



**REGIONE  
LIGURIA**

**Autorità di Bacino  
Distrettuale  
Dell'Appennino  
Settentrionale**



## **PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO**

**(ai sensi dell'art.1, comma 1, del D.L. 180/1998 convertito in L. 267/1998)**

***Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio***  
**Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico**

### **RELAZIONE**

**Ambito di Bacino di rilievo regionale:**

**LETIMBRO**

**Bacino:**

**LETIMBRO**

**Comuni:**

**SAVONA**

**ALTARE**



<b>APPROVAZIONE</b>	<b>Delibera del Consiglio Provinciale di Savona n. 47 del 25/11/2003</b>
<b>ULTIMA MODIFICA DELL'ELABORATO</b>	<b>Decreto del Segretario Generale n. 90 del 25/10/2021</b>
<b>ENTRATA IN VIGORE</b>	<b>Pubblicazione sul BURL n. 47 del 24/11/2021 - parte II</b>

PREMESSA.....	3
<b>1 QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>4</b>
1.1 Quadro istituzionale, normativo e amministrativo di riferimento .....	4
1.2 Strumenti di pianificazione vigenti .....	5
1.2.1 Altri strumenti di pianificazione.....	5
1.3 Dati utilizzati.....	6
<b>2. Caratteristiche del bacino .....</b>	<b>8</b>
2.1 Geografia .....	8
2.1.1 I bacini.....	8
2.1.2 Il paesaggio.....	9
2.2 Geologia.....	9
2.2.1 Metodologia di studio .....	10
2.2.2 Litostratigrafia .....	11
2.2.3 Tettonica e assetto strutturale .....	14
2.2.4 Considerazioni relative allo stato della roccia.....	15
2.3 Geomorfologia .....	16
2.3.1 Caratteristiche generali.....	16
2.3.2 Reticolo idrografico .....	17
2.3.3 Caratterizzazione delle coperture .....	19
2.3.4 Frane attive .....	20
2.3.5 Franosità diffusa ed erosione superficiale .....	22
2.3.6 Riperti artificiali e discariche.....	23
2.3.7 Cave e miniere .....	23
2.3.8 Terrazzi fluviali .....	24
2.3.9 Terrazzi marini .....	24
2.3.10 Acclività .....	25
2.4 Idrogeologia .....	25
2.5 Uso del suolo .....	26
2.5.1 Metodologia adottata .....	26
2.5.2 Distribuzione delle tipologie di zonizzazione d'uso del suolo.....	27
2.6 Descrizione della rete idrografica.....	28
2.6.1 Sopralluogo dell'asta principale .....	28
2.6.2 Affluenti principali e secondari.....	29
<i>Rio Reposseo</i> .....	31
<i>Rio Fossaie</i> .....	31
2.7 Idrologia di piena.....	31
2.7.1 Premessa .....	31
2.7.2 Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri.....	31
Valori di portata al colmo di piena, con assegnato tempo di ritorno, per i bacini idrografici con foce al mar Tirreno – luglio 1999 - (C.I.M.A.) Università degli Studi di Genova.....	31
2.7.3 Determinazione delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica .....	36
2.7.4 Portate di piena .....	39
2.7.5 Portate di piena di progetto per il bacino Letimbro (Rif. Normativa di Piano).....	45
<b>3 PROBLEMATICHE E CRITICITA' DEL BACINO .....</b>	<b>47</b>
3.1 Premessa.....	47
3.2 Problematiche di tipo geomorfologico .....	49
3.2.1 Suscettività al dissesto dei versanti .....	49
3.2.2 Eventi alluvionali dell'autunno 2019 .....	56
3.3 Problematiche di tipo idraulico.....	58

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO  
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)

Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio

**bacino: LETIMBRO**

3.3.1 Aree storicamente inondate.....	58
3.3.2 Verifiche idrauliche .....	58
3.3.3 Fasce di inondabilità .....	68
3.3.4 Fascia di riassetto fluviale .....	70
3.4 Principali criticità del bacino .....	70
3.4.1 Suscettività al dissesto dei versanti .....	70
3.4.2 Criticità idrauliche .....	71
3.5 Considerazioni sul trasporto solido .....	74
3.5.1 Premessa .....	74
<b>4 RISCHIO IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>76</b>
4.1 Premessa.....	76
4.2 Determinazione del Rischio idrogeologico .....	77
4.3 Carta del rischio idraulico .....	79
4.4 Carta del rischio geomorfologico .....	80
<b>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI .....</b>	<b>82</b>

## PREMESSA

Il presente piano è stato redatto quale Piano di bacino stralcio sul Rischio idrogeologico in adempimento all'art.1, comma1, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180, convertito, con modificazioni, nella legge 3 agosto 1998 n.267 e costituisce parte del Piano di bacino stralcio per la difesa idrogeologica, nonché del Piano di bacino completo, di cui alla legge 18 maggio 1989, n.183 e sue modificazioni ed integrazioni. Esso è di conseguenza un primo stralcio funzionale che risponde nei contenuti prioritariamente a quanto richiesto dal citato D.L. 180/98 e dal relativo "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180/98", pubblicato sulla G.U. del 5.1.1999.

Il percorso di formazione e adozione del presente piano è quello attualmente in generale previsto dalla normativa vigente per i Piani di bacino, con particolare riferimento alla legge regionale 21 giugno 1999, n.18.

L'elaborazione del Piano stralcio si è valse degli studi propedeutici generali relativi alle caratteristiche del territorio e alle problematiche del bacino a suo tempo affidati dalla Provincia di Savona a professionisti esterni, nonché degli studi già svolti dal medesimo gruppo interdisciplinare di professionisti indicato in epigrafe, incaricati con Deliberazione della Giunta Provinciale n° 9 prot. 9969/98.

Il Settore Assetto Idrogeologico del Territorio della Provincia di Savona ha conferito estensione di incarico al suddetto raggruppamento di professionisti per l'esecuzione degli studi e degli approfondimenti necessari alla predisposizione del Piano Stralcio, ai sensi del D.L. 180/98 (convertito in legge 267/98 "Sarno" e modificato dalla legge 226/99), relativamente al territorio di cui all'ambito 11-12 "LEVANTE", definiti dall'Autorità di Bacino di rilievo regionale, già parzialmente studiati nel corso di precedenti lavori.

L'ambito individuato si estende fra i bacini idrografici del Torrente Segno e il Torrente Portigliolo, comprendendo, all'interno dell'ambito, il Torrente Segno, il Torrente Letimbro, il Torrente Sansobbia, il Rio Sanda ed il Torrente Teiro oltre a bacini minori scolanti a mare; sono invece esclusi, perchè in studio da parte di altri gruppi di lavoro, il Torrente Quiliano e i bacini dei rii minori limitrofi al bacino del T.Letimbro.

La presente relazione analizza i dati territoriali relativi al bacino del T. Letimbro.

L'ultima modifica apportata al presente Piano di bacino è stata approvata con DSG n.90 del 25/10/2021 ed aggiorna la relazione generale e le cartografie relativamente al nuovo quadro dei dissesti per frana conseguenti all'evento alluvionale dell'autunno 2019.

## 1 QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO

### 1.1 Quadro istituzionale, normativo e amministrativo di riferimento

Il quadro di riferimento generale per la formazione del Piano di bacino è rappresentato dalle norme contenute nella legge quadro 18 maggio 1989, n. 183. Rilevanza particolare ha inoltre la legge 4 dicembre 1993, n.493, che all'art.12 integra l'art. 17 della L. 183/89 con il comma 6 ter che introduce la possibilità di redigere ed approvare i Piani di bacino anche per sottobacini o per stralci relativi a settori funzionali.

Per gli aspetti connessi alla pianificazione di bacino regionale si deve far riferimento alla legge regionale 28 gennaio 1993, n.9, che in sostanza recepisce la L.183/89, regionalizzandone i contenuti e istituendo l'Autorità di Bacino Regionale. Le procedure di approvazione dei Piani di bacino sono state in parte modificate dalla legge regionale 21 giugno 1999, n.18.

Un ulteriore impulso alla pianificazione di bacino è stato fornito dal decreto legge 11 giugno 1998 n.180, convertito, con modificazioni, nella legge 3 agosto 1998 n.267 "Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed in favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania", modificato dal D.L. 132/99, convertito, con modifiche, dalla L. 262/99. Tale decreto al comma 1 dell'articolo 1 dispone che entro il termine del 30 giugno 1999, le Autorità di Bacino di rilievo nazionale ed interregionale e le regioni per i restanti bacini, adottano, ove non si sia già provveduto, Piani stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico redatti ai sensi del comma 6-ter dell'art.17 della L.183/89 e successive modificazioni che contengano in particolare l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico e le relative misure di salvaguardia.

I criteri relativi agli adempimenti di cui al comma 1 dell'art. 1 del succitato D.L. 180/98, sono stati forniti, come previsto dal comma 2 dell'art.2 del D.L. 180/98, in "*Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2*", pubblicato sulla G.U. del 5.1.99. Esso, in particolare, pur ribadendo la necessità che le Autorità di Bacino compiano ogni sforzo per accelerare i tempi per l'adozione dei Piani stralcio, stabilisce come termine ultimo per l'adozione dei Piani stralcio per il Rischio idrogeologico il 30 giugno 2001, e quello per l'approvazione il 30 giugno 2002. Specifica inoltre che le attività relative all'individuazione e alla perimetrazione delle aree a rischio di inondazione e a rischio di frana dovranno essere articolate nelle seguenti 3 fasi:

- 1) individuazione aree soggette a Rischio idrogeologico;
- 2) perimetrazione, valutazione dei livelli di rischio e definizione di misure di salvaguardia;
- 3) programmazione della mitigazione del rischio.

Il D.L. 180/98, ha inteso quindi, dichiaratamente dare un'accelerazione agli adempimenti della L. 183/89, soprattutto a riguardo l'individuazione e perimetrazione delle aree a Rischio idrogeologico (inteso come inondazione e frana).

In adempimento al comma 1, art. 1, del suddetto D.L. 180/98, l'Autorità di Bacino di rilievo regionale intende adottare, entro la scadenza posta del 2001, Piani di bacino stralcio (ai sensi del comma 6ter, art. 17. L.183) sul Rischio idrogeologico, costituiti essenzialmente dalle due tematiche relative al Rischio idraulico e Rischio geomorfologico (Susceptività al dissesto e Rischio di frana).

Trattandosi di uno stralcio funzionale non esaurisce chiaramente tutte le tematiche previste dal Piano di bacino completo. Peraltro è uno stralcio più limitato rispetto allo stralcio per la difesa idrogeologica così come impostato dall'Autorità di Bacino di rilievo regionale in Liguria a seguito della L.R. 9/93. Questo tipo di piano, che è elaborato prioritariamente come adempimento al D.L. 180/98, è uno stralcio funzionale, che rappresenta una parte del Piano stralcio per la difesa idrogeologica e del quale sarà quindi parte integrante, così come del piano di bacino nella sua stesura completa.

**bacino: LETIMBRO**

Esso è quindi approvato con le procedure ordinarie previste dalla L. R. 18/99.

I criteri seguiti per l'elaborazione dei suddetti Piani stralcio sul rischio idrogeologico sono quelli già adottati dall'Autorità di Bacino regionale per la redazione dei Piani stralcio per la difesa idrogeologica.

In particolare i criteri generali per l'elaborazione dei Piani di bacino regionali sono stati formalizzati, così come previsto dalla L.9/93, nel documento "Criteri per l'elaborazione dei Piani di bacino" approvati dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino di rilievo regionale nella seduta del 20.12.1994. Tali criteri sono stati poi integrati da una serie di raccomandazioni e documenti relativamente a specifiche problematiche.

