

## INDICE

1	PREMESSA	4
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE	6
2.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	6
2.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE	6
2.3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRUTTURALE LOCALE	8
2.4	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	9
3	ANALISI STORICA	11
4	COMMENTO DELLA DOCUMENTAZIONE CARTOGRAFICA DI BASE	12
4.1	CARTA GEOLOGICA (TAVOLA 1)	12
4.1.1	Cenni metodologici	12
4.1.2	Commento della carta realizzata	12
4.2	CARTA GEOMORFOLOGICA (TAVOLA 2)	16
4.2.1	Cenni metodologici	16
4.2.2	Commento della carta realizzata	17
4.3	CARTA GEOIDROLOGICA (TAVOLA 3)	20
4.3.1	Metodologia applicata	20
4.3.2	Commento della carta realizzata	20
4.4	CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO (TAVOLA 4)	22
4.5	CARTA DELLA CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA (TAVOLA 5)	23
4.5.1	Considerazioni generali	23
4.5.2	Commento della carta realizzata	23
4.6	CARTA DEGLI EFFETTI ALLUVIONALI (TAVOLA 6)	25
4.6.1	Metodologia applicata	25
4.6.2	Commento della carta realizzata	25
4.7	CARTA DELLE OPERE DI DIFESA (TAVOLA 7)	25
4.7.1	Metodologia applicata	25
4.7.2	Commento della carta realizzata	26
4.8	CARTA DELL'ACCLIVITÀ (TAVOLA 8)	26
4.8.1	Metodologia utilizzata	26
4.8.2	Commento della carta realizzata	27
5	ANALISI DI DETTAGLIO DEI RII RIOCELLO, VALLE D'OVIGO E CUI	28
5.1	ANALISI DEI DATI CLIMATICI	30
5.1.1	Generalità	30
5.1.2	Metodologia utilizzata	32
5.1.3	Commento dati ottenuti	34
5.2	ANALISI MORFOMETRICA	36
5.2.1	Generalità	36
5.2.2	Metodologia utilizzata	36
5.2.3	Commento ai dati ottenuti	37
5.3	ANALISI IDROLOGICA	39
5.3.1	Analisi pluviometrica	39
5.3.2	Calcolo delle portate di massima piena	42
5.3.3	Trasporto solido	45
5.3.4	Verifica delle sezioni di deflusso	49

6	CARTA DELLA PROPENSIONE AL DISSESTO (TAVOLA 9)	56
6.1	CONSIDERAZIONI GENERALI	56
6.2	COMMENTO DELLA CARTA REALIZZATA	56
7	ANALISI DEI VINCOLI PREVISTI DAL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (ALL. 5) E DEL DPCM TOCE IN RAPPORTO ALLO STRUMENTO URBANISTICO	59
8	CARTOGRAFIA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E DELL'IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA	61
8.1	CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E DELL'IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA ESTESA ALL'INTERO TERRITORIO COMUNALE ED ALLA SCALA DI PIANO (TAVOLA 10 E TAVOLA 11)	63
8.1.1	Cenni metodologici	63
8.1.2	Commento alla carte realizzate	63
9	MECCANISMO ATTUATIVO DELLE OPERE DI RIASSETTO – CRONOPROGRAMMA	66
10	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	68
11	BIBLIOGRAFIA	72

ELENCO ELABORATI

- *Relazione* – REL 1 (GIUGNO 2002 – AGG. OTTOBRE 2002 – 2° AGG. FEBBRAIO 2003)
- *Relazione geologico-tecnica* – REL 2 (FEBBRAIO 2003)
- *Schede storiche* – ALL 1 (OTTOBRE 2002)
- *Schede delle opere di difesa idraulica* – ALL 2 (GIUGNO 2002)
- *Schede di rilevamento dei conoidi* - ALL 3 (GIUGNO 2002)
- *Schede di rilevamento dei processi lungo la rete idrografica e di censimento dei fenomeni franosi* – All 4 (GIUGNO 2002)
- *Stralcio delle cartografie Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e DPCM* – All 5 (GIUGNO 2002 – AGG. OTTOBRE 2002)
- *Stralcio verifiche idrauliche pregresse* – ALL 6 (GIUGNO 2002)
- *Carta geologica* (scala 1:15.000) – TAV 1 (GIUGNO 2002)
- *Carta geomorfologica e dei dissesti* (scala 1:15.000) – TAV 2 (GIUGNO 2002 – AGG. OTTOBRE 2002 – 2° AGG. FEBBRAIO 2003)
- *Carta geoidrologica* (scala 1:15.000) – TAV 3 (GIUGNO 2002 – AGG. OTTOBRE 2002)
- *Carta del reticolo idrografico* (scala 1:15.000) – TAV 4 (OTTOBRE 2002)
- *Carta litotecnica* (scala 1:15.000) – TAV 5 (GIUGNO 2002)
- *Carta degli effetti alluvionali* (scala 1:5.000) – TAV 6 (GIUGNO 2002 – AGG. OTTOBRE 2002)
- *Carta delle opere idrauliche* (scala 1:5.000) - TAV 7 (GIUGNO 2002 – AGG. FEBBRAIO 2003)
- *Carta dell'acclività* (scala 1: 15.000) - TAV 8 (GIUGNO 2002)
- *Carta della propensione al dissesto* – TAV 9 (OTTOBRE 2002 - AGG. FEBBRAIO 2003)
- *Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica* (scala 1:15.000) – TAV 10 (OTTOBRE 2002 - AGG. FEBBRAIO 2003)
- *Carta della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica alla scala di piano* (scala 1:2.000) – TAV 11 (GIUGNO 2002 – AGG. OTTOBRE 2002 - 2° AGG. FEBBRAIO 2003)
- *Cronoprogramma degli interventi di riassetto* (scala 1:5.000) – TAV 12 (OTTOBRE 2002- AGG. FEBBRAIO 2003)

## 1 PREMESSA

Per far fronte all'esigenza dell'Amministrazione Comunale di Santa Maria Maggiore di approntare un nuovo Piano Regolatore Generale Comunale, lo Studio scrivente è stato incaricato di curare l'indagine geologica, geomorfologica e geologico-tecnica, al fine di valutare le necessità di sviluppo urbanistico in funzione dell'assetto del territorio.

L'intera indagine, redatta in data giugno 2002, è stata valutata preliminarmente nel corso del 1° incontro interdisciplinare per l'espressione dei pareri sui P.R.G.C., tenutosi a Verbania in data 25.07.2002. A seguito delle indicazioni avanzate dai funzionari regionali appartenenti ai diversi Settori competenti, sono state effettuate alcune integrazioni ritenute necessarie per il completamento dello studio in parola.

Ulteriori integrazioni sono state sviluppate a seguito del secondo incontro interdisciplinare del 12.12.02, in relazione alle richieste prescrittive delle Direzioni Regionali competenti.

Si precisa, a tal proposito, che tutto il presente studio è stato sviluppato in ottemperanza della Legge Regionale 5 dicembre 1977, n° 56 "*TUTELA ED USO DEL SUOLO*", e successive modifiche ed integrazioni, e delle indicazioni della Circolare del Presidente della Giunta Regionale dell'8 maggio 1996, n° 7/LAP "*SPECIFICHE TECNICHE PER L'ELABORAZIONE DEGLI STUDI GEOLOGICI A SUPPORTO DEGLI STRUMENTI URBANISTICI*".

In particolare, la citata Circolare, prescrivendo precise e rigorose indicazioni sulle modalità esecutive e sul tipo di documentazione cartografica da allegare, risulta essere un valido strumento di lavoro per la componente geologica nella pianificazione territoriale.

Sulla scorta delle indicazioni riportate della Circolare 7/LAP, il lavoro è stato sviluppato in due fasi principali, secondo il seguente schema:

- I. fase* analisi geologica, geomorfologica, idrogeologica e geologico-tecnica per la caratterizzazione basilare del territorio;
- II. fase* redazione delle carte di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica.

La terza fase, nella quale la carta della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica alla scala di piano verrà coniugata alle tavole urbanistiche e ad un cronoprogramma delle opere di riassetto, sarà sviluppata in seguito alla condivisione del quadro del dissesto da parte degli organi regionali competenti. In questo contesto sarà anche redatta la relazione geologico-tecnica ai sensi dell'art. 14 comma 2b della L.R. 56/77, per le aree interessate da nuovi insediamenti o da opere pubbliche di rilevante importanza.

Ogni tematismo analizzato, è supportato da una specifica rappresentazione cartografica, illustrante 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.

Il presente lavoro è stato dunque impostato, da una parte, sul rilievo geologico-geomorfologico, geoidrologico e geologico-tecnico generale, su base C.T.R. ridotta alla scala 1:15.000, riferito all'intero territorio comunale, e dall'altra sull'analisi delle opere di difesa e riassetto presenti, alla scala 1:5.000 su base C.T.R., dell'area di fondovalle e dei versanti incombenti.

Nella stesura del presente lavoro sono inoltre state prese in considerazione le direttive della Nota Tecnica Esplicativa alla Circolare 7/LAP e del progetto di Piano Assetto Idrogeologico, oltre all'analisi dei vincoli imposti dal D.P.C.M. 7/12/95.

## 2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE

### 2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il territorio di Santa Maria Maggiore è ubicato in posizione intermedia nella Val Vigizzo, Alpi Lepontine, e si sviluppa in gran parte sul versante settentrionale della stessa sino a raggiungere la Valle Onsernone e la Valle Isorno (P.zo di Lago Gelato – 2616 m s.l.m. - e P.zo Medaro – 2551 m s.l.m.) ed il confine svizzero.

Ad oriente la zona è delimitata dal confine svizzero, dal P.zo Ruggia (2289.7 m s.l.m.) e dall'asta principale del Torrente Melezzo Orientale; il confine occidentale è costituito dalla testata del Torrente Isorno, dalla Pioda di Crana (2429.8 m s.l.m.), dal P.zo La Scheggia (2466.4 m s.l.m.), dal Monte Mater (2026 m s.l.m.) e dall'asta del Rio Cui.

Le propaggini meridionali del territorio comunale si estendono sino al versante opposto della Val Vigizzo, a quote maggiori di 2000 m s.l.m. (Costa Nera – P.zo Nona), sino a sconfinare per un breve tratto in Valgrande.

Su base cartografica il territorio è rappresentato nel Foglio n° 16 “Cannobio” e Foglio n° 15 “Domodossola” della Carta d'Italia in scala 1:100.000; è inoltre rappresentato nelle Carte Tecniche Regionali, in scala 1:10.000, Sezioni n° 052020 – 052060 – 052090 - 052100 – 052140 – 036140 .

In considerazione del fatto che gran parte del territorio è prettamente montano, con quote mediamente elevate, e che le zone di abitato si concentrano nella parte centrale, lo studio di dettaglio è stato concentrato soprattutto nella porzione di fondovalle, fino allo spartiacque del Torrente Melezzo a nord e fino allo spartiacque della Costa di Fracchia a sud, dai qualei si originano i vari processi morfogenetici che direttamente interessano le aree abitate.

### 2.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

L'orogenesi alpina ha portato alla formazione di una catena a falde, risultato diretto della collisione tra due paleocontinenti, africano ed europeo, e della conseguente subduzione della crosta oceanica interclusa.

L'arco montuoso costituito dalle Alpi può essere suddiviso in quattro domini strutturali composti a loro volta da unità tettoniche minori, rappresentati dalle falde di ricoprimento. Seguendo la successione dalle zone interne meridionali a quelle esterne settentrionali, si incontrano:

1. DOMINIO SUDALPINO - costituito dalle zone meno deformate del margine continentale Adriatico e caratterizzato da due unità principali (Serie dei Laghi e Zona Ivrea-Verbanò) che formano il basamento cristallino delle Alpi Meridionali;
2. DOMINIO AUSTRALPINO - composto da elementi crostali paleoafricani e rappresentato dalla “Zona Sesia - Lanzo”; la linea del Canavese lo separa dal dominio precedente,

linea che segna il passaggio tra catena a vergenza africana o sud-vergente (Sudalpino) e catena a vergenza europea (Austroalpino, Pennidico ed Elvetico - Delfinese); una fascia modesta e discontinua di ofioliti piemontesi mesozoiche lo separa dal Dominio Pennidico;

3. DOMINIO PENNIDICO - costituito dai resti del prisma di accrezione formatosi nel Cretaceo e da lembi della crosta oceanica della Tetide; è suddivisibile in Dominio Pennidico Superiore, rappresentato dalla "Zona Monte Rosa" e costituito, insieme al Pennidico Medio, da elementi crostali paleoeuropei; Dominio Pennidico Medio, che decorre con andamento sub-parallelo alla linea tettonica Centovalli - Sempione e al fondovalle della Val Vigizzo, è separato dal Pennidico Superiore per mezzo di ofioliti mesozoiche ed è costituito dalla "Serie Moncucco - Orselina", localmente chiamata "Serie Orselina"; Dominio Pennidico Inferiore, affiorante al di sotto della linea del Sempione e costituito dalle falde della "Pioda di Crana" e del "Monte Leone";
4. *Dominio Elvetico* - rappresenta il margine continentale paleoeuropeo con i rispettivi sedimenti permo-mesozoici sradicati.

Dal punto di vista geodinamico, l'evoluzione pre-alpina è segnata da una iniziale orogenesi paleozoica (?- 450÷300 Ma) dovuta alla subduzione della litosfera oceanica per attivazione di un margine convergente: diretta conseguenza è la formazione, in corrispondenza dell'Europa centrale, della Catena Ercinica, successivamente ridotta dall'erosione.

Il periodo Permo-Mesozoico è caratterizzato da distensione litosferica (290-150 Ma), con conseguente smembramento del megacontinente Pangea da parte di un ampio ma poco profondo bacino, la Neo-Tetide, che ricopre una crosta continentale continua. Spostamenti relativi dell'attuale Africa rispetto all'Eurasia culminano con un rifting continentale: la Pangea viene articolata in più placche, progressivamente separate da bacini che assumono progressivamente le caratteristiche di veri fondi oceanici. In particolare la storia evolutiva delle Alpi si sviluppa attorno all'oceano Ligure-Piemontese ed al suo prolungamento nord-orientale.

Alla fine del Giurassico, variazioni nelle velocità di spostamento delle placche in concomitanza a movimenti rotazionali comportano l'innescare di fasi di compressione tra i due blocchi continentali, che iniziano il loro avvicinamento: la crosta oceanica interclusa scorre verso Sud sotto il blocco africano, instaurando un processo di subduzione.

Queste condizioni convergenti coincidono con l'orogenesi alpina, che viene comunemente suddivisa in tre stadi principali.

*Fase eo-alpina* (130-70 Ma): consumato per subduzione il fondo oceanico e chiuso quindi l'oceano Ligure-Piemontese, la collisione della placca europea con quella africana porta alla

subduzione della prima sotto la seconda; si formano così falde a vergenza europea e si generano le unità ofiolitiche.

*Fase meso-alpina* (45-35 Ma): dopo un periodo di stasi, i movimenti subiscono un nuovo forte impulso. Si verifica l'ispessimento e l'espansione sul piano orizzontale della catena, dovuta all'aggregazione, alla pila delle falde eoalpine, di porzioni sempre più estese del margine passivo della placca europea. Il processo produce deformazioni duttili nei settori più caldi e metamorfici della pila delle falde, le prime grandi rotture dell'avampaese europeo ed il distacco delle coperture sedimentarie dal basamento in scorrimento al di sotto della parte frontale della catena, con deformazioni di sottili falde di scollamento. Nell'Oligocene superiore (33-29 Ma) si assiste ad una nuova fase di rilassamento, che permette l'intrusione di dicchi e corpi plutonici.

*Fase neo-alpina* (29-10 Ma): riprendono ad agire vigorosamente le azioni compressive. Si sviluppa in modo dominante la struttura a doppia vergenza: la catena alpina s.s. continua a propagarsi verso l'avampaese europeo, con formazione di nuove rotture litosferiche e di ulteriori sistemi di falde sempre più esterne e recenti. Il sistema Sud-vergente delle Alpi Meridionali, invece, si sviluppa sul versante interno, svincolato dalla catena a vergenza europea con l'attivazione del lineamento Periadriatico. La storia successiva delle Alpi è rappresentata dalla sua ulteriore frammentazione, dal suo sollevamento alla velocità media di circa un millimetro all'anno e dalla sua erosione.

### 2.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRUTTURALE LOCALE

L'area compresa tra la Val Vigizzo e la Valle Onsernone – Val Isorno rientra nel Dominio Pennidico che, formando la parte più profonda della catena alpina, è messo a nudo dall'erosione nella zona tra il Monte Rosa e la Val Malenco: in particolare si riconoscono la Serie Orselina e la Falda Pioda di Crana, entrambe vergenti verso Nord.

Più in particolare lungo il versante meridionale della Val Vigizzo, affiorano gli ortogneiss della "Zona Monte Rosa" (Pennidico superiore) e della, a metamorfismo alpino e derivati da graniti del Carbonifero: il substrato tettonico di questa unità è rappresentato da una sottile fascia di ofioliti mesozoiche (definite come "Zona di Antrona" e non affioranti nel territorio comunale). Lungo il fondovalle ed in parte sul versante settentrionale, affiorano le unità stratigraficamente sottostanti della "Serie Orselina", costituite in prevalenza da gneiss, paragneiss e da due scaglie di serpentiniti e di anfiboliti, appartenenti al sistema Pennidico medio del Gran San Bernardo. Questa unità appartiene al sistema delle "radici", attualmente definito come zona con giacitura molto inclinata (steep belt), ed è dissecata alla base dalla linea tettonica Centovalli-Sempione.



A settentrione, si individua il contatto tra Serie Orselina e le falde dell'unità "Pioda di Crana" (Pennidico inferiore), che affiorano estesamente, al di sopra della Linea delle Centovalli, fino alla valle del T. Isorno e sono rappresentate da gneiss granitoidi.

Dal punto di vista strutturale, la valle è percorsa dalla linea tettonica regionale Centovalli-Sempione, interpretata come faglia distensiva poco inclinata e da almeno tre sistemi tettonici locali responsabili dell'intensa fratturazione e dell'assetto locale delle unità del substrato.

In generale i banchi rocciosi che costituiscono queste unità mostrano una certa omogeneità giaciturale: nella parte più meridionale, in corrispondenza della Linea Centovalli - Sempione i paragneiss hanno una direzione prevalente NE - SW e, con il loro assetto sub-verticale, costituiscono un apparato radicale; procedendo verso Nord, invece, si ha una generale riduzione di inclinazione nei piani di scistosità delle differenti litologie.

Osservando con maggior dettaglio, si può notare come, spostandosi dal margine Sud-Ovest verso Nord, vari l'inclinazione sia dei paragneiss della Serie Orselina che degli gneiss della Zona Pioda di Crana; parallelamente al decrescere dell'inclinazione, si ha una modificazione dell'immersione che da SSE passa gradualmente ad E, o addirittura, a ENE. Nella zona di contatto tra la Serie Orselina e la Zona Pioda di Crana, le rocce mafiche ed ultramafiche assumono un'inclinazione elevata, probabilmente dovuta ad un diverso comportamento, rispetto alla deformazione, di queste rocce e degli gneiss della Zona Pioda di Crana, meno competenti.

#### *2.4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO*

La Valle Vigizzo costituisce un corridoio naturale di collegamento tra l'Ossola ed il Verbano, rappresentando dunque una facile e diretta via di comunicazione tra le due valli.

Dal punto di vista morfologico la Valle Vigizzo è una valle di tipo conseguente rispetto al tracciato della Valle Ossola e sospesa rispetto ad essa, denunciando la sua chiara origine glaciale. Caratteristica è infatti la soglia di Masera, alla confluenza tra il T. Melezze occidentale con il F. Toce, solo minimamente mascherata dagli ampi conoidi di deiezione del Melezze stesso e del T. Isorno.

Il tracciato vallivo è impostato lungo il lineamento tettonico regionale Centovalli - Sempione che, con direzione approssimativa Ovest-Est, disseca la valle sino all'altezza di S. Maria Maggiore, insinuandosi quindi lungo il corso del T. Isornino. Le valli secondarie sono anch'esse di tipo conseguente, con prevalente andamento ortogonale rispetto all'asse vallivo principale: fanno eccezione evidente i corsi d'acqua maggiori presenti sul versante meridionale, con evidente controllo tettonico.

La morfologia della valle è tipicamente glaciale, con "spalle" ben visibili lungo i versanti ed un profilo concavo, in parte regolarizzato al fondovalle dall'accumulo dei sedimenti di facies

fluvioglaciale e di conoide. La confluenza tra i numerosi corsi d'acqua del reticolo idrografico e l'asse vallivo è caratterizzata infatti da numerosi e ampi conoidi di deiezione, sovente reincisi, coalescenti e terrazzati dai corsi d'acqua principali. Morfologie di origine glaciale si riscontrano inoltre alla testata dei principali corsi d'acqua, che reincidono gli antichi circhi glaciali: ben evidenti sono quelli del T. Melezzo orientale.

Altra caratteristica della Valle Vigizzo è data dalla presenza di due sbarramenti di ablazione glaciale in corrispondenza degli abitati di Re e di Gagnone che hanno dato luogo alla sedimentazione di depositi fini, con abbondanti resti vegetali, attribuiti a facies lacustri interglaciali. Infine, a livello morfologico generale, si evidenzia come la forma valliva sia influenzata nettamente dalla presenza di un displuvio di fondovalle, di origine glaciale, posto al confine tra gli abitati di S. Maria Maggiore e Druogno, dando origine ai due corsi d'acqua principali, con opposta direzione di scorrimento, costituiti dal Melezzo occidentale ed orientale.

Il reticolato idrografico minore è caratterizzato in genere da pattern subdendritici o subparalleli, per quanto riguarda i corsi d'acqua che scorrono lungo il versante meridionale (esposto dunque a nord) mentre appare più ramificato (dendritico) per i corsi d'acqua del versante opposto, vergente a sud. Entrambi i reticoli possiedono comunque aste principali prevalentemente rettilinee, con deviazioni nette chiaramente influenzate dai lineamenti tettonici locali.

I processi morfogenetici tuttora attivi sono da riferire principalmente alla forte energia di rilievo che caratterizza la valle, con corsi d'acqua che non hanno ancora raggiunto il profilo di equilibrio, elevata acclività dei versanti con coperture di diamicton o colluvi a matrice fine, intensa fratturazione del substrato roccioso. Tali fattori sono predisponenti di violente attività torrentizie, con elevato trasporto solido dovuto sia ad erosione diretta che a frane per scalzamento e per degradazione, e di dissesti coinvolgenti prevalentemente la coltre superficiale, pur non mancando crolli variamente diffusi.

### 3 ANALISI STORICA

In base alle prescrizioni della Circolare 7/LAP, le analisi e gli studi geologici devono essere preceduti da una ricerca storica il più possibile approfondita, che costituisce il fondamento di un'analisi territoriale.

