



# PIANO REGOLATORE GENERALE COMUNALE

## **VARIANTE PARZIALE AL P.R.G. N.6** (art.17 c. 7 Lur 56/77)

### **Progetto Definitivo ELABORATO n. 36**

### **Relazione Geologico Tecnica variante**

**Il Progettista:**  
Arch. Giovanni Previgliano

**Il Sindaco:**  
Alberto Valmaggia

### **ITER DI APPROVAZIONE:**

Delibera di Adozione di Consiglio Comunale n. 123 del 14.12.2010  
Pubblicazione dal 11.01.2010 al 10.02.2011

Delibera di Approvazione di Consiglio Comunale n. 50 del 24.05.2011

**Il Responsabile del Procedimento:**  
Geom. Claudio Luciano

**Il Dirigente:**  
Arch. Giovanni Previgliano



**Comune di Cuneo**

---

# PRG

## **Piano Regolatore Generale**

Approvato con Deliberazione Giunta Regionale n.40-9137 del 07 luglio 2008  
Pubblicato sul Bollettino Ufficiale Regione Piemonte n. 29 del 17 luglio 2008

---

**Progettisti:**

Arch. Giuseppe Campos Venuti  
Arch. Carlo Alberto Barbieri  
Arch. Federico Oliva  
Arch. Giovanni Previgliano

**Indagini geologico tecniche:**

Geol. Giuseppe Galliano

**Sindaco:**

Alberto Valmaggia

**P**

---

ELABORATI PRESCRITTIVI

**P8**

---

**RELAZIONE GEOLOGICO - TECNICA**



# Piano Regolatore Generale Comunale

Deliberazione Programmatica,	D.C.C. n. 16 del 29 novembre 2000
Progetto Preliminare,	D.C.C. n.12 del 29 gennaio 2002
Adozione controdeduzioni,	D.C.C. n.79 del 29 giugno 2004
	D.C.C. n. 81 del 30 giugno 2004,
	D.C.C. n. 82 del 1 luglio 2004
Progetto Definitivo,	D.C.C. n. 147 del 21 dicembre 2004
Adozione controdeduzioni,	D.C.C. n. 41del 21 marzo 2007
Approvato con	D.G.R. n. 40-9137 del 07 luglio 2008
Publicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte n. 29 del 17 luglio 2008	
Presa d'atto	D.C.C. n. 115 del 25 novembre 2008

## Elaborato modificato a seguito di:

Correzione di errori materiali	D.C.C. n. 116 del 25 novembre 2008
Variante Parziale n.1	D.C.C. n. 27 del 25 febbraio 2009
Variante Parziale n.5	D.C.C. n. 18 del 26 gennaio 2010
Variante Parziale n.6	D.C.C. n. 50 del 24 maggio 2011

**Progettisti:**

Arch. Giuseppe Campos Venuti,  
Arch. Carlo Alberto Barbieri,  
Arch. Federico Oliva,  
Arch. Giovanni Previgliano,

**con**

Arch. P. Galuzzi, Arch. C. Giaimo, Arch. P.G. Vitillo,

**Ufficio di Piano Regolatore:**

G. Previgliano Dirigente di Settore,  
Geom. C. Luciano, Geom. W. Ferrione, Ing. E. Lovera,  
Arch. P. Cesano, Geom. A. Fracchia, Arch. B. Giordana,  
Arch. G. Morandi, Geom. S. Simise.

**Indagini storico-architettoniche:**

Arch. Piergiorgio Tosoni

**Indagini geologico tecniche:**

Geol. Giuseppe Galliano

## INDICE

<b>1.0 - PREMESSA</b>	<b>5</b>
<b>2.0 - VINCOLI ESISTENTI SUL TERRITORIO</b>	<b>9</b>
<b>3.0 - NORMATIVA VIGENTE DI RIFERIMENTO ALLE TEMATICHE ANALIZZATE</b>	<b>9</b>
<b>4.0 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO</b>	<b>11</b>
<b>4.1 - ELEMENTI CLIMATICI E PLUVIOMETRICI</b>	<b>12</b>
<b>4.2 - CARATTERI PLUVIOMETRICI</b>	<b>14</b>
<b>5.0 - LINEAMENTI GEOLOGICI</b>	<b>16</b>
<b>5.1 - CARTA GEOLOGICA</b>	<b>20</b>
<b>5.2 - CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TERRENI</b>	<b>21</b>
<b>5.3 - CARTA LITOTECNICA DEI TERRENI</b>	<b>23</b>
<b>6.0 - CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE</b>	<b>24</b>
<b>6.1 – SUPERFICIE PIEZOMETRICA</b>	<b>34</b>
<b>6.2 - CARTA GEOIDROLOGICA</b>	<b>35</b>
<b>7.0 - CARATTERI IDROGRAFICI</b>	<b>36</b>
<b>7.1 – IL TORRENTE STURA</b>	<b>36</b>
7.1.1 Caratteristiche del bacino	37
<b>7.2 - IL TORRENTE GESSO</b>	<b>37</b>
<b>7.3 - IL TORRENTE GRANA</b>	<b>38</b>
<b>7.4 - IL TORRENTE COLLA</b>	<b>38</b>
<b>7.5 - CANALI IRRIGUI</b>	<b>39</b>
<b>Sinistra Stura</b>	<b>39</b>
<b>Destra Stura</b>	<b>39</b>
<b>Torrente Gesso</b>	<b>39</b>
<b>7.6 - CARTA DELLE OPERE DI DIFESA IDRAULICA CENSITE</b>	<b>39</b>
<b>8.0 - OSSERVAZIONI GEOMORFOLOGICHE - PROCESSI MORFODINAMICI</b>	<b>40</b>
<b>8.1 – IDROGRAFIA PRINCIPALE – TENDENZA EVOLUTIVA</b>	<b>41</b>
<b>8.2 - FORME DI MODELLAMENTO DEI VERSANTI</b>	<b>42</b>
<b>8.3 – BANCA DATI GEOLOGICA</b>	<b>43</b>

---

<b>8.4 – PERIMETRAZIONE AMBITI DEL P.S.F.F. E DEL P.A.I.</b>	<b>44</b>
<b>8.5 - CARTA GEOMORFOLOGICA DEI DISSESTI, DELLA DINAMICA FLUVIALE E DEL RETICOLATO IDROGRAFICO</b>	<b>45</b>
<b>8.6 – DINAMICA FLUVIO - TORRENTIZIA</b>	<b>48</b>
8.6.1 – Il Bacino idrografico del torrente Colla	49
8.6.2 – Analisi idrologiche e idrauliche	49
8.6.3 - Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica puntuali	49
8.6.4 - Calcolo delle portate di piena sui bacini idrografici di piccole dimensioni	51
8.6.5 - Metodo razionale	52
8.6.6 - Determinazione della portata di progetto	53
8.6.7 - Verifica della capacità di convogliamento	54
<b>9.0 - PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E RISCHIO GEOLOGICO</b>	<b>60</b>
<b>9.1 – VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA</b>	<b>62</b>
<b>10.0 - LA CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA E DELL'IDONEITA' ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA</b>	<b>65</b>
<b>10.1 – CONSIDERAZIONI SUL TERRITORIO DI CUNEO</b>	<b>67</b>
<b>10.2.0 – PROPOSTA DI NORMATIVA RELATIVA ALLE TIPOLOGIE D'INTERVENTO EDILIZIO ED URBANISTICO AMMESSE IN FUNZIONE DELLE CLASSI DI RISCHIO</b>	<b>69</b>
<b>10.2.1.0 - AMBITI EDIFICABILI</b>	<b>69</b>
10.2.1.1 <u>Classe I</u>	69
10.2.1.2 <u>Classe IIa</u>	69
<b>10.2.2.0 - AMBITI A EDIFICABILITÀ CONDIZIONATA ED INEDIFICABILI</b>	<b>70</b>
10.2.2.1 <u>Classe IIb</u>	70
10.2.2.2 <u>Classe III non differenziata</u>	71
10.2.2.3 <u>Classe IIIa1</u> (aree a pericolosità elevata )	72
10.2.2.4 <u>Classe IIIa2</u> (aree a pericolosità molto elevata)	73
10.2.2.5 <u>Classe IIIb2</u>	74
10.2.2.6 <u>Classe IIIb3</u>	75
10.2.2.7 <u>Classe IIIc</u>	77
<b>11.0 – FASCE DI PERTINENZA DELLA RETE IDROGRAFICA</b>	<b>78</b>
<b>11.1 – IDROGRAFIA SUPERFICIALE</b>	<b>78</b>
11.1.1 - Il reticolo idrografico principale	78
11.1.2 - Il reticolo idrografico minore.	78

---

<b>11.2 – FASCE DI RISPETTO DAI CORSI D’ACQUA E FASCE FLUVIALI</b>	<b>80</b>
<b>11.3 – RETE IRRIGUA E TIPOLOGIE CANALI</b>	<b>86</b>
<b>12.0 - ATTIVITA’ ESTRATTIVA</b>	<b>89</b>
<b>13.0 - LA RELAZIONE GEOLOGICA PER GLI INTERVENTI NELLE VARIE CLASSI</b>	<b>89</b>
<b>14.0 - ANALISI DI DETTAGLIO DEI LOTTI INTERESSATI DA NUOVA ATTIVITA’ EDIFICATORIA</b>	<b>91</b>
<b>14.1 – CONSIDERAZIONI GENERALI</b>	<b>91</b>
<b>14.2 – SCHEDE DESCRITTIVE DELLE SINGOLE AREE</b>	<b>93</b>
<b>15.0 - RIFERIMENTI LEGISLATIVI</b>	<b>119</b>
<b>16.0 - BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE</b>	<b>121</b>
<b>- APPENDICE A - ALLEGATI</b>	

## **1.0 - PREMESSA**

*Gli ormai noti eventi idrometeorologici di eccezionale intensità, che hanno interessato il Piemonte nell'ultimo decennio (novembre 1994, ottobre 1996, ottobre 2000, luglio 2002), hanno segnato in modo significativo il territorio della Provincia di Cuneo determinando danni ingenti e provocando decine di vittime. I rilevanti effetti geomorfologici prodotti hanno assunto una proporzione catastrofica in particolare nei bacini dei fiumi Tanaro e Bormida di Millesimo nonché del Torrente Belbo (novembre 1994), mentre nelle Valli Stura, Gesso e Vermenagna hanno prodotto danni significativi soprattutto in concomitanza degli eventi più recenti (1996 – 2000 - 2002).*

*Quest'ultimi, ottobre 1996 dal Monregalese alla Val Vermenagna, maggio 1998 a Sarno, settembre 1999 a Soverato, giugno 2000 e luglio 2002 nelle Alpi Occidentali, hanno ulteriormente sottolineato l'importanza della assoluta necessità di una nuova politica di gestione del territorio impostata sulla base di una programmazione di interventi strutturali coordinati e programmati per una più efficace difesa del territorio intesa, quest'ultima, non come lavori di pronto intervento conseguenti ai sempre più frequenti eventi alluvionali, ma bensì all'insieme dei lavori sia di carattere intensivo sia estensivo rientranti in uno studio complessivo ed organico a livello di bacino idrografico e comprensivi di fasi e programmi di manutenzione delle opere.*

*In tale contesto la conoscenza del territorio, nelle sue varie componenti, diventa un elemento fondamentale in cui un ruolo determinante è svolto dalle componenti geologica e geomorfologica.*

*L'Amministrazione Comunale di Cuneo, adottò il Progetto Preliminare del Piano Regolatore nel 2001 già predisposto secondo le indicazioni della Circolare PGR n°7/LAP. Successivamente all'approvazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) con Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po in data 26 aprile 2001, approvato con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 24 maggio 2001, e l'introduzione delle recenti normative (D.G.R. 15 luglio 2002 n.45-6656, D.P.G.R. 18 ottobre 2002, n°9/R), si rese necessaria una revisione sostanziale della documentazione di carattere geologico e idrogeologico al fine di poter procedere alla condivisione del quadro di dissesto complessivo del territorio comunale. Tale condivisione è stata affrontata in sede tecnica con le rispettive Direzioni Regionali dell'Urbanistica, Difesa Suolo, Opere Pubbliche e Arpa Piemonte mediante la produzione di integrazioni specifiche rese necessarie anche a seguito degli effetti del recente evento alluvionale del mese di luglio 2002 in particolare per quanto concerne il torrente Colla, con approfondimenti d'indagine (6.4 Circolare P.G.R. n.7/LAP e successiva Nota Tecnica Esplicativa). Inoltre, in merito al torrente Grana si è tenuto conto dei recenti studi effettuati dall'Autorità di Bacino nell'ambito del sottoprogetto SP1.4 sulla base dei quali è stata adeguata la definizione degli ambiti con differente pericolosità geomorfologica ottenuti sulla base*

dell'indagine approfondita disponibile, secondo quanto previsto nella D.G.R. 15 luglio 2002 n.45-6656:

Ciò premesso, gli elaborati geologici e geologico tecnici predisposti ottemperano quanto disposto dalla normativa vigente in materia ed in particolare:

- Legge Regionale n. 56/77, la quale prevede, all'art. 14 comma 2, che gli allegati tecnici al Piano Regolatore Generale comprendano:
  - a) “le indagini e le rappresentazioni cartografiche riguardanti le caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche del territorio”;
  - b) “la relazione geologico - tecnica relativa alle aree interessate da nuovi insediamenti o da opere pubbliche di particolare importanza”;
- Circolare del Presidente della Giunta Regionale del 18/07/1989, n. 16/URE, che definisce con maggiore dettaglio i contenuti degli elaborati tecnici allegati ai P.R.G. e chiarisce le finalità e gli scopi degli elaborati geologici di cui all'art. 14 sopra citato;
- Circolare P.G.R. del 08/05/1996 n. 7/LAP e la relativa Nota Tecnica Esplicativa, che definiscono e dettagliano le “Specifiche tecniche per l'elaborazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici”.
- D.G.R. 31-3749 del 06/08/2001, “Adempimenti regionali conseguenti l'approvazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI). Procedure per l'espressione del parere Regionale sul quadro del dissesto contenuto nei PRGC, sottoposti a verifica di compatibilità idraulica ed idrogeologica. Precisazioni tecniche sulle opere di difesa delle aree inserite in classe IIIb, ai sensi della Circ. P.G.R. n. 7/LAP dell'08/05/1996” che ha esplicitato le procedure di approvazione ed i criteri tecnici a cui attenersi per la contestuale verifica di compatibilità del P.R.G. con il “Piano Stralcio per la difesa del suolo dal rischio idraulico e idrogeologico” (di seguito denominato P.A.I.) approvato con D.P.C.M. 24/05/2001;
- la D.G.R. 15 Luglio 2002 n. 45-6656 “Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI). Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po in data 26 aprile 2001, approvato con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 24 maggio 2001. Indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico.” Si tratta del documento che può essere definito come il “Testo Unico” dei riferimenti normativi sia statali sia regionali in merito agli indirizzi da seguire per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico.

Allo scopo di fornire un'indicazione concreta in merito agli elementi normativi che in qualche modo interagiscono con le tematiche considerate ed analizzate nelle analisi di tipo territoriale affrontate, nella presente viene fornito un quadro dei riferimenti legislativi aggiornato alla data dell'elaborato stesso (cfr. paragrafo 15.0).

Il lavoro viene svolto nell'intento di ottemperare alle norme di Legge citate procedendo ad un'analisi delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, geoidrologiche generali dell'intero

territorio, integrate da un esame di dettaglio delle aree ricadenti negli ambiti della zonizzazione del nuovo P.R.G.C. interessati da aree di nuovo impianto e aree di completamento.

*Gli elaborati cartografici predisposti, e le note illustrative agli stessi, possono chiarire meglio il significato dei contributi che le scienze della terra offrono agli studi di pianificazione territoriale. In particolare si pone in evidenza l'importanza del supporto fornito dalle indagini geologico - tecniche ai processi di pianificazione del territorio e più in generale agli interventi di progettazione per opere suscettibili di indurre modificazioni nell'assetto naturale del suolo e del sottosuolo.*

*Muovendoci in quest'ottica, al fine di realizzare una cartografia di base geologica e geomorfologica ottimale, che porti ad una conoscenza approfondita del territorio e nel contempo fornisca un adeguato supporto per la scelta di indirizzi più opportuni, si è operato secondo alcuni criteri principali che tengono conto delle esperienze maturate nei processi di pianificazione e del quadro normativo sia nazionale sia regionale.*

*La logica del programma d'indagine adottato deriva, oltre che da comuni esperienze acquisite in ricerche analoghe, dalla certezza che nella programmazione territoriale è di gran lunga più conveniente, in taluni casi indispensabile, comunque più logico, prevedere scelte ottimali piuttosto che preoccuparsi in un secondo tempo delle soluzioni dei problemi scaturiti da decisioni incaute ed affrettate. Gli effetti dei recenti eventi alluvionali sono una dimostrazione concreta della convenienza assoluta che riveste la prevenzione nella gestione del territorio.*

*L'iniziale inquadramento del territorio in esame, sia per quanto riguarda l'aspetto fisico che quello più propriamente geologico, si è basato sulla raccolta dettagliata di tutti i dati reperibili in letteratura, in particolare si è considerato:*

- a) la cartografia geologica e geomorfologica edita dal Servizio Geologico d'Italia,*
- b) la cartografia e la bibliografia pubblicate dal CNR-IRPI di Torino,*
- c) i dati reperibili negli atlanti SCAI ed AVI,*
- d) la bibliografia scientifica nazionale ed internazionale,*
- e) la cartografia e la bibliografia editate dalla Banca Dati Geologica della Regione Piemonte oltre ai dati forniti dall'archivio Processi / Effetti;*
- f) l'Allegato 4 al P.A.I. contenente la Delimitazione delle aree in dissesto redatta dall'Autorità di Bacino del Fiume Po.*

*Il lavoro sul terreno e la conseguente elaborazione grafica si sono svolti seguendo fasi successive d'analisi comprendenti:*

- l'allestimento di una documentazione di base per la bibliografia;*
- l'assemblaggio di una base cartografica;*
- il reperimento ed impiego delle aerofotografie del volo di proprietà del Comune, realizzate il 30/04/99, e del volo Regione Piemonte del 1994.*

*I tempi successivi del lavoro sono stati:*

1. rilievo ed elaborazione delle informazioni relative alle caratteristiche geologico - strutturali e geotecniche generali dei terreni;
2. raccolta delle informazioni relative alle opere idrauliche, pozzi e sorgenti e stesura della Carta geoidrologica;
3. studio preliminare mediante fotointerpretazione delle strutture geologiche principali, delle morfostrutture e del reticolato idrografico, delle diverse fenomenologie dissestive;
4. redazione della Carta geomorfologica dei dissesti e della dinamica fluviale, finalizzata al rilevamento dei processi morfologici cronologicamente interferenti con l'attività umana (rilevamento dei dissesti in atto, con il controllo e la definizione sul terreno delle cause genetiche e della tendenza evolutiva dei fenomeni stessi, delle aree potenzialmente dissestabili);
5. censimento delle opere idrauliche secondo i criteri del sistema regionale codificato SICOD;
6. la correlazione sintetica degli elementi raccolti, ha consentito l'elaborazione e la redazione della Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità urbanistica espressa mediante una legenda semplificata in modo da raggiungere il massimo della chiarezza e da risultare comprensibile anche ai non addetti, facendo riferimento alla proposta metodologica contenuta nella circolare 7/LAP.

Più in dettaglio, gli elaborati cartografici prodotti per il Progetto Definitivo, relativi alla prima, alla seconda ed alla terza fase come contemplate nella Circolare P.G.R. n° 7/LAP, sono i seguenti:

#### **Prima Fase**

- ⇒ **Carta geologica** alla scala 1:10.000 (Tav. P8.1);
- ⇒ **Carta geoidrologica** alla scala 1:10.000 (Tav. P8.2);
- ⇒ **Carta geomorfologica, dei dissesti, della dinamica fluviale e del reticolato idrografico superficiale** alla scala 1:10.000 (Tav. P8.3);
- ⇒ **Carta delle Caratteristiche litotecniche dei terreni** alla scala 1:10.000 (Tav. P8.4);
- ⇒ **Carta delle opere di difesa idraulica censite** alla scala 1:10.000 (Tav. P8.5);

#### **Seconda Fase**

- ⇒ **Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica** alla scala 1:10.000 (Tav. P8.6);
- ⇒ **Analisi idrologiche e idrauliche T. Gesso (elaborato P8.8).**

#### **Terza Fase**

- ⇒ **Tavola di Zonizzazione del territorio con sovrapposizione delle classi di pericolosità geomorfologica** (Tav. P8.7), alla scala 1:5.000;

⇒ **Relazione Geologico – Tecnica** (Elaborato P8 - Appendice A-Allegati) contiene le schede monografiche relative alle singole aree interessate da nuovi insediamenti.

*Non è stata prodotta la carta delle pendenze poiché poco significativa, e soprattutto di scarsa utilità ai fini delle tematiche analizzate. Si tenga conto inoltre che l'impiego delle basi CTR, per il contesto analizzato, non consente una predisposizione accettabile di tale elaborato.*

*In considerazione del differente grado di dettaglio tra le basi di rilevamento originario (fotorestituzione alla scala 1:5.000, volo 1999 del Comune) e le basi C.T.R. alla scala 1:10.000 utilizzate per la stampa degli elaborati prodotti, sono prevedibili difformità dei confini territoriali e di alcune informazioni cartografiche.*

## **2.0 - VINCOLI ESISTENTI SUL TERRITORIO**

Il territorio comunale di Cuneo, attualmente, risulta interessato dai seguenti vincoli imposti da leggi dello stato e leggi regionali, le cui perimetrazioni sono visualizzate negli estratti cartografici allegati al Piano:

- D.Lgs. 29/10/99 n. 490, che definisce le norme in materia di tutela di beni culturali, ambientali e paesistici, e L.R. n. 20 del 03/04/1989; sul territorio in esame tale vincolo grava nella fascia di 150 m dall'alveo delle acque pubbliche rappresentate dal Fiume Stura e dal Torrente Gesso.
- L.R. 09/08/1989 n. 45 riguardante l'applicazione del vincolo idrogeologico di cui al R.D.L. n. 3267 del 30/12/1923. Il territorio vincolato comprende il fondovalle dei due corsi d'acqua principali.
- D.P.C.M. 24/07/98 (approvazione P.S.F.F. – deliberazione Autorità di Bacino n. 26/1997) e D.P.C.M. 24/05/2001 (approvazione P.A.I. – deliberazione Autorità di Bacino n. 18/2001) che delimitano i settori caratterizzati da processi morfologici attivi ad alta pericolosità quali gli alvei principali del Fiume Stura e del Torrente Gesso e le frane in atto e quiescenti.
- D.P.C.M. 24/05/2001 “Approvazione del “Piano Stralcio per la difesa del suolo dal rischio idraulico e idrogeologico. (Legge 183/89, art. 17 comma 6-ter)” adottato dall’Autorità di Bacino del Fiume Po con Deliberazione del Comitato Istituzionale 26/04/2001 n. 18.

## **3.0 - NORMATIVA VIGENTE DI RIFERIMENTO ALLE TEMATICHE ANALIZZATE**

I ricorrenti e recenti eventi alluvionali hanno portato il legislatore nazionale ad imprimere una decisa accelerazione alla pianificazione di bacino che, nonostante fosse prevista nella L. 183/89, non ha trovato attuazione in quasi tutta Italia. L’Autorità di Bacino del Fiume Po, che già aveva formulato un Progetto di Piano stralcio di difesa idrogeologica, ha quindi adottato nei termini

di legge il “Piano stralcio per la difesa del suolo dal rischio idraulico e idrogeologico ” di seguito denominato PAI.

Il PAI completa il quadro normativo ai sensi della Legge 183/89 e costituisce l’atto pianificatorio conclusivo in materia di “difesa del suolo dal rischio idraulico e idrogeologico”, unificando quanto già previsto dai due precedenti strumenti di pianificazione parziale: il P.S. 45 e il P.s.F.F., estendendo le norme di questi piani a tutto il reticolato idrografico del bacino del Fiume Po.

L’adozione del PAI comporta l’osservanza delle misure temporanee di salvaguardia di cui all’art. 2 della Deliberazione n° 18/2001 del Comitato Istituzionale, tuttavia i comuni interessati sono tenuti a verificare la congruenza degli strumenti urbanistici con lo stato di dissesto del territorio (art. 2 della deliberazione di cui sopra) tenendo conto anche di quanto visualizzato nella cartografia Allegato 4, nonché alle analisi e informazioni in sede locale.

Il presente elaborato e le carte allegate recepiscono le perimetrazioni P.s.F.F. e P.A.I. dettagliandole alla scala 1:10.000 secondo quanto indicato dalla Circolare del Presidente della Giunta Regionale 8 luglio 1999, n. 8/PET “Adeguamento degli strumenti urbanistici comunali al Piano Stralcio delle Fasce Fluviali”, che detta una linea di condotta univoca in ordine al conseguimento dell’accertamento della compatibilità delle scelte urbanistiche con i vari strumenti di pianificazione (P.s.F.F. – P.A.I. – P.T.O./Po).

Oltre alle già citate L.R. 56/77 (legge urbanistica regionale), L.R. 45/89 (tutela del vincolo idrogeologico), D.P.C.M. 24/07/98 (approvazione P.S.F.F.) e D.P.C.M. 24/05/2001 (Approvazione del “Piano Stralcio per la difesa del suolo dal rischio idraulico e idrogeologico), nella stesura degli elaborati geologici si è fatto riferimento ad altre Leggi, le più significative possono essere sintetizzate come segue:

- ⇒ Regio Decreto 25 settembre 1904, n. 523 “Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie”, che specifica le distanze di rispetto dei corsi d’acqua;
- ⇒ Circolare P.G.R. n. 14/LAP/PET del 8 ottobre 1998 fornisce le direttive alle quali attenersi in merito alla “Determinazione delle distanze di fabbricati e manufatti dai corsi d’acqua, ai sensi dell’art. 96, lettera f ), del T.U. approvato con R.D. 25 luglio 1904, n.523” e definisce gli studi necessari per la loro riduzione in sede di stesura del P.R.G.;
- ⇒ D.M.L.P. 11 marzo 1988, n. 47 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate ...” e relative circolari esplicative nazionale e regionale C.M.L.P. 24/09/88 e C.P.G.R. 18/05/90 n. 11/PRE;
- ⇒ Legge 18 maggio 1989, n. 183 “Norme per la difesa del suolo” e successivi atti conseguenti ad eventi calamitosi L. 267/98 (conversione decreto Sarno D.L. 180/98) e L. 365/00 (conversione decreto Soverato D.L. 279/00);

⇒ Legge 5 gennaio 1994, n. 36 “Disposizioni in materia di risorse idriche” e la relativa L.R. 30 aprile 1996, n. 22 “Ricerca, uso e tutela delle acque sotterranee”, così come integrate dal D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 “Disposizioni sulla tutela delle acque dall’inquinamento ...” per quanto riguarda gli aspetti legati alle acque superficiali e sotterranee, con particolare riguardo a quelle destinate al consumo umano (acque idropotabili).

#### **4.0 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO**

Il Comune di Cuneo è localizzato allo sbocco della Valle Stura, all'estremo angolo sudoccidentale della Pianura Padana e risulta circondato da tre lati dalle Alpi Marittime e Cozie. Occupa un territorio la cui estensione è di circa 120 km<sup>2</sup>, dalle caratteristiche altimetriche e morfologiche discretamente omogenee, legate all'assetto subpianeggiante dell'area.

Il centro si trova in una posizione molto particolare, inserita nel cuneo di confluenza del Torrente Gesso nel Torrente Stura di Demonte, in corrispondenza di un terrazzo sospeso di circa una cinquantina di metri di altezza rispetto agli alvei attuali.

Le informazioni topografiche sono compendiate nelle tavolette I.G.M. alla scala 1:25.000 Tarantasca (III N.O.), Castelletto Stura (III S.E.), Cuneo (III S.O.), Beinette (III S.E.) del Foglio n° 80 (CUNEO); ulteriori informazioni si possono ricavare dagli elementi 209100, 209110, 209120, 209140, 209150, 209160, 226020, 226030 e 226040 della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000.

I confini amministrativi del territorio comunale sono definiti:

- ⇒ a nord dai comuni di Busca, Tarantasca e Centallo;
- ⇒ ad est dai comuni di Castelletto Stura, Morozzo e Beinette;
- ⇒ a sud dai comuni di Peveragno, Boves e Borgo San Dalmazzo;
- ⇒ ad ovest dai comuni di Vignolo, Cervasca e Caraglio.

Il punto più elevato del territorio comunale è situato nel settore sudoccidentale, in località Cascina Crocetta in sponda sinistra del Torrente Gesso a quota 610 m s.l.m., mentre il più basso si trova all'estremo nordorientale, lungo il corso dello Stura, a quota 415 m s.l.m..

Altimetricamente il territorio comunale è caratterizzato da un altipiano con pendenza di 1.1% inclinato verso nord-nord-est, concordemente all'andamento del Torrente Gesso, mentre il Torrente Stura assume un andamento verso nord-est incidendo i depositi fluvioglaciali per altezze man mano crescenti verso valle.

Sotto l'aspetto idrografico il territorio comunale è attraversato, da sud-ovest verso nord-est, da tre corsi d'acqua principali:

1. Torrente Stura di Demonte, affluente del Fiume Tanaro;

2. Torrente Gesso, che confluisce nello Stura da destra immediatamente a valle del concentrico;
3. Torrente Grana, che scorre nel settore nordoccidentale ed è invece un affluente diretto del Fiume Po.

L'idrografia secondaria è definita da una fitta rete di canali artificiali e dal Torrente Colla, affluente sinistro del Torrente Josina, che delimita il confine sudorientale del Comune. Il deflusso delle acque superficiali è regolato dalla rete di canali irrigui presenti estesamente in tutto il territorio comunale, il cui senso di scorrimento è concorde all'andamento dell'altipiano.

Il terreno è occupato essenzialmente da coltivazioni, in particolare sono diffuse le colture a prati, seminativi e le colture legnose specializzate quali pioppeti e frutteti principalmente nel settore compreso tra Stura e Grana. Modeste coperture boschive (robinie, querce, ontani, aceri) sono presenti solo lungo le scarpate di terrazzo, troppo acclivi per le coltivazioni.

#### **4.1 - ELEMENTI CLIMATICI E PLUVIOMETRICI**

Il regime termico della zona è temperato-freddo, caratterizzato da modeste escursioni termiche; gelo e precipitazioni nevose sono presenti per un numero di giorni fortemente variabile di anno in anno, con temperature minime che raramente scendono al di sotto dei 10° sotto lo zero durante il mese di Gennaio e numero totale di giorni nevosi di circa 10. Le temperature massime possono raggiungere i 30÷35°, per brevi periodi, durante il mese di Luglio e occasionalmente in Agosto e Settembre.

I valori delle **temperature** medie annue (a q. 545) registrano minimi nel mese di Gennaio (1 °C) e massimi a Luglio (20.8 °C); i valori massimi assoluti sono di -16.8 per il mese di Gennaio e di +34.9 per il mese di Luglio; il numero medio di giorni di gelo è di 68, la neve al suolo è presente approssimativamente per 48 giorni.

	<i>h piogge medie (mm)</i>	<i>n° giorni piovosi (GP)</i>	<i>T medie (°C)</i>
<b>Gennaio</b>	61.0	5.4	1.0
<b>Febbraio</b>	72.5	6.2	2.7
<b>Marzo</b>	103.8	8.4	6.3
<b>Aprile</b>	113.4	8.5	10.2
<b>Maggio</b>	119.7	9.8	14.4
<b>Giugno</b>	103.1	8.7	18.2
<b>Luglio</b>	58.3	5.5	20.8
<b>Agosto</b>	74.8	6.6	19.8
<b>Settembre</b>	85.6	6.2	16.4
<b>Ottobre</b>	114.5	7.2	11.4
<b>Novembre</b>	106.0	6.5	5.9
<b>Dicembre</b>	77.3	5.3	2.4
<b>Annuali</b>	1096.3	84.1	11.1

**Tab. A:** dati di piovosità e temperatura per il Comune di Cuneo - anno medio periodo 1951/1986 (da Atlante Climatologico del Piemonte, 1998).

Le **precipitazioni** per il Comune di Cuneo, desunte dalle pubblicazioni della Regione Piemonte, manifestano carattere equinoziale con massimo assoluto in Maggio: valori delle medie annue di circa 1000 mm; frequenza espressa in giorni piovosi (GP) per anno di circa 90 GP, con un rapporto precipitazioni / giorni piovosi di 11 mm/GP ed una distribuzione PAEI. La massima pioggia mensile fu di 470.3 mm nel maggio 1879 (su 19 GP) mentre sono stati registrati 14 volte mesi senza piogge.