Nell'ambito del presente Piano stralcio per il Rischio idrogeologico, oltre ai citati criteri generali, e a quelli relativi all'Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180/98", sono stati seguiti i criteri contenuti nelle seguenti raccomandazioni o note tecniche:

- raccomandazione n.1 *"Metodologie per la mappatura delle aree soggette a rischio di inondazione"*;
- raccomandazione n. 3bis *"Documento propedeutico all'informatizzazione dei dati e delle cartografie di base per la redazione dei piani di bacino"*;
- raccomandazioni n. 4 *"Standard cartografici relativi in particolare alle legende per la carta di copertura e d'uso del suolo, carta di dettaglio dei movimenti franosi, censimento dei movimenti franosi"*;
- raccomandazione *"Valutazione della pericolosità e del rischio idraulico e idrogeologico- Carte derivate"*;
- raccomandazione *"Definizione delle fasce di inondabilità e di riassetto fluviale"*;
- nota CTR *"Rischio idraulico residuale nell'ambito della pianificazione di bacino regionale"*;
- raccomandazione *"Redazione della carta del rischio idrogeologico nei piani stralcio di bacino"*;
- linea guida 2/2000 *"Indicazioni metodologiche per la costruzione della carta di Suscettività al dissesto dei versanti"*;
- linea guida 3/2000 *"Schema di struttura e dei contenuti essenziali di un piano di bacino stralcio sul rischio idrogeologico (ai sensi del comma 1, art.1, del D180/98 e ss.mm.ed ii, convertito il Legge 267/98)"*.

Si sottolinea, infine, che ai sensi della L. 183/89 il Piano di bacino, così come i suoi stralci funzionali, è uno strumento sovraordinato per le parti prescrittive agli altri strumenti di pianificazione settoriale ed urbanistica, con effetto di integrazione e di prevalenza, in caso di contrasto, della pianificazione territoriale di livello regionale, provinciale e comunale.

## 1.2 Strumenti di pianificazione vigenti

Nell'ambito della pianificazione di bacino risulta di interesse la valutazione delle potenzialità e delle previsioni di sviluppo antropico contenute nei vari livelli di pianificazione. Nel presente piano stralcio, tuttavia, si è stabilito, a livello provinciale, di non sviluppare la presente fase che verrà invece, ampiamente trattata nei successivi studi ed elaborati relativi al Piano di Bacino 183.

### 1.2.1 Altri strumenti di pianificazione

Relativamente alla Direttiva CEE 92/43/ CEE istitutiva dei siti "bioitaly", si osserva che nell'ambito del bacino del Letimbro è presente il seguente sito individuato come "SIC" (siti di importanza comunitaria):

IT 1322326 Foresta Cadibona

### 1.3 Dati utilizzati

Per la cartografia di base del piano sono stati utilizzati gli studi propedeutici al Piano di Bacino del Torrente Letimbro redatti per conto della Provincia di Savona da altri professionisti e gli approfondimenti svolti con gli studi di cui alla D.G.P. n° 9 prot. 9969/98, citata in premessa, dai medesimi professionisti che svolgono il presente lavoro.

Al fine della elaborazione del piano sul Rischio idrogeologico ai sensi del comma 1, art. 1 del DL 180/98, si è proceduto alla validazione di quanto acquisito, mediante la revisione, sistemazione ed aggiornamento dei dati.

Il lavoro è stato svolto in tre fasi successive secondo il calendario stabilito dal Settore Assetto Idrogeologico del Territorio della Provincia di Savona.

Nella prima fase, si sono curate le procedure di approccio alla cartografia di base in modo da definire un processo di analisi standardizzata in ottemperanza alle linee guida proposte dalla Regione ed è stata redatta una prima stesura della cartografia di analisi.

Poiché si sono trovati ad operare congiuntamente gruppi di diversa formazione scientifica nel campo dell'analisi dei rischi naturali, si è cercato di individuare un approccio tale da agevolare l'uso corretto di dati geologici e geomorfologici nelle simulazioni idrauliche, tenuto conto delle condizioni e delle limitazioni imposte dai codici di calcolo impiegati.

Allo stesso tempo sono stati analizzati, nei casi di franosità storica meglio conosciuti, quegli elementi geomorfologici in senso lato che hanno agito in stretta connessione con l'evento meteorico innescante, in modo da verificare "a priori" alcuni passaggi nelle procedure di analisi della Suscettività al dissesto suggerite dalla Regione.

Parallelamente si è attivato un processo di analisi bibliografica - le pubblicazioni scientifiche consultate sono citate nei "Riferimenti bibliografici" - e di validazione dei dati, nelle aree sulle quali erano disponibili le cartografie degli studi propedeutici, in modo da disporre di una base affidabile sulla quale impostare l'analisi del Rischio geomorfologico.

Il processo di validazione si è articolato su un primo screening mediante analisi aerofotogrammetrica sui voli 1974, 1993 e 1994, disponibili presso l'A.I.T. seguito da una verifica in campagna delle situazioni più rappresentative sotto il profilo della stabilità dei versanti.

Sono inoltre stati visionati e/o acquisiti dati diversi messi a disposizione dal Settore Assetto Idrogeologico del Territorio della Provincia di Savona su supporto cartaceo ed informatico per la redazione delle singole carte. Sono state altresì utilizzate informazioni diverse fornite dai Comuni e dalla Comunità Montana.

Nella seconda fase l'attenzione si è spostata sulla formulazione di uno schema procedurale rispondente alle peculiarità del bacino per la definizione della pericolosità.

Si è ritenuto più confacente alle problematiche del bacino in esame un metodo che, pur seguendo lo schema predisposto dalla Regione ed analizzando i medesimi tematismi, se ne discosta nelle modalità di applicazione, come verrà meglio descritto a proposito della cartografia della Suscettività al dissesto.

La terza fase è stata di revisione generale in funzione del riconoscimento delle criticità del bacino.

Durante lo svolgimento di quest'ultima fase hanno avuto luogo gli eventi meteorici anomali dell'ottobre-novembre 2000 ed i conseguenti danni alluvionali, con innesco o riattivazione di dissesti lungo i versanti.

Il verificarsi di tali eventi ha imposto la scelta di tenere conto degli effetti sul territorio in termini di Pericolosità e Rischio e, quindi di priorità nell'indicazione degli interventi e di fornire un aggiornamento esaustivo degli elaborati di analisi a carattere geologico e geomorfologico.

Per i dati e le elaborazioni a carattere idraulico, è stato utilizzato il materiale contenuto nel Piano di Emergenza - Rischio idraulico redatto dagli Ingg. P. Taramasso, Pacini e Macco per conto del Comune di Savona.

Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio  
**bacino: LETIMBRO**

I dati e le elaborazioni a carattere idrologico sono stati tratti dallo studio propedeutico citato solo parzialmente, poiché si sono rese necessarie integrazioni ai fini di una descrizione maggiormente dettagliata dell'idrologia del bacino. Per quanto riguarda il rilievo delle sezioni idrauliche si è proceduto ad una prima fase di controllo dei dati disponibili e ad una seconda fase di integrazione con sopralluogo.

Come base cartografica è stata utilizzata la carta tecnica regionale in scala 1:5.000 e in scala 1:10.000 (in formato raster e vettoriale) fornita dalla Provincia e dalla Regione.

Questa riporta il bacino nei fogli:

n° 229010 "Prà Sottano";

n° 229020 "Stella San Giovanni";

n° 229050 "Altare";

n° 229060 "Savona".

Tutti i tematismi di base sono stati ridisegnati, a partire dalla cartografia disponibile, secondo le specifiche di informatizzazione richieste con strutture a livelli numerati e definiti nei contenuti.

I tematismi delle carte derivate sono stati perimetrati per sovrapposizione dei tematismi delle carte di base, secondo le specifiche.

Il gruppo di lavoro, nell'ottica di uniformare le tipologie di files di elaborazione mantenendo la georeferenziazione dei limiti geologici e di tutte le rappresentazioni areali e dei contenuti puntuali delle carte secondo le tolleranze imposte dalla Committenza, in particolare per quelle porzioni di bacino non coperte da cartografia in formato vettoriale, ha scelto l'impiego del codice di elaborazione cartografica BENTLEY MICROSTATION 95 per tutti i tematismi.

La georeferenziazione utilizza il sistema di coordinate Gauss Boaga.

Le rappresentazioni sono registrate su files a livelli diversi e sovrapponibili con modalità standard che consentano l'inserimento nel Sistema Informativo Regionale di Bacino (S.I.RE.BA.) in modo da consentire interventi successivi secondo le necessità previste dal sistema.

## 2. Caratteristiche del bacino

### 2.1 Geografia.

#### 2.1.1 I bacini.

Il bacino idrografico del Torrente Letimbro fa parte dell'ambito di bacino Regionale n. 11-12 (Ambito di Levante della Provincia di Savona) ed è situato nel territorio amministrativo del Comune di Savona e in parte nel Comune di Altare (0,41 Km<sup>2</sup>).

La superficie del bacino del T. Letimbro è pari a circa 52 Km<sup>2</sup>; si tratta perciò di un bacino di dimensioni significative, particolarmente acclive (classi di acclività prevalenti dal 35% al 75%), caratterizzato da una forma vagamente rettangolare, che si restringe nella porzione terminale, con orientazione grosso modo WNW-ESE.

Esso si articola in due sottobacini principali:

- il bacino del T. Letimbro s.s.;
- il bacino del T. Lavanestro.

Il bacino del T.Letimbro s.s. è pari a 43 km<sup>2</sup>; la lunghezza del corso d'acqua principale è di circa 19 km. Esso è così delimitato:

- \* a NE, dalla dorsale che dalla zona di Valloria si sviluppa sull'allineamento Villa Picone (251 m), M. Cucco (440 m), M. Castellazzo (572 m), M. Negino (710 m) e M. S.Giorgio (841 m);
- \* a NW, dalla dorsale che, poco a ponente di M.S. Giorgio (841 m), si sviluppa sull'allineamento Pian del Melo (712 m), Bric Lavesino (571 m) e Palazzo Cappa (503 m);
- \* ad Ovest, dalla dorsale da Palazzo Cappa fino alla Sella di Altare (461 m);
- \* a Sud, dalla dorsale sull'allineamento Sella di Altare, Cadibona (390 m), Bric Tremo (367 m), Ciatti (425 m), Ciantagalletto (185 m).

Il bacino del T.Lavanestro è pari a 9 km<sup>2</sup>, mentre la lunghezza del corso d'acqua principale è di circa 8,3 km; si origina all'altezza di Cadibona e confluisce nel T.Letimbro poco a valle della località Lavagnola. Esso risulta così delimitato:

- \* a Nord, dalla dorsale sull'allineamento Cadibona (390 m), Bric Tremo (367 m), Ciatti (425 m), Ciantagalletto (185 m), la quale lo separa dal bacino del T. Letimbro s.s.;
- \* a Sud, dalla dorsale Cadibona (390 m), Cima Montà (352 m), M. Ciuto (430 m), M. Curlo (383 m), Fontanassa.

Il bacino del T. Letimbro l.s. confina a Nord con il bacino del T.Erro, ad Est con quello del T.Sansobbia e del Rio Podestà, a Sud e Sud-Ovest con i bacini del Rio S. Cristoforo, del Rio Molinero, e del T. Quiliano, ad Ovest con il bacino del Fiume Bormida di Mallare.

Il torrente nasce all'estremità occidentale del bacino, dal versante sottostante la località Chiappe di Altare, ad una quota di circa 482 m s.l.m., laddove nasce il suo ramo alto più importante, il Rio Albergo (la tradizione popolare lo fa nascere dal M. Porcheria, più ad Est, a q. 484.5, ma si tratta solo di un tributario laterale). La zona di testata del bacino, che dà origine al corso d'acqua principale, si sviluppa lungo i versanti di SE della dorsale Palazzo Cappa-Sella di Altare, articolandosi in alcuni rami di cui i principali sono il Rio Lodo ed il Rio Albergo; essi danno origine al Rio della Miniera, denominazione antica del tratto alto dei T. Letimbro. Poco più a valle, provenendo da nord, confluisce in quest'ultimo il Rio Canova. A parte il T. Lavanestro, di cui si dirà tra poco, altri tributari di importanza significativa del Letimbro sono il Rio Acquabona, il Rio Lorianò, il Rio Pizzuta, il Rio Marmorassi ed il Rio Repusseno, tutti tributari di sinistra, mentre in sponda destra non se ne individuano di particolarmente rilevanti.

Le pendenze dell'asta principale sono in genere relativamente poco accentuate, fatta salva ovviamente la zona di testata del bacino; alcuni incrementi di pendenza si hanno nei tratti tra la loc. Isola e la loc. Acquabona e tra la loc. Riborgo e Lavagnola. A partire da

**bacino: LETIMBRO**

quest'ultima località si apre la piana alluvionale terminale nella quale il torrente, in funzione delle arginature e delle rettificazioni d'alveo, assume un andamento pressochè rettilineo fino alla foce.