Secondo quanto riportato dalla Circolare sopra citata, "Nello sviluppo della ricerca storica, occorre che siano svolti specifici studi volti ad acquisire il patrimonio conoscitivo sui processi di instabilità pregressi mediante accurate ricerche da svolgere presso gli archivi locali, ove possibile integrate da testimonianze dirette (almeno per gli eventi più significativi). La raccolta e l'analisi delle notizie storiche inerenti i dissesti debbono consentire, per l'area in esame, la ricostruzione cronologica degli eventi e degli effetti, la descrizione delle principali tipologie dissestive e la localizzazione delle zone particolarmente colpite".

In quest'ottica, la ricerca storica degli eventi inerenti, in generale, fenomeni di dissesto avvenuti in passato si rivela uno strumento utile per definire le aree maggiormente soggette a tali fenomeni, e caratterizzate quindi da un alto grado di pericolosità geomorfologica.

L'Amministrazione Comunale ha inoltrato in data 19.06.02 la richiesta di notizie storiche alla Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione, Settore Studi e Ricerche Geologiche – Sistema Informativo Prevenzione Rischi della Regione Piemonte, che ha fornito le schede del Sistema Informativo Geologico con lettera del 18.07.2002. Inoltre è stata condotta una ricerca presso la Comunità Montana Valle Vigizzo, che non ha fornito particolari risultanze.

Gli elementi rinvenuti fanno riferimento principalmente all'evento alluvionale del 7 agosto 1978, che ha colpito pesantemente l'intera valle; di interesse per il presente lavoro, sebbene non sia riferibile ad eventi calamitosi, è la deviazione dei rii Valle d'Ovigo (Buttogno) e Cui (Pregrosso) alla fine degli anni '60, dalla zona del Pian delle Lutte (ex area paludosa) nella quale si disperdevano in origine, nel torrente Riana (da "Invito alla Valle Vigizzo" di Paolo Norsa, Dante Giovannacci ed., Domodossola 1970).

Nell'allegato 1 – SCHEDE STORICHE sono riportati gli effetti alluvionali relativi al grande evento del 1978 oltre a quelli, di minor entità, relativi all'evento del 1961 che hanno interessato il torrente Melezzo e alcuni suoi affluenti e del 1177, caratterizzato dalla piena del torrente Melezzo.

## 4 COMMENTO DELLA DOCUMENTAZIONE CARTOGRAFICA DI BASE

### 4.1 CARTA GEOLOGICA (TAVOLA 1)

#### 4.1.1 Cenni metodologici

Per quanto riguarda la redazione della carta geologica si è fatto innanzitutto riferimento alla bibliografia geologica ufficiale (Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000 - Foglio 16 "Cannobio", Foglio 15 "Domodossola" – "Carta Geolitologica delle Valli Vigezzo, Fenechio e Basso Isorno" del Servizio Geologico della Regione Piemonte, in scala 1:25.000) e al rilevamento geologico inedito della Dr. P. Lazzaroni "Problematiche geologico-applicative per la realizzazione della strada di collegamento tra la Valle Vigezzo e la Valle dei Bagni di Craveggia, con particolare riguardo al tratto a cielo aperto compreso tra le sezioni 1 e 220" (Tesi di Laurea, A.A. 1997-1998, Università degli Studi di Milano – Dip. Scienze della Terra). Si sono inoltre seguite le indicazioni riportate dal Quaderno Serie III volume 1 pubblicato dal Servizio Geologico Nazionale e quanto riportato nella pubblicazione "Le Alpi dal Monte Bianco al Lago Maggiore" – Guide Geologiche Regionali, BE-MA ed., 1992, S.G.I.

Essendo il territorio comunale caratterizzato dalla presenza di depositi superficiali pleistocenici ed olocenici e da una intensa attività tettonica, per la redazione della carta geologica si è proceduto inoltre allo studio delle fotografie aeree, che hanno permesso di distinguere i lineamenti tettonici fondamentali su base principalmente morfologica. Si è quindi proceduto alla verifica sul terreno, anche attraverso l'analisi degli affioramenti presenti lungo sezioni naturali e/o artificiali.

#### 4.1.2 Commento della carta realizzata

Dal rilevamento in sito e dall'analisi delle fotografie aeree, sono state individuate le differenti unità litologiche, di seguito brevemente descritte. Per una migliore illustrazione dell'assetto stratigrafico-strutturale, nella carta è stato inserito anche uno schema geologico-strutturale, tratto dalla Carta Geolitologica delle Valli Vigezzo, Fenechio e Basso Isorno (1981) del Servizio Geologico, Assessorato alla Pianificazione Territoriale, della Regione Piemonte.

### UNITA' del SUBSTRATO

#### ZONA PIODA DI CRANA

La Zona Pioda di Crana è l'unità strutturale inferiore ed affiora con continuità nella valle del Melezzo Orientale e nelle Valli Onsernone e Isorno, a Nord dello spartiacque.

*Knup* l'ha petrograficamente divisa in zona meridionale e settentrionale: nella prima sono prevalenti gneiss a feldspato alcalino e a due miche, con struttura finemente granulare; nella seconda predominano gli gneiss biotitici ad oligoclasio ed a grana da piccola a media, raramente occhiadini.

Paragneiss - questo litotipo è delimitato da contatti graduali e presentano una serie di termini di passaggio con le litologie adiacenti (gneiss, micascisti). Sono rocce a grana minuta e media, con tessitura scistosa e colori variabili dal bruno al grigio, fino a grigio - verde per la presenza dell'anfibolo (orneblenda). Il quarzo compare spesso sotto forma di filoncelli che seguono la scistosità, come, per esempio, lungo lo spartiacque. In alcuni campioni è possibile riconoscere macroscopicamente individui di granato di buone dimensioni.

Si possono osservare inoltre caratteristiche bandature che sfumano una nell'altra: sono dovute ad alternanze chiaro - scure non molto nette mentre le lineazioni sono dovute alla disposizione orientata delle miche sui piani di scistosità.

Micascisti a granato e staurolite - i micascisti sono percentualmente scarsi rispetto agli altri litotipi e sono caratteristicamente presenti in orizzonti di potenza limitata (da pochi centimetri fino a 4 - 5 m). Sono ricchi di granati che raggiungono anche buone dimensioni e presentano una colorazione grigio - brunastra, con riflessi argentei dovuti alle miche che, presenti in notevole quantità, conferiscono, in alcuni punti, una scistosità molto accentuata. Questa è stata interessata da una forte crenulazione, ben visibile.

I due litotipi, paragneiss e micascisti, non cartografati separatamente, affiorano nei pressi della Colma ed in alcune incisioni torrentizie, prospicienti il fondovalle.

Gneiss - sono caratterizzati da un'alternanza di bande chiare, più ricche di muscovite, e scure, con spessore variabile anche nell'ambito dello stesso affioramento. La grana è sempre minuta; in alcuni campioni sono visibili "occhi" feldspatici, allungati secondo la scistosità, con lunghezze dell'ordine del centimetro. La struttura è gneissica, variabile da scistosa, con andamento per lo più planare, ad occhiadina, mentre la tessitura è listata e tabulata.

Da un confronto con gli ortogneiss della Serie Orselina, risulta che gli gneiss della Zona Pioda di Crana si differenziano praticamente solo per la grana più minuta e per una maggiore laminazione.

Esiste una zona di passaggio tra la Serie Orselina e la Zona Pioda di Crana, costituita da gneiss massicci scarsamente micacei e da intercalazioni più fini, scistose, con granato ed alto contenuto micaceo (paragneiss). Questa alternanza affiora nella zona compresa tra la Piana di Vigizzo e le Bocchette di Muino.

#### UNITA' ORSELINA – ZONA MONTE ROSA

Le unità di questa serie si trovano in posizione strutturale superiore rispetto alla Zona Pioda di Crana. Caratteristica di tale zona è la stratificazione concordante di tutte le specie di rocce che la costituiscono e la loro tipica struttura a ventaglio.

Paragneiss anfibolitici - sono molto frequenti al contatto tra la Serie Orselina e la Zona Monte Rosa. Hanno colorazione grigio scura, a volte rossastra probabilmente per una patina di alterazione, e tessitura scistosa molto marcata. Presentano intercalazioni da centimetriche a metriche di anfibolite di colore verde scuro con grana variabile da minuta a media, che formano masserelle scistose e pieghettate incluse negli gneiss.

Pegmatiti (non cartografate) - i filoni pegmatitici, essendo prodotti anatettici, testimoniano un aumento della temperatura; nella zona rilevata questo graduale riscaldamento si è sviluppato da Ovest ad Est, dove infatti le pegmatiti sono più numerose.

Secondo *Knup* esse sono, con buona probabilità, da riferire a due distinte generazioni: endogena l'una, esogena ed un po' più tarda l'altra. Le prime, concordanti rispetto la roccia incassante, sono ben distinte, di potenza per lo più esigua (qualche decimetro) e piuttosto affini nella distribuzione dei medesimi componenti; le seconde, discordanti, spiccano facilmente sia per la potenza maggiore, sia per l'irregolarità dell'infiltrazione e dell'andamento generale che per la grossezza della grana. Comunque sono tutte più o meno granatifere, anche tormalinifere, qualche volta berillifere.

*Roggiani* sostiene che i giacimenti filoniani sono i più interessanti per la presenza, fra i componenti secondari, del berillo oltre che della tormalina e dei granati e, fra gli accessori, di specie minerali anche rare. Presso il Piano del Lavonchio (lungo l'alveo del Rio Vasca), i blocchi di pegmatite presenti nei detriti e nei residui del materiale scavato circa trent'anni fa per sistemare le tubazioni dell'acquedotto hanno fornito materia per una lunga serie di studi che, iniziati nel 1882, continuano ancora.

In essa sono stati rinvenuti : quarzo, feldspati, biotite e muscovite, granato (almandino e spessartina), ilmenite, tormalina nera, berillo, columbite e, qui riscontrati in natura per la prima volta, struverite e delorenzite; quest'ultima è stata poi identificata con la tanteuxenite. L'elenco comprende anche ortite, zircone, bismutinite, titanite, clinozoisite, laumontite, pirite, apatite e tapiolite, allanite, monazite e xenotime.

Gneiss granitoidi o flaserigneiss - gli gneiss granitoidi della Serie Orselina sono rocce metamorfiche, derivate probabilmente da graniti a grana grossolana, di colore grigio chiaro, grana medio-grossolana e tessitura che varia da occhiadina a flaser per la presenza dei caratteristici occhi di feldspato potassico molto appiattiti, fino a laminata, dove questi ultimi sono difficilmente riconoscibili.

Questo litotipo affiora estesamente nel settore centro-meridionale dell'area in esame, lungo la Costa di Fracchia e nel settore meridionale. Si presenta in banchi di differente spessore in cui a volte prevalgono bande chiare, separate tra loro da sottili letti micacei e lenti allungate e schiacciate, costituite in massima parte da elementi leucocratici. La lineazione è determinata dalle miche orientate decisamente in letti paralleli.

Anfiboliti - le metabasiti (anfiboliti e serpentiniti) caratterizzano un piccolo settore dell'area rilevata e costituiscono un lembo "spremuta" tra i paragneiss ed i sovrastanti ortogneiss dal comportamento più rigido. Hanno grana fine, colore verde scuro e sono micropieghettate, ovvero presentano minuscole ondulazioni dovute al corrugamento. La tessitura è massiccia, mentre la foliazione appare poco evidente.

Serpentiniti - le rocce ultramafiche, serpentiniti e peridotiti, sono strettamente associate alle anfiboliti ed affiorano a sud del territorio comunale. La roccia, intensamente laminata, ha colore verde ferruginoso e contiene, oltre che olivina, molto anfibolo.

In genere le serpentiniti sono di colore scuro, con porzioni più chiare orientate secondo la scistosità, costituite da plaghe di talco e clorite, o tremolite e clorite. La roccia è grigio-verde su superficie fresca, tendente al rossiccio su quella alterata. Di aspetto compatto, è untuosa al tatto e con tessitura massiccia.

Le porzioni periferiche del corpo ultramafico sono sovente rappresentate da scisti cloritico-anfibolitici, sempre di colore verde e intensamente micropieghettati.

## UNITA' QUATERNARIE

### DEPOSITI GLACIALI

Consistono prevalentemente di diamict con blocchi e ciottoli da subangolosi a subarrotondati, in abbondante matrice limo-argillosa, riferibili a facies glaciali di fondo (till di alloggiamento) e presenti soprattutto nella zona settentrionale del territorio. Localmente sono presenti sedimenti a granulometria più grossolana, attribuibili a facies glaciali di ablazione.

I depositi in parola affiorano con buona continuità lungo il fondovalle del torrente Melezzo ed alla testata del T. Loana.

### DEPOSITI IN FACIES DI CONOIDE ALLUVIONALE E FLUVIALE S.L.

Corrispondono a sedimenti a tessitura prevalentemente grossolana, matrice sabbiosa, relativi a facies di conoide alluvionale, fluvioglaciali e fluviali, organizzati in terrazzi digradanti verso il fondovalle principale. Sono stati suddivisi in base alla loro posizione stratigrafica, dai più antichi fino ai sedimenti degli alvei attuali, sebbene non sia stata definita la successione cronostratigrafica, non avendo a disposizione elementi utili per effettuare datazioni precise.

In particolare si individua una prima fascia altimetricamente più elevata, costituita da una serie di conoidi coalescenti, in gran parte smembrate dall'erosione, sulla quale insiste l'abitato di Buttogno, alla quale seguono sedimenti in facies di conoide di deiezione e fluviale che costituiscono la piana sulla quale è sito il capoluogo e, in successione, i lembi dei terrazzi leggermente ribassati rispetto alla piana, in facies prevalentemente fluviale. Come unità litostratigrafiche posteriori sono stati distinti i sedimenti in facies di conoide

riattivabile, che costituiscono la zona occidentale e la fascia meridionale del fondovalle mentre le facies di barra longitudinale e di canale degli alvei attivi, prevalentemente ciottolosi, rappresentano l'ultima unità litostratigrafia rinvenuta.

#### DEPOSITI DI VERSANTE

Sono costituiti da sedimenti a granulometria eterogenea in funzione dei meccanismi deposizionali responsabili della loro messa in posto. Sono stati infatti raggruppati in questa unità sia depositi detritici di versante, grossolani, stabilizzati e ricoperti da una coltre pedogenetica, sia depositi colluviali ed eluvio-colluviali, a tessitura prevalentemente fine. Questi depositi affiorano estesamente su tutto il territorio con spessori variabili nei vari settori.

#### FALDE E CONI DETRITICI

Rappresentano porzioni limitate del territorio comunale, posti in genere a quote elevate; sono costituiti da sedimenti a pezzatura grossolana ai quali a volte si interpongono accumuli di frane di crollo, non differenziate

#### LINEAMENTI TETTONICI

L'assetto strutturale dell'area, già in parte descritto nei capitoli precedenti, è governato dal passaggio, al fondovalle, della linea regionale delle Centovalli, interpretata come faglia distensiva poco inclinata, che divide in due parti le unità del Pennidico medio, della Serie Orselina. Ad essa si aggiungono tre grandi sistemi tettonici locali, rispettivamente con direzione W-E o WSW-ENE, parallelo alla linea delle Centovalli, NE-SW e NW-SE.

A questo sistema tettonico si adeguano con buona regolarità i reticoli idrografici dei corsi d'acqua e le valli entro le quali scorrono, sia relativamente al fondovalle principale, sia per gli alvei minori, con direzione normale rispetto all'allineamento predetto.

Nella tavola sono state inoltre riportate alcune depressioni con andamento parallelo al fondovalle, rinvenute nella zona terrazzata a monte dell'abitato (località Varsasca – Valle), verosimilmente attribuibili a lineamenti tettonici paralleli alla linea delle Centovalli

Nella carta geolitologica sono state indicate anche le misure giaciture dei piani di scistosità del substrato prequaternario, i conoidi alluvionali ed i conetti detritici.

### 4.2 CARTA GEOMORFOLOGICA (TAVOLA2)

#### 4.2.1 Cenni metodologici

Nella Tavola 2 sono riportati gli elementi morfologici principali, che consentono di individuare con immediatezza i grandi sistemi morfogenetici descritti. In particolare risalto sono gli apparati di conoide, che occupano quasi interamente il fondovalle e risultano ancora in parte attivi, le forme glaciali ubicate lungo i versanti, e le numerose forme di dissesto gravitativo. L'analisi dei processi geomorfologici è stata sviluppata alla scala



1:15.000, producendo la Carta geomorfologica e del dissesto, che costituisce la tavola di rappresentazione del dissesto relativo al territorio analizzato. Per la redazione della suddetta tavola sono state utilizzate le linee guida della "*LEGENDA REGIONALE PER LA REDAZIONE DELLA CARTA GEOMORFOLOGICA 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.*" edizione giugno 2002.

#### 4.2.2 Commento della carta realizzata

Numerose sono le forme rinvenute nel territorio in esame, riferibili ai processi di seguito descritti, e comunque raggruppabili in due grandi sistemi morfogenetici: il sistema glaciale e periglaciale, inattivo, il sistema fluviale e di versante, tuttora attivo, che si sovrappongono ad una base litologica interessata da diversi sistemi di fratturazione regionale e locale.

Al primo sistema sono da riferire le grandi forme presenti, quali morfologia tondeggiante dei fondovalle, orli di circo e creste, superfici blandamente ondulate e poco acclivi, ed i depositi ad esse relativi, ad abbondante matrice fine per i depositi glaciali, a pezzatura grossolana per i prodotti periglaciali.

Al sistema fluviale e di versante sono da riferire le forme giovanili del reticolo idrografico (valli a "V", ruscamenti concentrati, forre, ecc., ed i relativi depositi che hanno interessato soprattutto il fondovalle principale, costituiti in gran parte da apparati di conoide coalescenti, reinciati e terrazzati.

A questi due sistemi devono essere quindi ricondotti i processi di tipo gravitativo, che si esplicano sotto forma di frane superficiali, con diversi meccanismi di movimento, e di depositi detritici, interessanti vasta parte del territorio.

Nel caso di questi ultimi processi, è stata utilizzata la distinzione in forme attive e quiescenti. Secondo quanto espresso da BISCI & DRAMIS (1991), infatti, le *forme attive* sono quelle forme che si evolvono per mezzo dei processi morfogenetici che l'hanno originata 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.

Riguardo al modo di evoluzione della forma nel tempo, gli stessi Autori distinguono 4 differenti tipologie: forme ad attività continua, intermittente, alternata e ad attivazione unica. Il primo è il caso di movimenti continui, tipo creep, a velocità costante; il secondo è il caso di processi sismici, tettonici o vulcanici e di gran parte dei fenomeni franosi, con periodi lunghi di inattività che si interpongono a periodi molto più brevi di intensa attività; nel terzo caso si annoverano processi caratterizzati da periodi di lenta evoluzione alternati a periodi

ad evoluzione veloce, quali ad esempio i processi di erosione fluviale e calanchiva, i soliflussi, ecc.; l'ultimo infine caratterizza fenomeni di tipo catastrofico che si esauriscono in un unico evento. Come si può osservare quindi la distinzione tra le diverse modalità di evoluzione è direttamente legata ai tempi di ritorno, che possono variare in funzione ad esempio dei diversi ambienti sedimentari.

Anche le modalità di attivazione e di cessazione delle forme possono essere diverse: forme ad attivazione (o cessazione) improvvisa dell'attività (crolli) e graduale (erosione areale).

In funzione quindi dei tempi di ritorno, gli Autori propongono di inserire le forme ad attività continua, alternata o intermittente, con tempo di ritorno annuale, tra le forme attive s.s. mentre tra le forme quiescenti devono essere inserite quelle ad attività intermittente, con tempi di ritorno più lunghi, prodotte da agenti morfogenetici non presenti attualmente o presenti con bassa efficacia, ma che possono riprendere la loro attività senza richiedere cambiamenti sostanziali del sistema morfoclimatico.

Dato che nel caso dei movimenti franosi è difficile la valutazione di inattività delle forme, poiché l'agente geomorfico principale resta invariato (gravità) ma mutano solo le condizioni accessorie (acclività, litologia, precipitazioni, oscillazioni della falda, intagli artificiali, ecc.), si è preferito, nel territorio in esame, suddividere i processi gravitativi in attivi e in inattivi o quiescenti. A questi ultimi viene dunque attribuito un significato di potenziale rischio di attivazione al ripresentarsi delle condizioni accessorie di origine (e, in particolare, intense precipitazioni), sia in corrispondenza della singola forma sia sull'area limitrofa se caratterizzata dalle medesime condizioni al contorno.

#### FORME GLACIALI

Sono forme inattive e si distinguono in forme di accumulo e di erosione: tra le prime sono riconoscibili i cordoni morenici, non sempre ben conservati e non cartografati, ed i depositi glaciali s.l., a tessitura prevalentemente eterogenea in abbondante matrice fine; tra le seconde si annoverano le scarpate dei pianori glaciali.

Altre forme tipo rocce montonate e terrazzette erbose, rinvenibili saltuariamente nel settore settentrionale del territorio, non sono state cartografate date le loro ridottissime dimensioni.

#### FORME FLUVIALI, FLUVIOGLACIALI E DI VERSANTE

Si suddividono anch'esse in forme di accumulo e di erosione, con l'ulteriore distinzione tra forme attive ed inattive.

##### Forme di accumulo

Si segnalano i conoidi alluvionali, ed i depositi ad essi connessi, che occupano il fondovalle principale e i ripiani di Crana e Buttogno. In particolare, partendo da ovest, il primo apparato di conoide, inattivo, si rinviene a Buttogno, smembrato dal Rio Cui e dal Rio Valle d'Ovigo che hanno dato origine ad alte scarpate: l'apparato è stato infatti re-inciso con formazione di

apparati recenti tuttora attivi sul fondovalle. Un tratto potenzialmente riattivabile del conoide di Buttogno, si colloca in corrispondenza di un paleoalveo in sinistra idrografica, il quale si diparte dall'apice conoide per dirigersi verso la frazione di Crana.

Gran parte del fondovalle centro-orientale è occupato dal conoide inattivo del Melezzo orientale, inciso profondamente dal corso d'acqua omonimo che, dall'apice conoide, piega decisamente verso est.

Gli apparati di conoide attivi (riattivati nel 1978), oltre ai due sopra citati, si ubicano al piede del versante meridionale, alla confluenza dei corsi d'acqua minori con il T. Riana: sono apparati per lo più di ridotte dimensioni, se si eccettua il Rio Pranero.

Infine tra queste forme si segnalano i depositi alluvionali ciottolosi e ghiaiosi dell'alveo attivo del T. Melezzo e del T. La Riana e dei terrazzi recenti che li fiancheggiano.

#### Forme di erosione

Tra queste forme si elencano processi di ambiente fluviale/fluvioglaciale e processi di versante.

Forme di origine fluviale sono gli orli di terrazzo, che si distinguono in attivi ed inattivi: i primi sono ubicati lungo i corsi d'acqua maggiori (T. Melezzo, T. La Riana, Rio Valle d'Ovigo) mentre i secondi delimitano gli apparati di conoide inattivi di Buttogno e di Crana.

Altre forme di origine fluviale sono le tracce di antichi corsi d'acqua (paleoalvei) che si possono facilmente individuare soprattutto nella zona di fondovalle e legate a divagazioni del paleo-Melezzo e del La Riana nella zona distale del conoide sul quale sorge S. Maria Maggiore.