L'andamento delle precipitazioni annue tratto dall'analisi delle Serie climatiche ultracentenarie (Regione Piemonte & UNITO, 1999) evidenzia inoltre la presenza, nell'intervallo temporale 1877-1994, di una chiara tendenza negativa, che, sulla base della relativa retta del trend, permette di stimare, in questi 118 anni, una diminuzione della precipitazione media annua di 106,1 mm pari ad un gradiente negativo di 0,91 mm/anno. In particolare, poi, se si eseguono, per questo stesso periodo temporale 1877-1994, gli andamenti delle precipitazioni per ogni mese dell'anno, si evince che questa tendenza negativa è presente, tranne in febbraio ed agosto, in tutti gli altri mesi e risulta particolarmente significativa nei mesi di aprile, maggio ed agosto.

Il calcolo delle grandezze statistiche mostra che a questo stesso periodo è associata una precipitazione media annua di 1012,9 mm in 90,9 giorni piovosi, compresa nel campo di variabilità tra il minimo di precipitazione annua verificatosi nell'anno 1989 con 514,6 mm in 53 giorni piovosi ed il massimo riscontrato nell'anno 1920 con 1609,1 mm in 104 giorni piovosi.

Il diagramma ombrotermico, che correla temperature e piovosità allo scopo di valutare i periodi di siccità, è individuato da una curva "mediterranea" (Csa di Köppen) per la piovosità ed

una curva delle “steppe delle medie latitudini” (*Bsk*) per la temperatura, evidenziando l’assenza di periodi siccitosi (in cui la curva delle temperatura supera quella della piovosità).

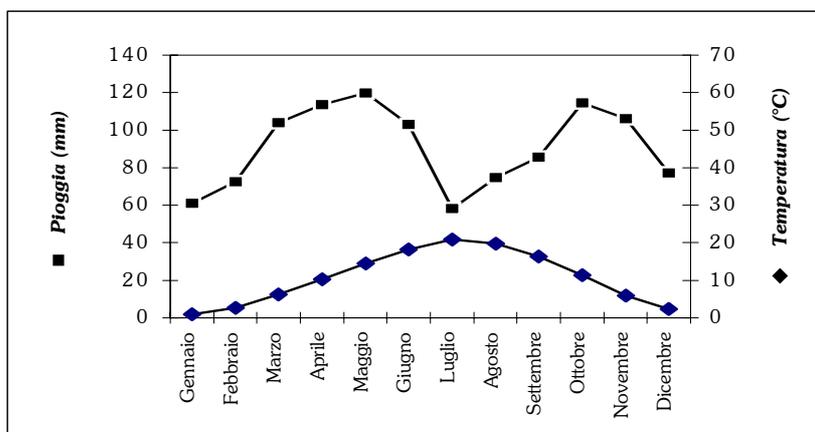


Fig. 1. Diagramma ombrotermico riferito al capoluogo.

L’evapotraspirazione reale corretta è molto elevata, con valori di circa 680 mm sulla base della formula del Turc per cui la precipitazione efficace risulta ridotta a circa 330 mm/A.

Il clima di questo settore di alta pianura è attribuibile quindi al submediterraneo – subatlantico, caratterizzato da discrete variazioni di temperature estive ed invernali e da anni piovosi ed asciutti in equilibrio con ricorrenze del 40% circa ciascuno.

#### 4.2 - CARATTERI PLUVIOMETRICI

Le caratteristiche pluviometriche dell’area in oggetto sono desumibili dagli studi disponibili basati sull’analisi dei dati raccolti dall’Ufficio Idrografico del Po. I valori delle precipitazioni di breve durata (inferiori a 24 ore) sono riuniti nella Tabella III degli Annali idrologici e le elaborazioni sui dati raccolti dalla Regione Piemonte sono disponibili fino al 1999 anche su serie ultracentenarie (del 1877).

L’Autorità di Bacino del Fiume Po ha proposto la suddivisione del Piemonte in 23 zone pluviometriche omogenee in base all’elaborazione della frequenza dei massimi annuali secondo la distribuzione EV1. I limiti delle zone nel Piemonte meridionale sono illustrati nella figura 2. Il territorio comunale di Cuneo è compreso nella Zona pluviometrica 15, al margine delle zone 16 (Fiume Stura e Torrente Grana) e 17 (Torrente Gesso).

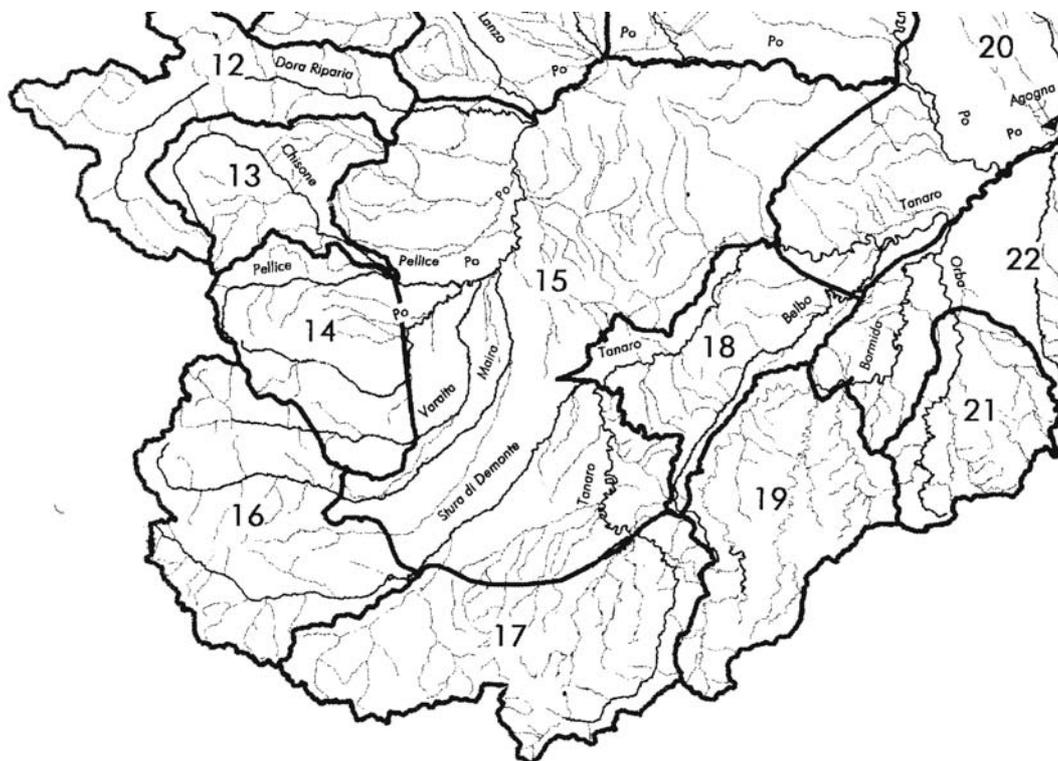
La linea di probabilità pluviometrica scritta nella forma  $h = a(t/24)^n$  fornisce l’altezza di precipitazione  $h$  (in mm) in funzione della durata della pioggia ( $t$  in ore) con  $a$  ed  $n$  ricavati per regressione secondo le relazioni

$$a = c_1 \cdot \ln(T) + c_2 \quad n = c_3 \cdot \ln[\ln(T)] + c_4$$

in funzione del tempo medio di ritorno  $T$  espresso in anni con

$$c_1 = 34.798 \quad c_2 = 66.42 \quad c_3 = 0.029 \quad c_4 = 0.466$$

La linea di probabilità pluviometrica così ricavata permette di rappresentare l'andamento temporale della precipitazione per eventi di durata fino a 24 ore ( $t \leq 24$ ) a partire da durate dell'ordine di 15 minuti.



**Fig. 2.** Rappresentazione parziale delle zone pluviometriche omogenee secondo la proposta dell'Autorità di bacino del Fiume Po con il territorio di Cuneo in evidenza .

Per i tempi di ritorno di riferimento proposti dall'Autorità di Bacino la relazione porta ai seguenti valori:

Zona	T (anni)	20	100	200	500
15	a	113.46	124.73	135.96	150.81
	n	0.39	0.39	0.38	0.38
16	a	101.39	126.6	137.45	151.8
	n	0.43	0.41	0.41	0.41
17	a	202.55	226.67	250.79	282.68
	n	0.43	0.43	0.43	0.42

La Regione Piemonte ha avviato indagini volte ad approfondire le caratteristiche idrologiche della regione, anche a fronte della variabilità spaziale che caratterizza la distribuzione delle precipitazioni, secondo la procedura definita nell'ambito del progetto nazionale CNR-VAPI (cfr.

Regione Piemonte, 2001) che utilizza la distribuzione a quattro parametri nota come TCEV, i cui valori sono determinati attraverso tre fasi di identificazione. Il prodotto finale consiste in una relazione che fornisce l'altezza di precipitazione di assegnato tempo di ritorno e durata in funzione della collocazione geografica e della altitudine del sito. La regione piemontese è risultata suddivisa in sei sotto-zone pluviometriche omogenee, in cui il valore medio della precipitazione di assegnata durata dipende dalla quota. Tali sotto-zone sono riconducibili a tre zone, ciascuna delle quali è caratterizzata da una relazione altezza - probabilità di accadimento (curva di crescita).

L'area in oggetto risulta compresa nell'area omogenea A06 - zona pluviometrica SZ03 caratterizzata dalla seguente relazione  $E=16,09t^{(0,69+0,00007 \times Z)/1,38}$  che rappresenta la relazione altezza - durata - quota caratteristica del sito in esame.

I risultati dell'analisi della Regione Piemonte risultano più cautelativi, soprattutto ad alte quote e per le durate maggiori.

Il PAI in allegato alle Norme di Attuazione riporta la "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica", che tra l'altro contiene:

- la stima delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica puntuali nelle stazioni di misura delle precipitazioni;
- l'analisi della distribuzione spaziale delle precipitazioni intense.

In particolare la discretizzazione delle linee segnalatrici per le precipitazioni intense è stata effettuata per un reticolo di maglia 2 Km di lato su tutto il bacino del Fiume Po, per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.

Per quanto riguarda la stazione di Cuneo sono riportati i seguenti valori:

Stazione	T (anni)	20	100	200	500
1527	a	46,99	60,74	66,55	74,27
Cuneo	n	0,317	0,309	3,305	0,303

## 5.0 - LINEAMENTI GEOLOGICI

La pianura cuneese rappresenta la porzione sudoccidentale del Bacino Ligure Piemontese ed è delimitata sul lato occidentale, alpino, dal Complesso del Dora Maira (lungo il bordo compreso tra Bagnolo Piemonte e la Val Maira) e dal Complesso dei Calcescisti ofiolitiferi (lungo il bordo compreso tra la Val Maira e la Valle Stura); nel settore di Bagnolo affiorano termini Brianzonesi costituiti da quarziti e scisti sericitici.

Dal punto di vista geologico il settore in interesse è completamente costituito da terreni alluvionali legati agli apporti fluviali dei torrenti pedemontani, che hanno subito forti oscillazioni a seconda dei periodi glaciali che si sono succeduti nei più recenti periodi geologici.

Dal punto di vista strutturale, la pianura cuneese si configura come una fossa subsidente con asse N-S. L'esistenza della faglia sepolta di Saluzzo (AGIP mineraria, 1957) la divide in due settori: uno settentrionale, irregolare, tra Saluzzo e Torino, in cui la base del Pliocene raggiunge i 1500 m di profondità, ed uno meridionale, noto in letteratura come la Fossa di Cuneo, nel quale la profondità massima raggiunta, a S di Savigliano, è di 2000 metri.

Le informazioni di carattere geologico generale sono compendiate nel Foglio n° 80 CUNEO della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 e nelle relative Note Illustrative. Tale carta geologica è però molto datata e non presenta importanti informazioni sui terreni quaternari che sono state individuate da studi più recenti.

Secondo quanto riportato dalla cartografia ufficiale l'area compresa nel territorio comunale di Cuneo presenta i seguenti affioramenti, in successione stratigrafica:

- Alluvioni attuali: alluvioni ghiaiose e ghiaiose ciottolose degli alvei attuali (Olocene sup.);
- Alluvioni medio-recenti: alluvioni ghiaioso-sabbiose di poco sospese sugli alvei attuali, talora anche attualmente inondabili (Olocene Med.);
- Terreni fluviali e fluvioglaciali rissiani e dell'interglaciale Riss-Würm, talora cementati (Olocene inf.).

I terreni superficiali risultano quindi costituiti da depositi alluvionali legati all'attività del Fiume Stura e dei torrenti Gesso e Grana, che hanno formato i depositi pedemontani estesi tra Busca e Peveragno, dalla caratteristica forma doppio – concava dei conoidi.

In affioramento le alluvioni ghiaioso - sabbiose postglaciali, che occultano in parte i precedenti depositi fluviali e fluvioglaciali Rissiani, sono caratterizzati dalla presenza di materiali sciolti grossolani da moderatamente addensati ad addensati, in cui la presenza di ciottoli è frequente. Quest'ultimi si mostrano arrotondati ma con basso grado di sfericità. La matrice sabbiosa, prevalentemente media e grossa, presenta una frazione fine limosa, ed in essa sono immersi i ciottoli di diametro massimo pari a circa 40 cm; in generale i terreni descritti mostrano una struttura interna mal definita, date le numerose variabili che entrano in gioco durante gli eventi deposizionali, le quali sono principalmente legate alle numerose fluttuazioni nella velocità della corrente che li ha depositati.

Per quanto riguarda i depositi sedimentari presenti alle profondità raggiunte dai pozzi esistenti (massimo -240 m dal livello della pianura.), la bibliografia scientifica classica li suddivide su basi strettamente cronostatigrafiche.

Il primo autore, tra l'altro redattore dalla carta geologica "CUNEO", ad inquadrare la totalità dell'area fu Sacco (1885) che distinse i depositi pliocenici che costituiscono la pianura piemontese, a partire dai termini inferiori, in:

- ✓ Messiniano
- ✓ Piacenziano

- ✓ Astiano
- ✓ Fossaniano
- ✓ Villafranchiano

### **Messiniano**

Formazione di ambiente di “maremma”, costituita da banchi gessoso-calcarei alternati, talora, o a sottili lenti di zolfo, o a depositi marnosi dalla caratteristica tinta grigio-verde o nera, in virtù del peculiare contenuto carbonioso. Gli strati di questa formazione, con pendenza di 4÷6° e leggera immersione verso il centro del bacino, hanno una potenza globale che generalmente non supera i 50 m.

### **Piacenziano**

Le formazioni piacentiane sembrano appartenere ad un ambiente di mare profondo, essendo rappresentate da marne argillose grigio-azzurre indicanti un tranquillo deposito marino di elevata profondità. A questi sedimenti se ne alternano altri di mare poco profondo e di ambiente litorale: strati sabbioso-argillosi e/o banchi arenaceo-calcarei, contenenti molluschi. I depositi si trovano ai bordi più esterni del bacino e appaiono orizzontali o poco inclinati (3 o 4°) e debolmente immergenti verso il centro del bacino. La loro potenza è generalmente inferiore a 40÷50 m; localmente sono stati rinvenuti affioramenti con potenza superiore a 100 m.

### **Astiano**

L’Astiano rappresenta una tipica facies di mare poco profondo, passante ad ambiente litorale. Si tratta di marne e sabbie giallastre con intercalazioni di sottili livelli ghiaiosi. La potenza dei depositi oscilla in media intorno a 100 m ma tende a diminuire drasticamente verso S, fino a ridursi a pochi metri.

### **Fossaniano**

Il Fossaniano può essere considerato come un deposito di “maremma”, costituito essenzialmente da sabbie più o meno grossolane, alternate a lenti di ghiaie e conglomerati, che denotano una deposizione di ambiente litorale prossimo allo sbocco di un corso d’acqua. L’orizzonte si sviluppa nella porzione più interna del bacino piemontese. In generale affiora in strati orizzontali o appena inclinati verso il centro del bacino, con potenza da pochi centimetri a qualche decina di metri.

### **Villafranchiano**

Il Villafranchiano è costituito da depositi sabbiosi, ghiaiosi e ciottolosi, per lo più incoerenti trasformati, nelle zone pedemontane, in conglomerati ed arenarie durissimi. La frequenza dei depositi ghiaiosi diminuisce verso l’interno del bacino, dove abbondano sabbie, marne ed argille. La leggera immersione degli strati verso l’interno del bacino e la loro potenza, variabile tra 50 e 100 m, rendono molto regolare l’assetto stratigrafico di questa formazione.

Sulla base di vari studi estesi anche a zone limitrofe ed in base ad osservazioni di terreno, integrate dell'esame di tutte le stratigrafie a disposizione e con l'ausilio delle informazioni provenienti dai sondaggi geofisici e dall'osservazione delle foto aeree, Corina (1994) e Machiorlatti (1994), separano una serie di unità stratigrafiche informali, definite mediante il metodo dell'analisi di *facies*.

La descrizione dei depositi su questa base si avvicina più realisticamente ad una descrizione *litologica* e *litotecnica*, tale da poter essere direttamente trasposta alla geotecnica e all'idrogeologia dei complessi sedimentari

Di seguito vengono riportate le unità litologiche così come distinte in Corina (1994) e Machiorlatti (1994) e come poi ripreso da tutte le più recenti pubblicazioni curate dal Politecnico di Torino:

- a) Complesso alluvionale attuale, comprende l'unità delle ghiaie attuali;
- b) Complesso alluvionale terrazzato, comprende l'unità delle ghiaie fresche separata in due subunità secondo un criterio morfologico legato alla presenza di terrazzi posti a quote differenti;
- c) Complesso alluvionale principale, comprende l'unità dei conglomerati e delle ghiaie poco alterate.

#### *UNITÀ DELLE GHIAIE ATTUALI*

*“È rappresentata dai depositi ghiaiosi grossolani, non cementati e con poca matrice sabbiosa che costituiscono l'attuale alveo dei principali corsi d'acqua. Dalle stratigrafie e dalle osservazioni dei terreno risulta che la potenza di questi depositi è compresa tra 0.5 e 5 m.*

*Tali depositi corrispondono alle alluvioni sabbioso-ghiaioso-ciottolose recenti (Alluvium) del Foglio Cuneo alla scala 1:100.000.”*

#### *UNITÀ DELLE GHIAIE FRESCHE*

*“Si sviluppa principalmente al di sopra di una superficie di erosione che tronca i depositi costituenti i terrazzi di ordine inferiore dello Stura. Questa unità è caratterizzata da depositi ghiaiosi con matrice sabbiosa di potenza variabile da 2 a 7 m. Da un punto di vista sedimentologico questi depositi non sono distinguibili dai precedenti dai quali si differenziano unicamente per la diversa posizione stratigrafica.*

*Questa unità corrisponde ai depositi fluvio-glaciali würmiani dei Fogli 78-79 Argentera - Dronero della Carta geologica d'Italia in scala 1:100.000 (1971). Nel vecchio Foglio Cuneo della Carta geologica d'Italia del Regio Ufficio geologico in scala 1:100.000 (1931) i depositi appartenenti a questa unità vengono attribuiti alle alluvioni sabbioso-ghiaioso-ciottolose dei piani terrazzati (Alluvium Terrazziano).”*

#### *UNITÀ DEI CONGLOMERATI E DELLE GHIAIE POCO ALTERATE*

*“Costituisce la porzione superiore della media e alta pianura, con potenza variabile tra 10 e 100 m. Affiora lungo buona parte del corso del Grana, dello Stura e del Gesso. Le stratigrafie descrivono generalmente i depositi appartenenti a questa unità come ghiaie a matrice sabbiosa con orizzonti conglomeratici localmente molto frequenti. Essi evidenziano inoltre come, nella fascia compresa tra Maira e Grana, le ghiaie non cementate siano quasi completamente sostituite da potenti sequenze conglomeratiche.*

*Questa unità è quindi caratterizzata da una variazione laterale nel grado di cementazione poiché le alternanze ghiaie - conglomerati e i conglomerati della porzione centro e sudoccidentale dell'area passano a ghiaie grossolane poco alterate nel settore settentrionale e sudorientale. Tali depositi sono attribuibili ai terreni fluviali e fluvioglaciali rissiani e dell'interglaciale Riss-Würm del Foglio geologico Argentera - Dronero, alle alluvioni sabbioso-ghiaioso-ciottolose dei piani terrazzati (Alluvium Terrazziano) del Foglio Cuneo.*

*In superficie i depositi sono generalmente occultati da una coltre di suolo di potenza decimetrica. Localmente sono presenti livelli metrici con presenza di depositi limoso – argillosi.”*

#### **UNITÀ DELLE GHIAIE ALTERATE**

*“Affiora esclusivamente nell'incisione dello Stura nel tratto situato a valle di Ronchi e si colloca nella serie stratigrafica al di sotto della precedente unità. Le stratigrafie ne intercettano il tetto a profondità comprese tra 15 e 40 m. Il limite che la divide dalle unità soprastanti si approfondisce nelle zone pedemontane, dove si trova talvolta a oltre 70 metri dal piano campagna.*

*L'unità delle ghiaie alterate è formata da ghiaie contenenti ciottoli molto alterati e frequentemente argillificati nonché da livelli di pochi metri a prevalente argilla. Tali depositi vengono denominati, nelle stratigrafie, con le seguenti terminologie: ghiaie argillose, ghiaie con livelli di argilla, conglomerati argillosi, sabbia argillosa con rari ciottoli. La loro potenza non è stimabile poiché nessuna stratigrafia ha intercettato il letto di tali depositi. Uniche eccezioni sono rappresentate dai pochissimi sondaggi localizzati in prossimità dei rilievi che, individuando il basamento a circa 150÷200 metri di profondità, consentono di attribuire alle ghiaie alterate, solo in queste zone, una potenza dell'ordine di 150 m.*

*Tali depositi equivalgono probabilmente a quelli che il Foglio Cuneo ascrive al Villafranchiano.”*

### **5.1 - CARTA GEOLOGICA**

La relativa semplicità dell'assetto stratigrafico dell'area in esame ha permesso l'elaborazione di una carta schematica (Tavola P8.1), in cui la suddivisione dei litotipi è stata fatta con finalità di tipo geologico - tecnico. In tale ottica si è ritenuto fondamentale superare la classificazione riportata nel Foglio Cuneo, ricorrendo alla più recente classificazione riportata al precedente paragrafo. La legenda di questa carta è così composta:

#### **DEPOSITI ALLUVIONALI ATTUALI E RECENTI**

⇒ depositi fluviali, recenti ed attuali costituiti da ghiaie sabbiose ciottolose con blocchi decimetrici. I clasti sono freschi (*Olocene*).

#### DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI

⇒ depositi fluviali ghiaioso – sabbiosi – ciottolosi, recenti, potenti alcuni metri, con clasti freschi, costituenti i terrazzi posti a quote inferiori (*Olocene*);

⇒ depositi fluviali ghiaioso – sabbiosi – ciottolosi e siltosi, recenti, potenti alcuni metri, con alterazioni superficiali legate alle prime tracce di pedogenesi, costituenti i terrazzi intermedi (*Olocene – Pleistocene Sup.*);

⇒ depositi fluviali costituiti da ghiaie ciottolose in abbondante matrice sabbioso – limosa, con lenti di sabbie, livelli e corpi lentiformi cementati. I clasti si presentano poco alterati. E' presente un suolo argillificato di potenza decimetrica. Caratterizzano i terrazzi più alti del complesso alluvionale principale (*Pleistocene Sup.*).

## 5.2 - CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TERRENI

I terreni costituenti il territorio comunale presentano caratteristiche geotecniche sostanzialmente omogenee fra loro. Si tratta in prevalenza dei depositi fluviali e fluvioglaciali sabbioso-ghiaioso-ciottolosi presenti sull'altipiano su cui sorge il concentrico (*Fluvioglaciale e Fluviale würmiano e rissiano*), caratterizzati dalla presenza di una falda libera molto profonda; lungo i corsi d'acqua principali i depositi alluvionali sono invece soggetti alle oscillazioni della falda libera.

I depositi descritti presentano usualmente un livello pedogenizzato di spessore inferiore a 0.5 metri e ricorrenti lenti limose irregolarmente distribuite, caratterizzate da potenze che possono raggiungere i 10 metri.

### **Definizione dei caratteri geotecnici qualitativi**

Sulla base delle osservazioni condotte durante la stesura del lavoro e tenendo conto delle risultanze di indagini disponibili già effettuate sul territorio comunale sono stati valutati criticamente tutti i dati geotecnici reperiti. In particolare sono state considerate le risultanze di:

- prove penetrometriche statiche e dinamiche;
- sondaggi geognostici;
- analisi granulometriche;
- prove geotecniche in sito o di laboratorio.

### ***Coltri d'alterazione e depositi prevalentemente coesivi.***

Trattandosi di materiali caratterizzati da plasticità più o meno elevata con permeabilità per lo più bassa o molto bassa, la determinazione dei parametri geotecnici di riferimento coesione (c) e

angolo di resistenza al taglio ( $\phi'$ ), si basa sulle risultanze di indagini geotecniche sia in situ sia di laboratorio, ed è controllata direttamente dal tipo e dal contenuto dei minerali argillosi presenti.

I dati ottenuti dalle citate indagini in situ e di laboratorio sono sufficienti alla quantificazione dei parametri geotecnici da utilizzare nelle quantificazioni relative all'interazione struttura – terreno.

L'elevata compressibilità dei materiali descritti e la loro potenza e distribuzione all'interno di un lotto da edificare, rappresentano i due elementi discriminanti in base ai quali dovrà essere impostata sia la caratterizzazione sia la progettazione geotecnica.

Per il territorio indagato i terreni descritti sono localmente presenti con potenze metriche (3.00 – 6.00 m) in copertura sui depositi alluvionali dell'unità delle ghiaie alterate.

### ***Depositi alluvionali grossolani***

Il corpo alluvionale è costituito da sedimenti a granulometrie grossolane (ghiaioso - ciottolose), con occasionali livelli cementati.

La tessitura di tali depositi è fortemente eterometrica e costituisce, spesso, un ostacolo alla realizzazione di prove di laboratorio volte alla sua caratterizzazione geotecnica “di massa”, per cui, generalmente, ci si riferisce alle sue frazioni granulometriche medie e fini, tralasciando il ruolo svolto dagli elementi maggiori.

I depositi alluvionali sabbioso - ghiaioso - ciottolosi vengono classificati come terre granulari grossolane e secondo l'U.S.C.S. come GW e GP. Essi consentono di ipotizzare condizioni in cui le sovrappressioni indotte dai carichi esercitati da eventuali opere a progetto, si dissipano in tempi brevi per cui le analisi di capacità portante potranno essere eseguite in termini di sforzi efficaci ponendo  $c = 0$ .

Presentano generalmente buone caratteristiche geotecniche, tali da consentire l'applicazione dei carichi usualmente indotti da edifici ( $1 \div 1.5 \text{ kg/cm}^2$ ). Tuttavia, la possibile presenza di livelli lentiformi di terreni a grana fine impone l'esecuzione di indagini preventive, soprattutto per opere impegnative.

Per la quantificazione di massima dei parametri geotecnici del sedimento ghiaioso sabbioso ciottoloso si potrà fare riferimento a correlazioni empiriche esistenti nella letteratura tecnica (vedi per es. Gibbs e Holtz, 1957; Nav-Fac, 1971; Lambe e Whitman, 1969; Yamaguchi et al., 1977).

Per quanto concerne l'esatta quantificazione della capacità portante dei terreni sciolti superficiali essa dovrà essere affrontata in sede progettuale delle singole strutture sulla base di indicazioni precise in merito:

- ⇒ alla tipologia e geometria dell'opera di fondazione;
- ⇒ approfondimento;
- ⇒ livelli di carico trasmessi;
- ⇒ distribuzione ed orientazione dei carichi.

### 5.3 - CARTA LITOTECNICA DEI TERRENI

L'elaborato ha come obiettivo la descrizione dei terreni presenti nel territorio indagato in funzione dei loro caratteri litotecnici generali, deriva dall'interpretazione delle unità litologico – stratigrafiche in chiave geologico – tecnica. E' stata predisposta una tavola che contiene la suddivisione dei depositi alluvionali cartografati nella Carta Geologica, accorpendo gli stessi in unità litologiche in funzione appunto dei loro caratteri geotecnici qualitativi.

E' stata così operata una distinzione di tipo litotecnico dei depositi presenti (Tavola P8.4) che tiene conto delle caratteristiche fisiche dei depositi alluvionali distinti e dei parametri geotecnici ad essi associati nelle varie campagne geognostiche e geotecniche disponibili, effettuate per la realizzazione di grandi interventi.

In cartografia non sono stati differenziati i terreni di riporto e le modestissime coltri detritiche talvolta presenti alla base dei terrazzi principali, poiché poco significativi ai fini del lavoro generale.

Ciò premesso, sono state distinte e visualizzate in cartografia le seguenti unità litologiche:

- ⇒ UNITÀ 1, DEPOSITI SCIOLTI ATTUALI, delle ghiaie attuali. Sono costituiti da depositi alluvionali grossolani ghiaiosi, sabbiosi, ciottolosi privi di livelli cementati. Si tratta di ghiaie eterometriche con ciottoli e sabbie per lo più grossolane, con presenza di blocchi di alcuni decimetri di diametro (0.5 m). Essi presentano un grado di addensamento generalmente medio – elevato. Dal punto di vista geotecnico tali materiali vengono associati al gruppo G e sottogruppi GW e GP (USCS) e al gruppo A-1 della classificazione HRB (AASHO – UNI 10006).
- ⇒ UNITÀ 2, DEPOSITI SCIOLTI TERRAZZATI, delle ghiaie fresche riferibili ai depositi dei terrazzi più recenti. Sono costituiti da depositi alluvionali grossolani ghiaiosi, sabbiosi, ciottolosi privi di livelli cementati. Si tratta di ghiaie eterometriche con ciottoli e sabbie per lo più grossolane, con presenza di blocchi di alcuni decimetri di diametro (0.5 m). Essi presentano un grado di addensamento generalmente medio – elevato. Dal punto di vista geotecnico tali materiali vengono associati al gruppo G e sottogruppi GW e GP (USCS) e al gruppo A-1 della classificazione HRB (AASHO – UNI 10006).
- ⇒ UNITÀ 3, ALTERNANZE DI DEPOSITI SCIOLTI E CEMENTATI, riferibili al complesso alluvionale principale. Risulta caratterizzato da depositi alluvionali grossolani, ghiaiosi, sabbiosi ciottolosi, con presenza di livelli cementati e coltri di depositi a grana fine, limosi sabbiosi argillosi, di potenza metrica (3.00 – 5.00 m). I terreni presenti, sotto l'aspetto geotecnico, vanno separati come segue:
  - Terre a grana grossa, comprendono i depositi alluvionali grossolani ghiaioso – sabbioso - ciottolosi. Presentano un grado di addensamento generalmente medio – elevato. Dal punto di vista geotecnico tali materiali vengono associati al gruppo G e sottogruppi GW e GP (USCS) e al gruppo A-1 della classificazione HRB (AASHO – UNI 10006);

- Terre a grana fine definite prevalentemente dai materiali coesivi, da privi di consistenza a poco consistenti, riferibili a limi argillosi e argille limose di bassa plasticità, classificabili come ML (USCS). La loro potenza e distribuzione sono estremamente variabili.

## 6.0 - CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

In idrogeologia le diverse unità litologiche ricostruite su basi stratigrafiche vengono raggruppate in una serie di *complessi idrogeologici*, in quanto i principali parametri idrogeologici sono generalmente connessi con le caratteristiche dei litotipi costituenti l'acquifero in esame.

Le principali di queste caratteristiche sono:

- a) granulometria dei depositi sedimentari,
- b) porosità della roccia serbatoio,
- c) continuità del mezzo permeabile.

Le successioni litologiche che possono essere riconosciute in una colonna stratigrafica (ottenuta mediante una perforazione geognostica) o in una sezione affiorante, offrono un quadro estremamente puntuale rispetto alla situazione generale e sono difficilmente correlabili sulla base delle semplici litologie.

La caratteristica fondamentale di tutti i bacini sedimentari di pianura del territorio regionale è quella di ospitare un sistema multifalde, dove la comunicazione idrologica tra bacini adiacenti si verifica soprattutto a livello della falda libera, impostata sui livelli prevalentemente ghiaiosi del Quaternario Sup., al di sopra degli alti strutturali sepolti che separano i vari bacini.

Per motivi geologici, che saranno descritti più avanti, questo tratto di pianura ospita un ricchissimo serbatoio idrico di evidente importanza economica: imponenti volumi d'acqua sono contenuti nei depositi di età quaternaria (che poggiano sul substrato terrigeno cenozoico o, nella zona pedemontana, cristallino pre-cenozoico) e in minor misura in quelli di età pliocenica e miocenica.

L'acquifero freatico può essere localmente messo in pressione dalla presenza di livelli conglomeratici comunque poco continui, mentre nella sequenza pre-quaternaria sono ospitati acquiferi in pressione.