Il T.Lavanestro non presenta di fatto tributari laterali di una certa rilevanza; le pendenze del suo letto sono in genere accentuate, fatta eccezione per il tratto in attraversamento della zona della frazione Montemoro. Esso confluisce poi nel Letimbro poco a valle della frazione Lavagnola.

### 2.1.2 Il paesaggio

Nella valle ricadono paesaggi con caratteristiche notevolmente differenziate.

La piana alluvionale è caratterizzata dalla presenza di un tessuto urbano continuo e da residui di alcune aree ex-industriali e artigianali in cui si inseriscono anche alcune infrastrutture principali, quali l'autostrada e le linee ferroviarie.

I versanti ai margini della piana alluvionale sono densamente insediati nella loro porzione più prossima al mare, mentre mantengono l'impronta data dagli originari caratteri rurali legati allo sfruttamento dell'olivicoltura (pratica parzialmente ancora in atto), con edifici di limitate dimensioni e nuclei rurali concentrati nelle aree più favorevoli, quali quelle rappresentate in sponda sinistra dalle località S. Lorenzo e Ranco.

Risalendo lungo il torrente, poco a monte della loc. Lavagnola, la valle si restringe progressivamente e forma due meandri successivi, abbastanza incassati in versanti a pronunciata acclività; da qui, fino alla frazione Riborgo, la valle si restringe ulteriormente; lungo questo tratto gli insediamenti in fondovalle sono costituiti da modestissimi nuclei abitati insediati a pochi metri dall'alveo; sul versante sinistro, in quota, è presente la frazione Marmorassi.

A partire dalla frazione di Riborgo, passando per le località Santuario e Cimavalle, fino a raggiungere la loc. Acquabona, il fondovalle si apre in una piana alluvionale terrazzata, caratterizzata da una serie di meandri, sulla quale sono diffusi alcuni insediamenti inseriti in aree caratterizzate da pratiche agricole.

I versanti hanno complessivamente accentuata acclività, sono fittamente boscati, ma con attività forestali estremamente ridotte. Sono tuttavia presenti alcune isole dove, in funzione sia dell'esposizione favorevole, sia della articolazione morfologica e delle coperture sciolte ivi presenti, si sono sviluppati alcuni nuclei rurali con terreni dedicati alle attività agricole, quali ad esempio le località Priocco e Naso di Gatto, S.Bartolomeo del Bosco, Cà di Ferrè, che costituiscono veri e propri presidi sul territorio.

Infine si hanno le valli secondarie e la porzione di testata del bacino, fortemente acclivi, prive di insediamenti e di attività agricole, in cui i versanti sono in uno stato di "seminaturalità".

Anche lungo il T. Lavanestro gli insediamenti si sviluppano quasi totalmente lungo il fondovalle, a pochi metri dal corso d'acqua, e si hanno nuclei isolati o piccole frazioni, quali Montemoro e Maschio.

## 2.2 Geologia

Il bacino è caratterizzato geologicamente da una discreta percentuale di substrato affiorante e/o subaffiorante e dalla presenza di un elevato numero di litologie.

Le formazioni affioranti nel bacino appartengono tettonicamente a diverse unità:

- l'unità di Pamparato-Murialdo, comprendente la Formazione di Murialdo;
- l'unità Calizzano-Savona, comprendente le formazioni del Cristallino del Savonese;
- l'unità di Bagnaschino, a cui sono ascritti anfiboliti e gneiss;
- l'unità di Montenotte, che comprende filladi, calcari, diaspri, metagabbri e metaofioliti.

**bacino: LETIMBRO**

Sono inoltre presenti limitati affioramenti di dolomie triassiche, e più estese aree caratterizzate dalle coperture pre-quadernarie, rappresentate da conglomerati appartenenti alla Formazione di Molare e da depositi pliocenici (Argille di Ortovero), oltre ai depositi quadernari alluvionali, fluviali e marini.

Rimandando alla bibliografia scientifica ed alla cartografia geologica ufficiale per l'inquadramento paleogeografico e tettonico generale delle unità affioranti all'interno del bacino, in questa sede sembra doveroso soffermarci esclusivamente sui caratteri litostratigrafici e tettonici che più sono legati agli aspetti di difesa del suolo ovvero maggiormente influenti sulle condizioni di stabilità del territorio.

### 2.2.1 Metodologia di studio

Il rilevamento geologico è stato realizzato a partire dalla cartografia preesistente fornita dalla Provincia di Savona (Studi Propedeutici al Piano di Bacino), integrati da:

- Carta geologica con elementi di geomorfologia della Regione Liguria - I lotto sperimentale L.R. 28.03.89 n°7 - Scala 1:25.000 (rilevamenti originari in scala 1:10.000).
- Parco del Beigua: studi propedeutici per il Piano del Parco - elaborati preliminari relativi alla redazione della Carta geologica - scala 1:25.000 a cura dell'Università di Genova - DIPTERIS.

Si sono inoltre utilizzati rilevamenti geologici realizzati da singoli professionisti e relativi a studi di pianificazione svolti a diverso titolo.

Tali dati, infine, sono stati integrati dagli scriventi attraverso rilevamenti autonomi effettuati nel periodo aprile-maggio 2000.

Nella redazione della Carta Litologica, sono stati distinti:

- i vari litotipi nella loro estensione areale;
- i contatti tra gli stessi;
- le condizioni giaciture della roccia;
- le lineazioni tettoniche principali.

Per la redazione della carta si è adottata la seguente metodologia:

- definizione e redazione della legenda sulla base della Raccomandazione n°3 della Regione Liguria;
- integrazione, sulla base dei criteri della Raccomandazione n°3 della Regione Liguria, delle voci della legenda laddove risultavano mancanti alcune litologie presenti nel bacino;
- validazione dei dati riportati sulla cartografia preesistente mediante incrocio di tutta la cartografia, integrata, laddove necessario, da verifiche sul terreno;
- osservazione di foto aeree, con particolare riferimento alle strutture tettoniche;
- informatizzazione dei dati secondo gli standard richiesti.

### 2.2.2 Litostratigrafia

Si descrivono nel seguito le caratteristiche salienti dei diversi litotipi e depositi sciolti presenti nel bacino.

- Ortogneiss (ogn) e Graniti (gr).

Confluiscono sotto queste denominazioni due litotipi, tutti a composizione acida, fittamente intercalati tra di loro in forma di livelli distinti o costituenti masse omogenee comunque circoscritte e locali. In essi prevalgono comunque i graniti.

Possono presentarsi in facies di ortogneiss granitoidi o di granito tipico, ambedue comunque originatesi da cristallizzazione di magmi derivati da processi di anatessi o di anatessi avanzata. Nella facies ad ortogneiss le fasi deformative sono state intense ed hanno condotto l'ammasso ad assumere un aspetto lamellare ed una scistosità più o meno evidente, con tuttavia ancora chiari i caratteri primari magmatici. I minerali costituenti sono essenzialmente quarzo, feldspati, mica bianca, clorite ed epidoto, con, localmente, una tessitura occhiadina per la presenza di grossi individui di quarzo e K-feldspato. Nella facies a granito tipico le fasi deformative sono state poco intense, per cui la struttura è generalmente granulare, con grana da media a grossolana; solo localmente sono presenti tessiture scistose. I minerali fondamentali sono il quarzo, i feldspati, la mica bianca e la biotite, spesso trasformata in clorite. Gli ammassi si presentano fortemente tettonizzati con la presenza di faglie e diaframmi milonitici a varia giacitura e numerosi sistemi di fratture a giacitura variabilissima.

- Paragneiss (pgn).

Sono rocce a tessitura finemente scistosa, talora altamente micacei, spesso costituiti da metapeliti e metaareniti associate e spesso intercalate alle anfiboliti. In affioramento l'ammasso roccioso si presenta facilmente disgregabile per alterazione profonda. Le rocce ascrivibili a tale facies affiorano lungo il margine settentrionale del bacino, sul versante occidentale dello spartiacque tra il bacino del T. Letimbro e il T. Sansobbia.

- Anfiboliti (an).

È una litologia derivante da metamorfismo di alto grado, a chimismo essenzialmente basico, costituito prevalentemente da associazioni di anfiboli e plagioclasti. Sono rappresentate dalla Formazione delle Anfiboliti di Monte Spinarda (SPN); costituiscono inclusi basici nei graniti o negli gneiss, si presentano in genere con aspetto massiccio, anche se fratturato, a grana molto fine, localmente interessate da bande o listature chiare per particolari arricchimenti in feldspati, o banderelle meno evidenti, di colore verde cupo, costituiti da aggregati di orneblenda.

Sono interessate da numerosi sistemi di fratturazione che, nei livelli più superficiali, la disarticolano spesso in prismi isolati di roccia. l'alterazione chimica è invece molto limitata e dà in genere prodotti a prevalenza di minerali argillosi.

Affiorano nella porzione inferiore del bacino, in plaghe isolate all'interno degli gneiss o dei graniti ed in particolare in plaghe più estese lungo il margine settentrionale del bacino. Va rilevato che molto spesso il passaggio anfiboliti-gneiss è graduale, con fasce di transizione da anfiboliti gneissiche a gneiss anfibolici, fasce che rappresentano anche bande di maggior debolezza del litotipo.

- Migmatiti (mig).

Le migmatiti, presenti peraltro solo in limitati affioramenti in corrispondenza del versante occidentale di Monte Cucco, sono rappresentate da embrechiti occhiadine, quarzoso-sericitiche, con porfiroblasti feldspatici.

- Anfiboliti e gneiss (angn).

Questi litotipi appartengono all'Unità di Bagnaschino; sono simili a quelli appartenenti al Cristallino del Savonese, presentano però una più intensa sovraimpronta metamorfica alpina di alta pressione per cui alla scala dell'affioramento si distinguono per il colore da nerastro a bluastro e per un'accentuata scistosità.

Affiorano in due esigue placche in prossimità di Naso di Gatto e in loc. Cà di Barbè.

- Filladi (mf).

**bacino: LETIMBRO**

Sono costituite da metasedimenti a granulometria fine e comprendono filladi sericitiche e micascisti carboniosi; hanno colorazione grigio-scura o grigio-verdastra per l'abbondante presenza di grafite (originatasi in seguito al metamorfismo alpino di preesistenti resti vegetali) e di clorite. Sono appartenenti alla Formazione di Murialdo (FMU) e presenti con estensione e continuità nella media e bassa valle del T.Letimbro e nella bassa valle del suo tributario di destra, il T. Lavanestro. In contatto tettonico con i termini del "Cristallino del savonese", le filladi sono interessate spesso ed in varia misura da processi metamorfici; estremamente tettonizzate, mostrano una marcata cotica di alterazione nei livelli più esterni e frequente presenza di accentuati diaframmi milonitici, anch'essi ad elevato grado di alterazione chimica.

In affioramento la roccia appare molto scistosa ed estremamente deformata; sono presenti molto spesso livellini centimetrici di colore chiaro costituiti essenzialmente da quarzo e feldspati che, a causa della loro maggiore competenza, hanno dato luogo durante l'evento deformativo al tipico "boudinage".

- Miloniti (mil).

Sono costituite da cataclasiti, miloniti e blastomiloniti indifferenziate di rocce del basamento permocarbonifero (le filladi della Formazione di Murialdo, e in minor misura i graniti e gli gneiss facenti parte del Massiccio Cristallino di Savona), con intensa sovraimpronta metamorfica alpina, deformativa, spesso polifasica. Per questo motivo si presentano con aspetto diversificato da punto a punto. Talvolta mantengono un aspetto abbastanza compatto, con grossi cristalli di feldspato e una colorazione di fondo verdastra per l'abbondante presenza di clorite; in altre zone si evidenzia una marcata fratturazione con notevoli differenziazioni, per la presenza di vene acide. Nel bacino sono affioranti in placche estese comprese tra le filladi e i graniti.

- Dolomie (do).

Appartengono alla Formazione delle Dolomie di San Pietro dei Monti (SPM) e affiorano nel settore centrale del bacino, a ponente di Cà Dellara, a levante di Palazzo Doria e, lungo il margine settentrionale, in prossimità di Naso di Gatto.