In senso generale si può comunque ricordare che le aste fluviali sono soggette a processi di accumulo e di erosione, sia di sponda che di fondo, che si alternano da tratto a tratto lungo lo stesso alveo.

Tra le forme di versante, a testimonianza dell'alta energia di rilievo, sono state individuate numerose vallecicole a "V" che sottolineano il processo di approfondimento degli alvei e che si trasformano in forre, profondamente incise nel substrato roccioso, nel tratto terminale dei corsi d'acqua maggiori. Alle numerose vallecicole si affiancano aree caratterizzate da ruscellamento concentrato, sviluppato soprattutto nelle zone soggette a dissesti di tipo gravitativo, da collegare alla mediamente alta acclività che contraddistingue i versanti e ad un reticolato idrografico non ancora completamente sviluppato.

#### FORME DI VERSANTE DOVUTE ALLA GRAVITÀ

Anche i processi gravitativi possono essere suddivisi in attivi ed inattivi (o quiescenti) e in forme di denudazione e forme di accumulo.

#### Forme di denudazione

Consistono di forme di dissesto gravitativo, governate da differenti meccanismi: frane di crollo nel substrato lapideo, frane di scivolamento nelle coltri di copertura per scalzamento

al piede da parte dei corsi d'acqua, colamenti, soil slip. Come detto in precedenza, sono suddivise in forme attive, nelle quali i processi geomorfici sono stati riconosciuti tuttora in atto e forme quiescenti, nelle quali i processi sono al momento fermi ma che possono riattivarsi sia nell'ambito della singola forma sia nelle zone limitrofe, se caratterizzate dalle medesime condizioni al contorno.

Dall'esame della carta, si può agevolmente osservare che sono numerosissimi i processi di dissesto che si sono verificati, o che tuttora si verificano, nel territorio in esame, sia a scapito della coltre di copertura sia nel substrato roccioso: è ovvio che un gran numero dei dissesti classificati come quiescenti è da attribuire al singolo evento meteorico del 1978 (nella tavola sono infatti riportati, in forma semplificata, i dissesti individuati nella carta della Regione Piemonte "I dissesti nei bacini dei torrenti Melezzo, Fenechchio e Basso Isorno", SELCA Firenze, 1981). Tra i dissesti tuttora attivi si vogliono ricordare le scarpate di degradazione ubicate lungo le sponde dei corsi d'acqua, potenzialmente soggette ad erosione regressiva.

#### Forme di accumulo

Tra queste si elencano gli accumuli di frana (per le frane inattive gli accumuli e le colate sono state ricostruite mediante la fotointerpretazione delle riprese aeree effettuate dopo l'alluvione del 1978) ed i depositi detritici di versante, distinguendo tra quelli attivi e quelli stabilizzati dalla vegetazione e coperti da coltre pedogenetica.

#### FORME ED ELEMENTI DELL'IDROGRAFIA

Sono qui rappresentate le zone a drenaggio difficoltoso, individuate nei pressi del concentrico di Buttogno e a monte della Ferrovia Vigezzina, ad ovest del capoluogo: per quest'ultima, determinata dall'assenza di un alveo ben definito nel medio corso del Rio riocello, è prevista la realizzazione di nuove opere di canalizzazione (fase di progettazione esecutiva).

#### SUBSTRATO ROCCIOSO INDIFFERENZIATO

Nella carta è rappresentato il substrato roccioso, raggruppato in base alle caratteristiche di scistosità e, quindi, distinto in due grandi gruppi: rocce prevalentemente scistose e rocce prevalentemente massive, allo scopo di suddividere la base litologica esistente in funzione delle caratteristiche geo-meccaniche.

### 4.3 CARTA GEOIDROLOGICA (TAVOLA 3)

#### 4.3.1 Metodologia applicata

Scopo di questa carta è "la rappresentazione del territorio sulla base del reticolo idrografico superficiale naturale ed artificiale, dei relativi bacini e sottobacini e dei complessi litologici omogenei dal punto di vista del comportamento geoidrologico".

#### 4.3.2 Commento della carta realizzata

In considerazione delle caratteristiche litologiche e tessiturali dei depositi presenti, si è ritenuto opportuno distinguere diversi complessi litologici aventi comportamento geoidrologico omogeneo.

*Substrato roccioso:* sono state raggruppate le diverse formazioni rocciose metamorfiche, caratterizzate in genere da una permeabilità molto bassa nel caso di gneiss scistosi e paragneiss e prevalentemente per fessurazione. Anche la permeabilità per fratturazione, che si esplica in genere lungo i piani di discontinuità della roccia (scistosità, giunti di stratificazione, fratture, ecc.) è in questo caso pressoché inesistente in quanto i paragneiss e gli gneiss scistosi tendono a dare luogo lungo questi piani, per alterazione, a illiti (minerali del gruppo delle argille) tendenzialmente impermeabili. Nelle altre formazioni rocciose presenti invece questa permeabilità può avere un'importanza più elevata.

*Depositi detritici attivi a tessitura grossolana:* possiedono valori di permeabilità alti ( $10^{-1}$ ÷ $10^{-2}$  cm/sec), in funzione della pezzatura prevalentemente grossolana che li caratterizza, unitamente alla scarsità di matrice fine interclusa.

*Depositi detritici stabilizzati ad elementi litoidi:* possiedono valori di permeabilità alti ( $10^{-1}$ ÷ $10^{-2}$  cm/sec), in funzione della scarsa matrice fine che li caratterizza.

*Depositi glaciali ed eluvio-colluviali:* caratterizzati in genere da una permeabilità da bassa a medio bassa ( $10^{-3}$ ÷ $10^{-6}$  cm/sec) e comunque estremamente variabile a causa della disomogeneità tessiturale (la maggiore o minore presenza della componente limo-argillosa determina la formazione di orizzonti impermeabili che tendono a separare diverse falde). Ad essi sono paragonabili i depositi di origine colluviale, costituiti prevalentemente da sedimenti di suolo con scarso scheletro.

*Depositi alluvionali e di conoide:* si tratta di depositi caratterizzati in genere da una permeabilità da medio alta ad alta ( $10^{-1}$ ÷ $10^{-1}$  cm/sec), in funzione della granulometria prevalentemente grossolana che li contraddistingue. Interessano tutti i conoidi presenti sul territorio, i terrazzi fluviali e fluvioglaciali e i depositi degli alvei attivi.

Relativamente ai corsi d'acqua che attraversano gli abitati è stata segnalata, con apposita simbologia, la presenza di restringimenti della sezione naturale degli alvei, corrispondenti a sezioni di deflusso di manufatti (ponti, tombini, tubi), ritenute insufficienti in base ad osservazioni di campagna. Informazioni di maggior dettaglio sono state elaborate nelle schede informative del sistema SICOD della Regione Piemonte, che descrivono in modo sintetico i dati raccolti nel corso dei rilevamenti sul terreno, che verranno commentate nell'ambito della tavola delle opere di difesa.

Nella carta, sempre a proposito delle problematiche dei corsi d'acqua, sono stati evidenziati, sulla base delle indicazioni riportate nelle carte tematiche della Banca Dati della Regione Piemonte, Carta degli alveo-tipi e portate - F. 15 "Domodossola" e F. 16 "Cannobio", gli alvei

potenzialmente a rischio nel corso di piene, prendendo in esame diversi fattori: frequenza delle piene e regime delle portate, pendenza dell'alveo, quantità e dimensione granulometrica dei materiali trasportati, erodibilità delle sponde e del fondo. I tronchi d'alveo sono stati suddivisi in due classi in base alle pendenze ed ai processi innescati: con il colore magenta sono stati indicati i corsi d'acqua con pendenze uguali o maggiori del 16% e caratterizzati da trasporto in massa di notevoli quantità di materiale solido per piene violente e impulsive, erosione laterale e di fondo; con il colore verde l'alveo del T. Melezzo, con pendenze comprese tra 16% e 1% caratterizzati da erosioni, disalveamenti, trasporto di materiali grossolani.

Altre informazioni dedotte dalle carte regionali tematiche, si riferiscono ai casi documentati di violenta attività torrentizia nel periodo 1830-1981 e che riguardano il torrente Melezzo orientale, il rio Cui ed il Rio Valle d'Ovigo.

Sono state indicate nella tavola anche le aree di salvaguardia delle captazioni per uso idropotabile, sorgenti e pozzi, ai sensi del D.P.R. 236/88. Si tratta di due pozzi comunali idropotabili, ubicati in Comune di Toceno al confine con Santa Maria Maggiore, e di una serie di sorgenti distribuite nelle aree di versante.

Come da richiesta della Direzione 20 Servizi Tecnici di Prevenzione, è stata inserita nella tavola la sezione litostratigrafica relativa alla Determinazione delle fasce di rispetto dei pozzi idropotabili comunali di Toceno (studio dello scrivente redatto in data gennaio 1999), al fine di evidenziare la sequenza stratigrafica profonda del conoide del torrente Melezzo.

Con linea blu sono indicati i limiti di bacino idrografico dei corsi d'acqua maggiori ed i tracciati dei corsi d'acqua stessi.

Da un punto di vista idrogeologico, poiché sul territorio comunale di Santa Maria Maggiore, in particolare nella zona di fondovalle, non è stata riscontrata la presenza di pozzi privati o pubblici, se si escludono le fonti idropotabili dalle quali il Comune attinge, si intuisce come sia improponibile qualsiasi tipo di freaticimetria.

Inoltre i vari corsi d'acqua presenti nella zona di fondovalle, sono tali da rappresentare buoni assi di drenaggio nei confronti di qualsiasi falda temporanea, dovuta alla facile infiltrazione delle acque meteoriche nei depositi alluvionali qui rilevati. Grazie alle svariate indagini effettuate dallo scrivente in questo settore, si è potuto appurare infatti, che nei primi 5-6 m da piano campagna non c'è traccia alcuna di venuta d'acqua.

#### *4.4 CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO (TAVOLA 4)*

A seguito della richiesta della Direzione 25 Opere Pubbliche, è stata redatta la suddetta cartografia, riportante il reticolo idrografico che interessa il comune di S. Maria Maggiore. In cartografia sono stati evidenziati, in base all'esame delle planimetrie catastali depositate presso l'Ufficio Tecnico comunale, i corsi d'acqua iscritti all'Elenco delle acque pubbliche

della Provincia di Novara, del 18.01.1934, i corsi d'acqua con alveo di proprietà demaniale (contraddistinti da linea continua su base catastale) ed i corsi d'acqua con alveo privato. Sono inoltre stati riportati, ove possibile, i nomi dei rii come da tavole catastali ed i tratti intubati e gli attraversamenti.

Per quanto riguarda il reticolo demaniale, ad esso si applicano i disposti del R.D. 523/1904, di seguito brevemente riassunti:

- i corsi d'acqua iscritti al registro delle acque pubbliche ed i corsi d'acqua naturali con alveo di proprietà demaniale (contraddistinti da doppia linea continua su cartografia catastale) sono delimitati da fasce di rispetto, ai sensi dell'art. 96 del R.D. 25.07.1904 n° 523, nelle quali sono vietati *"le fabbriche, gli scavi e lo movimento del terreno a distanza del piede dell'argine ... minore di quella stabilita dalle discipline vigenti nelle diverse località ed, in mancanza di tali discipline, a distanza minore di dieci metri per le fabbriche e per gli scavi"*. La norma non si applica ai corsi d'acqua con alveo privato, alle rogge di derivazione ed ai canali, tranne che per quelli di proprietà demaniale. L'interpretazione corrente della norma, anche ai sensi della Circolare P.G.R. n°14/LAP/PET del 08.10.1998, è che le norme contenute nel P.R.G.C. e relative alle fasce di rispetto dei corsi d'acqua, ai sensi dell'art 29 della L.R. 56/77 o della Circolare P.G.R. 7/LAP del 08.05.1996, costituiscano "disciplina vigente", laddove adottate ed approvate dagli Enti regionali competenti. Eventuali riduzioni delle fasce di rispetto a distanze inferiori a 10 metri, in deroga al R.D. 523, devono essere supportate da idonee indagini geologiche ed idrauliche e devono conseguire il parere favorevole della Direzione Regionale OO.PP. e Difesa Suolo.

#### 4.5 CARTA DELLA CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA (TAVOLA 5)

##### 4.5.1 Considerazioni generali

Sulla base dei dati ottenuti dal rilievo geologico e da parametri ricavati dal lavoro inedito della Dr. P. Lazzaroni (op. cit.), è stata redatta la carta della caratterizzazione litotecnica con lo scopo di raggruppare i terreni in base alle loro caratteristiche geotecniche.

##### 4.5.2 Commento della carta realizzata

Per quanto riguarda le caratteristiche tecniche dei terreni, il territorio comunale è stato suddiviso in sette grandi gruppi.

##### Unità litotecnica 1 – rocce metamorfiche massive

Sono presenti in settori estesi della zona in esame: si ritiene opportuno attribuire a questa unità valori di angolo di attrito di picco di circa 35° e di coesione pari a circa 5 t/m<sup>2</sup>.

##### Unità litotecnica 2 – Rocce metamorfiche scistose

Dai dati della letteratura e del lavoro inedito sopra ricordato, è possibile attribuire una valore di angolo di attrito di picco pari a circa 30 ÷ 35° e coesione compresa tra 4 e 5 t/m<sup>2</sup>.

Unità litotecnica 3 – Depositi detritici a tessitura grossolana

Si tratta di materiali a pezzatura tendenzialmente grossolana, costituiti da grossi blocchi e ciottoli spigolosi con matrice da scarsa ad assente. In funzione delle caratteristiche dei materiali è possibile attribuire una parametrizzazione geotecnica cautelativamente così riassumibile: un angolo di attrito di picco pari a circa  $35^\circ \div 40^\circ$  e una coesione nulla.

Unità litotecnica 4 – Depositi detritici stabilizzati

Si tratta di materiali a pezzatura tendenzialmente grossolana, con matrice scarsa e sottile copertura pedogenetica. In funzione delle caratteristiche dei materiali è possibile attribuire una parametrizzazione geotecnica cautelativamente così riassumibile: un angolo di attrito di picco pari a circa  $30^\circ \div 38^\circ$  e una coesione nulla.

Unità litotecnica 5 - Depositi glaciali

Si tratta di materiale a granulometria eterogenea, ai quali è possibile attribuire un valore di angolo di attrito di picco variabile tra  $24^\circ \div 32^\circ$  e una coesione nulla (cautelativamente): in taluni casi è possibile osservare anche una certa coesione apparente. Affiorano su gran parte del territorio, anche se va ricordato che gli spessori possono subire sostanziali variazioni da luogo a luogo.

Unità litotecnica 6 - Depositi eluvio-colluviali

Si tratta di materiale a granulometria medio-fine e comunque eterogenea, ai quali è possibile attribuire un valore di angolo di attrito di picco compreso tra  $24^\circ \div 35^\circ$  e una coesione nulla (cautelativamente): in taluni casi è possibile osservare anche una certa coesione a breve termine in questi depositi. Affiorano su gran parte del territorio, anche se va ricordato che gli spessori possono subire sostanziali variazioni da luogo a luogo, con riduzioni anche sensibili fino a rappresentare solo sottili coltri giacenti sopra il substrato roccioso.

Unità litotecnica 7 – Depositi alluvionali e di conoide

In questa unità sono stati riuniti i depositi caratterizzati da una granulometria medio-grossolana, relativi a facies sedimentarie in ambiente fluviale s.l.: si tratta in prevalenza di ghiaie e ciottoli, da poco a mediamente arrotondati, in matrice sabbiosa più o meno abbondante. A questi depositi, che affiorano nella parte centro meridionale dell'area in esame, può essere attribuita la seguente parametrizzazione geotecnica: angolo di attrito di picco pari a circa  $30^\circ \div 35^\circ$  e coesione nulla.

Nella carta sono inoltre riportati per completezza, le aree a drenaggio difficoltoso, dove le caratteristiche geotecniche dei sedimenti possono subire sostanziali variazioni ed i depositi di riporto, di qualità geotecnica incerta.



#### 4.6 CARTA DEGLI EFFETTI ALLUVIONALI (TAVOLA 6)

##### 4.6.1 Metodologia applicata

In questa tavola, redatta su base CTR ingrandita alla scala 1:5.000, sono stati riportati gli effetti dell'evento alluvionale che si è verificato tra il 7 agosto 1978, utilizzando le fotografie aeree riprese nel medesimo anno e confrontando quindi i risultati con quanto riportato nella cartografia del SERVIZIO GEOLOGICO REGIONE PIEMONTE – *I dissesti nei bacini dei Torrenti Melezzo, Fenecchio e Basso Isorno (scala 1:25.000)* – Firenze 1981, che ha fornito la base di riferimento.

##### 4.6.2 Commento della carta realizzata

Per quanto riguarda gli effetti del 1978, è stato possibile indicare i limiti delle aree di sedimentazione, e quindi le aree colpite da esondazioni con differente energia. Non si dispone invece di dati relativi ai tiranti idrici dell'evento.

E' evidente dall'esame della tavola, che le aree interessate da esondazione con deposizione di materiale grossolano si collocano presso gli apici dei conoidi del rio Cui e del Rio Valle d'Ovigo e lungo i conoidi del versante meridionale, caratterizzato da acclività costantemente elevata con raccordo brusco con il fondovalle e pertanto con elevata energia di rilievo.

Altre aree con deposizione di materiale grossolano, a parte gli alvei attivi dei corsi d'acqua, si rinvencono presso gli apici conoidi del pianoro in località Valle e nella piazza della frazione Buttogno.

Le restanti aree colpite sono state interessate invece da sedimentazione di materiale prevalentemente fine (sabbioso-limoso) o da inondazione senza deposizione. Sulla base della bibliografia cartografica disponibile (carte Polithema Torino, reperibili presso la Sede della Comunità Montana Valle Vigizzo, e della Regione Piemonte), sono stati riportati anche i danni a carico di strutture ed infrastrutture.

Infine sono state dettagliate anche le frane nei terreni di copertura, già peraltro indicate nella Carta Geomorfologica, allo scopo di completare le informazioni sui dissesti nella zona di abitato.

#### 4.7 CARTA DELLE OPERE DI DIFESA (TAVOLA 7)

##### 4.7.1 Metodologia applicata

In questa tavola, redatta, come la precedente, su base CTR ingrandita alla scala 1:5.000, sono riportate le varie opere di difesa idraulica, sia già esistenti nel territorio sia in progetto. Per la redazione della carta è stato utilizzato il sistema SICOD (Sistema Informativo Catasto Opere di Difesa) proposto di recente dalla Regione Piemonte – Direzione Difesa del Suolo e CSI "...come strumento per redigere il catasto delle opere idrauliche, così come richiesto dai piani regolatori...".

La documentazione richiesta dalla Direzione Difesa Suolo della Regione Piemonte e compresa negli elaborati formanti il presente lavoro sono: Carta delle opere di difesa; schede cartacee delle opere; data base e fotografie digitali su CD.

Le opere idrauliche presenti sul territorio sono distinguibili in opere trasversali, longitudinali ed attraversamenti di corsi d'acqua. A ciascuna opera censita è associata una scheda, secondo le indicazioni della Regione Piemonte, contraddistinta da sigla e numerazione relativa sia dell'opera che dell'eventuale fotografia che la illustra.

#### 4.7.2 Commento della carta realizzata

Le opere idrauliche, censite sia lungo il Torrente Melezzo che lungo i corsi d'acqua minori, sono state distinte in base alle tipologie costruttive, separando quelle esistenti da quelle in progetto. L'Allegato 2 - SCHEDE DELLE OPERE DI DIFESA IDRAULICA riporta le descrizioni delle varie opere di difesa.

La maggior parte delle opere di difesa sono state progettate e realizzate a seguito dell'evento alluvionale del 1978; di recente realizzazione si segnala una briglia nel medio corso del T. Melezzo mentre in progetto risultano due briglie sul rio Riocello, presso Crana, e la sistemazione del tratto del medesimo corso d'acqua, compreso tra via Torino e la Ferrovia Vigezzina.

Le verifiche effettuate hanno permesso di evidenziare che le opere non sempre si trovano in perfetto stato d'efficienza e conservazione: si prescrive pertanto di effettuare una periodica manutenzione, con la costante pulizia dalla vegetazione infestante in alveo.

Particolarmente ben strutturate sono le opere di difesa e realizzate lungo il T. Melezzo, del T. Valle d'Ovigo, del Rio Cui nel tratto apicale del conoide e del rio di Pranero, tutte in buono stato di conservazione, mentre necessitano di manutenzione le opere presenti lungo il tratto iniziale della Riana e nel tratto mediano del Rio Cui.

### 4.8 *CARTA DELL'ACCLIVITÀ (TAVOLA 8)*

#### 4.8.1 Metodologia utilizzata

Il problema della redazione di una carta dell'acclività, sta nella difficoltà di poter confrontare i dati ottenuti con quelli ricavati da indagini svolte da operatori diversi.

Per tentare di ovviare a questo problema, si è fatto riferimento a quanto proposto da G. Brancucci e P. Maifredi (Contributo alle tecniche di elaborazione delle carte dell'acclività).

Il metodo proposto dagli autori prevede la preparazione, su un supporto di materiale indeformabile, di una griglia suddivisa in maglie di 1 cm di lato, con inscritto un cerchio di diametro pari a 1 cm.

Gli autori hanno proposto l'utilizzo di una maglia circolare, in sostituzione di quella quadrata, per la necessità di avere misure rilevate sempre lungo la linea di massima pendenza, che può essere orientata in modo diverso in ogni singola maglia.

Sovrapponendo quindi il trasparente alla base topografica, vengono contate, per ciascuna maglia, le fasce altimetriche (intervallo tra due isoipse successive) presenti.

Per le fasce che risultano incluse solo parzialmente vengono presi in considerazione i due tratti estremi, e si vede se la somma è superiore o inferiore a mezza fascia, attribuendo così la maglia alla classe superiore oppure a quella inferiore.

La pendenza media di ciascuna classe si otterrà nel seguente modo:

$$Pm\% = (n \cdot e / d) \times 100$$

dove:

*Pm* = pendenza media  
*n* = numero di intervalli contati  
*e* = equidistanza (in m)  
*d* = diametro della cella (in m)

Si procede quindi alla trasformazione della matrice di dati così preparata, in carta dell'acclività; tale operazione può essere effettuata manualmente separando le diverse classi e sovrapponendo il lucido della matrice alla carta topografica originaria ed interpolando visivamente i dati.

#### 4.8.2 Commento della carta realizzata

Sono state distinte 3 classi di acclività, relative a differenti intervalli di pendenza:

- classe I: pendenze comprese tra 0° e 10°;
- classe II: pendenze comprese tra 11° e 23°;
- classe III: pendenze maggiori di 23°.

La scelta di questo tipo di suddivisione delle pendenze è stata dettata dalla volontà di delineare con buona approssimazione sia le aree subpianeggianti dei fondovalle alluvionali sia le classi medio-alte, al fine, relativamente a queste ultime, di evidenziare i pendii soggetti a eventi franosi.