In questo settore di pianura, a partire dagli anni settanta, si sono susseguiti studi geologici e idrogeologici per cercare di definire con un grado di precisione soddisfacente l'assetto litostratigrafico complessivo, anche nell'ottica di potere accedere alle enormi potenzialità idriche con un approccio che potesse salvaguardare tale risorsa dall'inquinamento. Al momento attuale esiste quindi una discreta letteratura che, a grande scala, ha permesso di definire con sufficiente attendibilità l'assetto litostratigrafico.

Il primo studio espressamente idrogeologico, esteso a tutta la pianura piemontese è rappresentato dal lavoro di Bortolami et al. (1976): gli Autori, sulla base di parecchie centinaia di sondaggi, individuano all'interno della pianura piemontese, due distinti bacini, uno corrispondente alla terminazione occidentale del bacino subsidente padano, l'altro ad un bacino subsidente anch'esso, ma ad asse trasversale rispetto il precedente. La separazione tra i due bacini avviene presso la cosiddetta "Soglia di Moncalieri" (anche nota in letteratura come "Alto Strutturale di Moncalieri - Piossasco"), dove il margine alpino si avvicina ai bordi della Collina di Torino determinando una strozzatura della pianura. Per ciò che riguarda lo spessore dei depositi quaternari costituente il serbatoio idrico della Pianura Cuneese oggetto di questo studio, gli Autori indicano potenze variabili tra circa 200 m nella zona prossima al bordo alpino e oltre 700 nel punto di maggior spessore.

Armando et al. (1978) indicano, sulla base di dati geofisici, che la struttura anticlinale della Collina di Torino prosegue verso SO al di sotto dei depositi quaternari, aumentando gradualmente la sua profondità. Le indagini eseguite portano all'identificazione certa di uno spartiacque sotterraneo, formato dalle prosecuzioni delle strutture collinari, che separa i depositi della Pianura Cuneese da quelli restanti della Pianura Padana.

Ansaldi & Maffeo (1981) approfondiscono tale lavoro sulla base del censimento di circa 2.550 pozzi e di alcune migliaia di dati tecnici, pubblicando nel 1979 la Carta idrogeologica della provincia di Cuneo alla scala 1:100.000 e redigendo diverse mappe tematiche che illustrano schematicamente l'assetto litostratigrafico del sottosuolo della pianura.

Nel territorio comunale di Cuneo i sedimenti riferibili al Villafranchiano Sup., rappresentato da argille varicolori alternate a banchi meno potenti di ghiaie, talora cementate sono individuati tra i 60 e i 70 m: ciò significa che i depositi alluvionali quaternari che ospitano la falda freatica possono raggiungere al massimo tali potenze.

Nelle vicinanze settentrionali del confine comunale, in particolare tra Tarantasca e Villafalletto gli stessi Autori indicano che il tetto della falda freatica si trova a 40÷50 m di profondità: i pozzi emungenti da questa falda, molto ricca, hanno portate considerevoli (150÷200 l/s). Sempre nelle vicinanze del limite comunale, in Reg. Sagnassi nel Comune di Centallo (sponda sinistra del T. Grana), la falda freatica giunge a contatto con la superficie topografica generando numerosi e ricchi fontanili. I dati delle stazioni freaticometriche di Ruata Chiusani (confine comunale tra Cuneo e Centallo), Maddalene (Fossano) e Sant'Antonio del Baligio (Fossano), allineate SO-NE lungo la probabile direzione di scorrimento delle acque freatiche, indicano che la profondità della superficie freatica va decrescendo verso valle: a Ruata Chiusani è posta in media a 12÷14 m di profondità, a Maddalene a 6÷8 m e a Sant'Antonio appena a 0.2÷0.4 m. Ciò indica chiaramente che la superficie piezometrica è meno inclinata (circa 6,5 ‰) di quella topografica (circa 7,5 ‰). In Ruata Chiusani la massima depressione della falda si raggiunge in febbraio e la massima elevazione

in settembre con una escursione massima che generalmente non supera i 130 cm. Un altro dato importante ottenibile dal lavoro in questione è riferito alla profondità e portata media ricavata su 30 pozzi censiti nel Comune di Cuneo, in sinistra Stura. I pozzi irrigui hanno una profondità media di 69 m e portata media di 84 l/s, i pozzi industriali una profondità media di 79 m e una portata media di 51 l/s.

La Regione Piemonte (1980), sulla base dei dati fino ad allora disponibili, suddivide il territorio regionale in “zone acquifere omogenee”, il settore in indagine è compreso nella c.d. Pianura Cuneese meridionale appartenente ai bacini idrografici del Tanaro (fino a Cherasco), Grana - Mellea, Maira, Varaita, Po (fino a Moncalieri), Pellice, Chisone, Sangone (in parte), Ricchiardo e Banna.

Il Piano-Direttore regionale per l’approvvigionamento idropotabile e l’uso integrato delle risorse idriche (Regione Piemonte, 1992), descrive le caratteristiche principali delle modalità di trasferimento della risorsa idrica sotterranea e indica che nella Pianura Cuneese *“la freaticmetria mostra la presenza di un sistema di deflusso orientato verso NE nel bacino cuneese meridionale e verso N nella bassa pianura in destra idrografica del Po, che si interrompe lateralmente verso i rilievi alpini ad Ovest e le assise impermeabili sepolte della Langa ad Est. Una netta discontinuità è rilevabile entro la profonda incisione fluviale della Stura di Demonte tra Cuneo e Bra, che separa i circuiti sotterranei ospitati nei depositi alluvionali terrazzati presenti ai suoi lati. La Stura di Demonte e il T. Pesio svolgono un marcato effetto drenante nei confronti della falda ospitata nei prismi alluvionali impostati tra questi corsi d’acqua, mentre allo sbocco del T. Colla la superficie freaticmetrica radiale divergente ripete l’assetto morfologico della conoide del torrente. Nell’area prospiciente alla colline Braidesi, si registra la presenza di un asse drenante lungo l’incisione del paleo-Tanaro, con deflusso verso il Po (e quindi verso N-NO) e di uno spartiacque piezometrico secondario, che delimita ad occidente il sottobacino idrogeologico delle alluvioni della Stura di Demonte alla confluenza con il Tanaro, drenato da quest’ultimo fiume.”*

Sulla base dei più recenti dati disponibili in bibliografia e di quelli reperibili presso l’Ufficio Risorse Idriche della Provincia di Cuneo (provenienti da sondaggi geognostici e da stratigrafie di pozzi per acqua) e da sopralluoghi lungo sezioni naturali affioranti soprattutto lungo le scarpate dei principali corsi d’acqua, sono stati riconosciuti dagli Autori citati al capitolo precedente e riassunti in CIVITA ET AL. (2000), tre complessi idrogeologici che dal basso verso l’alto sono così definiti:

- 1) il Complesso basale,
- 2) il Complesso delle ghiaie alterate,
- 3) il Complesso dei conglomerati e delle ghiaie.

Tali complessi corrispondono rispettivamente alle unità tettoniche del Dora Maira e dei Calcescisti ofiolitiferi con pietre verdi (complesso basale), all’Unità delle ghiaie alterate (complesso delle ghiaie alterate) ed alle Unità dei conglomerati con ghiaie, delle ghiaie fresche e delle ghiaie recenti (complesso dei conglomerati e delle ghiaie) descritti al paragrafo precedente.

### 1 - Complesso basale

Tale complesso non ha interesse con la zona oggetto di studio dato che non affiora nel territorio comunale e sulla base delle stratigrafie in possesso dell'Ufficio Risorse Idriche della Provincia di Cuneo non è stato raggiunto da alcun pozzo.

### 2 - Complesso delle ghiaie alterate

Esso rappresenta la base dell'acquifero libero ed è limitato inferiormente dal complesso basale. Non è definita la potenza massima poiché solo alcuni sondaggi ne hanno raggiunto il limite inferiore (contatto con il basamento), in prossimità dell'abitato di Caraglio. Sulla base dei risultati ottenuti dai sondaggi geoelettrici eseguiti da Machiorlatti (1994) si può desumere che, nel territorio comunale, il limite inferiore di questo complesso si trova al di sotto dei 200÷300 metri di profondità.

Tale complesso risulta formato prevalentemente da ghiaie alterate, talora intensamente argillificate, in matrice sabbioso-limoso. La sua permeabilità è, in generale, piuttosto bassa, orientativamente  $10^{-5}$  m/s. Sono presenti, tuttavia, dei limitati orizzonti lenticolari di ghiaie e sabbie, non alterate e relativamente più pulite, ospitanti acquiferi in pressione, sfruttati soprattutto nelle zone dove l'acquifero libero principale è estremamente ridotto.

### 3 - Complesso dei conglomerati e delle ghiaie

Tale complesso affiora estesamente su tutto il livello principale della pianura. La sua potenza decresce da monte verso valle passando da 80 metri, nelle zone pedemontane, a circa 20 metri nel settore nordorientale della pianura. Esso risulta formato da ghiaie povere di matrice fine, localmente cementate e contenenti ciottoli talvolta alterati e da ghiaie sabbiose, alle quali sono talora intercalati dei livelli limosi sottili e discontinui. È caratterizzato da valori di permeabilità fortemente variabili ed influenzati principalmente dal grado di cementazione delle ghiaie: puntualmente può oscillare tra  $10^{-2}$  m/s nelle ghiaie e  $10^{-7}$  m/s nei conglomerati poco fratturati, data la discontinuità dei livelli cementati un valore complessivo ben rappresentante della permeabilità reale dell'acquifero può essere assunto pari a  $10^{-3}$  m/s.

All'interno della Serie quaternaria gli Autori individuano quattro differenti complessi idrogeologici di seguito descritti dal più recente al più antico:

- d) Complesso alluvionale attuale;
- e) Complesso alluvionale terrazzato;
- f) Complesso alluvionale principale;
- g) Complesso alluvionale antico.

*“Ogni Complesso ospita un acquifero libero o sospeso, distinguibile per geometria e posizione plano-altimetrica caratterizzato da un peculiare meccanismo di ricarica - scarica e da una precisa facies idrochimica dominante”.*

Il Complesso alluvionale attuale ospita i cosiddetti acquiferi di fondovalle nelle pianure intravallive dei corsi d'acqua Stura, Gesso, Pesio, Ellero e Tanaro; nel territorio comunale di Cuneo

sono costituiti da depositi ghiaioso-sabbiosi potenti 1÷2 m, privi di suolo. Gli acquiferi ospitati in questi depositi sono caratterizzati da elevata permeabilità e sono in diretta comunicazione con il corso d'acqua superficiale. La produttività di questi acquiferi è scarsa e inoltre sono estremamente vulnerabili all'inquinamento.

Il Complesso alluvionale terrazzato è posizionato in prossimità delle scarpate dei corsi d'acqua più importanti (nel territorio comunale in esame lungo Stura e Gesso) ed è costituito da limitate porzioni di territorio allungate parallelamente rispetto i corsi d'acqua che borda. Tale complesso è costituito da ghiaie e sabbie con subordinati silt. In esso sono ospitati un gran numero di piccoli acquiferi di limitatissima estensione, alimentati dalle precipitazioni meteorologiche, separati sia dagli acquiferi di fondovalle che dagli acquiferi della pianura principale. La vulnerabilità è elevata e la loro produttività è irrisoria.

Il Complesso alluvionale principale costituisce gran parte del territorio comunale in studio. La pianura principale è costituita da una serie di grandi conoidi coalescenti, con spessori che variano da 40 a 80 m nella zona d'apice (Saluzzo, Busca, Caraglio, Borgo S. Dalmazzo) sino a ridursi fino a soli 4÷5 m nelle zone più distali di Pianura (Marene, Cherasco, Fossano, Magliano Alpi). Il complesso è costituito da ghiaie in abbondante matrice sabbioso-limosa con lenti di sabbie. Gli acquiferi ospitati sono alimentati principalmente dalle ingenti perdite dei corsi d'acqua provenienti dalle vallate alpine. Si mette in evidenza che il solo T. Gesso a valle di Borgo S. Dalmazzo rilascia in subalveo una quantità d'acqua superiore a 5 m<sup>3</sup>/s. Nell'allegata cartografia si osserva infatti che fino a Cuneo è il Gesso che alimenta l'acquifero libero, mentre dalla confluenza con la Stura sono gli acquiferi che alimentano la Stura stessa. Un altro importante contributo all'alimentazione degli acquiferi liberi è legato alle perdite dei principali canali irrigui con fondo non impermeabilizzato.

Il Complesso alluvionale antico costituisce gli altipiani perialpini (Villanova, Mondovì, Pianfei, Peveragno e Beinette) e gli altipiani sospesi sulla pianura principale di Marene, Fossano, Trinità e Magliano Alpi. Litologicamente è costituito da depositi limoso-ghiaiosi fortemente alterati e argillificati di spessore compreso tra i 5 e i 10 m, ricoperto da un potente paleosuolo ferrettizzato spesso 1÷3 m. L'acquifero sospeso a quote più elevate del restante settore di pianura è alimentato solo dalle precipitazioni atmosferiche ed è scarsamente produttivo. Nel territorio comunale in studio questo complesso non è presente.

Il Subcomplesso delle ghiaie alterate appartenente alla Serie deposizionale pre-quadernaria, è costituito da una successione, talora potente oltre 200 m, di ghiaie grossolane, alterate e argillificate, in matrice limoso-sabbiosa. Tale sequenza è stata riconosciuta in profondità lungo la fascia pedemontana compresa tra Saluzzo e Beinette. Tali depositi ospitano acquiferi in pressione ad alimentazione distale indipendente o legata a collegamenti con il soprastante acquifero libero. Questi acquiferi in pressione risultano scarsamente produttivi a causa della ridotta permeabilità.

In riferimento alla vulnerabilità dei terreni la recente approvazione del D.P.G.R. n°9/R, del 18 ottobre 2002 “Regolamento regionale recante: Designazione delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola e relativo programma d’azione”. Definisce le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola separando il territorio in ambiti caratterizzati da:

- livello di vulnerazione areale alto (LV1);
- livello di vulnerazione areale medio alto (LV2).

Per il Comune di Cuneo (codice 004081) i fogli di mappa designati come zona vulnerabile da nitrati risultano essere i seguenti:

→ 070, da 072 a 083, 085,086, da 088 a 108, da 110 a 114, da 116 a 141.

Di seguito vengono allegati gli estratti cartografici delle aree interessate riportati direttamente nel D.P.G.R. citato.

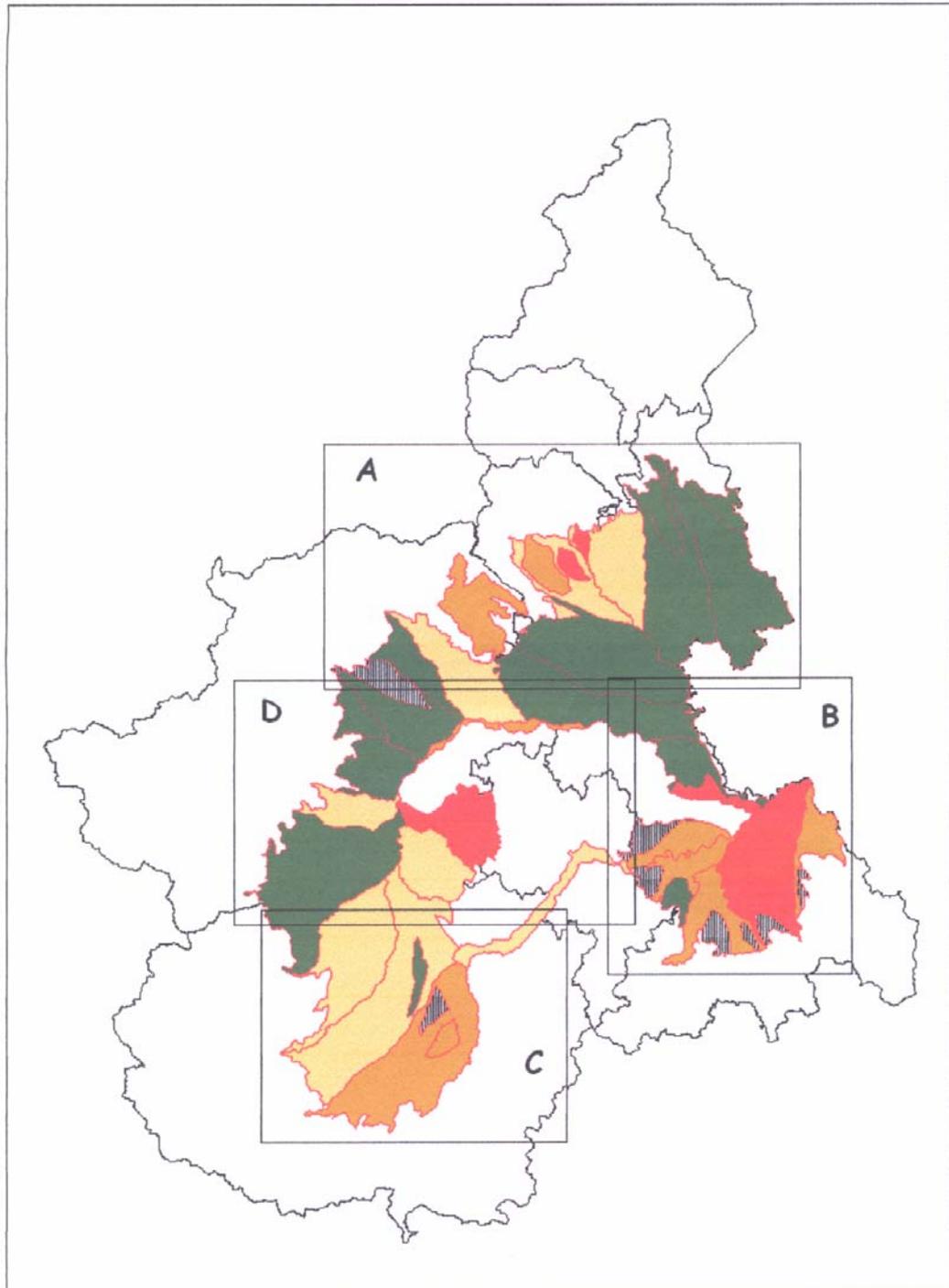


Figura 3 - Zone vulnerabili da nitrati - Quadro d'unione

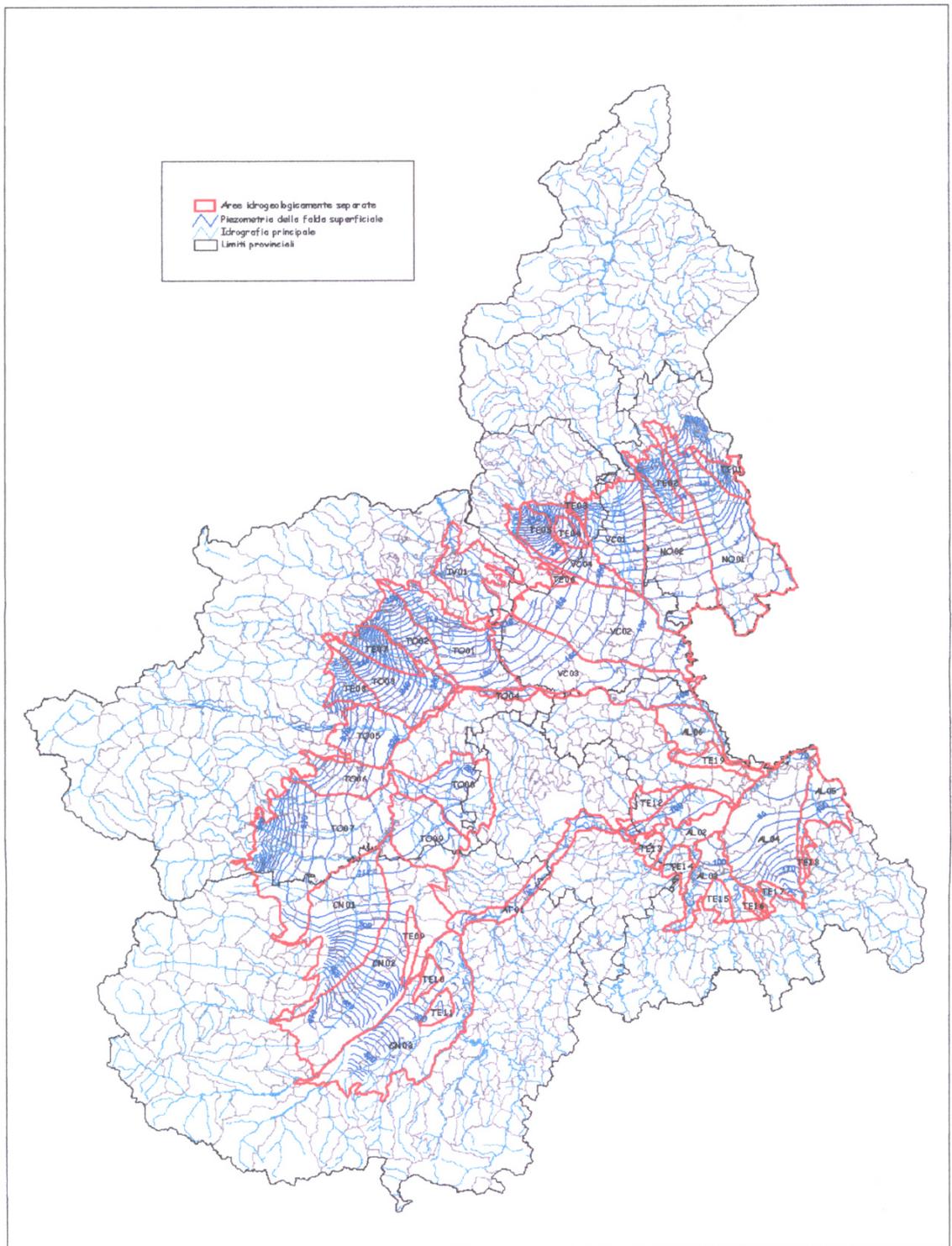


Figura 2 - Aree idrogeologicamente separate

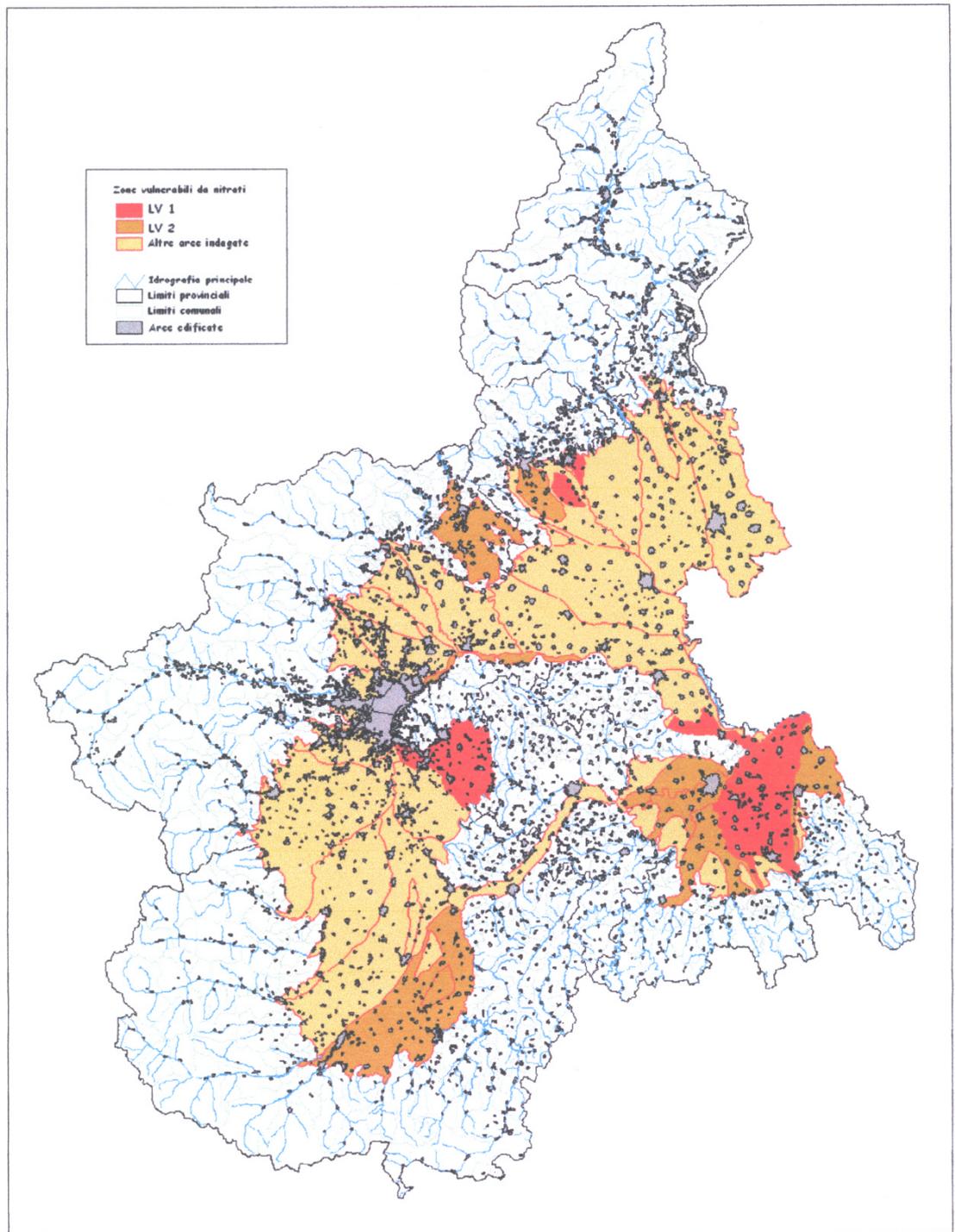


Figura 1 - Territori con livello di vulnerazione areale alto (LV1) e medio alto (LV2)

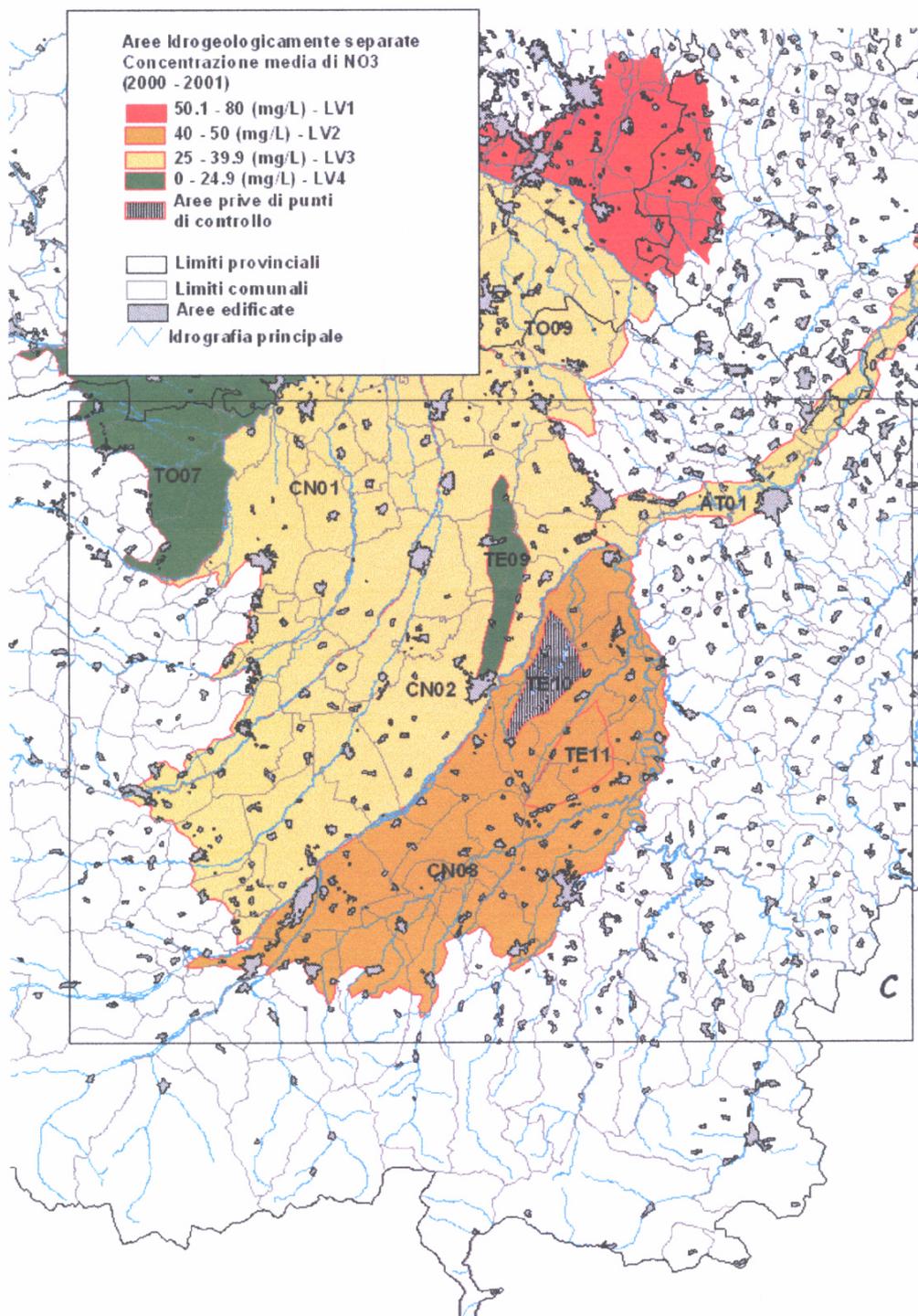


Figura 6 - Zone vulnerabili da nitrati - Quadro C

## 6.1 – SUPERFICIE PIEZOMETRICA

Gli aspetti riguardanti le acque sotterranee sono stati sintetizzati nella Carta Geoidrologica.

Essa contiene i riferimenti in merito alla definizione della superficie piezometrica, ottenuti sulla base dei dati disponibili e in particolare:

- le indicazioni stratigrafiche desunte dai dati contenuti in pratiche per la trivellazione di pozzi per l'utilizzazione di acqua (Provincia di Cuneo);
- in sondaggi geognostici allegati a progetti di grandi opere (ANAS);
- dati noti in letteratura, in particolare del lavoro di Civita et al. (2000). Questi Autori forniscono per l'acquifero libero principale nel territorio comunale di Cuneo in sinistra Stura i seguenti parametri idraulici:

- $K$  in m/s (conducibilità idraulica) =  $2.47 \times 10^{-3} \div 5.25 \times 10^{-4}$ ;
- $T$  in  $m^2/s$  (trasmissività =  $K \times$  spessore acquifero) =  $1.47 \times 10^{-1} \div 88 \times 10^{-3}$ ;
- $Q_s$  in  $m^2/s$  (portata specifica) =  $2.83 \times 10^{-2} \div 6.67 \times 10^{-3}$ .

Per quanto concerne le isofreatiche o isopieze (linee che uniscono i punti della falda principale libera posti alla stessa quota piezometrica) riportate nella Carta Geoidrologica allegata, occorre sottolineare che esse si riferiscono alla falda libera direttamente connessa con i principali elementi della idrografia superficiale (Stura, Gesso, Grana e Colla). Come già indicato nel paragrafo dedicato ai lavori precedenti si ribadisce che all'interno dei singoli complessi quaternari localmente sono presenti piccole falde sospese più superficiali, scarsamente significative, limitate da livelli impermeabili conglomeratici discontinui e alimentate, per infiltrazione diretta, dalle acque di precipitazioni meteoriche.

Dall'interferenza tra le isofreatiche e gli elementi idrografici, è possibile ipotizzare le modalità di alimentazione della falda idrica in questione.

Per quanto riguarda il T. Gesso, la disposizione nettamente divergente delle isofreatiche, indica chiaramente che il Gesso alimenta in modo cospicuo la falda freatica. Tale andamento è esemplificato dalle linee che definiscono il verso di flusso dei filetti idrici della falda (nella carta indicate con delle frecce rosse) che tendono a divergere dall'asse vallivo per riconvergere diverse decine di chilometri più a valle, dopo la confluenza con la Stura.

La Stura invece ha comportamento diametralmente opposto; in tutto il suo corso infatti è la Stura che viene alimentata dalla falda come si desume dalla disposizione convergente delle isofreatiche e dal verso delle linee di flusso.

Anche il T. Colla, seppur in minor misura, definisce una disposizione delle isofreatiche da sub-ortogonale a leggermente divergente rispetto l'asse vallivo, dimostrando che tale corso d'acqua è in grado di fornire un discreto contributo per l'alimentazione della falda.

La disposizione delle isofreatiche in corrispondenza al T. Grana è grosso modo comparabile con quella del T. Colla, anche se in questo caso sembra prevalere un rapporto di equilibrio tra

alimentazione e drenaggio della falda, come indica l'andamento sub-ortogonale delle isopieze rispetto l'asse del corso d'acqua.

Ad ulteriore conferma della validità del posizionamento delle isofreatiche si pone l'attenzione sulle profondità raggiunte dai pozzi (ubicati in carta), che in quasi la totalità dei casi si spinge al di sotto della falda freatica principale di circa 10÷20 m, in accordo con le consuete pratiche costruttive per il buon rendimento di un pozzo che devono tenere conto delle oscillazioni stagionali della falda quantificabile anche in diversi metri.

