adeguato Piano di Protezione Civile che definisca puntualmente i diversi scenari di evacuazione nell'eventualità di evoluzioni negative di una situazione di emergenza in questa sede ragionevolmente non prevedibile.