Osservando la rappresentazione del territorio in esame, si evidenzia nettamente l'area di fondovalle, subpianeggianti o poco acclive ed i due versanti, settentrionale e meridionale, caratterizzati da acclività uniformemente elevata. Il raccordo con il fondovalle si esplica attraverso una fascia ridotta ad acclività intermedia, più evidente e rappresentata sul versante settentrionale, in relazione alla presenza di pianori di origine glaciale, soprastanti il fondovalle.

Altre aree ad acclività intermedia si rinvencono sul fondo dei circhi glaciali, alla testata dei corsi d'acqua maggiori (Melezzo, Onsernone, Isorno, Loana).

Il confronto tra classi di acclività e quadro dei dissesti gravitativi, mette in evidenza lo stretto rapporto tra acclività e frane, tutte pressoché comprese nella classe di acclività maggiore di 23°, che pertanto può essere considerata pendenza discriminante per l'innescio di frane nei terreni di copertura (ovviamente in concomitanza con altri fattori predisponenti).

## 5 ANALISI DI DETTAGLIO DEI RII RIOCELLO, VALLE D'OVIGO E CUI

In questo capitolo sono sviluppati i calcoli per la determinazione delle portate di massima piena e per la verifica delle sezioni di deflusso dei rii Riocello, Valle d'Ovigo e Cui, che interessano vasta parte del fondovalle urbanizzato.

Nelle pagine seguenti verranno puntualizzati per ogni rio gli aspetti geomorfologici e idrologici rilevati.

### RIO RIOCELLO

Si è ritenuto opportuno analizzare in dettaglio il tracciato del rio a partire dalla confluenza dei due rami a 850 m di quota, dove compaiono le prime opere di regimazione idraulica.

A monte della suddetta confluenza infatti, gli alvei sono impostati in roccia (ramo destro) e/o nell'ambito di depositi di versanti (ramo sinistro), e notevolmente infossati rispetto alle sponde circostanti. Subito a valle della strada comunale che da Crana conduce a Scarliccio, il fondo alveo è rappresentato da una canaletta in cemento che velocizza il deflusso delle acque.

Dopo la confluenza il corso d'acqua prosegue per una trentina di metri a cielo aperto, per poi venire intubato fino alla casa presente all'incrocio delle quattro strade in località Valeggia (si faccia riferimento alla tavola 6).

A valle della casa citata fino all'altezza delle case di Via Torino, il rio torna a scorrere a cielo aperto completamente arginato su entrambe le sponde con muri in cemento armato di altezza 1 m circa, e fondo parzialmente lastricato.

Ogni 10-12 m circa si rilevano inoltre delle piccole "soglie" di altezza limitata (ca. 30 cm): le pendenze in questo tratto sono comunque molto basse intorno all'8%. La sezione tipo di deflusso è trapezoidale con base minore (alveo) pari a 1.20 m, altezza 1 m circa e base maggiore di larghezza 1.60 m circa.

L'imbocco del secondo tratto intubato è costituito da uno scatolare di sezione rettangolare (1.30 m larghezza x 0.95 m altezza); all'uscita in corrispondenza di Via Torino; le dimensioni misurate rivelano una sezione quadrata di lato 1.40 m.

Da questo punto fino alla linea ferroviaria Vigezzina è stato presentato un progetto esecutivo per il completamento delle opere di sistemazione idraulica del rio (cfr. tav. 6) comprensive del rifacimento del sottopasso della Vigezzina e della costruzione di due briglie a monte della zona della confluenza di quota 850 m s.l.m.

A valle della S.S. 337, è stato recentemente realizzato un canale a sezione trapezia ( $L = 5$  m,  $h = 1.5$  m circa) che si raccorda al Rio Riana. In previsione è dunque il tratto di raccordo tra la Vigezzina ed il nuovo tratto canalizzato a valle della S.S. 337.

### RIO VALLE D'OVIGO

Nel centro abitato di Buttogno il corso d'acqua è molto infossato e non suscita motivi di preoccupazione dopo la sistemazione effettuata a seguito dell'alluvione del 1978.

Proseguendo verso monte in direzione delle località Valles e Giovandone il corso d'acqua è stato regimato tramite la realizzazione di alcune difese, delle quali non si è riusciti a recuperare i relativi progetti sia negli archivi comunali sia in quelli della Comunità Montana Valle Vigizzo.

Appena a valle del ponte di Via Peretti è presente una prima soglia; a valle è presente la soglia con salto di fondo di recente realizzazione (progetto Arch. Malandra) che permette l'attraversamento della rete fognaria verso il depuratore presente più a valle.

A partire dal depuratore (posto in sponda idrografica sinistra) l'arginatura prosegue solo sulla sponda sinistra, ossia quella più soggetta a erosione, mentre la sponda destra essendo caratterizzata da un versante con acclività elevata, senza segni di dissesto in atto è stata lasciata allo stato naturale. Una particolarità dell'arginatura in sponda sinistra è costituita dal fatto che i muri in corrispondenza delle due curve a gomito terminano con un cordolo a sbalzo.

Altra caratteristica ben evidente su tutto il tratto regimato è la notevole quantità di materiale accumulato sul fondo alveo: si tratta di ghiaie medio-grossolane e ciottoli in matrice sabbioso-limosa completamente inerbite e con vegetazione arbustiva infestante.

In prossimità della località Ronchei, il corso è rettilineo ed è possibile individuare il tracciato dell'acqua in normali condizioni di magra, adiacente all'arginatura in sponda sinistra.

Poco più a valle nel tratto compreso tra la linea ferroviaria della Vigezzina e la S.S. 337 della Valle Vigizzo si ripresenta la situazione descritta: l'alveo attuale ha una larghezza di poco superiore al metro, a causa del materiale accumulato, quando la sezione di deflusso normale tra i due muri d'argine varia tra gli 8 e i 10 m.

A valle del ponte sulla S.S. 337, il rio prosegue con bassa pendenza, privo di qualsiasi tipo di arginatura fino alla confluenza con il Rio Cui; solo i primi 60 m circa sono caratterizzati su entrambe le sponde da muretti in cls di modesta altezza (60 cm circa) a lato dei quali si estendono le scarpate ben inerbite e con inclinazioni sui 32° - 34°. Proseguendo verso valle la sezione di deflusso è molto ampia: di forma trapezoidale con sponde inclinate tra i 20° e i 30°.

Man mano che ci si avvicina alla confluenza sopra citata, la sezione si restringe e compaiono delle difese spondali rappresentate da muretti in cemento armato a diretto contatto con l'alveo (abbondantemente inerbito) sopra i quali sono posizionate gabbionate ben conservate, anch'esse inerbite.

Rio Cui

L'ultimo rio in esame segna il confine comunale tra Santa Maria Maggiore e Druogno. E' sicuramente il più importante; nel tratto compreso tra la confluenza con il Rio Valle d'Ovigo e la prima briglia (subito a valle della linea ferroviaria Vigezzina) presenta alcune problematiche.

Il corso d'acqua, in questo tratto, non ha un tracciato ben definito: si sono riconosciuti molti settori caratterizzati dalla presenza di barre longitudinali, inerbite e con molta vegetazione arbustiva, formatesi per il continuo accumulo di materiale medio-grossolano (ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa) trasportato dal rio stesso durante eventi di piena. In questa zona infatti, con la rapida diminuzione della pendenza, si verifica l'accumulo dei materiali in carico al corso d'acqua. L'acqua è costretta a trovarsi altre vie di scorrimento, circoscrivendo le barre suddette e spostando lateralmente il corso principale a causa dell'occlusione dello stesso. A partire dalla briglia suddetta, il corso del Rio Cui è stato oggetto di sistemazione idraulica tramite la realizzazione di numerose briglie e soglie, le quali svolgono egregiamente la loro funzione di selezione del materiale solido. La granulometria di questi depositi è decisamente grossolana: ciottoli in grande maggioranza, con dimensioni tra i 20-30 cm e blocchi ( $\varnothing_{\max} = 50$  cm).

In corrispondenza di restringimenti improvvisi (come a monte dei ponti sulla linea ferroviaria Vigezzina e sulla S.S. 337 della Val Vigezzo) si sono osservati gli accumuli più consistenti che contribuiscono a ridurre sensibilmente la sezione utile di deflusso.

Le opere di regimazione idraulica proseguono fino a quota 900 m circa, ossia in apice conoide dove, nell'alluvione dell'Agosto 1978 si è assistito alla riattivazione del paleoalveo in destra idrografica, con coinvolgimento del settore orientale di Druogno (zona limitrofa al cimitero).

## 5.1 ANALISI DEI DATI CLIMATICI

### 5.1.1 Generalità

#### BILANCIO IDROLOGICO

Il bilancio idrologico è la stima dei volumi idrici che entrano ed escono da un bacino idrografico in un determinato intervallo di tempo (generalmente un anno).

In modo sintetico può essere espresso nella seguente forma:

$$P = D + ET \pm DR;$$

con

P = precipitazioni totali nell'intervallo di tempo considerato (mm);

D = deflusso totale (superficiale e sotterraneo) (mm);

ET = evapotraspirazione reale (mm);

DR = variazione delle riserve idriche (mm).

Se i parametri P, D ed ET sono mediati su un lungo intervallo di tempo (per esempio 30 anni) DR tende ad annullarsi, perché nel lungo periodo i contributi positivi e negativi delle riserve si compensano. In questo caso si parla di Bilancio Idrologico Annuo Medio.

#### *PRECIPITAZIONI*

Definito l'intervallo di tempo da utilizzare per mediare i parametri del bilancio, si procede valutando l'afflusso idrico medio nel periodo stesso.

Il parametro P del bilancio viene espresso generalmente sotto forma di altezze meteoriche (mm) ed è ricavabile attraverso la costruzione di una Carta delle Isoiete medie annue o più semplicemente attraverso il metodo di Thiessen, attraverso l'interpolazione dei valori registrati nelle stazioni di misura, facendo attenzione ad escludere punti di misura eccessivamente distanti dall'area esaminata e/o in condizioni climatiche differenti.

#### *EVAPOTRASPIRAZIONE REALE*

Può essere ricavata direttamente attraverso la formula di Turc o indirettamente attraverso la stima dell'evapotraspirazione potenziale (formula di Thornthwaite).

##### Evapotraspirazione reale secondo Turc (ET)

E' il volume d'acqua che viene realmente perso per evapotraspirazione; esso viene calcolato mediante la seguente relazione:

$$ET = P / \sqrt{(0.9 + P^2 / L^2)};$$

con

P (mm) = precipitazioni medie annue;

$L = 300 + 25 \cdot T + 0.05 \cdot T^2$ ;

T (C°) = temperatura media annua dell'aria.

Questa relazione fornisce risultati soddisfacenti per tutti i climi, anche se va utilizzata con prudenza nel caso di piccoli bacini, dove tende a fornire valori generalmente sovrastimati.

##### Evapotraspirazione potenziale (EP)

E' il volume d'acqua massimo che potrebbe essere perso per evapotraspirazione. Può non coincidere con ET, quando non vi è sufficiente disponibilità idrica nel bacino. La relazione più utilizzata per il calcolo di EP è quella di Thornthwaite, che necessita come input solo dei valori della temperatura media mensile.

La formula del Thornthwaite ha la seguente espressione:

$$EP = K \cdot 16 \cdot (10 \cdot T / ic)^a;$$

con

EP (mm) = evapotraspirazione media mensile;

T (C°) = temperatura media mensile dell'aria;

ic = indice mensile di calore dato da:

$$ic = (T / 5)^{1.514};$$

con

$T \geq 0$  (C°) (se  $T < 0$  si pone  $T = 0$ );

$$a = \frac{675 \cdot ic^3}{10^9} - \frac{771 \cdot ic^2}{10^7} + \frac{1792 \cdot ic}{10^5} + 0.49239;$$

K = coefficiente correttivo che tiene conto dell'insolazione per le latitudini del Centro-Nord Italia si usano i seguenti 12 valori mensili:

G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
0.81	0.82	1.02	1.12	1.26	1.28	1.3	1.2	1.04	0.95	0.81	0.77

in realtà spesso K viene posto uguale a 1.

L'evapotraspirazione media annua è data dalla somma dei 12 valori mensili. Anche questa relazione fornisce risultati in buon accordo con le misure dirette.

#### *DEFLUSSO (SUPERFICIALE E SOTTERRANEO)*

Rappresenta il volume d'acqua che esce dal bacino scorrendo in superficie o in profondità. Il deflusso superficiale può essere fornito attraverso misure dirette delle portate dei corsi d'acqua alla sezione di sbocco del bacino oppure attraverso il prodotto fra gli afflussi meteorici e il coefficiente di deflusso calcolato.

$$Q_s(mm) = P \cdot Cd;$$

L'infiltrazione sotterranea viene quindi calcolata per differenza fra gli altri parametri del bilancio:

$$Ie(mm) = P - ET - QS$$

Può accadere che le risulti negativo. Questo si verifica quando ET presenta un valore eccessivamente elevato (per esempio se si applica la formula di Turc in bacini arealmente poco estesi).

#### 5.1.2 Metodologia utilizzata

Per la valutazione del bilancio idrologico nell'areale di Santa Maria Maggiore si sono consultati diversi testi a nostra disposizione, in modo da avere un quadro complessivo significativo.

Occorre innanzitutto precisare che nelle immediate vicinanze della zona in studio c'è la stazione meteorologica di Druogno "Rio Sasseglio" (831 m s.l.m.): sebbene la sua installazione sia relativamente recente (Aprile 1989), si sono elaborati i dati relativi alle precipitazioni e alle temperature ricavati dagli Annali Meteorologici della Regione Piemonte (dal 1989 al 1993).

Qui di seguito si allega una tabella riassuntiva per i valori di precipitazione mensile (mm) distinti per ogni singolo anno:



Anno	Genn.	Febb.	Mar.	Apr.	Magg.	Giug.	Lug.	Agos.	Sett.	Ott.	Nov.	Dic.
1989	-	-	-	267.8 *	48.4	45.4	144.8	35.4	30.6*	np	np	np
1990	34.2	38.4	8.4	103.0	95.6	184.4	31.6	81.2	7.8	277.2	160.0	195.4
1991	55.6	16.4	295.2	80.8	69.6	130.2	51.2	6.8	407.4	187.4	39.0	45.8
1992	42.6	13.0	137.2	77.8	68.4	381.0	102.2	284.8	215.2	242.4	19.4	67.6
1993	2.4	2.8	42.4	242.4	245.0	213.8	118.6	63.6	683.2	562.4	61.2	13.4

N.B.: I dati con l'asterisco indicano che nell'ambito del mese manca la lettura di qualche giorno.

Come si può apprezzare, il numero di dati disponibili è scarso per un'elaborazione statistica attendibile: infatti dal confronto dei vari anni si notano enormi differenze nell'ambito di ogni singolo mese (es. 6,8 mm nel mese di Agosto '91 contro i 284,8 mm dell'Agosto '92) e conseguentemente le medie mensili complessive non risulterebbero veritiere.

Non potendo utilizzare questi valori si è ritenuto opportuno riferirsi ai dati della stazione di Finero tratti da "Indagini idrologiche e chimiche dei principali tributari piemontesi del Lago Maggiore in relazione alle sue modificazioni trofiche" redatte a cura di L. Barbanti, A. Calderoni e A. Carollo dell'Istituto Idrobiologico di Pallanza - 1974.

Finero si trova sullo spartiacque tra il bacino del T. Cannobino e quello del T. Melezze Orientale; poiché i corsi d'acqua oggetto di indagine sono tutti affluenti del T. Melezze Orientale (i Rii Valle d'Ovigo e Riocello confluiscono nel Rio Cui che a sua volta si immette nel Melezze Or. pur con il nome di T. La Riana) si è deciso di usare i dati di precipitazione della suddetta stazione di Finero (900 m s.l.m.), elaborati per un intervallo di tempo pari a 27 anni (dal 1924 al 1949).

Qui di seguito si propongono sia i valori medi mensili di precipitazione, espressi in mm, che il valore medio annuale per il suddetto intervallo di tempo:

Genn.	Febb.	Mar.	Apr.	Magg.	Giug.	Lug.	Agos.	Sett.	Ott.	Nov.	Dic.	Anno
63	67	150	251	366	233	232	258	316	270	260	101	<b>2567</b>

Il valore medio annuale di Finero pari a 2567 mm è più alto rispetto a quanto riportato per il settore in esame dalla "Carta delle potenzialità pluviometriche di 12 mesi" (periodo di osservazione 1921-1970) redatta dell'Istituto Italiano di Idrobiologia a cura di A. Carollo, F. Contardi, V. Libera e A. Rolla.

Questa carta infatti, riporta per l'areale dei bacini idrografici in studio dei valori di precipitazione variabili dai 1700 ai 1900 mm (i bacini dei Rii Valle d'Ovigo e Riocello nonché la maggior parte del bacino del Rio Cui ricadono nella fascia con i valori di pioggia maggiori, ossia tra i 1800 e i 1900 mm): si capisce quindi come i valori utilizzati per il calcolo del bilancio idrologico siano leggermente sovrastimati ma comunque cautelativi.

Per quanto riguarda invece le temperature i soli dati significativi a nostra disposizione sono quelli della Stazione "Rio Sasseglio" di Druogno ricavati dagli stessi Annali Meteorologici della Regione Piemonte da cui si sono desunte le precipitazioni (purtroppo per la stazione di Finero, sulla pubblicazione citata "Indagini idrologiche..." non sono state riportate le elaborazioni relative alla temperatura).

Non disponendo infatti di altre stazioni meteorologiche significative nelle immediate vicinanze, si è fatto riferimento ai seguenti dati:

Anno	Genn	Febb.	Mar.	Apr.	Magg	Giug.	Lug.	Agos.	Sett.	Ott.	Nov.	Dic.	Med ann.
1989	-	-	-	5.6*	12.8	15.1	18.1	18.2	13.7	10.0	3.4	0.7	-
1990	0.7	4.4	8.1	7.1	13.3	14.9	18.6	18.2	14.2	9.7	3.4	-2.0	9.2
1991	-0.3	-1.4	5.8	6.6	10.2	14.9	20.1	20.0	15.7	7.3	2.9	1.0	8.6
1992	0.6	3.0	5.6	7.7	13.2	13.3	17.9	19.1	13.2	6.8	6.1	0.8	9.0
1993	1.8	1.7	4.4	7.9	12.1	16.1	16.5	18.2	12.0	7.5	2.5	1.5	8.6
<b>Media</b>	<b>0.7</b>	<b>1.9</b>	<b>6.0</b>	<b>7.3</b>	<b>12.3</b>	<b>13.1</b>	<b>18.2</b>	<b>18.7</b>	<b>13.8</b>	<b>8.3</b>	<b>3.7</b>	<b>0.4</b>	<b>8.9</b>

N.B.: I dati con l'asterisco indicano che nell'ambito del mese manca la lettura di qualche giorno.

Come si può notare le differenze termiche tra i vari anni sono del tutto confrontabili e quindi anche le medie calcolate possono considerarsi significative.

#### 5.1.3 Commento dati ottenuti

Osservando l'andamento delle precipitazioni si può apprezzare che il regime pluviometrico della zona è del tipo "Sublitoraneo Alpino", ossia con due massimi e due minimi nell'anno medio. In particolare si ha una netta prevalenza del massimo primaverile (Maggio) su quello autunnale (Settembre) e con un minimo invernale (Gennaio) inferiore a quello estivo (Agosto).

Con questi dati si è quindi passati alla valutazione del bilancio idrologico per ciascun bacino, secondo il procedimento indicato nel paragrafo 6.1.1 "Generalità".

Il bacino del Rio Cui possiede la superficie maggiore (1.9 kmq): le superfici dei bacini dei Rii Valle d'Ovigo e Riocello invece sono alquanto inferiori e tra loro paragonabili, rispettivamente pari a 0.76 e 0.77 kmq. Per questi bacini poiché le superfici risultano inferiori al chilometro quadrato, cautelativamente il coefficiente di deflusso è stato uguagliato a 1, mentre per il bacino del Rio Cui esso è stato fissato pari a 0.8.

Inoltre trattandosi di bacini impostati nell'ambito delle stesse unità litologiche e in un contesto geomorfologico-naturale comparabile, si è ritenuto attribuire le medesime caratteristiche distintive, ossia terreni scarsamente permeabili che impediscono

l'infiltrazione delle acque meteoriche, favorendo di conseguenza il deflusso superficiale, ma con discreta copertura vegetazionale che ostacola il deflusso, rallentandolo.

I valori ottenuti per i tre bacini sono riassunti nella tabella seguente, in cui ogni singola riga ha il seguente significato (si precisa che avendo stimato il parametro EP con il metodo Thornthwaite, si è potuto costruire lo schema delle variazioni mensili dei volumi idrici entranti ed uscenti dal bacino).

$P$ (mm)	precipitazioni mensili
$K$	coefficiente correttivo che tiene conto dell'insolazione (per i rispettivi valori si veda la tabella riportata nel paragrafo precedente)
$EP$ (mm)	evapotraspirazione potenziale mensile
$P-EP$ (mm)	differenza $P-EP$
$Rs$ (mm)	acqua trattenuta dallo strato superficiale ( $Rs$ ), variabile normalmente da 50 a 400 mm (diminuisce con l'aumentare della permeabilità dello strato superficiale ed aumenta con il crescere della copertura vegetale)
$Et$ (mm)	evapotraspirazione reale, corrispondente a quella potenziale solo se si ha $P \geq EP$ oppure se $P < EP$ , ma $Rs \geq EP-P$ ; in caso contrario sarà $ET < EP$
$Drs$ (mm)	variazione del volume d'acqua trattenuto dallo strato superficiale, positiva se $P > EP$ , negativa se $P < EP$
$Su$ (mm)	surplus idrico, cioè quantità d'acqua che defluisce in superficie o s'infiltra; si ha quando $P > EP$ ed $Rs$ ha raggiunto il suo valore massimo
$De$ (mm)	deficit idrico; si ha quando $ET < EP$ ed è dato dalla differenza fra i due parametri ( $EP-ET$ )

Dati	Genn.	Febb.	Marzo	Aprile	Mag	Giu	Luglio	Ag	Sett.	Ott.	Nov.	Dic.
<b>P (mm)</b>	63.0	67.0	150.0	251.0	366.0	233.0	232.0	258.0	316.0	270.0	260.0	101.0
<b>K</b>	0.81	0.82	1.02	1.12	1.26	1.28	1.29	1.2	1.04	0.95	0.81	0.77
<b>Ep (mm)</b>	3.0	7.0	30.0	40.0	77.0	84.0	118.0	113.0	72.0	39.0	14.0	1.0
<b>P-Ep (mm)</b>	60.0	60.0	120.0	211.0	289.0	149.0	114.0	145.0	244.0	231.0	246.0	100.0
<b>Rs (mm)</b>	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0
<b>Et (mm)</b>	3.0	7.0	30.0	40.0	77.0	84.0	118.0	113.0	72.0	39.0	14.0	1.0
<b>Drs (mm)</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Su (mm)</b>	60.0	60.0	120.0	211.0	289.0	149.0	114.0	145.0	244.0	231.0	246.0	100.0
<b>De (mm)</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Anche per questa tabella si propone un grafico esplicativo dell'andamento mensile delle precipitazioni e dell'evapotraspirazione.