L'analisi delle isofreatiche permette di definire una superficie piezometrica che individua l'involuppo dei punti a maggior quota istantaneamente raggiunti dalle acque della falda principale, così come la superficie topografica individua l'involuppo delle massime quote del terreno; l'area in studio è globalmente caratterizzata da un gradiente idraulico abbastanza elevato (0,6 % circa) ma inferiore alla pendenza topografica, così che le due superfici si intersecano a valle del confine comunale, sull'allineamento Centallo – S. Albano Stura.

## **6.2 - CARTA GEOIDROLOGICA**

L'elaborato (Tavola P8.2) prende in considerazione sia le caratteristiche idrografiche del territorio esaminato sia l'assetto geoidrologico, che comprende la definizione dei complessi idrogeologici, suddivisi secondo quanto indicato da Civita et al. (2000), e la visualizzazione della superficie piezometrica principale oltre alle caratteristiche di movimento delle acque di falda (linee di flusso).

La legenda proposta nella cartografia allegata considera quindi i seguenti complessi idrogeologici, affioranti o presenti immediatamente al disotto del terreno agrario o delle modeste coltri colluviali:

### PERMEABILITÀ PER POROSITÀ

- ⇒ COMPLESSO ALLUVIONALE ATTUALE, caratterizzato da permeabilità molto elevata, con grado di vulnerabilità estremamente elevato, con presenza di una falda di tipo libero alimentata da filtrazione diretta e caratterizzata da forti escursioni connesse alle fluttuazioni idrometriche dei corsi d'acqua.
- ⇒ COMPLESSO ALLUVIONALE TERRAZZATO, caratterizzato da permeabilità molto elevata, con grado di vulnerabilità estremamente elevato, ospita acquiferi liberi di limitatissima estensione alimentati per infiltrazione.
- ⇒ COMPLESSO ALLUVIONALE PRINCIPALE, costituito da depositi caratterizzati da una permeabilità elevata, con grado di vulnerabilità alto e localmente medio per la presenza di una copertura di tipo limoso sabbioso argillosa. Ospita acquiferi in profondità.

ALTRI SIMBOLI individuano inoltre:

- ⇒ Linea di uguale soggiacenza rispetto al piano campagna (isofreatiche).
- ⇒ Direzioni di flusso della falda (media annuale).

- ⇒ Pozzi ad uso industriale.
- ⇒ Pozzi ad uso irriguo.
- ⇒ Pozzi ad uso idropotabile.
- ⇒ Alveo desunto dalla Base CTR 1991.

## 7.0 - CARATTERI IDROGRAFICI

L'elemento idrografico caratteristico del territorio comunale è senza dubbio legato alla marcata differenza che presentano gli alvei del T. Grana da una parte e dello Stura – Gesso dall'altra; tale carattere è legato all'appartenenza a due bacini totalmente diversi e cioè all'alto corso del Fiume Po per il primo e al Fiume Tanaro, in forte approfondimento, per i secondi.

L'intensa attività erosiva degli affluenti del Tanaro ha portato alla formazione di un "altipiano" caratterizzato da tre lembi separati dalle incisioni Gesso – Stura, che presenta una serie di terrazzi fluviali legati ad altrettante fasi erosionali, che isolano la superficie principale nei confronti di possibili processi legati alla dinamica e alle esondazioni di questi corsi d'acqua.

Tale carattere, se da un lato garantisce l'assenza di rischio idraulico al Capoluogo di Cuneo, limita, tuttavia, le acque allo stretto fondovalle, mettendo in serio pericolo tutti i manufatti e le attività presenti dato che risulta impossibile realizzare un'adeguata laminazione delle piene caratterizzate dai più elevati tempi di ritorno.

### 7.1 – IL TORRENTE STURA

L'alveo dello Stura, nel tratto di territorio studiato, presenta una configurazione unicursale a meandri semiliberi delimitati dalle scarpate dei terrazzi. Presso l'abitato di Cuneo il torrente Stura di Demonte scorre incassato di circa 50 metri rispetto all'alta pianura antropizzata e limitato, quindi, da bordi di terrazzo ben definiti. Il tratto di pianura sopraelevata fa parte della grande superficie pianeggiante associata al terzo ordine di terrazzi e costituita da depositi riferibili al Fluviale e Fluvio - glaciale würmiano e postwürmiano.

Il corso d'acqua tende ad erodere in prevalenza la base del versante sinistro, "scivolando" lungo il proprio conoide fluvio-glaciale: ne consegue l'asimmetrica distribuzione delle superfici terrazzate e la maggior altezza della scarpata in sinistra idrografica.

Durante le piene il corso d'acqua presenta una forte instabilità legata al passaggio a forme più propriamente *braided* e quindi la tendenza ad occupare completamente lo stretto fondovalle in cui scorre.

L'evoluzione quaternaria del torrente Stura è stata condizionata da una probabile attività tettonica recente che ha controllato i corsi d'acqua compresi tra quello citato ed il Fiume Tanaro. Si tratta essenzialmente dell'anticlinale simmetrica Fossano – Trinità - Magliano e della faglia del t. Pogliola. Il momento evolutivo attuale dello Stura a NE di Cuneo è caratterizzato da un alveo tipo

C (*braided*), costituito da una distesa di alluvioni ciottolose percorse da una rete di canali poco incisi; tipico dei corsi d'acqua torrentizi con abbondante trasporto di materiale sul fondo. Tale situazione potrebbe corrispondere ad una possibile ripresa dell'attività tettonica quindi di alluvionamento (Biancotti 1979).

### **7.1.1 Caratteristiche del bacino**

La porzione di bacino del torrente Stura di Demonte considerata possiede una forma grossomodo triangolare, con un'orientazione circa E - O, i cui vertici sono definiti ad ovest dal colle della Maddalena, a sud dal M. Malinvern e ad est dalla sezione di chiusura considerata (abitato di Cuneo). Essa prende origine presso il Colle della Maddalena ad una quota di circa 2000 m s.l.m.. e prosegue in direzione SE sino al raggiungimento dell'abitato di Pianche, oltre il quale piega verso ovest e presso Moiola prosegue in direzione NE.

I maggiori apporti idrici sono legati ai tributari in destra orografica (V.ne Pontebernardo, V.ne dell'Ischiator, V.ne dei Bagni, Rio Freddo) mentre in sinistra orografica il principale affluente è il Rio sotteso al V.ne dell'Arma. Più in generale, sia in destra che in sinistra orografica confluiscono numerosi rii, i quali, in considerazione delle acclività elevate dei versanti delle vallecole laterali possiedono una discreta capacità di contribuzione ai deflussi di piena.

Il reticolo idrografico naturale del bacino considerato è di tipo dendritico, con densità di drenaggio variabile da rado a medio. Quest'ultima è controllata in modo diretto dalla natura litologica dei terreni e soprattutto dalla loro permeabilità. La densità di drenaggio è maggiore per gli affluenti in sinistra orografica. In destra orografica la presenza di rocce permeabili e in particolare di estese coltri detritiche riducono notevolmente il parametro considerato.

La quota massima del bacino è definita dalla cima del M. Tenibres con 3031 m s.l.m., mentre la sezione di chiusura presso la centrale di San Giacomo è posta ad una quota di 495 m s.l.m.. L'asta fluviale presa in esame ha una lunghezza complessiva di 65 km ed è sottesa ad un bacino di 621 km<sup>2</sup>. In merito ai caratteri idrologici del bacino si è fatto riferimento ai dati disponibili della stazione di Gaiola, caratterizzata dalla presenza di una stazione di misura delle portate. Le misure sono limitate al periodo compreso tra il 1935 ed il 1969. Esse comprendono tuttavia la massima piena registrata per il bacino indagato, verificatasi nel mese di giugno del 1957. In tale evento la Stura giunse, secondo informazioni assunte sul luogo, a lambire l'edificio della centrale nella porzione posta a quota inferiore rispetto al piazzale attuale.

Attualmente le mutate condizioni dell'alveo nel tratto di interesse escludono la possibilità che si ripeta l'inondazione del 1957. Le sponde attuali risultano infatti sopraelevate di circa 1.00 m e di oltre 2.00 m presso l'area verde in corrispondenza della passerella, rispetto a quelle originarie, per il riporto di materiale inerte.

## **7.2 - IL TORRENTE GESSO**

Per il tratto di corso indagato, anche il torrente Gesso presenta un alveo unicursale ad isole sabbiose, con andamento debolmente meandriforme, incassato rispetto alla pianura circostante. I caratteri transizionali da forme *braided* (caratteristiche di pendenze sensibilmente maggiori) sono più marcate in questo corso d'acqua che presenta anche depositi a granulometria tendenzialmente maggiori dello Stura, indice di instabilità dell'alveo di piena.

### 7.3 - IL TORRENTE GRANA

Il Torrente Grana scorre al contatto dei conoidi originati dal T. Maira e dal T. Stura: risulta quindi “contenuto” e costretto in un alveo unicursale sub-rettilineo, addirittura canalizzato in alcuni tratti, con fondo alveo leggermente incassato (circa 3÷4 metri) rispetto alla pianura circostante, e tendenza ad esondare con allagamenti progressivi durante gli eventi di piena. Il tratto di alveo più instabile è stato individuato immediatamente a monte del ponte della S.P. 197 in loc. Passatore, dove il corso d'acqua è esondato durante l'evento 1996.

### 7.4 - IL TORRENTE COLLA

Il torrente Colla interessa i territori comunali di Boves, Peveragno, Beinette, e Cuneo. Presenta un alveo di tipo unicursale contenuto entro le sponde incise, con fondo alveo poco incassato (circa 3÷4 metri) rispetto alla piana circostante e tende ad esondare in particolare in destra orografica.

Il bacino del Torrente Colla dal punto di vista morfologico è separabile in due ambiti distinti:

- un settore montuoso;
- un settore di pianura.

Notizie di carattere topografico sono compendiate:

- Nei Fogli editi dall'IGM alla scala 1.100.000 n. 80 Cuneo e n. 91 Boves;
- Nelle tavolette editate dall'IGM Cuneo (III SO), Beinette (III SE), Boves (IV NO), Peveragno (IV NE);
- Nelle sezioni 209100, 226030, 226040, 226070, 226080, 226110, 226120, 226150, 226160, 227010 della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000.

Nella carta “Alveo- Tipi e Portate” edita dalla Regione Piemonte GEOS, il corso del Torrente Colla viene definito:

Nel suo tratto iniziale come: *“Tronco di corso d'acqua (pendenze comprese tra 1% e 16%) sviluppato in fondovalle ristretto ed inciso in roccia e/o depositi alluvionali. Processi: abbondante trasporto solido al fondo. Intensa erosione. Esondazione e disalveamenti con depositi di materiale grossolano su tutto il fondovalle”*.

Nel tratto a valle a partire dall'abitato di Boves come *“Tronco di corso d'acqua tendenzialmente unicursale (pendenze comprese tra 1% e 0.1%) con alveo talora poco inciso, prevalentemente in*

*depositi alluvionali. Processi: erosioni laterali. Esondazioni con allagamenti e deposito di materiali prevalentemente fini”.*

#### **7.5 - CANALI IRRIGUI**

Di particolare importanza e distribuiti in modo relativamente omogeneo sul territorio, definiscono una fitta rete che svolge anche una funzione di drenaggio delle acque superficiali in concomitanza di eventi idrometeorologici estremi.

In cartografia è stata visualizzata la rete di canali, con sedime proprio, definiti tali dalle basi catastali. Si tratta in generale di una rete irrigua dalle dimensioni variabili le cui caratteristiche tipologiche sono dettagliate al par. 11.3.

I canali cartografati sono i seguenti:

##### **Sinistra Stura**

Canale di Bene, Canali ex Demaniali, Canale Fernando Olivero, Canale La Nuova, Canale Leona, Canale Di Levante, Canale Miglia di Vignolo, Canale Morra, Canale Ronchi – Miglia e Canale Roero;

##### **Destra Stura**

Canale Castelletto Stura, Canale Cherasco, Canale Garavella, Canale Grassa Superiore, Canale Grassa Inferiore, Canale Montanera, Canale S. Albano Stura, Canale Trinità;

##### **Torrente Gesso**

Canale Grossa, Bealera Nuova, Bealera del Gesso, Canale Lupa-Lupotto-Dolce-Resiga, Canale Naviglio di Boves, Canale naviglio di Spinetta, Bealera Piatonea, Canale Praverò, Canale Vermenagna.

#### **7.6 - CARTA DELLE OPERE DI DIFESA IDRAULICA CENSITE**

L’elaborato (Tavola P8.5) contiene la visualizzazione delle opere idrauliche censite sul territorio in esame; in allegato sono riportate le relative schede descrittive.

La simbologia utilizzata fa riferimento a quella proposta dalla Regione Piemonte, Settore Difesa Suolo, contenuta nella metodologia “SICOD” (Sistema Informativo geografico Catasto delle Opere di Difesa – adottato con D.G.R. n° 47-4052 del 1 ottobre 2001), integrata per le tipologie non previste. La base cartografica adottata è quella Tecnica Regionale.

Le informazioni disponibili concorrono nella valutazioni complessive in merito alla pericolosità geomorfologica, in particolare per quanto concerne le aree urbanizzate.

Le opere idrauliche censite per il Comune di Cuneo sono riferite essenzialmente all’idrografia principale e comprendono le tipologie di seguito elencate:

##### **OPERA TRASVERSALE**

- PE Pennello

## OPERA LONGITUDINALE

### DIFESA DI SPONDA

- Gabbionata
- Scogliera

### ALTRE OPERE

- Ponte

## 8.0 - OSSERVAZIONI GEOMORFOLOGICHE - PROCESSI MORFODINAMICI

Morfologicamente l'area in esame si configura come il risultato dell'interdigitazione di due principali conoidi alluvionali, dovute all'imponente fase di deposito post-glaciale del torrente Stura e del torrente Maira, con modesti contributi dei torrenti Gesso e Grana, ormai obliterate dall'assetto attuale dei principali corsi d'acqua. Si tratta, dunque, di una superficie globalmente inclinata in direzione SO-NE, con locali variazioni di pendenza in corrispondenza dello sbocco dei corsi d'acqua minori; in ambito più generale l'esame delle fotografie satellitari a piccola scala permette di riconoscere due principali conoidi legate all'attività del t. Stura e del t. Maira: il t. Grana risulta scorrere lungo il contatto di questi due conoidi e risulta quindi "costretto" in un alveo unicursale. Il torrente Stura ed il torrente Gesso, adeguandosi all'abbassamento del livello di base verificatosi per il F. Tanaro, hanno intensamente sovrainciso l'antica piana alluvionale creando diversi ordini di terrazzo il primo dei quali risulta sospeso fino a 50÷60 m rispetto agli alvei attuali (un esempio è l'antico terrazzo alluvionale su cui è impostato il centro storico di Cuneo).

Gli altri corsi d'acqua presenti nell'area in studio, il t. Grana a NO e il t. Colla che in parte definisce il confine comunale a SE, non hanno creato significative morfologie fluviali.

Il t. Grana essendo un affluente del F. Po non ha risentito dell'abbassamento del livello di base del Tanaro e quindi allo stato attuale si trova incassato nei depositi alluvionali in condizioni deposizionale - erosionali di equilibrio.

Il t. Colla, invece, pur essendo in fase di sovraincisione come tutti gli affluenti del Tanaro, allo stato attuale esplica la sua attività erosiva a valle dell'abitato di Beinette.

All'interno dei depositi alluvionali appartenenti alla Serie Quaternaria si individuano quattro ordini di terrazzo, le cui superfici pianeggianti si trovano via via a quote più basse avvicinandosi agli attuali alvei della Stura e del Gesso. Di seguito vengono citate le caratteristiche peculiari di ogni ordine di terrazzo evidenziando che i terreni su cui sono impostati sono già stati descritti nei precedenti capitoli.

**IV ordine di terrazzo** - è rappresentato dalla piana alluvionale recente ed attuale allungata parallelamente rispetto all'andamento dei due corsi d'acqua maggiori; tale superficie è sospesa di

0÷5 m rispetto ai canali di deflusso del t. Stura e t. Gesso e rappresenta, in ordine di tempo, l'ultima superficie modellata. Litologicamente corrisponde al "Complesso Alluvionale Attuale".

**III ordine di terrazzo** - è rappresentato dalla piana alluvionale recente e risulta sospeso di 5÷20 m rispetto ai canali di deflusso del t. Stura e t. Gesso. Generalmente risulta raccordato alle superfici di IV ordine mediante blandi cambiamenti di pendenza che non sempre consentono di definire un limite netto tra le due superfici. Risulta invece separato dalle superfici di II ordine in modo netto, da scarpate alte anche alcuni m. Litologicamente corrisponde al "Complesso Alluvionale Terrazzato".

**II ordine di terrazzo** - è rappresentato dalla piana alluvionale recente e risulta sospeso di alcuni metri rispetto alle superfici riferite al III ordine di terrazzo e di 20÷30 m rispetto all'alveo dei corsi d'acqua maggiori. Risulta separato dalle superfici di I ordine, generalmente da scarpate alte anche alcuni metri. Litologicamente corrisponde al "Complesso Alluvionale Terrazzato".

**I ordine di terrazzo** - è rappresentato da estese e continue superfici riferite alla piana alluvionale principale e risulta sospeso di 10 - 15 metri rispetto alle superfici riferite al II ordine di terrazzo e di 35÷40 m rispetto all'alveo dei corsi d'acqua maggiori (superficie di B.ta Trucchi - C.na Tre dei Frati) e sino a 50÷60 m rispetto all'alveo degli stessi corsi d'acqua (superficie del centro storico di Cuneo). Una differenza di quote così marcata sottolinea che questo ordine di terrazzo è in realtà costituito da più superfici poste a quote differenti; tuttavia si mette in evidenza che, in assenza di limiti morfologici netti che indichino una diversa evoluzione genetica, risulta più opportuno mantenere accorpate queste superfici in quanto non più condizionate dall'evoluzione recente dei corsi d'acqua maggiori e contraddistinte da identiche caratteristiche. Litologicamente corrisponde al "Complesso Alluvionale Principale".

Nel settore apicale della pianura, l'altitudine massima raggiunta è di circa 600 m; nelle porzioni distali diminuisce sino a circa 200 m; pertanto, la pendenza generale è di circa 1.8 %; le pendenze locali, eccetto per quanto riguarda le scarpate di terrazzo, si mantengono tra valori compresi tra 1 e 3 %

## **8.1 – IDROGRAFIA PRINCIPALE – TENDENZA EVOLUTIVA**

I processi che hanno portato all'attuale assetto con l'incisione e l'approfondimento della valle principale hanno un riferimento temporale relativamente recente, che segue il modellamento del "livello fondamentale della pianura (datato al Pleistocene superiore).

La configurazione attuale del t. Stura è strettamente legata all'evoluzione idrografica del Fiume Tanaro, ed in particolare al nuovo corso assunto da quest'ultimo presso Bra circa 50.000 anni fa determinando un nuovo punto di confluenza nel Fiume Po nella pianura di Alessandria posto ad una quota inferiore al precedente di circa 150 m. A tale fenomeno è legata l'accentuata azione erosiva della rete idrografica afferente al Tanaro, tuttora in atto.

Il T. Stura presenta un alveo tipicamente a fondo mobile, in cui ai deflussi idrici è associata una continua mobilizzazione dei depositi in alveo la cui intensità è legata alle portate. L'alveo presenta una forma di tipo pluricursale, con presenza di più canali e barre sabbiose ghiaiose. Secondo la recente bibliografia (Maraga 1991) l'alveo pluricursale caratterizza oltre il 50% dell'intero percorso del T. Stura, pur evidenziando come, negli ultimi decenni, sia in atto una significativa trasformazione dell'assetto del corso d'acqua verso forme di transizione all'alveo monocursale. Ciò determina una riduzione del campo d'espansione laterale delle ramificazioni dell'alveo attivo di alcune centinaia di metri.

L'analisi condotta evidenzia, infatti, la presenza di canali abbandonati negli ultimi decenni all'interno di un contesto in cui il corso d'acqua ha storicamente divagato ben più ampio. La ricostruzione cartografica effettuata (cfr. stralcio cartografico allegato) evidenzia le forme assunte dal corso d'acqua in tempi successivi, desunta dalla sovrapposizione di rilievi cartografici di periodi successivi a partire dalla base I.G.M. del 1933 (basi fotorestituite del 1964, 1974, 1999 e base CTR 1991). Non è stato possibile un confronto diretto con le basi ottocentesche della "Gran carta degli Stati Sardi di Terra ferma" (1852) a causa delle differenze eccessive con la restante cartografia.

L'ampiezza della piana alluvionale interessata dall'espansione del corso d'acqua in periodi successivi, mette in evidenza come l'alveo attuale presenti un'estensione decisamente più contenuta rispetto a quella dell'Ottocento e inizio Novecento, risultando pertanto "sottodimensionato" rispetto al contesto morfodinamico evidenziato dalla cartografia prodotta.

Più in generale, la porzione di piana alluvionale urbanizzata fa parte dell'idrosistema fluviale coinvolto in passato da problematiche legate alla dinamica dei corsi d'acqua analizzati, poiché compresa all'interno dei terrazzi morfologici principali. Tale affermazione non comporta, tuttavia, una condizione di pericolosità e di rischio crescente in funzione dei caratteri idraulici del corso d'acqua (c.f.r. verifiche idrauliche) poiché definita tenendo conto di criteri morfologici e della tendenza evolutiva del corso d'acqua.

## **8.2 - FORME DI MODELLAMENTO DEI VERSANTI**

I processi legati alla dinamica dei versanti si esplicano coinvolgendo direttamente i depositi alluvionali. I litotipi citati, dal punto di vista geomeccanico, sono considerati come terre a grana grossa (depositi alluvionali ghiaioso sabbiosi ciottolosi), con presenza di livelli cementati e lenti sabbiose, quest'ultime facilmente degradabili dai processi di dilavamento superficiale.

La coltre detritica e colluviale che occulta i depositi in posto contiene una elevata percentuale di materiali fini molto sensibili all'incremento del contenuto in acqua, che le rende particolarmente vulnerabili a fenomeni d'instabilità superficiali in concomitanza di precipitazioni abbondanti.

I principali fenomeni franosi sono localizzati lungo le pareti subverticali generate dall'erosione operata dal F. Stura e dal T. Gesso, e sono riconducibili alle seguenti tipologie (Varnes, 1984):

- \* *debris slump, earth slump*: scorrimento rotazionale di detrito, di terra;
- \* *soil slip - debris flow, earth flow*: scivolamento di detrito – colata di detrito, di terra.

Nella bibliografia non sono reperibili notizie di importanti dissesti, il P.A.I. non riporta alcun dissesto mentre la Banca Dati Geologica segnala la presenza di un piccolo rotazionale a carico della scarpata principale, innescato da erosione al piede, in sponda sinistra del F. Stura, al confine settentrionale del Comune.

### 8.3 – BANCA DATI GEOLOGICA

La Banca Dati Geologica Regionale definisce il documento di consultazione primaria per la valutazione della pericolosità geomorfologica; sono disponibili carte tematiche riguardanti i principali processi geologici in funzione della loro pericolosità ed è inoltre disponibile il Sistema Informativo Geologico, composto da un archivio Processi/Effetti costantemente aggiornato, riportante i processi geologici, la loro descrizione, la tipologia e gli eventuali danni causati.

Le informazioni disponibili su cartografia alla scala 1:100.000, sono le seguenti:

- Processi di dinamica lungo i versanti
  - Frane
  - Aree vulnerabili da frane per fluidificazione dei suoli
- Processi di dinamica fluviale
  - Aree inondabili
  - Trasporto di massa nei tributari minori
  - Conoidi potenzialmente attive
  - Alveo-tipi e portate
- Caratteristiche della rete idrografica
- Danni alle infrastrutture
- Litologia
- Bacini idrografici

La cartografia più significativa per il territorio in studio risulta essere quella delle aree inondabili. In merito alla dinamica dei versanti la BDG riporta solo un dissesto, in sponda sinistra del t. Stura, lungo la scarpata di terrazzo in località Ronchi.

Quasi la totalità dei fondivalle del t. Stura e del t. Gesso sono stati censiti come aree allagabili, sulla base di studi idraulici o delle Fasce Fluviali (P.s.F.F.) mentre il t. Grana presenta aree allagabili in funzione di differenti tempi di ritorno desunte dallo studio dell'Autorità di Bacino nell'ambito del progetto **SP1.4**.

Il Sistema Informativo Geologico è composto da schede codificate in cui sono riportati i dati riguardanti i processi di instabilità dei versanti ed attività fluviale; la descrizione dei danni permette di ottenere una quantificazione statistica sia del rischio geologico sia della pericolosità in funzione della localizzazione geografica.

#### **8.4 – PERIMETRAZIONE AMBITI DEL P.S.F.F. E DEL P.A.I.**

Il “*Piano Stralcio delle Fasce Fluviali*”, in attuazione della deliberazione del Comitato Istituzionale n. 19 del 9 novembre 1995 (art. 17, comma 6-ter e art. 18, comma 10 della legge 19 maggio 1989, n. 183)”, adottato con deliberazione n. 26/97 nella seduta del 11/12/1997, ha normato i principali corsi d’acqua del Bacino del Fiume Po e rappresenta, per il territorio di Cuneo, il più importante documento di pianificazione territoriale nella definizione delle aree geomorfologicamente pericolose, dato l’assetto totalmente pianeggiante del comune. Oltre alle Norme d’attuazione fanno parte del Piano i seguenti allegati:

allegato 1 “Corsi d’acqua oggetto di delimitazione”

allegato 2 “Comuni interessati alle fasce A e B”

allegato 3 “Metodo di delimitazione delle fasce fluviali”

allegato 4 “Direttiva in materia di attività estrattiva nelle aree fluviali del bacino del fiume Po”.

Contiene la delimitazione delle fasce fluviali lungo i corsi d’acqua principali (Fiume Stura nell’area in interesse) separandole come segue:

- Fascia di deflusso della piena (Fascia A);
- Fascia di esondazione (Fascia B);
- Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C).

Per quanto riguarda il territorio comunale la Fascia A perimetra l’alveo attivo dell’insieme delle forme fluviali presenti nelle cartografie storiche disponibili, sono inoltre ricompresi i settori fortemente attivati in occasione delle piene di cui sono disponibili fotografie aeree (1954, 1977, 1994). All’interno di questa fascia non sono presenti edifici od infrastrutture ad eccezione ovviamente dei ponti.

La Fascia B risulta spesso coincidente con la Fascia A e comprende l’area esondabile con livello di p.c. pari o debolmente sopraelevato rispetto all’alveo di piena. Ricade in Fascia B, un unico edificio, Cascina Bassi di Stura, posta a monte del concentrico, quasi al confine con Borgo San Dalmazzo. La Fascia C, data la conformazione del fondovalle, che impedisce alle acque di laminazione di espandersi sulla pianura circostante, ricomprende la quasi totalità delle aree segnalate dalla B.D.G.. Ricadono in questa fascia tutte le cascine ed abitazioni presenti sul fondovalle, oltre al complesso industriale localizzato alla periferia del concentrico, nel cuneo di confluenza Stura – Gesso. Con la recente approvazione (D.P.C.M. 24/05/2001 pubblicato sulla G.U. n. 183 del 08/08/2001) del *Piano Stralcio per la difesa del suolo dal rischio idraulico e*

*idrogeologico del bacino idrografico del Fiume Po*, (adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino n. 18/2001) la cartografia disponibile riprende sostanzialmente, per il territorio di Cuneo, quanto contenuto nel P.s.F.F. ed i dissesti presenti nella cartografia della B.D.G., senza definire ulteriori processi geomorfologici. In particolare, lungo i torrenti Gesso e Grana dove non sono riportate le fasce fluviali, il P.A.I. non individua aree interessate da processi di dissesto.

#### **8.5 - CARTA GEOMORFOLOGICA DEI DISSESTI, DELLA DINAMICA FLUVIALE E DEL RETICOLATO IDROGRAFICO**

I processi morfodinamici che hanno interessato il territorio comunale di Cuneo a seguito degli eventi alluvionali del 1994, del 1996 e del 2000 sono imputabili a problematiche legate essenzialmente alla dinamica della rete idrografica principale, con impatti evidenti lungo il Torrente Stura ed il Torrente Gesso e meno importanti lungo il Torrente Grana dove si sono avute principalmente esondazioni a carico di terreni agricoli.

Le problematiche riconducibili ai versanti sono del tutto subordinate alle precedenti.

Per quanto riguarda la dinamica lungo tali corsi d’acqua sono riconoscibili due ambienti fisiografici distinti, ove si è manifestata l’attività di piena:

1. Processi idrodinamici lungo il letto del corso d’acqua: si tratta di fenomeni che, pur verificandosi costantemente in regime normale, si accentuano durante la piena; rientrano tra questi l’erosione e la battuta di sponda, l’erosione di fondo ed i fenomeni di sovralluvionamento, significativi della tendenza evolutiva del corso d’acqua, che sono amplificati nei tronchi d’alveo pluricursali quale è, per esempio, il Torrente Gesso.
2. Processi idrodinamici nella piana alluvionale circostante, sede di fenomeni di esondazione e di allagamento in concomitanza delle grosse piene. Il deflusso delle acque, in questa fascia, è spesso condizionato, oltre che dalla situazione topografica e dalle forme relitte (orli di terrazzo, meandri abbandonati, paleoalvei), anche dagli interventi antropici ivi realizzati (argini, difese spondali, opere di derivazione, rilevati viari, attraversamenti). La presenza di solchi e canali di erosione, oltre a fornire la direzione preferenziale di esondazione, è indice del grado di energia della stessa.

Lungo la fascia inondabile dal Torrente Stura, in concomitanza dell’evento alluvionale del 1996, il livello delle acque raggiunse altezze variabili da 0.80 m a 3.00 – 4.00 m rispetto al p.c. precedente l’evento (Regione Piemonte, 1997) ma l’attività di piena tende a concentrarsi in alveo, sviluppando forti modificazioni dello stesso e provocando modeste esondazioni nei settori contigui.

Caratteristiche molto simili presentano gli eventi del giugno 2000 e luglio 2002, provocando tuttavia erosioni di sponda e allagamenti consistenti interessanti porzioni di fondovalle dell’ordine di qualche centinaio di metri con formazione di nuovi rami (loc. C.na Basse di Stura e loc.

Bersaglio). Presso la località C. Pecollo è stato distrutto un fabbricato rurale con asportazione dello stesso.

Nel bacino del T. Gesso l'evento alluvionale di novembre 1994 non ha avuto carattere di eccezionalità; un evento più significativo si è registrato nel 1996, durante il quale il Gesso ha inondato un'area abbastanza estesa e distrutto il ponte della linea ferroviaria Cuneo – Mondovì causandone, con forti modificazioni di fondo, il crollo di una pila in alveo. L'evento del mese di giugno 2000 ha rappresentato un evento significativo con accentuate erosioni di sponda ed arretramento delle stesse per alcune decine di metri. In alcuni tratti sono state asportate difese spondali esistenti (T.to Bruciato) approssimandosi a strutture e fabbricati esistenti (C.na Farina, deposito pullman).

Per quanto concerne l'idrografia secondaria, a parte alcuni limitati allagamenti (peraltro caratterizzati da bassa energia e modesta altezza delle acque riferite al piano campagna) a margine dei canali che solcano il settore di pianura, non sono segnalate problematiche degne di nota.

Relativamente alla dinamica dei versanti, nel corso dell'indagine sono state rilevate alcune forme, sia pure modeste, di dissesto, innescatesi in concomitanza dei vari eventi alluvionali, che hanno coinvolto per lo più la coltre detritico-colluviale superficiale lungo le scarpate acclivi che delimitano il terrazzo principale: si tratta di fenomeni connessi alla saturazione e fluidificazione delle coperture sciolte (colate) e di modesti movimenti rotazionali evolventi a colata, coinvolgenti direttamente i depositi alluvionali.

Viene segnalata una situazione particolarmente delicata che interessa il bordo di terrazzo presso l'abitato dei Ronchi dove lo scalzamento al piede della stessa, legato alla dinamica del Torrente Stura, ha provocato un evidente arretramento della scarpata, storicamente documentato, attualmente soggetta a pericolosità molto elevata.

Sono stati altresì rilevati i settori di versante predisposti a fenomeni franosi, in ragione della natura della coltre superficiale e della situazione morfologica: si tratta per lo più di scarpate subverticali, o fortemente acclivi, soggette ad erosione accelerata ad opera delle acque di dilavamento, scalzate alla base dall'azione erosiva dell'idrografia secondaria, interessate da fenomeni di arretramento del ciglio superiore.