Costituiscono modesti appilamenti di rocce carbonatiche in cui la percentuale di magnesio è massima alla base, con presenza quindi di dolomie s.s., mentre diminuisce, sia pur debolmente, nei livelli superiori, con passaggio a facies a calcari dolomitici: Le dolomie, di colore da grigio-chiaro a grigio-scuro, sono soggette a fratturazione che a volte è anche molto marcata a seguito dei disturbi tettonici associati alla presenza di faglie. Sono invece molto poco interessate dal carsismo.

- Metagabbri (mg) e Metaofioliti (mof).

Appartenenti all'Unità di Montenotte, sono metabasiti in senso lato, costituite in prevalenza da litotipi a chimismo basico; i gabbri presentano una grana più grossolana, le ofioliti evidenziano una grana più fine. La composizione mineralogica è rappresentata essenzialmente da pirosseni e plagioclasti; l'aspetto risente di intensa fratturazione e disarticolazione, che produce marcate coperture di terreni sciolti. Quantitativamente i gabbri sono subordinati alle metaofioliti; affiorano nella porzione nord-occidentale del bacino.

- Diaspri (dia).

Rappresentano la base stratigrafica della sequenza sedimentaria della Falda di Montenotte, in associazione con i calcari. Sono rocce silicee con tessitura fine data da aggregati di quarzo associati con fillosilicati.

Sono presenti in tre limitatissimi affioramenti tra S. Bartolomeo del Bosco e Palazzo Doria.

- Calcari (c).

Si tratta di rocce carbonatiche stratificate, con una caratteristica tessitura (calcari picchiettati) dovuta alla presenza di minerali di quarzo micro-cristallino.

Gli affioramenti sono localizzati nella porzione nord-occidentale del bacino, in placche di estensione limitata.

- Filladi (mf).

**bacino: LETIMBRO**

Sempre appartenenti all'Unità di Montenotte, sono rappresentate da scisti sericitici e filladici, verdastrì o violacei, caratterizzati dallo sviluppo di minerali micacei; sono generalmente fogliettati, fittamente piegati e fortemente alterati. Affiorano in due plaghe: la prima, più estesa, tra S. Bartolomeo del Bosco e Palazzo Doria, la seconda, in loc. Traversine Sottana.

- Conglomerati (cg).

I conglomerati, appartenenti alla formazione di Molare, rappresentano la facies più grossolana di tale formazione; di origine sedimentaria, sono caratterizzati da clasti poligenici, molto "maturi", hanno aspetto compatto e sono poco interessati da fenomenologie tettoniche. Suscettibili solo di locali disfacimenti superficiali, sono trasgressivi sulle formazioni descritte in precedenza ed affiorano nella zona alta del bacino, a Nord, ad Ovest ed a Sud.

- Argille (a).

Appartenenti alla Formazione delle Argille di Ortovero (ORV), si tratta di limi argillosi di colore grigio-azzurro o giallastro, caratterizzati da un modesto contenuto in CaCO<sub>3</sub>, localmente ricchi in fossili. A volte si osservano sottili livelli sabbiosi e passaggi con elevata presenza di sostanza organica.

I livelli più esterni ed alterati sono costituiti da un limo sabbioso con argilla di colore ocra, a spessore variabile in funzione delle condizioni fisico-chimiche di dettaglio in cui la formazione si trova.

Sono presenti in plaghe ridotte: in sponda sinistra ai margini della piana alluvionale, lungo la dorsale Monticello-Priamar e nella zona di Villapiana-La Rusca, in sponda destra nell'intorno della stazione ferroviaria di Mongrifiene.

- Depositi alluvionali antichi (aa).

Si trovano in continuità stratigrafica con le Argille di Ortovero ed a tetto delle stesse, laddove le argille sono rimaste, almeno parzialmente, rispettate dall'erosione; altrove sono direttamente a tetto del substrato costituito dal Cristallino. Sono costituiti da depositi fluviali mediamente diagenizzati e costituenti un conglomerato a basso grado di cementazione. Presentano clasti poligenici costituiti dalle rocce provenienti dalle zone più in quota del bacino, molto arrotondati ed immersi in una matrice fortemente arrossata che è indice di deposizione in ambiente ossidante e di esposizione subaerea. Sono infatti presenti livelli che potrebbero rappresentare dei paleosuoli. Le alluvioni antiche affiorano in un unico lembo che contorna l'attuale piana alluvionale, in sponda sinistra, nella zona che da Villapiana si estende fino a Piazza Diaz.

- Depositi alluvionali recenti ed attuali (am).

Sono presenti in tutta la piana: possono essere direttamente a tetto dei litotipi granitici e gneissici laddove l'erosione ha completamente asportato i termini successivi, oppure sovrastare le alluvioni antiche e/o le Argille di Ortovero. Comprendono sia i depositi di conoide, presenti allo sbocco dei rii nell'asta principale del bacino, sia i sedimenti a granulometria medio-grossolana nella parte centrale della piana, sia ancora sedimenti fini limosi e spesso carboniosi, presenti nella porzione di piana più prossima alla linea di costa, in ambiente di deposizione di palude o di foce. Si tratta di alluvioni terrazzate in cui tuttavia la continuità dei terrazzi è interrotta sia dalle conoidi di deiezione, sia dagli effetti dell'antropizzazione della zona.

Le alluvioni recenti e attuali costituiscono il substrato della quasi totalità della zona pianeggiante del territorio; sono presenti a cavallo del tratto terminale dei principali tributari presenti nel bacino e sfumano verso mare nei depositi di spiaggia.

Sono inoltre presenti lungo le due aste principali laddove le stesse si sviluppano con pendenze limitate e il modellamento morfologico ha permesso la sedimentazione nel fondovalle, ad esempio in loc. Riborgo e Cimavalle lungo il T. Letimbro, e in loc. Montemoro e Maschio lungo il Lavanestro.

Su tali tipi di terreni si sono sviluppate sia la maggiore urbanizzazione del territorio, sia le attività agricole di importanza locale.

Lo spessore delle alluvioni aumenta progressivamente verso mare, fino a raggiungere la profondità di parecchie decine di metri (presumibilmente intorno ai 70 m) in corrispondenza della linea di costa.

**bacino: LETIMBRO**

- Depositi di spiaggia (as).

I depositi di spiaggia sono costituiti, oltre che dall'attuale arenile, dalla fascia immediatamente alle spalle dello stesso, oggi non più mobilizzabile e fortemente antropizzata. Essi si estendono a partire dal mare verso l'interno per 70-80 metri, sfumando in una fascia costituita da materiali di origine mista, provenienti da deposizione marina e fluviale.

Sono costituiti prevalentemente da sabbie a granulometria da fine a grossolana, pur essendo presenti livelli più decisamente grossolani, ghiaiosi; derivano direttamente dalla rielaborazione ad opera del mare dei sedimenti fluviali e dei materiali provenienti dalle falesie retrostanti, in particolare nel settore sud-orientale anche se almeno negli ultimi decenni, tali apporti risultano essersi decisamente attenuati, a seguito della realizzazione delle opere portuali.

### 2.2.3 Tettonica e assetto strutturale

L'età e l'assetto strutturale delle formazioni appartenenti al Massiccio Cristallino hanno rappresentato da sempre un problema geologico dibattuto fra i ricercatori che pertanto hanno dato interpretazioni diverse sulla origine e sulla storia geologica di queste rocce.

Sulla base delle graduali transazioni riscontrabili sul terreno tra filladi, gneiss e graniti (che dimostrerebbero quindi l'esistenza di una stretta relazione tra i sedimenti permocarboniferi e le rocce del Cristallino e tra gli stessi termini del Cristallino), è stata individuata una sequenza tipo che, partendo dalla roccia sedimentaria non metamorfica, giunge al granito anatessitico per aumento progressivo del grado metamorfico. Pertanto le associazioni di gneiss ed anfiboliti vengono considerate di età permiana, come i prodotti della metasomatosi sui sedimenti Carboniferi, avvenuta durante l'orogenesi ercinica. Coerentemente a questa ipotesi il Massiccio Cristallino di Savona viene considerato autoctono.

Al metamorfismo ed alle deformazioni erciniche e preerciniche si sovrappongono i fenomeni dovuti all'orogenesi della catena alpina, formata da un insieme di unità tettoniche trasportate ed appilate verso l'esterno dell'arco alpino, successivamente dapprima retroflesse, poi coinvolte nelle deformazioni di età e direzione appenninica.

In essa è possibile quindi individuare complessi rocciosi derivati dal continente paleuropeo (dall'esterno verso l'interno si distinguono i seguenti domini paleogeografici: Delfinese, sub-Brianzonese, Brianzonese esterno, medio, interno), dal suo margine s.s. e dall'oceano ligure piemontese.

Il Massiccio Cristallino di Savona risulterebbe, per la sua posizione strutturale e per il suo grado metamorfico, di pertinenza Brianzonese molto interno: rappresenterebbe cioè un'unità tettonica priva di copertura, che nel trasporto verso l'esterno, ha perso l'originaria continuità con le unità adiacenti, diventando un complesso roccioso completamente sradicato e sovrascorso alle sequenze brianzonesi permocarbonifere (Unità di Pamparato-Murialdo).

Nell'ambito del Cristallino del Savonese ancora di tipo tettonico, con scorrimenti e dislocazioni, e con fasce milonitiche accentuate, sono i rapporti tra i diversi litotipi che lo costituiscono.

Sempre tettonico è il contatto tra Cristallino del Savonese e termini della zona Brianzonese, come testimonia l'estrema milonisi che caratterizza gli scisti filladici e la marcata fratturazione dei sovrastanti calcari dolomitici.

I termini del B.T.P., originariamente solo trasgressivi sulle formazioni sottostanti, sono stati successivamente scollati rispetto al substrato ed hanno subito alcune dislocazioni anche se di limitata entità.

L'elemento di massimo disturbo di tutta l'area considerata è rappresentato dalla Falda di Montenotte che è sovrascorsa su tutte le precedenti unità, creando una zona di debolezza di cui in superficie emerge solo la fascia periferica, al contatto in particolare tra le metabasiti ed i termini da esse ricoperti.

**bacino: LETIMBRO**

Tutte le formazioni denunciano inoltre l'intenso sviluppo di un reticolo di faglie associate ai movimenti principali o successive agli stessi; tale condizione si esplica anche nell'andamento planimetrico delle valli che indica chiaramente la presenza di almeno due sistemi di faglie: con riferimento alla valle del Letimbro in cui il fenomeno è più immediatamente evidente, il primo di tali sistemi è normale alla costa; lungo di esso si sono impostati i tratti di valle tra il ponte dell'Acquabona e Cimavalle e tra la loc. Riborgo e Lavagnola, nonché le vallecole laterali con asse orientato grossomodo Nord-Sud; il secondo, normale al precedente e parallelo alla costa, caratterizza l'andamento della valle principale nel tratto tra le zone di sorgente ed il ponte dell'Acquabona e tra le località Cimavalle e Riborgo, nonché quello delle vallecole laterali con asse orientato grosso modo Est-Ovest.

Accompagnano le faglie numerosissime famiglie di fratture il cui andamento è stato possibile cartografare solo parzialmente, stante l'estrema variabilità delle giaciture e l'estrema densità delle stesse.

#### 2.2.4 Considerazioni relative allo stato della roccia

La suddivisione del substrato in classi in base dello stato della roccia, secondo quanto indicato dalle raccomandazioni regionali, è stata integrata in funzione delle seguenti considerazioni.

Come è noto, ci sono formazioni, quali quelle del tegumento permo-carbonifero, che sono state oggetto di fenomenologie tettoniche di varia epoca, manifestatesi con la formazione di fitti piegamenti, faglie e superfici tettoniche complesse. Mentre si ritiene che la legenda proposta dalle Raccomandazioni della Regione sia ben applicabile a condizioni di substrato tipiche di formazioni sedimentarie, quali ad esempio i Calcari dell'Antola o le formazioni flyschoidi, è invece opinione che le categorie suggerite mal si adattino alle rocce metamorfiche permocarbonifere o a quelle del Gruppo di Voltri. Questo perchè le stesse rientrerebbero sostanzialmente in un'unica categoria, la Rf, corrispondente al substrato in scadenti condizioni di conservazione, alterata e/o particolarmente fratturata.