## 5.2 ANALISI MORFOMETRICA

### 5.2.1 Generalità

L'analisi dell'assetto morfologico di un bacino viene riassunta nella curva ipsometrica. La curva si traccia in base alle altezze e alle rispettive aree cumulate, suddividendo il bacino in intervalli di quota, da quella minima alla massima, e valutando l'area del bacino che ricade in ogni intervallo. Si devono quindi eseguire i rapporti tra le aree dei singoli intervalli ( $a$ ) e l'area totale del bacino ( $A$ ), e quelli tra i dislivelli degli intervalli rispetto al piano di base ( $h$ ) ed il dislivello totale del bacino ( $H$ ). La funzione della curva che si ottiene è del tipo:

$$y = f(x)$$

dove

$$y = h/H;$$

$$x = a/A.$$

Dalla curva ipsometrica si ricava l'altezza media del bacino, risolvendo il seguente integrale:

$$Hm = (1/A) \cdot \int_A a_i \cdot h_i$$

con

$A$  = area totale del bacino;

$a_i$  = area del bacino compresa nell'intervallo  $i$ -esimo di quota;

$h_i$  = altitudine media dell'intervallo di quota  $i$ -esimo.

L'analisi della curva ottenuta permette di valutare il grado di evoluzione raggiunto dal bacino esaminato. In merito allo stadio evolutivo di un bacino si deduce, che esso può trovarsi in una delle seguenti fasi:

FASE	CONSIDERAZIONI
GIOVANILE	la curva ipsometrica presenta una prevalente convessità verso l'alto con un valore medio dell'integrale superiore al 60%
MATURA	la curva ipsometrica presenta un flesso prossimo al 50%
SENILE	la curva ipsometrica presenta una prevalente concavità verso l'alto con un valore medio dell'integrale inferiore al 30%

E' bene puntualizzare che in una curva ipsometrica la distribuzione relativa delle aree e delle quote è subordinata alla forma della proiezione orizzontale del bacino sulla carta topografica, la curva assume un significato positivo solo se la forma del bacino stesso è regolare e di tipo subrettangolare, cosa difficile da verificarsi.

Quindi bisogna limitare l'analisi alla parte centrale della curva ipsometrica, cioè quella compresa tra il 15 e l'85 % dell'area totale, in quanto è quella che permette l'indagine appropriata del grado di evoluzione raggiunto.

### 5.2.2 Metodologia utilizzata

Dovendosi esaminare i tre bacini separatamente, si propone di seguito l'analisi morfometrica relativa ad ognuno di essi. La metodologia applicata è la medesima: è stata calcolata la superficie del bacino sottesa ad ogni sezione di chiusura presa in esame, distinguendone le diverse fasce altimetriche; si è quindi determinata l'altezza media e il conseguente grado di maturità.

Nella tavola 3 Carta Geoidrologica, allegata, è riportata a margine la ricostruzione dei vari bacini idrografici, con le relative fasce altimetriche, nonché le sezioni di chiusura prese in considerazione.

### 5.2.3 Commento ai dati ottenuti

#### *RIO CUI*

Nel complesso la forma del bacino è discretamente regolare: più larga nella parte alta e assottigliata in corrispondenza della linea ferroviaria Domodossola-Locarno "Vigezzina" (sezione di chiusura, indicata con il numero 1 sulla planimetria citata).

Il bacino si sviluppa sul versante settentrionale della Val Vigizzo: il corso d'acqua scende dal M. Mater (2026 m s.l.m.) verso la piana di Santa Maria Maggiore, dove riceve il contributo di numerosi affluenti dal versante opposto (quello meridionale) provenienti dalla cosiddetta Costa di Fracchia, non considerati in questa sede perché confluenti più a valle della sezione di chiusura 1.

A partire dai 1100 m di altitudine il corso d'acqua presenta numerose ramificazioni che vanno aumentando con regolarità fino alle quote più alte. La quota massima è pari a 2026 m s.l.m. (M. Mater) mentre la quota di chiusura è intorno agli 820 m s.l.m.; per quanto riguarda la lunghezza del corso d'acqua e l'area sottesa si rimanda alla tabella riassuntiva riportata a pagina seguente, dove sono indicate le stesse grandezze anche per gli altri bacini.

#### *RIO VALLE D'OVIGO*

Il bacino sviluppato anch'esso sul versante settentrionale della Val Vigizzo, risulta però più limitato e di forma decisamente regolare: è assimilabile ad un rettangolo compreso tra la quota massima di 1660 m s.l.m. (Costa Cimeta) e la quota minima di chiusura (sezione 2) pari a 830 m s.l.m.. La forma stretta e allungata comporta inoltre una distribuzione omogenea delle fasce altimetriche (come si può apprezzare dalla tabella seguente).

A differenza del Rio Cui questo corso d'acqua non presenta ramificazioni di grande rilievo, se non due piccoli affluenti sinistri a quote di 1200 e 1300 m s.l.m. circa.

#### *RIO RIOCELLO*

Il bacino corrispondente a questo corso d'acqua è anomalo rispetto a quelli sopra esaminati: di forma quasi circolare si sviluppa a partire dai 1270 m s.l.m. e si perde nei campi a monte della Vigezzina ad una quota di 825 m s.l.m. (sezione 3).

La forma descritta è dovuta al particolare andamento del corso d'acqua: pur biforcandosi a monte dell'abitato di Crana (850 m s.l.m.) il decorso dei due rami rimane costantemente orientato Nord-Sud. Il ramo idrografico sinistro però alla quota dei 930 m s.l.m. devia bruscamente il suo corso verso Ovest per raggiungere i 1060 m di quota in 700 m circa di lunghezza e conferendo così al bacino la forma particolare di cui sopra.

Come anticipato si riassumono in questa tabella alcuni parametri caratteristici dei tre bacini, necessari per la loro identificazione:

BACINO	SEZIONE CHIUSURA	QUOTA CHIUSURA (m s.l.m.)	LUNGHEZZA ASTA (m)	SUPERFICIE (kmq)
<i>Rio Cui</i>	1	820	3500	1.9
<i>Rio Valle d'Ovigo</i>	2	830	2300	0.76
<i>Rio Riocello</i>	3	825	1600	0.77

Per la costruzione delle curve ipsografiche si sono suddivisi i vari bacini in fasce altimetriche con dislivello pari a 100 m (distinte con colori diversi nella tavola sopra citata), le cui superfici sono raccolte nella tabella sottostante:

FASCIA ALTIMETRICA (m s.l.m.)	RIO CUI (kmq)	RIO VALLE D'OVIGO (kmq)	RIO RIOCELLO (kmq)
800÷900	0.07	0.17	0.31
900÷1000	0.16	0.20	0.28
1000÷1100	0.17	0.11	0.12
1100÷1200	0.18	0.08	0.05
1200÷1300	0.18	0.07	0.01
1300÷1400	0.19	0.06	-
1400÷1500	0.21	0.04	-
1500÷1600	0.20	0.02	-
1600÷1700	0.20	0.01 $\approx$ 0.0061	-
1700÷1800	0.16	-	-
1800÷1900	0.13	-	-
1900÷2000	0.05	-	-
> 2000	0.00 $\approx$ 0.0049	-	-

Per il Rio Cui la fascia altimetrica con maggior percentuale di distribuzione è quella compresa tra i 1.400 e i 1.500 m: questo fattore unito all'omogenea distribuzione areale degli altri intervalli altimetrici, comporta conseguentemente che l'altitudine media hm del bacino (1488.68 m s.l.m.) ricada all'interno della suddetta fascia.

Gli altri bacini invece, avendo le più alte percentuali di distribuzione areale nelle fasce altimetriche con le quote comprese tra gli 800 e i 1.100 m, fanno registrare conseguentemente altitudini medie inferiori, come si può apprezzare dalla tabella sottostante:

BACINO	Altitudine media (m s.l.m.)	Flesso (%)
<i>Rio Cui</i>	1488.68	53.0
<i>Rio Valle d'Ovigo</i>	1161.18	40.1
<i>Rio Riocello</i>	1033.12	46.6

Per quanto riguarda infine il grado di evoluzione dei vari bacini, il bacino del Rio Cui si trova in fase matura, mentre gli altri due bacini, e segnatamente quello del Rio Valle d'Ovigo, si avvicinano alla fase senile.

### 5.3 ANALISI IDROLOGICA

#### 5.3.1 Analisi pluviometrica

##### *Generalità*

Avendo a disposizione i dati pluviometrici di una stazione di misura, è possibile eseguire le elaborazioni necessarie per ottenere le curve che descrivono l'altezza delle precipitazioni (h) in funzione della loro durata (t). L'equazione che collega queste due variabili ha la seguente forma:

$$h(mm) = a \cdot t^n$$

dove:

a = variabile funzione del tempo di ritorno;

n = costante per un dato valore di t.

Essa prende il nome di curva di possibilità climatica e permette, per esempio di calcolare l'altezza meteorica (h) relativa ad una precipitazione di 30 minuti (t), con un tempo di ritorno pari a 20 anni.

I dati pluviometrici necessari al calcolo sono reperibili sugli Annali Idrologici delle stazioni pluviografiche. Su tali documenti vengono forniti, in forma di tabella, le massime precipitazioni registrate anno per anno, per determinate durate di riferimento. Normalmente si distinguono i dati relativi alle precipitazioni con durata inferiore ad 1 ora (pioggia di notevole intensità e breve durata), da quelle di durata superiore. Le durate di riferimento sono generalmente standard, prendendo in considerazione durate di 10, 15, 30, 45 minuti, nel caso di piogge brevi ed intense, e di 1, 3, 6, 12 e 24 ore nel caso di precipitazioni orarie.

Una stima sufficientemente attendibile della curva di possibilità climatica richiede l'utilizzo di registrazioni che coprano almeno un intervallo di 30-35 anni. Minore l'intervallo di registrazione, minore l'attendibilità dei risultati.

La determinazione delle curve, riferite sia a precipitazioni di durata superiore all'ora che a quelle inferiori, è basata sul metodo di Gumbel. Esso è strutturato secondo questa procedura:

- per ogni durata di riferimento, si ordinano e si numerano i valori delle precipitazioni ricavati dagli Annali Idrologici, in senso decrescente, ponendo quindi i valori massimi registrati per ogni intervallo di tempo sulla prima riga della tabella, quelli minimi sull'ultima; se per esempio l'intervallo di registrazione è di 30 anni, la prima riga sarà indicata con il numero 30, l'ultima con il numero 1;
- utilizzando i dati di ogni riga e impostando un calcolo di regressione, si ricavano i valori dei parametri  $a$  e  $n$  relativi ad ogni anno; il numero identificativo di ogni riga rappresenta il tempo di ritorno dell'evento meteorico; nel caso di un intervallo di registrazione di 30 anni, si ricavano 30 curve segnalatrici di possibilità climatica (quindi 30 valori di  $a$  e di  $n$ ); i parametri  $a$  e  $n$  relativi alla prima riga sono quelli riferiti ad eventi meteorici per quella specifica durata di riferimento con tempo di ritorno di 30 anni, quelli dell'ultima riga ad eventi meteorici con tempo di ritorno di 1 anno.

Ricavate le curve, si potrà notare che, mentre  $n$  rimane costante, il parametro  $a$  tende ad assumere valori differenti in funzione del tempo di ritorno, tendendo a crescere con esso. Attraverso procedure statistiche è possibile ricavare stime del parametro  $a$  anche per tempi di ritorno superiore al numero massimo di registrazioni annuali disponibili.

Il metodo statistico utilizzato è sempre quello di Gumbel, che segue la procedura qui illustrata:

- eseguito il calcolo delle curve segnalatrici di possibilità climatica per gli  $N$  anni di cui si dispongono le registrazioni pluviometriche, si ordinano i valori di  $a$  ricavati in ordine crescente, attribuendo il numero 1 al valore massimo, il valore  $N$  a quello minimo;
- si calcolano gli  $N$  rapporti:

$$P_i = i / (N + 1);$$

con  $i$  compreso fra 1 e  $N$ . Questi rapporti indicano la probabilità che il corrispondente valore di  $a$  non venga raggiunto o superato. I valori di  $P_i$  ricavati permettono di definire la scala dei tempi di ritorno:

$$T_i = 1 / (1 - P_i);$$

si riportano le  $N$  coppie di valori ( $T_i$ ,  $a_i$ ) in un diagramma semilogaritmico dove (l'asse X dei tempi di ritorno va costruito in scala logaritmica). I vari punti interpolati con una retta: il diagramma così ottenuto consente di ricavare il valore di  $a$  per qualsiasi tempo di ritorno.



### Metodologia utilizzata

Come già avuto modo di dire nel capitolo relativo al Bilancio Idrologico, potendo consultare la "Carta delle precipitazioni massime di un giorno" redatta dall'Istituto Italiano di Idrobiologia a cura di A. Carollo, F. Contardi, V. Libera e A. Rolla per il periodo di osservazione dal 1921 al 1980 (e quindi comprensivo dell'alluvione dell'Agosto '78), si sono dedotti i parametri necessari per la determinazione delle curve di possibilità climatica.

I parametri in questione sono:

- coefficiente di variazione "c"  $\Rightarrow$  l'area occupata dai tre bacini oggetto di studio ricade nella fascia in cui  $c$  varia da un valore minimo di 0.36 ad uno massimo di 0.39. Poiché la totalità dei bacini relativi ai Rii Riocello e Valle d'Ovigo nonché la gran parte del bacino del Rio Cui sono spostati verso il limite inferiore di questa fascia si è deciso di assumere  $c = 0,37$ ;
- media delle precipitazioni massime diurne  $\Rightarrow$  per il settore in questione è risultata pari a 140 mm.

È bene precisare che nella scelta dei suddetti parametri (per esseri sicuri della loro significatività) si è consultato anche l'articolo relativo all'alluvione dell'Agosto 1978, contenuto in "Atti e rassegna tecnica società ingegneri e architetti in Torino - Nuova serie - A. 39 - n. 10-12 - Ottobre-Dicembre 1985".

Utilizzando quindi le altezze medie elaborate per ogni bacino e impostando il calcolo tramite la formula di Gumbel, si sono così trovate le equazioni di possibilità climatica  $h = a \cdot t^n$  per diversi tempi di ritorno  $Tr$  pari a 10, 20, 100 e 500 anni.

### Commento dei dati ottenuti

L'elaborazione dei dati sopra citati ha portato alle seguenti considerazioni:

- il valore  $n$  "costante della stazione" rimane lo stesso nell'ambito di ogni bacino indipendentemente dal  $Tr$  prescelto;
- il valore  $a$  varia, aumenta infatti con il tempo di ritorno.

Le curve di possibilità climatica relative a ciascun bacino idrografico che verranno usate per i prossimi calcoli sono qui riassunte:

TEMPO RITORNO $Tr$ (anni)	RIO CUI <i>Curve di possibilità climatica</i>	RIO VALLE D'OVIGO <i>Curve di possibilità climatica</i>	RIO RIOCELLO <i>Curve di possibilità climatica</i>
10	$h = 41.98 \cdot t^{0.53}$	$h = 44.03 \cdot t^{0.52}$	$h = 45.15 \cdot t^{0.51}$
20	$h = 47.86 \cdot t^{0.53}$	$h = 50.20 \cdot t^{0.52}$	$h = 51.48 \cdot t^{0.51}$
100	$h = 61.17 \cdot t^{0.53}$	$h = 64.17 \cdot t^{0.52}$	$h = 65.80 \cdot t^{0.51}$
500	$h = 74.35 \cdot t^{0.53}$	$h = 77.99 \cdot t^{0.52}$	$h = 79.97 \cdot t^{0.51}$

### 5.3.2 Calcolo delle portate di massima piena

#### *Generalità*

Per la stima delle portate vengono normalmente utilizzate delle relazioni che si basano sulla stima del tempo di corrivazione ( $t_c$ ) del bacino.

Per tempo di corrivazione s'intende il tempo necessario, perché le acque di afflusso meteorico raggiungano la sezione di chiusura del bacino, rispetto alla quale viene eseguito il calcolo della portata di massima piena, partendo dai punti più lontani del bacino. Questo parametro è una costante per ogni bacino, in quanto funzione esclusivamente della morfologia, delle litologie affioranti e della copertura vegetale.

Un'indicazione sommaria dell'ordine di grandezza di  $t_c$  può essere ottenuto dividendo la lunghezza totale dell'asta principale per un fattore compreso fra 1 e 2:

$$t_c(\text{sec}) = L / (1 \text{ o } 2)$$

in cui la L viene espressa in metri.

Metodi di calcolo più precisi sono quelli proposti da Giandotti, Pezzoli e F.A.O., le cui formule risolutive, forniscono il tempo di corrivazione in ore, secondo le seguenti espressioni:

- *Formula di Giandotti*

$$t_c(h) = (4 \cdot \sqrt{S_b} + 1.5 \cdot L_p) / (0.8 \cdot \sqrt{H_m})$$

- *Formula di Pezzoli*

$$t_c(h) = (0.055 \cdot L_p) / \sqrt{P_m}$$

- *Formula di F.A.O.*

$$t_c(h) = L_p^{1.15} / (15 \cdot h_{\max}^{0.38})$$

dove

$S_b$  (Km<sup>2</sup>) = superficie del bacino;

$L_p$  (Km) = lunghezza dell'asta principale;

$P_m$  (%) = pendenza media del bacino;

$H_m$  (m) = altezza media del bacino sul livello del mare;

$h_{\max}$  (Km) = altezza massima del bacino rispetto alla sezione di chiusura.

Le tre relazioni valgono per bacini di piccola e media estensione, anche se la formula di Giandotti fornisce per bacini molto piccoli (inferiori a 100 Km<sup>2</sup>) valori generalmente sovrastimati.

Una volta ottenuto il valore di  $t_c$  e scelto quello meglio corrispondente alle caratteristiche morfo-litologiche del bacino è possibile passare alla valutazione delle portate di massima piena al colmo. Il primo dato che occorre ricavare è l'altezza dell'afflusso meteorico ( $h$ ), per

un tempo di ritorno fissato, corrispondente ad una durata uguale al tempo di corrivazione. Tale grandezza può essere ricavata attraverso le procedure di elaborazione dei dati pluviometrici viste nel capitolo precedente.

Il valore di  $h$  ricavato va introdotto in una delle formule cinematiche disponibili in letteratura, qui di seguito elencate:

- *Formula di Turazza*

ha la seguente espressione:

$$Q_{\max} (mc / s) = \frac{278000 \cdot C_d \cdot S_b \cdot h}{t_c}$$

dove

$Q_{\max}$  (mc/s) = portata di massima piena al colmo per un dato tempo ritorno;

$C_d$  = coefficiente di deflusso, variabile da 0 a 1;

$S_b$  (Km<sup>2</sup>) = area del bacino;

$h$  (mm) = altezza di precipitazione riferita al  $T_c$  per un dato tempo di ritorno;

$t_c$  (ore) = tempo di corrivazione.

Il coefficiente di deflusso  $C_d$  non è di semplice valutazione. Si precisa che nel caso di bacini molto piccoli (area di alcuni Km<sup>2</sup>) il coefficiente di deflusso può anche essere posto, a favore della sicurezza, prossimo a 1.

- *Formula di Giandotti*

La relazione, derivata da quella di Turazza, è la seguente:

$$Q_{\max} (mc/s) = 0.278 \cdot [g \cdot p / (l \cdot t_c)] \cdot h \cdot S_b;$$

dove:

$g = 6$ ,

$p = 0.3$

$l = 4$  (per piccoli bacini con area < 300 Km<sup>2</sup>).

L'esperienza ha dimostrato, però, che questa relazione tende a sovrastimare le portate nel caso di piccoli bacini, in quanto inizialmente è stata calibrata su bacini con estensione superiore ai 500 Km<sup>2</sup>.

- *Formula di Merlo*

La relazione è la seguente:

$$Q_{\max} (mc/s) = ph \cdot 0.544 \cdot h \cdot S_b;$$

dove:

$ph = 0.0667 + 0.0543 \cdot \ln (Tr)$ ;

$Tr$  (anni) = tempo di ritorno.

Questo metodo è stato calibrato su piccoli bacini.

### *Metodologia utilizzata*

Come illustrato nel paragrafo precedente si è dapprima ricavato il tempo di corrivazione. I dati richiesti per la suddetta elaborazione sono riassunti nello schema seguente; anche se alcuni di essi sono già stati evidenziati nei capitoli precedenti (superficie bacino, lunghezza asta principale e altezza media bacino) si riportano ugualmente per comodità di consultazione:

BACINO	SUPERFICIE BACINO (Kmq)	LUNGHEZZA ASTA PRINCIPALE (m)	PENDENZA MEDIA BACINO (%)	ALTEZZA MEDIA DAL BACINO (m s.l.m.)	ALTEZZA MASSIMA RISPETTO SEZ. DI CHIUSURA (m s.l.m.)
Cui	1.90	3500	35.6	1488.68	1205
Valle d'Ovigo	0.76	2300	38.2	1161.18	830
Riocello	0.77	1600	30	1033.12	445

I valori dell'ultima colonna non sono altro che il dislivello tra la quota massima dei singoli bacini e la quota altimetrica alle sezioni di chiusura (per gli esatti valori si faccia riferimento al capitolo dell'analisi morfometrica), mentre le pendenze dei bacini (IV colonna) sono state ricavate dividendo il dislivello massimo (ultima colonna) e la lunghezza tra il punto più lontano del bacino e le rispettive sezioni di chiusura.

Attraverso i tempi di corrivazione  $t_c$  ottenuti e con i valori di  $a$  ed  $n$  delle curve di possibilità climatica per i vari tempi di ritorno (10, 20, 100 e 500 anni) si è quindi passati alla determinazione degli afflussi meteorici ( $h$ ).

Da ultimo si sono valutate le portate ( $Q$ ) corrispondenti ai suddetti tempi di ritorno e alle relative altezze critiche di pioggia calcolate. Si è applicato il metodo di Giandotti che pur sovrastimando le portate per bacini di modesta estensione come quelli in studio, lavora però a favore della sicurezza.

#### *Commento dei dati ottenuti*

I tempi di corrivazione  $T_c$  calcolati attraverso la formula di Pezzoli sono qui di seguito riassunti:

RIO	CUI	VALLE D'OVIGO	RIOCELLO
$T_c$ (h ore - <i>m minuti</i> )	0.32 - <u>19</u>	0.20 - <u>12</u>	0.16 - <u>9</u>

I tempi variano ovviamente in funzione della lunghezza dei corsi d'acqua: sono comunque valori del tutto accettabili per i nostri bacini, variando da un massimo di 19 minuti circa per il Rio Cui ad un minimo di 9 minuti per il Rio Riocello.

Applicando la metodologia illustrata nel paragrafo 6.2.2 i risultati ottenuti, vengono qui di seguito schematizzati:

BACINO RIO CUI - SEZIONE DI CHIUSURA 1

TEMPO DI RITORNO (anni)	h (mm)	Q (mc/sec)
10	22.95	16.99
20	26.16	19.36
100	33.44	24.75
500	40.65	30.08

## BACINO RIO VALLE D'OVIGO - SEZIONE DI CHIUSURA 2

TEMPO DI RITORNO (anni)	h (mm)	Q (mc/sec)
10	19.07	9.03
20	21.74	10.30
100	27.79	13.16
500	33.77	16.00

## BACINO RIO RIOCELLO - SEZIONE DI CHIUSURA 3

TEMPO DI RITORNO (anni)	h (mm)	Q (mc/sec)
10	17.73	10.64
20	20.22	12.13
100	25.84	15.50
500	31.41	18.84

I valori calcolati si riferiscono alle portate liquide; per quanto riguarda il contributo dovuto al trasporto solido si rimanda ai prossimi paragrafi.