Per la realizzazione della Carta geomorfologica dei dissesti, della dinamica fluviale e del reticolato idrografico superficiale (Tav. P8.3) è stata utilizzata la seguente legenda:

### *IDROGRAFIA SUPERFICIALE*

#### *CORSI D'ACQUA NATURALI*

- ⇒ *Alveo di piena ordinaria, desunto dalla base fotorestituita volo 1999 (Comune di Cuneo);*
- ⇒ *Corsi d'acqua a sedime pubblico o demanial iscritti negli elenchi di cui al T.U. sulle acque approvato con R.D. dell'11.12.1933, 1775.*

#### RETE IRRIGUA

⇒ *Canali a sedime catastalmente definito;*

⇒ *Fossi e Bealere secondari.*

#### DINAMICA DEI VERSANTI

⇒ *Dissesti di versante a tipologia mista. **Fa** (FA10)*

#### DINAMICA DELLE ACQUE SUPERFICIALI

⇒ *Delimitazione area inondata e interessata dall'evento alluvionale del mese di giugno 2000;*

⇒ *Delimitazione alveo di piena comprendente il sistema dei flussi ordinari indistinti, sia tipo monocanale sia di tipo pluricanale. E' definito essenzialmente dall'alveo non colonizzato dove sono evidenti i sistemi dei deflussi ancorché non attivi alla data del volo (1999), delimitati da sponde incise (1.50 ÷ 3.00 m), spesso interessate da evidenti fenomeni d'erosione spondale;*

⇒ *Zone a morfologia depressa (canali abbandonati) che costituiscono la via di deflusso preferenziale per le acque in concomitanza di eventi idrometeorologici eccezionali o estremi;*

⇒ *Settori con morfologia favorevole all'innescio di fenomeni d'esondazione;*

⇒ *Tratti di sponda in erosione attiva;*

⇒ *Canali attivi;*

⇒ *Traccia di canale di deflusso abbandonato;*

⇒ *Orlo di terrazzo fluviale principale di altezza superiore a 10.00 m;*

⇒ *Orlo di terrazzo fluviale secondario di altezza inferiore 10.00 m;*

⇒ *Limite zona Ee definita con criteri sia idraulici sia morfologici.*

⇒ *Ambiti di pertinenza fluviale all'interno dei quali si possono verificare processi legati alla tendenza evolutiva del corso d'acqua.*

#### DELIMITAZIONE DELLE FASCE FLUVIALI (Piano Stralcio delle Fasce Fluviali – L. 18 maggio 1989, n°183)

⇒ *Limite tra la fascia A e la fascia B;*

⇒ *Limite tra la fascia B e la fascia C;*

⇒ *Limite esterno della fascia C;*

⇒ *Inviluppo aree soggiacenti al pelo libero relative alle portate con tr. 20, 50, 200, 500 anni (Studio Idrologico e idraulico prof. V. Anselmo);*

⇒ *Limite esterno area allagabile per piene con Tr. 50-200-500 anni.*

#### INVASI ARTIFICIALI (D.P.R. 01/11/1959 n°1363, Circolare Ministero dei Lavori Pubblici del 04/12/1987 n°352)

⇒ *Delimitazione dell'area interessata dal deflusso dell'onda di piena che si verrebbe a creare in caso di crollo o apertura degli organi di scarico della diga del Chiotas;*

- ⇒ *Delimitazione dell'area interessata dal deflusso dell'onda di piena che si verrebbe a creare in caso di crollo o apertura degli organi di scarico della diga del Piastra;*
- ⇒ *Delimitazione dell'area interessata dal deflusso dell'onda di piena che si verrebbe a creare in caso di crollo o apertura degli organi di scarico della diga di Rocca Sparvera.*

#### **ALTRI SIMBOLI**

##### *INTERVENTI DI CARATTERE ANTROPICO*

- ⇒ *Scarpate naturali e artificiali;*
- ⇒ *Trincea drenante per alimentazione del canale sussidiario di Bene;*
- ⇒ *Rilevato artificiale di origine antropica;*
- ⇒ *Area adibita ad attività estrattiva in atto;*
- ⇒ *Attività estrattiva abbandonata;*
- ⇒ *Strutture, manufatti danneggiati in concomitanza dei recenti eventi alluvionali.*

##### *CONFINE AMMINISTRATIVO*

- ⇒ *Limite confine comunale desunto dalla base CTR alla scala 1:10.000.*

Per quanto concerne le informazioni relative agli invasi artificiali si è fatto riferimento ai contenuti dell'“Atlante dei comuni interessati dal crollo e/o dall'apertura degli organi di scarico delle dighe di competenza nazionale” edito dalla Regione Piemonte – Settore Protezione Civile.

#### **8.6 – DINAMICA FLUVIO - TORRENTIZIA**

In merito alla rete idrografica principale, rappresentata dal Torrente Gesso ed il Torrente Colla, le valutazioni sono state affrontate sulla base di studi idraulici necessari per definire la pericolosità sulla base del concetto di tempo di ritorno distinguendo:

- ✓ aree ad alta probabilità di inondazione indicativamente con tempo di ritorno  $TR = 20 - 50$  anni (Ee);
- ✓ aree a moderata probabilità di inondazione indicativamente con tempo di ritorno  $TR = 100 - 200$  anni (Eb);
- ✓ aree a bassa probabilità di inondazione indicativamente con tempo di ritorno  $TR = 300 - 500$  anni (Em).

Per quanto riguarda il torrente Grana la pericolosità è stata definita unicamente sulla base dello studio dell'Autorità di Bacino nell'ambito del progetto **SP1.4**.

Le analisi condotte per il torrente Gesso sono descritte nell'elaborato a firma del Prof. Virgilio Anselmo.

Per quanto concerne il torrente Colla le verifiche idrauliche prendono in considerazione il tratto di alveo a confine con il Comune di Peveragno ed i risultati delle stesse vengono di seguito esposti.

#### **8.6.1 – Il Bacino idrografico del torrente Colla**

Il bacino del Torrente Colla, considerando la chiusura in prossimità del ponte stradale prossimo alla località C. Santuz, (Cfr. tavola allegata) è ubicato lungo il confine comunale a SE del Capoluogo di Cuneo ed interessa in parte anche il comune di Peveragno. I riferimenti cartografici relativi sono contenuti nella Carta Tecnica Regionale e compresi nelle sezioni 226030, 226040, 226070, 226080, 226110, 226120, 226150, 226160.

La superficie complessiva del bacino è di 44.243 km<sup>2</sup>; la quota massima di 2403 m s.l.m, mentre la quota di chiusura di 530 m s.l.m.

Il bacino è separabile in due ambiti distinti:

- un settore montuoso definito prevalentemente da incolto e bosco;
- un settore di pianura definito da terreni con destinazione d'uso a seminativo e colture specializzate.

Le aree urbanizzate occupano superfici minime in rapporto a quella complessiva dal bacino.

Dal punto di vista idrologico, il settore di pianura è occupato da terreni alluvionali grossolani del substrato, che possono essere considerati permeabili- molto permeabili. L'ambito montuoso è caratterizzato dalla presenza di roccia coerente (Calcescisti, Scisti gneissici) che presentano una permeabilità primaria nulla, ed una secondaria dovuta a fratturazione.

La pendenza media del bacino è del 40.28 % mentre l'alveo principale, la cui lunghezza raggiunge 16.02 km, è caratterizzato da una pendenza media del 3.43 %.

#### **8.6.2 – Analisi idrologiche e idrauliche**

La portata di progetto (Direttiva “Piena di Progetto” PAI legge 18 maggio 1989, n° 183, art. 17 comma 6-ter), per i bacini oggetto dell'analisi, in assenza di misure dirette di portata, viene determinata facendo riferimento ai seguenti criteri:

#### **8.6.3 - Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica puntuali**

La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto è effettuata attraverso la determinazione della curva di probabilità pluviometrica, cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno.

Il termine altezza di precipitazione in un punto, misurata in mm, si intende l'altezza d'acqua che si formerebbe al suolo su una superficie orizzontale e impermeabile, in un certo intervallo di tempo (durata della precipitazione) e in assenza di perdite.

La curva di probabilità pluviometrica è comunemente espressa da una legge di potenza del tipo:

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

in cui i parametri  $a$  e  $n$  dipendono dallo specifico tempo di ritorno considerato.

Sono state utilizzate le serie storiche delle precipitazioni intense riportate negli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano relative ai massimi annuali delle precipitazioni della durata di 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive. L'intervallo di durata tra 1 e 24 ore rappresenta il campo entro cui sono da ricercare le durate critiche per la maggior parte dei corsi d'acqua per i quali la stima della portata di piena può essere effettuata tramite l'utilizzo delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica.

La stima delle curve di probabilità pluviometrica nella stazioni di misura è stata effettuata sulla base delle serie storiche dei massimi annuali delle altezze di precipitazione per le durate considerate, definendo i parametri  $a$  ed  $n$  per i tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.

- Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense

Al fine di fornire uno strumento per l'analisi di frequenza delle piogge intense nei punti privi di misure dirette, l'Autorità di Bacino del fiume Po ha condotto un'interpolazione spaziale con il metodo di kriging dei parametri  $a$  e  $n$  delle linee segnalatrici, discretizzate in base a un reticolo di 2 km di lato (celle).

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

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

Per i bacini idrografici oggetto della presente analisi sono state prese in considerazione le celle interessate dal bacino stesso ed in seguito è stata calcolata la media ponderata dei valori di  $a$  ed  $n$  in funzione della superficie di bacino che interessa le singole celle (Cfr. "C.T.R. Delimitazione Bacini Idrografici" e "Tabelle Portate di Massima Piena"):

Bacino Torrente Colla

Celle interessate dal Bacino

**AP 145 – AP 146 – AP 147 – AQ 144 – AQ 145 – AQ146 – AQ147 – AQ 148- AQ 149- AQ 150  
– AR 144 – AR 145 – AR 146 – AR 147- AR 148 – AR 149- AR 150- AS 145- AS 149 – AS 150**

Superficie Totale dal Bacino : 44.243 km<sup>2</sup>

Valori medi ponderati di a ed n						
a Tr 50	n	Tr 50	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
47.17		0.400	57.01	0.399	63.51	0.398

#### **8.6.4 - Calcolo delle portate di piena sui bacini idrografici di piccole dimensioni**

Le procedure adottabili per la stima della portata di piena in un corso d'acqua si differenziano in relazione alla disponibilità di serie storiche di dati idrologici rappresentativi.

Il caso più favorevole si ha quando nella sezione di interesse sono disponibili valori di portata misurati per un periodo di osservazione sufficientemente lungo; in queste condizioni l'analisi statistica diretta di frequenza delle piene consente di determinare le stime richieste.

Poiché tale situazione si verifica raramente, in ragione del modesto numero di stazioni di misura esistenti e del ridotto periodo di osservazione disponibile per alcune di esse, nella maggior parte dei casi si è nelle condizioni di dover stimare i valori delle portate di piena con metodi indiretti.

In questo caso le procedure utilizzabili sono le seguenti:

- impiego di modelli di regionalizzazione del dato idrometrico, costruiti tramite l'analisi statistica dei dati idrologici disponibili relativi a una porzione di territorio ("regione idrologica") omogenea rispetto ai fenomeni di piena;
- analisi statistica delle osservazioni pluviometriche relative al bacino idrografico sotteso dalla sezione di interesse ed impiego di modelli afflussi-deflussi per la trasformazione in portate.

Il primo metodo consiste nell'utilizzare l'intera informazione idrometrica disponibile all'interno di una regione idrologica omogenea. In tal modo si perviene a un campione di dati storici di dimensioni molto maggiori rispetto a quelle di una singola stazione; sulla base di tale campione si ottiene, in genere mediante l'impiego di leggi di regressione statistica, la stima della distribuzione di probabilità delle portate di piena.

Il campo di validità dei modelli di regionalizzazione comprende i bacini idrografici con superfici comprese all'interno dell'intervallo definito dal valore minimo e massimo per i quali si dispone di serie storiche sufficientemente estese.

La costruzione di un modello di regionalizzazione richiede pertanto uno studio idrologico su vasta scala, che non è normalmente compatibile con le esigenze di progettazione o di verifica idraulica, di un singolo intervento, soprattutto se di dimensioni modeste.

Nelle parti del bacino ove sono disponibili, possono essere utilizzati i risultati derivanti da studi di regionalizzazione, che siano stati predisposti a cura della Regione. In tal caso gli studi idrologici devono indicare il modello di regionalizzazione eventualmente utilizzato.

Nei casi in cui non sono disponibili modelli di regionalizzazione applicabili o per i quali l'applicazione può condurre a margini di incertezza elevati è necessario ricorrere all'impiego di

procedure appartenenti alla seconda categoria sopra indicata; tra queste è stato preso in considerazione il “Metodo Razionale”.

#### 8.6.5 - Metodo razionale

La formula del metodo razionale si scrive:

$$Q_c = 0,28 c i A$$

dove:

$Q_c$ = portata al colmo	(m <sup>3</sup> /s)
$c$ = coefficiente di deflusso	(-)
$i$ = intensità di pioggia	(mm/ora)
$A$ = superficie del bacino	(km <sup>2</sup> )

Il metodo considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino,
- la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno  $T_r$  di quello dell'intensità di pioggia,
- il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione,
- l'intensità di pioggia ha una durata pari a quella del tempo di corrivazione  $t_c$ .

Il tempo di corrivazione  $t_c$  è definito in via teorica come il tempo che impiega la precipitazione che cade nella parte più distante del bacino a raggiungere la sezione terminale; una definizione forse migliore è che esso rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto il bacino contribuisce al deflusso nella sezione terminale.

Il coefficiente di deflusso  $c$  tiene conto di tre fattori:

- il fattore di ragguglio  $c_r$  della precipitazione alla superficie del bacino idrografico considerato,
- il fattore di trattenuta del terreno  $c_d$ , funzione della capacità di assorbimento del terreno (rapporto tra l'altezza di pioggia netta  $h_e$  e l'altezza di pioggia totale  $h$ ),
- il fattore di laminazione  $c_l$ , che dipende dalla capacità di invaso sulla superficie del bacino e nel reticolo idrografico dello stesso.

In via teorica l'utilizzo della formula razionale per convertire una precipitazione di assegnato tempo di ritorno  $T_r$  in una portata al colmo con pari valore di  $T_r$ , richiede di caratterizzare anche il coefficiente di deflusso  $c$  con un valore medio di ricorrenza. Ciò è possibile solamente quando si disponga di serie storiche sufficientemente estese di dati di pioggia e di portate al colmo.

Tempo di corrivazione  $t_c$

Il tempo di corrivazione del bacino è normalmente calcolato con formule empiriche; tra esse molto usata è quella di Giandotti (1934, 1937):

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_0}} \quad (\text{ore})$$

dove:

L = lunghezza del percorso idraulicamente più lungo del bacino (km)

H<sub>m</sub> = altitudine media del bacino (m s.l.m.)

H<sub>0</sub> = altitudine della sezione di chiusura (m s.l.m.)

Altre formule empiriche sono le seguenti:

Ventura (1905):  $t_c = 0,127 \sqrt{A/p}$  p = pendenza media (-/-)

Pezzoli (1970):  $t_c = 0,055 L / \sqrt{p}$

Merlo (1973):  $t_c = 0,396 L / \sqrt{p} (A/L^2 \sqrt{(p/p_v)})^{0,72}$

Puglisi (1978):  $t_c = 6 L^{2/3} (H_{\max} - H_0)^{-1/3}$

Nella presente verifica si è provveduto al calcolo del  $t_c$  utilizzando le cinque formule precedentemente citate e sulla base dei valori ricavati si è ritenuto ragionevole utilizzare i risultati ricavati con l'espressione proposta da Merlo (1973).

Coefficiente di deflusso c. La stima del coefficiente di deflusso è estremamente difficile e costituisce il maggiore elemento di incertezza nella valutazione della portata. Il parametro tiene conto in forma implicita di tutti i fattori che intervengono a determinare la relazione tra la portata al colmo e l'intensità media di pioggia; si utilizzano normalmente valori di riferimento, tratti dalla letteratura scientifica, che spesso sono adattabili con difficoltà alle effettive condizioni del bacino in studio.

Gli studi disponibili, per altro in numero piuttosto limitato, indicano tutti che il valore di c in un dato bacino varia in misura elevata da evento ad evento, in particolare in funzione delle differenti condizioni climatiche antecedenti. E' possibile comunque ipotizzare che, per gli eventi gravosi che sono di interesse nel campo della progettazione e delle verifiche idrauliche, il parametro assuma valori sufficientemente stabili. In qualche caso si assume che il valore di c cresca in funzione del tempo di ritorno dell'evento, supponendo in tal modo una risposta non lineare del bacino.

Normalmente per i bacini di piccole dimensioni si trascura l'effetto di invaso, mentre un'indicazione dei valori da attribuire al fattore di trattenuta del terreno è fornita nella letteratura scientifica.

Per i bacini oggetto della verifica è stato usato, cautelativamente, un valore di  $c = 0,50$ .

### 8.6.6 - Determinazione della portata di progetto

Tenuto conto delle caratteristiche morfometriche dei bacini considerati, la determinazione delle portate di progetto viene effettuata utilizzando la formula "razionale" per le portate con tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni.

Nell'allegato "Tabelle Portate di Massima Piena" sono riportati in dettaglio i parametri di calcolo utilizzati ed i risultati ottenuti, che sono qui di seguito sintetizzati:

### Bacino Torrente Colla

Chiusura del bacino : Ponte stradale loc. C. Santuz

Superficie del bacino	44.243	km <sup>2</sup>
Quota massima (H <sub>max</sub> )	2403	m s.l.m.
Quota sezione di chiusura (H <sub>0</sub> )	530	m s.l.m.
Portata liquida al colmo T <sub>r</sub> 20 anni	110.04	m <sup>3</sup> /s
Portata liquida al colmo T <sub>r</sub> 200 anni	153.96	m <sup>3</sup> /s
Portata liquida al colmo T <sub>r</sub> 500 anni	171.28	m <sup>3</sup> /s

Per tenere conto del trasporto solido e della presenza di materiale flottante si è ritenuto ragionevole aumentare del 20 % le portate di progetto calcolate.

Pertanto nelle verifiche di capacità di convogliamento verranno utilizzate le seguenti portate:

Portata Tr 20 anni	132.0	m <sup>3</sup> /s
Portata Tr 200 anni	184.8	m <sup>3</sup> /s
Portata Tr 500 anni	205.5	m <sup>3</sup> /s

#### 8.6.7 - Verifica della capacità di convogliamento

Per il tratto interessato del Torrente Colla (sezioni 1 - 10) è stata eseguita una verifica in moto permanente mediante lo specifico codice di calcolo HEC – RAS.

Le sezioni utilizzate sono state ricavate dal rilievo topografico eseguito nell'anno 2003.

La determinazione del profilo idraulico del Torrente Colla per portate con tempo di ritorno di 50, 200 e 500 anni, è stata eseguita in moto permanente mediante lo specifico codice di calcolo HEC - RAS River Analysis System, Versione 2.2 del settembre 1998 sviluppato da U.S. Army Corps of Engineers - Hidrologic Engineering Center.

La procedura di calcolo utilizzata dal modello numerico si basa sulla risoluzione di equazioni in moto permanente delle correnti a pelo libero, secondo una schematizzazione monodimensionale

Il calcolo viene eseguito mediante integrazione dell'equazione di Manning anche conosciuto come Standard Step Method .

Le equazioni di base

sono di seguito riportate:

$$WS_2 + \frac{(a_2 * v_2^2)}{2 * g} = WS_1 + \frac{(a_1 * v_1^2)}{2 * g} + h_e$$

$$h_e = L * S_f + C * \left( \frac{(a_2 * v_2^2)}{2 * g} + \frac{(a_1 * v_1^2)}{2 * g} \right)$$

dove :

WS <sub>1</sub> , WS <sub>2</sub>	quote del livello idrico agli estremi del tratto
a <sub>1</sub> , a <sub>2</sub>	coefficienti di ragguglio dell'energia cinetica
g	accelerazione di gravità
h <sub>e</sub>	perdita di carico
L	lunghezza del tratto
S <sub>f</sub>	cadente del carico totale
C	coefficiente di perdita di carico per contrazione / espansione della corrente

Il calcolo viene eseguito mediante reiterazioni successive a partire dalla condizione al contorno

Per la determinazione del coefficiente di scabrezza di Manning si è fatto riferimento alle indicazioni fornite dalle tabelle di " Open Channel Hydraulics ", Vente Chow, McGraw Hill International Edition ( Tab. 1)

n                      coefficiente di Manning -  $n = ( n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4 ) m_5$

**Tab. 1: metodo per il calcolo del coefficiente di scabrezza n nei corsi d'acqua**

Condizioni dell'alveo		Valori	
Materiale costituente l'alveo	Terra	n <sub>0</sub>	0.020
	Roccia		0.025
	Alluvione grossolana		0.028
	Alluvione fine		0.024
Irregolarità della superficie della sezione	Trascurabile	n <sub>1</sub>	0.000
	Bassa		0.005
	Moderata		0.010
	Elevata		0.020
Variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale	Graduale	n <sub>2</sub>	0.000
	Variazione occasionalmente		0.005
	Variazione frequente		0.010-0.015
Effetto relativo di ostruzioni	Trascurabile	n <sub>3</sub>	0.000
	Modesto		0.010-0.015
	Apprezzabile		0.020-0.030
	Elevato		0.040-0.060
Effetto della vegetazione	Basso	n <sub>4</sub>	0.005-0.010
	Medio		0.010-0.025
	Alto		0.025-0.050

	Molto alto		0.050-0.100
Grado di sinuosità dell'alveo	Modesto	m <sub>5</sub>	1.000
	Apprezzabile		1.150
	Elevato		1.300

I valori di riferimento per i coefficienti di scabrezza sono contenuti nella tabella 2, secondo le formule di Strickler e di Manning, riferiti alle situazioni tipiche dei corsi d'acqua naturali.

**Tab. 2: valori del coefficiente di scabrezza per i corsi d'acqua naturali**

Tipologia del corso d'acqua	Strickler K <sub>s</sub> = 1/n (m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> )
<b>CORSI D'ACQUA MINORI</b> (Raggio idraulico 2 m; larghezza in piena < 30 m)	
Corsi d'acqua di pianura	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• alvei con fondo compatto, senza irregolarità</li> </ul>	45-40
<ul style="list-style-type: none"> <li>• alvei regolari con vegetazione erbacea</li> </ul>	30-35
<ul style="list-style-type: none"> <li>• alvei con ciottoli e irregolarità modeste</li> </ul>	25-30
<ul style="list-style-type: none"> <li>• alvei fortemente irregolari</li> </ul>	25-15
Torrenti montani	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• fondo alveo con prevalenza di ghiaia e ciottoli, pochi grossi massi</li> </ul>	30-25
<ul style="list-style-type: none"> <li>• alveo in roccia regolare</li> </ul>	30-25
<ul style="list-style-type: none"> <li>• fondo alveo con ciottoli e molti grossi massi</li> </ul>	20-15
<ul style="list-style-type: none"> <li>• alveo in roccia irregolare</li> </ul>	20-15
<b>CORSI D'ACQUA MAGGIORI</b> (Raggio idraulico 4 m; larghezza in piena > 30 m)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sezioni con fondo limoso, scarpate regolari a debole copertura erbosa</li> </ul>	45-40
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sezioni in depositi alluvionali, fondo sabbioso, scarpate regolari a copertura erbosa</li> </ul>	35
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sezioni in depositi alluvionali, fondo regolare, scarpate irregolari con vegetazione arbustiva e arborea</li> </ul>	25-30
<ul style="list-style-type: none"> <li>• in depositi alluvionali, fondo irregolare, scarpate irregolari con forte presenza di vegetazione arbustiva e arborea</li> </ul>	20-25
<b>AREE GOLENALI</b> (Raggio idraulico 1 m)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• a pascolo, senza vegetazione arbustiva</li> </ul>	40-20
<ul style="list-style-type: none"> <li>• coltivate</li> </ul>	50-20
<ul style="list-style-type: none"> <li>• con vegetazione arbustiva spontanea</li> </ul>	25-10
<ul style="list-style-type: none"> <li>• con vegetazione arborea coltivata</li> </ul>	30-20
<b>Alveo artificiale in terra</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• materiale compatto, liscio</li> </ul>	60
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sabbia compatta, con argilla o pietrisco</li> </ul>	50
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sabbia e ghiaia, scarpata lastricata</li> </ul>	50-45
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ghiaietto 10-30 mm</li> </ul>	45
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ghiaia media 20-60 mm</li> </ul>	40
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ghiaia grossa 50-150 mm</li> </ul>	35
<ul style="list-style-type: none"> <li>• limo in zolle</li> </ul>	30
	30-25

<ul style="list-style-type: none"> <li>• grosse pietre</li> <li>• sabbia, limo o ghiaia, con forte rivestimento vegetale</li> </ul>	25-20
Alveo artificiale in roccia	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• con lavorazione accurata</li> <li>• con lavorazione media</li> <li>• con lavorazione grossolana</li> </ul>	30-25
	25-20
	20-15

Tenendo conto di quanto sopra esposto per i coefficienti di Manning si è fatto riferimento ai valori riportati nella tabella 3.

**Tab. 3: valori del coefficiente di scabrezza di Manning utilizzati**

River	Sezion e	L	C	R
T. Colla	1 - 10	0.03	0.04	0.03

Nelle tabelle 4 e 5 sono riportati i principali elementi idraulici ricavati dal calcolo.

**Tabella 4 - Torrente Colla (sezioni 1 - 10) tratto di monte**

River Sta		Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )
10	Tr 20	132.05	530.75	534.46	0.17	887.85
	Tr 200	184.80	530.75	534.20	0.32	719.29
	Tr 500	205.53	530.75	534.24	0.34	749.52
9	Tr 20	132.05	534.46	534.90	0.17	1004.82
	Tr 200	184.80	530.49	534.2	0,31	821.71
	Tr 500	205.53	530.49	534.24	0,32	854.39
8	Tr 20	132.05	530.18	532.93	5.21	25.33
	Tr 200	184.80	530.18	533.98	2.61	124.51
	Tr 500	205.53	530.18	533.99	2.82	128.35
7	Tr 20	132.05	530.21	532.37	6.0	28.91
	Tr 200	184.80	530.21	532.5	6.18	49.53
	Tr 500	205.53	530.21	532.53	6.37	55.02
6	Tr 20	132.05	529.62	530.94	0.46	265.87
	Tr 200	184.80	529.62	531.05	0.53	307.97
	Tr 500	205.53	529.62	531.08	0.56	323.13
5	Tr 20	132.05	529.40	530.87	0.93	182.34
	Tr 200	184.80	529.40	530.96	0.98	221.76
	Tr 500	205.53	529.40	531.00	1.00	235.92

4	Tr 20	132.05	528.82	531.08	1.09	192.15
	Tr 200	184.80	528.82	530.89	1.17	231.43
	Tr 500	205.53	528.82	530.92	1.2	245.63
3	Tr 20	132.05	528.19	530.61	1.94	125.31
	Tr 200	184.80	528.19	530.67	2.27	148.96
	Tr 500	205.53	528.19	530.68	2.39	156.02
2	Tr 20	132.05	527.98	528.87	6.21	29.63
	Tr 200	184.80	527.98	529.26	5.89	43.43
	Tr 500	205.53	527.98	529.02	5.73	49.13
1	Tr 20	132.05	527.48	528.08	1.81	68.23
	Tr 200	184.80	527.48	528.18	1.93	86.62
	Tr 500	205.53	527.48	528.22	1.97	93.55

**Tabella 5 - Torrente Colla (sezioni 1 - 10) tratto di valle**

River Sta		Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )
9	Tr 20	132.05	527.42	529.85	3.36	52.08
	Tr 200	184.75	527.42	530.06	3,60	72.19
	Tr 500	205.53	527.42	530.13	3,68	80.17
8	Tr 20	132.05	526.18	528.45	3.35	55.86
	Tr 200	184.75	526.00	528.61	3.66	92.71
	Tr 500	205.53	526.00	528.64	3.79	100.38
7	Tr 20	132.05	524.97	526.97	3.62	60.32
	Tr 200	184.75	524.97	526.99	1.03	253.50
	Tr 500	205.53	524.97	526.47	4.4	74.78
6	Tr 20	132.05	524.02	526.02	2.00	98.48
	Tr 200	184.75	524.02	525.20	6.49	44.10
	Tr 500	205.53	524.02	525.50	2.53	129.17
5	Tr 20	132.05	523.19	535.42	2.42	88.66
	Tr 200	184.75	523.19	524.03	1.65	134.01
	Tr 500	205.53	523.19	524.07	1.54	152.02
4	Tr 20	132.05	520.78	522.56	5.03	43.08
	Tr 200	184.75	520.78	522.67	2.35	147.81
	Tr 500	205.53	520.78	522.67	2.59	148.72
3	Tr 20	132.05	519.61	521.21	3.00	69.14
	Tr 200	184.75	519.61	521.26	3.97	76.33
	Tr 500	205.53	519.61	521.29	3.97	84.12
2	Tr 20	132.05	517.50	519.62	2.80	82.27
	Tr 200	184.75	517.50	519.69	2.63	118.82
	Tr 500	205.53	517.50	519.66	3.23	109.00
1	Tr 20	132.05	515.18	517.91	3.56	52.00
	Tr 200	184.75	515.18	518.07	3.87	73.45
	Tr 500	205.53	515.18	518.18	3.51	95.68

Sulla carta geomorfologica e dei dissesti sono riportati i limiti delle aree di esondazione delle acque per le portate al colmo considerate. Tenendo conto che le differenze fra i livelli ottenuti sono trascurabili ai fini della valutazione della pericolosità, gran parte del settore considerato presenta una pericolosità molto elevata (Ee).

La delimitazione è stata ottenuta sulla base dei risultati della verifica e su quanto rilevato direttamente sul terreno in funzione della situazione morfologica esistente.

Nelle tabelle sopra riportate sono indicati i livelli massimi delle acque per le portate al colmo considerate.

In merito al Franco del Ponte sulla Strada Provinciale, tenendo conto che “ Il minimo franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte deve essere non inferiore a 0.5 volte l’altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a un 1.00 m; il valore del franco deve essere assicurato per almeno 2/3 della luce quando l’intradosso del ponte non sia rettilineo e comunque per almeno 40 m, nel caso di luci superiori a tale valore”, **non è verificato** per le portate considerate e sono presenti aree allagabili sia in sinistra sia in destra idrografica. L’area urbanizzata in Comune di Cuneo non risulta interessata dalla problematica poiché topograficamente più elevata e delimitata da una recinzione in cls. Le planimetrie e sezioni relative alle verifiche condotte vengono allegate in appendice alla presente.

## **9.0 - PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E RISCHIO GEOLOGICO**

L’obbiettivo dell’analisi geologica come elaborato a corredo dei P.R.G. è quello di individuare gli ambiti ottimali in cui può svilupparsi l’attività edificatoria: la Carta di Sintesi costituisce l’elaborato finale che riassume, sotto l’aspetto geologico, i dati e le variabili di carattere geolitologico, strutturale e morfologico relativi al territorio in esame ed in funzione delle destinazioni urbanistiche delle varie aree; viene ottenuto dall’incrocio dei dati oggettivi contenuti nelle carte di base (carta geologica, carta geoidrologica, carta geomorfologica, carta delle opere di difesa, carta litotecnica) e quelli presenti nelle bibliografie e nelle cartografie della Banca Dati Geologica, del P.A.I., dei progetti A.V.I. – V.A.P.I. e nei vari progetti di dettaglio di sistemazione idrogeologica redatti per Comune, Comunità Montana e Regione.

Nella redazione di questa carta si è partiti dalla ricongiunzione analitica diretta dell’insieme di tutte le condizioni geologiche, valutandone la complessiva influenza sull’evoluzione morfologica, e controllando l’effettiva rispondenza delle condizioni di fatto alle valutazioni induttive. In particolare si sono considerati i rapporti immediati e mediati tra la somma dei dati topografici correlati con i dati propriamente geologici di significato morfogenetico (natura dei terreni, spessori ed estensioni delle coltri di copertura, condizioni geotecniche dei depositi, ecc.) sommandoli ad alcuni dati antropografici più o meno rilevanti al riguardo dell’urbanizzazione dell’area (distribuzione dell’edilizia, della rete viaria, sviluppo e caratteristiche di interventi realizzati o progettati).

La panoramica così risultante, indice delle condizioni di stabilità del territorio, rappresenta una base di lavoro per l’inserimento di dati specifici; questi sono forniti dal rilevamento analitico dei processi e degli indizi relativi a fenomeni incipienti.

Le aree a pericolosità oggettiva sono state essenzialmente individuate sulla base della franosità in atto o recente e dell’erosività dei corsi d’acqua; in tale analisi sono stati valutati tipologia, attività, volumetria e velocità del dissesto, oltre alla possibilità di intervenire con opere di

difesa nell'area di influenza (per le frane sia nella zona di accumulo che per l'arretramento della nicchia di distacco).

