

INDICE

1	PREMESSA	4
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE	6
2.1	Inquadramento geologico regionale	6
3	ANALISI STORICA	9
3.1	Instabilità di versante	10
3.2	Eventi alluvionali	11
4	GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DEL TERRITORIO COMUNALE	12
4.1	Lineamenti geologici	12
4.1.1	Commento alla carta realizzata (Tavola 1)	12
4.2	Lineamenti geomorfologici	15
4.2.1	Commento alla carta realizzata (Tavole 2 e 3)	17
5	CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO (TAVOLA 4)	20
6	CARTA GEOIDROLOGICA (TAVOLA 5)	21
6.1	Metodologia applicata	21
6.2	Commento della carta realizzata	21
7	CARTA DELLA CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA (TAVOLA 6)	24
7.1	Considerazioni generali	24
7.2	Commento della carta realizzata	24
8	CARTA DELL'ACCLIVITÀ (TAVOLA 7)	27
8.1	Commento della carta realizzata	27
9	CARTA DELLE OPERE IDRAULICHE E DEGLI EFFETTI ALLUVIONALI (TAVOLA 8)	28
9.1	Metodologia applicata	28
9.2	Commento della carta realizzata	28
10	ANALISI DEI MAGGIORI APPARATI DI CONOIDE DI DEIEZIONE	30
10.1	Morfometria fluviale	30
10.1.1	Generalità	30
10.1.2	Elaborazione dei dati e commento dei risultati	31
11	VALUTAZIONI DI MASSIMA DELLA PERICOLOSITÀ DEL CONOIDE	63
11.1	Metodi per la valutazione della pericolosità	64
11.1.1	Metodo di Aulitzky (1973)	64
11.1.2	Indice di Melton	68
11.2	Metodi per la determinazione della magnitudo	69
11.2.1	Metodo di D'Agostino	69
11.2.2	Metodo di Takei	71
11.2.3	Metodo di Marchi	71
11.2.4	Metodo di Hampel	73
11.3	Commento dei dati ottenuti	73
11.4	Relazione tra la magnitudo di un evento di trasporto solido ed i parametri morfometrici	74

12	<i>CARTA DELLA PROPENSIONE AL DISSESTO (TAVOLA 10)</i>	77
12.1	Considerazioni generali	77
12.2	Commento della carta realizzata	77
13	<i>ANALISI DEI VINCOLI PREVISTI DAL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (ALL. 7) IN RAPPORTO ALLO STRUMENTO URBANISTICO</i>	81
14	<i>DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ PER I TERRITORI A VALLE DI BACINI ARTIFICIALI</i>	83
15	<i>CARTOGRAFIA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E DELL'IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA</i>	84
15.1	Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica (Tavola 11e Tavola 12)	86
15.1.1	Cenni metodologici	86
15.1.2	Commento alle carte realizzate	87
16	<i>MECCANISMO ATTUATIVO DELLE OPERE DI RIASSETTO – CRONOPROGRAMMA</i>	91
17	<i>QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO</i>	94
18	<i>BIBLIOGRAFIA</i>	100

ELENCO ELABORATI

- *Relazione geologica* – REL 1 (FEBBRAIO 2002 AGG.: OTTOBRE 2002, DICEMBRE 2004)
- *Relazione geologico-tecnica* – REL 2 (DICEMBRE 2004)
- *Schede storiche* – ALL 1 (GENNAIO 2002)
- *Schede di rilevamento dei conoidi* - ALL 2 (GENNAIO 2002 AGG. FEBBRAIO 2003)
- *Schede delle opere di difesa idraulica* – ALL 3 (GENNAIO 2002)
- *Schede di censimento dei fenomeni franosi in roccia* – ALL 4 (GENNAIO 2002)
- *Schede di rilevamento dei processi lungo la rete idrografica* – ALL 5 (GENNAIO 2002)
- *Schede degli attraversamenti dei corsi d'acqua* – ALL 6 (GENNAIO 2002)
- *Stralcio delle cartografie Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)* – ALL 7 (FEBBRAIO 2002)
- *Carta geologica con elementi geomorfologici* (scala 1:10.000) – TAV 1 (FEBBRAIO 2002)
- *Carta geomorfologica e del dissesto* (scala 1:10.000) – TAV 2 (FEBBRAIO 2002 AGG.: OTTOBRE 2002, FEBBRAIO 2003)
- *Carta geomorfologica dei centri abitati* (scala 1:5.000) – TAV 3 (FEBBRAIO 2002 AGG.: OTTOBRE 2002, FEBBRAIO 2003)
- *Carta del reticolato idrografico* (scala 1:10.000) – TAV. 4 (OTTOBRE 2002 AGG. FEBBRAIO 2003)
- *Carta geoidrologica* (scala 1:10.000) – TAV 5 (FEBBRAIO 2002)
- *Carta litotecnica* (scala 1:10.000) – TAV 6 (FEBBRAIO 2002)
- *Carta dell'acclività* (scala 1: 10.000) - TAV 7 (FEBBRAIO 2002)
- *Carta delle opere idrauliche e degli effetti alluvionali* (scala 1:10.000) - TAV 8 (FEBBRAIO 2002 AGG. OTTOBRE 2002)
- *Carta dei bacini idrografici e delle fasce altimetriche dei torrenti Marmazza, Arsa, Chiesa, Inferno* (scala 1:10.000) – TAV 9 (FEBBRAIO 2002)
- *Carta della propensione al dissesto* (scala 1:10.000) – TAV 10 (OTTOBRE 2002 AGG. FEBBRAIO 2003)
- *Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica* (scala 1:10.000) – TAV 11 (OTTOBRE 2002 AGG.: FEBBRAIO 2003, MARZO 2004)
- *Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica* (scala 1:5.000) – TAV 12 (FEBBRAIO 2002 AGG.: OTTOBRE 2002, FEBBRAIO 2003, MARZO 2004)

- *Cronoprogramma degli interventi di riassetto (scala 1:5.000) – TAV 13 (OTTOBRE 2002 AGG.: FEBBRAIO 2003, MARZO 2004)*

1 PREMESSA

Per far fronte all'esigenza dell'Amministrazione Comunale di Pieve Vergonte di procedere ad una variante generale del 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 febbraio 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 11.07.2002. 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 delle prescrizioni inoltrate dalle Direzioni Regionali competenti nel corso del 2° Incontro Interdisciplinare del 04.02.03.

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 1:10.000, riferito all'intero territorio comunale, e dall'altra sull'analisi geomorfologica dettagliata, alla scala 1:5.000 su base catastale con sovrapposizione di isoipse, 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 GEOLOGICO REGIONALE

La catena alpina è il prodotto dell'evoluzione, iniziata nel Cretaceo e tuttora in atto, del margine convergente Europa-Adria: le condizioni geodinamiche tra la fine del Giurassico e l'inizio del Cretacico portano, infatti, ad un regime compressivo che provoca l'avvicinamento delle due placche, Europea ed Africana, inizialmente separate dall'oceano Ligure-Piemontese.

La placca europea, inferiore, di natura composita (costituita dalla litosfera oceanica Ligure-Piemontese e dal contiguo continente europeo) converge quindi con la microplacca adriatica, superiore, di natura continentale. Questo processo conduce alla subduzione della litosfera oceanica sotto il margine adriatico e alla conseguente collisione continentale, che conduce alla formazione dell'edificio alpino.

La catena alpina si sviluppa in modo dominante a partire dall'Oligocene-Miocene, con una struttura crostale a doppia vergenza: si può infatti distinguere una catena a vergenza europea (o catena alpina in senso stretto), e una catena a prevalente vergenza africana (nota con il termine di Alpi Meridionali o Sudalpino).

La catena a vergenza europea è costituita da una sequenza di sistemi tettonici traslati verso l'avampaese europeo (in media verso NW) mentre la catena a vergenza africana ha natura di catena neogenica a falde di basamento e copertura sud-vergenti (e ne è stata dimostrata la generale alloctonia). Il contatto tra Alpi Meridionali e catena Europa-vergente è tettonico: la linea di demarcazione tra queste due unità è il lineamento Periadriatico (un sistema neogenico di fratture subverticali a dominante carattere trascorrente).

Attualmente le Alpi sono suddivise in quattro domini strutturali, composti da una serie di unità tettoniche minori chiamate falde e scaglie.

A Nord si trova il **dominio Elvetico**, che rappresenta il margine continentale paleoeuropeo, con i rispettivi sedimenti permo-mesozoici sradicati. A contatto si trovano i resti del prisma d'accrescimento formatosi nel Cretaceo, riconoscibili nel **dominio Pennidico**, che contiene anche lembi di crosta oceanica. Su di esso poggiano le unità del **dominio Austroalpino**, che rappresentano i lembi più deformati del margine continentale adriatico e costituiscono le unità strutturali più elevate dell'edificio alpino. Le zone meno deformate di tale margine sono riconoscibili nel **dominio Sudalpino**, separato dai precedenti da una linea tettonica, la Linea Insubrica.

L'evoluzione strutturale della catena alpina è caratterizzata da una complessa e prolungata

sequenza di eventi deformativi, metamorfici e magmatici, particolarmente attivi nel tardo Paleozoico e nel Cretaceo-Terziario che hanno profondamente mutato l'originaria ubicazione geografica dei basamenti metamorfici.

La catena alpina, attualmente, risulta essere un edificio complesso, polifasico, alla cui costruzione hanno concorso deformazioni tettoniche di diverso tipo, età e genesi. Le deformazioni si sono originate soprattutto in seguito a sforzi di tipo compressivo e di traslazione orizzontale, responsabili anche del successivo sollevamento, che, con il concorso dell'erosione, origina la catena montuosa propriamente detta.

La Val d'Ossola costituisce, per la geologia e la tettonica alpina, una zona di grande interesse e complessità. Da un punto di vista geologico, la zona è caratterizzata dalle complesse strutture alpine occidentali: l'Ossola si snoda, infatti, attraverso le Alpi Meridionali per passare alle Falde Austroalpine (Dominio Africano) e quindi alle falde Pennidiche (Dominio Europeo).

La porzione centro-meridionale della Val d'Ossola e, segnatamente, l'area di Pieve Vergonte rappresenta una zona di particolare interesse per l'assetto strutturale regionale, in quanto è in questa zona che si esplica il passaggio tra le unità sudalpine ed austroalpine, separate dal grande lineamento tettonico denominato **Linea del Canavese**.

In particolare nel settore meridionale dell'area indagata, a nord della **Linea del Pogallo** (trascorrente della **Linea Cossato-Mergozzo-Brissago**), le unità affioranti sono riconducibili alla crosta inferiore della **Zona Ivrea-Verbano** e sono rappresentate dal complesso kinzigitico e da litotipi basici e peridotiti. Il grado di metamorfismo pre-alpino aumenta passando da una facies anfibolitica ad una granulitica mentre il metamorfismo alpino si rinviene in una fascia, a ridosso della Linea del Canavese, che separa la Zona Ivrea-Verbano dalla Zona Sesia-Lanzo (Sistema Austroalpino) ed è costituita da miloniti e filloniti, con intercalazioni di litotipi permo-mesozoici. Questi ultimi appartengono alla Zona del Canavese e sono costituiti, nell'area in esame, da lame di rocce carbonatiche, relative a sedimentazione in un bacino intracontinentale.

A nord della Linea del Canavese, che si colloca tra le località di Rumianca e di Loro, si osserva l'affioramento della parte radicale della **Zona Sesia-Lanzo (Austroalpino)**, costituita dagli Scisti di Fobello e Ribella (zona di laminazione duttile in facies scisti verdi) con struttura retroflessa che ricopre la Zona Ivrea-Verbano.

Procedendo verso Domodossola, si entra nei settori strutturali più profondi della catena a vergenza europea, con l'affioramento della falda Pennidica del Monte Rosa, costituita da parascisti polimetamorfici e da gneiss a metamorfismo alpino, delle sottostanti ofioliti di Antrona e della Zona Camughera-Moncucco.

Passando ad esaminare i depositi continentali quaternari, la zona è interessata sostanzialmente da sedimenti legati alle pulsazioni glaciali del Pleistocene, che ricoprono con differente continuità i versanti, e da spesse coltri alluvionali, postglaciali, sul fondovalle piatto.

Il fenomeno glaciale raggiunse il suo massimo nella catena alpina con l'inizio del Pleistocene medio; i grandi ghiacciai formati in questo periodo si impostarono sui fondi delle valli plio-villafranchiane colmate da depositi alluvionali e detritici. Per deposito glaciale si intende il materiale abbandonato dal ghiacciaio fino alla sua fronte e può essere sostanzialmente di due tipi: di fondo (abbandonato dal ghiacciaio alla propria base) o di ablazione (formato dai materiali detritici franati dalla zona di circo e dai fianchi vallivi ed accumulati sulla superficie del ghiacciaio, e successivamente abbandonati nella fase di ritiro di una pulsazione glaciale ai margini e alla fronte del ghiacciaio). Le caratteristiche fondamentali di tali depositi sono la marcata eterometria e la mancanza di assortimento e di netta stratificazione.

Ai suddetti sedimenti si affiancano e sovrappongono i depositi di versante, frequenti in tutto il territorio e localizzati in genere al piede dei versanti più ripidi; localmente, inoltre, sono presenti accumuli di blocchi di grosse dimensioni.

I depositi alluvionali, infine, possono essere distinti in due categorie: da una parte sono costituiti dai materiali depositati in aggradazione dal Fiume Toce nel largo fondovalle, e dall'altra dai sedimenti che costituiscono gli ampi conoidi, costruiti in corrispondenza della confluenza col Toce, dei molti corsi d'acqua che incidono le valli laterali, in genere sospese. Tra questi si segnalano, per importanza e dimensioni, i conoidi del T. Anza, che si origina dal Ghiacciaio del Belvedere (M.te Rosa), del T. Marmazza e del T. Arsa.

3 ANALISI STORICA

In base alle prescrizioni della Circolare 7/LAP, le analisi e gli studi geologici sono stati 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 alluvioni, valanghe ed, 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.

Nell'elaborato relativo (Allegato 1 – SCHEDE STORICHE), la documentazione storica analizzata è stata sintetizzata in schede riassuntive indicanti titolo, fonte di provenienza, data e autore del documento esaminato, data, tipologia e dinamica del fenomeno, la sua causa, i danni e gli effetti provocati, ed infine le località coinvolte.

L'esame storico ha abbracciato un ampio arco di tempo: le prime testimonianze risalgono, infatti, alla fine del 600; va comunque precisato che la scarsità di dati disponibili ha reso piuttosto difficoltosa questa fase del lavoro. Le notizie raccolte provengono quasi esclusivamente dalla Banca Dati della Regione Piemonte, ad eccezione del dissesto relativo all'alluvione dell'ottobre 2000, per la quale sono state raccolte notizie verbali. Altri enti a cui lo Studio si è rivolto, quali Comune e Comunità Montana si sono rivelati sprovvisti di testi specifici inerenti alla storia dei dissesti comunali.

La Comunità Montana Valle Ossola tuttavia ha inserito in Internet una serie di informazioni sui propri comuni, tra le quali sono presenti brevi cenni storici che risultano di valido aiuto per ricostruire le vicende passate e che sono riportati integralmente di seguito:

Il muro situato in località Borgaccio costituisce il più antico reperto presente nel comune, l'unico che è rimasto a far luce sulle nostre più remote origini. E' situato a circa un km. dal paese. sulla sponda destra del fiume Toce. di fronte a Voaoana. Il muro è lungo 22m: alto 3.50

e spesso 1,2m; vi si intravedono due feritoie che ci fanno supporre la sua funzione difensiva. Storici quotati asseriscono sia la parte superiore di un'ala del castello abitato dal podestà del Comune di Novara. Originale è la tecnica di costruzione, dissimile da qualsiasi altro reperto locale, poiché è costruito con ciottoli di fiume e scaglie disposti a spina di pesce legati con abbondante cemento.

Fino al 1800 questa zona era denominata Vergonte (da Wer Agount = posto degli Agoni) e gli abitanti hanno da sempre dovuto convivere con le frequenti inondazioni dei fiumi e dei torrenti che la attraversavano. Proprio qui sorgeva il Borgo di Vergonte, importante fin dal 700 per la presenza della chiesa Pieve della Media Ossola, del convento dei frati Umiliati e poco più a nord, in località Masone, dei Cavalieri di Malta che svolgevano servizio di traghetto per l'attraversamento del Toce. Esistono documenti che attestano la preoccupazione da parte del Comune di Novara che periodicamente doveva inviare suoi ispettori per verificare la tenuta degli argini del torrente Anza. Malgrado questi accorgimenti, nell'anno 1250 le protezioni risultarono insufficienti e il Borgo di Vergonte andò in parte distrutto. La chiesa Pieve venne riedificata in una zona più sicura (dove si trova attualmente) e per volontà del podestà Guiscardo da Pietrasanta venne ricostruita la parte distrutta del paese che in onore del podestà prese il nome di Pietrasanta.

Purtroppo la vita degli abitanti era resa precaria dal continuo verificarsi di inondazioni e Pietrasanta venne definitivamente abbandonata nel 1348 quando Anza, Marmazza e Toce la ricoprirono di detriti. Gli ultimi abitanti si divisero tra Vogogna, che ricevette l'eredità amministrativa divenendo capitale dell'Ossola Inferiore, e la zona intorno alla nuova chiesa della Pieve che proseguì il suo primato nell'ambito ecclesiastico.

Strettamente legata alla storia del paese, vi è quella della chiesa.

Il primo documento che esplicitamente nomina la Pieve di Vergonte è la Bolla del Papa Innocenzo II che la considera proprietà del vescovo di Novara. L'istituzione della Pieve risale alla fine del 600; la chiesa fu intitolata ai SS martiri Vincenzo ed Anastasio e fu edificata nell'antico Borgo di Vergonte. Durante la prima grave inondazione del 1250 fu danneggiata in modo irreparabile e ricostruita in un luogo più sicuro, oltre l'Anza. Di questa chiesa costruita secondo canoni romanici ad una navata rettangolare resta ancora oggi l'architrave che sormontava la porta principale, orientata ad ovest. Sull'architrave è incisa la data 66, ma lo stemma della Pars Ferraria e il tipo di scrittura la fa sicuramente risalire al 1266, anno del completamento della chiesa. Nel corso dei secoli vennero aggiunte le navate laterali, il chiostro, le case del parroco e degli appartenenti alla Confraternita di S.Marta che si riuniva nell'omonimo oratorio costruito intorno al 1500 e tutt'ora visibile. Un documento del 1582 dice che la chiesa aveva raggiunto un'ampiezza ragguardevole per poter ospitare la popolazione pievese che era di 150 famiglie.

Ma ancora una volta si dovette soccombere agli eventi naturali.

La Marmazza con l'andare dei secoli mutò il suo corso originario scaricando il materiale alluvionale e innalzando così lentamente il suo letto. La chiesa si trovò quindi due metri sotto il livello del suolo e ripetutamente allagata. Si rese necessario costruire una nuova chiesa a tre navate che venne consacrata nel 1630 e sorse sul vecchio luogo di culto.

3.1 INSTABILITÀ DI VERSANTE

Numerose sono state le notizie raccolte riguardo i fenomeni di instabilità dei versanti, e comprendenti frane di crollo, scivolamenti della coltre superficiale, colate di detrito e blocchi instabili incombenti sui centri abitati.

La prima testimonianza risale al 1925 relativamente ad una colata di detrito legata a frane nel rio Loro, sebbene piene torrentizie (probabilmente detritiche) dell'Anza e del Marmazza si siano succedute in passato, a partire dal 1250.

I settori più frequentemente minacciati da dissesti gravitativi ricadono nella zona Rumianca-Vallaccia e nel bacino del Marmazza.

3.2 EVENTI ALLUVIONALI

La prima testimonianza di un evento di piena riguardante i corsi d'acqua presenti nel territorio di Pieve Vergonte risale al 1250. Altre notizie si hanno negli anni 1322, 1328, 1663, 1834, e numerosi altri eventi nel corso del '900 sino all'ultima alluvione del 2000. Quest'ultimo episodio si è rivelato di elevata intensità: allo scopo di valutare appieno gli effetti alluvionali, è stata redatta una tavola apposita, nella quale sono stati inseriti anche i dati disponibili, relativi alle alluvioni precedenti (Tavola 8).

4 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DEL TERRITORIO COMUNALE

4.1 LINEAMENTI GEOLOGICI

Nel territorio comunale affiorano le unità Austoalpine della Zona Sesia-Lanzo, quelle della Zona del Canavese e quelle del Sudalpino, Zona Ivrea-Verbanò: tra le prime sono presenti, nella porzione settentrionale, i litotipi della II zona Dioritico-Kinzigitica e gli Scisti milonitici di Fobello-Rimella, nella porzione centrale, la stretta fascia della Zona del Canavese, con rocce carbonatiche mesozoiche; la zona meridionale del territorio è interessata, come si è detto, dal passaggio della grande discontinuità tettonica detta Linea del Canavese, a sud della quale si entra nel dominio Subalpino, a vergenza africana, sede di affioramento dei litotipi della Zona Ivrea-Verbanò, rappresentati dal complesso kinzigitico.

4.1.1 Commento alla carta realizzata (Tavola 1)

Nella Tavola 1 sono stati riportati, alla scala 1:10.000, le unità litostratigrafiche e formazionali affioranti, sia del substrato roccioso che della copertura quaternaria, ricavate da rilievi di dettaglio in sito, da analisi fotointerpretativa e dalla bibliografia geologica disponibile. Nella tavola sono stati inoltre riportati i principali elementi tettonico-strutturali, con particolare riguardo al settore prossimo al fondovalle, sede di occupazione antropica, e quelli di carattere geomorfologico, relativi ai grandi processi morfogenetici glaciali, gravitativi e fluviali (questi ultimi per la parte di fondovalle), che hanno modellato il territorio, conducendolo alla configurazione fisiografica attuale.

SUBSTRATO PREQUATERNARIO

ZONA IVREA-VERBANO (PERMO-CARBONIFERO)

Comprende le unità del complesso kinzigitico, rappresentate da metabasiti, costituite da quarzo e feldspati con granato, sillimanite e scarsa biotite (paragenesi anidra granulitica) kinzigiti, lherzoliti, dioriti; nella zona del torrente Inferno, presso Megolo di Fondo, si possono rinvenire granuliti acide (stronaliti) e basiche e peridotiti tettoniche. Verso nord, presso Megolo di Cima, affiorano le ultramafiti incassate tra stronaliti e metagabbri.

ZONA DEL CANAVESE (TRIASSICO) – sono piccole scaglie tettoniche che affiorano in una stretta fascia a ridosso della Linea del Canavese, presso Loro, e sono rappresentate da scisti argillosi, dolomie e calcari cristallini, con genesi da sedimentazione in bacino intracontinentale, che ricoprono in sequenza un basamento metamorfico di basso grado, gabbri e vulcaniti acide e sedimenti clastici permiani, riferibili ad unità di crosta continentale superiore non affioranti nella zona in indagine.

ZONA SESIA –LANZO (PERMO-CARBONIFERO)

A monte della chiesetta di Loro, affiorano, come si è detto in precedenza, le unità Austroalpine a vergenza europea; si rinvencono innanzitutto gli Scisti milonitici di Fobello-Rimella (miloniti e filloniti) che costituiscono una larga fascia disposta in direzione NW-SE e presente tra Loro ed il concentrico di Pieve a NW e tra P.ta dell'Usciole ed il Pizzo Camino a SE. Ad essa si intercala una lente di porfiriti anfiboliche nella valle del T. Marmazza, a sud di P.ta l'Ottone.

L'unità è delimitata a NE dal klippen della Il[^] Zona dioritico-kinzigitica, che costituisce un lembo di ricoprimento esterno della Zona Sesia-Lanzo ed è separato da essa dalla zona di laminazione duttile in facies scisti verdi, rappresentata dagli Scisti di Fobello-Rimella.

I litotipi dell'unità Sesia-Lanzo, elemento inferiore del sistema Austroalpino, sono rappresentati da parascisti polimetamorfici e da corpi intrusivi acidi (metagraniti e metagranodioriti) che affiorano nella porzione settentrionale del territorio di Pieve Vergonte tra il versante idrografico sinistro del T. Marmazza e quello destro del T. Anza.

Proseguendo verso nord, si possono quindi rinvenire le unità appartenenti alla falda Pennidica del M.te Rosa e costituite prevalentemente da gneiss granitici, gneiss granitoidi e paragneiss, con sporadiche lenti di anfiboliti; nella zona superiore affiorano in prevalenza metagraniti con associati paragneiss di alto grado mentre nella zona inferiore prevalgono i paragneiss ed i micascisti con subordinate anfiboliti.

DEPOSITI QUATERNARI (tardo Pleistocene superiore-Olocene)

DEPOSITI ALLUVIONALI - Si tratta dei depositi in facies fluviale relativi al corso del Fiume Toce ed alla piana alluvionale. In alveo sono costituiti in prevalenza da sedimenti ciottoloso-ghiaiosi e sabbiosi, con facies di barra longitudinale e di canale, mentre sulla piana sono più frequenti i sedimenti a tessitura fine, sabbioso-limosa, in facies di *overbank* e di piana alluvionale esondabile; questi ultimi occupano vasta parte del fondovalle, sino al margine dei centri abitati.

DEPOSITI DI FRANA – comprendono gli accumuli indifferenziati delle frane, di crollo in gran parte dei casi, che si individuano alla base delle nicchie di distacco di maggior dimensione e sono costituiti, in genere, da detrito a pezzatura grossolana con matrice scarsa o assente. Sono presenti in modo più diffuso nella zona meridionale del territorio di Pieve, a monte della località "Cantinit" e lungo i versanti incisi dai corsi d'acqua di maggior dimensioni.