Non perdendo di vista le finalità dello studio, rappresentate dalla elaborazione della Suscettività al dissesto dei versanti e la definizione del rischio geomorfologico, il gruppo di lavoro ha elaborato ulteriori suddivisioni all'interno della classe Rf, così concepite:

Rf 1 = substrato in condizioni di manifesta fessurazione;

Rf 2 = substrato marcatamente micro- e macro-fratturato;

Rf 3 = substrato fogliettato e fratturato;

Rf 4 = substrato a bande cataclasate.

Alla classe Rf1 appartengono le dolomie e le anfiboliti; nella classe Rf2 sono comprese le litologie appartenenti all'Unità di Montenotte (calcari, diaspri, metagabbri e metaofioliti) ad eccezione delle filladi, anfiboliti e gneiss dell'Unità di Bagnaschino, e le litologie del Cristallino (graniti, migmatiti, ortogneiss e paragneiss).

Con la classe Rf3 si sono identificate le filladi dell'Unità di Montenotte e quelle della Formazione di Murialdo e le miloniti.

Alla classe Rf4 vengono ascritte le fasce cataclasate a cavallo delle principali lineazioni tettoniche. La loro delimitazione è puramente indicativa ed è soprattutto in relazione agli effetti che la condizione della roccia può indurre sul fondovalle, deducendosi tale limite anche dalla loro associazione con marcata presenza di coltri sciolte detritiche e dai movimenti franosi presenti a carico di tali zone.

Inoltre si è identificata una classe R, peraltro poco diffusa, corrispondente a "rocce in buone condizioni di conservazione e con strutture indifferenti rispetto al pendio" cui appartengono i conglomerati della Formazione di Molare e le Argille di Ortovero.

Tale classificazione permette di spostare i termini del problema da quelli legati alla disposizione delle strutture rispetto al pendio, tipici delle formazioni stratificate, a quelli connessi con i fenomeni e le condizioni di conservazione tipici di formazioni metamorfiche e di avere, in sede di elaborazioni di sintesi, le informazioni necessarie sul substrato per definire delle classi cui attribuire i pesi dell'indice litologico di stabilità. Si tratta quasi sempre di affioramenti limitati e di strutture che hanno ridotte implicazioni dal punto di vista del

**bacino: LETIMBRO**

comportamento geomeccanico globale del versante, ma che tuttavia possono risultare determinanti alla mesoscala per effetto di interventi antropici.

Per quanto riguarda la differenziazione dello stato della roccia nell'ambito delle singole litologie, non è stato possibile fare questa distinzione alla scala del presente Piano perché sarebbero necessarie verifiche di dettaglio (scala 1/500, 1/1000), accompagnate da sondaggi. In questa fase non è proponibile un tale livello di approfondimento.

Si sottolinea pertanto come nel bacino la roccia affiorante o sub-affiorante sia in condizioni giaciture scendenti (Rf) e non sia infrequente la possibilità dell'instaurarsi di dissesti superficiali (scivolamenti e scorrimenti) in caso di modificazione del profilo del versante.

## 2.3 Geomorfologia

### 2.3.1 Caratteristiche generali

Nel bacino del T. Letimbro e nel sottobacino del T. Lavanestro, si realizza un brusco passaggio da zone ad alta naturalità intervallata da frazioni con caratteristiche ancora rurali fino a giungere ad una zona a spinta urbanizzazione, che si estende sulla piana alluvionale ed ingloba la fascia costiera.

In sostanza, si possono distinguere:

- una zona prettamente urbana (porzione terminale) associata ad insediamenti industriali e artigianali, situata nella parte bassa del bacino;
- una parte mediana della valle (le già citate località Riborgo, Cimavalle, Santuario, Maschio) dove il fondovalle è stato antropizzato l'edificato è associato ad aree con attività agricole tradizionali;
- una parte alta dei versanti (S. Bartolomeo del Bosco, Palazzo Cappa, Naso di Gatto, ecc.) dove una minore acclività, dovuta alle caratteristiche geolitologico-geomorfologiche, ha consentito l'instaurarsi di attività agricole, silvicole e pastorali.

L'andamento planimetrico delle valli indica chiaramente un modellamento morfologico in grande associato alla presenza di almeno due sistemi di faglie: di essi si è già detto al capitolo precedente.

L'altro elemento morfologico principale delle vallate è costituito dall'andamento meandriforme degli alvei dei torrenti. Si evidenzia, infatti, subito la presenza di una sequenza di meandri incassati, estremamente evidente, ad esempio, nella valle del Letimbro, a monte della loc. Acquabona, ma sempre netta e caratteristica, sia nel bacino del torrente principale sia nei sottobacini laterali, fino alle porte di Lavagnola.

La dinamica fluviale ha pertanto costruito una fitta alternanza di versanti marcatamente asimmetrici: ripidi ed in roccia affiorante quelli in corrispondenza degli estradossi dei meandri, a bassa o bassissima pendenza quelli in corrispondenza degli intradossi. Tale situazione è dovuta alla marcata attività erosiva che il corso d'acqua esercita in sponda esterna del meandro ed all'attività prevalentemente di sedimentazione operata invece in corrispondenza della sponda interna.

L'evoluzione delle valli ha inoltre portato alla formazione, soprattutto in sponda interna dei meandri, di terrazzi di origine fluviale, prevalentemente in roccia affiorante o sub-affiorante oppure con modeste coperture sciolte di origine alluvionale in corrispondenza degli intradossi di maggiore estensione (ad es., zona in sponda sinistra, a S. Bernardo e Riborgo).

Nella zona di testa dei bacini prevale normalmente l'attività erosiva dei torrenti e dei loro principali tributari, costituenti il reticolo di origine. Successivamente le pendenze si fanno più limitate e gli alvei sono normalmente caratterizzati dalla presenza di modeste coperture alluvionali, con sponde in roccia sub-affiorante. Nei tratti terminali le valli si aprono, le pendenze si riducono alquanto e riprendono le coperture alluvionali la cui potenza è in costante aumento in direzione della piana terminale.

**bacino: LETIMBRO**

Localmente possono aversi incrementi degli spessori delle alluvioni, o sacche isolate di alluvione in tratti normalmente in roccia affiorante, per la presenza di briglie di regimazione dei deflussi e di contrasto all'erosione spondale.

Lungo le fasce dei versanti immediatamente prospicienti i corsi d'acqua si hanno in genere coperture detritiche limitate e presenza di roccia sub-affiorante; tuttavia le condizioni di stabilità sono spesso prossime all'equilibrio limite in tre casi particolari:

\* laddove le coperture sciolte sono il prodotto di paleo-accumuli e sono sotto l'effetto diretto dell'erosione spondale anche in occasione di piene di media entità;

\* laddove la roccia in posto è fortemente alterata e sfatta, con particolare riferimento alle bande cataclasate;

\* laddove la roccia in posto, pur in discrete condizioni di conservazione, risente in modo accentuato dell'erosione spondale perchè in posizione di estradosso di un meandro a basso raggio di curvatura.

Nella zona alta, a partire dalla loc. Isola (Castel Sant'Agata) il bacino del Letimbro s.s. si apre a ventaglio: i corsi d'acqua tributari, sia in sponda destra sia in sinistra, sono relativamente sviluppati e ramificati; vedansi ad esempio il Rio di Lodo, il Rio Albergo, il Rio Canova. I primi due corrono su lineazioni tettoniche vicarianti di quella principale della valle, il terzo su una lineazione normale alle precedenti. Prevalde in essi, come nel ramo principale, la fase erosiva e di trasporto, anche se localmente possono riscontrarsi piccole piane alluvionali come lungo il Rio di Lodo all'altezza di case Pian di Lodo ed oltre, o nella porzione mediana dell'asta del Rio Canova. Si tratta di episodi di limitata entità, i quali comunque denunciano sia l'erodibilità del substrato, sia la conseguente degradabilità dei versanti, sia la possibilità di accentuati trasporti solidi in occasione di piene improvvise nell'alta valle.

Peraltro tali situazioni mostrano anche gli effetti differenziati lungo le aste dell'abbassarsi improvviso del livello di base di tutto il reticolo, con risultanze diversificate in relazione alla natura del substrato. Proprio lungo le aste dei rii citati si notano infatti improvvisi salti di pendenza delle aste in concomitanza con il cambio di litologia.

A partire dalla loc. Isola e, praticamente sino alle porte della piana terminale, la valle risulta marcatamente asimmetrica, con tributari laterali ad aste poco sviluppate e poco gerarchizzate soprattutto in versante destro, mentre in versante sinistro la condizione del substrato, a seguito dei grandi fenomeni di faglia, ha permesso una maggiore erodibilità e quindi uno sviluppo più marcato del reticolo. In questo infatti tratto tutto il reticolo è stato fortemente condizionato dalle lineazioni tettoniche; ciò è particolarmente evidente oltre che lungo l'asta del Letimbro, anche in alcuni rii laterali, quali il Rio dell'Acquabona, il Rio Lorianò, il Rio Pizzuta, il Rio di Marmorassi ed il Rio Repusseno

Nel il sottobacino del T.Lavanestro la condizione è simile alla precedente, fatto salvo che la zona di testata del bacino è molto poco sviluppata, restringendosi progressivamente fino ad azzerarsi.

### 2.3.2 Reticolo idrografico

La complessità dello sviluppo della rete idrografica può essere caratterizzata attraverso la gerarchizzazione del reticolo che permette di definire l'ordine del bacino, ossia l'ordine dell'asta fluviale terminale. La classificazione del reticolo idrografico è stata condotta secondo la metodologia proposta da Horton Strahler, pertanto l'ordine delle varie aste si determina in base al seguente schema (Fig. 2.3.2.1):

- un'asta che non nasce dalla confluenza di altre due è di primo ordine;
- un'asta di ordine  $n$  e un'asta di ordine  $(n-1)$  congiungendosi danno origine ad un'asta di ordine  $n$ ;
- due aste di ordine  $n$  congiungendosi danno origine ad un'asta di ordine  $(n+1)$ ;

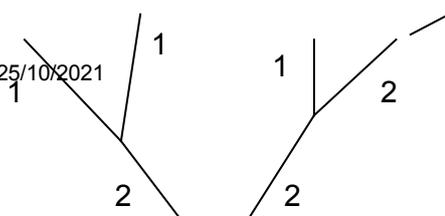


Fig. 2.3.2.1 - Gerarchizzazione secondo Horton Strahler (1957)

Nel caso in esame la gerarchizzazione è stata condotta sulla base del reticolo idrografico prodotto dal SITAR opportunamente revisionato e corretto sulla CTR raster alla scala 1:10.000 (esso viene riportato nella Carta idrogeologica).

L'asta principale del torrente Letimbro è caratterizzata da ordine 5 a partire dalla confluenza del Rio Albergo (ordine 4) con il Rio di Lodo (ordine 4), all'intorno della quota 210 m.

Considerando l'asta principale, i rii più importanti che drenano il versante destro sono:

- Rio Pratogrande e Rio Cianchetta (ordine 3), Rio Giardino, Rio Sardo, Rio Tremo, Rio Carlevarezzo, Rio Margaria, Rio Verna (ordine 2) e il Rio Villa Noli (ordine 1).

I principali rii che drenano il versante sinistro sono i seguenti:

- Rio Pizzuta e Rio Canova (ordine 4), Rio Repusseno, Rio di Marmorassi, Rio Rovei, Rio Loriano, Rio Bugno, Rio Acquabona (ordine 3) e il Rio Canavè (ordine 2).

Nella testata del bacino, gli affluenti del rio Lodo sono:

- Rio Magnone e Rio Rastello (ordine 3), Rio della Gazzana e Rio delle Marone (ordine 2).

Gli affluenti del Rio Albergo sono invece:

- Rio della Carbonera, Rio della Caprina, Rio del Merlo, Rio di Rise e Rio della Noce (ordine 3) e il Rio Porcheria (ordine 2).

Nel bacino del T. Lavanestro, i principali rii che drenano il versante destro sono:

- Rio Fabè (ordine 3), Rio del Frate (ordine 2) e Rio Catene (ordine 2).