La necessità di individuare cartograficamente gli ambiti da assoggettare ad una diversa normativa edilizia richiede l'esatta suddivisione del territorio in funzione del livello oggettivo di propensione al dissesto. In questa ottica la bibliografia nazionale ed internazionale separa chiaramente i concetti di rischio e pericolosità. Tali principi sono stati recepiti sia dalla legislazione nazionale (Legge 03/08/98 n. 267 e Legge 11/12/2000 n. 365) che da quella regionale (C.P.G.R. 7/LAP); i più recenti atti dell'Autorità di Bacino del Fiume Po - Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.s.F.F.), Piano Stralcio per la difesa idrogeologica (P.A.I.) e Piano Straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato (PS 267) - indicano inoltre i criteri per la valutazione del rischio.

La **pericolosità geomorfologica** è la probabilità che un fenomeno potenzialmente distruttivo di determinata intensità si verifichi in un dato periodo di tempo ed in una data area (Canuti e Corsagli, 1996). Si intende quindi con pericolosità una valutazione unicamente geomorfologica, applicata sia alla dinamica fluviale (inondazioni, erosioni localizzate, rotte d'argine, *debris torrent*, *debris flow*, ecc.) sia alla dinamica dei versanti (frane e valanghe), che considera la presenza antropica solo in funzione di eventuali opere di difesa e/o presidio e che esula totalmente da calcoli statistici. La pericolosità non tiene conto inoltre dei tempi di ritorno dei fenomeni dissestivi.

Il **rischio geologico** è definito dalla probabilità che un evento naturale si verifichi incidendo in modo tale da recare danno all'uomo ed alle sue attività (Govi in Regione Piemonte, 1990): associa quindi il concetto di pericolosità a fattori intrinseci dei fenomeni dissestivi quali intensità e tempo di ritorno ed a valutazioni economiche dei danni (economici o in vite umane) attesi.

Le norme nazionali sulla definizione di pericolosità e di rischio sono contenute nel Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 14/02/97 "Direttive tecniche per l'individuazione e la perimetrazione, da parte delle Regioni, delle aree a rischio idrogeologico". Tale decreto esprime il **rischio idrogeologico** (R) mediante un'equazione ( $R = P \times E$ ) che mette in relazione la pericolosità del territorio (P) con gli elementi a rischio (E) presenti su di esso. Vengono inoltre proposte possibili individuazioni delle aree a rischio idraulico e a rischio di frana.

Anche il Piano Stralcio per la difesa idrogeologica (Allegato 2), seppur partendo da una definizione di rischio più ampia ed internazionalmente riconosciuta (UNESCO, 1984), ricorre ad un'analogia formula ( $R = S \times D \Rightarrow$  rischio = pericolosità  $\times$  danno) per valutare il livello di rischio attribuito a tutti i comuni ricadenti nel bacino del Po.

L'ovvia difficoltà di definire il grado di rischio geologico su elaborati di dettaglio realizzati a scala comunale e la mancanza allo stato attuale di metodologie "collaudate" e finalizzate in particolare all'elaborazione degli strumenti urbanistici comunali induce a preferire lo sviluppo di

una cartografia maggiormente orientata all'individuazione della pericolosità estesa a tutto il territorio comunale, prescindendo da valutazioni quantitative di rischio.

Un'adeguata zonizzazione del territorio in base ai concetti sopra esposti potrà essere raggiunta adottando le fasi operative contenute ed esplicitate nella Circolare del Presidente della Giunta Regionale n. 7/LAP:

1. l'analisi di tutti gli elementi di carattere geolitologico, geomorfologico, idrogeologico, idrologico, ecc. e di quant'altro consenta una valutazione oggettiva della propensione al dissesto dell'intero territorio comunale e, laddove necessario, per un intorno significativo al di fuori dei limiti amministrativi;
2. la valutazione della tipologia e della quantità dei processi sulla base dei dati precedenti deve condurre alla zonizzazione dell'intero territorio comunale per aree omogenee dal punto di vista della pericolosità geomorfologica intrinseca, indipendentemente dai fattori antropici ("Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica" alla scala opportuna);
3. ulteriore dettaglio della carta di sintesi a scala di piano non inferiore a 1:5.000, per tutte le aree di nuovo impianto come previsto nella C.P.G.R. 16/URE.

#### **9.1 – VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA**

La valutazione della pericolosità geomorfologica è stata effettuata in tre distinti ambiti fisiografici:

- ⇒ settori di fondovalle, lungo i corsi dei Torrenti Stura di Demonte, Gesso, Grana e Colla, interessati da processi erosivi e deposizionali e da fenomeni di esondazione da parte delle acque di piena;
- ⇒ settori di pendio lungo i bordi di terrazzo principale, interessati da forme di attività geomorfica, da diffusi dissesti superficiali e fenomeni erosivi, imputabili allo scalzamento al piede da parte dei corsi d'acqua;
- ⇒ settori interessati dalla rete irrigua.

##### Corsi d'acqua principali

Il riferimento normativo per le valutazioni di pericolosità geomorfologica sui corsi d'acqua è il Piano Stralcio della Fasce Fluviali che individua i seguenti ambiti:

- Fascia A: fascia di deflusso della piena dove defluisce l'80 % della piena  $Tr_{200}$  con  $V_0 \leq 4$  m/s all'esterno di essa (corsi d'acqua mono - pluricursali) o il limite esterno delle forme fluviali potenzialmente riattivabili (corsi d'acqua ramificati).
- Fascia B: fascia di esondazione dell'acqua con  $Tr = 200$  anni (quote naturali od artificiali maggiori del livello idrico atteso).
- Fascia C: area di inondazione per piena catastrofica; definita dalle aree storicamente inondate con  $Tr > 200$  anni o inondabili con  $Tr = 500$  anni.

L’Autorità di Bacino, nei corsi d’acqua non individuati dal P.S.F.F., delega Regioni e Province, definendo i criteri di studio per la delimitazione delle fasce fluviali. L’adozione di tali metodologie per la definizione delle classi di pericolosità e per l’individuazione delle aree a rischio idraulico permette di allineare le procedure utilizzate in ambito locale con quelle ampiamente testate durante la redazione del P.S.F.F..

Per una migliore comprensione delle problematiche legate alla dinamica fluviale vale la pena richiamare le precisazioni contenute nell’allegato 3 alle N.d.A. del P.S.F.F. in merito ad alcune definizioni riguardanti gli alvei:

**a. Corsi d’acqua non arginati.**

Alveo inciso o alveo attivo. *Porzione della regione fluviale associata a un corso d’acqua compresa tra le sponde dello stesso, sede normalmente del deflusso di portate inferiori alle piene più gravose. In conformità alla circolare n° 780 del 28/02/1907 del Ministero dei LL.PP., il limite dell’alveo appartenente al demanio pubblico ai sensi dell’art. 822 del Codice Civile viene determinato in base al livello corrispondente alla portata di piena ordinaria.*

Ciglio di sponda. *Si intende il punto della sponda dell’alveo inciso (o alveo attivo) a quota più elevata.*

Porzione non attiva dell’alveo inciso (o alveo attivo). *Si intendono quelle aree altimetricamente più elevate del livello della piena ordinaria.*

Alveo di piena. *Porzione della regione fluviale del corso d’acqua comprendente l’alveo inciso e una parte delle aree inondabili ad esso adiacenti, che contribuiscono al deflusso di portate superiori a quelle di piena ordinaria, a piene cioè di elevato tempo di ritorno.*

Area inondabile. *Porzione della regione fluviale compresa tra le linee spondali dell’alveo di piena e il limite più esterno dell’area inondabile da piena straordinaria di assegnato tempo di ritorno. Tale area non contribuisce al deflusso della portata, ma attraverso l’invaso temporaneo dei volumi di piena esplica un’azione di riduzione dei colmi del fenomeno (laminazione delle portate).*

**b. Corsi d’acqua arginati.**

Alveo inciso o alveo attivo. - Ciglio di sponda. - Porzione non attiva dell’alveo inciso (o alveo attivo). *Vale la definizione riportata per i corsi d’acqua non arginati.*

Alveo di piena. *Porzione dell’alveo di esondazione del corso d’acqua comprendente l’alveo inciso e una parte delle adiacenti aree golenali, contribuenti al deflusso di piene straordinarie di assegnato tempo di ritorno. È normalmente delimitato dagli argini maestri o da quelli golenali.*

Area inondabile all’interno degli argini maestri. *Porzione della regione fluviale compresa tra l’alveo di piena e il limite dell’area inondabile al verificarsi di una piena straordinaria di assegnato tempo di ritorno. È delimitata dagli argini maestri o da quelli golenali o da eventuali rilevati presenti in golena. Tale area non contribuisce al deflusso della portata, ma attraverso*

*l'invaso temporaneo dei volumi di piena esplica un'azione di riduzione dei colmi del fenomeno (laminazione della portata).*

*Area inondabile per tracimazione o rottura degli argini maestri. Porzione di territorio inondabile per cedimento delle opere di ritenuta. È delimitata dai rilievi morfologici naturali o da elementi artificiali presenti sul territorio (rilevati, insediamenti.)*

#### Rete irrigua

Le valutazioni di pericolosità comprendono fasce variabili, in funzione della situazione morfologica, e della presenza o meno di opere di presidio, a lato dei principali canali della rete irrigua per i possibili allagamenti legati a tracimazione che si possono manifestare in concomitanza di eventi idrometeorologici eccezionali o estremi.

Nel territorio comunale in esame manca una rete di corsi d'acqua minori con alveo ben definito e più o meno incassato.

Le valutazioni della pericolosità geomorfologica hanno quindi tenuto conto delle possibili aree potenzialmente allagabili e degli effetti indotti dalla presenza di una falda di subalveo che agisce nei settori più prossimi alle vie d'acqua descritte.

#### Versanti in frana

Nel territorio in esame, le tipologie dissestive rilevate sono rappresentate da frane che coinvolgono essenzialmente i materiali sciolti superficiali ed i depositi alluvionali lungo i bordi di terrazzo.

Tali dissesti presentano una pericolosità generalmente ridotta, con eccezione del caso della località Ronchi dove la presenza di infrastrutture e del nucleo abitato determinano condizioni di pericolosità e rischio elevato.

## **10.0 - LA CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA E DELL'IDONEITA' ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA**

L'indagine espletata sulla base degli elementi di carattere geologico, geomorfologico, idrologico ed idraulico, consente una zonizzazione del territorio per classi d'idoneità geologica alla trasformazione urbanistica per livelli di pericolosità crescenti, suddivise tenendo conto delle indicazioni contenute nella circolare del Presidente della Giunta Regionale del 08/05/1996 n. 7/LAP.

Nell'elaborazione della carta di sintesi è parsa materialmente più pratica una rappresentazione cartografica semplificata delle aree a differente grado di pericolosità, utilizzando un grafismo di facile comprensione qual è quello di una visualizzazione semaforica a colori, unita ad una retinatura per alleggerire la vista complessiva dell'elaborato.

La stesura della carta di sintesi alla scala 1:10.000 è avvenuta su base cartografica C.T.R. (Tav. P8.6) in modo da agevolare il confronto con le carte di analisi relative alla I fase C.P.G.R. 7/LAP.

La necessità di dover distinguere a livello cartografico le porzioni di territorio interessate da forme di attività geomorfica recenti, comunque tali da poter essere considerate riattivabili per eventi idrometeorologici con tempi di ritorno inferiori a 50 anni, dai restanti settori caratterizzati da forti limitazioni all'utilizzo urbanistico derivanti soprattutto dalle condizioni morfologiche (pendenze elevate) e dalle oggettive condizioni di potenziale disordine idrogeologico, ci ha indotti ad una distinzione sostanziale all'interno della classe III, con l'individuazione di sottoclassi IIIa - IIIb. Tale distinzione è legata sia alle oggettive condizioni di pericolosità geomorfologica dei contesti indagati, sia ad un adeguamento in merito agli interventi urbanistici al recente P.A.I..

Le classi IIIa e IIIb sono state ulteriormente suddivise in 2 sottoclassi, in funzione dello stato di attività e di pericolosità dei dissesti che caratterizzano i vari ambiti.

Nell'intento di uniformare gli elaborati prodotti alle indicazioni della circolare citata vengono qua di seguito riportate integralmente le classi di idoneità all'utilizzazione urbanistica così come adottate nella stesura dell'elaborato cartografico.

### **- Classe I**

*Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche: gli interventi sia pubblici che privati sono consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 11/03/1988 e della Circolare P.G.R. 11/PRE del 18/05/90.*

**- Classe II**

*Porzioni di territorio a moderata pericolosità geomorfologica, edificabili con l'adozione di modesti accorgimenti tecnici realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante. Riguardano essenzialmente settori in cui la moderata pericolosità geomorfologica è legata alla dinamica delle acque superficiali in particolare alla vicinanza della rete idrografica secondaria o ai canali artificiali, nonché alla presenza di elementi morfologici che condizionano in modo determinante l'utilizzazione del territorio.*

**- Classe III**

Alla classe III vengono associati gli estesi settori di versante con caratteri tali da poter essere considerati decisamente marginali ai contesti antropici. *Porzioni di territorio che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici tali da impedirne l'utilizzo qualora inedificate con l'eccezione delle aziende agricole secondo quanto indicato dalle N.T.A..*

Comprende generalmente quelle aree caratterizzate da pendenze elevate (> 36%) che presentano caratteri di potenziale vulnerabilità a forme d'attività geomorfica legate soprattutto all'assetto morfologico ed alla fragilità dal punto di vista idrogeologico del territorio.

Le aree boscate e quelle sistemate a terrazzi e/o ciglioni su pendenze elevate ed attualmente incolte presentano, a causa della loro fragilità sotto l'aspetto idrogeologico, un rischio ed una vulnerabilità elevata a forme di dissesto. Per esse non sono prevedibili gli effetti indotti a seguito di diboscamenti eccessivi o ad interventi antropici sulle coperture sciolte o sulle sottostanti rocce del substrato, fratturate o alterate. Si tenga conto inoltre del considerevole impegno economico, con costi elevati di risarcimento, che comporterebbe l'utilizzo ed il consolidamento di questi versanti. In questi ambiti sono inoltre da evitare quelle pratiche agronomiche che possono favorire il processo accelerato di erosione superficiale (aratura profonda o "a ritocchino").

**- Classe IIIa**

*Porzioni di territorio non edificate, caratterizzate da condizioni di pericolosità molto elevata imputabile a forme d'attività geomorfica legate sia alla dinamica dei versanti sia alla dinamica fluvio – torrentizia recenti o in atto.*

Si tratta di contesti in cui hanno sede dissesti sia recenti sia in atto (aree in frana, alveo di piena ordinaria e aree allagabili per piene con tempi di ritorno inferiori ai 50 anni, scarpate in erosione attiva lungo l'idrografia secondaria).

**- 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 edilizio esistente.*

In assenza di tali interventi di riassetto saranno consentite solo trasformazioni che non aumentino il carico antropico; nuove opere o nuove costruzioni saranno ammesse solo a seguito dell'attuazione degli interventi di riassetto e dell'avvenuta eliminazione e/o minimizzazione della pericolosità geomorfologica.

Questa classe comprende unicamente i nuclei abitati ricadenti in settori individuati come “*in dissesto*” nella Carta geomorfologica e dei dissesti, nei quali è tecnicamente ed economicamente possibile intervenire per ridurre od annullare il rischio geologico.

La presenza delle Fasce Fluviali e le condizioni di Pericolosità Geomorfologica rilevate, hanno reso necessaria la suddivisione della classe IIIb in due sottoclassi; Classe IIIb2 e Classe IIIb3.

**- 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 09/07/1908, n. 445 (demolizione senza ricostruzione e conseguente rilocalizzazione di eventuali edifici abitati).* Questa classe comprende unicamente i nuclei abitati o gli edifici ricadenti in settori individuati come attivi dalla Carta Geomorfologica, nei quali non è tecnicamente e/o economicamente possibile intervenire per ridurre od annullare il rischio geologico.

Questa classe non è presente nel territorio comunale di Cuneo e non è quindi stata riportata nella legenda della Carta di sintesi.

## **10.1 – CONSIDERAZIONI SUL TERRITORIO DI CUNEO**

Tenendo conto dei contenuti dello studio effettuato sull'intero territorio comunale, come sintetizzato nella relazione geologico – tecnica, vengono analizzati gli aspetti più significativi riportati nella carta di sintesi, con relativa definizione delle problematiche e dei criteri che hanno condotto alla zonizzazione del territorio operata.

Sono state classificate in classe I le porzioni di territorio pianeggianti, localizzate prevalentemente nell'ambito delle ampie superfici terrazzate, caratterizzate dalla presenza di depositi alluvionali sabbioso-ghiaioso-ciottolosi più o meno grossolani, non interessati da problematiche particolari che rappresentano, di norma buoni terreni di fondazione. In tali settori il

livello della superficie freatica della falda presente si trova a profondità superiori a quelle interessate dalle opere di fondazione dirette.

Sono state classificate in classe IIa le porzioni di territorio a pericolosità moderata e riguardano essenzialmente i terrazzi morfologici minori, una fascia a ridosso dei terrazzi principali, alcune situazioni di terreni posti in adiacenza alla rete irrigua, aree depresse potenzialmente sede di accumulo di acque superficiali.

Sono state classificate in classe IIb le aree in cui le condizioni di moderata pericolosità sono legate essenzialmente alle particolari condizioni morfologiche dei territori ricadenti in prossimità della rete idrografica nelle quali sono prevedibili interferenze con la falda di subalveo in situazioni di particolare criticità o coinvolgibili da allagamento in concomitanza di eventi catastrofici (torrenti Colla e Grana).

Ricadono nella classe III non differenziata estesi settori di fondovalle marginali all'idrografia principale per i quali tuttavia, tenendo conto della dinamica e della tendenza evolutiva dei corsi d'acqua nel tempo, sono stati considerati ambiti di pertinenza degli stessi soprattutto per eventi catastrofici. Tale classe comprende, inoltre, porzioni di pendio con acclività molto elevata e fasce circostanti.

Sono state inserite in classe IIIa le porzioni di territorio interessate da condizioni di pericolosità geomorfologica elevata e molto elevata legate sia alla dinamica dei versanti (dissesti recenti o in atto località Ronchi) sia alla dinamica fluvio – torrentizia lungo l'idrografia principale (Torrenti Stura, Gesso, Grana e Colla).

La definizione delle condizioni di pericolosità geomorfologica è stata ottenuta sulla base di studi idrologici e idraulici integrati in modo sostanziale con il criterio geomorfologico e storico. Più in dettaglio, si è tenuto conto della tendenza evolutiva dei corsi d'acqua a partire dagli anni 30 ad oggi basandosi su una serie di analisi effettuate su basi cartografiche di epoche differenti e su dati rilevati con GPS per quanto concerne gli effetti della piena dell'autunno 2000.

A livello generale l'abitato di Cuneo non presenta problematiche né limitazioni particolari per quanto concerne le condizioni di pericolosità geomorfologica, fatte salve le situazioni specifiche riguardanti settori con edificazioni sparse o in interventi di carattere pubblico esistenti lungo l'idrografia principale (aree sportive, cimitero, impianto di depurazione) che sono state inserite in classe IIIb.

## **10.2.0 – PROPOSTA DI NORMATIVA RELATIVA ALLE TIPOLOGIE D’INTERVENTO EDILIZIO ED URBANISTICO AMMESSE IN FUNZIONE DELLE CLASSI DI RISCHIO**

In considerazione di quanto esposto in merito alla carta di sintesi, viene qui di seguito formulata una proposta di normativa d’uso del territorio, in funzione dei vincoli di natura geologica, relativa all’edificabilità dei suoli ed agli interventi antropici più in generale, la cui validità è estesa all’intero territorio.

### **10.2.1.0 - AMBITI EDIFICABILI**

Per le aree soggette a vincolo idrogeologico si richiamano le norme della L.R. 45/89.

In relazione alla zonizzazione di carattere geologico- tecnico individuata nelle relative tavole valgono le seguenti prescrizioni:

#### **10.2.1.1 Classe I**

Sono consentiti tutti gli interventi edilizi e urbanistici senza limitazione, nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 11/03/1988, n. 47, e della Circolare P.R.G. 11/PRE del 18/05/90.

#### **10.2.1.2 Classe IIa**

Sono consentiti tutti gli interventi edilizi e urbanistici compatibili con le condizioni di moderata pericolosità che contraddistingue questa classe; saranno sempre possibili interventi di nuova edificazione e di ampliamento con verifiche locali di profondità e condizioni del substrato di fondazione. Tutti gli interventi dovranno essere congruenti con la situazione di rischio e dovranno essere indicati in modo dettagliato gli accorgimenti tecnici atti a superare quest’ultima. Tali accorgimenti saranno esplicitati in una relazione geologica e geotecnica, sviluppata in ottemperanza del D.M. del 11/03/1988, n. 47 e “realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell’ambito del singolo lotto edificatorio” e dell’intorno circostante significativo. Gli interventi previsti non dovranno incidere in modo negativo sulle aree limitrofe né condizionarne la propensione all’edificabilità.

Si riportano di seguito tipologie di aree ricadenti in classe II con le relative prescrizioni di massima in merito alle indagini geologico - tecniche ed agli accorgimenti tecnici che dovranno essere adottati in sede di stesura dei progetti esecutivi.

Natura del rischio geologico	Prescrizioni esecutive
<u>Dinamica della rete idrografica classe II</u>	
<p>Aree pianeggianti attigue a canali o idrografia secondaria, potenzialmente soggette a modesti allagamenti di acque a bassa energia ed altezze di pochi centimetri</p>	<p>Valutazioni specifiche in merito all'opportunità di costruzione di locali interrati e seminterrati con adozione di accorgimenti tecnici adeguati.</p> <p>Previsione di interventi di regimazione delle acque superficiali e programmazione interventi manutentivi.</p> <p>Accertamenti puntuali in merito alla soggiacenza della falda libera e alla sua escursione massima.</p> <p>Le valutazione e le indicazioni operative saranno esplicitate in uno studio geologico e idrogeologico di dettaglio.</p>
<u>Dinamica dei versanti classe II</u>	
<p>Costruzioni su pendii, presenza di materiali argillosi, limosi, molto compressibili e potenzialmente instabili.</p>	<p>Regimazione delle acque superficiali. Verifiche di stabilità delle scarpate, stabilizzazione delle coltri superficiali a valle e a monte. Esecuzione degli scavi a campioni</p>
<p>Costruzioni alla base di pendii</p>	<p>Eliminazione e/o minimizzazione della pericolosità derivante potenziali processi legati alla instabilità delle coltri superficiali con interventi sul versante a monte e/o al piede del versante. Esecuzione degli scavi a campione e verifiche di stabilità delle scarpate.</p>
<p>Costruzioni a monte di pendii</p>	<p>Accurata regimazione delle acque evitando infiltrazioni subsuperficiali o profonde. Raccolta ed allontanamento in appositi collettori delle acque. Operare in funzione della stabilizzazione del versante a valle per evitare ogni possibile forma di dissesto.</p>
<p>Presenza di coltri eluvio-colluviali di spessori imprecisati</p>	<p>Esatta valutazione della potenza dei depositi superficiali mediante prove geofisiche indirette e/o sondaggi (pozzetti esplorativi, prove penetrometriche, carotaggi).</p>

### 10.2.2.0 - AMBITI A EDIFICABILITÀ CONDIZIONATA ED INEDIFICABILI

#### 10.2.2.1 Classe IIb

Sono consentiti tutti gli interventi edilizi e urbanistici compatibili con la possibilità di interferenze con la falda idrica in condizioni di particolare criticità corrispondenti ad eventi idrometeorologici eccezionali. Gli interventi di nuova edificazione dovranno essere resi

compatibili con tale problematica prevedendo l'esclusione di piani interrati o in alternativa la realizzazione di quest'ultimi dovrà essere tecnicamente giustificata con dati relativi alle possibili escursioni della falda idrica nel tempo e l'interferenza con la piena di progetto. Dovranno altresì essere previste adeguate soluzioni tecniche con verifiche locali di profondità e condizioni del substrato di fondazione a norma del D.M. del 11/03/1988, n. 47. Viene esclusa la possibilità di realizzare locali interrati se non giustificati tecnicamente.

Nei fabbricati esistenti sono consentiti i seguenti interventi:

- a<sub>1</sub>) manutenzione ordinaria;
- a<sub>2</sub>) manutenzione straordinaria;
- a<sub>3</sub>) restauro e risanamento conservativo;
- a<sub>4</sub>) ristrutturazione edilizia con o senza ampliamento;
- a<sub>5</sub>) la nuova edificazione ma con l'esclusione di nuovi piani interrati se non giustificati tecnicamente.

#### **10.2.2.2 Classe III non differenziata**

Comprende aree decisamente marginali ai contesti urbanizzati, che pur non essendo interessate da processi di attività geomorfica, presentano caratteri di potenziale vulnerabilità agli stessi, legati alla fragilità dal punto di vista idrogeologico che le caratterizza. Si tratta di aree di norma non edificate e non edificabili nelle quali vengono consentiti i seguenti interventi:

- a) interventi idraulici e di sistemazione ambientale e dei versanti, ripristino delle opere di difesa esistenti, atti a ridurre i rischi legati alla dinamica fluvio-torrentizia e alla dinamica dei versanti;
- b) relativamente agli eventuali fabbricati esistenti sono ammessi:
  - b<sub>1</sub>) manutenzione ordinaria;
  - b<sub>2</sub>) manutenzione straordinaria;
  - b<sub>3</sub>) restauro e risanamento conservativo;
  - b<sub>4</sub>) mutamento di destinazione d'uso in destinazioni a minor rischio geologico nelle quali vi sia una diminuzione del carico antropico e non ci sia la presenza stabile di persone (punto 6.3 della N.T.E. alla C.P.G.R. 7/LAP);
  - b<sub>5</sub>) ristrutturazione edilizia e ampliamento "una-tantum" (max 20%) del volume originario per adeguamento igienico sanitario e funzionale-distributivo, realizzazione dei volumi tecnici, ampliamento delle unità abitative esistenti, dotazione di manufatti pertinenziali;
  - b<sub>6</sub>) un cambio di destinazione d'uso che comporta un modesto aumento di

carico antropico (6.3 – 7.3, C.P.G.R. 7/LAP) solo se deriva da una più razionale fruizione degli edifici esistenti e solo a seguito di indagini puntuali e opere per la riduzione del rischio;

b7) cambi di destinazione d'uso, in residenza rurale, per fabbricati agricoli esclusivamente nell'ambito dell'attività agricola, con esclusione di interventi su strutture prefabbricate.

- d) Per gli edifici abitativi e per le strutture agricole esistenti, connesse con l'attività agricola, sono ammessi esclusivamente interventi fino alla ristrutturazione edilizia con ~~ampliamento in continuità~~ **ampliamenti**, da eseguirsi nel rispetto degli indici di utilizzazione fondiaria dei territori agricoli art. 77.04) e delle caratteristiche tipiche degli edifici agricoli propri della zona agricola cuneese secondo i criteri descritti nell'Elaborato G3 *Criteri progettuali per il recupero dei fabbricati e per le nuove costruzioni nel territorio extraurbano* che regolamentano il loro recupero e la loro nuova edificazione.

#### **10.2.2.3 Classe IIIa1 (aree a pericolosità elevata )**

Per le aree individuate nella Carta di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica in condizioni di dissesto idraulico ed idrogeologico in classe IIIa1 e gli ambiti classificati come Fq ed Eb, sono ammessi i seguenti interventi :

a) relativamente agli eventuali fabbricati esistenti sono ammessi:

- a1) manutenzione ordinaria;
- a2) manutenzione straordinaria;
- a3) restauro e risanamento conservativo;
- a4) mutamento di destinazione d'uso in destinazioni a minor rischio geologico nelle quali non vi sia un aumento del carico antropico e/o e la presenza stabile di persone (punto 6.3 della N.T.E. alla C.P.G.R. 7/LAP);

a5) ristrutturazione edilizia e ampliamento “una-tantum” (max 20%) del volume originario per adeguamento igienico, sanitario e funzionale; realizzazione dei volumi tecnici, dotazione di opere e/o volumi pertinenziali.

La fattibilità degli interventi di cui al punto a5 dovrà essere attentamente “verificata ed accertata” a seguito dell'espletamento di indagini di dettaglio, finalizzate alla valutazione dei caratteri geologici, idrogeologici e, qualora necessario, facendo ricorso a indagini geognostiche, in ottemperanza della Circolare Regionale 16/URE e del D.M. 11/03/1988 e secondo quanto indicato dalla N.T.E.

alla C.P.G.R. 7/LAP; tali studi dovranno contenere, nella fase esecutiva, le dettagliate prescrizioni relative alla mitigazione dei fattori di rischio presenti.

Sono ammesse tutte le pratiche colturali e forestali (comprese le piste forestali) purché realizzate nel pieno rispetto dell'equilibrio idrogeologico locale, operando in modo tale da non innescare processi di dissesto.

Per le opere di interesse pubblico non altrimenti localizzabili varrà quanto previsto dall'art. 31 della L.R. 56/77.

#### **10.2.2.4 Classe IIIa2 (aree a pericolosità molto elevata)**

Fatto salvo quanto previsto all'art. 3 ter del D.L. 12 ottobre 2000, n.279, convertito in Legge 11 dicembre 2000, n.365, in questa classe sono esclusivamente consentiti (N.d.a. P.A.I. – art. 9):

- a) gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- b) gli interventi di manutenzione ordinaria, degli edifici, così come definiti alle lettere a) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
- c) gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambi di destinazione d'uso che comportino un aumento del carico insediativo;
- d) gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e di restauro e di risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- e) la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili e relativi impianti, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti;
- f) l'ampliamento o la ristrutturazione degli impianti di trattamento delle acque reflue;
- g) l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n.22, o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 dello stesso D. Lgs. 22/1997/ alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può

essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dall'autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo.

Fatto salvo quanto sopra riportato per la classe III, IIIa1 e IIIa2, per le aree individuate nella Carta di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica in condizioni di dissesto idraulico ed idrogeologico con le simbologie sotto riportate si applicano le rispettive norme PAI:

- ⇒ aree classificate Fa: art. 9, comma 2, N. di A. del P.A.I.;
- ⇒ aree classificate Fq: art. 9, comma 3, N. di A. del P.A.I.;
- ⇒ aree classificate Fs: art. 9, comma 4, N. di A. del P.A.I.;
- ⇒ aree classificate Ee: art. 9, comma 5, N. di A. del P.A.I.;
- ⇒ aree classificate Eb: art. 9, comma 6, N. di A. del P.A.I.;
- ⇒ aree classificate Em: art. 9, comma 6bis, N. di A. del P.A.I.;
- ⇒ aree classificate nella Fascia A: art. 29 commi 2 – 3, art. 39 comma 3, N. di A. del P.A.I.;
- ⇒ aree classificate nella Fascia B: art. 30 commi 2 – 3, art. 39 comma 4, N. di A. del P.A.I.;
- ⇒ aree classificate nella Fascia C: art. 31 commi 4 – 5, N. di A. del P.A.I..

Per le opere di interesse pubblico non altrimenti localizzabili varrà quanto previsto dall'art. 31 della L.R. 56/77 e s. m. ed i. e all'art. 38 delle N. di A. del P.A.I. che si intendono richiamati.

#### **10.2.2.5 Classe IIIb2**

Aree in cui, a seguito della realizzazione degli interventi di riassetto saranno possibili nuove edificazioni, ampliamenti o completamenti.

Nuove opere o nuove costruzioni saranno ammesse solo a seguito dell'attuazione degli interventi di riassetto e dell'avvenuta eliminazione e/o minimizzazione della pericolosità. Prima di autorizzare interventi edilizi che comportino l'aumento del carico antropico e/o insediativo, ad intervento di riassetto concluso e completo di collaudo e di certificato di regolare esecuzione, l'amministrazione comunale dovrà acquisire dai progettisti una certificazione che garantisca l'avvenuta eliminazione e/o minimizzazione della pericolosità. In assenza di tali interventi di riassetto saranno consentiti solo i seguenti interventi:

a) interventi idraulici e di sistemazione ambientale e dei versanti, ripristino delle opere di difesa esistenti, atti a ridurre i rischi legati alla dinamica fluvio- torrentizia e alla dinamica dei versanti;

b) relativamente ai fabbricati esistenti sono ammessi:

b1) manutenzione ordinaria;

b2) manutenzione straordinaria;

b3) restauro e risanamento conservativo;

b4) mutamento di destinazione d'uso in destinazioni a minor rischio geologico nelle quali vi sia una diminuzione del carico antropico e non ci sia la presenza stabile di persone (punto 6.3 della N.T.E. alla C.P.G.R. 7/LAP);

b5) ristrutturazione edilizia con o senza aumento di cubatura per adeguamento igienico-sanitario (20%) volumi tecnici e manufatti pertinenziali, escludendo ai piani terra (zone allagate e allagabili visualizzate nella carta Geomorfologia e dei Dissesti) la chiusura di spazi coperti delimitati da muri e pilastri onde non aumentare il rischio di vulnerabilità;

b6) un cambio di destinazione d'uso che comporta un modesto aumento di carico antropico (6.3 – 7.3, C.P.G.R. 7/LAP) solo se deriva da una più razionale fruizione degli edifici esistenti e solo a seguito di indagini puntuali e opere per la riduzione del rischio.