L'intenso stato di fatturazione che caratterizza in molti punti le pareti rocciose (determinato dai numerosi piani strutturali di debolezza, quali faglie e fasce cataclastiche, accentuato dai meccanismi di rilascio tensionale post-glaciali e dai comuni processi di criolastismo) e l'acclività elevata dei versanti, sono direttamente responsabili della genesi di processi

gravitativi, ai quali si deve l'accumulo delle falde detritiche al piede delle pareti rocciose. Nell'ambito di tali falde detritiche, risulta a volte molto difficile la distinzione degli accumuli delle frane di crollo s.s, i quali tendono ad essere conglobati nel detrito generico mentre, chiaramente visibili, rimangono le nicchie di distacco, che si ritrovano spesso sui versanti prospicienti le aste torrentizie.

DETRITO DI VERSANTE ATTIVO E STABILIZZATO - Affiora estesamente in tutto il territorio, sia lungo il fondovalle che nelle zone di alta quota; è costituito in prevalenza da sedimenti clastici a pezzatura molto grossolana, con frazione fine scarsa od assente; ad esso si associano i conigliti detritici che si rinvencono in vari punti del territorio. I depositi di versante stabilizzati comprendono inoltre i sedimenti di facies colluviale che formano talora il rivestimento di estesi tratti di versante.

La genesi di questi depositi è legata alla concomitante presenza di pareti rocciose ad elevata acclività, alla intensa fratturazione del substrato roccioso ed ai processi glaciali, periglaciali e nivali.

DEPOSITI GLACIALI – si tratta di depositi databili genericamente al Pleistocene superiore, ubicati nelle zone di “spalla” glaciale, quali ad esempio l'area della frazioni Gulo-S. Rocco-S. Maria.

Dal punto di vista sedimentologico, si riscontra una generale scarsa classazione dei depositi, dovuta alla presenza di ciottoli e di massi, immersi in una matrice fine sabbioso-limoso, senza che si evidenzino un'ordinata sequenza gradata; pur non avendo rinvenuto sezioni in numero e dimensioni sufficienti ad una definizione di facies di dettaglio, quanto osservato sul terreno consente di classificarli genericamente come till di ablazione e, subordinatamente, di alloggiamento.

CONOIDI ALLUVIONALI - lungo il fondovalle sono molto evidenti gli ampi apparati di conoide di deiezione, a volte coalescenti (apparati dell'Anza e del Marmazza), sui quali si sono sviluppati i nuclei stoici che compongono il comune di Pieve Vergonte.

I conoidi di dimensioni maggiori presentano una spiccata transizione granulometrica in senso longitudinale, che provoca una diminuzione della taglia dei clasti costituenti il corpo del conoide, procedendo dall'apice verso il margine frontale. Sono generalmente costituiti da elementi litoidi di taglia media e di forma abbastanza arrotondata in una matrice ghiaioso-sabbiosa. Gli apparati di conoide appaiono a profilo leggermente convesso, con pendenze relativamente elevata nella zona apicale dove la granulometria dei materiali è maggiore.

Dal punto di vista dell'assetto strutturale è evidente che la zona risente della presenza della grande discontinuità tettonica detta Linea del Canavese, che taglia, con direzione SW-NE, il

territorio comunale in due parti equivalenti e riconducibili rispettivamente al Sistema Sudalpino ed Austroalpino.

In particolare l'assetto è caratterizzato dalla sovrapposizione di una tettonica di tipo duttile e di una di tipo rigido, successiva alla prima, entrambe polifasiche (gli aspetti strutturali sono descritti in dettaglio nello *"Studio geologico-strutturale"* redatto dall'ENEL DCO per l'Impianto idroelettrico di Pieve Vergonte, a firma Prof. G. Marinotti – 1992).

Le fasi duttili, plicative, sono rappresentate da pieghe isoclinali strette, con immersione verso NW e, subordinatamente, SE e da pieghe isoclinali di dimensioni plurimetriche sino a chilometriche, con assi, nella zona della Valle Anzasca, con giacitura assiale variabile da 200°N a 80°N ed immersione compresa tra 10° e 30°. Esiste inoltre un sistema di pieghe aperte, con piani assiali ENE-WSW subverticali e dimensioni sino al chilometro.

Le fasi tettoniche di tipo fragile sono caratterizzate da sistemi di faglie ad immersione subverticale e con direzioni variabili tra NNE e NNW e da un sistema subparallelo alla Linea del Canavese, con direzioni da NE-SW sino a E-W, con immersione N ed inclinazione da 60° sino a subverticali: sono soprattutto i lineamenti riconducibili a questo sistema che danno origine alle pareti subverticali che sovrastano il fondo valle.

4.2 LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI

L'altitudine media del fondo valle alluvionale è di circa 220 m s.l.m., l'altitudine massima è rappresentata dalla cima di Punta dell'Usciolo a 2186.4 m s.l.m. mentre la minima si trova lungo l'asta fluviale del Toce, in corrispondenza dell'abitato di Megolo di Fondo, a circa 210 m s.l.m.

Dal punto di vista geomorfologico generale, la zona rispecchia fortemente la morfogenesi glaciale alla quale è stata sottoposta. La valle principale del F. Toce è chiaramente riconducibile ad un solco vallivo con forma ad "U", legato al processo di esarazione glaciale, il cui fondo è stato successivamente colmato, con la deglaciazione, da sedimenti fluviali. Le valli minori mostrano anch'esse le tracce di morfogenesi in ambiente glaciale, con successiva evoluzione ad opera dell'incisione fluviale postglaciale.

Dal punto di vista fisiografico generale, la valle del Toce è caratterizzata da un prevalente andamento Nord-Sud per quel che riguarda il tratto settentrionale, con netta deviazione verso est-sud-est nei pressi di Rumianca; le valli laterali si innestano nel corpo principale generalmente in senso ortogonale, dando luogo ad un reticolato idrografico di tipo conseguente. L'intero sistema vallivo minore è comunque fortemente influenzato dall'intensa attività tettonica che governa la disposizione delle valli.

La conformazione del territorio in valle principale longitudinale e valli laterali ortogonali e sospese rispetto al fondovalle, comporta un disequilibrio nel livello di base del reticolato idrografico minore, con alvei soggetti a forte attività erosiva di fondo e mobilitazione di ingenti quantità di materiale solido, al quale contribuiscono i fattori tettonici ed i processi di frana e di degradazione ad essi connessi, la presenza di coperture di depositi glaciali incoerenti e l'acclività generalmente elevata dei versanti. L'alta energia di rilievo e la disponibilità di sedimenti sciolti si esplica nella formazione di grandi e numerosi conoidi agli sbocchi delle valli laterali nel fondovalle principale, i quali hanno interagito variamente con il corso del Toce, deviandolo o subendo erosioni laterali, in funzione dei processi di aggradazione e della loro continuità nel tempo. I corpi dei conoidi, leggermente rilevati rispetto al fondovalle e quindi meno soggetti all'azione anche ordinaria del Toce, sono stati ovviamente sede di espansione urbanistica nel corso dei secoli, rappresentando nel territorio in esame le uniche aree disponibili all'insediamento, se si eccettuano i pianori ad alta quota sede di alpeggi isolati, tuttavia difficilmente accessibili ed il terrazzo glaciale di Gulo-S. Rocco.

In conclusione, l'intensa attività geomorfologica tuttora in evoluzione (alluvionale, di conoide, di degradazione dei versanti) può essere letta come il risultato della sommatoria di fattori morfogenetici, dati da tettonica e litologia del substrato, e di processi di esarazione glaciale e di alluvionamento che hanno variamente modellato il paesaggio.

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 attivi nella quasi totalità dei casi, le forme glaciali ubicate lungo i versanti, le forme strutturali, ben evidenti soprattutto nel settore meridionale del territorio, e le modeste ma numerose forme di dissesto gravitativo. L'analisi di dettaglio dei processi geomorfologici è stata sviluppata alla scala 1:10.000, 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./99"*.

Per un maggiore dettaglio dell'area di fondovalle, è stata inoltre prodotta la tavola 3 (Carta geomorfologica dei centri abitati alla scala 1:5.000, redatta su base catastale con isoipse con equidistanza 10 m), che, per gli scopi della presente indagine, risulta di particolare significato in

quanto rappresenta l'area degli insediamenti antropici e che è di fondamentale importanza per la redazione della Carta dell'idoneità urbanistica alla scala di piano.

4.2.1 Commento alla carta realizzata (Tavole 2 e 3)

Per la stesura della Carta geomorfologica e del dissesto alla scala 1:10.000, si è proceduto dapprima con uno studio dettagliato delle fotografie aeree; a questa prima fase di elaborazione, ha fatto seguito il rilievo di dettaglio sul terreno, con l'analisi dei punti critici, evidenziati in foto aerea, ed il controllo di situazioni puntuali, difficilmente risolvibili con il mezzo aereofotografico.

Sono state distinte varie unità geomorfologiche, di seguito descritte.

1. *FORME ED ELEMENTI DELL'IDROGRAFIA:* nella tavola sono individuati gli ambiti caratterizzati da drenaggio difficoltoso delle acque superficiali del reticolato idrografico minore, ubicate principalmente sul fondovalle, in aree di interconoide. Nella tavola in scala 1:5.000 è stato possibile inserire anche le direzioni di spaglio relative al reticolato suddetto.

2. *FORME DI VERSANTE DOVUTE ALLA GRAVITÀ:* si dividono in forme di denudazione e forme di accumulo, attive e quiescenti.

Le prime consistono di nicchie di frane di crollo o scarpate di denudazione in roccia, diffuse ampiamente su tutti i versanti del territorio comunale. Di dimensioni variabili, sono generalmente connesse a fasce cataclastiche di lineamenti tettonici e danno luogo a forme particolarmente evidenti. Ad esse si associano le scarpate di faglia soggette a distacchi di blocchi, ben visibili soprattutto nei pressi di Megolo di Fondo, a testimonianza dell'influenza dell'attività tettonica sull'assetto fisiografico del paesaggio.

Sono inoltre state riconosciute frane interessanti le coltri di copertura (genericamente catalogate come *soil slip* ma forse in alcuni casi rientranti nella tipologia delle *slides* o dei *flows*): in diversi casi la tipologia dei dissesti gravitativi è di difficile catalogazione, interessando sia la frazione superficiale del versante che il substrato disarticolato e pertanto questi dissesti sono stati inseriti nei movimenti gravitativi compositi.

Molto spesso inoltre, la localizzazione prevalente dei dissesti, ubicati lungo i versanti di valleciole incise, non ha consentito la conservazione dell'accumulo di frana, per processi erosionali torrentizi.

Tra le forme di accumulo sono da segnalare, in quanto diffuse su gran parte del territorio, i depositi detritici ed eluvio-colluviali, suddivisi in attivi e stabilizzati con copertura vegetale. Ad essi si aggiungono i corpi di frana di crollo, ove chiaramente riconoscibili, ed i coni di detrito. In

carta sono stati inoltre riportati i massi, individuati al piede delle pareti rocciose, chiaramente riconducibili a crolli isolati.

3. FORME FLUVIALI, FLUVIOGLACIALI E DI VERSANTE: si distinguono in forme di erosione e forme di accumulo, subordinatamente in forme attive e non attive. Tra le prime sono state riconosciute numerose forme legate a morfogenesi lungo versante, strettamente controllate dall'assetto tettonico e morfologico locale. Direttamente connesse alla tettonica si segnalano le forre, che dissecano profondamente i versanti lungo andamenti rettilinei ed ortogonali alla valle principale e le vallecole a "V", diffuse pressoché ovunque. Collegati all'azione di degradazione superficiale sono i solchi di ruscellamento concentrato e le superfici interessate da ruscellamento diffuso, ben sviluppate nelle zone di alta quota, e le creste.

Tra le forme fluviali sono state riconosciute le scarpate di erosione fluviale e le tracce di paleoalveo, entrambe determinate dalla dinamica fluviale del F. Toce: per queste ultime è stato possibile evidenziare un notevole dettaglio nella tavola in scala 1:5.000, avvalendosi delle fotografie aeree (ortofotocarta). Con il medesimo simbolo, per non sovraccaricare ulteriormente la carta di nuovi graficismi, sono stati indicati i canali in conoide.

Tra le forme di accumulo sono compresi i sedimenti relativi a facies di canale e di barra, quelli riferibili a deposizione in facies di piana alluvionale esondabile (così definibile in relazione alla morfologia, alla facies dei sedimenti che la costituiscono e agli effetti degli eventi alluvionali avvenuti in passato) ed i conoidi alluvionali.

Per quanto riguarda i conoidi di deiezione, questi sono sistematicamente presenti lungo l'intero asse vallivo principale. Posti alla confluenza delle valli secondarie con quella principale, sono nella quasi totalità dei casi da ritenersi attivi o riattivabili: sono alcune porzioni marginali del conoide del T. Anza e del T. Arsa appaiono, ad un esame storico e morfologico, stabilizzati naturalmente. Per limitare l'attività erosiva dei corsi d'acqua che insistono sui corpi di conoide ed arginare i *debris flow* che li hanno invasi, con grave rischio per gli insediamenti, sono stati messi in opera, in tempi diversi, interventi migliorativi di canalizzazione, stabilizzazione ed arginatura.

La tematica dei conoidi riveste particolare importanza in relazione agli insediamenti antropici, che si sono sviluppati, per ovvie necessità data la morfologia del territorio, sugli apparati di conoide: lo sviluppo di tale argomento è stato effettuato a parte, nell'ambito dello studio dettagliato di pericolosità e magnitudo in conoide.

4. FORME GLACIALI: le forme di erosione comprendono le scarpate che delimitano i pianori, in posizione di spalla glaciale, mentre quelle di accumulo comprendono i sedimenti in facies di

ablazione o di alloggiamento; solo sporadicamente sono stati osservati, nei pressi di Megolo, affioramenti limitati di sedimenti riferibili a facies di contatto glaciale (sabbie e ghiaie minute sottilmente stratificate).

5. *FORME STRUTTURALI*: data l'importanza che rivestono per le interferenze con i nuclei abitati, sono state riportate in carta (1:10.000) le scarpate influenzate dalla struttura, caratterizzate da pareti subverticali, sovente disposte in più ordini, e delimitate al piede da depositi detritici a pezzatura grossolana.

6. *FORME ANTROPICHE*: nella carta in scala 1:10.000 sono state riportate unicamente le aree interessate da riporti in tempi recenti mentre sulla carta in scala 1:5.000 sono presenti anche i simboli relativi alle zone con terrazzamenti artificiali (muretti a secco), gli attraversamenti dei corsi d'acqua con manufatti che ne restringono la sezione naturale ed i tratti di corsi d'acqua completamente coperti. Inoltre, come previsto dalla Circolare 7/LAP, sono indicati i siti compromessi da attività antropica che, per la zona in esame, sono rappresentati dal complesso ex Enichem e da una discarica in sponda destra del torrente Anza.

Per le opere con funzione di difesa idraulica, è stata realizzata una tavola specifica (tavola 8).

Nella Carta geomorfologica sono stati riportati inoltre i limiti delle Fasce Fluviali (PSFF) indicati nelle Tavole dell'Autorità di Bacino del fiume Po: come da richiesta specifica, nelle Fasce A e B è stata eliminata la suddivisione della pericolosità delle aree esondabili, in base alla Legenda Regionale.

Infine sono stati evidenziati i rilevati artificiali (superstrada, FFSS e canale di Rumianca) che possono costituire ostacolo al deflusso delle acque e le aperture che ne interrompono la continuità.

5 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 Pieve Vergonte. 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, 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 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.

6 CARTA GEOIDROLOGICA (TAVOLA 5)

6.1 METODOLOGIA APPLICATA

Scopo di questa carta, redatta in scala 1:10.000, 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”.

6.2 COMMENTO DELLA CARTA REALIZZATA

In considerazione delle caratteristiche litologiche e tessiturali dei depositi presenti, sono stati distinti sei diversi complessi litologici aventi comportamento geoidrologico omogeneo (i valori di permeabilità si riferiscono a valori medi di letteratura).

Nel **primo complesso** sono stati inclusi tutti i depositi detritici, comprendenti sia il detrito costituito da depositi grossolani formati per attività gravitativa che i depositi di frana s.s., caratterizzati in genere da una permeabilità alta, con valori variabili da 10 a 10^{-2} cm/sec.

Nel **secondo complesso** sono stati inclusi i depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi, costituiti dalle facies di canale e di barra del Fiume Toce e dalle conoidi dei tributari minori, caratterizzati da una permeabilità da media ad alta e comunque abbastanza variabile a causa della non omogeneità tessiturale dei depositi stessi; i valori di riferimento possono essere compresi tra $10^{-1} \div 10^{-4}$ cm/sec.

Nel **terzo complesso** sono stati inclusi i depositi alluvionali in facies di piana esondabile, caratterizzati da tessitura più fine dei precedenti e quindi da valori di permeabilità compresi tra $10^{-2} \div 10^{-5}$ cm/sec.

Nel **quarto complesso** sono compresi i depositi glaciali e detritici stabilizzati, caratterizzati in genere da una permeabilità da media a bassa, con valori indicati compresi tra $10^{-3} \div 10^{-6}$ cm/sec.

Il **quinto complesso** è costituito dal substrato roccioso prevalentemente scistoso, caratterizzato da una permeabilità per fratturazione da nulla a bassa.

Il **sesto complesso**, infine, comprende il substrato roccioso prevalentemente massivo, ed è caratterizzato da una permeabilità per fratturazione da nulla a bassa.

I depositi alluvionali s.l. hanno elevata permeabilità e sono sede di un acquifero freatico con verosimili rapporti di alimentazione da parte del Toce, anche se non sono state rinvenute captazioni per la ricostruzione dell'andamento della superficie freatica.

I depositi glaciali e detritici hanno grado di permeabilità più variabile rispetto ai precedenti ma comunque generalmente inferiore e possono essere sede di acquiferi locali con falde freatiche

sospese, con portate notevolmente influenzate dalle variazioni stagionali delle precipitazioni; in genere costituiscono l'alimentazione di sorgenti a portata ridotta, talora captate a scopo idropotabile.

Per quanto concerne il basamento litoide, è possibile che esso sia sede di acquiferi freatici nel caso di elevata fratturazione, come nelle zone cataclastiche legate alle fasi deformative rigide o a fenomeni di detensionamento post-glaciale. In funzione dei complessi geoidrologici individuati, appare chiaro che gli acquiferi sono presenti solo a livello superficiale.

In carta è riportato il reticolato idrografico, che risulta di tipo conseguente (con corsi d'acqua sostanzialmente paralleli tra loro ed ortogonali ad un asse di drenaggio preferenziale costituito dal Fiume Toce) e con una configurazione sub-dendritica. Dall'osservazione della carta e dal confronto con la Carta Geologica, risulta evidente il forte controllo tettonico sull'andamento dell'idrografia superficiale; l'intensa attività tettonica, che ha interessato l'area, si rispecchia infatti nelle brusche variazioni di direzione subite dai corsi d'acqua: faglie e fratture agiscono quindi come zone "di cattura", modificando profondamente la morfologia ed imponendo delle vie di flusso preferenziali.

Nella carta sono stati evidenziati inoltre, con apposita simbologia, i corsi d'acqua soggetti a processi di attività torrentizia con energia elevata, documentati dalla Banca Dati regionale, e l'asta fluviale del Toce, caratterizzata da processi di erosione e trasporto con deposizione di sedimenti sabbioso-limosi, come osservato nel corso dell'ultimo evento alluvionale.

Altri elementi pertinenti l'indagine in oggetto e raffigurati nella tavola, si riferiscono alle zone a drenaggio difficoltoso, ubicate presso lo sbocco in pianura di alcuni corsi d'acqua del reticolo idrografico minore e le zone soggette a risalita della falda freatica in prossimità della superficie topografica, che avviene in concomitanza di piene fluviali; le relative perimetrazioni sono derivate da informazioni raccolte in loco e da indicazioni dell'Ufficio Tecnico comunale.

Infine sono riportate sulla tavola le captazioni idropotabili comunali, costituite da sorgenti (raffigurate con pallino blu) e da opere di presa (con quadratino blu), con le relative fasce di rispetto ai sensi del D.P.R. 236/88 e dei D. Lgs. 152/99 e 258/00.

Relativamente all'assetto idrografico, sono state compilate le schede dei processi lungo la rete idrografica (Allegato 5), come richiesto dalla N.T.E. alla Circolare 7/LAP, riferite al tratto di asta fluviale del Toce che occupa il territorio comunale ed ai alcuni rii minori, in corrispondenza del loro sbocco in pianura. Le schede si riferiscono all'evento alluvionale dell'ottobre 2000 e sono complementari alla tavola 8, nella quale sono individuati gli effetti alluvionali del 2000 e, relativamente ai dati disponibili, quelli degli eventi storici precedenti.

Nell'allegato n° 6 - "*SCHEDE DEGLI ATTRAVERSAMENTI DEI CORSI D'ACQUA*" sono riportati i singoli attraversamenti dei corsi d'acqua, del reticolo idrografico minore, considerati critici; in base alla potenziale pericolosità in corrispondenza dell'attraversamento considerato, si suggeriscono inoltre gli interventi minimi da operare al fine di ricostituire le condizioni di sicurezza, sulla base di considerazioni di tipo unicamente qualitativo, non rientrando negli scopi del presente lavoro uno studio idraulico di dettaglio per la progettazione esecutiva delle opere.

7 CARTA DELLA CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA (TAVOLA 6)

7.1 CONSIDERAZIONI GENERALI

Sulla base dei dati ottenuti dal rilievo geologico o desumibili dalla letteratura, è stata redatta, in scala 1:10.000, la Carta litotecnica: scopo di tale carta è raggruppare i terreni in base alle loro caratteristiche geotecniche e geomeccaniche.

Data la variabilità dei materiali, si è preferito definire, per diversi gruppi identificati, un "range" di valori piuttosto che attribuirne loro uno specifico: è chiaro che, in questa fase, l'intervallo di valori attribuito alle differenti litologie riconosciute, vuole essere solo indicativa della qualità generale dei terreni e delle rocce ed è stato utilizzato quale elemento concorrente alla realizzazione della zonizzazione geologico-tecnica del territorio. Analisi puntuali dovranno dunque essere intraprese a livello di singolo lotto edificatorio, al fine di individuare la precisa parametrizzazione geotecnica da utilizzare in fase di progettazione esecutiva.

7.2 COMMENTO DELLA CARTA REALIZZATA

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

Depositi alluvionali a tessitura fine

Caratterizzano l'area di fondovalle, dove prevalgono le facies di piana alluvionale con sedimenti a tessitura prevalentemente limoso-sabbiosa; la parametrizzazione geotecnica di riferimento prevede un angolo di attrito interno (di picco) compreso tra 25° e 30° ed un peso di volume di 1.7 t/m^3 . La coesione può essere considerata nulla anche se a breve termine può essere valutata una coesione apparente compresa tra 2 e 5 t/m^2 .

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 può essere attribuita la seguente parametrizzazione geotecnica: angolo di attrito di picco pari a circa $30^\circ \div 35^\circ$, coesione nulla e peso di volume pari a $1,9 \text{ T/mc}$.

Depositi detritici stabilizzati ed eluvio colluviali

Si tratta di materiale a granulometria da media a fine e comunque eterogenea, ai quali è possibile attribuire un valore di angolo di attrito di picco molto variabile ($26^\circ \div 35^\circ$) in relazione alla quantità di matrice fine presente, una coesione considerata cautelativamente nulla, e un peso di volume pari a $1,7 \text{ T/mc}$. 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.

Depositi glaciali

Sono till di ablazione e di alloggiamento con abbondante matrice fine conglobante elementi litoidi di pezzatura eterogenea: i parametri dell'angolo di attrito interno variano da 24° a 32° con coesione nulla e peso di volume pari a 1.8 t/m^3 .

Depositi detritici ed accumuli di crollo

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 così riassumibile: un angolo di attrito di picco pari a circa $30^\circ \div 38^\circ$, una coesione nulla e un peso di volume pari a $1,9 \text{ T/mc}$.

Rocce metamorfiche prevalentemente scistose

Dai dati della letteratura, è possibile attribuire un valore di angolo di attrito di picco pari a circa $30^\circ \div 35^\circ$, coesione pari a $4\text{-}5 \text{ T/mq}$ e peso di volume di $2,4 \text{ T/mc}$.

Rocce metamorfiche prevalentemente massive

Si ritiene opportuno attribuire a questa unità valori di angolo di attrito di picco di circa $35^\circ \div 40^\circ$, di coesione pari a circa 5 T/mq e di peso di volume di $2,5 \text{ T/mc}$.

Per entrambe le ultime due classi i valori di angolo di attrito interno si riferiscono al materiale roccia: per le valutazioni di stabilità degli ammassi rocciosi, devono essere invece considerate le condizioni delle discontinuità che li caratterizzano.

A tale proposito sono stati effettuati 9 rilievi strutturali speditivi in diverse località del territorio comunale, interessate da dinamiche di instabilità degli ammassi rocciosi (crolli di porzioni lapidee). Le orientazioni delle famiglie principali, che caratterizzano le pareti rocciose analizzate, sono state riportate sotto forma di stereogrammi, a margine della Carta litotecnica.

Nelle medesime località prossime a settori di abitato (ad esclusione pertanto degli SRS n° 6 e 9), sono state inoltre compilate le schede di censimento dei fenomeni franosi in roccia, come richiesto dalla N.T.E. alla Circolare 7/LAP.

Schede dei campioni litologici, schede petrografiche ed analisi di laboratorio, effettuate dal Politecnico di Torino, sono raggruppate nello Studio geologico-strutturale dell'ENEL, precedentemente citato, depositato presso l'archivio comunale.