5.3.3 Trasporto solido*Generalità*

La valutazione quantitativa dell'erosione nei bacini può essere affrontata con varie metodologie, che differiscono fra loro sia per il significato dei risultati, che per le condizioni di applicabilità. Tra i diversi metodi di calcolo elaborati, i più attendibili sono:

- Graviolovic  
richiede l'introduzione dei dati geometrici del bacino e di parametri legati all'erodibilità (in funzione del tipo di vegetazione e dei litotipi) del settore del bacino stesso soggetto ad erosione. Fornisce la portata solida del bacino alla sezione di chiusura.
- Di Silvio  
permette di valutare l'entità del trasporto solido lungo l'asta principale del bacino in funzione della portata del corso d'acqua.

Il trasporto solido in condizioni ordinarie può essere valutato introducendo nel calcolo la portata media annua del corso d'acqua alla sezione di chiusura di riferimento.

Per stimare invece la quantità di materiale trasportato in occasione di eventi di piena decennali o centenari, occorrerà utilizzare nel calcolo la portata di massima piena relativa al tempo di ritorno scelto. Va però tenuto presente che episodi catastrofici conducono a modifiche profonde nella morfologia dell'alveo (tenderà ad allargarsi), nella sua pendenza media (tenderà ad aumentare) e nella curva granulometrica del materiale del letto del corso d'acqua (tenderà a spostarsi verso granulometrie più fini).

- Metodi climatici

forniscono la portata solida del bacino alla sezione di chiusura attraverso le relazioni di Langbein & Schumm e Fournier. La stima risulta significativa solo per bacini di notevole estensione, dove l'influenza dei fattori morfologici, litologici e vegetazionali tende ad annullarsi.

- Metodi morfometrici

si tratta di relazioni empiriche molto semplici di sufficiente attendibilità. I parametri morfometrici utilizzati sono la densità di drenaggio e la densità di anomalia gerarchica del bacino; grandezze influenzate dal clima, dalla morfologia, dalla litologia affiorante e dalla copertura vegetale.

Tra i metodi sopracitati è stato scelto quello morfometrico di Gravičovic perché prendendo in considerazione i principali fattori che condizionano l'entità dell'erosione in un bacino (litologia affiorante, copertura vegetale, acclività media e clima), attraverso parametri di semplice determinazione, è il metodo che meglio combina semplicità d'uso e attendibilità dei risultati.

La relazione che fornisce la portata solida del bacino alla sezione di chiusura è la seguente:

$$Q_s(mc / anno) = R \cdot W;$$

con

$$W = \pi \cdot T \cdot h \cdot (z^{1.5}) \cdot S_b;$$

$$z = C_v \cdot C_l \cdot \left[ (p_b / 100) + (p_m / 100)^{0.5} \right];$$

Cv e Cl = coefficienti legati alla copertura vegetale e alle litologie affioranti nelle aree del bacino soggette ad erosione; i rispettivi valori possono essere dedotti dalle seguenti tabelle:

COEFFICIENTE $C_v$	COPERTURA VEGETALE DOMINANTE NELLE AREE SOGGETTE AD EROSIONE
0.0 ÷ 0.2	Foreste fitte con sottobosco denso
0.4 ÷ 0.6	Prato o pascolo
0.8 ÷ 1.0	Copertura vegetale inesistente

COEFFICIENTE $C_i$	LITOLOGIA DOMINANTE NELLE AREE SOGGETTE AD EROSIONE
0.0 ÷ 0.6	Rocce dure resistenti all'erosione
1.0 ÷ 1.3	Rocce friabili ed argille compatte
1.8 ÷ 2.0	Depositi fini ed incoerenti

pb (%) = percentuale del bacino soggetta ad erosione;

pb (%) = pendenza media del bacino;

$R = (P \cdot H)^{0.5} \cdot [L + L_i] / [(L + 10) / S_b]$  - per bacini di media estensione;

$R = (P \cdot H)^{0.5} \cdot 8 / (L + 10)$  - per piccoli bacini;

W (mc/anno) = produzione annua di sedimenti;

$T = [(t / 10) + 0.1]^{0.5}$ ;

t (°) = temperatura media annua;

h (mm) = altezza delle precipitazioni totali annue;

Sb (Kmq) = area bacino;

P (Kmq) = perimetro bacino;

H (km) = altezza media del bacino sul livello del mare;

L (km) = lunghezza dell'asta principale;

Li (km) = somma delle lunghezze degli affluenti principali.

### Metodologia utilizzata

I dati necessari per la stima del trasporto solido relativi a ciascun bacino sono riassunti nella tabella qui allegata:

PARAMETRI MORFOMETRICI	R. CUI	R. VALLE D'OVIGO	R. RIOCELLO
Area del bacino (kmq)	1.90	0.76	0.77
Perimetro del bacino (km)	7.60	5.00	3.65
Lunghezza asta principale (m)	3500	2300	1600
Altezza media bacino (m s.l.m.)	1488.68	1161.18	1033.12
Pendenza media dei versanti (%)	65	65	30
Temperatura media annua (°C)	8.9	8.9	8.9
Precipitazioni medie annue (mm)	2567	2567	2567
Coefficiente erodibilità per la vegetazione $C_v$	0.3	0.3	0.3
Coefficiente erodibilità per la litologia $C_l$	1.1	1.1	1.1
Percentuale del bacino in erosione (%)	50	40	25

Tutti i parametri strettamente legati alle caratteristiche morfometriche dei bacini sono stati desunti dai calcoli già dettagliati nei capitoli precedenti.

I valori di temperatura e delle precipitazioni medie annue sono state desunte dai dati del capitolo 5.1.2; per quanto riguarda i due coefficienti di erodibilità  $C_v$  e  $C_l$ , si precisa che sulla base dei sopralluoghi effettuati, della litologia rilevata, delle caratteristiche morfogenetiche riscontrate non solo lungo le asta torrentizie ma anche sui versanti dei bacini, è stato possibile attribuire, con l'ausilio delle tabelle del paragrafo precedente, un valore specifico a ciascuno di essi, valore che come si può notare, è alquanto cautelativo.

Al coefficiente  $C_v$  legato alla copertura vegetale è stato assegnato un valore di 0.3 che si trova a cavallo tra la classe "Foreste fitte con sottobosco denso" e "Prato o pascolo": la scelta deriva dal fatto che i bacini interessano una zona in cui la percentuale di terreno adibita a bosco prevale, anche se in modo lieve su quella a prato.

Per quanto concerne invece l'assunzione di  $C_l = 1.1$ , si precisa che la litologia predominante essendo costituita da gneiss quarzoso-feldspatici, muscovitico-biotitici marcatamente scistosi e fratturati induce la scelta del suddetto valore, appartenente alla classe "Rocce friabili ed argille compatte".

Per le percentuali di bacino in erosione infine, si sono fatte le seguenti considerazioni:

- Rio Cui  $\Rightarrow$  la fitta ramificazione del corso d'acqua principale a partire dai 1.100 m di altitudine e l'attività erosiva concentrata in particolar modo lungo ciascun impluvio, comportano che la percentuale di erosione sia molto alta pari al 50%;
- Rio Valle d'Ovigo  $\Rightarrow$  la fascia più prossima al corso d'acqua è quella soggetta ai fenomeni di degradazione e corrisponde ad una percentuale del 20% dell'intero bacino. Tenuto conto dell'elevata acclività dei versanti del bacino, del tipo di roccia affiorante nonché del suo stato di fratturazione si è ritenuto corretto aggiungere un ulteriore 20% alla percentuale in erosione citata;
- Rio Riocello  $\Rightarrow$  poiché il bacino si sviluppa a quote più basse, dove prevalgono i depositi di versante (comunque caratterizzati da frammenti rocciosi di dimensioni variabili) sul substrato roccioso e poiché l'attività erosiva si limita all'asta principale, la percentuale di erosione corrispondente è stata fissata pari al 25%.

Sulla base di questi dati si è quindi proceduto all'elaborazione del trasporto solido.

### *Commento dei dati ottenuti*

Lo sviluppo dei calcoli tramite la formula indicata ha portato alla determinazione delle seguenti quantità mobilizzabili (si precisa che sono volumi mobilizzabili all'anno). Per ciascun bacino alla sezione di chiusura considerata si sono avuti:



BACINO	TRASPORTO SOLIDO (mc/anno)
Rio Cui	8508
Rio Valle d'Ovigo	2375
Rio Riocello	1106

### 5.3.4 Verifica delle sezioni di deflusso

#### *Generalità*

La portata che defluisce per una determinata sezione d'alveo è fornita dalla relazione:

$$Q(mc / sec) = A \cdot v_m$$

dove:

A (mq) = area della sezione trasversale dell'alveo;

$v_m$  (m/sec) = velocità media della corrente.

Per quanto riguarda la velocità media della corrente, si è assunto il criterio del moto uniforme, immaginando che la linea piezometrica abbia la stessa inclinazione dell'alveo nella direzione della corrente: pertanto la relazione (secondo Gauckler-Strickler) che esprime tale parametro è data dalla seguente espressione:

$$v_m = k_s \cdot R_h^{2/3} \cdot (i/100)^{1/2};$$

dove:

$K_s$  ( $m^{1/3}s^{-1}$ ) = coefficiente di resistenza di Strickler;

$R_h$  (m) = raggio idraulico dato dal rapporto A/P con P perimetro bagnato;

i (%) = pendenza dell'alveo nel tratto considerato.

Valutata la velocità della corrente, noto il valore dell'area della sezione del corso d'acqua, si può calcolare la portata smaltibile, da confrontare con la portata di piena di riferimento.

I valori del coefficiente  $k_s$  si ricavano direttamente dalla consultazione di apposite tabelle dove a seconda della tipologia del fondo alveo (in pietrame, con sezioni regolari, ecc.) sono indicati i relativi indici.

#### *Metodologia utilizzata*

Grazie ai progetti reperiti e alle misure effettuate durante i sopralluoghi si sono scelte delle sezioni significative da sottoporre a verifica, così distribuite:

- RIO RIOCELLO  $\Rightarrow$  è stata esaminata la sezione tipo "a cielo aperto" così come prevista dall'Ing. F. Brambati per il tratto del corso d'acqua oggetto di prossima sistemazione (a partire cioè dalla Via Torino verso la Vigezzina);
- RIO VALLE D'OVIGO  $\Rightarrow$  si sono verificate due sezioni, una in corrispondenza della chiusura del bacino indicata con il n. 2 sulla Tavola allegata al capitolo 6.2 (coincidente con la

sezione n° 18 del "Progetto Generale - Ricostruzione argini e sistemazione totale del Rio d'Ovigo" a cura del Geom. F. Marucchi) e l'altra al ponte della S.S. 337 della Val Vigizzo poco più a valle. Anche se l'area del bacino sottesa a quest'ultima sezione è leggermente più ampia e quindi le portate ne risulterebbero proporzionalmente incrementate, si ritiene comunque valido usare i valori calcolati alla sezione di monte, non introducendo errori determinanti;

- RIO CUI  $\Rightarrow$  è stata considerata la sezione di deflusso in prossimità del ponte ferroviario sulla Vigezzina, alla chiusura del bacino.

Dopo aver riprodotto graficamente le sezioni in esame, sono state calcolate le pendenze relative e si è attribuito il coefficiente di resistenza di Strickler  $k_s$  in funzione della tipologia di fondo alveo rilevata in sito.

I valori dei suddetti parametri per ciascuna sezione esaminata vengono qui riassunti:

RIO	SEZIONE	$k_s$ ( $m^{1/3}s^{-1}$ )	PENDENZA (%)
Cui	1	25	8
Valle d'Ovigo	2	25	7.41
Valle d'Ovigo	ponte S.S. 337	30	5
Riocello	3	25	6

Il  $k_s = 25$  è specifico per alvei naturali caratterizzati da sezioni di deflusso regolari con pochi massi, mentre il  $k_s = 30$  scelto per la sezione in prossimità del sottopassaggio sulla S.S. 337 della Val Vigizzo è dovuto al fatto che il fondo alveo è lastricato e in parte cementato (in realtà il valore dovrebbe essere più alto, ma poiché l'alveo è ingombro di depositi alluvionali ormai inerbiti si è ritenuto di utilizzare un coefficiente inferiore).

Ciascuna sezione è stata verificata per quattro valori di portata corrispondenti ai tempi di ritorno indicati nei capitoli precedenti, ossia 10, 20, 100 e 500 anni; si sono evidenziate inoltre le velocità di deflusso relative e si è calcolata da ultimo la portata massima smaltibile da ogni singola sezione.

#### *Commento dei dati ottenuti*

Come si può vedere dai diagrammi allegati tutte le sezioni considerate garantiscono lo smaltimento delle portate liquide di piena anche per tempi di ritorno cinquecentenari.

Entrando nel dettaglio l'elaborazione effettuata ha portato ai seguenti risultati:

RIO CUI

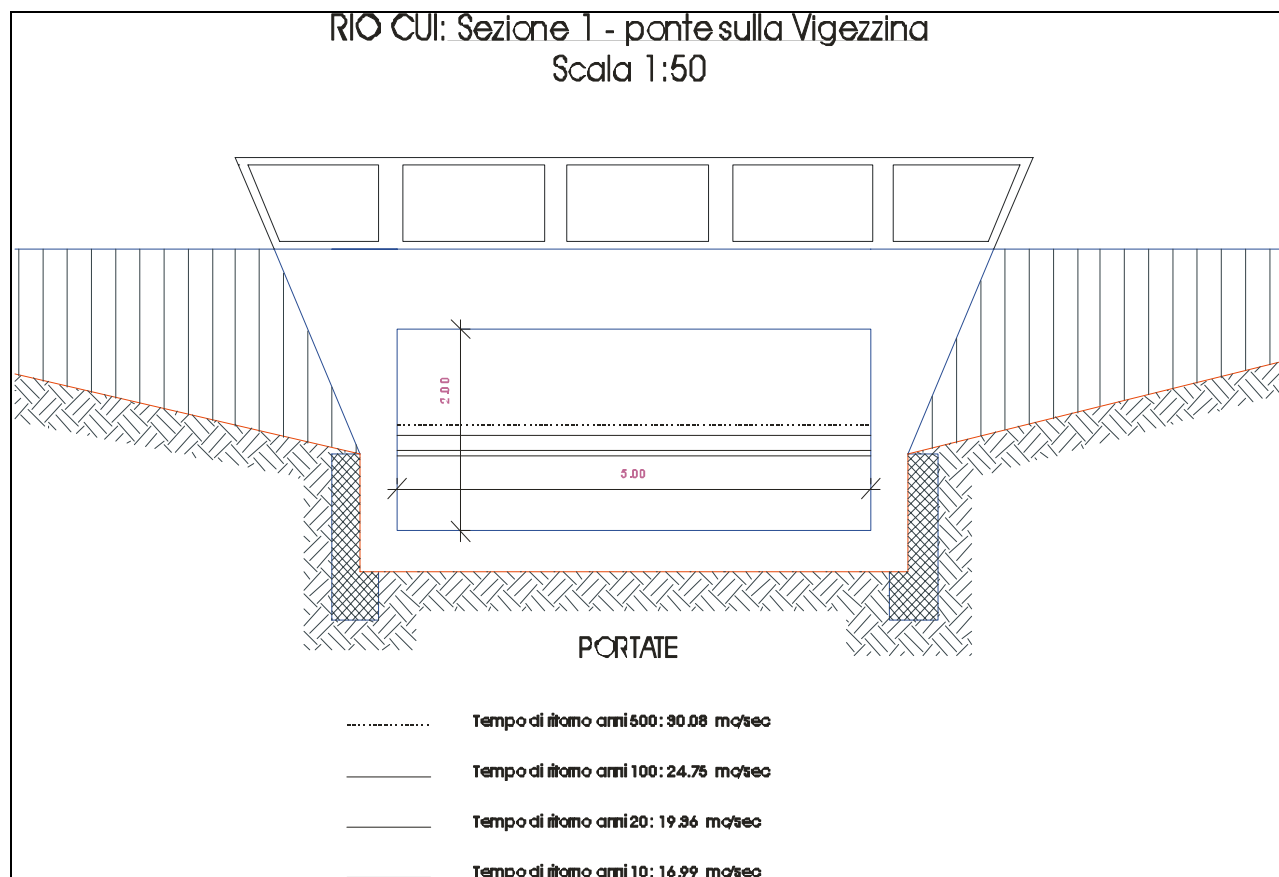
TEMPO DI RITORNO (anni)	Q (mc/sec)	v (m/sec)
10	16.99	4.90
20	19.36	5.06
100	24.75	5.51
500	30.08	5.78

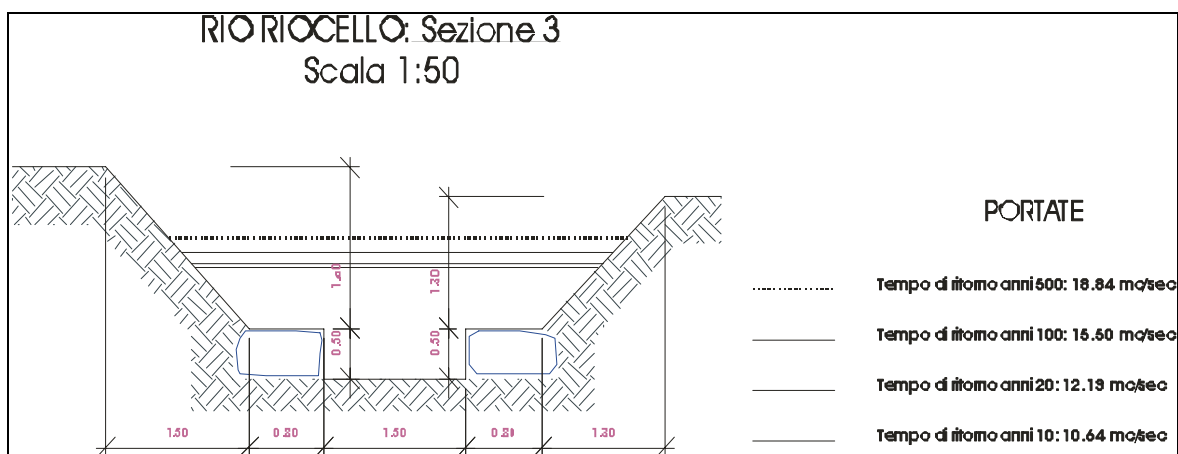
La portata massima smaltibile dalla sezione 1 è risultata pari a 70 mc/sec con una velocità di scorrimento di 7.44 m/sec.

RIO RIOCELLO

TEMPO DI RITORNO (anni)	Q (mc/sec)	v (m/sec)
10	10.64	3.92
20	12.13	4.05
100	15.50	4.28
500	18.84	4.62

La portata massima smaltibile dalla sezione 3 in esame è pari a  $Q_{max} = 32$  mc/sec con una velocità di deflusso  $v = 5.32$  m/sec.



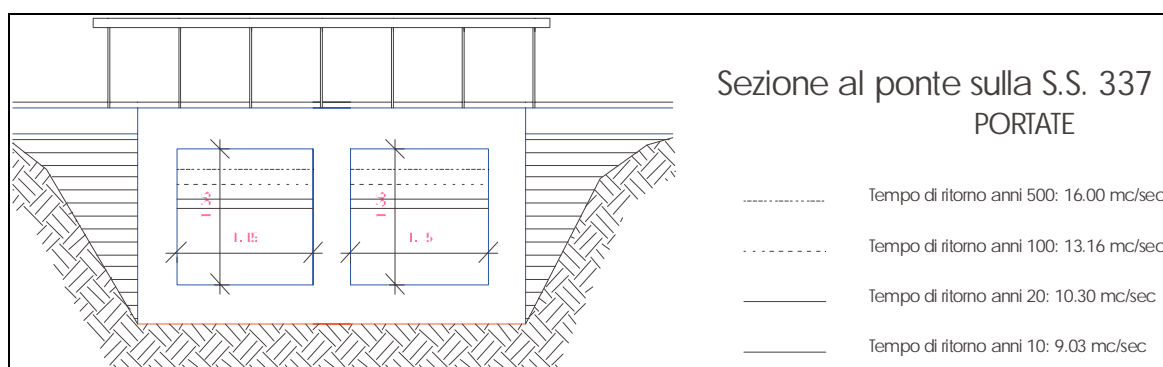
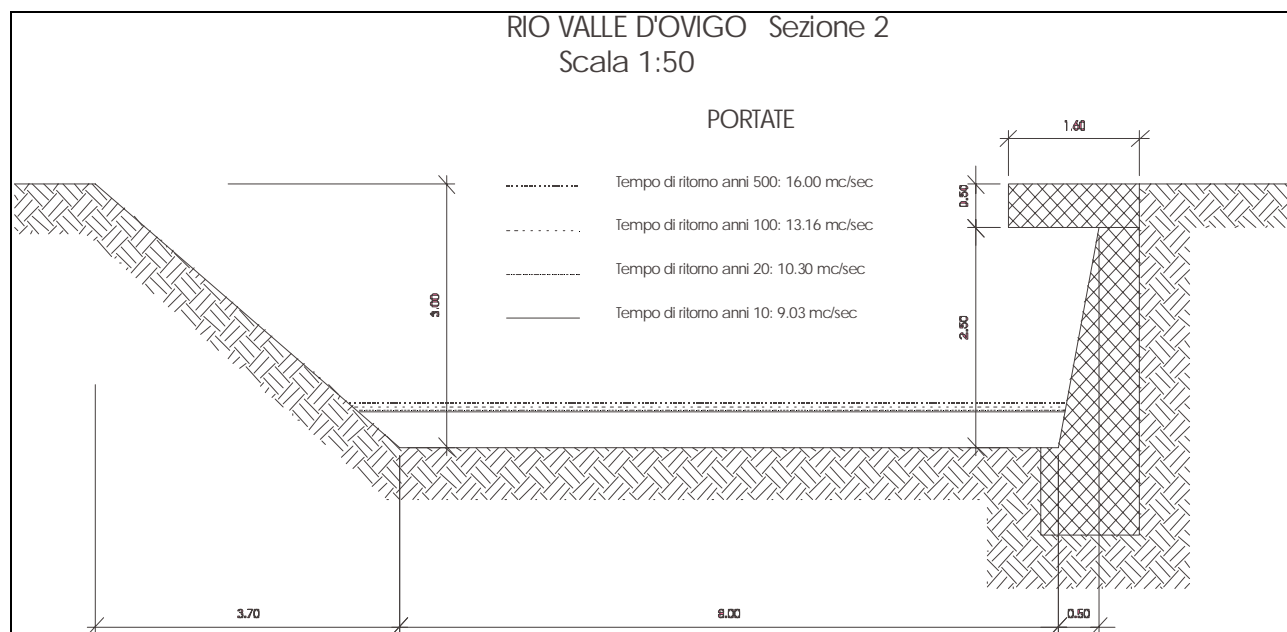
**RIO VALLE D'OVIGO**

TEMPO DI RITORNO (anni)	Q (mc/sec)	SEZIONE 2 v (m/sec)	SEZIONE PONTE S.S. 337 v (m/sec)
10	9.03	3.39	4.19
20	10.30	3.39	4.43
100	13.16	3.64	4.73
500	16.00	3.88	4.99

Come detto nel paragrafo precedente sono state verificate due sezioni: poiché cambiano sia l'area che le condizioni di fondo alveo (naturale nel caso della sez. 2 e cementato nel caso della sez. al ponte sulla S.S. 337), conseguentemente cambiano anche le velocità di deflusso delle acque.