Sul versante sinistro sono presenti i seguenti rii:

- Rio Erxo (ordine 3), Rio Seccameia (ordine 2), Rio Drenga (ordine 2), Rio Vaiano (ordine 2), Rio Fio (ordine 2) e Rio Campo del Fattore (ordine 2).

L'asta principale del torrente Lavanestro è caratterizzata da ordine 4 a partire dalla confluenza della parte montana del torrente con il rio Fabè, poco a valle della frazione Montemoro, all'intorno della quota 150 m.

L'analisi geomorfica del T. Letimbro evidenzia una distribuzione piuttosto fitta del reticolo, oltre che una discreta regolarità del numero dei bacini in rapporto al loro ordine gerarchico. Essa evidenzia, infatti, una discreta organizzazione del bacino, con numerosi affluenti in sinistra e in destra di ordine 2 e 3, cui si intercalano molti corsi d'acqua di ordine basso che confluiscono direttamente nel corso d'acqua principale.

Il Lavanestro, al contrario, appare meno organizzato, con un maggior numero di affluenti di ordine 1 che si immettono direttamente nell'asta principale, anche perchè la forma specifica del bacino non consente lo sviluppo di rii di ordine elevato.

Per tutti e due i sotto-bacini, tuttavia, il reticolo è in genere più sviluppato e gerarchizzato in versante sinistro che non in destro, soprattutto in conseguenza dello stato di conservazione delle litologie presenti.

### 2.3.2.1 Reticolo idrografico principale (tav.13)

La Carta del Reticolo Idrografico non costituisce elaborato contenente le previsioni di Piano, ma è da considerarsi parte degli elaborati di analisi al Piano stesso. La tavola 13 comprende i corsi d'acqua già iscritti negli elenchi delle acque pubbliche, (fermo restando che il valore di ufficialità può essere attribuito unicamente all'elenco delle acque pubbliche

**bacino: LETIMBRO**

del territorio della Provincia di Savona pubblicato sulla G.U. n. 244 del 15/10/1941 ed integrato con D.P.R. del 30/06/1954), gli ulteriori tratti che rivestono significativa rilevanza idraulica nonché tutti i tratti individuati dalla base topografica della cartografia della Carta Tecnica Regionale.

### 2.3.3 Caratterizzazione delle coperture

Le coperture detritiche presenti nel bacino del T.Letimbro sono di varia origine ed a vario comportamento in funzione del litotipo da cui derivano; per l'elaborazione della cartografia tematica sono state considerate, ove possibile, a seconda dello spessore maggiore o minore di 3 m. La mappatura delle stesse è stata comunque condizionata dalla scala del rilievo che non ha permesso di riportare su carta aree molto ristrette. Sono state comunque segnalate quelle che per esperienza diretta o per chiare evidenze geomorfologiche risultano di potenza ed estensione significative. Dove l'informazione è risultata di difficile acquisizione la caratterizzazione è stata comunque effettuata in base a considerazioni empiriche che tenessero conto della litologia di origine e della tipologia del fenomeno. Questo procedimento, se pur non rigorosissimo dal punto di vista oggettivo, si è reso necessario in quanto la potenza, l'origine e la permeabilità delle coltri devono necessariamente entrare nella valutazione della Suscettività al dissesto.

Le informazioni sullo spessore delle coltri, oltre che da fotointerpretazione e da appositi sopralluoghi sul terreno, sono state ricavate dalla Carta geologica con elementi di geomorfologia della Regione Liguria - I lotto sperimentale L.R. 28.03.89 n°7 - Scala 1:25.000.

- **Coltri eluvio-colluviali:**

Le coltri eluvio-colluviali sono ampiamente diffuse in tutta l'area di affioramento dei termini della "falda di Montenotte", nella porzione di NW dell'alto bacino del T.Letimbro s.s. derivano dal marcato disfacimento delle filladi che caratterizzano la formazione, ma anche dai termini in rocce verdi, soprattutto i gabbri.

Coltri eluvio colluviali si riscontrano anche sulle miloniti e sulle filladi della "formazione di Murialdo", a formare spesso coperture di notevole potenza nelle quali tuttavia l'individuazione dell'interfaccia tra coltre e roccia non è sempre agevole ed il passaggio fra l'una e l'altra risulta sfumato. In ambedue i casi si tratta di coltri a granulometria molto eterogenea, tuttavia sempre con accentuata matrice fine, ed a resistenza al taglio attribuibile in prevalenza alla coesione.

Nelle aree in cui il substrato è costituito da termini granitici, da gneiss o da anfiboliti, oppure su substrato conglomeratico, le coltri sono di natura prevalentemente granulare, con resistenza al taglio per attrito interno: su tali litotipi comunque, fatte salve le fasce pedemontane dei versanti o zone a bande cataclasate, le coltri sono in genere di spessore modesto.

Nelle zone di affioramento delle Dolomie di San Pietro dei Monti le coltri detritiche sono molto scarse ed assumono sempre spessori minori di un metro.

- **Coperture originate da fenomeni franosi**

La percentuale di territorio coperta da coltri originate da fenomeni franosi è abbastanza estesa nelle aree di affioramento di filladi, di miloniti e, localmente (sottobacino del Lavanestro) di graniti ed anfiboliti o gneiss. Si tratta comunque di situazioni legate alle fasce cataclasate delle formazioni (Rf4), a cavallo delle principali faglie che governano l'andamento dei corsi d'acqua. Si hanno, in tali zone, numerosi paleoaccumuli che rivestono i versanti, soprattutto quelli in sponda sinistra dei torrenti; hanno quasi sempre a monte un ciglio di distacco, ma la differenziazione tra paleo-accumuli e paleo-frane non è di facile realizzazione. Risultano comunque mobilizzabili soprattutto in relazione ad eventuali fenomeni di erosione o scalzamento al piede o per prolungata esposizione alla percolazione idrica al loro interno. Il comportamento meccanico è sempre quello di materiali coesivi, stante l'elevata presenza di una matrice fine.

### 2.3.4 Frane attive

Le frane censite sul bacino in esame, e rappresentate nella carta geomorfologica, sono state prodotte con gli atti oggetto dell'iter di approvazione.

In relazione alla dinamica dei versanti assume grande importanza il particolare assetto geologico e strutturale delle filladi di Murialdo, delle miloniti e, almeno in alcune plaghe, di gneiss ed anfiboliti, con i loro termini intermedi. Minor rilevanza, in relazione alla formazione ed alla mobilitazione di corpi franosi significativi, hanno le zone a substrato granitico o conglomeratico, così come l'areale interessato dai termini della "falda di Montenotte". In tale contesto si individuano numerosi movimenti franosi attivi, innescatisi in particolare in concomitanza degli eventi meteorici del 1992 e degli anni immediatamente seguenti ed in occasione di quelli dell'autunno 2000.

In merito all'analisi dei dissesti sopracitati si rimanda agli elaborati di dettaglio allegati al presente studio, mentre si evidenzia che in linea generale il bacino risulta interessato da altre fenomenologie "minori" meglio inquadrabili nell'ambito della Franosità diffusa. In relazione anche ai contenuti dell'O.d.G. n. 7 relativo alla seduta del 25 ottobre 1999 dell'Autorità di Bacino di Rilievo Regionale circa i contenuti degli adempimenti della L. 267/98 è possibile definire :

- distretti franosi, ovvero le porzioni di territorio caratterizzate da una Suscettività al dissesto molto alta e dalla presenza di frane attive;
- fasce di attenzione, ovvero i settori confinanti le aree di cui sopra per i quali è ragionevole ipotizzare un coinvolgimento a seguito di evoluzioni parossistiche di movimento di massa;
- zone di fragilità, cioè le aree che per le caratteristiche geologico-geomorfologico riscontrate presentano una particolare propensione all'innescio di fenomenologie di tipo erosivo, franosità diffusa o dove sono chiaramente identificabili forme relitte o quiescenti, anche appartenenti ad aree a Suscettività alta.

Con particolare riferimento ai versanti che gravitano sul T.Letimbro e sul T.Lavanestro, in corrispondenza della media e bassa valle, si osserva che tali settori sono caratterizzati da uno stato di instabilità latente per la presenza sia di paleoaccumuli allo stato quiescente, ma riattivabili, sia per lo stato di conservazione della roccia e per l'effetto che sulla stessa esercita l'azione erosiva dei torrenti. È così possibile, in relazione anche alla presenza di corpi significativi, definire una "zona di fragilità" indotta dall'assetto geologico dei luoghi, determinato dalla presenza sul substrato a filladi di manti detritici potenti il cui stato di equilibrio, prossimo alle condizioni critiche, limita la fruibilità dell'area e deve essere salvaguardato, oppure dalla presenza di roccia in posto fortemente cataclasata e con marcata acclività dei versanti. A livello esplicativo, ed in termini di larga massima, è possibile operare una suddivisione approssimativa del territorio secondo i criteri sopra enunciati:

1 - Bacino del Torrente Letimbro s.s.

<i>Distretti franosi</i>	<i>Fasce di attenzione</i>	<i>Zone di fragilità</i>
		Alterazioni e riporti a cavallo della variante di Altare alla S.S. 29 "del Colle di Cadibona"
		Paleoaccumuli in loc. Pian di Lodo e loc. Bruciata lungo il Rio di Lodo
		Paleoaccumulo in loc. Case dei Carpi lungo il Rio Magnone
	Linea ferroviaria Savona-S.Giuseppe via Ferrania	Versanti a ridosso del Rio Albergo e del Rio della Miniera, fino a Cascina Montegrosso
	Margine esterno della strada provinciale	Versante subito a valle della S.P. Montenotte-Altare
		Paleoaccumulo di loc. Naso di Gatto
		Paleoaccumulo di S.Bartolomeo del Bosco e Palazzo Doria

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO  
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)

Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio

**bacino: LETIMBRO**

	Strada provinciale	Versante a cavallo della S.P. n. 12, poco prima di loc. C. Bisognaschi
Frane attive a cavallo del Rio dell'Acquabona	Strada provinciale n. 12	
	Viabilità comunale	Versante all'interno dell'ansa di Cimavalle, a cavallo di Via Monteprato
		Versante all'esterno dell'ansa suddetta
Frane lungo il Rio Lorianò a monte ed a valle di Via per Cà di Barbè	Viabilità interpoderale di interesse pubblico	
Frana attiva in estradosso del meandro di loc. Bagni	Alveo T.Letimbro	Versante in estradosso del meandro in loc. Bagni
Frana attiva lungo Via dei Governanti	Viabilità comunale	Versante in margine di Via dei Governanti
Franosità diffusa in margine alla S.P.12 tra Santuario e S. Bernardo	Viabilità provinciale, S.P. n.12	
	Linea ferroviaria	Paleoaccumulo in loc. Riborgo
	Viabilità comunale e provinciale	Paleoaccumuli a corona della dorsale di Marmorassi
	Case sparse e fondovalle	Paleoaccumulo in versante destro del Rio Repussenò
Frana attiva in località V Cappelletta (subito a monte di quella oggi in corso di sistemazione)	Alveo T.Letimbro	Versante in sponda destra del T.Letimbro tra la loc. V Cappelletta e l'ultimo meandro del torrente
Frana attiva tra loc. V Cappelletta e loc. Molino Vecchio	Località Molino vecchio ed alveo T.Letimbro	
Frana attiva a valle di loc. Molino Vecchio	Alveo T.Letimbro	

Tab. 2.3.4.1 – Suddivisione del territorio in base ai dissesti

2 - Sotto-bacino del Torrente Lavanestro.

<b>Distretti franosi</b>	<b>Fasce di attenzione</b>	<b>Zone di fragilità</b>
	S.S. 29 del Colle di Cadibona	Alterazioni e riporti lungo il versante sinistro in loc. Baracca.
	idem	Versante sinistro poco a monte di Montemoro
	Linea ferroviaria Savona-S.Giuseppe via Altare	Franosità diffusa nelle coperture in versante destro di rio laterale all'altezza di Montemoro
Frana attiva in loc. Montemoro-S.Giacomo	Abitato di loc. S.Giacomo	Franosità diffusa sui versanti in destra e sinistra del Lavanestro all'altezza di Montemoro
		Paleo-accumulo in loc. Ciatti
Frana attiva in loc. Cà Rossa	S.S. 29 e alveo torrente	Franosità diffusa sui versanti in destra e sinistra del Lavanestro tra loc. Nuxette e Molino Nuovo
Frana attiva profonda in loc. Pianazze	S.S. 29 e alveo torrente	Franosità diffusa su versante in destra tra loc. Pianazze e Corso Ricci
Frana in roccia in loc. Pianazze-Bandita	S.S. 29 e alveo torrente	
Frana attiva in loc. Pilucco	S.S. 29 e alveo torrente	

Tab. 2.3.4.2 – Suddivisione del territorio in base ai dissesti

**bacino: LETIMBRO**

2.3.5 Franosità diffusa ed erosione superficiale

Sono estesamente rappresentati i processi erosivi superficiali ed i movimenti franosi di ridotte dimensioni prevalentemente impostati nei suoli o nei livelli di maggiore alterazione del substrato roccioso.