I rilievi strutturali n° 6 - 7 - 8 - 9, sono stati effettuati in corrispondenza di stendimenti strutturali riportati nel lavoro sopra citato e per i quali sono disponibili le classificazioni di Barton (indice Q) per gli ammassi rocciosi. La qualità degli ammassi risulta rispettivamente: scadente, buona, buona e scadente.

Dall'esame degli stereogrammi si ricavano due giaciture principali dei set di fratturazione, che si ripetono in modo abbastanza uniforme lungo il territorio comunale: un primo set immergente verso E-NE ed un secondo immergente mediamente verso WNW, entrambi con inclinazioni medio-elevate. Dall'intersezione dei vari set di fratturazione rilevati, risulta una dinamica di movimento legata prevalentemente a scivolamento di porzioni lapidee mentre sono nettamente inferiori i casi di ribaltamento.

8 CARTA DELL'ACCLIVITÀ (TAVOLA 7)

Per la redazione della carta, sono state calcolate le pendenze ricavate dalle isoipse della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000, con l'ausilio di dime fisse.

8.1 COMMENTO DELLA CARTA REALIZZATA

Sono state distinte 4 classi relative a differenti gradi di acclività:

- classe I: pendenze comprese tra 0° e 5°
- classe II: pendenze comprese tra 5° e 15°
- classe III: pendenze comprese tra 15° e 25°
- classe IV: pendenze maggiori di 25°.

La scelta delle classi di pendenza è stata fatta sulla base delle condizioni fisiografiche del territorio di Pieve Vergonte e sull'analisi della disposizione dei dissesti gravitativi, riportati nella Carta Geomorfologica.

Osservando il territorio comunale si nota una prima suddivisione in due grandi zone: la prima è costituita dalla piana del fiume Toce (ovviamente compresa nella prima classe) e dai settori apicali dei conoidi di deiezione e dalle piane glaciali (seconda classe). La seconda zona comprende invece la rimanente parte di pianori glaciali, le creste arrotondate, le zone di testata dei corsi d'acqua maggiori, tutti ricadenti nella terza classe, e gli ampi settori di versante compresi in classe quarta, che rappresenta la classe con maggior distribuzione areale.

Concludendo, dall'analisi svolta l'area del comune di Pieve Vergonte, in base all'assetto morfologico, può essere complessivamente definita come caratterizzata da acclività medio-elevata.

9 CARTA DELLE OPERE IDRAULICHE E DEGLI EFFETTI ALLUVIONALI (TAVOLA 8)

9.1 METODOLOGIA APPLICATA

In questa tavola, redatta su base catastale in scala 1:5.000, sono riportate le varie opere di regimazione e di difesa idraulica, sia già esistenti nel territorio sia in fase di progetto.

Le opere idrauliche sono distinguibili, in generale, in opere di regimazione, opere di difesa radenti ed opere trasversali. A ciascuna opera censita è associata una scheda, secondo le indicazioni della Regione Piemonte, contraddistinta da sigla e numerazione relativa al corso d'acqua lungo il quale è stata costruita o progettata.

Le opere radenti sono state distinte in base alle varie tipologie (scogliere, muri, ecc.), mentre le opere trasversali sono suddivise in briglie, con funzione stabilizzatrice e di contenimento del materiale solido, e soglie di fondo, che hanno lo scopo di riprofilare l'alveo del corso d'acqua diminuendone la pendenza e di rallentare la velocità della corrente e la sua azione erosiva e di trasporto.

Sulla stessa tavola sono stati riportati gli effetti dell'evento alluvionale che si è verificato tra il 13 ed il 16 ottobre 2000 oltre a quanto si è stati in grado di reperire, relativamente alle alluvioni che hanno interessato il fondovalle negli anni precedenti.

9.2 COMMENTO DELLA CARTA REALIZZATA

Le opere idrauliche, censite sia lungo il Fiume Toce che lungo i corsi d'acqua minori, sono state distinte in base alle tipologie costruttive, separando quelle esistenti da quelle in progetto. L'Allegato 3 - SCHEDE DELLE OPERE DI DIFESA IDRAULICA riporta le descrizioni e le riprese fotografiche delle varie tipologie delle opere di difesa; sono inoltre indicate, in corrispondenza di ciascuna opera, le principali caratteristiche del corso d'acqua e delle sponde.

Laddove non si è ritenuta necessaria una distinzione puntuale, sono state raggruppate in una stessa scheda le opere rientranti nella medesima tipologia, benché ubicate in punti differenti lungo lo stesso corso d'acqua, avendo avuto comunque cura di considerare tratti con caratteristiche simili. Le verifiche effettuate hanno permesso di evidenziare che le opere non sempre si trovano in buono stato d'efficienza e conservazione: si prescrive pertanto di effettuare una periodica manutenzione, con pulizia dalla vegetazione infestante in alveo e il ripristino dei punti sottoposti ad erosione di fondo.

Particolarmente ben strutturate sono le opere di difesa e di contenimento delle piene realizzate in conoide del T. Marmazza, del T. Arsa e del T. Inferno, tutte in buono stato di conservazione,

mentre necessitano di manutenzione e di rifacimenti le opere presenti sui conoidi del Rio Chiesa e del Rio Loro e di alcuni riali di minore importanza.

Buona parte della zona settentrionale è occupata da opere di canalizzazione, realizzate allo sbocco dei rii minori nella pianura: queste opere sono caratterizzate da una uniformità costruttiva (canali in cls) ma presentano dimensioni variabili in funzione dell'importanza del corso d'acqua. Per risolvere i problemi di drenaggio delle acque superficiali in questo settore, è attualmente in fase di progetto avanzato un'opera di canalizzazione che si propone di convogliare i deflussi della rete di piccoli canali nel T. Marmazza.

Nella tavola sono inoltre riportati i tratti coperti dei corsi d'acqua che possono costituire un ostacolo al regolare deflusso delle acque incanalate.

Per quanto riguarda gli eventi alluvionali succedutisi in passato, sono stati riportati sia i riferimenti agli eventi storici (trattasi di ubicazioni planimetriche di massima, desunte dalle schede storiche) sia gli effetti degli eventi del 1978, del 1987 (entrambi ricostruiti dall'esame fotointerpretativa) che quelli dell'ottobre 2000. Mentre per i primi due è stato possibile indicare solamente il limite complessivo delle aree esondate, per l'ultimo evento, in base ai rilievi effettuati dal Tecnico comunale, ai dati forniti dalla Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, a quelli ricavati da interviste condotte in loco ed all'andamento topografico del fondovalle, sono stati distinti i limiti delle aree esondate da acque a differente energia.

Di particolare interesse risulta infatti la distinzione tra area di esondazione del Toce ed aree allagate per insufficiente drenaggio dei corsi d'acqua minori, allo sbocco nella pianura, con energia decisamente minore.

Nella tavola è stata perimetrata anche la piccola area soggetta a rigurgito, all'imbocco della canalizzazione interna allo stabilimento Tessengerla e riferita all'evento alluvionale maggio 2002.

Dalla sovrapposizione dei dati relativi alle opere di difesa idraulica con gli effetti alluvionali, si può notare quali delle opere esistenti si siano rivelate utili nel corso delle alluvioni e quali invece insufficienti.

10 ANALISI DEI MAGGIORI APPARATI DI CONOIDE DI DEIEZIONE

Per lo studio dettagliato delle condizioni di pericolosità del conoide si è proceduto sviluppando una serie di analisi, riguardanti:

- la morfometria, per la definizione delle caratteristiche fisiche dei bacini idrografici sottesi da ciascun corso d'acqua;
- la valutazione empirica del grado di pericolosità e dei volumi di sedimento potenzialmente trasportati, utilizzando differenti metodi di valutazione.

10.1 MORFOMETRIA FLUVIALE

10.1.1 Generalità

La morfometria ha come oggetto la misura delle forme, ovvero delle caratteristiche geometriche del rilievo o di qualsiasi elemento naturale sia esso vegetale o animale. Si usa il termine *morfometria fluviale* per indicare le misure delle caratteristiche geometriche delle forme di un sistema di erosione fluviale.

Gli elementi di forma fondamentali che caratterizzano un paesaggio d'erosione fluviale sono le proprietà lineari di una rete idrografica: lo studio infatti, si riduce all'analisi di un insieme ramificato di linee. Se non si considerano le larghezze degli alvei, tutti i corsi d'acqua vengono trattati come semplici linee aventi una larghezza infinitamente piccola. Le proprietà lineari sono perciò limitate ai numeri, alle lunghezze, e all'ordinamento degli insiemi dei segmenti. Sebbene queste linee, in realtà, siano inclinate rispetto al piano orizzontale (tutti i fiumi devono avere una pendenza), l'analisi delle proprietà lineari viene effettuata sulla proiezione della rete idrografica su un piano orizzontale. Un tale studio si dice planimetrico, intendendo che le misure vengono eseguite in un unico piano.

La seconda categoria di elementi che caratterizzano le forme di un sistema di erosione fluviale riguarda le proprietà areali dei bacini idrografici. Anche in questo caso la superficie del terreno viene proiettata su di un piano orizzontale e perciò si tratterà di uno studio planimetrico.

Le proprietà areali comprendono sia le aree superficiali dei bacini idrografici, sia la descrizione delle forme di questi bacini.

Generalizzando si può dire che le aree assolvono meglio la funzione di intercettare le precipitazioni e di fornire i detriti rocciosi, mentre le linee (alvei) hanno la funzione di trasportare l'acqua e i detriti fuori dall'area.

La terza categoria di elementi che determinano le forme di un sistema di erosione fluviale è pertinente alle proprietà del rilievo. Il rilievo è definito dalle altezze relative dei punti delle

superfici e dei sistemi lineari, a partire dal piano orizzontale di riferimento. Le proprietà del rilievo sono caratterizzate dalla terza dimensione, perpendicolare alla base orizzontale sulla quale si eseguono le misure planimetriche. L'insieme di dati relativi alle tre dimensioni esprime le caratteristiche del rilievo, che è definito dai valori di altezza dei punti sulla base planimetrica, o dalla differenza di quota fra questi due punti dati.

Un altro gruppo di elementi, atti a definire le forme in questo sistema, è costituito sia dalle pendenze dei versanti che dalle superfici del terreno e degli alvei fluviali. Tali misure caratterizzano la velocità di deflusso delle acque correnti e l'intensità dei processi di erosione e di trasporto.

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.

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%

È 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 si deve 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.

10.1.2 Elaborazione dei dati e commento dei risultati

Si propone di seguito l'analisi morfometrica relativa ai bacini del T. Marmazza, del T. Arsa, del T. Chiesa e del T. Inferno. Per il Torrente Anza si è fatto riferimento allo "STUDIO DI SISTEMAZIONE

IDROGEOLOGICA GENERALE DELL'INTERA ASTA DEL T. ANZA" redatta dallo scrivente nel marzo 1993 per incarico della Comunità Montana Valle Anzasca. La Tavola 9 "CARTA DEI BACINI IDROGRAFICI E DELLE FASCE ALTIMETRICHE" ed i diagrammi allegati riassumono graficamente i dati analizzati.

BACINO DEL T. ANZA

BACINO	QUOTA SEZIONE CHIUSURA (m s.l.m.)	ALTITUDINE MEDIA m s.l.m.	LUNGHEZZA ASTA (km)	SUPERFICIE (kmq)
<i>T. Anza</i>	250	1770	34.50	254

L'analisi della distribuzione delle fasce altimetriche, condotta dallo scrivente nell'ambito del lavoro sopra citato, mette in luce una frequenza di circa il 64% per le fasce comprese tra 1200 e 2700 m s.l.m., il 22% è compreso tra 200 e 1200 m s.l.m ed il rimanente 14% del territorio risulta compreso tra le quote di 2700 e 4600 m s.l.m.

GERARCHIZZAZIONE

La gerarchizzazione dei segmenti fluviali del bacino in esame risulta suddivisa in sei ordini:

ORDINE FLUVIALE u	NUMERO SEGMENTI N_u	NUMERO SEGMENTI CON CONFLUENZA DIRETTA N_{du}
1	2123	1500
2	512	319
3	102	71
4	23	19
5	5	5
6	1	-

TABELLA 1: CARATTERISTICHE BACINO IDROGRAFICO

ORDINE FLUVIALE u	R_b	R_{bd}
1	4.15	2.93
2	5.02	3.13
3	4.44	3.09
4	4.6	3.80
5	5	5
<i>Media</i>	<i>4.64</i>	<i>3.59</i>

TABELLA 2: PARAMETRI MORFOMETRICI

Considerando che il minimo teorico del rapporto di biforcazione è 2, per il bacino del T. Anza esso è risultato pari a 4.64 (valore medio tra gli R_b), indicativo di un basso grado di gerarchizzazione del bacino. Osservando la stessa tabella 2 è possibile confrontare inoltre, i valori di R_b e R_{bd} per i vari ordini: valori differenti, indicano la presenza di confluenze anomale, ossia confluenze di ordine u in segmenti di ordine $u+2$ o superiore. La diversità fra i rapporti R_b e R_{bd} è stata rilevata soprattutto per i segmenti di I° e II° ordine e, in modo meno accentuato, per quelli di III° e IV° ordine (si faccia riferimento alla tabella 2).

Si è passati così al calcolo degli indici di biforcazione I_b e di conservatività S_u , *medi*:

$$I_b = 4.64 - 3.59 = 1.05; \quad S_u = (4.64/2) - 1 = 1.32.$$

Normalmente i valori dell'indice di biforcazione sono compresi tra 0,2 e 4; quando tale indice assume valore nullo ($R_b = R_{bd}$) significa che il bacino ha raggiunto il massimo grado di gerarchizzazione: nel caso in esame, $I_b = 1.05$ ricade nella norma.

Anche l'indice di conservatività conferma quanto detto, con S_u o valore minimo di segmenti necessari a costituire l'ordine più alto del reticolo, mediocre.

Una definizione più dettagliata dello stato di gerarchizzazione del bacino si ottiene con i parametri di *numero, indice e densità di anomalia gerarchica*

Il numero di anomalia gerarchica G_a uguale a 3825 è dovuto ai numerosi impluvi anomali che confluiscono in rami di ordine non immediatamente superiore, ed indica un basso grado di gerarchizzazione del reticolo idrografico; i rispettivi valori di densità e indice di anomalia gerarchica, sono quindi risultati:

$$D_{ga} = 15.05 ; I_{ga} = 1.8$$

e la densità di drenaggio $D=4.15 \text{ km/kmq}$.

BACINO DEL T. MARMAZZA

CURVA IPSOMETRICA

Nel complesso la forma del bacino è assimilabile ad un rettangolo, sebbene sia il risultato dell'unione di due forme differenti: una rettangolare vera e propria ed una triangolare, che comprende il tratto prossimo alla sezione di chiusura. Dall'apice conoide (300 m s.l.m.) lungo il tratto di IV° ordine fino a circa 500 m s.l.m., si individua una forma approssimativamente triangolare; il corso principale del Marmazza devia poi verso sud ovest, a partire dalla confluenza di quota 500 m s.l.m. fino a C.ma Strighet dove ha la sua origine, a quota 1899 m s.l.m..

Come si può apprezzare dalla Tavola 9, il reticolato idrografico è ben sviluppato, presentando numerosi rami secondari che si estendono fino alla linea di spartiacque: gli impluvi risultano ben delineati ed incisi, soprattutto quelli di I° e II° ordine che hanno formato vallecicole a "V"; la forma del reticolo idrografico è di tipo dendritico asimmetrico, essendo meno sviluppato lungo il versante sinistro.

Per quanto riguarda la lunghezza del corso d'acqua e l'area sottesa si rimanda alla tabella sottostante.

BACINO	QUOTA SEZIONE CHIUSURA (m s.l.m.)	LUNGHEZZA ASTA (km)	PERIMETRO (km)	SUPERFICIE (kmq)
<i>T. Marmazza</i>	300	3	8.35	3.95

Per la costruzione della curva ipsografica, il bacino è stato suddiviso in fasce altimetriche con equidistanza di 100 m (Tavola 9), le cui superfici sono riassunte nella tabella seguente:

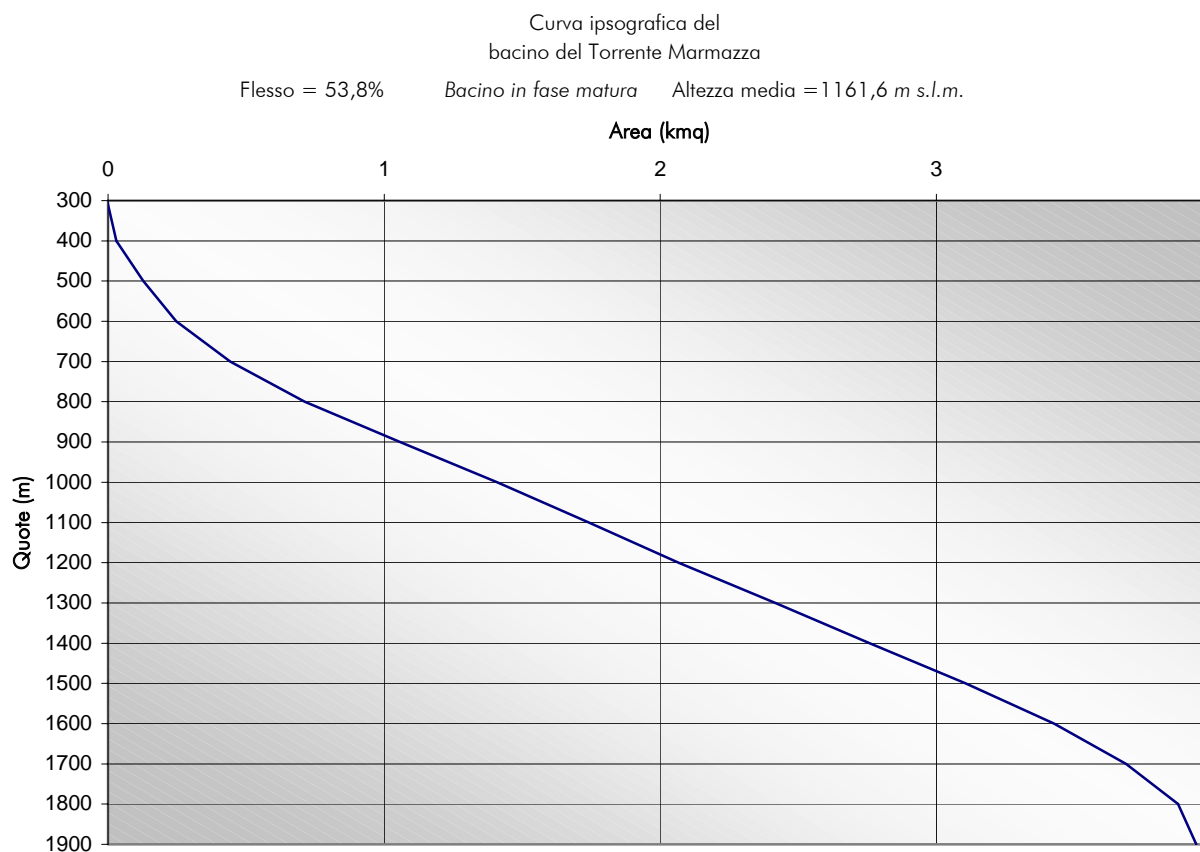
FASCIA ALTIMETRICA (m s.l.m.)	SUPERFICIE (kmq)
300 ÷ 400	0.034
400 ÷ 500	0.097
500 ÷ 600	0.119
600 ÷ 700	0.196
700 ÷ 800	0.268
800 ÷ 900	0.345
900 ÷ 1000	0.353
1000 ÷ 1100	0.332
1100 ÷ 1200	0.324
1200 ÷ 1300	0.351
1300 ÷ 1400	0.342
1400 ÷ 1500	0.346
1500 ÷ 1600	0.321
1600 ÷ 1700	0.261
1700 ÷ 1800	0.188
1800 ÷ 1900	0.065

La maggior distribuzione areale delle fasce altimetriche è compresa tra gli 800 ed i 1600 m s.l.m.; le fasce inferiori a 800 m e superiori a 1600 m s.l.m. hanno superfici ridotte che determinano una curva ipsografica caratterizzata da tratti piuttosto ripidi nelle parti estreme e da un tratto centrale più dolce.

L'altitudine media e il flesso, ricavati dalla curva in questione sono i seguenti:

BACINO	Altitudine media (m s.l.m.)	Flesso (%)
<i>T. Marmazza</i>	1161.6	53.8

che permettono di classificare il bacino del T. Marmazza come bacino in fase matura.



GERARCHIZZAZIONE

Nella Tavola 9, oltre alle fasce altimetriche, è stata evidenziata la gerarchizzazione dei segmenti fluviali del bacino in esame, organizzati in quattro ordini e contraddistinti da differente colorazione. Sono inoltre rappresentati il limite del bacino idrografico ed i limiti dei sottobacini relativi a ciascun ordine gerarchico. Si propongono nella seguente tabella i dati morfometrici:

ORDINE FLUVIALE u	NUMERO DEI SEGMENTI N_u	LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI \bar{L}_u (m)	PENDENZA MEDIA \bar{P}_u (°)	AREA MEDIA SOTTOBACINI \bar{A}_u (km²)
1	33	244.615	41.99	0.053
2	11	350.909	35.19	0.207
3	3	1053.3	28.81	0.724
4	1	1700	18.36	3.95

	48			
--	----	--	--	--

TABELLA 1: CARATTERISTICHE BACINO IDROGRAFICO

ORDINE FLUVIALE u	1	2	3
1	-	-	-
2	27	-	-
3	5	9	-
4	1	2	3

TABELLA 2: CONFLUENZE TRA GLI ORDINI

ORDINE FLUVIALE u	R_b	R_{bd}	I_b	S_u
1	3	2.45	0.55	0.5
2	3.67	3	0.67	0.83
3	3	3	0	0.5
Media	3.22	2.82	0.4	0.61

TABELLA 3: PARAMETRI MORFOMETRICI

Considerando che il minimo teorico del rapporto di biforcazione è 2, per il bacino del T. Marmazza esso è risultato pari a 3.22 (valore medio tra gli R_b dei tre ordini), indicativo di un discreto grado di gerarchizzazione del bacino. Osservando la stessa tabella 3 è possibile confrontare inoltre, i valori di R_b e R_{bd} per i vari ordini: valori differenti, indicano la presenza di confluente anomale, ossia confluente di ordine u in segmenti di ordine $u+2$ o superiore. La diversità fra i rapporti R_b e R_{bd} è stata rilevata per i segmenti di I° ordine e, in modo meno accentuato, per quelli di II° ordine (si faccia riferimento alla tabella 2).

Si è passati così al calcolo degli indici di biforcazione I_b e di conservatività S_u , medi:

$$I_b = 3.22 - 2.82 = 0,4; \quad S_u = (3.22/2) - 1 = 0.61.$$

Normalmente i valori dell'indice di biforcazione sono compresi tra 0,2 e 4; quando tale indice assume valore nullo ($R_b = R_{bd}$) significa che il bacino ha raggiunto il massimo grado di gerarchizzazione: nel caso in esame, $I_b = 0,4$ dimostra una relativamente buona gerarchizzazione, con un leggero stato di disorganizzazione del reticolo evidenziato dall'aumento dell'indice per le aste di II° ordine.

Anche l'indice di conservatività conferma quanto detto, con S_u ridotto e conservatività, o valore minimo di segmenti necessari a costituire l'ordine più alto del reticolo, discreta.

Una definizione più dettagliata dello stato di gerarchizzazione del bacino si ottiene con i parametri di *numero*, *indice* e *densità di anomalia gerarchica*

Il numero di anomalia gerarchica G_a uguale a 12 è dovuto ai 5 impluvi anomali di I° ordine e a 2 di II° ordine che confluiscono in rami di ordine non immediatamente superiore, ed indica un discreto grado di gerarchizzazione del reticolo idrografico; i rispettivi valori di densità e indice di anomalia gerarchica, sono quindi risultati:

$$D_{ga} = \frac{12}{3.95} = 3.04; \quad I_{ga} = \frac{12}{33} = 0,36.$$

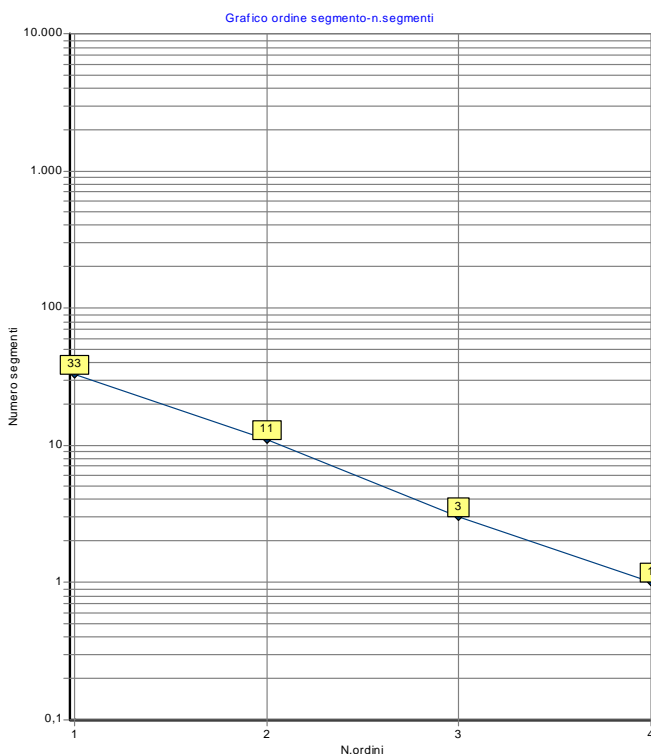
Come indicato nel precedente paragrafo "GENERALITÀ" sono stati infine, calcolati il coefficiente di circolarità K_c , il rapporto di circolarità K_r , la frequenza di drenaggio F_r e la densità di drenaggio D_r .

$$K_c = 1,19; \quad K_r = 0,71;$$

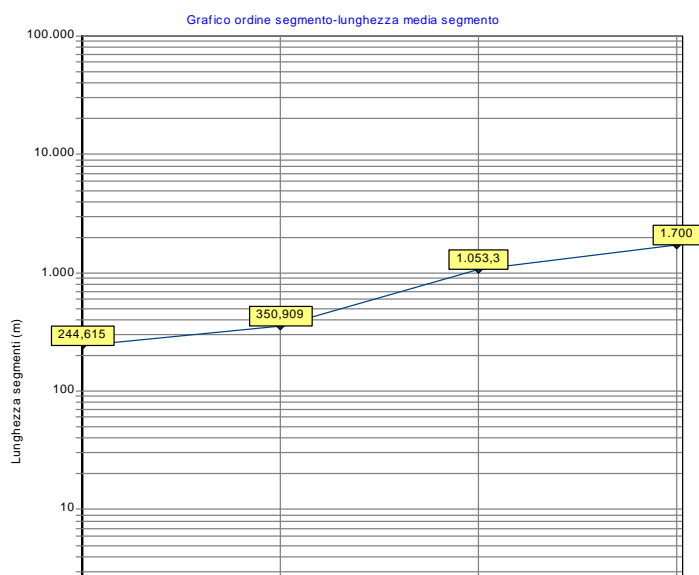
$$F_r = 12.15; \quad D_r = 4.93 \text{ km/kmq}.$$

I primi due parametri k_c e k_r , discostandosi leggermente dall'unità, sono indice di bacini dalla forma relativamente raccolta e quindi con tempi di corrivazione non molto elevati; i restanti parametri F_r e D_r forniscono indicazioni circa il grado di sviluppo del reticolo idrografico. Il valore di D_r risulta mediamente alto (mediamente esso oscilla tra 2 e 4) come il valore di F_r . I due valori indicano la presenza di un buon numero di aste di lunghezza mediamente elevata e può essere dovuta alla situazione tettonica del bacino, con presenza di numerose faglie rettilinee.