Per quanto riguarda invece le portate massime smaltibili i calcoli hanno dato i seguenti valori:

SEZIONE	PORTATA MASSIMA SMALTIBILE (mc/sec)	VELOCITÀ (m/sec)
2	210	9.18
Ponte S.S. 337	20	5.28



Le portate verificate tengono conto del solo apporto liquido; è necessario però considerare il contributo del trasporto solido affinché le sezioni possano ritenersi adeguate.

Si precisa che il metodo adottato per la stima del trasporto solido (Gravilovic) fornisce i quantitativi mobilizzabili all'anno, nell'ambito di ciascun bacino tenendo conto delle caratteristiche litologiche, morfometriche, climatiche e vegetazionali rilevate. Si capisce quindi come risulti difficile e azzardato stimare il contributo solido in mc/sec alle varie sezioni di chiusura, da aggiungere alle portate liquide sopra indicate.

Alla luce di queste considerazioni si è così deciso di impostare il problema in altro modo, ossia:

- come detto, per ogni sezione verificata si sono calcolate le portate massime smaltibili con le relative velocità di deflusso. Da questi valori sono state sottratte le portate liquide relative a  $Tr = 500$  anni (cautelativamente si è operato con il tempo di ritorno massimo), ricavando in tal modo quanto dovrebbe essere il contributo solido

affinché le sezioni risultino ancora verificate;

- ottenuti i volumi affluenti a ciascuna sezione si è supposto che i quantitativi trovati venissero smaltiti nel tempo di corrivazione  $t_c$  proprio di ciascun rio; pertanto moltiplicando il volume trasportato per il tempo necessario allo smaltimento si sono stimati i quantitativi potenzialmente mobilizzabili. I valori ottenuti sono riassunti qui di seguito:

SEZIONE	$Q_{liq}$ Tr=500 anni (mc/sec)	$Q_{smalt}$ (mc/sec)	$Q_{sol}$ (mc/sec)	$T_c$ (sec)	VOLUMI SMALTIBILI (mc)
Cui - sez. 1	30.08	70	≈ 40	1152	46080
Valle d'Ovigo - sez. 2	16.00	210	194	720	139680
Riocello - sez. 3	18.84	32	≈ 13	576	7488

N.B.: relativamente al Rio valle d'Ovigo è stata omessa la sezione al ponte sulla S.S. 337, perché a valle della sez. 2 si trovano frappe altre briglie che contribuiscono a trattenere il materiale passante alla briglia della sezione 2.

- conoscendo i valori del trasporto solido mobilizzabili all'anno per ogni bacino, si vede come le quantità smaltibili dalle sezioni esaminate siano comunque elevate. È stato così deciso di valutare approssimativamente in quanto tempo i volumi suddetti si siano accumulati.

Sono state fatte delle supposizioni:

- parte dei volumi mobilizzabili nel bacino nell'arco dell'anno vengono normalmente smaltiti dalle morbide; si è stimato che questa parte corrisponda ad un 40%;
- il rimanente 60% continua potenzialmente ad accumularsi anno per anno (in realtà però i quantitativi non sono costanti, avendo a che fare con grandezze fisiche molto variabili - cautelativamente si è così deciso di operare nell'ipotesi peggiore, ossia di deposito continuo e costante);
- valutati i volumi corrispondenti al 60%, sono stati divisi per i "volumi smaltibili" dalle sezioni verificate supponendo il caso di portate liquide con tempi di ritorno pari a 500 anni, ottenendo così i potenziali tempi di accumulo:

SEZIONE	VOLUME ACCUMULATO 60% (mc/sec)	VOLUMI SMALTIBILI (mc)	TEMPO DI ACCUMULO (anni)
Cui - sez. 1	5105	46080	≈ 10
Valle d'Ovigo - sez. 2	1425	139680	≈ 100
Riocello - sez. 3	664	7488	≈ 11

- occorre da ultimo sottolineare che le velocità con le quali vengono smaltite le portate massime da ogni sezione esaminata, non sono comprensive di eventuale materiale

solido in carico. Si è quindi ipotizzato il caso più reale di un debris-flow dimezzando le velocità di deflusso calcolate: poiché la sezione rimane la stessa ed essendo la formula per il calcolo delle portate affluenti  $Q = A \times v$ , si intuisce come le portate smaltibili  $Q_{smal}$  (Illa colonna della prima tabella a pagina precedente) si dimezzino anch'esse. In ogni caso si nota che i quantitativi smaltibili sono comunque notevoli.

In conclusione è bene ricordare che le suddette analisi non tengono conto dell'azione svolta delle numerose opere di regimazione idraulica (briglie, soglie) esistenti a monte delle sezioni verificate. Tali opere in realtà, sono in grado di trattenere una buona percentuale del materiale solido grossolano mobilizzato, evitandone il trasporto a fondo valle e garantendo il deflusso della sola portata liquida con al limite il solo materiale fine in sospensione: ciò conferma che i calcoli eseguiti alle sezioni in studio sono molto cautelativi e che i quantitativi solidi ipotizzati sono sovrastimati.

A completamento delle verifiche idrauliche sopra illustrate, si allegano (Allegato 6) gli stralci delle verifiche idrauliche, sviluppate dalla POLITHEMA s.c.r.l. Torino in data dicembre 1981, nell'ambito dello "Studio di coordinamento tra le componenti di struttura, idrogeologiche ed ambientali del territorio della Val Vigizzo", dai Geom. F. Marucchi e C. Parnetti, in data febbraio 1981, nell'ambito del "Progetto I° lotto sistemazione Rio Riana Comuni di Craveggia – S. Maria Maggiore – Druogno" e dall'Ing. V. Zanetta, in data ottobre 1978, nell'ambito del "Progetto di sistemazione idraulica del Rio Cui".

Per quanto riguarda lo studio dei conoidi attivi, ci si è limitati unicamente alla compilazione delle Schede dei Conoidi (allegato 3) relativamente ai rii valle d'Ovigo e Cui, che risultano attivi e insediati in varia misura. Non sono stati invece descritti gli altri conoidi presenti sul territorio o perché considerati non attivi oppure perché non interessanti insediamenti antropici. Infine non è stata condotta l'analisi empirica di magnitudo e pericolosità dei conoidi, avendo preferito sviluppare, in questa sede, un'analisi idrologica ed idraulica più articolata, che meglio può fornire dati quantitativi, utili per la classificazione urbanistica del territorio.

## 6 CARTA DELLA PROPENSIONE AL DISSESTO (TAVOLA 9)

### 6.1 CONSIDERAZIONI GENERALI

La carta in oggetto rappresenta la sintesi dei dati raccolti ed illustrati in precedenza ed ha lo scopo di mostrare lo stato di dissesto del territorio, ponendo in evidenza gli aspetti relativi alla sua pericolosità.

La metodologia per la costruzione di tale carta, realizzata in scala 1:15.000 su base CTR, si basa sull'extrapolazione degli elementi di "pericolosità geomorfologica" da ciascuna delle carte tematiche prodotte. Si può facilmente intuire come questa carta costituisca un passaggio fondamentale per la suddivisione del territorio in classi di idoneità alla utilizzazione urbanistica, indispensabile per la pianificazione territoriale.

Per la redazione della tavola, è stata anche presa in considerazione, come già accennato in precedenza, la legenda regionale per la redazione della carta geomorfologica e del dissesto.

### 6.2 COMMENTO DELLA CARTA REALIZZATA

Dall'esame della cartografia di base sono risultate diverse le aree soggette a processi geomorfologici attivi, predisponenti un possibile dissesto, ai quali si può attribuire un differente grado di pericolosità. In modo da rendere evidenti le sovrapposizioni fra i diversi elementi e non rendere di difficile lettura la tavola, in alcuni casi gli stessi sono stati rappresentati attraverso la sola delimitazione dell'area interessata senza campitura colorata o retinatura.

Grado di pericolosità nullo: questa categoria racchiude i settori di territorio caratterizzati da assenza di morfogenesi attiva e corrispondenti alla zona insediata dal capoluogo sulle zone di conoide stabilizzato naturalmente del torrente Melezzo.

Grado di pericolosità da basso a medio: comprende le porzioni di territorio con pericolosità moderata. Corrispondono a:

- *terreni con mediocri caratteristiche geotecniche e con acclività moderata (comunque inferiore a 23°).*
- *fasce ubicate al piede dei versanti con copertura detritica, a volte limitrofe a linee di drenaggio minore mal definito, con rischio di inondazione a bassa energia;*
- *aree a drenaggio difficoltoso, caratterizzate da ristagni delle acque meteoriche, in relazione anche alla presenza di terreni a tessitura prevalentemente fine;*
- *zone di rilevato antropico (terreni con caratteristiche geotecniche a volte disomogenee o scadenti);*
- *scarpate o pendii delimitanti i terrazzi e i pianori glaciali, con differente pericolosità potenziale, in relazione all'altezza delle scarpate ed alla loro acclività.*

Per le voci in elenco, particolari condizioni al limite (acclività molto prossima a 23°, presenza di sedimenti glaciali con abbondante matrice fine, ecc.) possono comportare un locale aumento del grado di potenziale dissesto e quindi di pericolosità.



Grado di pericolosità da medio ad alto: sono numerosi gli elementi che si raggruppano in questa categoria. Si riferiscono ad elementi di dissesto gravitativo, a dinamiche di tipo torrentizio s.l. e fluviale, ad attività erosiva lungo versante, ad interferenze antropiche con il reticolo idrografico, ecc..

- *Processi torrentizi di tipo lineare* – comprendono i settori soggetti ad erosione concentrata, costituiti prevalentemente dalle vallecicole a V e dai solchi di erosione. Si tratta di impluvi fortemente incisi, delimitati da scarpate con pendenze elevate e sovente interessate da processi di degradazione per erosione al piede. Sono stati distinti, su base morfologica, in base all'intensità che li caratterizza.
- *Aree colpite da dissesto gravitativo* – sono state indicate in carta le aree in frana, sia quelle verificatesi nel corso dell'evento del 1978 che quelle individuate su base fotointerpretativa e con il rilevamento. E' stato riportato il limite esterno del dissesto, senza ulteriori classificazioni, per non appesantire graficamente la carta.
- *Depositi di frana e falde detritiche attive* – si tratta aree caratterizzate da materiali grossolani, soggette a processi di accumulo tuttora attivi. In taluni casi i blocchi che costituiscono questi depositi possono subire rimobilizzazioni con rotoscivolamenti lungo pendio.
- *Settori di versante con pendenze elevate* – costituiscono gran parte del territorio comunale e possono essere soggette a processi gravitativi sia a carico della coltre di copertura, con meccanismi di *soil slip*, sia del substrato roccioso, con meccanismi prevalenti di crollo.
- *Aree di conoide attivo e riattivabile* – rappresentano le aree interessate da fenomeni di trasporto in massa ed accumulo di materiale prevalentemente grossolano, allo sbocco dei corsi d'acqua del reticolo idrografico minore nel fondovalle. Sono state distinte in base a quanto previsto dalla legenda regionale più volte citata, in funzione del grado di pericolosità e dell'efficacia degli interventi di sistemazione, ove presenti.
- *Aree soggette a processi fluviali di tipo areale* – si tratta di aree caratterizzate da pericolosità di diverso grado, determinata in base a quanto previsto dal PAI e a quanto osservato nel corso dell'evento alluvionale del 1978. Anche in questo caso sono state distinte aree a differente intensità di processo, in relazione alla legenda regionale.

Nella tavola sono stati riportati inoltre i punti che costituiscono ostruzione al regolare deflusso delle acque del reticolato idrografico, quali attraversamenti stradali con sezioni ristrette e coperture di tratti di alveo. Infine sono indicate nella tavola le ubicazioni delle

captazioni idropotabili comunali con le relative fasce di rispetto, ai sensi del D.P.R. 236/88 ed il limite del vincolo idrogeologico.

## 7 ANALISI DEI VINCOLI PREVISTI DAL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (ALL. 5) E DEL DPCM TOCE IN RAPPORTO ALLO STRUMENTO URBANISTICO

Nel 1995 è stato approvato, con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 7 dicembre, lo SCHEMA PREVISIONALE E PROGRAMMATICO PER IL RISANAMENTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO DEL FIUME TOCE nel quale erano predisposti gli interventi di riassetto idrogeologico necessari ed urgenti, a seguito dell'evento alluvionale del 1987, e venivano individuate le aree a rischio idrogeologico elevato da sottoporre a vincolo di inedificabilità, considerato variante automatica degli strumenti urbanistici vigenti.

L'adozione del PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO DEL FIUME PO, preceduta dal DPCM 24.07.98 "Piano Stralcio delle Fasce Fluviali", ha comportato l'imposizione di misure di salvaguardia nei territori delimitati dalle fasce fluviali e di quelli interessati da dissesto. Nell'ambito della stesura del presente studio geologico ed in previsione degli sviluppi urbanistici futuri, si è ritenuto dunque necessario effettuare un confronto tra la situazione vincolistica prevista dal DPCM Toce e dal PAI, per la delimitazione delle aree in dissesto, e le analisi di dettaglio sopra commentate.

Nell'allegato 5 sono riportati gli stralci delle tavole DPCM e PAI, queste ultime relative alla "Delimitazione delle aree in dissesto" Fg. 052 sez. IV Santa Maria Maggiore, scala 1:25.000.

Di seguito sono brevemente confrontati gli elementi evidenziati dal DPCM e dal PAI con i risultati dei rilievi geologici di dettaglio, riassunti nella Carta di Sintesi in scala 1:15.000.

### DPCM:

il confronto delle aree in dissesto sia sui versanti che nel fondovalle risulta chiaramente in difetto per quel che riguarda il DPCM, mancando il dettaglio nelle zone di Buttogno, Le Lutte e lungo il corso del torrente La Riana, oltre che nelle località site nel bacino del Torrente Melezzo e del torrente Loana ed affluenti.

### PAI:

1. FRANE – Nel PAI è riportata un'area di frana attiva, nel bacino del torrente Melezzo. Si condivide quanto riportato dal PAI; il presente studio ha inoltre esteso notevolmente il dettaglio dei dissesti, come evidenziato negli elaborati cartografici.
2. ESONDAZIONI E DISSESTI MORFOLOGICI DI CARATTERE TORRENTIZIO – Anche per questi processi quanto riportato dal PAI è stato ulteriormente dettagliato ed esteso anche ad altri corsi d'acqua, definendo inoltre le perimetrazioni relative.
3. TRASPORTO IN MASSA SUI CONOIDI – E' la tipologia di dissesto forse più diffusa ed invasiva del fondovalle. La tipologia riconosciuta dal PAI è definita come "Area di conoide attivo non protetta" (Ca); il censimento delle opere di difesa idraulica effettuato per il presente lavoro, ha messo in luce, in realtà, la diffusa presenza di opere di riassetto che

proteggono, con diversa efficacia, tutti i conoidi insediati da nuclei abitati. Inoltre la delimitazione delle aree riportata nel PAI (alla scala 1:25.000) differisce, talora in modo sostanziale, da quella di dettaglio effettuata dallo scrivente.

In conclusione del presente capitolo si può dunque affermare che gli elaborati del DPCM e del PAI non sono perfettamente corrispondenti alla complessa realtà geomorfologica del territorio.

Si ritiene che il presente studio fornisca un quadro dell'assetto del territorio, dal punto di vista del rischio geomorfologico reale e potenziale, decisamente articolato e che, in definitiva, risponda alla richiesta di approfondimento dell'analisi geologica, nelle aree soggette a particolare situazione di rischio, nell'ambito della revisione dello strumento urbanistico.

## 8 CARTOGRAFIA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E DELL'IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA

La conclusione delle analisi geologiche, geomorfologiche ed idrauliche sopra illustrate è sintetizzata dalle carte di pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica, redatte sia per l'intero territorio comunale, in scala 1:15.000, sia alla scala di piano 1:2.000 su base catastale.

Quest'ultima rappresentazione cartografica corrisponde parzialmente all'integrazione cartografica alla scala di piano richiesta dalla Circolare 7/LAP, al punto 4.6 e che verrà completata, con la sovrapposizione delle perimetrazioni di piano (previste dalla Circolare 16/URE), nell'ambito della terza fase. La carta è stata comunque redatta allo scopo di evidenziare l'idoneità all'utilizzazione urbanistica per il territorio abitato, momento di fondamentale importanza per il processo di pianificazione.

Dall'esame dei dati raccolti nel corso dell'intero lavoro, ed in particolare dall'analisi della carta della propensione al dissesto, è possibile suddividere il territorio comunale in aree definite in base a diverse classi di idoneità alla trasformazione urbanistica, in relazione anche ai vincoli esistenti.

La circolare 7/LAP distingue tre diverse classi di zonizzazione:

### **CLASSE I**

*Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche.*

### **CLASSE II**

*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 IIIA**

*Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti... Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili vale quanto indicato all'art. 31 della L.R. 56/77.*

### **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 di interesse pubblico non altrimenti localizzabili vale quanto indicato all'art. 31 della L.R. 56/77. 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 infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili vale quanto indicato all'art. 31 della L.R. 56/77.*

Si tiene a precisare che, in considerazione dell'elevata complessità geomorfologica del territorio in esame, in fase di elaborazione e stesura della suddetta carta è stata effettuata una suddivisione della Classe IIIB, che meglio risponde ai diversi tipi e livelli di rischio presenti, come previsto nella N.T.E. alla Circolare 7/LAP. Viene dunque proposta una normativa differenziata in funzione del grado di pericolo, conservando comunque, in modo rigoroso, i principi individuati dalla Circolare 7/LAP per questa classe (presenza di pericolo in territori edificati e necessità di effettuare opere di riassetto non risolvibili a livello di singolo lotto, in carenza delle quali non sono consentiti aumenti del carico antropico). Secondo quanto elaborato, si propone la seguente schematizzazione, composta da un enunciato generale, comune a tutte le sottoclassi, e da prescrizioni specifiche per ciascuna di esse:

**CLASSE IIIB** (Enunciato generale, comune a tutte le sottoclassi distinte) - *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 di interesse pubblico non altrimenti localizzabili vale quanto indicato all'art. 31 della L.R. 56/77.*

- **SOTTOCLASSE IIIB<sub>2</sub>** - *a seguito della realizzazione delle opere di riassetto, sarà possibile la realizzazione di nuove edificazioni, ampliamenti o completamenti;*
- **SOTTOCLASSE IIIB<sub>3</sub>** - *anche a seguito della realizzazione delle opere di riassetto, sarà possibile solo un modesto incremento del carico antropico (ristrutturazioni); da escludersi nuove unità abitative e completamenti.*
- **SOTTOCLASSE IIIB<sub>4</sub>** - *anche a seguito della realizzazione delle opere di riassetto, indispensabili per la difesa dell'esistente, non sarà possibile alcun incremento del carico antropico.*

Da quanto sopra descritto, si evince chiaramente che l'ultima sottoclasse appare più restrittiva rispetto all'enunciato della classe IIIB della Circolare 7/LAP, corrispondente invece in modo completo alla sottoclasse IIIB<sub>2</sub>.

Tutte le sottoclassi proposte non esimono l'Amministrazione comunale dal predisporre un adeguato programma di monitoraggio e manutenzione delle opere esistenti, con cadenza annuale, e la realizzazione delle nuove opere di riassetto, ove previste, per la sicurezza delle aree insediate.

## 8.1 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E DELL'IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA ESTESA ALL'INTERO TERRITORIO COMUNALE ED ALLA SCALA DI PIANO (TAVOLA 10 E TAVOLA 11)

### 8.1.1 Cenni metodologici

La tavola 10 è stata realizzata alla scala 1:15.000 per l'intero territorio comunale mentre la tavola 11 è stata realizzata in scala 1:2.000 e rappresenta la zona di fondovalle ed i pianori glaciali sul versante settentrionale, che praticamente costituiscono la totalità del territorio urbanizzato, se si eccettuano gli alpeggi di alta quota.

Nella legenda delle tavole sono riportati per ciascuna classe di idoneità urbanistica:

- la normativa della Circolare 7/LAP
- il livello di pericolosità geomorfologica, definito indicando l'agente morfogenetico prevalente e il grado (da irrilevante ad elevato)
- la vulnerabilità, di cui viene indicata la causa, e il valore esposto
- il rischio totale (da nullo ad elevato)
- gli interventi proposti per la riduzione o la minimizzazione del rischio: viene fatta una distinzione tra gli interventi di riassetto generali, locali, il controllo e la manutenzione delle opere esistenti, per i quali si dichiara se sono necessari o meno, e le norme tecniche eventualmente da rispettare
- l'idoneità urbanistica, definita mediante un elenco di condizioni a cui deve sottostare un'area appartenente ad una determinata classe

### 8.1.2 Commento alla carte realizzate

**CLASSE I** – Comprende la zona del capoluogo e di Crana oltre ai due terrazzi antichi nella zona di Buttogno, che non presentano problematiche per lo sviluppo urbanistico, essendo prive di agenti morfogenetici attivi. L'edificabilità non è dunque condizionata da alcun vincolo, ad eccezione di quanto previsto dalla normativa vigente e, in particolare, dal D.M. 11.03.88.

**CLASSE II** - In questa classe sono stati raggruppati settori di territorio caratterizzati da una o più tipologie di pericolosità, comunque di intensità moderata e superabile con l'adozione di modesti interventi a livello del singolo lotto edificatorio. Di seguito vengono suddivise per fattore di pericolosità le diverse zone del territorio comunale.

1. Fasce di territorio ubicate al piede di versanti: sono fasce ristrette, dislocate tra versanti e fondovalle tra Crana e Buttogno, dove è necessario provvedere ad adeguate opere di regimazione o drenaggio delle acque meteoriche.
2. Terreni di copertura con mediocri caratteristiche geotecniche e/o moderata acclività: date le caratteristiche di media acclività e la presenza di coltri di sedimenti glaciali o detritico-colluviali in molte aree del territorio, si prescrive che l'edificazione in queste zone sia

subordinata all'esecuzione di indagini geognostiche e geotecniche di dettaglio, atte a verificare la compatibilità delle opere in progetto con la stabilità dei versanti. Come si evince dall'analisi della cartografia di sintesi, molte di queste aree sono comunque interessate da altri processi di dissesto che le rendono inidonee all'utilizzo urbanistico.

3. Aree esondabili con acque a bassa energia: sono ubicate nella zona tra Crana e Buttogno e lungo una fascia che delimita il rio La Riana; in questa aree è preferibile non realizzare locali interrati.