La fattibilità degli interventi ai punti b5 e b6 dovrà essere attentamente “verificata ed accertata” a seguito dell’espletamento di indagini di dettaglio, finalizzate alla valutazione dei caratteri geologici, idrogeologici e qualora necessario geotecnici, facendo ricorso a indagini geognostiche, in ottemperanza della Circolare Regionale 16/URE e del D.M. 11/03/1988 e secondo quanto indicato dalla N.T.E. alla C.P.G.R. 7/LAP; tali studi dovranno contenere, nella fase esecutiva, le dettagliate prescrizioni relative alla mitigazione dei fattori di rischio presenti.

Per le opere di interesse pubblico non altrimenti localizzabili varrà quanto previsto dall’art. 31 della L.R. 56/77.

L’esistenza di tali aree dovrà essere tenuta in adeguata considerazione nella redazione del Piano Comunale di Protezione Civile, che dovrà essere coerente con gli strumenti attuativi del riassetto idrogeologico.

#### **10.2.2.6 Classe IIIb3**

Aree in cui, a seguito della realizzazione degli interventi di riassetto sarà consentito solo un modesto incremento di carico antropico. Sono da escludersi nuove unità abitative e

completamenti.

In tali ambiti, a seguito di opportune indagini di dettaglio, sarà possibile considerare accettabili gli adeguamenti che consentano una più razionale fruizione degli edifici esistenti, oltrechè gli adeguamenti igienico – funzionali escludendo la realizzazione di nuove unità abitative.

Saranno consentiti solo i seguenti interventi:

a) interventi idraulici e di sistemazione ambientale e dei versanti, ripristino delle opere di difesa esistenti, atti a ridurre i rischi legati alla dinamica fluvio-torrentizia e alla dinamica dei versanti;

b) relativamente ai fabbricati esistenti sono ammessi:

b<sub>1</sub>) manutenzione ordinaria;

b<sub>2</sub>) manutenzione straordinaria;

b<sub>3</sub>) restauro e risanamento conservativo;

b<sub>4</sub>) mutamento di destinazione d'uso in destinazioni a minor rischio geologico nelle quali vi sia una diminuzione del carico antropico e non ci sia la presenza stabile di persone (punto 6.3 della N.T.E. alla C.P.G.R. 7/LAP);

b<sub>5</sub>) ristrutturazione edilizia con o senza aumento di cubatura per adeguamento igienico-sanitario (20%) volumi tecnici e manufatti pertinenziali, escludendo ai piani terra (zone allagate e allagabili visualizzate nella Carta geomorfologica e dei dissesti) la chiusura di spazi coperti delimitati da muri e pilastri onde non aumentare il rischio di vulnerabilità;

b<sub>6</sub>) un cambio di destinazione d'uso che comporta un modesto aumento di carico antropico (6.3 – 7.3, C.P.G.R. 7/LAP) solo se deriva da una più razionale fruizione degli edifici esistenti e solo a seguito di indagini puntuali e opere per la riduzione del rischio.

La fattibilità degli interventi ai punti b<sub>5</sub> e b<sub>6</sub> dovrà essere attentamente “verificata ed accertata” a seguito dell’espletamento di indagini di dettaglio, finalizzate alla valutazione dei caratteri geologici, idrogeologici e qualora necessario geotecnici, facendo ricorso a indagini geognostiche, in ottemperanza della Circolare Regionale 16/URE e del D.M. 11/03/1988 e secondo quanto indicato dalla N.T.E. alla C.P.G.R. 7/LAP; tali studi dovranno contenere, nella fase esecutiva, le dettagliate prescrizioni relative alla mitigazione dei fattori di rischio presenti.

Per le opere di interesse pubblico non altrimenti localizzabili varrà quanto previsto dall’art. 31 della L.R. 56/77.

L'esistenza di tali aree dovrà essere tenuta in adeguata considerazione nella redazione del Piano Comunale di Protezione Civile, che dovrà essere coerente con gli strumenti attuativi del riassetto idrogeologico.

#### **10.2.2.7 Classe IIIc**

*E' definita da porzioni di territorio edificate a pericolosità molto elevata 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 09/07/1908, n. 445 (demolizione senza ricostruzione e conseguente rilocalizzazione di eventuali edifici abitati).* Questa classe comprende unicamente gli edifici ricadenti in settori individuati come attivi dalla Carta geomorfologica e dei dissesti, nei quali non è tecnicamente e/o economicamente possibile intervenire per ridurre od annullare il rischio geologico.

## 11.0 – FASCE DI PERTINENZA DELLA RETE IDROGRAFICA

### 11.1 – IDROGRAFIA SUPERFICIALE

Per quanto concerne il reticolo idrografico interessante il territorio comunale di **Cuneo**, in considerazione della citata normativa, viene separato in:

- ⇒ *reticolo idrografico principale;*
- ⇒ *reticolo idrografico minore.*

#### 11.1.1 - Il reticolo idrografico principale

Comprende l'asta dei torrenti Stura, Colla, Grana e Gesso, per quest'ultimo la definizione delle aree interessate da processi di tipo areale è stata desunta sulla base di criteri idraulici tenendo conto degli effetti dei recenti eventi alluvionali. I criteri adottati fanno riferimento specifico ai contenuti della D.G.R. 15 luglio 2002, la quale prevede la seguente distinzione:

- aree ad alta probabilità di inondazione indicativamente con tempo di ritorno  $T_R = 20 - 50$  anni (**Ee**). Esse coincidono generalmente con l'alveo di piena ordinaria delimitato da sponde incise con locali situazioni interessanti la piana circostante;
- aree a moderata probabilità di inondazione indicativamente con tempo di ritorno  $T_R = 100 - 200$  anni (**Eb**);
- aree a bassa probabilità di inondazione indicativamente con tempo di ritorno  $T_R = 300 - 500$  anni (**Em**).

L'asta del torrente Stura è interessata dalla delimitazione delle fasce di cui al P.S.F.F. . Nelle porzioni di territorio ricadenti nelle Fasce A e B, gli interventi sono regolati dalle norme di attuazione del P.S.F.F. stesso (adottato con deliberazione n° 26 del 11/12/1997 e modificato con l'adozione del P.A.I. deliberazione n° 1 del 11/05/1999) alle quali si rimanda per i dettagli normativi.

Nel merito degli interventi ricadenti nelle Fasce B di progetto e C del P.S.F.F. quest'ultimo, all'art. 8 delle N.d.A., commi 4 – 5 recita:

*4. Compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti per i territori ricadenti nella Fascia C.*

*5. Nei territori della Fascia C, delimitati con segno grafico indicato come limite di progetto tra Fascia B e la Fascia C nelle tavole grafiche, il Comune competente può applicare, in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici, anche sulla base degli indirizzi emanati dalle Regioni ai sensi del precedente art.4, comma 3, in tutto o in parte gli articoli di norma relativi alla Fascia B in via transitoria fino alla avvenuta realizzazione delle opere programmate.*

#### 11.1.2 - Il reticolo idrografico minore.

Comprende la restante idrografia superficiale.

In concomitanza di eventi idrometeorologici estremi tali linee di drenaggio svolgono generalmente una funzione di convogliamento delle acque superficiali determinando, nei tratti terminali, modesti allagamenti di pochi centimetri nelle zone circostanti, caratterizzate da acque comunque a bassa energia, con deposito di materiale limoso sabbioso.

Ciò premesso, tenendo conto che gli elaborati geologici s.l. sono finalizzati alla definizione delle condizioni di pericolosità geomorfologica, l'obiettivo è quello di mantenere, come già detto, una fascia non utilizzabile ai fini edilizi, evitando le forti antropizzazioni, con modificazioni spesso incontrollate dell'idrografia considerata, che hanno caratterizzato il passato.

I corsi d'acqua naturali presentano tutti sedime pubblico pertanto iscritti negli elenchi di cui al T.U. sulle acque approvato con R.D. dell'11/12/1933, n° 1775.

In merito agli interventi di carattere antropico interferenti con il reticolo idrografico vengono recepiti i principi contenuti nella circolare 7/LAP/96:

- *La copertura dei corsi d'acqua, principali o del reticolo minore, mediante tubi o scatolari anche di ampia sezione non è ammessa in nessun caso.*
- *Le opere di attraversamento stradale dei corsi d'acqua dovranno essere realizzate mediante ponti, in maniera tale che la larghezza della sezione di deflusso non vada in modo alcuno a ridurre la larghezza dell'alveo "a rive piene" misurata a monte dell'opera; questo indipendentemente dalle risultanze della verifica delle portate.*
- *Non sono ammesse occlusioni, anche parziali, dei corsi d'acqua incluse le zone di testata tramite riporti vari.*
- *Nel caso di corsi d'acqua arginati e di opere idrauliche dev'essere garantita la percorribilità, possibilmente veicolare, delle sponde a fini ispettivi e manutentivi.*

Inoltre, per le opere di attraversamento, si richiama quanto previsto nelle N.d.A. del P.A.I. (art. 19 comma 1):

*"1. Le nuove opere di attraversamento stradale o ferroviario, o comunque le infrastrutture a rete interessanti il reticolo idrografico non oggetto di delimitazione delle fasce fluviali nel P.S.F.F., approvato con D.P.C.M. 24/07/98 e nel presente Piano, devono essere progettate nel rispetto dei criteri e delle prescrizioni tecniche per la verifica idraulica di cui in apposita direttiva emanata dall'Autorità di bacino del fiume Po" con delibera C.I. 2/99 del 11/05/1999.*

Particolare importanza riveste un ulteriore richiamo delle N.d.A. del P.A.I. (art.21) relativo allo "Adeguamento dei tratti tominati dei corsi d'acqua naturali":

*1. I soggetti pubblici o privati proprietari o concessionari predispongono, entro un anno dalla data di pubblicazione dell'atto di approvazione del Piano, una verifica idraulica delle opere*

di tombinamento dei corsi d'acqua naturali in corrispondenza degli attraversamenti dei centri urbani, sulla base di una apposita direttiva emanata dall'Autorità di bacino. Le Amministrazioni competenti in relazione ai risultati della verifica menzionata, individuano e progettano gli eventuali interventi di adeguamento necessari, privilegiando ovunque possibile il ripristino di sezioni di deflusso a cielo libero.

3. L'Autorità di Bacino, su proposta delle Amministrazioni competenti e in coordinamento con le Regioni territorialmente competenti, inserisce nei Programmi triennali di intervento di cui agli artt. 21 e seguenti della L. 18 maggio 1989, n. 183, gli interventi di adeguamento di cui al precedente comma, con priorità per le opere che comportano condizioni di rischio idraulico per gli abitati.

## **11.2 – FASCE DI RISPETTO DAI CORSI D'ACQUA E FASCE FLUVIALI**

Con la recente adozione da parte del Comitato Istituzionale del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (deliberazione n° 18 del 26/04/2001) si completa il quadro normativo inerente la difesa del suolo previsto ai sensi della L. del 18 maggio 1989 n. 183. Tale piano (P.A.I.) definisce l'atto pianificatorio conclusivo in materia di "difesa del suolo dal rischio idraulico e idrogeologico" che unifica quanto già previsto dai due precedenti strumenti di pianificazione parziale: il PS45 e il P.S.F.F.. L'adozione del P.A.I. comporta l'osservanza delle misure temporanee di salvaguardia di cui all'art. 3 della deliberazione sopra citata. Vale la pena sottolineare, tuttavia, che i Comuni interessati dal P.A.I. sono tenuti a verificare la congruenza degli strumenti urbanistici con lo stato di dissesto del territorio (art. 2 della deliberazione di cui sopra) tenendo conto anche di quanto visualizzato nella cartografia Allegato n° 4 "Delimitazione delle aree in dissesto – Cartografia in scala 1:25.000" nonché alle analisi e informazioni disponibili presso la Regione, la Provincia e la Comunità Montana di appartenenza.

Per quanto concerne il reticolo idrografico interessante il territorio comunale di **Cuneo**, in considerazione della citata normativa, viene separato in:

⇒ *reticolo idrografico principale;*

⇒ *reticolo idrografico minore.*

**Il reticolo idrografico principale** comprende sostanzialmente l'asta dei torrenti Stura, Gesso e Grana. L'alveo del t. Colla lambisce solo marginalmente (settore SE) il territorio in esame.

Sono interessati dalla delimitazione delle fasce di cui al P.S.F.F. (Piano Stralcio Fasce Fluviali - Legge 18 maggio 1989, n. 183 e s.m.i., art. 17 comma 6-ter) gli alvei del torrente Stura e, più recentemente, l'alveo del torrente Grana. Per quest'ultimo le fasce risultano adottate dall'Autorità di Bacino con deliberazione del C.I. n°18 del 5 ottobre 2004 ma non approvate in forma definitiva.

Per quanto riguarda le aree ubicate sul fondovalle dei corsi d'acqua citati, interessate dal P.S.F.F. ed in particolare per le porzioni di territorio ricadenti nelle Fasce A e B, gli interventi sono

regolati dalle norme di attuazione del P.S.F.F. (adottato con deliberazione n° 26 del 11/12/1997 e modificato con l'adozione del P.A.I. deliberazione n° 1 del 11/05/1999) alle quali si rimanda per i dettagli normativi.

Nel merito degli interventi ricadenti nelle Fasce B di progetto e C del P.S.F.F. quest'ultimo, all'art. 8 delle N.d.A., commi 4 – 5 recita:

*4. Compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti per i territori ricadenti nella Fascia C.*

*5. Nei territori della Fascia C, delimitati con segno grafico indicato come limite di progetto tra Fascia B e la Fascia C nelle tavole grafiche, il Comune competente può applicare, in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici, anche sulla base degli indirizzi emanati dalle Regioni ai sensi del precedente art. 4, comma 3, in tutto o in parte gli articoli di norma relativi alla Fascia B in via transitoria fino alla avvenuta realizzazione delle opere programmate.*

Nella fattispecie l'applicazione dei contenuti della Circolare P.G.R. 7/LAP a tutto il territorio ed in particolare nelle Fasce di cui al Piano Stralcio Fasce Fluviali (Legge 18 maggio 1989, n. 183 e s.m.i., art. 17 comma 6-ter – Deliberazione 26/97 con relativi allegati) è stata ottenuta facendo riferimento allo schema operativo che segue:

- Fascia A. In considerazione delle particolarità morfologiche e della pericolosità che la contraddistinguono, in essa potranno essere separate aree riferibili alle classi III, IIIa, IIIc;
- Fascia B. Facendo riferimento ai caratteri morfologici e al grado di pericolosità che la contraddistingue, in essa potranno essere individuate aree classificabili come III, IIIa, IIIc e IIIb. Quest'ultima attribuita esclusivamente alle porzioni di territorio occupate da centri edificati (secondo quanto indicato all'art. 16 comma 1c delle Norme di Attuazione del P.S.F.F.). Per quanto concerne la normativa citata in riferimento agli “... edifici per attività agricole ed alle residenze rurali connesse alla conduzione aziendale ...” ; nelle aree comprese nella fascia B non potranno essere previste nuove edificazioni salvo quanto previsto, appunto, per le aree e le attività ad uso agricolo. Nel merito dei centri abitati sopra citati sarà possibile l'inserimento degli stessi nella classe IIIb, qualora le condizioni di pericolosità dell'area lo consentano e sia accertata una possibile una minimizzazione del rischio agendo attraverso lo strumento urbanistico vigente, come indicato all'art. 16 comma 2 delle N.d.A. al P.S.F.F. e nel rispetto di quanto contenuto all'art. 7 comma 3b secondo il quale gli interventi di sistemazione idraulica saranno consentiti in fascia B “...solo se compatibili con l'assetto di progetto dell'alveo derivante dalla delimitazione della fascia;”.
- Fascia C. In ragione delle caratteristiche che la contraddistinguono in tale fascia potranno essere individuate aree riferibili alle classi III, IIIa, IIIb, IIIc e II. Per le opere di riassetto prevedibili nella classe IIIb dovranno essere in piena sintonia con quanto definito nel

già citato articolo 7 del P.S.F.F.. La classe II troverà applicazione limitatamente a quelle aree a modesto rischio di inondabilità nelle quali “... l'azione delle acque di esondazione presenti caratteri di bassa energia e altezze di pochi centimetri ...” (Circolare P.G.R. 7/LAP, par. 1). Come da definizione in tale aree non dovranno essere rilevati processi erosivi o deposizionali e dovranno inoltre essere localizzate in posizione marginale all'interno della Fascia C e non isolate in ambiti a pericolosità elevata. La realizzazione di nuove costruzioni in tali ambiti sarà condizionata da indicazioni tecniche puntuali contenute nelle schede specifiche allegate alle singole aree edificabili. In generale all'interno di tali aree non potranno essere realizzati piani interrati, gli edifici dovranno essere realizzati prevedendo una sopraelevazione rispetto all'attuale piano campagna e posti ad una quota compatibile con la piena di riferimento e non dovranno determinare un incremento del rischio per gli edifici esistenti. Va inoltre sottolineato il fatto che l'utilizzo di tali ambiti sarà giustificabile solo qualora non sia ragionevolmente possibile l'individuazione di aree più idonee allo scopo o per interventi non localizzabili altrove nell'ambito del territorio comunale.

#### **Il reticolo idrografico minore**

Per l'idrografia principale l'esistenza delle Fasce Fluviali e la stesura di studi idraulici specifici hanno consentito una delimitazione più accurata della pericolosità. Per quanto concerne la restante idrografia si richiamano i criteri seguiti che fanno riferimento ad una suddivisione dell'idrografia superficiale secondo quanto specificato:

□ **Corsi d'acqua naturali** (con portata non regimata), indicati espressamente dall'art.93 del R.D. 523/1904 “*Fiumi, torrenti, rivi, scolatori pubblici e canali di proprietà demaniale...*” iscritti negli elenchi delle acque pubbliche, nonché quelli appartenenti al demanio, ancorché non iscritti negli stessi elenchi valgono i disposti contenuti nel Regio Decreto n. 523 del 25.07.1904 “*Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie*”, come chiarito anche dalla Circolare del Presidente della Giunta Regionale n.14/LAP/PERT dell'8.10.1998;

□ **Corsi d'acqua artificiali** (con portate regimate o regimabili, ovvero con derivazioni), iscritti negli Elenchi delle acque pubbliche o di appartenenza al demanio dello Stato o della Regione valgono i contenuti nel Regio Decreto n. 523 del 25.07.1904 sopra specificati.

Oltre alle norme sopra riportate dovranno essere considerate le norme di tipo urbanistico e di tutela dei corsi d'acqua compresi nel territorio comunale e in particolare:

- L.R. 56/77 e Circolare 14/LAP/PET dell'8 ottobre 1998;
- C. P.G.R. n.7/LAP del 08.05.1996 e Nota Tecnica Esplicativa, nella quale per quanto concerne gli interventi di carattere antropico interferenti con l'idrografia superficiale, vengono indicate le seguenti prescrizioni:

- ⇒ *La copertura dei corsi d'acqua, principali o del reticolato minore, mediante tubi o scatolari anche di ampia sezione non è ammessa in nessun caso.*
- ⇒ *Le opere di attraversamento stradale dei corsi d'acqua dovranno essere realizzate mediante ponti, in maniera tale che la larghezza della sezione di deflusso non vada in modo alcuno a ridurre la lunghezza dell'alveo "a rive piene" misurata a monte dell'opera; questo indipendentemente dalle risultanze della verifica delle portate.*
- ⇒ *Non sono ammesse occlusioni, anche parziali, dei corsi d'acqua incluse le zone di testata tramite riporti vari.*

➤ **D. lgs n.152** dell'11.05.1999, all'art 41 prevede che:

-1 *"ferme restando le disposizioni di cui al Capo VII del Regio Decreto 25 luglio 1904, n.523, al fine di assicurare il mantenimento o il ripristino della vegetazione spontanea nella fascia adiacente i corpi idrici, con funzioni di filtro per solidi sospesi e gli inquinanti di origine diffusa, di stabilizzazione delle sponde e di conservazione della biodiversità da contemperarsi con le esigenze di funzionalità dell'alveo, entro un anno dalla data di entrata in vigore del presente decreto, le Regioni disciplinano gli interventi di trasformazione e di gestione del suolo e del soprassuolo previsti nella fascia di almeno 10 metri dalla sponda di fiumi, laghi, stagni e lagune comunque vietando la copertura dei corsi d'acqua, che non sia imposta da ragioni di tutela della pubblica incolumità e la realizzazione di impianti di smaltimento rifiuti.*

-2 *"Gli interventi di cui al comma 1 sono comunque soggetti all'autorizzazione prevista dal regio decreto 25 luglio 1904, n.523, salvo quanto previsto per gli interventi a salvaguardia della pubblica incolumità. "*

-3 *"Per garantire le finalità di cui al comma 1, le aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque possono essere date in concessione allo scopo di destinare a riserve naturali, a parchi fluviali o lacuali o comunque a interventi di ripristino e recupero ambientale. Qualora le aree demaniali siano già comprese in aree naturali protette statali o regionali inserite nell'elenco ufficiale di cui all'art.3, comma 4, lettera c), della legge 6 dicembre 1991, n.394, la concessione è gratuita."*

-4 *"Le aree del demanio fluviale di nuova formazione ai sensi della legge 5 gennaio 1994, n.37, non possono essere oggetto di sdemanializzazione."*

➤ **PAI**, approvato con D.P.C.M. 24/05/2001 "Approvazione del "Piano Stralcio per la difesa del suolo dal rischio idraulico e idrogeologico. (Legge 183/89, art. 17 comma 6-ter)" adottato dall'Autorità di Bacino del Fiume Po con Deliberazione del Comitato Istituzionale 26/04/2001 n. 18, all'art. 21 in merito all'"Adeguamento dei tratti tombinati dei corsi d'acqua naturali" prevede:

1. *I soggetti pubblici o privati proprietari o concessionari predispongono, entro un anno dalla data di pubblicazione dell'atto di approvazione del Piano, una verifica idraulica delle opere*

di tombinamento dei corsi d'acqua naturali in corrispondenza degli attraversamenti dei centri urbani, sulla base di una apposita direttiva emanata dall'Autorità di bacino. Le Amministrazioni competenti, in relazione ai risultati della verifica menzionata, individuano e progettano gli eventuali interventi di adeguamento necessari, privilegiando ovunque possibile il ripristino di sezioni di deflusso a cielo libero.

2. L'Autorità di Bacino, su proposta delle Amministrazioni competenti e in coordinamento con le Regioni territorialmente competenti, inserisce nei Programmi triennali di intervento di cui agli artt. 21 e seguenti della L. 18 maggio 1989, n. 183, gli interventi di adeguamento di cui al precedente comma, con priorità per le opere che comportano condizioni di rischio idraulico per gli abitati”.

Sempre il PAI all'art. 14 comma 7, in merito agli “Interventi di manutenzione idraulica e idrogeologica” prevede:

*“Al fine di consentire interventi di manutenzione con mezzi meccanici nelle reti di scolo artificiali, le aree di rispetto lungo i canali consortili sono estese, rispetto all'art.140, lett.e) del Regolamento di cui al Regio Decreto 8 maggio 1904, n°368, fino a 5 metri”.*

□ **Corsi d'acqua artificiali** (con portate regimate o regimabili, ovvero con derivazioni), valgono i disposti del Regio Decreto n.1775 dell'11.12.1933 “Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e sugli impianti elettrici”. In esso viene affermato come il proprietario nonché titolare della concessione di derivazione deve tutelare il corso d'acqua secondo quanto previsto nel Regio Decreto n.1175 dell'11.12.1933 secondo il quale *“tutti gli utenti di acqua pubblica sono obbligati a mantenere in regolare stato di funzionamento le opere di raccolta, derivazione e restituzione .....Essi sono responsabili dei danni che possono avvenire a pregiudizio dei fondi vicini, escluso il caso di forza maggiore. Gli utenti debbono regolare le derivazioni in modo che non si introducano acque eccedenti la portata dei rispettivi canali, nei limiti dei quantitativi legittimamente utilizzabili, e che in ogni evento, per il mezzo di opportuni scaricatori siano smaltite le acque sovrabbondanti”.*

In considerazione di quanto sopra riportato nel caso specifico in esame occorrerà accertare la tipologia di corso d'acqua:

- a) sedime demaniale non regimato;
- b) sedime demaniale regimato e di proprietà stato o regione;
- c) (canali) sedime privato regimato.

Nei casi a) e b) valgono i disposti del Regio Decreto n.523 del 1908 pertanto gli interventi vanno autorizzati direttamente dalle OO PP.

Nel caso c), ferme restando le normative di carattere urbanistico, eventuali interventi non vanno autorizzati dalle OO PP.

Qualora il canale in esame rientri nel caso c) e sia con portata regimata (su dichiarazione dell'ente che lo gestisce) possono essere autorizzati gli interventi finalizzati alla manutenzione, al

miglioramento ed alla funzionalità della rete irrigua o siano imposti da ragioni di tutela della pubblica incolumità, fatti salve le norme di carattere urbanistico.

E' bene inoltre che la richiesta di concessione sia supportata da un documento di carattere idraulico (relazione idraulica) redatto da un tecnico abilitato, che dimostri la fattibilità dei lavori in funzione dei caratteri idraulici del canale tenendo conto di eventi idrometeorologici eccezionali.

In particolare per il territorio comunale di Cuneo i canali irrigui accatastati, adottando un criterio esclusivamente tipologico dimensionale, sono stati distinti in funzione delle loro caratteristiche in:

- canali;
- canali di maggiore importanza.

La distinzione è stata operata tenendo conto, sostanzialmente, della dimensione della sede del canale secondo le indicazioni dettagliate nel paragrafo 11.3. Le tipologie individuate comprendono:

- ⇒ canali, con sponde e fondo in terreno naturale oppure in scatolare in c.a., le cui dimensioni medie variano da 2.00 – 3.50 m di larghezza ed una profondità di 0.70 – 1.00 m;
- ⇒ canali di maggiore importanza, con sponde e fondo in terreno naturale oppure in scatolare in c.a., le cui dimensioni medie variano da 7.00 – 8.00 m .

Tra i canali di maggiore importanza rientra esclusivamente il canale del consorzio “Bealera Maestra di Benevagienna”.

Per quest'ultimo a livello normativo si applicano i contenuti di cui all'art.29 della L.R. 56/77.

Negli abitati esistenti e nell'ambito della loro perimetrazione le distanze potranno essere definite in ottemperanza dei contenuti della CPGR 8 ottobre 1998 n.14/LAP/PET.

Per i restanti canali in accordo con i contenuti delle N.d.A. del P.A.I. (art. 14 comma 6) dovrà essere mantenuta una fascia di rispetto di almeno 5.00 m :

“6 Al fine di consentire interventi di manutenzione con mezzi meccanici nelle reti di scolo artificiali, le aree di rispetto lungo i canali consortili sono estese, rispetto all'art. 140, lett. E) del Regolamento di cui al Regio Decreto 8 maggio 1904, n.368, fino a 5 metri.”

In linea generale non è consentita *la copertura mediante tubi o scatolari* (C. P.G.R. n.7/LAP del 08.05.1996 e Nota Tecnica Esplicativa), fatta salva la possibilità di realizzare attraversamenti mediante ponti adeguatamente dimensionati.

Per esigenze legate alla gestione dei canali stessi, per interventi di interesse pubblico o qualora intervengano condizioni di pericolo per la pubblica incolumità (**D. lgs n.152** dell'11.05.1999, all'art 41) sono consentiti:

□ eventuali coperture per tratti di lunghezza maggiore facendo ricorso a sistemi di copertura removibili (griglie portanti). L'intubamento per tratti limitati e strettamente necessari alle finalità di cui sopra prevedendo una sezione minima

⇒ pari a 2 volte la sezione del canale;

⇒ idraulicamente dimensionata adottando accorgimenti tecnici adeguati (griglie), a monte dell'imbocco, che garantiscano il tratto tombinato da possibili intasamenti da materiale flottante;

□ negli ambiti soggetti a strumentazione particolareggiata, possono essere consentite locali deviazioni purchè tecnicamente giustificate.

Per la rete irrigua secondaria, trattandosi di fossi e “bealere” spesso prive di un sedime catastalmente definito, la cui distribuzione e andamento spaziale sono vincolate, generalmente alle necessità agricole, non vengono posti vincoli di mantenimento del sedime stesso fatto salvo il rispetto delle norme vigenti in materia.

Infine per quanto riguarda l'idrografia superficiale più in generale a livello normativo sarà indispensabile recepire quanto segue:

**“Ai sensi del Regio Decreto 523/04, art. 96 – lett. f. si impone una fascia di inedificabilità assoluta per tutti i corsi d'acqua e canali ricompresi nell'elenco delle acque pubbliche e quelli a sedime demaniale per una estensione di 10 metri dalla sponda in tutto il territorio comunale”.**

### 11.3 – RETE IRRIGUA E TIPOLOGIE CANALI

Nell'ambito delle indagini geologiche e geomorfologiche condotte per l'adeguamento del quadro di dissesto al PAI, è emersa la necessità di giungere ad una distinzione delle differenti tipologie di canali esistenti sul territorio al fine di definire quali canali possano essere considerati come **canali di maggiore importanza** ai sensi dell'arti 29 della L.R. 56/77 e s.m. e i..

Premesso che:

⇒ la rete irrigua nota e accatastata presenta un sedime proprio definito ma non risulta di proprietà pubblica o demaniale;

⇒ più in generale i canali censiti presentano tutti una portata regimata;

la distinzione operata segue in criterio esclusivamente tipologico dimensionale.

Sono state distinte, in funzione delle loro caratteristiche, le seguenti tipologie:

- canali;
- canali di maggiore importanza.

La distinzione è stata operata tenendo conto, sostanzialmente, della dimensione della sede del canale. Le tipologie individuate comprendono:

⇒ **canali.**

A. con sponde e fondo in terreno naturale, le cui dimensioni medie variano da 1.00 – 1.50 – 2.00 m di larghezza ed una profondità di 0.70 – 1.00 m;



B. con sponde e fondo in terreno naturale, le cui dimensioni medie variano da 2.00 – 3.50 m di larghezza ed una profondità di 0.70 – 1.00 m;



C. con sedime interamente rivestito (scatolare in c.a.), dimensioni medie da 2.00 – 3.50 m di larghezza.



⇒ **canali di maggiore importanza.**

D. *con sponde e fondo in terreno naturale, le cui dimensioni medie variano da 7.00 – 10.00 m .*



E. *con sponde e fondo rivestito in c.a. (scatolare in c.a.), le cui dimensioni medie variano da 8.00 – 10.00 m*



Tra i canali di maggiore importanza rientra esclusivamente il canale del consorzio “Bealera Maestra di Benevagienna”, al quale si riferiscono le immagini di cui sopra.

## **12.0 - ATTIVITA' ESTRATTIVA**

### Fuori alveo

Saranno consentite le attività estrattive e di cava attualmente in atto e regolarmente autorizzate. I progetti relativi all'ampliamento e apertura di nuove cave saranno consentiti purché corredati di uno studio di compatibilità idraulico, geologico, geotecnico e ambientale in ottemperanza della L.R. 69/78. Negli ambiti compresi nelle fasce individuate dal Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (attuazione della deliberazione del Comitato Istituzionale n° 19 del 9 novembre 1995 - art. 17, comma 6-ter e art. 18, comma 10 della legge 19 maggio 1989, n. 183 adottato con deliberazione n. 26/97 nella seduta del 11/12/1997) l'attività estrattiva risulta normata nelle N.d.A. del Piano stesso (art. 17). La recente adozione del Piano Assetto Idrogeologico (deliberazione n° 18/2001 – seduta del 26 aprile 2001 del Comitato Istituzionale) nelle N.d.A. all'art. 41 conferma quanto già previsto dal P.S.F.F.

### In alveo

Si mantiene il regime di limitazione dei prelievi in alveo inciso, con possibilità di interventi di estrazione limitatamente alle esigenze di sistemazione idraulica connesse al mantenimento dell'efficienza dell'alveo.

Le compatibilità delle attività estrattive vengono normate all'art. 42 delle N.d.A. del P.S.F.F. e agli artt. 22 e 41 delle N.d.A. del P.A.I.. Restano escluse alla possibilità di attività estrattive le aree del demanio fluviale.

Gli interventi consentiti dovranno essere regolarmente autorizzati in ottemperanza delle norme di legge vigenti in materia.