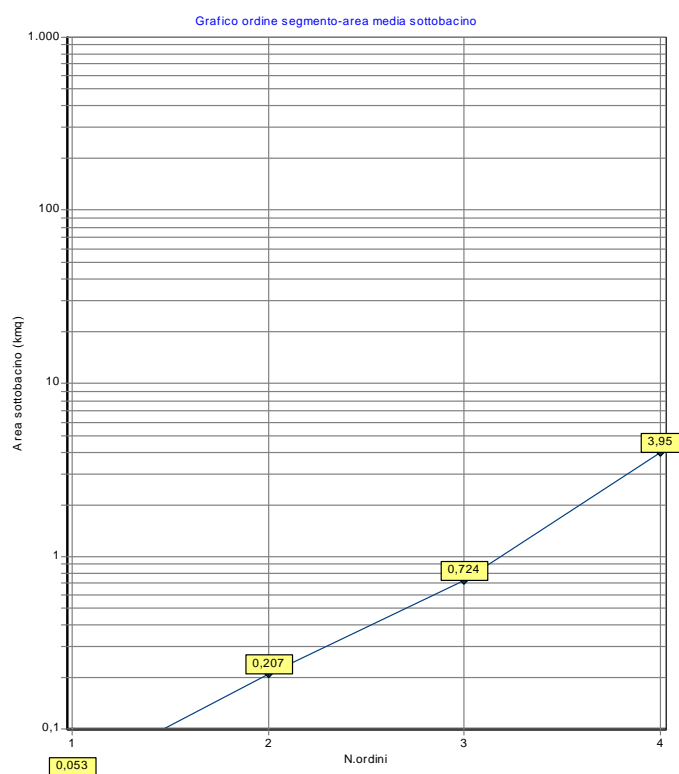
Di seguito si propongono quattro grafici che permettono di caratterizzare meglio la morfometria del bacino.



Il primo grafico rappresenta il *numero dei segmenti in base al numero d'ordine corrispondente*. I punti si allineano bene lungo la retta prevista dalla legge di Horton; l'unica leggera distorsione è dovuta all'anomalia registrata nell'ambito dei segmenti di I° e II° ordine.

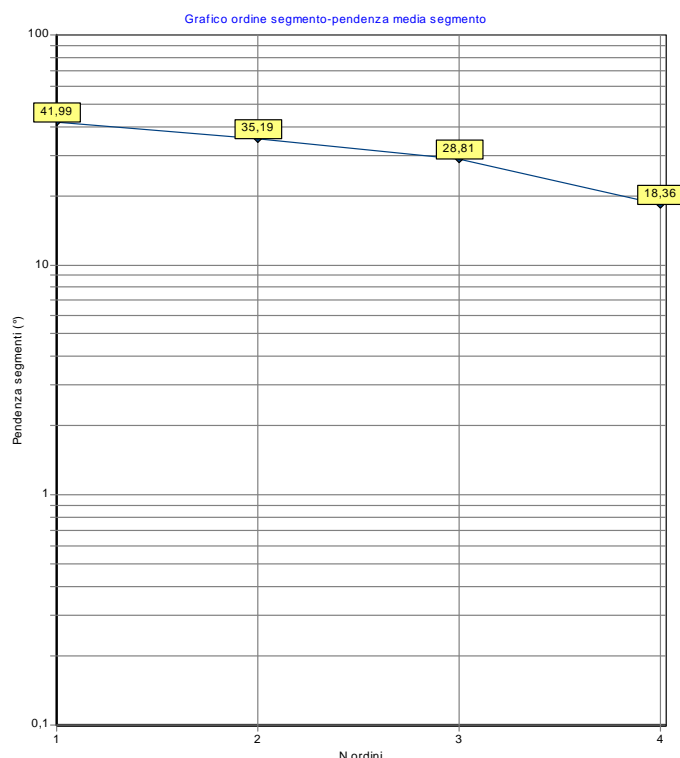


Il secondo grafico lunghezza dei segmenti - numero d'ordine mostra invece, un andamento che si discosta in modo più marcato dalla retta rappresentativa della legge di Horton (è la lunghezza media dei segmenti del II° ordine che determina la distorsione dall'andamento rettilineo). Le ragioni possono essere spiegate nelle variazioni di pendenza nei diversi settori del bacino.



Il terzo diagramma *area dei bacini* - numero d'ordine mostra un buon allineamento sulla linea retta prevista dalla

legge delle aree del bacino, di Horton: ancora una volta sono le aree medie sottese dal segmento di IV° ordine, i cui valori più alti non si allineano con gli altri punti. I motivi possono essere attribuiti ad un controllo tettonico e litologico sull'idrografia.



L'ultimo diagramma proposto è quello *pendenza dei segmenti - numero d'ordine*.

Questa distribuzione è anomala per i segmenti di IV° ordine, e dimostra un controllo geologico-strutturale sul bacino.

Il controllo tettonico evidenziato da tutti i diagrammi proposti, riflette effettivamente l'assetto strutturale locale: la zona infatti è caratterizzata dal grande lineamento tettonico regionale, rappresentato dalla linea del Canavese, passante poco a meridione.

BACINO DEL T. ARSA

CURVA IPSOMETRICA

Nel complesso la forma del bacino è discretamente regolare anche se può essere suddiviso in due sottobacini. Dall'apice conoide (247 m s.l.m.) lungo il tratto di IV° ordine fino alla zona di testata (Mazza dell'Inferno) si individua un sottobacino di forma approssimativamente triangolare, a sua volta composto da due testate; il corso principale del T. Arsa devia invece verso occidente a partire dalla confluenza di quota 490 m s.l.m. fino a P.ta dell'Usciole, dove ha la sua origine, dando luogo ad un sottobacino di forma triangolare, più regolare rispetto al primo.

Come si può apprezzare dalla Tavola 9, il reticolato idrografico è ben sviluppato, presentando numerosi rami secondari che si estendono fino alla linea di spartiacque: gli impluvi risultano ben delineati ed incisi, soprattutto quelli di I° e II° ordine che hanno formato vallecicole a "V"; la forma del reticolo idrografico è di tipo dendritico con tendenza al subparallelo nel ramo occidentale.

Per quanto riguarda la lunghezza del corso d'acqua e l'area sottesa si rimanda alla tabella sottostante.

BACINO	QUOTA SEZIONE CHIUSURA (m s.l.m.)	LUNGHEZZA ASTA (km)	PERIMETRO (km)	SUPERFICIE (kmq)
<i>T. Arsa</i>	247	7,1	19,8	18,3

Per la costruzione della curva ipsografica, il bacino è stato suddiviso in fasce altimetriche con equidistanza di 100 m (Tavola 9), le cui superfici sono riassunte nella tabella seguente:

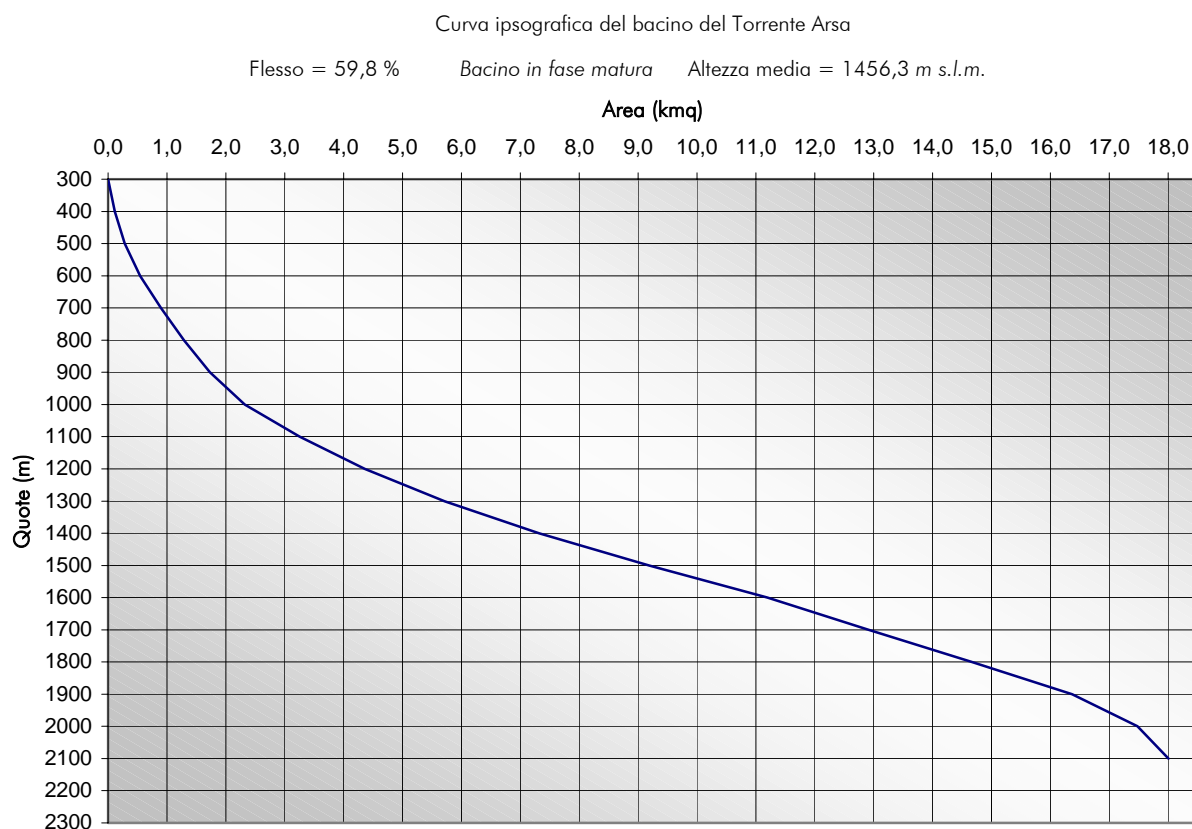
FASCIA ALTIMETRICA (m s.l.m.)	SUPERFICIE (kmq)
< 300	0,1134
300 ÷ 400	0,1667
400 ÷ 500	0,2646
500 ÷ 600	0,3545
600 ÷ 700	0,3876
700 ÷ 800	0,4428
800 ÷ 900	0,5893
900 ÷ 1000	0,9329
1000 ÷ 1100	1,1083
1100 ÷ 1200	1,3492
1200 ÷ 1300	1,6069
1300 ÷ 1400	1,8720
1400 ÷ 1500	2,0060
1500 ÷ 1600	1,7267
1600 ÷ 1700	1,7409
1700 ÷ 1800	1,7084
1800 ÷ 1900	1,1098
1900 ÷ 2000	0,5267
2000 ÷ 2100	0,2995
2100 ÷ 2200	0,0821
> 2200	0,0003

La maggior distribuzione areale delle fasce altimetriche è compresa tra i 900 e i 1900 m s.l.m.; le fasce inferiori ai 900 m e superiori ai 1900 m s.l.m. hanno superfici ridotte che determinano una curva ipsografica (in allegato) caratterizzata da tratti piuttosto ripidi nelle parti estreme e da un tratto centrale più dolce; l'altitudine media e il flesso, ricavati dalla curva in questione sono i seguenti:

BACINO	Altitudine media (m s.l.m.)	Flesso (%)
<i>T. Arsa</i>	1456,33	59,8

che permettono di classificare il bacino del T. Arsa come bacino in fase matura sebbene la

percentuale del flesso sia prossima al limite con la fase giovanile (60%).



GERARCHIZZAZIONE

Nella Tavola 9, oltre alle fasce altimetriche, è stata evidenziata la gerarchizzazione dei segmenti fluviali del bacino in esame, organizzati in quattro ordini e contraddistinti da differente colorazione. Sono inoltre rappresentati il limite del bacino idrografico ed i limiti dei sottobacini relativi a ciascun ordine gerarchico. Si propongono nella seguente tabella i dati morfometrici calcolati per il bacino del Torrente Arsa:

ORDINE FLUVIALE u	NUMERO DEI SEGMENTI N_u	LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI \bar{L}_u (m)	LUNGHEZZA MEDIA CUMULATIVA \bar{L}_u (m)	PENDENZA MEDIA \bar{P}_u (%)	AREA MEDIA BACINI \bar{A}_u (km ²)
1	98	376,58	376,58	71,9	0,0729
2	25	571,8	948,38	54,4	0,3869
3	5	1802	2750,38	31,4	3,0867
4	1	3300	6050,38	25,6	18,3886
	Tot.: 129	-	-	-	-

TABELLA 1: CARATTERISTICHE BACINO IDROGRAFICO

ORDINE FLUVIALE u	1	2	3
1	-	-	-
2	75	-	-
3	18	24	-
4	5	1	5

TABELLA 2: CONFLUENZE TRA GLI ORDINI

ORDINE FLUVIALE u	R_b	R_{bd}	I_b	S_u
1	3,92	3,0	0,92	0,96
2	5,0	4,8	0,2	1,5
3	5,0	5,0	0,0	1,5
Media	4,64	4,27	0,37	1,32

TABELLA 3: PARAMETRI MORFOMETRICI

Considerando che il minimo teorico del rapporto di biforcazione è 2, per il bacino del T. Arsa esso è risultato pari a 4,64 (valore medio tra gli R_b dei tre ordini), indicativo di un basso grado di gerarchizzazione del bacino corrispondente. Osservando la stessa tabella 3 è possibile confrontare inoltre, i valori di R_b e R_{bd} per i vari ordini: valori differenti, indicano la presenza di confluenze anomale, ossia confluenze di ordine u in segmenti di ordine $u+2$ o superiore. La diversità fra i rapporti R_b e R_{bd} è stata rilevata per i segmenti di I° ordine e, in modo meno accentuato, per quelli di II° ordine, tra i quali effettivamente uno solo è anomalo (si faccia riferimento alla tabella 2).

Si è passati così al calcolo degli indici di biforcazione I_b e di conservatività S_u , *medi*:

$$I_b = 4,64 - 4,27 = 0,37; \quad S_u = (4,64/2) - 1 = 1,32.$$

Normalmente i valori dell'indice di biforcazione sono compresi tra 0,2 e 4; quando tale indice assume valore nullo ($R_b = R_{bd}$) significa che il bacino ha raggiunto il massimo grado di gerarchizzazione: nel caso in esame, $I_b = 0,37$ dimostrerebbe una relativamente buona gerarchizzazione, in contrasto con quanto sopra commentato. Osservando tuttavia i dati relativi alle aste di primo ordine si osserva un notevole aumento di questo indice (0.92), ad indicare uno stato di disorganizzazione del reticolo.

Anche l'indice di conservatività conferma quanto detto, con S_u mediamente elevato e conservatività, o valore minimo di segmenti necessari a costituire l'ordine più alto del reticolo, scarsa.

Una definizione più dettagliata dello stato di gerarchizzazione del bacino si ottiene con i parametri di *numero, indice e densità di anomalia gerarchica*

Il numero di anomalia gerarchica G_a uguale a 35, dovuto ai 23 impluvi anomali di I° ordine e all'unico di II° ordine che confluiscono in rami di ordine non immediatamente superiore, indica un basso grado di gerarchizzazione del reticolo idrografico; i rispettivi valori di densità e indice di anomalia gerarchica, sono quindi risultati:

$$D_{ga} = \frac{35}{18,3886} = 1,9; \quad I_{ga} = \frac{35}{98} = 0,357.$$

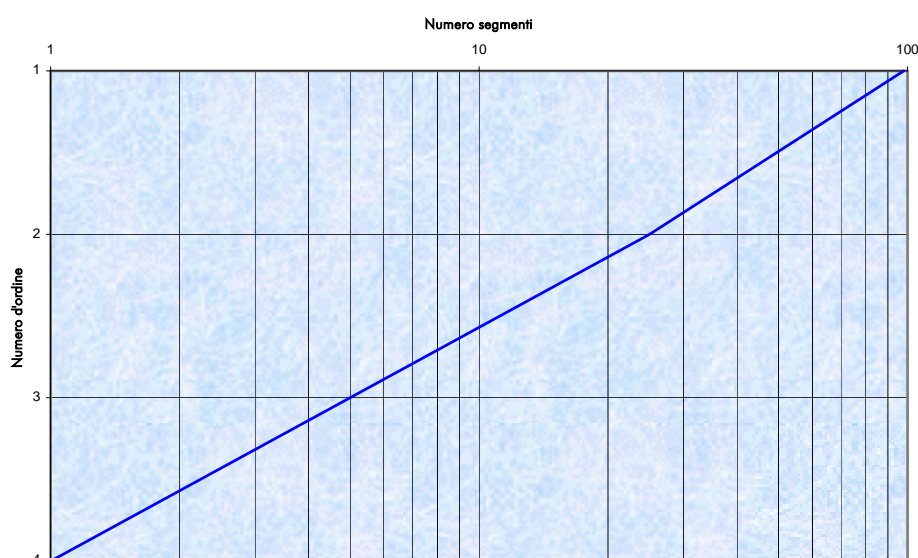
Come indicato nel precedente paragrafo "GENERALITÀ" sono stati infine, calcolati il coefficiente di uniformità K_c , il rapporto di circolarità K_r , la frequenza di drenaggio F_r e la densità di drenaggio D_r .

$$K_c = \frac{19,8491}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot 18,3886}} = 1,306; \quad K_r = \frac{18,3886}{0,0796 \cdot (19,8491^2)} = 0,59;$$

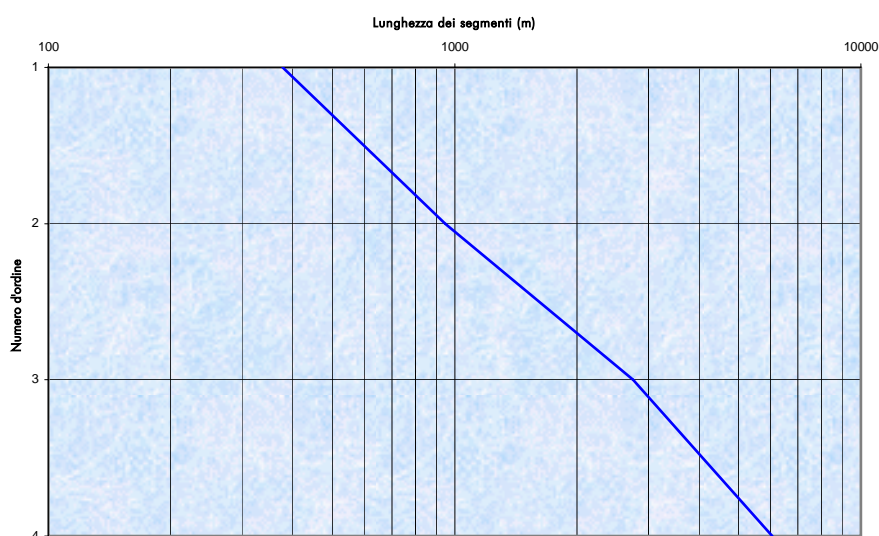
$$D_r = \frac{63,51}{18,3886} = 3,454 \text{ km/kmq}; \quad F_r = \frac{129}{18,3886} = 7,02.$$

I primi due parametri k_c e k_r , discostandosi dall'unità, sono indice di bacini dalla forma poco raccolta e quindi con tempi di corrivazione mediamente elevati; i restanti parametri F_r e D_r forniscono indicazioni circa il grado di sviluppo del reticolo idrografico. Il valore di D_r risulta mediamente alto (mediamente esso oscilla tra 2 e 4) mentre è risultato medio-basso il valore di F_r . L'apparente contrasto tra i due valori indica la presenza di un basso numero di aste di lunghezza mediamente elevata e può essere dovuta alla situazione litologica del bacino, con affioramento di rocce metamorfiche e ignee, resistenti all'erosione, e a quella tettonica.

Di seguito si propongono quattro grafici che permettono di caratterizzare meglio la morfometria del bacino.

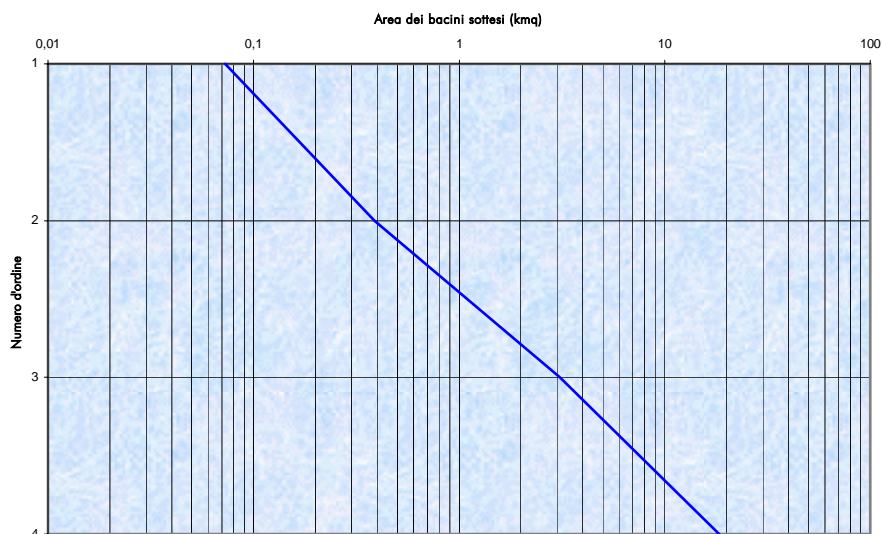


- Il primo grafico rappresenta il *numero dei segmenti in base al numero d'ordine corrispondente*. I punti si allineano bene lungo la retta prevista dalla legge di Horton; l'unica distorsione è dovuta all'anomalia registrata nell'ambito dei segmenti di I° ordine; per quanto riguarda l'unica anomalia relativa ai segmenti di II° ordine, la distorsione risulta impercettibile.

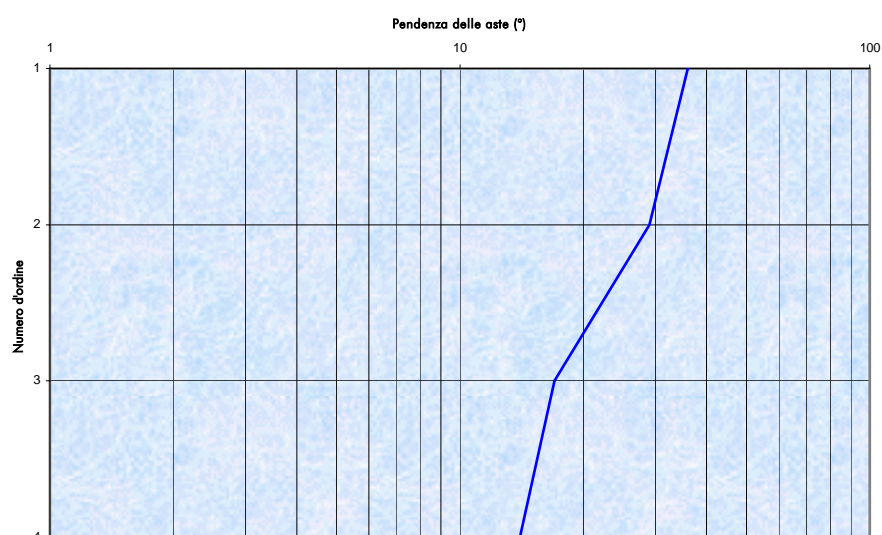


- Il secondo grafico *lunghezza dei segmenti - numero d'ordine* mostra invece, un andamento che si discosta in modo più marcato dalla retta rappresentativa della legge di Horton (è la lunghezza media dei segmenti del III° ordine che determina la distorsione dall'andamento rettilineo). Le ragioni possono essere spiegate nelle variazioni litologiche del substrato nei

diversi settori del bacino prima illustrati.



- Il terzo diagramma *area dei bacini - numero d'ordine* mostra anch'esso degli spostamenti dalla linea retta ottenuta in base alla legge delle aree del bacino, sempre ispirata alla legge di Horton: ancora una volta sono le aree medie sottese dai segmenti di III° ordine, i cui valori più alti non si allineano con gli altri punti. I motivi possono essere attribuiti ad un controllo tettonico e litologico sull'idrografia superficiale.