Fenomeni di erosione superficiale di versante, piccole frane tipo soil-slip collegate anche ad erosione incanalata, sono presenti in termini molto diffusi soprattutto nella parte alta del bacino, sia lungo i versanti dei sotto-bacini del Rio Albergo, del Rio di Lodo, del Rio Canova e del Rio dell'Acquabona, sia lungo i versanti delle strade di cornice che corrono sui crinali. I fenomeni si ripresentano anche più a valle, con preminenza lungo il versante destro del Letimbro e del Lavanestro ed in alcuni impluvi tributari, quali in particolare il Rio Lorianò, il Rio Pizzuta, il Rio di Marmorassi ed il Rio Repusseno.

Gli effetti più significativi per la situazione che ne deriva nella media e bassa valle, soprattutto in relazione al bacino del T. Letimbro s.s., sono quelli di una accentuata mobilitazione di materiali e di conseguente trasporto solido, con rideposizione laddove le pendenze delle aste si abbattano. Maggiormente responsabili del fenomeno sono i territori in cui il substrato è costituito da termini granitici e/o gneissici, che danno materiali granulari e di pezzature anche elevate, così come i termini della "falda di Montenotte", in corrispondenza della quale, oltre alla mobilitazione di materiali grossolani, soprattutto dei termini a gabbro o ad ofioliti, si ha formazione di elevati manti detritici talvolta interessati da fenomeni di rammollimento.

Ancora nell'alta valle, una situazione di degrado diffuso si presenta a cavallo della "variante di Altare" della S.S. 24, zona che ha fornito non pochi materiali al sovralluvionamento del bacino del Rio di Lodo.

Il Letimbro in misura accentuata e, in subordine, il Lavanestro esercitano una notevole attività erosiva di tipo spondale nei loro tratti meandriformi:

- Circa il Letimbro il fenomeno si manifesta da loc. Isola fino alle porte di Lavagnola; Gli effetti più macroscopici si notano laddove gli estradossi non sono protetti da arginatura e si innescano movimenti franosi a carico delle coltri del versante in erosione, ma anche del substrato. In particolare:

- in sponda destra e sinistra in un intorno di loc. Fracciosa;
- in sponda destra in loc. Cimavalle;
- in sponda destra in loc. Bagni;
- in sponda destra subito a valle di Ponte Livè;
- in sponda destra subito a monte della loc. Massaria;
- in sponda destra in un intorno di loc. V Cappelletta;
- in sponda destra all'altezza della loc. Molino Vecchio;
- in sponda destra a valle della loc. Nuova Cartiera;
- in sponda destra sull'estradosso dell'ultimo meandro.

- Circa il Lavanestro i fenomeni sono più limitati, tuttavia si segnala un'accentuata area erosiva in sponda destra a partire dalla loc. Pianazze fino alle porte di Savona.

Nell'insieme del bacino sono inoltre presenti numerosi e diffusi fenomeni di instabilità della coltre superficiale rilevabili in prossimità dei tagli provocati dalle strade comunali e vicinali ma di dimensioni irrilevanti rispetto alla scala del lavoro.

Appare comunque ricorrente il fatto che, per quanto riguarda i diversi sottobacini sia in sponda sinistra, sia in destra, la notevole e fitta copertura vegetale limita fortemente le condizioni predisponenti a fenomeni di ruscellamento diffuso arealmente esteso, ad eccezione di qualche area in cui gli incendi hanno comportato una maggiore esposizione agli agenti erosivi.

**bacino: LETIMBRO**

A completamento del paragrafo e pur non essendo state cartografate, si segnalano una serie di restrizioni d'alveo avvenute ad opera dell'uomo e che producono effetti negativi sulle portate di piena, facilitandone l'esondazione.

1 - Asta del T. Letimbro:

- riporti in loc. Acquabona e case Botta;
- riporti in loc. Riborgo;
- riporti in loc. Massaria;
- complesso della nuova cartiera.

2 - Asta del T. Lavanestro:

- riporti in margine alla S.S. 29 in loc. Nuxette;
- tratto terminale del torrente.

Si segnalano infine le numerose briglie distrutte o danneggiate nel corso della piena del 22/09/92.

Durante i sopralluoghi effettuati per l'aggiornamento dei dati del 2004 (aggiornamenti geologici ex D.G.R.1592/03), sono state rilevate e cartografate le seguenti frane puntuali: nel Comune di Savona in loc. Valle Rio Canave, loc. Forte Cluto e loc. Bric della Sella.

A seguito di colloqui e sopralluoghi effettuati per l'aggiornamento dei dati del 2004 (aggiornamenti geologici ex D.G.R. 1592/03) con i responsabili degli uffici tecnici dei Comuni ricadenti nel Bacino del Letimbro, si è rilevata una frane quiescente cartografabile in Comune di Savona, Fraz. Santuario, Loc. Sciocca (di cui si allega la scheda frane).

#### 2.3.6 Riporti artificiali e discariche

In tutto il bacino è presente un'unica discarica attualmente attiva ma che è in fase di esaurimento: la grande discarica controllata di R.S.U. di Cima Montà, localizzata nel bacino del T. Lavanestro, sul versante nord della dorsale di Cadibona.

Un'altra discarica è localizzata immediatamente a monte della frazione Lavagnola, nel bacino del T. Letimbro, ed è costituita dai materiali provenienti dallo scavo della galleria ferroviaria della linea Savona-Torino. Ha ripetutamente denunciato condizioni di instabilità.

A seguito dell'elevata antropizzazione che caratterizza il territorio in esame, nel bacino del Torrente Letimbro sono inoltre presenti numerosi riporti legati principalmente alle importanti infrastrutture presenti al suo interno:

- quelli provenienti dagli scavi della variante alla S.S. n°29, in prossimità del Forte di Altare;
- quelli in fondovalle, tra e l'Acquabona e Cimavalle e all'altezza di Riborgo;
- i terrapieni ferroviari della linea Savona-Torino.

#### 2.3.7 Cave e miniere

Nel bacino del Letimbro è attualmente presente solo una cava attiva, mentre si hanno due cave e una miniera abbandonate.

La cava attiva, di grosse dimensioni, è situata lungo il fondovalle, in sponda destra del torrente, in loc. Cimavalle, all'altezza della confluenza del Rio Acquabona. Di proprietà della Ditta Germano s.a.s., vi si cavano i graniti per la produzione di inerti per calcestruzzi e bitumati; i materiali meno pregiati vengono usati come tout-venant, si ha all'occasione anche produzione di massi per scogliere. Le problematiche maggiori legate alla cava sono relative alla stabilità dei fronti in relazione alla marcata tettonizzazione della roccia ed alla presenza di materiale sciolto facilmente mobilizzabile durante gli eventi estremi.

Le cave abbandonate sono così localizzate: una, in loc. Lavagnola, in destra orografica del T. Letimbro, dove venivano cavate le filladi per ricavarne pietrame da costruzione; l'altra, in sponda sinistra del T. Lavanestro, dove venivano cavate le anfiboliti, anch'esse utilizzate come pietrame da costruzione.

**bacino: LETIMBRO**

Le problematiche maggiori legate a queste due cave sono relative alla stabilità dei fronti, in seguito all'abbandono dell'attività senza l'attuazione di un recupero sotto il profilo ambientale ed una messa in sicurezza dei fronti.

La miniera è invece localizzata in sponda destra del Rio di Lodo; utilizzata fino agli anni '50, veniva estratta grafite e la zona conserva anche alcuni fabbricati in stato di abbandono legati ai cicli estrattivi e di lavorazione.

### 2.3.8 Terrazzi fluviali

Sono stati distinti due ordini di terrazzi fluviali la cui estensione areale complessiva è piuttosto esigua; i terrazzi di 1° ordine sono posizionati ad una quota non molto elevata rispetto all'attuale alveo, prevalentemente sul lato interno delle numerose anse descritte dal torrente e sono osservabili solo lungo l'asta principale, nel tratto caratterizzato dall'andamento meandriforme.

I terrazzi di secondo ordine sono presenti all'interno del lembo di alluvione antica presente in sinistra orografica.

Siccome i terrazzi fluviali rappresentano una fra le poche aree pianeggianti in un ambiente generalmente molto acclive, sono stati occupati dall'espansione urbanistica e, nel tratto montano, per scopi agricoli; conseguenza dell'intenso sfruttamento è stata la modificazione ed il mascheramento delle originarie caratteristiche morfologiche. Pressoché ovunque gli orli esterni delle superfici terrazzate sono stati stabilizzati e protetti tramite muretti a secco o in cls al fine di impedirne l'erosione da parte degli eventi di piena.

Questo assetto impedisce, in sostanza, l'osservazione diretta dei materiali costituenti i terrazzi fluviali le cui caratteristiche sono, quindi, solo in parte desumibili nelle poche aree dove i muri di contenimento sono crollati; qui si possono osservare terreni decisamente pedogenizzati costituiti da una matrice fine di colore bruno-rossastro inglobante clasti di dimensioni pluricentriche. Le osservazioni eseguite non sono comunque sufficienti a delineare un quadro completo delle caratteristiche di questi materiali e, pertanto, non è possibile formulare ipotesi relativamente alle eventuali differenze nelle modalità di trasporto, sedimentazione e assetto del bacino idrografico fra oggi e il periodo di deposizione delle alluvioni terrazzate.

### 2.3.9 Terrazzi marini

Sono stati distinti diversi ordini di terrazzi marini quaternari che si sviluppano tra i 100 ed i 120 metri di quota e corrispondente all'interglaciale Donaü-Günz, tra gli 80 ed i 90 metri s.l.m., corrispondente all'interglaciale Günz-Mindel e tra i 50 ed i 60 metri di quota ascrivibile all'interstadio Mindel II-III.

Quanto osservato concorda con le osservazioni contenute nella Memoria di A. Boni, Il Pliocene e la neotettonica nelle Alpi Liguri (Mem. Soc. Geol. It., 28 (1984)), nelle note illustrative della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 (1970) Foglio n° 92-93 "Albenga-Savona", nonché nelle "Guide Geologiche Regionali- Alpi Liguri" (1991).

I terrazzi marini in alcuni casi evidenziano orlo e radice abbastanza netti, in altri casi uno o ambedue gli elementi morfologici appaiono difficilmente riconoscibili, a seguito di ulteriori fenomenologie di modellamento morfologico che ne hanno alterato le caratteristiche. Essi comunque danno luogo a superfici caratterizzate da acclività medio-bassa, a quote differenziate e presenti in maniera diffusa un pò su tutti i versanti.

Per il loro rilievo è stato seguito non solo il criterio dell'evidenza geomorfologica unita alla presenza di rotture di pendio su quote analoghe per tutte le dorsali (anche in assenza di sedimenti marini): qualora tali evidenze non siano risultate palesi, tali fenomeni sono stati censiti come rotture di pendio quiescenti.

### 2.3.10 Acclività

La carta dell'acclività è stata ricavata per via informatica, direttamente dagli uffici del Settore A.I.T. e del S.I.T. della Provincia di Savona, utilizzando il modello digitale del terreno, con maglia 20 x 40 m, disponibile presso la Regione Liguria. Il grid di campionamento utilizzato è di 10 x 10 m tramite il software Terrain Analyst di Intergraph.

Dopo l'elaborazione sono stati eliminati i poligoni elementari aventi un'area minore di 50 m<sup>2</sup> al di sotto della tolleranza accettabile con maglia di tale ampiezza.