## **13.0 - LA RELAZIONE GEOLOGICA PER GLI INTERVENTI NELLE VARIE CLASSI**

Per gli interventi di nuova edificazione, in allegato alla richiesta di concessione edilizia o del progetto esecutivo, dovranno essere prodotti gli elaborati relativi alla fattibilità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 11/03/1988 n. 47 e in particolare dovranno ottemperare alle seguenti indicazioni:

- a) planimetria di dettaglio dell'area di intervento estesa ad un intorno significativo, in scala 1:500 o 1:1.000, con curve di livello;
- b) inquadramento, cartografico e descrittivo, geologico e geomorfologico;
- c) indagini geotecniche, che consentano di determinare le caratteristiche meccaniche dei terreni e definire adeguate tipologie di fondazione, tali indagini devono essere articolate come segue:

- ⇒ raccolta dei dati esistenti: copia degli stessi, cartografia con l'ubicazione dei punti d'indagine, precisazione della fonte di provenienza;
- ⇒ piano delle indagini che giustifichi le scelte delle metodologie e della distribuzione dei punti di indagine e attraverso il quale vengano individuate le indagini da svolgere. Devono pertanto essere effettuate le indagini sufficienti a descrivere le caratteristiche meccaniche del volume di terreno interessato direttamente e indirettamente dalle opere a progetto;
- ⇒ elaborati originali relativi a prove in sito e in laboratorio, descrizione dei metodi d'indagine, cartografia con relative ubicazioni;
- ⇒ relazione illustrativa e conclusioni;
  - d) evidenziazione degli elementi a carattere geologico, geomorfologico, geotecnico che possono condizionare la risposta sismica locale;
  - e) per interventi su pendio, valutazioni e verifiche di stabilità, secondo quanto prescritto alla lettera dal D.M. 11/03/88 n. 47;
  - f) progetto di massima di eventuali interventi di bonifica, di sistemazione, di consolidamento, ecc.; stima dei tempi, dei costi e piano di realizzazione;
  - g) per quanto riguarda gli interventi ricadenti lungo i corsi d'acqua dovranno essere considerate le caratteristiche idrologiche e idrauliche dell'asta fluviale o torrentizia, le strutture dovranno essere progettate tenendo conto della tendenza evolutiva del corso d'acqua.

Gli elaborati e le indagini devono essere firmati, ciascuno per le proprie competenze, da esperti in materia geologica, geotecnica e geotecnico - strutturale (interazione struttura - terreno).

Per gli interventi di ristrutturazione edilizia, con ampliamento e/o mutamento di destinazione d'uso, sui fabbricati esistenti nelle classi II e III - IIIb che comportano un aumento del rischio (per es. ampliamento con modificazione del suolo, cambi d'uso al piano terreno o seminterrato in zona allagabile, cambio d'uso da locali accessori od agricoli verso la residenza) o determinano un sensibile incremento del carico agente sulle fondazioni (ampliamenti per sopraelevazione, cambi di destinazione d'uso verso artigianale - industriale) dovrà essere prodotta una relazione geologico – geomorfologica o geologico - tecnica che certifichi l'ammissibilità dell'intervento in funzione della tipologia di rischio presente e individui tutte le necessarie cautele e prescrizioni esecutive.

Il grado di approfondimento delle indagini ed elaborati da produrre saranno in funzione dell'importanza dell'opera prevista.

## **14.0 - ANALISI DI DETTAGLIO DEI LOTTI INTERESSATI DA NUOVA ATTIVITA' EDIFICATORIA**

La descrizione delle singole aree è stata affrontata tenendo conto delle analisi condotte per l'intero territorio, i cui risultati sono contenuti nelle singole tematiche prodotte. Si è tenuto conto, inoltre, delle informazioni contenute negli allegati geologici al P.R.G. vigente, degli elementi bibliografici raccolti nel corso d'indagini condotte dallo scrivente sul territorio in questione e delle risultanze dei sopralluoghi puntuali effettuati in situ per la caratterizzazione geologico - tecnica dei terreni per ogni singola area successivamente descritta.

Lo scopo del presente allegato è l'analisi di dettaglio delle singole zone suscettibili di interventi urbanistici e di nuove edificazioni.

Per semplicità di lettura le informazioni relative alle aree sono state esposte su schede sintetiche riassuntive comprendenti una descrizione specifica di tipo geomorfologico e litotecnico dei terreni interessati, un cenno in merito ad eventuali problematiche presenti proponendo, laddove lo si rende necessario, approfondimenti d'indagine finalizzati alla quantificazione dei parametri geotecnici in funzione delle tipologie specifiche dei singoli interventi. Vengono infine espresse alcune considerazioni riguardanti la compatibilità delle previsioni contenute nello strumento urbanistico con le condizioni di pericolosità geomorfologica del territorio interessato in base ai criteri della Circolare P.G.R. 7/LAP.

Tali schede sono corredate di estratti cartografici di inquadramento (C.T.R. alla scala 1:10.000) e rimandano alla Tavola di sintesi della pericolosità geomorfologica (realizzata in collaborazione con l'Urbanista sulla base delle Tavole di Zonizzazione alla scala di dettaglio).

### **14.1 – CONSIDERAZIONI GENERALI**

In base a quanto emerso nel corso dei sopralluoghi puntuali effettuati e tenendo conto delle risultanze dell'indagine svolta, vengono formulate le seguenti considerazioni conclusive:

1. in generale le opere di fondazione degli insediamenti prevedibili potranno essere di tipo diretto superficiale e dovranno essere impostate nelle facies più grossolane dei depositi alluvionali, caratterizzati di norma da buoni parametri di resistenza meccanica;
2. la possibile presenza di livelli caratterizzati da terre a grana fine, molto compressibili, impone accertamenti puntuali in sede dei singoli lotti, in particolare per opere che incidono in modo significativo sul territorio;

3. le scelte progettuali specifiche dovranno essere sostenute e precedute da indagini puntuali atte ad accertare la successione geologica puntuale ed alla caratterizzazione geotecnica dei terreni in ottemperanza del D.M. del 11/03/1988 n. 47;
4. in generale non sono previste interferenze con la falda libera, fatte salve situazioni locali più prossime alla rete idrografica. In tale contesti particolare attenzione dovrà essere rivolta al controllo delle acque sia superficiali (rete irrigua) sia profonde (falda freatica), provvedendo al loro totale drenaggio con interventi adeguati ad una loro regimazione, captazione ed allontanamento in collettori esistenti od appositamente realizzati.

Le aree considerate risultano generalmente idonee e compatibili con le scelte urbanistiche operate, con le limitazioni areali indicate nella Tavola di sintesi della pericolosità e mantenendo ferma la necessità di osservare le considerazioni e le prescrizioni contenute nelle singole schede relative ai lotti esaminati.

## 14.2 – SCHEDE DESCRITTIVE DELLE SINGOLE AREE

### ALTIPIANO

<b>Località:</b> Altipiano Centro	pag. 94
<b>Località:</b> Altipiano Sud (Porta Francia / Cuneo 2)	pag. 95
<b>Località:</b> San Rocco Castagnaretta (Città Giardino)	pag. 96
<b>Località:</b> San Rocco Castagnaretta	pag. 97

### DENTRO FUSO STURA

<b>Località:</b> Martinetto – Basse di Stura – Madonna dell’Olmo	pag. 98
<b>Località:</b> Madonna dell’Olmo	pag. 99
<b>Località:</b> Ambiti per attività produttive Oltrestura (Leonotto, Piccapietra)	pag. 100
<b>Località:</b> Confreria	pag. 101

### DENTRO FUSO GESSO

<b>Località:</b> Bombonina	pag. 102
<b>Località:</b> Madonna delle Grazie	pag. 103
<b>Località:</b> Borgo S. Giuseppe	pag. 104

### FUORI FUSO STURA

<b>Località:</b> Passatore	pag. 105
<b>Località:</b> Roata Rossi	pag. 106
<b>Località:</b> San Benigno	pag. 107
<b>Località:</b> S. Pietro del Gallo	pag. 108
<b>Località:</b> Ronchi	pag. 109

### FUORI FUSO GESSO

<b>Località:</b> Spinetta	pag. 110
<b>Località:</b> Roata Canale	pag. 111
<b>Località:</b> Ambiti per attività produttive Oltregesso (Spinetta - Roata Canale)	pag. 112
<b>Località:</b> Tetti Pesio	pag. 113

### VIABILITA’ A PROGETTO

<b>Località:</b> II^ Est – Ovest / S. Rocco Castagnaretta	pag. 114
<b>Località:</b> Viabilità di collegamento API1.1 / S. Rocco Castagnaretta	pag. 115
<b>Località:</b> Autostrada A33: Asti – Cuneo – Lotto I.6 / Oltrestura	pag. 116
<b>Località:</b> Viabilità di collegamento SS231 – Autostrada A33/ Oltrestura	pag. 117
<b>Località:</b> Viabilità di collegamento SP564 – Autostrada A33/ Oltregesso	pag. 118

## 15.0 - RIFERIMENTI LEGISLATIVI

**Regio Decreto 25/07/1904, n. 523** “Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie.”

**Legge 09/07/1908, n. 445** “Trasferimento e consolidamento di centri abitati.”

**Regio Decreto 30/12/1923, n. 3267** “Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e terreni montani.” Istituisce il vincolo idrogeologico.

**Legge 02/02/1974, n. 64** “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.”

**L.R. 05/12/1977, n. 56** “Tutela ed uso del suolo”. Legge urbanistica regionale.

**L.R. 20/20/1978, n. 69** e s.m.i. “Coltivazione di cave e torbiere”. Esulano dalla suddetta le attività estrattive in alveo.

**L.R. 09/08/1983, n. 40** “Istituzione della Riserva naturale speciale delle Sorgenti del Belbo”.

**D.G.R. 08/03/1988, n. 2-19274** “L.R. 19/85 art. 6 - modalità per la formazione e l’adeguamento degli strumenti urbanistici generali ed esecutivi e loro varianti ai fini della prevenzione del rischio sismico.”

**D.M. 11/03/1988, n. 47** “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce...” Questo decreto definisce i criteri da seguire per il progetto, la costruzione e il collaudo delle opere di fondazione, opere di sostegno, opere in terra, manufatti sotterranei, fronti di scavo, discariche colmate, drenaggi e filtri.

**D.P.R. 24/05/1988, n. 236** “Attuazione della direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell’art. 15 della Legge 16/04/1987, n. 183.”

**Legge 18/05/1989, n. 183** “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo.”

**Circolare del P.G.R. 18/07/1989, n. 16/URE** definisce gli elaborati tecnici a corredo dei P.R.G.

**L.R. 09/09/1989, n. 45** “Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici. ...” Essa trova applicazione nelle aree soggette a vincolo idrogeologico come definito dal R.D. del 30/12/1923 n. 3267.

**Circolare del P.G.R. 18/05/1990, n. 11/PRE** “Circolare esplicativa sugli adempimenti in ordine all’applicazione del D.M. 11/03/1988 ...”

**Deliberazione C.R. 31/07/1991, n. 250-11937** “Criteri tecnici per l’individuazione e recupero delle aree degradate e per la sistemazione e rinaturalizzazione di sponde ed alvei fluviali e lacustri, ...”

**Circolare del P.G.R. 31/12/1992, n. 20/PRE** “Prescrizioni di cui agli artt. 2 e 13 della Legge 02/02/1974 n. 64, relativa agli abitati da consolidare o da trasferire ai sensi della Legge 09/07/1908, n. 445.”

**D.G.R. 26/04/1995, n. 102-45194** “Criteri di applicazione della L.R. 4/94, Ricerca, uso e tutela delle acque sotterranee”.

**Autorità di Bacino del Fiume Po - Deliberazione del Comitato Istituzionale 10/05/1995 n. 9** “Piano stralcio per la realizzazione degli interventi necessari al ripristino dell’assetto idraulico, all’eliminazione delle situazioni di dissesti idrogeologico e alla prevenzione dei rischi idrogeologici nonché per il ripristino delle aree di esondazione.”

**Autorità di Bacino del Fiume Po - Deliberazione del Comitato Istituzionale 5/02/1996 n. 1** “Legge 183/89, art. 17 comma 6-ter. Attuazione della deliberazione di C.I. 09/11/1995 n. 19: Adozione del progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.”

**Circolare P.G.R. 08/05/1996, n. 7/LAP** “L.R. 05/12/77 n. 56 - specifiche tecniche per l’elaborazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici.”

**D.G.R. 14/01/1997, n. 26-15934** “Applicazione dell’art. 9-bis. L.R. 56/77 ai comuni gravemente colpiti dall’evento alluvionale del novembre 1994 ...”.

**D. Leg. 05/02/1997, n. 22** Definisce le categorie e le caratteristiche dei rifiuti nonché le modalità di smaltimento degli stessi abolendo il precedente D.P.R. n. 915/82 “Attuazione delle direttive CEE n. 75/442 relative ai rifiuti ...”

**D.M. 14/02/97** “Direttive tecniche per l’individuazione e la perimetrazione, da parte delle Regioni, delle aree a rischio idrogeologico”.

**L.R. 29/07/97, n. 41** “Modifica degli articoli 17, 40 e 77 della Legge Regionale 05/12/77, n° 56”

**Autorità di Bacino del Fiume Po - Deliberazione del Comitato Istituzionale 11/12/1997 n. 26** “Piano Stralcio delle Fasce Fluviali. (Legge 183/89, art. 17 comma 6-ter)”.

**Legge 03/08/98 n. 267** “Conversione in legge del D.L. 11/06/98, n. 180, recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella Regione Campania”.

**D. Lgs. 11/05/99 n. 152** “Disposizioni sulla tutela delle acque dall’inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE ...”.

**Autorità di Bacino del Fiume Po - Deliberazione del Comitato Istituzionale 11/05/1999 n. 2** “Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all’interno delle fasce A e B”.

**Circolare del P.G.R. 08/07/99, n. 8/PET** “Adeguamento degli strumenti urbanistici comunali al Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.”

**Autorità di Bacino del Fiume Po - Deliberazione del Comitato Istituzionale 26/10/1999 n. 14** “Piano straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ...”.

**D.Lgs. 29 ottobre 1999, n. 490.** Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, a norma dell’articolo 1 della L. 8 ottobre 1997, n. 352.

**Nota Tecnica Esplicativa alla C.P.G.R. 08/05/96 n. 7/LAP.** Elaborata congiuntamente dalla Direzione Regionale dei Servizi Tecnici di Prevenzione e dall’Ordine Regionale dei Geologi del Piemonte.

**L.R. 24/03/2000, n. 30** Modifica della L.R. 40/93 “Istituzione della Riserva naturale speciale delle Sorgenti del Belbo”.

**Legge 11/12/2000, n. 365** “Conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 12/10/2000, n. 279, recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della regione Calabria danneggiate dalle calamità idrogeologiche di settembre ed ottobre 2000”.

**Autorità di Bacino del Fiume Po - Deliberazione del Comitato Istituzionale 26/04/2001 n. 18** “Piano Stralcio per la difesa del suolo dal rischio idraulico e idrogeologico. (Legge 183/89, art. 17 comma 6-ter)”.

## 16.0 - BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- ANSALDI G., MAFFEO B. (1981) - *Inventario delle risorse idriche della Provincia di Cuneo – parte IV – Le acque sotterranee della pianura cuneese (alla sinistra della Stura di Demonte)*. Cuneo.
- ARMANDO E., BORTOLAMI G., CREMASCO S., LANZA R. & RICCI B. (1978) - *Indagini geologico-geofisiche nel tratto di pianura compreso tra Moncalieri e Piossasco (TO)*. Boll. Ass. Min. Subalp., **15** (2), 222-232.
- ARMANDO E., CIVITA M., OLIVERO G., SAMBUELLI L., VIGNA B. (1988) - *Identificazione di una struttura idrogeologica sepolta alimentante una notevole fonte di approvvigionamento idrico (sorgenti di Beinette – Cuneo)*. Boll. Ass. Min. Sub., Anno XXV, **1**, 25-58.
- AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (1995) - *Piano stralcio per la realizzazione degli interventi necessari al ripristino dell'assetto idraulico, all'eliminazione delle situazioni di dissesto idrogeologico e alla prevenzione dei rischi idrogeologici nonché per il ripristino delle aree di esondazione - Relazione Generale*. Parma.
- AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (1997) - *Individuazione dei tratti fluviali a rischio di asportazione della vegetazione arborea in occasione di eventi alluvionali*. Parma.
- AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (1997) - *Piano Stralcio delle Fasce Fluviali*. Parma.
- AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (1999) - *Piano straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato*. Parma.
- AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (2001) - *Piano Stralcio per la difesa idrogeologica e della rete idrografica del bacino del fiume Po*. Parma.
- BALLELIO F., CAVALLI C., CIVITA M., MACHIORLATTI M., OLIVERO G., VIGNA B. (1995) - *La pianura cuneese (Piemonte meridionale): allocazione, qualità di base e vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee*. Quaderni di geologia applicata, **3**, 2-14, Pitagora, Bologna.
- BARTON N. (1976) - *Recent experiences with the Q-System of tunnel support design*. Proc. Symp. on Exploration in Rock Engin., vol 1, 107-117.
- BIANCOTTI A. (1977) - *L'evoluzione recente ed attuale di un tratto dell'alta Pianura Padana del Piemonte sudoccidentale*. Atti Acc. Naz. Lincei, vol. 14.
- BIANCOTTI A. (1979) - *Il Quaternario dell'area compresa fra Stura di Demonte e Tanaro (Piemonte Sud-occidentale)*. Rend. Sc.f.m.n. Acc. Naz. Lincei. LXVI.
- BIANCOTTI A. (1979) - *Rapporti tra morfologia e tettonica nella Pianura Cuneese*. Est. Boll. Comit. Glac. It., Ser. 3, 1.
- BIANCOTTI A. (1983) - *Morfotettonica delle Alpi Cozie: prime ipotesi sul settore sudorientale del Massiccio Dora-Maira*. Atti Acc. Naz. Lincei, vol. 74.
- BIENIAWSKI Z.T. (1976) - *Rock mass classification in rock engineering*. Proc. Symp. on Exploration in Rock Engin., vol 1, 97-106.
- BIENIAWSKI Z.T. (1989) - *Engineering rock mass classifications*. Wiley & Sons, Rotterdam.
- BORTOLAMI G., MAFFEO B., MARADEI V., RICCI B., SORZANA F., (1976) - *Lineamenti di litologia e geoidrologia del settore piemontese della pianura padana*. Quaderni Ist. Ricerca Acque, **28** (1), 1-37.
- BOTTINO G., CAVALLI C., EUSEBIO A., VIGNA B. (1994) - *Stratigrafia ed evoluzione plio-quadernaria del settore sud-orientale della pianura cuneese*. Atti Tic. Sc. Terra, **1**, 153-166.
- BRACCI G., DELLA MAGGESA M., MENICHETTI S. (1996) - *La carta di pericolosità idraulica della provincia di Pisa*. Atti Conv. Int. La prevenzione delle catastrofi idrogeologiche: il contributo della ricerca scientifica. Alba (CN).

- BRONZINI E. (1933) - *La zona delle “risorgive” nella pianura Piemontese*. Riv. Geogr. It., **21**, 78-92.
- CANCEIL M. (1983) - *Risques naturels et théorie mathématique du risque*. Hydrogéologie, Gèologie de l’Ingénieur, **2**, 137-143.
- CANUTI P., CASAGLI N. (1994) - *Considerazioni sulla valutazione del rischio da frana*. Atti del Convegno “Fenomeni franosi e centri abitati.” Bologna.
- CARRARO F. (1969) - *La cattura del Tanaro*. In “Note illustrative della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:100.000: Foglio 68, Carmagnola” Roma.
- CARRARO F. & PETRUCCI F. (1975) - *Some neotectonic data from Northern Italy*. An. Acad. Brasileira Cienc., **47**, 113-117.
- CARRARO F., BORTOLAMI G.C., CAMPANINO F., CLARI P.A., FORNO M.G., FERRERO E., GHIBAUDO G., MASO V. & RICCI B. (1978) - *Dati preliminari sulla neotettonica dei Fogli 56 (Torino), 68 (Carmagnola), e 80 (Cuneo)*. In “Contributi Preliminari alla realizzazione della Carta Neotettonica d’Italia, C.N.R. Progetto Finalizzato Geodinamica”.
- CARRARO F., COLLO G., FORNO M.G., GIARDINO M., MARAGA F., PEROTTO A. & TROPEANO D. (1995) - *L’evoluzione del reticolato idrografico del Piemonte centrale in relazione alla mobilità quaternaria*. Atti del Convegno “Rapporti Alpi - Appennino” Peveragno (CN)
- CARRARO F., PETRUCCI F., TAGLIAVINI S. (1969) - *Note illustrative della Carta Geologica d’Italia Foglio 68*. Roma.
- CASTANY G. (1982) - *Idrogeologia*. Parigi
- CASTIGLIONI G.B. (1979) - *Geomorfologia*. UTET, Torino.
- CAVALLI C. & VIGNA B. (1995) - *Il “Villafranchiano” nel sottosuolo della pianura cuneese*. Il Quaternario, **8** (2), 424-434.
- CELICO P. (1986) - *Prospezioni Idrogeologiche*. Napoli.
- CIVITA M., FIORUCCI A., OLIVERO G., VIGNA B. (2000) – *Le risorse idriche sotterranee del territorio cuneese (Piemonte meridionale) (TO)*. GEAM 101, n°4 – dicembre 2000, 225-241.
- C.N.R. (1982) - *Valutazione delle piene*. Pubblicazione n° 165, Roma.
- C.N.R. - G.N.D.C.I. (1999) - *Progetto AVI*. U.O. 5. Roma.
- COATES D.F. (1967) - *Rock mechanics principles*. Mines Branch Monogr. n° 874, Ottawa.
- CORINA C. (1994) – *Idrogeologia del settore sud occidentale della Pianura Cuneese : idrodinamica e idrogeochimica*. Tesi di Laurea, Università degli Studi di Torino, inedita.
- CREMA G., DAL PIAZ G.V., MERLO C., ZANELLA E. (1971) - *Note illustrative della Carta Geologica d’Italia Fogli 78-79-90*. Roma.
- DEL PRETE M., GIACCARI E., TRISORIO-LUZZI G. (1993) - *Rischio da frane intermittenti a cinematica lenta in aree montuose e collinari urbanizzate della Basilicata*. C.N.R. - G.N.D.C.I. U.O. 2.37, Potenza.
- DE REGIBUS . (1994) - *Valutazione della vulnerabilità degli acquiferi dall’inquinamento*. Tesi di Dottorato. Torino.
- EINSTEIN H.H. (1988) - *Landslides risk assessment procedure*. In “Landslides” Proc. Int. Symp. on Landslides, ed. Bonard, Lausanne, **2**, 1075-1090.
- ENTE NAZIONALE PER LE STRADE – *Collegamento A6 – A21 (Asti – Cuneo) Progetto definitivo*, marzo 2001.
- FRANCANI V. (1985) - *Geologia applicata vol. 4 – Idrogeologia generale*. Milano.
- FRANCANI V. (1988) - *Proposta di normativa per l’istituzione delle fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee*. Pubblicazione C.N.R. – G.N.D.C.I. n° 75. Segrate.
- GABERT P. (1962) - *Les plaines occidentales du Po et leurs piedmonts (Piemont, Lombardia Occidentale et Centrale)*. Etude morphologique. Louis-Jean.
- GASTALDI B. (1865) - *Sulla riescavazione dei bacini lacustri per opera degli antichi ghiacciai*. Mem. Soc. It. Sc. Nat., **1** (3).
- GIANDOTTI M. (1934) - *Previsione delle piene e delle magre dei corsi d’acqua*. Mem. e Studi Idrografici, **8**, 3-13.

- GIBBS H.J. & HOLTZ W.G. (1957) - *Research on determining the density of sands by spoon penetration testing*. Proc. IV ICSMFE, Londra.
- GOVI M., MORTARA G., SORZANA P.F. (1985) - *Eventi idrologici e frane*. Geologia Applicata e Idrogeologia, **XX**, 359-375.
- HAIMES Y. (1984) - *Integrated risk and uncertainty assesment in water resources within a multiobjective framework*. J. Hydrology, **68**, 405-417.
- HARTLEN J. & VIBERG L. (1988) - *Evaluation des risques de glissement*. In “Landslides” Proc. Int. Symp. on Landslides, ed. Bonard, Lausanne, **2**, 1037-1057.
- HORTON R.E. (1945) - *Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology*. Bull. Soc. Geol. Amer., **56**, 275-370.
- KIRPICH P.Z. (1940) - *Time of concentration of small agricultural watersheds*. Civil Engin., 362.
- I.S.R.M. (1979) - *Suggested methods for determining in situ deformability of rock*. Int. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr., **16**, 195-214.
- LANCELLOTTA R. (1993) - *Geotecnica*. Zanichelli, Bologna.
- LAMBE T.W. & WHITMAN R.V. (1969) - *Soil mechanics*. J. Wiley & Sons, Rotterdam.
- LEMBO FAZIO A. & RIBACCHI R. (1983) - *Progressi nella realizzazione e nell'interpretazione delle prove di carico su piastra sugli ammassi rocciosi*. Quaderno n° 3, Università di Roma.
- LEPORATI P., DONNA BIANCO P.A. (1978) - *Contributi dell'analisi geologica all'organizzazione del territorio - Applicazione al Comprensorio di Biella*. Regione Piemonte, Torino.
- LUINO F., RAMASCO M., SUSELLA G.(1994) - *Atlante dei centri abitati instabili piemontesi (classificati ai sensi della Legge 09/08/1908 n. 445 e seguenti)*, Regione Piemonte & C.N.R. - I.R.P.I., Torino.
- MANZONE L. (1983) - *Il sistema idrogeologico delle sorgenti del Maira. Approcci percolativi e quali-quantitativi per la valutazione delle risorse idriche sotterranee*. Tesi di Dottorato. Torino.
- MARABOTTO M. (1997) - *Identificazione, captazione e protezione di nuove risorse idriche sotterranee della pianura cuneese tra Stura e Maira*. Tesi di Laurea. Torino.
- MARAGA F. (1990) - *Delimitazione di aree inondabili secondo criteri geomorfologici*. Mem. Soc. Geol. It., **45**, 247-252.
- MARAGA F. (1991) - *Aspetti idrografici della pianura cuneese in relazione alla geomorfologia e alla dinamica fluviale*. Atti del Convegno :”Canali in Provincia di Cuneo”, 21-37 Bra 20-21 maggio 1989. Pubbl.n°29 Biblioteca della S.S.S.A.A. Cuneo.
- MARTINIS B. (1954) - *Ricerche stratigrafiche e micropaleontologiche sul Pliocene piemontese*. Riv. It. Paleont. e Stratigr., **60**, 9-27.
- MINISTERO LAVORI PUBBLICI, SERVIZIO IDROGRAFICO, UFFICIO IDROGRAFICO DEL PO (1930) - *Carta delle Irrigazioni Piemontesi*. Provveditorato Generale dello Stato, Roma, Pubbl. n° 13, 2, F.80 Cuneo.
- PANIZZA M. (1996) - *Environmental geomorphology*. Elsevier, Amsterdam.
- POZZI R. & CLERICI A. (1985) - *Una proposta di descrizione per gli ammassi rocciosi*. Le strade, 1219.
- PROVINCIA DI CUNEO (1979) *Carta idrogeologica della Provincia di Cuneo*. Cuneo.
- PROVINCIA DI CUNEO (1992) *Piano delle acque. Rapporto preliminare*. Cuneo.
- PROVINCIA DI CUNEO (1994) *Le vie dell'acqua*. Roma.
- PROJECT DUTI (1983) - *Rapport d'activité à fin 1982*. Relaz. Ined. Ecole Polyt. Federal., Losanna.
- PUGLISI S. & ZANFREMUNDO P. (1978) - *Osservazioni idrologiche in piccoli bacini del subappennino dauno*. Giornale del Genio Civile, 116, 10-11-12, 439-453.
- REGIONE LOMBARDIA (1993) - *Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale*. D.G.R. del 18/05/93 n° 5/36147, B.U.R.L. 28

- REGIONE PIEMONTE (1980) - *Progetto per la pianificazione delle risorse idriche del territorio piemontese*. Assessorato alla Tutela dell'Ambiente, Torino.
- REGIONE PIEMONTE (1990) - *Banca Dati Geologica*. Settore Prevenzione Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico, Torino.
- REGIONE PIEMONTE (1992) - *Piano-Direttore regionale per l'approvvigionamento idropotabile e l'uso integrato delle risorse idriche. Programma operativo di prima fase sulle acque sotterranee e sui regimi fluviali di magra*. Torino.
- REGIONE PIEMONTE (1994) - *Primo rapporto sull'evento alluvionale verificatosi in Piemonte il 4-6 novembre 1994*. Settori Prevenzione Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico e Opere Pubbliche a Difesa Assetto Idrogeologico, Torino.
- REGIONE PIEMONTE (1996) - *Primo rapporto sull'evento alluvionale verificatosi in Piemonte il 7-9 ottobre 1996*. Settore Prevenzione Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico, Torino.
- REGIONE PIEMONTE (1997) - *L'evento pluviometrico del 6-7 novembre 1997 in Piemonte*. Settore Prevenzione Rischio Geologico, Meteorologico, Torino.
- REGIONE PIEMONTE (1997) - *Progetto finalizzato conoidi 1997*. Settore Prevenzione Rischio Geologico, Meteorologico, Torino.
- REGIONE PIEMONTE (1998) - *Eventi alluvionali in Piemonte*. Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, Torino.
- REGIONE PIEMONTE (2000) - *Eventi alluvionali in Piemonte 10-14 giugno 2000*. Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, Torino.
- REGIONE PIEMONTE (2000) - *Rapporto sull'evento alluvionale del 13-16 ottobre 2000*. Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, Torino.
- REGIONE PIEMONTE (2001) - *Banca Dati Meteorologica*. Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, Torino.
- REGIONE PIEMONTE & UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO (1998) - *Atlante climatologico del Piemonte*. Collana studi climatologici in Piemonte, Vol. 1.
- REGIONE PIEMONTE & UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO (1998) - *Le precipitazioni nevose sulle Alpi Piemontesi*. Collana studi climatologici in Piemonte, Vol. 2.
- REGIONE PIEMONTE & UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO (1999) - *Serie climatiche ultracentenarie*. Collana studi climatologici in Piemonte, Vol. 3.
- REGIONE PIEMONTE (1981) – *Progetto per la pianificazione delle risorse idriche del territorio piemontese*. Relazione, 130 - 132.
- SACCO F. (1885) - *Massima elevazione del Pliocene marino al piede delle Alpi*. Atti Acc. Sc. Torino, **20**, 828-844.
- SACCO F. (1886) - *Sulla costituzione geologica degli altopiani isolati di Fossano, Salmour e Beinale*. Ann. Acc. Agric., **29**, 337-426.
- SACCO F. (1886) - *Le Fossanien nouvel étage du Pliocène d'Italie*. Bull. Soc. Geol. Fr., III Série, **15**, 27-36.
- SACCO F. (1887) - *Classifications des terrains tertiaires conformement à leur facies*. Bull. Soc. Belge Geol., **1**, 276-294.
- SACCO F. (1917) – *L'evoluzione del Fiume Tanaro durante l'Era Quaternaria*. Atti della Soc. Italiana di Sc. Naturali, Vol. LVI.
- SACCO F. (1912) *Geoidrologia dei pozzi profondi della Valle Padana*. Ann. R. Acc. Agric. Torino, **54**, 391-581.
- SACCO F. (1912) *Geoidrologia dei pozzi profondi della Valle Padana*. Giorn. Geol. Prat., **10**, 149-166.
- SACCO F. (1924) *Geoidrologia dei pozzi profondi della Valle Padana (Appendice e Bibliografia)*. Roma.
- SACCO F., FRANCHI F. & STELLA A. (1931) - *Carta Geologica d'Italia. F. 80 Cuneo, scala 1:100.000*. Roma.
- SACCO F. (1935) *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia Fogli ... Cuneo alla scala 1:100.000, ...*. Roma.

- S.A.T.A.P. S.p.A. (1998) – *Collegamento A6 – A21 (Asti – Cuneo), Progetto definitivo: rilievi dell'esistente, studi e indagini, geologia.*
- SISMONDA A. (1866) - *Carta Geologica di Savoia, Piemonte e Liguria. scala 1:500.000.*
- SCHMERTMANN J.H. (1977) - *Measurement of in situ shear strenght.* Proc. ASCE Spec. Conf. on In Situ Measurement of Soil Properties. Raleigh.
- SERAFIM J.L. & PEIRERA J.P. (1983) - *Considerations of the geomechanics classification of Bieniawski.* Proc. Int. Symp. on Eng. Geol. and Underground Constr., LNEC, Lisbona.
- SORDO S. (1981) – *Valutazione probabilistica delle portate di massima piena dei corsi d'acqua piemontesi.* Idrotecnica, 2, 43-49.
- STRAHLER A.N. (1958) - *Dimensional analysis applied to fluviially eroded landsform.* Bull. Geol. Soc. Amer., 69, 279-300.
- TUNG Y.K. & MAYS L.W. (1981) - *Risk models for flood levee design.* Water Res. Research, 17, 4, 833-841.
- U.S. GEOLOGICAL SURVEY (1982) - *Goals and Taskes of the Landslide Part of a Ground-Failure Hazard Reduction program.* Circular 880.
- VARNES D. (1984) - *The principles and pratique of landslide hazard zonation.* Engin. Geology, 23, 13-14.
- YAMAGUCHI H., KIMURA T., FUJII N. (1977) - *On the scale effect of footings in dense sand.* IX ICSMFE, Tokio.