- L'ultimo diagramma proposto è quello *pendenza dei segmenti - numero d'ordine*. Questa distribuzione è alquanto anomala, non riconoscendovi alcun elemento che possa attribuirsi alla legge di Horton. L'andamento ottenuto dimostra, più degli altri grafici, un controllo

geologico-strutturale sul bacino.

Il controllo tettonico evidenziato da tutti i diagrammi proposti, riflette effettivamente l'assetto strutturale locale: la zona infatti è caratterizzata dal grande lineamento tettonico regionale, rappresentato dalla linea del Canavese.

SOTTOBACINO A

Il bacino dell'Arsa è stato suddiviso in due sottobacini, al fine di valutare con maggior precisione i parametri morfometrici ed i loro legami con l'assetto geologico-strutturale. Tale decisione è stata determinata dal diverso andamento dei tributari maggiori, uno dei quali costituisce una valle susseguente in un ambito generale di tipo conseguente.

GERARCHIZZAZIONE

Si propongono nelle seguenti tabelle i dati morfometrici calcolati per il sottobacino A:

ORDINE FLUVIALE u	NUMERO DEI SEGMENTI N_u	LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI \bar{L}_u (m)	LUNGHEZZA MEDIA CUMULATIVA \bar{L}_u (m)	PENDENZA MEDIA \bar{P}_u (%)	AREA MEDIA BACINI \bar{A}_u (km ²)
1	44	417	417	64	0.0828
2	11	580	997	50	0,3441
3	1	5080	6.077	26	8.1958
	Tot.: 56	-	-	-	-

TABELLA 4: CARATTERISTICHE BACINO IDROGRAFICO

ORDINE FLUVIALE u	1	2	3
1	-	-	-
2	30	-	-
3	14	11	-

TABELLA 5: CONFLUENZE TRA GLI ORDINI

ORDINE FLUVIALE u	R_b	R_{bd}	I_b	S_u
1	4.0	2.73	1.27	1
2	11	11	0	4,5
Media	7.5	6.86	0.64	2.75

TABELLA 6: PARAMETRI MORFOMETRICI

Considerando che i valori del rapporto di biforcazione sono generalmente compresi tra 2 (minimo teorico) e 5, per il sottobacino esso è risultato pari a 7.5 (valore medio tra gli R_b dei due ordini), indicativo di un grado molto basso di gerarchizzazione del bacino corrispondente e di un forte controllo tettonico. Osservando la stessa tabella 6 è possibile confrontare inoltre, i

valori di R_b e R_{bd} per i vari ordini: valori differenti, indicano la presenza di confluenze anomale, ossia confluente di ordine u in segmenti di ordine $u+2$ o superiore. La diversità fra i rapporti R_b e R_{bd} è stata rilevata ovviamente per i segmenti di 1° ordine (si faccia riferimento alla tabella 5).

Si è passati così al calcolo degli indici di biforcazione I_b e di conservatività S_u , *medi*:

$$I_b = 7.5 - 6.86 = 0,64; \quad S_u = (7.5/2) - 1 = 2.75.$$

Normalmente i valori dell'indice di biforcazione sono compresi tra 0,2 e 4; quando tale indice assume valore nullo ($R_b = R_{bd}$) significa che il bacino ha raggiunto il massimo grado di gerarchizzazione: nel caso in esame, $I_b = 0,64$ dimostra una bassa gerarchizzazione, determinata dalle aste di 1° ordine; anche l'indice di conservatività conferma quanto detto, con S_u mediamente elevato e conservatività, o valore minimo di segmenti necessari a costituire l'ordine più alto del reticolo, molto scarsa.

Una definizione più dettagliata dello stato di gerarchizzazione del bacino si ottiene con i parametri di *numero, indice e densità di anomalia gerarchica*

Il numero di anomalia gerarchica G_a uguale a 14, dovuto agli impluvi anomali di 1° ordine che confluiscono in rami di ordine non immediatamente superiore, indica un basso grado di gerarchizzazione del reticolo idrografico; i rispettivi valori di densità e indice di anomalia gerarchica, sono quindi risultati:

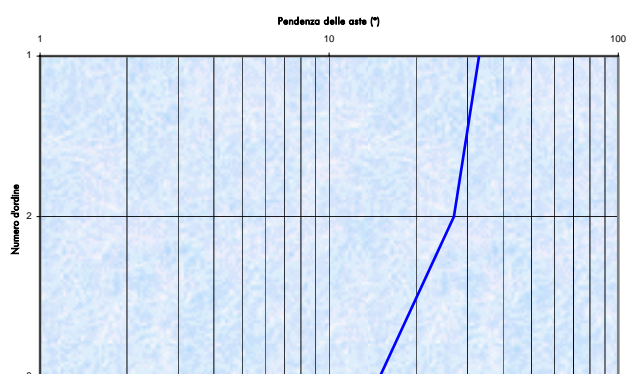
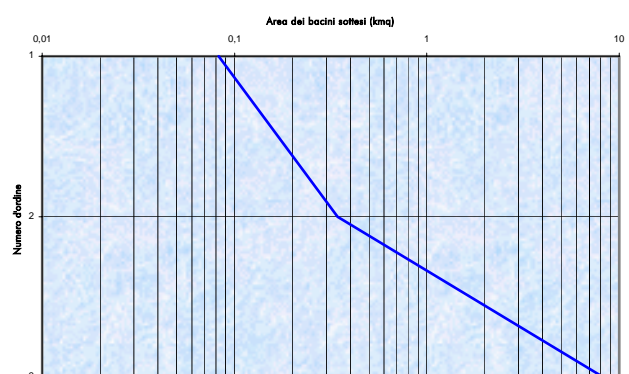
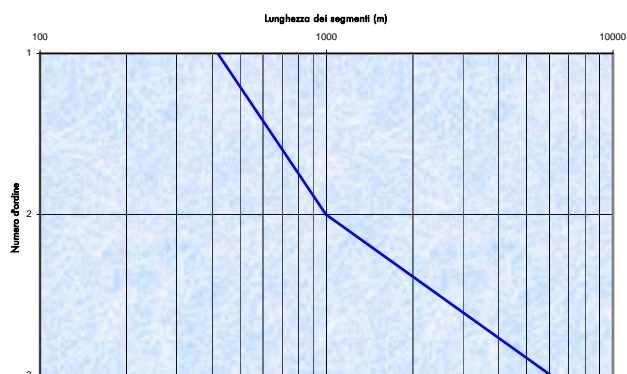
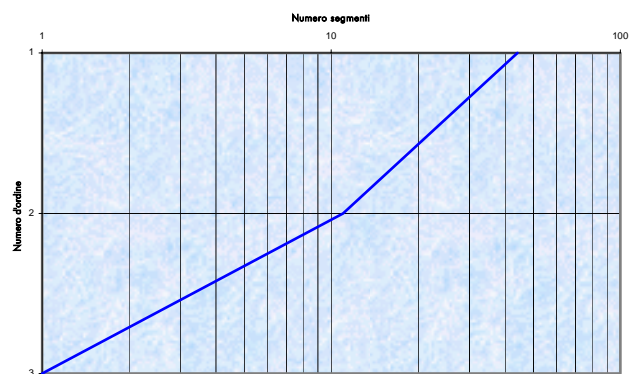
$$D_{ga} = \frac{14}{8,1958} = 1,7; \quad I_{ga} = \frac{14}{44} = 0,31.$$

Sono stati infine, calcolati il coefficiente di uniformità K_c , il rapporto di circolarità K_r , la frequenza di drenaggio F_r e la densità di drenaggio D_r che risultano pari rispettivamente a:

K_c	K_r	D_r	F_r
1.233	0	3.639	6.83

Il primo parametro k_c discostandosi dall'unità, è indice di un bacino dalla forma allungata e quindi con tempi di corrivazione mediamente elevati; i restanti parametri F_r e D_r forniscono indicazioni circa il grado di sviluppo del reticolo idrografico. Il valore di D_r risulta mediamente alto (mediamente esso oscilla tra 2 e 4) mentre è risultato medio-basso il valore di F_r . Anche in questo caso l'apparente contrasto tra i due valori indica la presenza di un basso numero di aste di lunghezza elevata e può essere dovuta alla situazione litologica del bacino, con affioramento di rocce metamorfiche e ignee, resistenti all'erosione, e alla presenza di un asse vallivo controllato strutturalmente.

Di seguito si propongono i quattro grafici che permettono di caratterizzare meglio la morfometria del bacino. Tutti i grafici mostrano netti scostamenti dalla retta rappresentativa di Horton, confermando dunque che le aste del sottobacino A sono fortemente influenzate dal controllo tettonico locale.



SOTTOBACINO B

Il secondo sottobacino ha origine a quota 490 m s.l.m. e si estende verso sud/sud-ovest dando luogo ad una forma solo approssimativamente assimilabili ad un triangolo.

GERARCHIZZAZIONE

Si propongono nelle seguenti tabelle i dati morfometrici calcolati per il sottobacino B:

ORDINE FLUVIALE u	NUMERO DEI SEGMENTI N_u	LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI \bar{L}_u (m)	LUNGHEZZA MEDIA CUMULATIVA \bar{L}_u (m)	PENDENZA MEDIA \bar{P}_u (%)	AREA MEDIA BACINI \bar{A}_u (km ²)
1	49	324	324	79	0.0577
2	13	563	887	58	0,3946
3	4	982	1869	33	1.8094
4	1	1800	3669	33	8.5557
	Tot.: 67	-	-	-	-

TABELLA 7: CARATTERISTICHE BACINO IDROGRAFICO

ORDINE FLUVIALE u	1	2	3
1	-	-	-
2	42	-	-
3	4	13	-
4	3	-	4

TABELLA 8: CONFLUENZE TRA GLI ORDINI

ORDINE FLUVIALE u	R_b	R_{bd}	I_b	S_u
1	3.77	3.23	0.54	0.88
2	3.25	3.25	0	0.63
3	4.0	4.0	0	1
Media	3.67	3.49	0.18	0.83

TABELLA 9: PARAMETRI MORFOMETRICI

Considerando che i valori del rapporto di biforcazione sono generalmente compresi tra 2 (minimo teorico) e 5, per il sottobacino B esso è risultato pari a 3.67 (valore medio tra gli R_b dei due ordini), indicativo di un medio grado di gerarchizzazione del bacino corrispondente. Osservando la stessa tabella 9 è possibile confrontare inoltre, i valori di R_b e R_{bd} per i vari ordini: valori differenti, indicano la presenza di confluenze anomale, ossia confluenze di ordine u in segmenti di ordine $u+2$ o superiore. La diversità fra i rapporti R_b e R_{bd} è stata rilevata

ovviamente per i segmenti di 1° ordine (si faccia riferimento alla tabella 8).

Si è passati così al calcolo degli indici di biforcazione I_b e di conservatività S_u , *medi*:

$$I_b = 3.67 - 3.49 = 0,18; \quad S_u = (3.67/2) - 1 = 0.835$$

Normalmente i valori dell'indice di biforcazione sono compresi tra 0,2 e 4; quando tale indice assume valore nullo ($R_b = R_{bd}$) significa che il bacino ha raggiunto il massimo grado di gerarchizzazione: nel caso in esame, $I_b = 0,18$ dimostra una buona gerarchizzazione; anche l'indice di conservatività conferma quanto detto, con S_u mediamente basso e conservatività, o valore minimo di segmenti necessari a costituire l'ordine più alto del reticolo, discreta.

Una definizione più dettagliata dello stato di gerarchizzazione del bacino si ottiene con i parametri di *numero, indice e densità di anomalia gerarchica*

Il numero di anomalia gerarchica G_a uguale a 13, dovuto agli impluvi anomali di 1° ordine che confluiscono in rami di ordine non immediatamente superiore, indica un medio-basso grado di gerarchizzazione del reticolo idrografico; i rispettivi valori di densità e indice di anomalia gerarchica, sono quindi risultati:

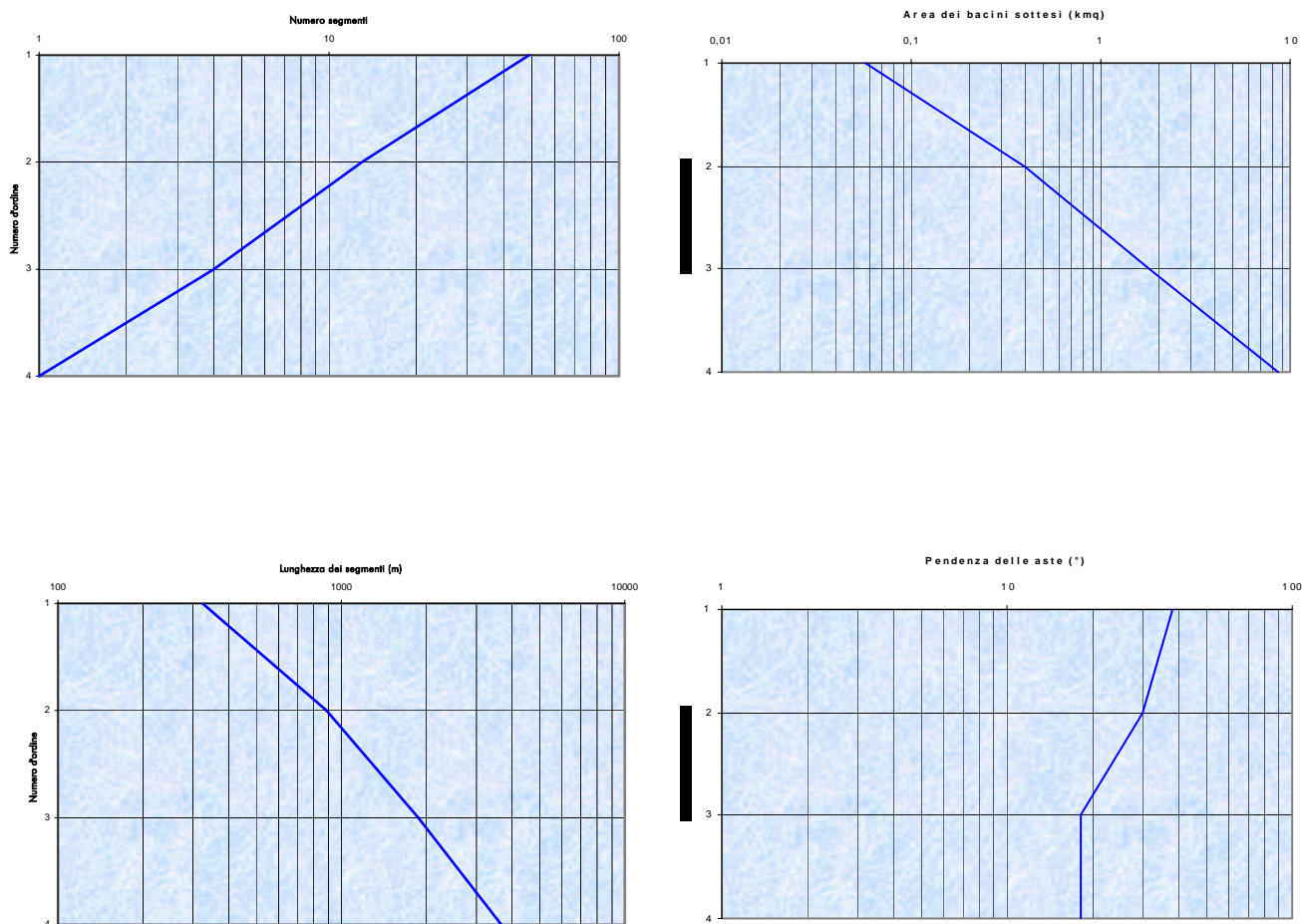
$$D_{ga} = \frac{13}{8,5557} = 1,52; \quad I_{ga} = \frac{13}{49} = 0,27.$$

Sono stati infine, calcolati il coefficiente di uniformità K_c , il rapporto di circolarità K_r , la frequenza di drenaggio F_r e la densità di drenaggio D_r che risultano pari rispettivamente a:

K_c	K_r	D_r	F_r
1.359	0	3.379	7.83

Il primo parametro K_c discostandosi dall'unità, è indice di un bacino dalla forma allungata e quindi con tempi di corrivazione mediamente elevati; i restanti parametri F_r e D_r forniscono indicazioni circa il grado di sviluppo del reticolo idrografico. Il valore di D_r risulta mediamente alto (mediamente esso oscilla tra 2 e 4) mentre è risultato medio il valore di F_r . Anche in questo caso l'apparente contrasto tra i due valori indica la presenza di un medio numero di aste di lunghezza elevata e può essere dovuta alla situazione litologico-strutturale del bacino, con affioramento di rocce metamorfiche e ignee, resistenti all'erosione, e alla presenza di un asse vallivo controllato strutturalmente.

Di seguito si propongono i quattro grafici che permettono di caratterizzare meglio la morfometria del bacino. Tutti i grafici mostrano scostamenti dalla retta rappresentativa di Horton, anche se in misura minore rispetto al sottobacino A, riferibili come più volte detto al controllo tettonico locale.



CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE PER IL BACINO DEL T. ARSA

Nella seguente tabella sono riassunti i parametri morfometrici caratteristici sopra commentati

BACINO	AREA (kmq)	D_R km/kmq	R_B	R_{BD}	I_B	G_A	D_{GA}	I_{GA}
totale	18.3886	3.454	4.64	4.27	0.37	35	1.9	0.357
A	8.1958	1.7	7.5	6.86	0.64	14	1.71	0.32
B	8.5557	1.52	3.67	3.49	0.18	13	1.52	0.27

Come si evince dai dati sopra esposti, il bacino del T. Arsa risulta poco gerarchizzato ed in stato di disequilibrio. Questa condizione è evidenziata dai valori del rapporto e dell'indice di biforcazione, elevati, e da quelli della densità e dell'indice di anomalia gerarchica. Non molto elevato risulta invece il valore della densità di drenaggio, a testimonianza di litotipi non facilmente erodibili.

L'analisi dei due sottobacini evidenzia marcate differenze: i valori indicativi dello stato di gerarchizzazione risultano nettamente elevati per il sottobacino A (maggiori rispetto al bacino

completo) e relativamente bassi per il sottobacino B (minori del bacino completo). E' evidente dunque che allo stato di disequilibrio che caratterizza il T. Arsa nel suo insieme, contribuisce in modo determinante il sottobacino A, che mostra un evidente controllo strutturale già a partire dalla sua forma, coincidente con una valle susseguente.

Per quanto concerne la curva ipsografica, secondo LUPIA PALMIERI *et alii* (1995, 1998) è stato messo in luce che rappresentino, oltre al "ciclo geomorfico", anche lo stato dei processi di denudazione che hanno avuto luogo in un bacino idrografico.

Quindi, secondo questa interpretazione, curve ipsometriche simili a quella ottenuta per il bacino del T. Arsa, oltre che ad evidenziare un bacino da poco entrato in fase matura, sebbene i parametri mostrino un alto grado di disorganizzazione, indicano la presenza di processi di erosione (lineare) verticale da parte dei corsi d'acqua, con erosione lungo i versanti in percentuale nettamente inferiore.

BACINO DEL T. CHIESA

CURVA IPSOMETRICA

La forma del bacino è stretta ed allungata; il punto di chiusura si colloca a circa 250 m s.l.m. mentre la testata si trova presso il Monte Turi, a 1595 m s.l.m.. Come si può vedere dalla Tavola 8, il reticolato idrografico è poco sviluppato, presentando solo aste di I° e II° ordine, di tipo tendenzialmente rettilineo e ben incise; la forma del reticolo idrografico è di tipo subdendritico.

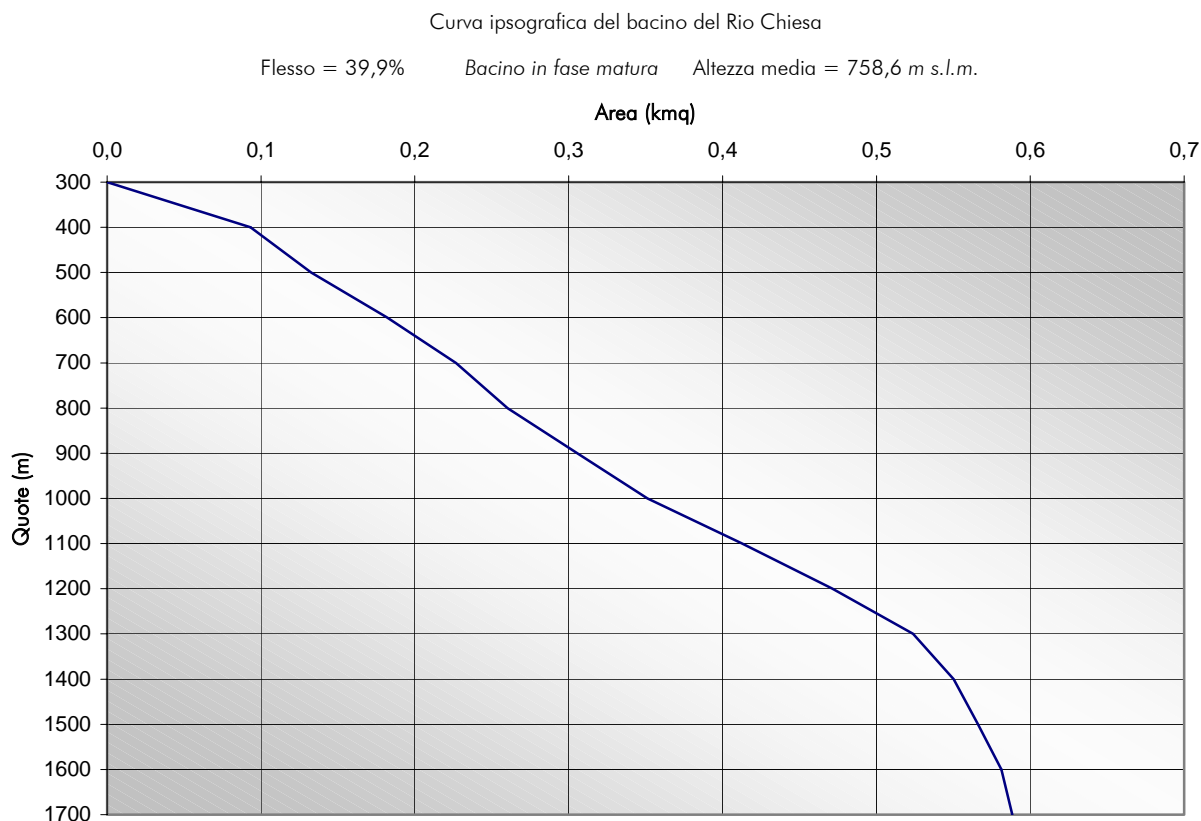
Per quanto riguarda la lunghezza del corso d'acqua e l'area sottesa si rimanda alla tabella sottostante.

BACINO	QUOTA SEZIONE CHIUSURA (m s.l.m.)	LUNGHEZZA ASTA (km)	PERIMETRO (km)	SUPERFICIE (kmq)
<i>T. Chiesa</i>	250	1.88	4.46	0.5

Per la costruzione della curva ipsografica, il bacino è stato suddiviso in fasce altimetriche con equidistanza di 100 m (Tavola 8), le cui superfici sono riassunte nella tabella seguente:

FASCIA ALTIMETRICA (m s.l.m.)	SUPERFICIE (kmq)
< 300	0.093
300 ÷ 400	0.039
400 ÷ 500	0.049
500 ÷ 600	0.045
600 ÷ 700	0.033
700 ÷ 800	0.045
800 ÷ 900	0.046
900 ÷ 1000	0.062
1000 ÷ 1100	0.059
1100 ÷ 1200	0.052
1200 ÷ 1300	0.026
1300 ÷ 1400	0.016
1400 ÷ 1500	0.015
1500 ÷ 1600	0.0072

La maggior distribuzione areale delle fasce altimetriche è compresa tra i 700 e i 1200 m s.l.m. con una punta in prossimità della sezione di chiusura; le fasce superiori ai 1200 m s.l.m. hanno superfici ridotte che determinano una curva ipsografica caratterizzata da un tratto ripido alle quote superiori e da un tratto iniziale più dolce ed una forma generale quasi convessa:



L'altitudine media e il flesso, ricavati dalla curva in questione sono i seguenti:

BACINO	Altitudine media (m s.l.m.)	Flesso (%)
<i>T. Chiesa</i>	<i>758.6</i>	<i>39.9</i>

che permettono di classificare il bacino del T. Chiesa come bacino in fase matura sebbene la percentuale del flesso sia non lontana dal limite con la fase senile (30%).

GERARCHIZZAZIONE

Nella Tavola 9, oltre alle fasce altimetriche, è stata evidenziata la gerarchizzazione dei segmenti fluviali del bacino in esame, che per il bacino in esame si riducono a soli due ordini, contraddistinti da differente colorazione. Sono inoltre rappresentati il limite del bacino idrografico ed i limiti dei sottobacini relativi a ciascun ordine gerarchico. Si propongono nella seguente tabella i dati morfometrici:

ORDINE FLUVIALE u	NUMERO DEI SEGMENTI N_u	LUNGHEZZA MEDIA SEGMENTI \bar{L}_u (m)	PENDENZA MEDIA \bar{P}_u (%)	AREA MEDIA BACINI \bar{A}_u (km²)
---------------------------	------------------------------------	---	--------------------------------------	---

1	2	935	38.4°	0.18
2	1	700	21.3°	0.51
	Tot.: 3			

TABELLA 1: CARATTERISTICHE BACINO IDROGRAFICO

L'organizzazione del reticolo in due aste di I° ordine ed una di II° ordine comporta il raggiungimento del massimo grado di gerarchizzazione: pertanto non si è ritenuto opportuno riportare i parametri dei rapporti e degli indici di biforcazione e di conservatività.