Anche per gli interventi in questa classe, valgono le norme contenute nella legislazione vigente, con particolare riferimento al D.M. 11.03.88.

**CLASSE IIIA** - A questa classe è ascritto gran parte del territorio, caratterizzato in genere da elevata acclività e da processi di degradazione lungo versante. Le zone comprese in classe IIIA racchiudono inoltre i settori di versante soggetti a potenziali fenomeni franosi, sia di crollo che di scorrimento. Data l'ubicazione marginale degli estesi versanti montani rispetto al contesto antropico, non sono stati analizzati in dettaglio, ad esempio, i numerosi alpeggi di alta quota, ubicati prevalentemente su ripiani di origine glaciale e che dovranno essere assoggettati alle norme della classe IIIB<sub>4</sub>, stante la generale elevata pericolosità dei versanti. Resta ad ogni modo indispensabile che alcune di queste zone siano oggetto di interventi di riassetto, finalizzati a garantire la sicurezza dei settori di fondovalle antropizzati, con particolare riguardo alle zone di testata dei corsi d'acqua, sede di innesco di movimenti gravitativi che si ripercuotono nei settori di conoide.

**CLASSE IIIB** - Come già precisato nei paragrafi precedenti e come si evince dalla legenda riportata nelle tavole, la classe IIIB è stata suddivisa in tre sottoclassi che meglio rappresentano e delimitano le zone, a differente grado di rischio, individuate nel territorio comunale.

Zone comprese nella classe IIIB<sub>2</sub>

Si tratta di aree ubicate nei settori di conoide a pericolosità media o al piede di versanti soggetti a potenziali dissesti gravitativi. La classificazione è determinata dalla presenza di un grado di rischio da medio ad elevato e dall'assenza di opere di riassetto o dalla presenza di opere ritenute non sufficienti a garantire la minimizzazione del rischio o ancora dalla presenza di opere adeguate, da assoggettare tuttavia ad un periodico controllo. Per queste aree dunque l'edificabilità è condizionata alla eventuale realizzazione o completamento delle opere di riassetto, anche comprendenti le parti alte dei bacini montani, ed alla stesura di un cronoprogramma delle stesse che ne preveda anche il costante controllo e manutenzione.

Zone comprese nelle classi IIIB<sub>3</sub> e IIIB<sub>4</sub>



Sono zone ubicate in genere lungo le fasce spondali di corsi d'acqua o in zone di conoide attivo ad alta pericolosità. Corrispondono alle aree con rischio molto elevato, nelle quali non è consigliabile prevedere ulteriori espansioni urbanistiche, in considerazione degli intensi processi geomorfologici che le caratterizzano.

Anche per queste aree devono essere previsti interventi di riassetto per la minimizzazione del rischio, da porre in opera anche nelle parti alte dei bacini montani, in funzione della pericolosità e magnitudo dei processi che le interessano.

*Zone comprese nella classe IIIC*

Si tiene a precisare che non sono state perimetrate aree nella classe IIIC.

## 9 MECCANISMO ATTUATIVO DELLE OPERE DI RIASSETTO – CRONOPROGRAMMA

Come da richiesta dei funzionari regionali, viene redatto il documento di massima relativo agli interventi di riassetto necessari per la minimizzazione o l'eliminazione della pericolosità geomorfologica delle aree in classe IIIB, documento che dovrà essere elaborato in dettaglio nella fase attuativa di piano regolatore. Per le aree già interessate da opere di difesa, dovrà essere compito dell'Amministrazione comunale verificarne la validità, in base a valutazioni tecniche redatte da professionisti competenti in collaborazione con l'Ufficio Tecnico Comunale, che dovranno stabilire se l'area risulta a rischio minimizzato oppure se necessitano ulteriori opere di completamento.

La procedura per la realizzazione delle opere di riassetto potrà essere gestita dall'Amministrazione comunale o, in alternativa, da altri soggetti pubblici o da privati che hanno specifico interesse nell'attuazione delle previsioni urbanistiche. Gli interventi dovranno essere finalizzati alla messa in sicurezza dell'intera area classificata IIIB e non potranno quindi essere ridotti alla scala del singolo lotto edificatorio, o delegata a professionisti in fase di progettazione esecutiva.

Al completamento delle opere, che hanno specifica valenza di messa in sicurezza dell'area ad esse sottesa, ai fini urbanistici, sarà compito dell'Amministrazione comunale verificare il raggiungimento degli obiettivi di mitigazione del rischio e consentire l'attuazione delle previsioni del piano regolatore. Nella normativa tecnica, che dovrà divenire parte integrante delle Norme di Attuazione di Piano, saranno esplicitate le procedure di utilizzo delle aree in classe IIIB, successivamente alla realizzazione delle opere di riassetto.

Secondo quanto riportato al punto 7.10 della N.T.E. alla Circolare 7/LAP, per interventi che rivestono una certa importanza, è possibile prevedere una ottimizzazione dei tempi di esecuzione, avviando contemporaneamente la costruzione dell'opera di riassetto e la realizzazione delle opere di urbanizzazione o di edificazione, consentendo però la fruibilità degli edifici solo a seguito del completamento delle procedure previste dal cronoprogramma. Inoltre si rammenta che parte integrante della messa in sicurezza dell'area è il programma di manutenzione ordinario e straordinario delle opere di riassetto presenti e la redazione del Piano di Protezione Civile che tenga in particolare considerazione le zone inserite in classe III di idoneità urbanistica ma che deve comprendere l'intero territorio comunale.

Per le aree in conoide, deve essere effettuata la verifica della pericolosità e magnitudo degli eventi di trasporto in massa, allo scopo di redigere correttamente il Piano di Protezione Civile e deve essere sviluppata in dettaglio l'analisi dei bacini idrografici per la progettazione delle opere di riassetto degli stessi sia sul fondovalle che nella parte montana

## CRONOPROGRAMMA

LOCALITÀ	INTERVENTO RICHiesto	FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4
VARASCA	MONITORAGGIO VERSANTE PER L'ANALISI DEI PROCESSI GRAVITATIVI	PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	ANALISI E STUDIO DEI DATI RACCOLTI	EVENTUALE REALIZZAZIONE OPERE DI RIASSETTO
VARASCA	CONSOLIDAMENTO SCARPATA SUL RIO CUI E SOPRA BUTTOGNO	PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	COLLAUDO E MESSA IN SICUREZZA DELL'AREA	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA DELLE OPERE
STRADA DRUOGNO- BUTTOGNO	VERIFICA OPERE ESISTENTI ED INSERIMENTO NEL PIANO DI PROTEZIONE CIVILE	VERIFICA OPERE	EVENTUALI COMPLETAMENTI ED INTEGRAZIONI	COLLAUDO E MESSA IN SICUREZZA DELL'AREA	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA DELLE OPERE
FRAZIONE BUTTOGNO	VERIFICA OPERE ESISTENTI ED INSERIMENTO NEL PIANO DI PROTEZIONE CIVILE	VERIFICA OPERE	EVENTUALI COMPLETAMENTI ED INTEGRAZIONI	COLLAUDO E MESSA IN SICUREZZA DELLE AREE	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA DELLE OPERE
VALLE	REALIZZAZIONE DI OPERE DI REGIMAZIONE DEI CORSI D'ACQUA	PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	COLLAUDO E MESSA IN SICUREZZA DELL'AREA	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA DELLE OPERE
RIO RIOCELLO	ADEGUAMENTO DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO, RIMOZIONE TRATTI INTUBATI, COMPLETAMENTO DELLA CANALIZZAZIONE NEL BASSO CORSO E CONSOLIDAMENTO SCARPATE	PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA <b>PROGETTAZIONE REALIZZATA PER UN TRATTO DI CANALIZZAZIONE</b>	REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	COLLAUDO E MESSA IN SICUREZZA DELLE AREE	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA DELLE OPERE
SCARLICCIO	CONSOLIDAMENTO DELLE SCARPATE	PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	COLLAUDO E MESSA IN SICUREZZA DELLE AREE	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA DELLE OPERE
CRANA T. MELEZZO	VERIFICA OPERE ESISTENTI ED INSERIMENTO NEL PIANO DI PROTEZIONE CIVILE	VERIFICA OPERE	EVENTUALI COMPLETAMENTI ED INTEGRAZIONI	COLLAUDO E MESSA IN SICUREZZA DELLE AREE	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA DELLE OPERE
LA RIANA	VERIFICA OPERE ESISTENTI E COMPLETAMENTI DELLE OPERE IDRAULICHE, RIMOZIONE TRATTI INTUBATI	VERIFICA OPERE PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	COLLAUDO E MESSA IN SICUREZZA DELLE AREE	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA DELLE OPERE
STALLE PRANERO	REALIZZAZIONE DI OPERE DI REGIMAZIONE E VERIFICA OPERE ESISTENTI	VERIFICA OPERE PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	COLLAUDO E MESSA IN SICUREZZA DELL'AREA	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA DELLE OPERE
LE LUTTE- S.S.337 - SCIUTTO	ADEGUAMENTO ATTRA- VERSAMENTI INSUF- FICIENTI; VERIFICA PERI- COLOSITÀ E MAGNITUDO IN CONOIDE PER LA REDAZIONE DEL PIANO DI PROTEZIONE CIVILE; ANA- LISI DI DETTAGLIO DEI BACINI PER IL RIASSETTO DELLA PARTE ALTA DEGLI STESSI	VERIFICA OPERE ANALISI BACINI IDROGRAFICI PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	COLLAUDO E MESSA IN SICUREZZA DELLE AREE	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA DELLE OPERE
CAMPEGGIO E PINETA	COME SOPRA	COME SOPRA	REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	COLLAUDO E MESSA IN SICUREZZA DELL'AREA	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA DELLE OPERE

## 10 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Si vuole ricordare in questa sede che, sulla base delle prescrizioni della Circolare 7/LAP e di quelle avanzate dalle Direzioni Regionali competenti, dovranno essere considerati parte integrante delle Norme di Attuazione del Piano Regolatore i seguenti vincoli:

1. dovranno essere integralmente rispettate le indicazioni contenute nello studio geologico tecnico, facente parte integrante del P.R.G.C.;
2. per qualsiasi intervento sul territorio devono essere rispettate, ove previste, le norme del D. M. 11.03.88 *"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"*;
3. è fatto divieto di effettuare coperture di corsi d'acqua di qualsiasi tipo e portata, anche con tubi o scatolari di ampia sezione: le opere di attraversamento di strade principali, minori o vicinali dovranno essere realizzate per mezzo di ponti, previa verifica della sezione minima di deflusso, ottenuta con adeguato studio geoidrologico e idraulico, e comunque evitando qualsiasi restrizione dell'alveo naturale a rive piene misurato a monte dell'opera, indipendentemente dalle risultanze della verifica idraulica; è inoltre fatto divieto assoluto di edificare al di sopra di corsi d'acqua tombinati;
4. è fatto divieto di eseguire opere lungo i corsi d'acqua che possano comportare occlusioni d'alveo, anche parziali, incluse le zone di testata;
5. recinzioni e muri di contenimento longitudinali a corsi d'acqua devono essere realizzati in modo da non provocare restringimenti della sezione di deflusso e da consentire l'accesso all'alveo per le operazioni di manutenzione, controllo e pulizia;
6. deve essere garantita la piena percorribilità, possibilmente veicolare, delle sponde di corsi d'acqua interessati da opere idrauliche di protezione, ai fini ispettivi e di manutenzione;
7. deve essere garantita la costante sorveglianza e manutenzione delle opere di difesa e di riassetto esistenti e la pulizia sistematica e manutenzione degli alvei dei corsi d'acqua, naturali e artificiali, che interessano aree antropiche esistenti e previste: in particolare deve essere effettuato, quando necessario, lo svuotamento delle briglie ed il disalveo dei tronchi di corsi d'acqua, al fine di garantire la conservazione di un corretto profilo di equilibrio ed evitare pericolose divagazioni per sovralluvionamento, facendo riferimento alla recente normativa promulgata in materia; dovranno inoltre essere verificate le sezioni di deflusso nelle aree limitrofe agli insediamenti esistenti e previsti, soprattutto per quanto riguarda i tratti d'alveo intubati, adeguando quelle insufficienti;

8. per qualunque corso d'acqua del reticolo idrografico, iscritto nell'elenco delle acque pubbliche o con alveo pubblico, valgono le disposizioni del R.D. 523 del 25.07.1904 con particolare riferimento all'art. 96 (rif. Tav. 4 per la definizione del reticolo idrografico demaniale);
9. per le captazioni idropotabili, in conformità con quanto disposto dal DPR 236/88, dal D.Lgs. 152/99 e D.Lgs. 258/2000, la fascia di rispetto è stabilita nella misura minima di 200 metri: eventuali ridefinizioni potranno essere richieste agli organi competenti e costituiranno automatica variante di piano;
10. nelle aree caratterizzate da terreni con drenaggio difficoltoso, anche se non censite nell'ambito della cartografia di piano, si prescrive il divieto alla realizzazione di locali interrati e l'eventuale messa in opera di adeguate canalizzazioni per la bonifica dei luoghi; la medesima prescrizione si applica anche alle aree di pianura inondabili e/o interessate da soggiacenza delle acque sotterranee in grado di interferire con i medesimi;
11. nelle zone acclivi o poste alla base di versanti dovrà essere posta particolare attenzione alla regimazione delle acque superficiali che andranno captate e recapitate negli impluvi naturali; dovrà essere costantemente garantita la manutenzione di eventuali muretti a sostegno di terrazzamenti nelle aree limitrofe agli insediamenti esistenti e previsti, verificando il loro stato di conservazione;
12. nelle zone ubicate alla base ed alla sommità dei versanti dovrà essere mantenuta una fascia di rispetto dal piede e dal ciglio del versante non inferiore a 20 metri;
13. la realizzazione di opere infrastrutturali, di impianti produttivi o di servizio, di strutture accessorie e di strutture ricreative, rifugi ed edifici agro-silvo-pastorali nelle aree inserite in classe IIIA di idoneità urbanistica, deve essere condizionata a specifici studi di dettaglio di un intorno significativo del territorio interessato, allo scopo di valutarne l'effettivo grado di pericolosità e di rischio.
14. l'edificato sparso ricadente nelle aree in classe IIIA e non distinto in cartografia tematica deve essere assoggettato alle norme della sottoclasse IIIB4;
15. si ricorda che, anche se diversamente rappresentato nelle tavole di sintesi, deve essere mantenuta una fascia di rispetto da ciascuna sponda dei corsi d'acqua di almeno 10 m, da ascrivere alla classe IIIA se inedificata e IIIB4 se edificata;
16. nelle fasce di rispetto dei corsi d'acqua, da ascrivere alla classe IIIA, non potranno essere realizzati nuovi interventi edilizi, compresi box, pertinenze e simili;
17. deve essere applicato integralmente quanto disposto dall'Art. 18, comma 7 delle N.T.A. del P.A.I.;

18. le aree inserite in classe IIIB2 di zonizzazione ubicate in località Liutto e Sciutto, a valle della S.S. 337, potranno essere utilizzate solo per la realizzazione di impianti sportivi, con esclusione di utilizzazioni residenziali e/o produttive;
19. dovrà essere predisposto un Piano di Protezione Civile esteso all'intero territorio comunale per tutte le aree inserite in classe II e III di zonizzazione; nelle aree inserite in classe di zonizzazione IIIB che interessano porzioni di conoidi attivi, dovrà essere svolta una verifica della pericolosità e magnitudo degli eventi di trasporto in massa finalizzata alla valutazione del rischio ed alla corretta redazione del Piano di Protezione Civile;
20. nella zona destinata a campeggio esistente sono vietati ulteriori ampliamenti.

Relativamente alle procedure che l'Amministrazione Comunale dovrà seguire per il rilascio di concessioni edilizie nelle aree comprese nella classe di zonizzazione IIIB s.l., devono essere osservate le seguenti linee guida metodologiche:

1. nelle zone in classe IIIB2, l'attuazione delle previsioni urbanistiche è inibita sino alla progettazione definitiva ed esecutiva delle opere di riassetto indispensabili alla minimizzazione del rischio, alla loro realizzazione ed al collaudo con verifica della loro valenza tecnico-urbanistica. Le limitazioni d'uso del territorio in classe IIIB2, sono specificate nella legenda della cartografia di sintesi.
2. nelle zone in classe IIIB3, caratterizzate da pericolosità elevata, è da escludere la realizzazione di nuove unità abitative o completamenti ma sono ammessi solo interventi che comportino un modesto incremento di carico antropico, quali quelli che consentono l'utilizzo più razionale degli edifici esistenti ed il loro adeguamento igienico-funzionale. Gli interventi suddetti potranno essere realizzati solamente al termine dell'iter procedurale per la messa in opera delle sistemazioni per la difesa del territorio (progettazione, realizzazione, collaudo e verifica ai fini urbanistici delle opere di riassetto). Le limitazioni d'uso del territorio in classe IIIB3, sono specificate nella legenda della cartografia di sintesi
3. nelle zone in classe IIIB4, caratterizzate da pericolosità molto elevata, è da escludere la realizzazione di interventi che comportino anche un modesto incremento di carico antropico. La messa in opera delle sistemazioni per la difesa del territorio (progettazione, realizzazione, collaudo e verifica ai fini urbanistici delle opere di riassetto) sono comunque indispensabili per la difesa dell'edificato. Le limitazioni d'uso del territorio in classe IIIB4, sono specificate nella legenda della cartografia di sintesi;
4. la minimizzazione del rischio nelle zone in classe IIIB ubicate su conoidi attivi, dovrà essere conseguita anche con il riassetto, se necessario, delle zone di testata del bacino idrografico, a seguito di opportune analisi di dettaglio;

5. la procedura per la realizzazione delle opere di riassetto potrà essere gestita dall'Amministrazione comunale o, in alternativa, da altri soggetti pubblici o da privati che hanno specifico interesse nell'attuazione delle previsioni urbanistiche.
6. a seguito del completamento dell'iter per la realizzazione delle opere di riassetto da parte dell'Amministrazione Comunale o da altri enti competenti, sarà compito dell'Amministrazione Comunale condurre la verifica della loro funzionalità, in relazione alla minimizzazione del rischio per le aree ad esse sottese.
7. secondo quanto previsto dalla Nota Tecnica Esplicativa alla Circolare 7/LAP al punto 7.6, la verifica della minimizzazione o eliminazione del rischio deve essere condotta a livello dell'intera area inserita in classe IIIB: non è possibile dunque condurre tale verifica a livello di singolo lotto edificatorio o delegarla al professionista incaricato del progetto di edificazione.
8. l'Amministrazione Comunale potrà avviare le procedure di realizzazione delle opere di riassetto e difesa del territorio delle aree in classe IIIB, avvalendosi anche dei "Piani tecnici esecutivi di opere pubbliche" di cui all'art. 47 della L.R. 56/77;
9. nelle aree di conoide le strutture portanti dei manufatti devono essere rinforzate e non è ammessa la creazione di aperture sul lato rivolto nella direzione di propagazione della corrente, che ne facilitino l'ingresso;
10. in assenza delle necessarie opere di riassetto, nelle aree ascritte alla classe IIIB2 e IIIB3 saranno ammesse solo trasformazioni che non comportino un aumento del carico antropico;
11. cambi di destinazioni d'uso saranno ammessi solo a seguito dell'avvenuto riassetto e solo nelle sottoclassi che lo prevedono (ad esclusione delle sottoclassi IIIB3 e IIIB4);
12. a seguito di specifiche indagini, qualora le condizioni di pericolo lo consentano, saranno consentite nuove costruzioni di edifici per attività agricole e residenze rurali, connesse alla conduzione aziendale, se non altrimenti localizzabili nell'ambito dell'azienda agricola;
13. le aree ascritte alla classe IIIB dovranno essere inserite in un cronoprogramma delle opere di difesa, nel quale sia esplicita la destinazione urbanistica delle opere suddette e siano individuate, per ciascuna opera, le porzioni di territorio da essa protette e/o a pericolosità e rischio minimizzato: il cronoprogramma dovrà essere elaborato in dettaglio nella fase attuativa del piano regolatore.

## 11 BIBLIOGRAFIA

- ANSELMO V. – “Il nubifragio del 7 Agosto '78 aspetti idrologici e metodi d'intervento” – Atti e rassegna tecnica Società Ingegneri e Architetti in Torino – A.39 – n°10-12 Ottobre-Dicembre 1985 – pp. 35÷67
- BARBANTI L., CALDERONI A., CAROLLO A. - “Indagini idrologiche e chimiche dei principali tributari piemontesi del Lago Maggiore in relazione alle sue modificazioni trofiche” - Edizioni dell'Istituto Italiano di Idrobiologia, Pallanza, 1974
- CAROLLO A. - “Precipitazioni brevi e intense nella regione compresa tra i bacini idrografici del Fiume Sesia e del Lago Maggiore” - Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia “Dott. Marco De Marchi” Pallanza 36: 139-161, 1978
- CAROLLO A., CONTARDI F., LIBERA V., ROLLA A. - “Carta delle potenzialità pluviometriche di 12 mesi – Bacino idrografico del Lago Maggiore” - Istituto Italiano di Idrobiologia “Dott. Marco De Marchi” Pallanza
- CAROLLO A., CONTARDI F., LIBERA V., ROLLA A. - “Carta delle precipitazioni massime di un giorno – Bacino idrografico del Lago Maggiore” - Istituto Italiano di Idrobiologia “Dott. Marco De Marchi” Pallanza
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA. - F. 15 Domodossola e F. 16 Cannobio, scala 1:100.000, Roma.
- CASTIGLIONI G.B. - "Geomorfologia" UTET 1979
- NORSA P. (a cura di) – Invito alla Valle Vigizzo – Dante Giovannacci ed., Domodossola, 1970.
- FORLATI F., CAMPUS S., CORAGLIA B, FUSETTI E. – Definizione di una metodologia per la valutazione della pericolosità dei versanti in relazione a processi inerenti la coltre superficiale, impiegando parametri idrologici, geotecnici e morfologici e da sperimentarsi in alcuni bacini campione. Progetto Interreg II Italia Svizzera 1994-99 – Regione Piemonte, Torino 2002.
- SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE - Carta Geologica d'Italia (Scala 1:50.000) - Guida al rilevamento, (1992) - Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Quaderni Serie III, Volume 1.
- SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE - Carta Geomorfologica d'Italia (Scala 1:50.000) - Guida al rilevamento, (1994) - Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Quaderni Serie III, Volume 4.
- SERVIZIO GEOLOGICO REGIONE PIEMONTE – Carta Geolitologica delle Valli Vigizzo, Fenechchio e Basso Isorno (scala 1:25.000) – Firenze 1981
- SERVIZIO GEOLOGICO REGIONE PIEMONTE – I dissesti nei bacini dei Torrenti Melezzo, Fenechchio e Basso Isorno (scala 1:25.000) – Firenze 1981
- SOC. GEOL. IT. - Guida geologica regionale - Le Alpi dal M.te Bianco al Lago Maggiore, (1992)
- “Introduction to fluvial processes” - Edited by Richard J. Chorley - 1969 Methuen & Co Ltd