Per lo stesso motivo non vengono riportati gli altri parametri, poco significativi nel caso in esame, ed i grafici che, per due soli ordini, sono sempre ovviamente rappresentati da una retta.

BACINO DEL T. INFERNO

CURVA IPSOMETRICA

Nel complesso la forma del bacino è assimilabile approssimativamente ad un romboide; la sezione di chiusura si colloca a circa 300 m s.l.m. mentre la testata è ubicata nei pressi dell'Alpe Crotta, a 1939 m s.l.m.

Come si può apprezzare dalla Tavola 9, il reticolato idrografico è meglio sviluppato lungo il versante sinistro, con rami secondari che si estendono fino alla linea di spartiacque: gli impluvi risultano ben delineati ed incisi, formando vallecicole a "V"; la forma del reticolo idrografico è di tipo subdendritico asimmetrico.

Per quanto riguarda la lunghezza del corso d'acqua e l'area sottesa si rimanda alla tabella sottostante.

BACINO	QUOTA SEZIONE CHIUSURA (m s.l.m.)	LUNGHEZZA ASTA (km)	PERIMETRO (km)	SUPERFICIE (kmq)
<i>T. Inferno</i>	300	2.71	7.18	3.1

Per la costruzione della curva ipsografica, il bacino è stato suddiviso in fasce altimetriche con equidistanza di 100 m (Tavola 8), le cui superfici sono riassunte nella tabella seguente:

FASCIA ALTIMETRICA (m s.l.m.)	SUPERFICIE (kmq)
300 ÷ 400	0.022
400 ÷ 500	0.064
500 ÷ 600	0.12
600 ÷ 700	0.20

700 ÷ 800	0.23
800 ÷ 900	0.29
900 ÷ 1000	0.29
1000 ÷ 1100	0.30
1100 ÷ 1200	0.36
1200 ÷ 1300	0.31
1300 ÷ 1400	0.29
1400 ÷ 1500	0.22
1500 ÷ 1600	0.17
1600 ÷ 1700	0.11
1700 ÷ 1800	0.062
1800 ÷ 1900	0.036
1900 ÷ 2000	0.036

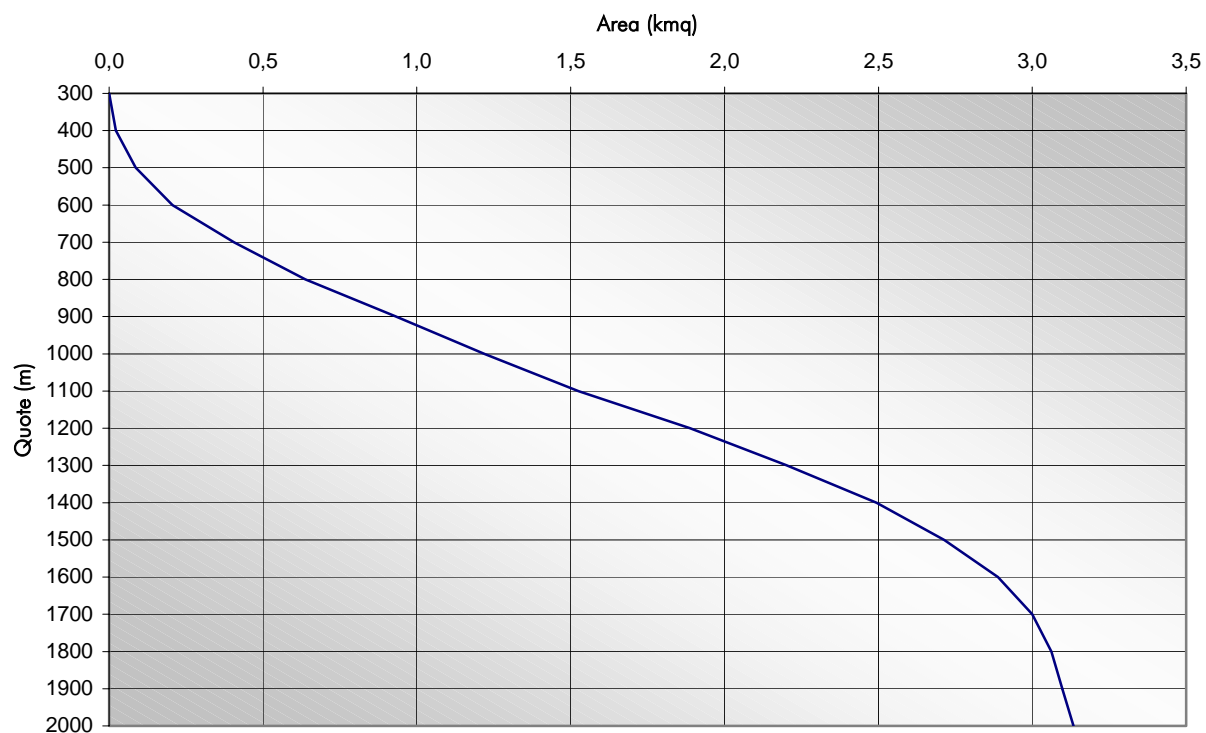
La maggior distribuzione areale delle fasce altimetriche è compresa tra i 700 ed i 1600 m s.l.m.; le fasce inferiori a 700 m e superiori a 1600 m s.l.m. hanno superfici ridotte che determinano una curva ipsografica caratterizzata da tratti piuttosto ripidi nelle parti estreme e da un tratto centrale più dolce.

Curva ipsografica del bacino del Rio Inferno

Flesso = 47,5%

Bacino in fase matura

Altezza media = 1108,3 m s.l.m.



L'altitudine media e il flesso, ricavati dalla curva in questione sono i seguenti:

BACINO	Altitudine media (m s.l.m.)	Flesso (%)
<i>T. Inferno</i>	1108.3	47.5

che permettono di classificare il bacino del T. Inferno come bacino in fase matura.

GERARCHIZZAZIONE

Nella Tavola 9, oltre alle fasce altimetriche, è stata evidenziata la gerarchizzazione dei segmenti fluviali del bacino in esame, organizzati in tre ordini e contraddistinti da differente colorazione. Sono inoltre rappresentati il limite del bacino idrografico ed i limiti dei sottobacini relativi a ciascun ordine gerarchico. Si propongono nella seguente tabella i dati morfometrici:

ORDINE FLUVIALE u	NUMERO DEI SEGMENTI N_u	LUNGHEZZA MEDIA DEI SEGMENTI \bar{L}_u (m)	PENDENZA MEDIA \bar{P}_u (°)	AREA MEDIA SOTTOBACINI \bar{A}_u (km ²)
1	28	244.6	41.22	0.032
2	9	634.4	36.87	0.23
3	1	1960	24.94	3.1
Tot.	38			

TABELLA 1: CARATTERISTICHE BACINO IDROGRAFICO

ORDINE FLUVIALE u	1	2
1	-	-
2	25	-
3	3	9

TABELLA 2: CONFLUENZE TRA GLI ORDINI

ORDINE FLUVIALE u	R_b	R_{bd}	I_b	S_u
1	3.11	2.78	0.33	0.56
2	9	9	0	3.5
Media	6.06	5.89	0.17	2.03

TABELLA 3: PARAMETRI MORFOMETRICI

Considerando che il minimo teorico del rapporto di biforcazione è 2, per il bacino del T. Inferno è risultato pari a 6.06 (valore medio tra gli R_b dei due ordini), indicativo di un basso grado di gerarchizzazione del bacino. Osservando la stessa tabella 3 è possibile confrontare inoltre, i valori di R_b e R_{bd} per i vari ordini: valori differenti, indicano la presenza di confluenze anomale, ossia confluenze di ordine u in segmenti di ordine $u+2$ o superiore. La diversità fra i rapporti R_b

e R_{bd} è determinata dalle 3 confluenze anomale per i segmenti di 1° ordine (si faccia riferimento alla tabella 2).

Gli indici di biforcazione I_b e di conservatività S_u , *medi*, risultano:

$$I_b = 6.06 - 5.89 = 0,17 \quad S_u = (6.06/2) - 1 = 2.03.$$

Normalmente i valori dell'indice di biforcazione sono compresi tra 0,2 e 4; quando tale indice assume valore nullo ($R_b = R_{bd}$) significa che il bacino ha raggiunto il massimo grado di gerarchizzazione: nel caso in esame, $I_b = 0,17$ dimostra una discreta gerarchizzazione.

L'indice di conservatività, con S_u medio e conservatività, o valore minimo di segmenti necessari a costituire l'ordine più alto del reticolo, non elevata.

Una definizione più dettagliata dello stato di gerarchizzazione del bacino si ottiene con i parametri di *numero, indice e densità di anomalia gerarchica*.

Il numero di anomalia gerarchica G_a uguale a 3 è dovuto ai 3 impluvi anomali di 1° ordine che confluiscono in rami di ordine non immediatamente superiore, ed indica un discreto grado di gerarchizzazione del reticolo idrografico; i rispettivi valori di densità e indice di anomalia gerarchica, sono quindi risultati:

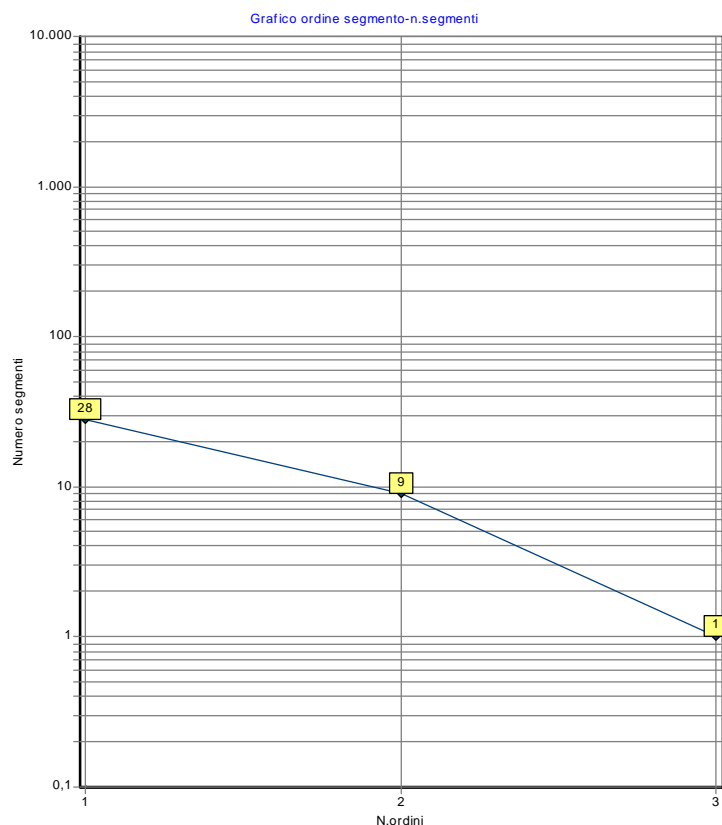
$$D_{ga} = 0.97; \quad I_{ga} = 0.11.$$

Come indicato nel precedente paragrafo "GENERALITÀ" sono stati infine, calcolati il coefficiente di circolarità K_c , il rapporto di circolarità K_r , la frequenza di drenaggio F_r e la densità di drenaggio D_r .

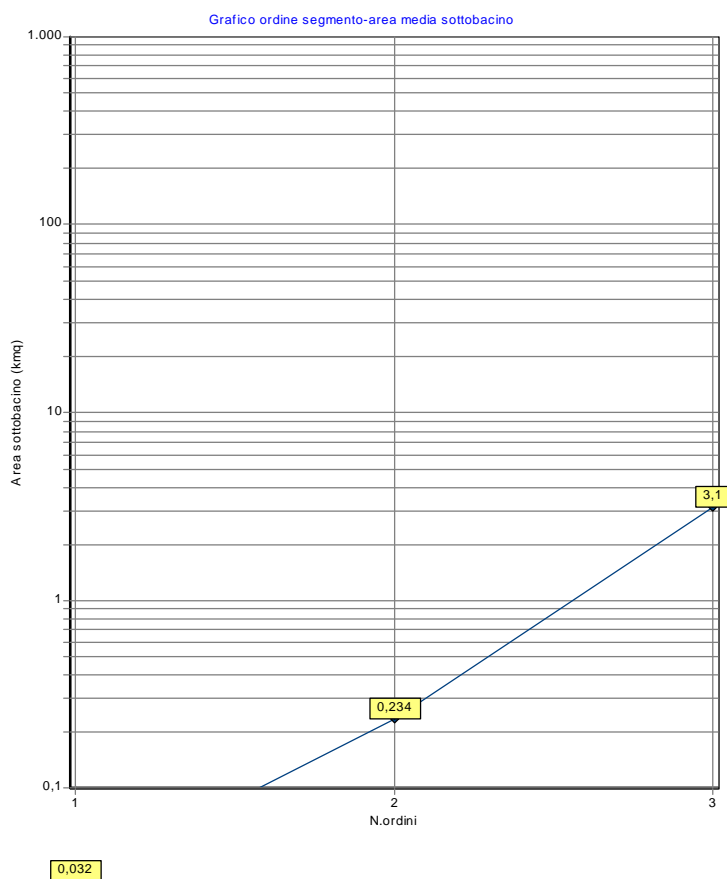
$$K_c = 1.15; \quad K_r = 0.76; \\ F_r = 12.26; \quad D_r = 4.68 \text{ km/kmq}.$$

I primi due parametri K_c e K_r , discostandosi leggermente dall'unità, sono indice di bacini dalla forma relativamente raccolta e quindi con tempi di corrivazione non molto elevati; i restanti parametri F_r e D_r forniscono indicazioni circa il grado di sviluppo del reticolo idrografico. Il valore di D_r risulta leggermente sopra la media (mediamente esso oscilla tra 2 e 4) come il valore di F_r . I due valori indicano la presenza di un buon numero di aste di lunghezza mediamente elevata e può essere dovuta alla situazione tettonica del bacino, con presenza di numerose faglie rettilinee.

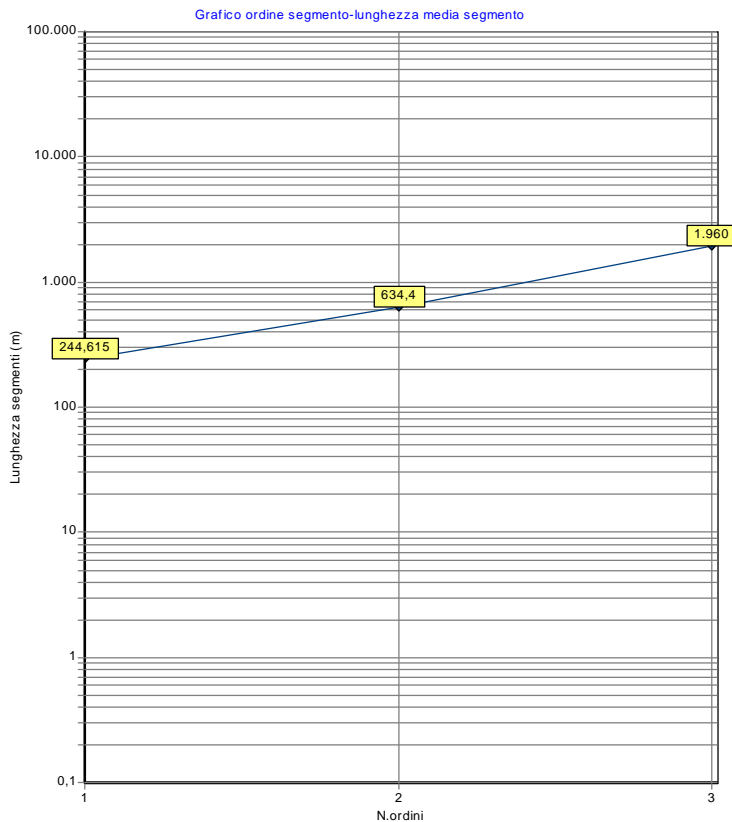
Di seguito si propongono quattro grafici che permettono di caratterizzare meglio la morfometria del bacino.



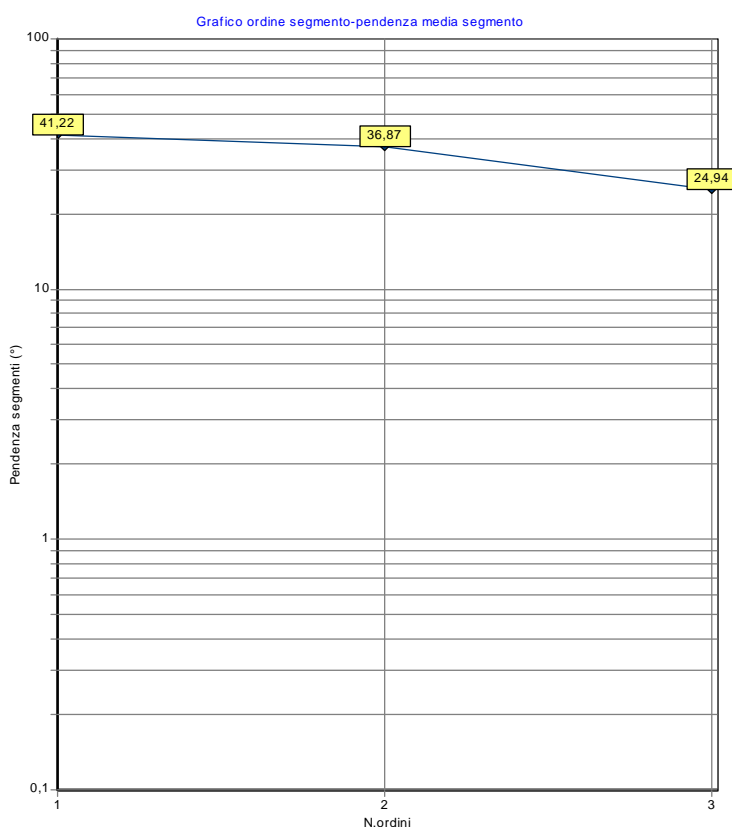
Il primo grafico rappresenta il *numero dei segmenti in base al numero d'ordine corrispondente*. I punti si allineano bene lungo la retta prevista dalla legge di Horton; l'unica leggera distorsione è dovuta all'anomalia registrata nell'ambito dei segmenti di I° e II° ordine.



Il secondo grafico *lunghezza dei segmenti - numero d'ordine* mostra invece, un andamento che si discosta in modo più marcato dalla retta rappresentativa della legge di Horton (è la lunghezza media dei segmenti del II° ordine che determina la distorsione dall'andamento rettilineo). Le ragioni possono essere spiegate nelle variazioni di pendenza nei diversi settori del bacino.



Il terzo diagramma *area dei bacini - numero d'ordine* mostra un buon allineamento sulla linea retta prevista dalla legge delle aree del bacino, di Horton: ancora una volta sono le aree medie sottese dal segmento di IV° ordine, i cui valori più alti non si allineano con gli altri punti. I motivi possono essere attribuiti ad un controllo tettonico e litologico sull'idrografia.



L'ultimo diagramma proposto è quello *pendenza dei segmenti - numero d'ordine*. Questa distribuzione è anomala per i segmenti di IV° ordine, e dimostra un controllo geologico-strutturale sul bacino.

Il controllo tettonico evidenziato da tutti i diagrammi proposti, riflette effettivamente l'assetto strutturale

locale: la zona infatti è caratterizzata dal grande lineamento tettonico regionale, rappresentato dalla linea del Canavese, passante poco a meridione.

11 VALUTAZIONI DI MASSIMA DELLA PERICOLOSITÀ DEL CONOIDE

Per la valutazione del grado di pericolosità geomorfologica dei conoidi dei torrenti Anza, Marmazza, Arsa, Chiesa ed Inferno sono state compilate, in primo luogo, le schede di rilevamento fornite dalla Regione Piemonte, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico.

Tale scheda comprende una parte (scheda-allegato 1) di rilevamento dei caratteri fisici del conoide ed un'altra parte (scheda-allegato 2) relativa al rilievo dei tributari, che non è stata compilata per i torrenti Anza e Arsa, trattandosi di bacini con superficie > 10 kmq. Il rilievo di dettaglio ha permesso di definire le caratteristiche morfologiche e tipologiche essenziali, unitamente a vari dati dimensionali sia del conoide che dell'alveo. Per gli elementi morfologici in conoide si deve fare riferimento alle tavole 2 e 3 (carte geomorfologiche).

In secondo luogo sono stati applicati differenti metodi di valutazione della pericolosità da esondazione e di stima della magnitudo di un possibile evento alluvionale.

Premesso che la stima del trasporto di sedimenti, che possono essere coinvolti da un torrente, costituisce una problematica fondamentale per la valutazione del rischio a cui sono sottoposte le aree soggette ad alluvioni, sono state considerate in questo lavoro diverse relazioni empiriche le quali tentano di dare una stima quantitativa sulla base di diversi parametri.

Va detto innanzitutto che i singoli metodi sono stati elaborati secondo un criterio statistico: i vari Autori si sono basati infatti su situazioni reali e specifiche. Una tale condizione limita quindi notevolmente l'uso di tali metodi quando vengono riferiti a casi diversi da quelli per cui sono stati formulati: le differenze litologiche, morfologiche e climatiche infatti, possono essere tali da non rendere confrontabili aree differenti e l'applicazione delle relazioni considerate può risultare in realtà opinabile. La litologia, ad esempio, risulta essere, a parità di estensione del bacino, un parametro in grado di amplificare anche di due o tre volte il volume di sedimenti prodotto da un *debris flow*; allo stesso modo le precipitazioni possono manifestarsi con intensità differente, dando luogo ad eventi impulsivi e violenti.

In particolare si vuole sottolineare che i vari metodi si riferiscono a aree geograficamente molto distanti (Giappone per il metodo di Takei) oppure a contesti fisiografici diversi, quali le Alpi austriache e svizzere (metodi di Aulitzky e Rickenmann) o trentine (lavori di D'Agostino e Marchi). Tali contesti differiscono sensibilmente per diversi motivi (litologia, morfologia, clima) dall'ambito geografico nel quale si colloca il territorio in esame, situato in ambiente di ampio fondovalle alpino, a bassa quota, con vergenza a meridione. E' evidente pertanto che

l'applicazione dei metodi sopra elencati può fornire risultati non pienamente rappresentativi sia dell'effettivo grado di pericolosità che della magnitudo alle quali sono soggetti i conoidi.

Nei paragrafi seguenti verranno brevemente presentati i metodi utilizzati per la stima della pericolosità e della magnitudo di una possibile colata. Per quanto riguarda la prima, sono stati presi in considerazione due metodi: il METODO DI AULITZKY e l'INDICE DI MELTON; per la seconda le relazioni proposte da D'AGOSTINO, TAKEI, MARCHI ed HAMPEL.

11.1 METODI PER LA VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ

11.1.1 Metodo di Aulitzky (1973)

Il metodo si basa sull'osservazione ed il rilevamento in campagna dei cosiddetti "segni muti" che ogni torrente lascia lungo il suo conoide e che, se giustamente interpretati, danno una buona indicazione dell'entità di eventi di piena antichi, presupponendo che quanto avvenuto in passato possa ripetersi in futuro. La prima operazione consiste nel cartografare le possibili vie preferenziali di disalveamento, sulla base delle osservazioni della morfologia del terreno, fatte sia con sopralluoghi sia con l'aiuto delle foto aeree, al fine di restringere l'area nella quale sviluppare le successive indagini; segue poi il rilevamento specifico che consiste nel rispondere a sei domande. Per ciascuna di esse il metodo prevede quattro possibili risposte alle quali sono associati quattro diversi punteggi (si veda tabella a pagina seguente).

I quesiti riguardano la dimensione massima del materiale trasportato o eroso di recente, il massimo spessore del singolo strato dei depositi, la pendenza del conoide, la copertura vegetale predominante, la morfologia del terreno, le condizioni di deflusso.

Al fine di valutare in modo adeguato i processi dominanti, il conoide viene suddiviso in settori: a ciascun settore (che non è necessariamente assimilabile ad una figura geometrica regolare) viene associato un punteggio in funzione della risposta ai quesiti sopra elencati. Alle aree con uguale punteggio sono associati specifici colori, al fine di rappresentare in carta, separatamente, ciascuna domanda: sovrapponendo le sei carte parziali così ottenute e dividendo il punteggio ottenuto in ciascun settore, per il numero dei parametri analizzati, si ottiene il punteggio finale che viene confrontato con la seguente classificazione di pericolosità:

punteggio totale < 1.6	PERICOLOSITÀ BASSA
1.6 < punteggio totale < 2.6	PERICOLOSITÀ MEDIA
punteggio totale > 2.6	PERICOLOSITÀ ALTA

Il risultato finale è rappresentato da una carta della pericolosità nella quale sono differenziati i vari settori del conoide, redatta in scala 1: 5.000 su base catastale.

OSSERVAZIONI E DOMANDE	PUNTEGGIO	OSSERVAZIONI E DOMANDE	PUNTEGGIO
<p>1. <i>Dimensione massima del materiale trasportato o eroso di recente</i></p> <p>a) 1 mc e oltre</p> <p>b) tra 0.2 mc e 1 mc</p> <p>c) tra 0.01 mc e 0.2 mc</p> <p>d) inferiore a 0.01 mc</p>	<p>4</p> <p>3</p> <p>2</p> <p>1</p>	<p>5. <i>Morfologia del terreno in relazione all'erosione:</i></p> <p>a) Alla sommità del conoide la dorsale presenta una solcatura prodotta dall'erosione di grossi massi, che classifica queste aree tra quelle già colpite o con possibilità di colata concentrata e compatta ad alta velocità</p> <p>b) Sono presenti poche forme di deposito circoscritte, che sono state disseminate dalla dilagante colata, oppure che sono state sommerse in occasione dell'ulteriore dilagare della colata stessa</p> <p>c) Superfici chiaramente sopraelevate, pensili rispetto al livello del torrente, che potrebbero essere colpite solo in caso di una progressiva ostruzione dell'alveo normale</p> <p>d) Superfici fortemente sopraelevate rispetto al letto del torrente profondamente incassato, che non possono più essere raggiunte dal torrente, ma in cui i punti di collegamento tra le due sponde possono essere ancora portati via.</p>	<p>4</p> <p>3</p> <p>2</p> <p>1</p>
<p>2. <i>Massimo spessore del singolo strato dei depositi riconoscibili, differenziato dall'orizzonte umifero o da uno strato con differente struttura:</i></p> <p>a) 1 m e oltre</p> <p>b) da 0.5 a 1 m</p> <p>c) da 0.1 a 0.5 m</p> <p>d) meno di 0.1</p>	<p>4</p> <p>3</p> <p>2</p> <p>1</p>		
<p>3. <i>Pendenza del cono di deiezione:</i></p> <p>a) Superiore al 15%</p> <p>b) tra 7 e 15%</p> <p>c) tra 2 e 7%</p> <p>d) inferiore al 2%</p>	<p>4</p> <p>3</p> <p>2</p> <p>1</p>		
<p>4. <i>Attuale copertura vegetale predominante:</i></p> <p>a) Vegetazione in prevalenza rustica, consorzi ontano-salice su substrato grossolano, sassoso, fino ad una successione di specie di origine anemofila con larici, pini e abeti.</p> <p>b) Successione già evoluta, progredita fino a formazioni coetanee formate da larici, pini, betulle e abeti, su substrato grossolano e sassoso.</p> <p>c) Prati e pascoli, talvolta intercalati da muretti di sassi o da terrazzamenti formati da sassi lavorati; terreno misto con piccoli sassi.</p> <p>d) Prevalgono i campi senza muretti di sassi o i terrazzamenti formati da sassi lavorati; pochi o piccoli sassi nel terreno.</p>	<p>4</p> <p>3</p> <p>2</p> <p>1</p>	<p>6. <i>Condizioni di deflusso:</i></p> <p>a) Area contraddistinta dalla presenza di manufatti che impediscono fortemente il deflusso o altri ostacoli al deflusso, a monte, a valle o a lato della zona in esame (pendenza < 3%, curve strette, sezione ristretta) che in presenza di maggiore materiale trascinato dall'acqua possono provocare traccimazioni.</p> <p>b) Area contraddistinta da analoghe situazioni, in cui solo legname trascinato o materiale di deposito grossolano provocherebbero traccimazioni</p> <p>c) Area contraddistinta dalla mancanza di opere che ostacolano o facilitino il deflusso, in presenza di un alveo abbastanza profondo e non troppo piano e di una sufficiente capacità di deflusso</p> <p>d) Area contraddistinta dalla presenza di tipi di opere facilitanti il deflusso lungo il corso inferiore, in grado di contenere anche le portate di piena prevedibili.</p>	<p>4</p> <p>3</p> <p>2</p> <p>1</p>

Torrente ANZA

La carta della pericolosità mette in luce tre zone a differente pericolosità, con aumento progressivo della stessa procedendo verso l'alveo attivo.

La zona a pericolosità media deve il suo punteggio anche alla presenza, nel settore apicale, di opere idrauliche, alla sostanziale rettilineità dell'alveo e all'assenza di ostacoli al deflusso, data la larghezza dell'alveo. A favore della bassa pericolosità, inoltre, vi è anche la bassa pendenza del conoide.

Torrente MARMAZZA

Anche in questo caso la sintesi dei vari punteggi restituisce una differenziazione del conoide in zone a differente pericolosità; ad esclusione della zona medio-apicale, a pericolosità elevata, contribuiscono ad abbassare il grado di pericolosità le numerose opere di trattenuta, di stabilizzazione e di arginatura presenti diffusamente a partire dall'apice.

Il settore a medio-alta pericolosità, individuato nella zona distale, è legato essenzialmente alla criticità di deflusso determinata dalla copertura dell'alveo in corrispondenza dello stabilimento ex Enichem.

Torrente ARSA

E' possibile differenziare nettamente due aree: la prima è costituita dalla parte centrale dell'apparato, che è caratterizzata da pericolosità elevata nella parte apicale; la seconda corrisponde alle zone laterali, che sono risultate a bassa pericolosità. Nell'ambito della prima zona è possibile comunque differenziare ulteriormente due settori: il tratto distale può essere colpito da esondazione con trasporto di materiale ed è caratterizzato da alveo non molto inciso anche se con sponde protette da arginature, che tuttavia non sono molto elevate sopra il letto del torrente. Il secondo settore, apicale, presenta la sponda sinistra protetta da arginatura, a partire dalla confluenza del Rio Crosa, con alveo non molto depresso rispetto al corpo del conoide mentre la sponda destra è caratterizzata dalla presenza del versante roccioso.

Torrente CHIESA

Per il torrente in esame, il grado di pericolosità è risultato medio per quanto riguarda il settore apicale e mediano mentre è risultato basso nella zona distale lateralmente all'alveo. Nella prima zona il medio grado di pericolosità è da ricollegare alle cattive condizioni di manutenzione

dell'alveo e alle restrizioni determinate dai ponti delle strade comunali, che costituiscono un ostacolo al regolare deflusso delle acque.

Torrente INFERNO

Il torrente Inferno è risultato protetto in modo continuo da opere di stabilizzazione, trattenuta ed arginatura, sull'intero corpo del conoide. La sommatoria dei punteggi relativi alle varie domande ha comunque fornito un risultato di media pericolosità per gran parte del conoide, con esclusione solo delle estreme frange distali.

11.1.2 Indice di Melton

Il numero di Melton è un importante parametro per la valutazione del grado di pericolosità di un conoide: si tratta infatti, di un indice espressivo delle sue condizioni di rilievo ed acclività.

Tale indice viene determinato con l'espressione:

$$Mel = A^{-0,5} \cdot (H_{max} - H_{min}),$$

in cui

- A è la superficie del bacino in km^2 ;
- $(H_{max} - H_{min})$ è la differenza, espressa in km, fra la quota massima del bacino e la quota della sezione di chiusura, che coincide generalmente con l'apice del conoide.

Appartengono alla categoria dei bacini a rischio di *debris flow* e/o *debris flood* quelli caratterizzati da valori di Mel e della pendenza S del conoide (espressa in gradi), tali da soddisfare la disequazione:

$$S > 7 - 14 \cdot Mel$$

Nel caso in cui non sia presente o non sia morfologicamente ben definito il cono di deiezione, occorre far riferimento unicamente al numero di Melton: se quest'ultimo supera il valore critico di 0,5 si ha rischio di *debris flow* e/o *debris flood*.

È possibile considerare la tipologia dei fenomeni alluvionali ai quali è soggetto un conoide, mettendo in relazione l'*indice di Melton* e la *pendenza* dei conoidi. Diagrammando tali dati, si ottiene una ripartizione dei processi costitutivi dei conoidi in tre classi: *conoidi da debris flow*, *da trasporto solido* e *di tipo misto*.

Torrenti Anza, Marmazza, Arsa, Chiesa e Inferno

Per il bacino del torrente Anza, l'indice dei Melton è di 0.275 e la pendenza media del conoide risulta pari a 1.3%.

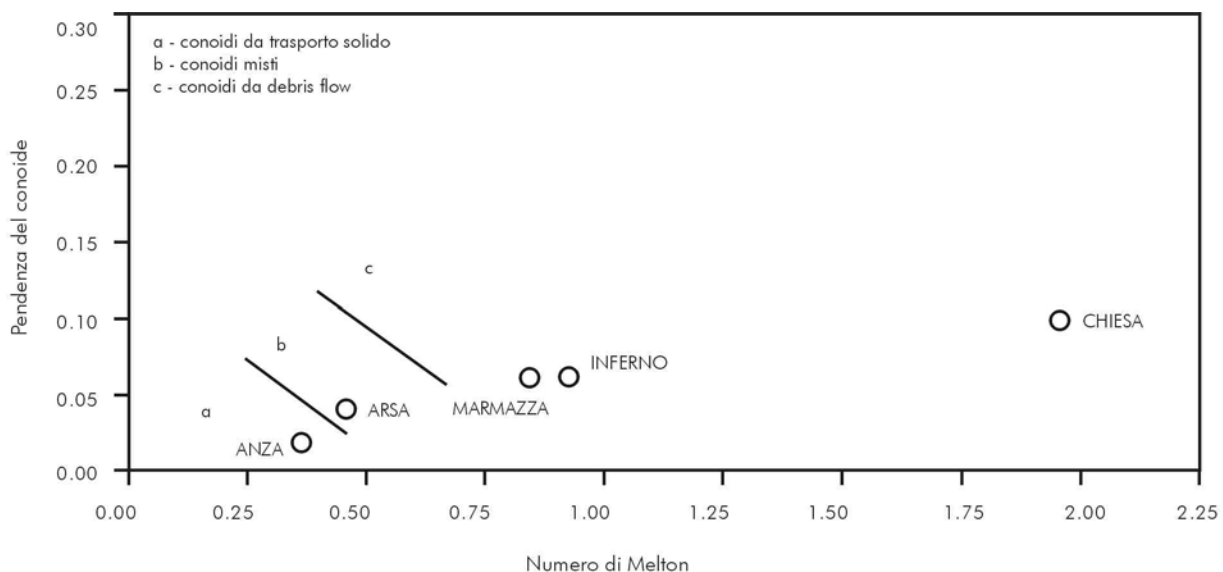
Per quanto riguarda il bacino del Marmazza, l'indice di Melton è pari a 0.804 mentre la pendenza media del conoide risulta pari al 6%.

Per il T. Arsa, l'indice di Melton risulta pari a 0,458, mentre la pendenza media del conoide assume valore pari a 4%.

Per il T. Chiesa l'indice di Melton assume il valore di 1.902 mentre la pendenza media del conoide è di circa il 10%.

Il T. Inferno ha un valore dell'indice di Melton pari a 0.931 con pendenza media del conoide di circa 6%.

La trasposizione grafica dei risultati consente quindi di differenziare i conoidi sulla base dei processi idraulici e di trasporto solido prevalenti. Da quanto detto, emerge che il conoide del T. Anza ricade nella classe di conoidi soggetti a trasporto solido, il T. Arsa è soggetto a processi di tipo misto (trasporto solido e debris flood), ricadendo nell'ambito della fascia *b* nel grafico mentre gli altri conoidi rientrano nella categoria a rischio di debris flow.



11.2 METODI PER LA DETERMINAZIONE DELLA MAGNITUDO

11.2.1 Metodo di D'Agostino

Il primo metodo considerato è quello di D'Agostino, Cerato & Coali (1996): essi hanno modificato la relazione semi-empirica di Kronfellner-Kraus (1984, 1985), basata su numerosissimi dati relativi al territorio austriaco, e, selezionando gli eventi alluvionali di maggiore entità verificatisi nel corso di oltre un secolo, l'hanno estesa ai bacini montani di piccola e media estensione del Trentino Orientale.

Gli Autori hanno determinato alcune espressioni in grado di correlare i volumi di sedimento

convogliati sul conoide con le principali variabili che condizionano l'entità del fenomeno: superficie del bacino, pendenza del collettore, forma di trasporto, geologia, grado di sistemazione. È stata condotta un'analisi di regressione multipla utilizzando delle equazioni non lineari di forma monomia e considerando le combinazioni più favorevoli delle variabili ritenute indipendenti. La relazione da noi utilizzata è quella con la condizione di minimo dell'errore quadratico medio σ , che dà anche una stima del grado di accuratezza raggiunto dalla regressione:

$$\sigma = \sum_{i=1,n} \left[(G_{s,c} - G_{s,o})_i^2 / n \right]^{\frac{1}{2}}$$

Essendo n la dimensione del campione, $G_{s,c}$ e $G_{s,o}$ rispettivamente i volumi calcolati ed i volumi osservati.

È stato inoltre calcolato l'errore medio ε :

$$\varepsilon = \sum_{i=1,n} [(G_{s,c} - G_{s,o}) / n]$$

che indica la tendenza media ad una sovrastima o ad una sottostima.

L'equazione applicata ai bacini esaminati è stata quindi la seguente:

$$G_s = 39 \cdot A \cdot i^{1,5} (I.G.) (I.T.)^{-0,3} \quad (\varepsilon = 3.4; \sigma = 49.4)$$

dove:

- G_s è il volume di sedimento prodotto dall'evento estremo (espresso in m³);
- A è la superficie del bacino chiuso all'apice della conoide (espressa in km²);
- i è la pendenza media (espressa in percentuale) dei collettori del bacino che risultano "influenti" sul trasporto solido (essa è pari al 25% per il T. Arsa, al 35% per il Marmazza ed Inferno e 45% per il T. Chiesa);
- $I.G.$ è l'indice geologico dei detriti che alimentano la rete idrografica. Questo parametro può essere dedotto considerando le litologie che contribuiscono alla formazione dei detriti asportabili, ed in particolare è stata utilizzata la seguente tabella di riferimento:

CLASSE LITOLOGICA	PUNTEGGIO
Copertura morenica, alluvionale e di falda	5
Rocce metamorfiche: filladi, gneiss, ecc.	4
Rocce "terrigene": marne, strati del Werfen, ecc.	3
Rocce laviche degradate, tufi basaltici, brecce	2
Rocce calcaree	1
Rocce porfiriche, granitiche, dioritiche	0

L'indice geologico si calcola moltiplicando la presenza percentuale di ciascuna classe per il rispettivo punteggio e sommando successivamente i vari addendi.

Per i bacini in esame l'indice I.G. è risultato pari a 3 per il T. Arsa ed Inferno mentre è stato valutato pari a 4 per gli altri due: il valore deriva dalla stima delle percentuali dei terreni *copertura* (glaciale e detritica in genere [5]), delle *rocce gneissiche alterate* [4], delle *dioriti* [0], delle *lherzoliti* [0] con un residuo (circa 5%) formato da *rocce calcaree* [1] per il torrente Arsa.

- *I.T.* è l'indice di trasporto, al quale è stato assegnato un valore inversamente proporzionale, seppure in forma qualitativa, alla concentrazione dei sedimenti nella corrente. Tale indice vale: *I.T.* = 1 per i *debris flow*, *I.T.* = 2 per i *debris flood*, *I.T.* = 3 per il trasporto di fondo (*bedload*). Per quanto esposto precedentemente e per quanto ricavato dall'applicazione di Melton relativamente al bacino in studio, il valore è pari a 2 per il torrente Arsa e pari a 3 per gli altri.

11.2.2 Metodo di Takei

Takei nel suo lavoro "*Interdependence of sediment budget between individual torrents and a river system*" (1984) propone una semplice relazione per la stima dei volumi rimobilizzati da un fenomeno di *debris flow*, utilizzando i dati, raccolti sistematicamente tra il 1972 e il 1977, relativi a 551 eventi verificatisi in Giappone.

L'equazione utilizzata per il calcolo della magnitudo delle colate detritiche (in m³) è la seguente:

$$M = 13600 \cdot A^{0,61}$$

dove *A* è la superficie del bacino idrografico (in km²).

Il valore dell'esponente nell'espressione evidenzia un incremento della magnitudo, all'aumentare della superficie del bacino, meno accentuata rispetto ai bacini dell'Italia settentrionale. Ciò sembra essenzialmente dovuto alla presenza, fra i dati giapponesi, di numerosi eventi di notevole gravità in bacini di piccole dimensioni (< 0.5 km²) (L. Marchi, P.R. Tecca, 1996).

11.2.3 Metodo di Marchi

Un metodo che richiama molto da vicino quello di Takei è quello cosiddetto di "Marchi", che mostra la relazione diretta tra la superficie del bacino idrografico e il valore di magnitudo.

Marchi & Tecca (1996) hanno raccolto i dati sulla magnitudo delle colate detritiche, ovvero sul volume complessivo dei materiali depositati durante un singolo evento, per circa 45 *debris flow* avvenuti nelle Alpi Orientali a partire dal secolo scorso.

Dal loro lavoro risulta che per bacini di superficie compresa tra 0.1 e 20 km² la magnitudo (espressa in m³) può essere calcolata mediante la semplice equazione:

$$M = 70000 \cdot A$$

dove *A* è la superficie del bacino (espressa in km²).

Lo studio ha messo in luce che un'attenuazione dell'incremento della magnitudo al crescere dell'area del bacino sembra delinearsi solo per le unità idrografiche di maggiore estensione. Tale attenuazione può essere attribuita alla possibilità che solo parte dell'unità idrografica sia interessata dagli eventi torrentizi.

11.2.4 Metodo di Hampel

Hampel (1977) propone un'ulteriore formula empirica per lo studio della magnitudo delle colate detritiche, nella quale vengono calcolati i volumi di sedimento trasportati dalle stesse in base all'area del bacino e alla pendenza del conoide alluvionale:

$$M = 150 \cdot A \cdot (S - 3)^{2.3}$$

dove

A = area del bacino espressa in km^2 ;

S = pendenza del conoide in %.

Per bacini aventi conoidi alluvionali poco acclivi, cioè con $S < 10\%$, la formula di Hampel dà luogo ad una netta sottostima dei volumi di sedimenti trasportati (Marchi e Tecca, op. cit.) rispetto alla realtà; nel caso in cui le pendenze dei conoidi siano invece maggiori, risulta essere cautelativa rispetto ai dati disponibili per i debris flow effettivamente avvenuti.

11.3 COMMENTO DEI DATI OTTENUTI

I valori di magnitudo, espressi in m^3 , ottenuti dall'applicazione dei metodi sopra presentati, sono riassunti nella tabella seguente:

CONOIDE	METODO DI D'AGOSTINO	METODO DI TAKEI	METODO DI MARCHI	METODO DI HAMPEL
<i>T. Marmazza</i>	$G_s = 91.535$	$M = 31.390$	$M = 275.800$	$M = 7.395$
<i>T. Arsa</i>	$G_s = 226.353$	$M = 80.337$	$M = 1.287.202$	$M = 2.758$
<i>T. Chiesa</i>	$G_s = 16.935$	$M = 8.910$	$M = 35.000$	$M = 6.588$
<i>T. Inferno</i>	$G_s = 53.997$	$M = 27.118$	$M = 217.000$	$M = 5.819$

Come già accennato, questi valori vanno presi come stime indicative: le differenze di magnitudo ottenute sono infatti dovute ai diversi parametri impiegati da ciascun metodo; sarebbe auspicabile avere a disposizione un metodo creato su misura per il territorio in esame. Infatti d'Agostino (1996) ricorda che "la stima della magnitudo di un evento di trasporto solido torrentizio di tipo estremo può essere operata con difficoltà ricorrendo ad una metodologia puramente deterministica, poiché le variabili idrologiche, sedimentologiche e morfologiche coinvolte nel fenomeno sono affette da un non trascurabile grado di incertezza e da una distribuzione disomogenea all'interno del bacino".

In funzione di quanto espresso nei paragrafi precedenti, si ritiene maggiormente valida la stima di D'Agostino, che tiene conto di parametri geologici-geomorfologici, non presi in considerazione dagli altri metodi, e del tipo di processo dominante.

Decisamente sovrastimato sembra essere il valore ottenuto con la relazione di Marchi; l'applicazione di Hampel, invece, sottostima la magnitudo delle colate detritiche del conoide in esame, in quanto la pendenza (S), risulta generalmente inferiore alla condizione $S > 10\%$, per la quale la formula porta a risultati più rispondenti alla realtà; solo il conoide del T. Chiesa si avvicina alla condizione necessaria.

Per quanto riguarda il torrente Anza, lo studio del 1993 sopra citato, riporta valori di portata liquida pari a $1404 \text{ m}^3/\text{sec}$ per tempi di ritorno di 100 anni con un contributo specifico del trasporto solido pari a $533 \text{ m}^3/\text{anno}$ per km^2 di bacino.

11.4 RELAZIONE TRA LA MAGNITUDO DI UN EVENTO DI TRASPORTO SOLIDO ED I PARAMETRI MORFOMETRICI

Nella tabella seguente sono raccolti i principali dati morfometrici dei bacini esaminati ed il relativo indice di Melton:

BACINO	$A \text{ (km}^2\text{)}$	$H_m \text{ (m)}$	$I_v \text{ (}\%\text{)}$	$I_c \text{ (}\%\text{)}$	$L \text{ (km)}$	$D \text{ (km}^{-1}\text{)}$	Mel
<i>T. Anza</i>	254	1770.0	57.7	13	34.5	4.15	0.275
<i>T. Marmazza</i>	3.95	1161.6	60.3	38.5	3	4.93	0.804
<i>T. Arsa</i>	18.3886	1456.3	34.4	22.7	7.1	3.454	0.458
<i>T. Chiesa</i>	0.5	758.6	57.4	36.7	1.88	5.08	1.902
<i>T. Inferno</i>	3.1	1108.3	68.2	43.6	2.71	4.68	0.931

- A è la superficie del bacino;
- H_m è l'altitudine media del bacino;
- I_v è la pendenza media del bacino;
- I_c è la pendenza media del collettore principale;
- L è la lunghezza del collettore principale;
- D è la densità di drenaggio;
- Mel è l'indice di Melton.

Considerando i risultati degli studi condotti da vari Autori in relazione ad eventi eccezionali di trasporto solido, è possibile ricostruire diverse correlazioni tra i parametri riguardanti la morfologia dei bacini ed il tipo di trasporto solido che li caratterizza.

1. Il primo parametro da prendere in esame è la pendenza dell'alveo del corso d'acqua principale: in base al suo valore si possono distinguere diverse categorie di trasporto solido. La prima di queste categorie è il *debris flow* (colata di detriti caratterizzata da un moto pulsante e gravitativo e da un fluido di tipo non newtoniano); secondo alcuni Autori la pendenza dell'alveo per avere questo tipo di flusso deve essere superiore al 27%, mentre per altri è sufficiente che superi il 20%. Con un campo di pendenze comprese tra il 14% e il

27% si ha rischio di *debris flood* (flusso di massa ad alta concentrazione di detriti e con caratteristiche di fluido ancora di tipo newtoniano); al di sotto di un valore di pendenza del 14% per alcuni autori, dell'11% per altri, si avrebbe invece *bedload* (trasporto di fondo per scorrimento del letto).

Per quanto riguarda il bacino del T. Marmazza, del T. Chiesa e del T. Inferno, i valori di pendenza indicano un processo prevalente di debris flow; per il T. Arsa, dai valori della pendenza del collettore principale, risulta evidente che il processo idraulico predominante è il *debris flood*: la pendenza (22.7%) supera infatti la soglia del 14% che delimita il campo per questo tipo di processi. Per il torrente Anza il valore di 13% indica trasporto di fondo. Queste conclusioni sono in accordo con i risultati ottenuti tramite la relazione tra l'indice di Melton e la pendenza del conoide. A tale proposito va tuttavia considerato che il profilo longitudinale dei collettori principali presentano tratti a maggiore pendenza con salti in roccia e tratti a bassa pendenza e che possono costituire una sorta di "soglia" naturale, favorendo la deposizione del materiale proveniente da monte (soprattutto nel caso dell'asta del torrente Arsa).

2. Un'altra relazione da valutare è quella tra la magnitudo e l'area del bacino: soprattutto i bacini più piccoli sono soggetti a rischio di *debris flow - debris flood*, poiché in quelli di dimensioni maggiori, sebbene vi sia una maggiore produzione di sedimento, vi è anche, potenzialmente, un numero superiore di luoghi disponibili per la deposizione dei materiali trasportati (es. tratti a bassa pendenza, casse di espansione naturale, soglie di valli sospese, ecc.).
3. La relazione diretta tra pendenza conoide e tipo di processo, evidenzia, secondo Pasuto et Alii (1992), pendenze maggiori per i conoidi costruiti da processi di *debris-flow*, con trasporto di materiali grossolani e deposizione sul corpo del conoide (soprattutto nella zona apicale), al contrario degli altri tipi di processo che convogliano gran parte del sedimento fino alla zona distale. I conoidi studiati presentano pendenze moderate tranne che per quanto riguarda il settore apicale del Marmazza e per l'apparto del Chiesa, più pendenti; i risultati sono pertanto in accordo con il tipo di processo dominante di ciascun conoide: solo il T. Inferno si discosta da questa correlazione.
4. Per quanto riguarda l'indice di Melton, sono state trovate dagli Autori delle correlazioni con la pendenza media dell'asta torrentizia I_c , con la densità di drenaggio D , con la lunghezza del collettore principale L e con la superficie del bacino idrografico A . In particolare l'indice di Melton risulta direttamente proporzionale ai primi due parametri, anche se in misura

meno accentuata per quanto riguarda la densità di drenaggio, e inversamente proporzionale agli altri due.

CONOIDE	I_c (%)	D (km ⁻¹)	L (km)	A (km ²)	MEL
<i>T. Anza</i>	13.0	4.15	34.5	254	0.275
<i>T. Marmazza</i>	38.5	4.93	3	3.95	0.804
<i>T. Arsa</i>	22,7	3,454	7,1	18,4	0.458
<i>T. Chiesa</i>	36.7	5.08	1.88	0.5	1.902
<i>T. Inferno</i>	43.6	4.68	2.71	3.1	0.931

In conclusione, i dati ricavati sono pressoché uniformi nella valutazione e definizione della tipologia di processo prevalente. Variazioni maggiori invece, sono state osservate nel calcolo della stima della magnitudo di un evento alluvionale: come già anticipato, tali metodi possono fornire solo indicazioni approssimative anche se utili per la valutazione della pericolosità delle aree ai fini urbanistici.

12 CARTA DELLA PROPENSIONE AL DISSESTO (TAVOLA 10)

12.1 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 1:10.000 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, nella quale è indicata la correlazione tra stato di attività dei dissesti individuati, codici relativi e classi 7/LAP.

12.2 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 al pianoro di S. Rocco ed alle zone di conoide stabilizzato naturalmente dei torrenti Anza e Arsa; possono essere inseriti in classe I di idoneità urbanistica, senza limitazioni d'uso.

Grado di pericolosità da basso a medio: comprende le porzioni di territorio con pericolosità moderata. Sono inseribili generalmente in classe II di idoneità urbanistica, la quale prevede che le condizioni di moderata pericolosità possono essere agevolmente superate con modesti accorgimenti tecnici, nell'ambito del singolo lotto. Corrispondono a:

- *zone di rilevato antropico* (terreni con caratteristiche geotecniche a volte disomogenee o scadenti);

- *aree soggette a risalita della falda* concomitante all'innalzamento del livello dei fiumi e torrenti (accompagnato in genere da esondazione nelle zone limitrofe);
- *settori di pianura ubicati in prossimità di pareti rocciose* o di versanti con copertura detritica, a volte limitrofe a linee di drenaggio minore, con rischio di inondazione a bassa energia;
- terreni con mediocri caratteristiche geotecniche e con acclività moderata (comunque inferiore a 25°).

Per quest'ultima voce in elenco, particolari condizioni al limite (acclività molto prossima a 25° e presenza di sedimenti glaciali con abbondante matrice fine) possono comportare l'inserimento di porzioni di territorio nella classe III.

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, che comportano l'inserimento in classe III di idoneità urbanistica.

- *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.
- *Pareti rocciose soggette a distacco di porzioni lapidee ed aree in frana* – sono state indicate in carta le principali pareti in roccia, interessate da intensa fratturazione (cfr schede di censimento dei dissesti in roccia), che possono dar luogo o sono soggette a processi gravitativi (crolli puntuali o diffusi). Particolarmente sensibili a tale tipologia di processo sono le zone di Megolo, dove si rinvenivano numerosi dissesti di differente rilevanza. Per le aree in frana è stato riportato il limite esterno del dissesto, suddiviso in attivo e quiescente, 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 nella pianura del fiume Toce. 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. Per la distinzione sono stati utilizzati, nel caso degli apparati principali, i risultati emersi dallo studio dei conoidi, sopra illustrato.
- *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 da quanto osservato nel corso dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000 e degli eventi storici. Anche in questo caso sono state distinte aree a differente intensità di processo, in relazione alla legenda regionale.
- *Limite di massima invasione massi* – è stato indicato il limite massimo raggiunto dai massi distaccatisi dai versanti acclivi, prospicienti il fondovalle. Il limite è stato ottenuto per interpolazione dei singoli massi rilevati sul terreno, chiaramente riconducibili a crolli isolati.
- *Aree a drenaggio difficoltoso* – si tratta di zone caratterizzate da cattivo drenaggio delle acque superficiali, determinate in genere da assenza di alvei ben definiti, dei corsi d'acqua del reticolo idrografico minore allo sbocco in pianura. Danno luogo a modesti allagamenti ed a ristagni, legati anche alla tessitura prevalentemente fine, poco permeabile, che caratterizza i depositi alluvionali di pianura.
- *Settori di versante vulnerabili da fenomeni franosi* – sono state riportate in carta le delimitazioni delle zone potenzialmente soggette a dissesti della coltre superficiale, così come riportato dalla cartografia della Banca Dati Geologica Regionale a cura del CSI.

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 indicati nella tavola anche i siti compromessi da attività antropica, come previsto dalla N.T.E. alla Circolare 7/LAP (punto 14.2), oltre alle ubicazioni

delle captazioni idropotabili comunali con le relative fasce di rispetto, ai sensi del D.P.R. 236/88 e dei D. Lgs. 152/99 e 258/00.

13 ANALISI DEI VINCOLI PREVISTI DAL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (ALL. 7) 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 PAI, sia per la delimitazione delle aree in dissesto che per le fasce fluviali, e le analisi di dettaglio sopra commentate. Nell'allegato 7 sono riportati gli stralci delle tavole PAI relative alla "Delimitazione delle aree in dissesto" e "Tavole di delimitazione delle fasce fluviali" Fg. 051 sez. Il Villadossola e Fg. 072 sez. I Forno, scala 1:25.000 del PAI.

Di seguito sono brevemente confrontati gli elementi evidenziati dal PAI con i risultati dei rilievi geologici di dettaglio, riassunti nella Carta di Sintesi in scala 1:10.000.

- FRANE – Nel PAI sono riportate due aree di frana attiva, nel bacino del Rio Vallaccia e del T. Arsa, ed un'area di frana attiva non perimetrata (versante sopra Megolo di Fondo). Si condivide quanto riportato dal PAI; il presente studio ha inoltre esteso il dettaglio dei dissesti, come evidenziato negli elaborati cartografici.
- 1. 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.
- 2. TRASPORTO IN MASSA SUI CONOIDI – E' la tipologia di dissesto forse più diffusa ed invasiva del fondovalle, interessando in diversa misura pressoché tutti i nuclei abitati. 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 alla scala 1:5.000.

3. DELIMITAZIONE DELLE FASCE FLUVIALI – Innanzitutto va detto che si nota un buon accordo tra il limite di fascia B del PAI e quanto rilevato nel corso dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000: i processi di energia elevata o molto elevata sono stati contenuti all'interno del limite di fascia B. Solo in corrispondenza dello svincolo della Strada Statale ed in destra idrografica del conoide del T. Inferno si sono evidenziate alcune discordanze con i limiti suddetti. Infatti i processi di intensità elevata si sono attestati, nel primo caso, al limite con il Canale della Rumianca e, nel secondo caso, al limite con la strada provinciale mentre, verso monte, sono stati osservati solo processi areali di intensità moderata, dovuti a cattivo drenaggio dei corsi d'acqua minori. Per quanto riguarda la fascia C del PAI, le aree interne sono state considerate inseribili in classe III di idoneità urbanistica, ad eccezione della zona in sinistra idrografica del conoide del T. Marmazza, dove l'analisi storica non ha fatto registrare dati riferibili a processi erosivi o deposizionali. Pertanto quest'area è stata considerata a rischio moderato, facilmente superabile con modesti accorgimenti tecnici, ed inserita in classe II di idoneità urbanistica.

In conclusione del presente capitolo si può dunque affermare che gli elaborati 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.

14 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ PER I TERRITORI A VALLE DI BACINI ARTIFICIALI

In base a quanto previsto al punto 9.3 della N.T.E. della Circolare 7/LAP, il P.R.G.C. deve segnalare la presenza dei bacini artificiali nell'ambito del territorio idrografico al quale è sotteso il territorio comunale e, nella carta di sintesi, dovrebbero essere riportati i limiti dell'area soggetta ad onde di piena per rottura dell'opera, con le relative caratteristiche di velocità, ampiezza, ecc..

Dato l'elevato numero di bacini artificiali presenti a monte del territorio, a cui conseguirebbe una fitta sovrapposizione di limiti nella carta di sintesi, si ritiene preferibile che le "Mappe sperimentali di vulnerabilità in caso di alluvione indotta da crollo e manovra degli organi di scarico dighe", redatte dalla Regione Piemonte, Settore Protezione Civile, divengano parte integrante della variante del P.R.G. senza che i suddetti limiti siano evidenziati sulle tavole di sintesi.

15 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 1:10.000, sia alla scala di piano 1:5.000 su base catastale con isoipse con equidistanza 10 m.

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 IIIB₁**, – *aree in cui l'attuazione delle previsioni urbanistiche è sospesa sino alla verifica della validità delle opere esistenti, con successiva prevista trasformazione in una delle classi IIIB seguenti;*

- **SOTTOCLASSE IIIB₂** – a seguito della realizzazione delle opere di riassetto, sarà possibile la realizzazione di nuove edificazioni, ampliamenti o completamenti;
- **SOTTOCLASSE IIIB₃** – anche a seguito della realizzazione delle opere di riassetto, sarà possibile solo un modesto incremento del carico antropico (ristrutturazioni); non sono ammesse nuove unità abitative e completamenti.
- **SOTTOCLASSE IIIB₄** – 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 le ultime due sottoclassi appaiono più restrittive rispetto all'enunciato della classe IIIB della Circolare 7/LAP, corrispondente in modo completo alla sottoclasse IIIB₂. Per la prima sottoclasse, IIIB₁, si prescrive invece una verifica delle condizioni delle opere di difesa esistenti con l'eventuale realizzazione di piccoli interventi integrativi o di completamento, per una completa funzionalità delle opere, e la successiva trasformazione in una sottoclasse IIIB seguente.

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.

15.1 CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E DELL'IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA (TAVOLA 11 E TAVOLA 12)

15.1.1 Cenni metodologici

La Tavola 11 è stata realizzata in scala 1:10.000, per l'intero territorio comunale, mentre la Tavola 12, in scala 1:5.000 su base catastale, prende in considerazione la zona di fondovalle ed i pianori glaciali soprastanti, che praticamente costituiscono la totalità del territorio insediato.

Nella legenda di entrambe le tavole sono riportati per ciascuna classe:

- 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.

15.1.2 Commento alle carte realizzate

CLASSE I – Si tratta di piccole aree, ubicate in località S. Rocco, a Fomarco basso e a Rumianca che non presentano problematiche per lo sviluppo urbanistico, essendo risultate 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. Rilevati antropici: sono piccole aree ubicate tra Pieve e Loro; data l'incerta qualità dei riporti, si prescrive che vengano effettuate indagini geognostiche di dettaglio, per la parametrizzazione geotecnica di riferimento.
2. Aree con falda freatica superficiale: in queste zone, ubicate nel settore di fondovalle di Fomarco basso e di Rumianca, la risalita della falda avviene in concomitanza con gli episodi di piena fluviale e torrentizia dei corsi d'acqua maggiori. L'edificazione in queste aree deve escludere la possibilità di realizzazione di locali interrati.
3. Fasce di territorio ubicate al piede di pareti rocciose: sono fasce ristrette, dislocate tra pareti e fondovalle in località Fomarco basso e Rumianca, dove non sono stati individuati indizi di crolli passati ma si ritiene tuttavia preferibile, in caso di nuova edificazione, effettuare una verifica di stabilità dettagliata del versante soprastante.
4. Terreni di copertura con mediocri caratteristiche geotecniche: data 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.

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, gli alpeggi di alta quota, ubicati prevalentemente su ripiani di origine glaciale. In caso di interventi in queste aree, dovranno essere svolte analisi specifiche preventive che comprendano anche l'intorno significativo, al fine di valutare le effettive condizioni di pericolosità e di rischio, così come previsto al punto 6.2 della N.T.E. della Circ. 7/LAP. 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 ed ai fronti rocciosi prossimi alle zone di abitato, quali quello soprastante Rumianca (Sasso di Gravellona).

CLASSE IIIB - Comprende numerose aree, dislocate con buona continuità lungo l'intero fondovalle. Come già precisato nei paragrafi precedenti e come si evince dalla legenda riportata nelle tavole, la classe IIIB è stata suddivisa in quattro sottoclassi che meglio rappresentano e delimitano le zone, a differente grado di rischio, individuate nel territorio comunale.

1. Zone comprese nella classe IIIB₁

Requisito per l'inserimento in questa sottoclasse è rappresentato dal grado di rischio medio, determinato dalla presenza di processi geomorfologici non particolarmente intensi (ad es. una collocazione in zona distale di un conoide) e di opere di difesa e riassetto, il cui grado di efficienza è da valutare in dettaglio, allo scopo di verificarne la validità per la minimizzazione del rischio.

Per queste aree, l'edificabilità è condizionata alla verifica delle opere presenti ed alla stesura di un cronoprogramma delle stesse, che ne preveda anche il costante controllo e manutenzione

con successiva trasformazione delle aree in una classe IIIB successiva o in classe IIIA per le aree inedificate, che ne determinerà la fruibilità urbanistica. Particolare attenzione deve essere posta alle condizioni delle opere in seguito ad eventi alluvionali, anche di non grave entità, che ne possono tuttavia diminuire l'efficienza: sarà cura dell'Amministrazione Comunale segnalare le situazioni di sovralluvionamento al Settore OO.PP. della Regione Piemonte ed attendere disposizioni; deve essere inoltre garantita la conservazione di un ottimale profilo di equilibrio dei corsi d'acqua, evitando sovralluvionamenti.

2. Zone comprese nella classe IIIB₂

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. Per queste aree l'edificabilità è condizionata alla realizzazione o completamento delle opere di riassetto ed alla stesura di un cronoprogramma delle stesse che ne preveda anche il costante controllo e manutenzione.

3. Zone comprese nelle classi IIIB₃ e IIIB₄

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 espansioni urbanistiche, in considerazione degli intensi processi geomorfologici che le caratterizzano.

Zone comprese nella classe IIIC

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

16 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. Nel quadro normativo di riferimento, 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 per l'intero territorio comunale, quale misura non strutturale di intervento, che tenga in particolare considerazione le zone inserite in classe III di idoneità urbanistica.

CRONOPROGRAMMA

LOCALITÀ	INTERVENTO	FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4
----------	------------	--------	--------	--------	--------

	RICHIESTO				
CONOIDE T. ANZA – FOMARCO	REALIZZAZIONE B DI PROGETTO PAI, INTEGRAZIONE E VERIFICA OPERE ESISTENTI	PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO E VERIFICA OPERE	COLLAUDO E MESSA IN SICUREZZA DELLE AREE	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAOR-DINARIA DELLE OPERE
S. ROCCO – SANTA MARIA	REGIMAZIONE IDRAULICA DEI CORSI D'ACQUA	PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	COLLAUDO E MESSA IN SICUREZZA DELLE AREE	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAOR-DINARIA DELLE OPERE
GULO	SISTEMAZIONE VERSANTE IN DISSESTO	PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	COLLAUDO E MESSA IN SICUREZZA DELLE AREE	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAOR-DINARIA DELLE OPERE
CASE BORRETTO	REGIMAZIONE IDRAULICA E SISTEMAZIONE VERSANTE	PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	COLLAUDO E MESSA IN SICUREZZA DELLE AREE	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAOR-DINARIA DELLE OPERE
PIANO	REGIMAZIONE IDRAULICA	PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	COLLAUDO E MESSA IN SICUREZZA DELLE AREE	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAOR-DINARIA DELLE OPERE
BAITE	MONITORAGGIO VERSANTE PER L'ANALISI DEI PROCESSI GRAVITATIVI	PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	REALIZZAZIONE DEL MONITORAGGIO	ANALISI E STUDIO DEI DATI RACCOLTI	EVENTUALE REALIZZAZIONE OPERE DI RIASSETTO
VILLA	REGIMAZIONI IDRAULICHE	PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	COLLAUDO E MESSA IN SICUREZZA DELLE AREE	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAOR-DINARIA DELLE OPERE
ZONA APICALE DEL T. MARMAZZA	INSERIMENTO NEL PIANO DI PROTEZIONE CIVILE E ANALISI DI DETTAGLIO DEL BACINO PER IL RIASSETTO FINALIZZATTO ALLA MINIMIZZAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI TRASPORTO DI MASSA IN CONOIDE	STUDIO DI DETTAGLIO E PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	COLLAUDO E MESSA IN SICUREZZA DELL'AREA	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAOR-DINARIA DELLE OPERE
VILLAGGIO RUMIANCA E CONCENTRICO PIEVE	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 STRAOR-DINARIA DELLE OPERE
AREA TESSENDERLA	REALIZZAZIONE NUOVE OPERE DI DIFESA IDRAULICA SUL MARMAZZA E APERTURA DEL TRATTO COPERTO	PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	COLLAUDO E MESSA IN SICUREZZA DELLE AREE	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAOR-DINARIA DELLE OPERE
BUCHERO - CASELLA	REGIMAZIONI IDRAULICHE	PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	COLLAUDO E MESSA IN SICUREZZA DELLE AREE	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAOR-DINARIA DELLE OPERE
CASE GIANNINI	MONITORAGGIO VERSANTE - REGIMAZIONI IDRAULICHE	PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	REALIZZAZIONE DEL MONITORAGGIO – REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI DIFESA IDRAULICA	ANALISI E STUDIO DEI DATI RACCOLTI – COLLAUDO E MESSA IN SICUREZZA DELLE AREE	EVENTUALE REALIZZAZIONE OPERE DI RIASSETTO – MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAOR-DINARIA DELLE OPERE
GAGGETTO	COMPLETAMENTO OPERE	PROGETTAZIONE	REALIZZAZIONE DEL	ANALISI E STUDIO DEI	EVENTUALE

	DI DIFESA IN PROGETTO E MONITORAGGIO VERSANTE	DEFINITIVA ED ESECUTIVA	MONITORAGGIO – REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI DIFESA IDRAULICA	DATI RACCOLTI – COLLAUDO E MESSA IN SICUREZZA DELLE AREE	REALIZZAZIONE OPERE DI RIASSETTO – MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAOR-DINARIA DELLE OPERE
LORO	ADEGUAMENTO OPERE IDRAULICHE ESISTENTI E LORO INTEGRAZIONI E COMPLETAMENTI	PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	COLLAUDO E MESSA IN SICUREZZA DELLE AREE	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAOR-DINARIA DELLE OPERE
RUMIANCA	MONITORAGGIO VERSANTE PER L'ANALISI DEI PROCESSI GRAVITATIVI	PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	REALIZZAZIONE DEL MONITORAGGIO	ANALISI E STUDIO DEI DATI RACCOLTI	EVENTUALE REALIZZAZIONE OPERE DI RIASSETTO
RUMIANCA - CONCENTRICO	ADEGUAMENTO E INTEGRAZIONI OPERE IDRAULICHE ESISTENTI	PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	COLLAUDO E MESSA IN SICUREZZA DELLE AREE	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAOR-DINARIA DELLE OPERE
RUMIANCA - CONOIDE T. ARSA	VERIFICA OPERE ESISTENTI ED INSERIMENTO NEL PIANO DI PROTEZIONE CIVILE; ANALISI DI DETTAGLIO DEL BACINO PER LA MINIMIZZAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DA TRASPORTO IN MASSA CON PARTICOLARE RIGUARDO ALLA ZONA APICALE DEL CONOIDE	ANALISI DI DETTAGLIO DEL BACINO; VERIFICA OPERE ; PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO EVENTUALI COMPLETAMENTI ED INTEGRAZIONI	COLLAUDO E MESSA IN SICUREZZA DELL'AREA	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAOR-DINARIA DELLE OPERE
MEGOLO CIMA	MONITORAGGIO VERSANTE PER L'ANALISI DEI PROCESSI GRAVITATIVI	PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	REALIZZAZIONE DEL MONITORAGGIO	ANALISI E STUDIO DEI DATI RACCOLTI	EVENTUALE REALIZZAZIONE OPERE DI RIASSETTO
MEGOLO MEZZO	MONITORAGGIO VERSANTE PER L'ANALISI DEI PROCESSI GRAVITATIVI	PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	REALIZZAZIONE DEL MONITORAGGIO	ANALISI E STUDIO DEI DATI RACCOLTI	EVENTUALE REALIZZAZIONE OPERE DI RIASSETTO
MEGOLO MEZZO	ADEGUAMENTO E INTEGRAZIONI OPERE IDRAULICHE ESISTENTI	PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	COLLAUDO E MESSA IN SICUREZZA DELLE AREE	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAOR-DINARIA DELLE OPERE
MEGOLO FONDO – CANTINITT	MONITORAGGIO VERSANTE PER L'ANALISI DEI PROCESSI GRAVITATIVI	PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA	REALIZZAZIONE DEL MONITORAGGIO	ANALISI E STUDIO DEI DATI RACCOLTI	EVENTUALE REALIZZAZIONE OPERE DI RIASSETTO
MEGOLO FONDO	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 STRAOR-DINARIA DELLE OPERE

17 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Si vuole ricordare in questa sede che, sulla base delle prescrizioni della Circolare 7/LAP e delle prescrizioni avanzate dalle Direzioni dei Servizi della Regione Piemonte, devono 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 minore, è prescritta una fascia di rispetto minima, inedificabile, non inferiore a 10 metri, intesa come arretramento del filo di costruzione e del filo di recinzione, nella quale non potranno essere realizzati nuovi interventi edilizi, compresi box, pertinenze e simili;
9. 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);
- 10.** per le captazioni idropotabili, in conformità con quanto disposto dal DPR 236/88 e dai D. Lgs. 152/99 e 258/00, 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;
11. 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; si richiama, in particolare, la necessità di realizzare un adeguato sistema di riassetto idraulico nel settore di fondovalle compreso tra i T. Anza e Marmazza, attualmente caratterizzato da un sistema molto carente di regimazione delle acque superficiali;
12. 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;

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 ricadenti nelle aree 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 previste al punto 6.2 della N.T.E./99;
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 ineditata e IIIB4 se edificata;
16. 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;
17. per una profondità di 50 metri dal limite esterno di invasione massi, si prescrive l'obbligo di verifica locale delle condizioni di pericolosità per processi gravitativi;
18. 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;
19. deve essere applicato integralmente quanto disposto dall'Art. 18, comma 7 delle N.T.A. del P.A.I.;
20. dovrà essere predisposto un Piano di Protezione Civile esteso all'intero territorio comunale;
21. eventuali abitati sparsi ricadenti entro le fasce A e B del P.A.I., non rappresentati sugli elaborati cartografici per motivi di scala, sono da ritenersi sottoposti a quanto previsto dagli Artt. 29, 30 e 39 delle N.T.A. del P.A.I.

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 IIIB1, l'attuazione delle previsioni urbanistiche è sospesa sino alla verifica della validità delle opere di riassetto esistenti: nell'ambito di tale verifica, dovrà

essere esplicitata la valenza tecnico-urbanistica di dette opere e valutata la necessità di ulteriori, limitati, completamenti. La valutazione dovrà essere condotta dall'Ufficio Tecnico Comunale, in collaborazione con tecnici competenti, che, con documentazione tecnica adeguata, specifichino la destinazione urbanistica delle opere e compilino il programma di manutenzione, sia ordinario che straordinario, necessario per il mantenimento della piena efficienza. Nel cronoprogramma verranno indicate le aree inserite in classe IIIB1. Al termine dell'iter di verifica, del conseguente inserimento in una classe IIIB successiva o nella classe IIIA e dell'eventuale costruzione delle ulteriori opere necessarie e del loro collaudo, funzionale alla fruizione urbanistica delle aree interessate, potranno essere realizzate le previsioni urbanistiche del piano. Le limitazioni d'uso del territorio in classe IIIB1 allo stato attuale ed il loro variare a seguito della realizzazione delle sistemazioni idrogeologiche, sono specificate nella legenda della cartografia di sintesi;

2. 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 allo stato attuale ed il loro variare a seguito della realizzazione delle sistemazioni idrogeologiche, sono specificate nella legenda della cartografia di sintesi;
3. 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 allo stato attuale ed il loro variare a seguito della realizzazione delle sistemazioni idrogeologiche, sono specificate nella legenda della cartografia di sintesi;
4. 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;

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. 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;
10. 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);
11. 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;
12. 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; per l'area classificata in classe IIIB₁ sul conoide del T. Marmazza dovrà essere sviluppato uno studio idraulico, con particolare riguardo alle portate solide ed alla magnitudo calcolate nella presente relazione, corredato di un

cronoprogramma delle opere di riassetto e di difesa compatibile con il quadro tecnico-economico;

18 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
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA. - F. 15 *Domodossola* e F. 30 *Varallo*, scala 1:100.000, Roma.
- CASTIGLIONI G.B. – “Studio geologico e morfologico del territorio di Baceno e Premia (Val d'Ossola – Alpi Lepontine)”, Soc. Coop. Tipografica, Padova, 1958
- CASTIGLIONI G.B. - "Geomorfologia" UTET 1979
- CERIANI M., FOSSATI D., QUATTRINI S. – “Valutazione della pericolosità geologica sulle conoidi” - Professione geologo Rivista dell'O.G.L (Aprile 1998), pp. 23÷31
- D'AGOSTINO V., CERATO M., COALI R. – “Il trasporto solido di eventi estremi nei torrenti del Trentino Orientale” – Internationales Symposion INTERPRAEVENT 1996 – GARMISCH-PARTENKIRCHEN – Tagungspublikation, Band 1, Seite 377÷386
- D'AGOSTINO V. – “Analisi quantitativa e qualitativa del trasporto solido torrentizio nei bacini montani del Trentino Orientale” - “Scritti dedicati a Giovanni Tournon”, Associazione Italiana di Ingegneria Agraria – A.I.I. (Giugno 1996)
- MARCHI L., TECCA P.R. - “Magnitudo delle colate detritiche nelle Alpi Orientali Italiane” – Estratto da GEAM, Geoingegneria ambientale e mineraria (Giugno-Settembre 1996), pp. 79÷86
- PASUTO A., MARCHI L., TECCA P.R. – “Tipologia del trasporto solido torrentizio su conoidi alluvionali nell'alto bacino dell'Avisio (Dolomiti)” – Boll. Soc. Geol. It., 111 (1992), 41-51, 6 ff., 6 tabb.
- RACHOCKI A.H. - Alluvial fans, (1981) – Wiley and sons, 161 pp.
- 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.
- SOC. GEOL. IT. - Guida geologica regionale - Le Alpi dal M.te Bianco al Lago Maggiore, (1992)
- STRAHLER A. H. - "Geografia fisica" - Edizione italiana a cura di G. B. Pellegrini, U. Sauro, G. Zanon - ED. PICCIN 1984
- VISINTAINER P., TURRINI M.C. - “Carta della pericolosità di eventi naturali della Val Duron (Trentino Alto Adige)” – Geologia Tecnico & ambientale – 2/1995 – pp. 17÷33
- “Introduction to fluvial processes” - Edited by Richard J. Chorley - 1969 Methuen & Co Ltd