Il bacino è stato suddiviso nelle seguenti classi di attività:

- |    |         |
|----|---------|
| 1) | 0-10%   |
| 2) | 10-20%  |
| 3) | 20-35%  |
| 4) | 35-50%  |
| 5) | 50-75%  |
| 6) | 75-100% |
| 7) | >100%   |

Le classi 1 e 2 risultano prevalenti nella zona costiera, nella zona urbana e in quella industriale e lungo l'alveo nelle zone di alluvione.

Altre aree sub-pianeggianti si possono notare in corrispondenza del crinale che rappresenta lo spartiacque principale.

Considerando il bacino nel suo complesso, si evidenzia come tutto il fianco destro risulti complessivamente più acclive rispetto al sinistro.

Alla scala dei sottobacini, le zone più acclivi sono presenti nelle parti alte degli stessi. Dall'analisi della carta si nota chiaramente come quasi tutti gli affluenti presentino una spiccata asimmetria dei versanti: in sponda orografica sinistra il versante destro a pendenza maggiore del sinistro, in sponda orografica destra il versante sinistro a pendenza maggiore del destro. Le ragioni di questo sono da ricercare nell'assetto tettonico-strutturale coerentemente con quanto espresso nel paragrafo sulla geologia.

### 2.4 Idrogeologia

La Carta Idrogeologica è stata derivata dalla sovrapposizione delle carte geologica e geomorfologica integrate dalle informazioni relative alle fonti di prelievo idrico disponibili.

La Carta Idrogeologica deriva dalla Carta Geologica per attribuzione dei vari tipi di permeabilità alle formazioni rocciose ed alluvionali.

Dal raffronto della Carta Geologica con la Carta Geomorfologica, si completa la caratterizzazione dei terreni con la definizione della permeabilità delle coltri.

Le aree di affioramento della maggior parte delle formazioni rocciose cartografate possono essere considerate permeabili per fratturazione e/o fessurazione, mentre sono state considerate impermeabili le filladi appartenenti all'Unità di Montenotte e le Argille di Ortovero.

Le coltri di copertura sono, per loro natura, permeabili per porosità, così come i grandi accumuli detritici, quali le paleofrane.

Le coperture detritiche presenti sul versante nordoccidentale della collina di San Lazzaro, seppure permeabili per porosità, evidenziano fenomeni di impregnazione di tipo sartumoso.

La maggiore estensione del bacino corrisponde dunque a quella delle rocce permeabili per fratturazione, anche se la complessità geologica e geomorfologica del bacino porta ad una frammentazione delle aree con conseguenti frequenti variazioni laterali di permeabilità, soprattutto in prossimità della superficie topografica, dove la presenza diffusa di coltri o di alluvioni interrompe le più ampie zone a permeabilità generalmente più bassa.

Nella redazione della carta si è considerata la permeabilità del substrato, senza tenere in conto l'uso del suolo. Va tuttavia segnalato che le aree urbanizzate, ad elevata densità, sono praticamente impermeabili a causa dell'alto grado di copertura dei suoli e la scarsa

**bacino: LETIMBRO**

presenza di aree a verde pubblico e di superfici esposte che, se presenti, permetterebbero la filtrazione nel sottosuolo.

La Carta Idrogeologica riporta anche i pozzi ad uso potabile la cui ubicazione è stata fornita dalla Provincia (studi Italgas); i pozzi sono chiaramente distribuiti nella piana alluvionale, a partire dalla località Lavagnola fino al tratto terminale della piana.

Unitamente ai caratteri idrogeologici viene riportato sulla medesima Carta il reticolo idrografico gerarchizzato.

L'attribuzione dell'ordine gerarchico a ciascun corso d'acqua ha richiesto l'esame della cartografia del Piemonte e della provincia di Imperia e la revisione del reticolo precedentemente fornito dalla Committenza.

Si è proceduto secondo la metodologia proposta da Horton Strahler come specificato al § 2.3.2, mediante la quale si attribuiscono ordini da 1 per i rii minori fino all'ordine 5 per il tratto terminale del T. Segno. Nella Carta Idrogeologica il reticolo gerarchizzato viene rappresentato in colori corrispondenti all'ordine gerarchico secondo legenda.

Dall'osservazione d'insieme del reticolo idrografico si deduce che lo sviluppo lineare del reticolo risulta alquanto elevato in rapporto alla superficie drenata e ben organizzato.

Tali dati sono in accordo con la distribuzione delle classi di permeabilità, in particolare in relazione all'ampia diffusione di rocce permeabili per fratturazione, quindi beanti limitatamente alle discontinuità dell'ammasso roccioso ed in corrispondenza delle fasce più cataclosate.

A proposito della forma del reticolo idrografico è ancora il caso di ricordare il controllo strutturale sull'impostazione del reticolo medesimo, sull'orientazione delle aste dei corsi d'acqua, anche di quelli di ordine inferiore e degli effetti della neotettonica (alcune forme sembrano corrispondere a catture in atto).

## 2.5 Uso del suolo

### 2.5.1 Metodologia adottata

Il metodo utilizzato per la redazione della Carta di Uso del suolo è basato sull'incrocio di dati estratti dalla Carta di Uso del suolo della Regione Liguria - in formato numerico - con dati rilevati in campo in occasione di precedenti rilevamenti volti alla redazione di cartografia di bacino e alla realizzazione dello strumento urbanistico (P.U.C.) del Comune di Vado Ligure.

I tematismi della legenda della carta di Uso del Suolo sono stati ripresi integralmente da quelli suggeriti dalla nota della Regione Liguria, prot. n° 114669/1965 del 12/11/1996, allegata al disciplinare di incarico.

Si precisa che le strade e vie di comunicazione, non assimilabili alla categoria 1.2.2 della Carta di Copertura ed uso del suolo, sono state incorporate all'interno delle zone adiacenti.

Le spiagge attrezzate presenti alla foce del torrente Letimbro sono state classificate con la codifica 1.4.2 e considerate quali "Aree sportive e ricreative"

Le aree con coltivi consociati (in attualità di coltivazione o trascurati, ma non ancora colonizzati dalla vegetazione infestante) sono stati codificati con la codifica 2.4 "Zone agricole eterogenee"

Nell'ambito della stessa codifica sono stati riportati i vigneti di ridotta superficie (inferiore ai 1.000 mq), se situati in zona di coltivo misto.

Le aree percorse dal fuoco, caratterizzate nella legenda regionale come zone 3.4.4 "Aree percorse da incendi recenti, inferiori ai due anni" sono state estrapolate dalla carta e cartografate in file separate, come da specifiche del Comitato Tecnico Regionale.

Queste aree sono state cartografate sulla base dei dati raccolti dai verbali di denuncia incendio del Corpo Forestale dello Stato, a partire da quelli dell'anno 1994 e fino al 1999.

Non sono state cartografate le aree descritte nei verbali di cui sopra se di ridotta dimensione (superficie inferiore ai 3000 mq) o con documentazione cartografica non allegata

Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio  
**bacino: LETIMBRO**

al verbale di denuncia.

L'asta terminale del torrente Letimbro è stata codificata col codice 5.1.1 (Corsi d'acqua e canali largh. minima alveo m 10) in quanto non si è ritenuto che nella stessa, a differenza delle foci di altri torrenti dei vicini bacini, prevalesse la caratteristica di "zona umida".

## 2.5.2 Distribuzione delle tipologie di zonizzazione d'uso del suolo

### 1. Territori Modellati Artificialmente.

Le zone urbanizzate, gli insediamenti commerciali ed industriali e le zone verdi non agricole sono concentrate principalmente lungo l'asta terminale del Letimbro e in prossimità della foce.

Il basso-medio corso del Letimbro è altresì caratterizzato dalla presenza di un insediamento diffuso, di antico impianto, frammisto ad aree di coltivo misto, localizzabile fino alla località "Santuario".

Il basso-medio corso del Lavanestro non presenta una simile caratterizzazione insediativa.

Le grandi reti infrastrutturali (ferrovie, autostrada) attraversano l'asta terminale del Letimbro in sopraelevazione; lungo il basso-medio corso del Lavanestro scorre la strada statale che collega Liguria e Piemonte.

### 2. Territori agricoli.

Nel bacino del torrente Letimbro non esistono aree agricole specializzate, predominando una coltura mista e consociata, reliquato delle produzioni storiche della vallata fluviale savonese (vite e ortofrutta).

Sporadici lembi di uliveto si trovano in aree a sistemazione terrazzata, lungo il corso dei torrenti e, soprattutto, inserite all'interno dell'area urbana, ai confini orientali del bacino.

### 3. Prati e pascoli.

Prati e pascoli sono di (relativamente) limitata estensione e si trovano inseriti all'interno dell'area boscata (sono i reliquati delle antiche "tagliate" e delle "fattorie" che hanno colonizzato il Bosco di Savona).

### 4. Ex coltivi

Uniformemente diffuse, anche se non sempre cartografate a causa della loro ridotta estensione, le zone di ex coltivo non ancora colonizzate dall'arbusteto o dal bosco; esse sono spesso inserite in aree con differente – e prevalente – destinazione di uso del suolo.

### 5. Bosco

Il bosco copre la gran parte del territorio del bacino del torrente Letimbro; storicamente esso ha rivestito una grande importanza per la città di Savona (Bosco di Savona).

La tipologia vegetazionale (a partire dalle zone alte del bacino, prossime alle sorgenti dei due corsi d'acqua principali), vede bosco mesofilo a prevalenza di castagno e mesotermofilo, con lembi di faggeta.

Tale formazione può essere considerata mesofila solo se viene rapportata con le condizioni di maggior termofilia presenti nelle altre associazioni vegetali presenti nel bacino del torrente Letimbro in quanto conserva specie tipicamente termofile frammiste a specie maggiormente mesofile.

Bosco misto mesofilo a prevalenza di castagno, nocciolo, carpino nero con esemplari di orniello e sambuco. In molte aree il castagno diventa dominante e trasforma il bosco misto in castagneto ceduo. Presenza di ontani nelle vallecicole scavate da rii e nelle aree più umide.

A scendere verso la foce prevalgono specie termofile, con bosco misto caratterizzato dalla presenza di castagno, roverella, orniello, nocciolo inframmezzato a lembi di pineta a pinastro (*Pinus pinaster*) o esemplari di pinastro isolati. Presenti anche esemplari di sambuco ed ontano.

**bacino: LETIMBRO**

In molte zone, il castagno è l'essenza dominante del bosco di angiosperme. Numerosi i noccioli sia nei pressi delle radure che nel sottobosco.

Lembi di pineta a pinastro con essenze della vegetazione tipica del bosco termofilo (lecci, roverelle, orniello) sono presenti alle quote più basse del bacino.

6. Arbusteti

Scarsi e sporadici lembi di territorio a prateria o ad arbusteto. Limitate zone caratterizzate dagli arbusti tipici della macchia (ginestra spinosa, corbezzolo, erica, fillirea, ecc.) o della gariga (*Cistus salvifolius*, *Cistus albidus*) con sporadica presenza di corbezzoli e lecci. Lo sviluppo di macchia mediterranea e di gariga è probabilmente l'effetto della degradazione della vegetazione dovuta al passaggio del fuoco nel passato.

2.6 Descrizione della rete idrografica

2.6.1 Sopralluogo dell'asta principale

L'asta del torrente viene di seguito descritta procedendo da monte verso valle.

Nella parte a monte della frazione di Santuario, i tratti ad elevato rischio di inondazione sono caratterizzati da una bassissima densità abitativa.

Il primo tratto che si incontra, caratterizzato invece da un'elevata vulnerabilità, è l'omonimo abitato sorto attorno al Santuario di Nostra Signora della Misericordia. L'elevata vulnerabilità del sito, deriva principalmente dalla presenza di un ponte in mattoni utilizzato dalla strada provinciale per l'attraversamento dell'alveo. Tale manufatto interferisce pesantemente con il deflusso delle portate di piena, comportando, infatti, una riduzione della sezione utile di circa il 50%.

Venti metri dopo il ponte, la sezione è nuovamente ristretta per la presenza in alveo di un grosso edificio già sede del gerontocomio. Da questo punto l'alveo in sponda destra è limitato dalla strada provinciale, mentre in sponda sinistra è presente una piana coltivata.

All'altezza del cimitero si segnalano due formazioni rocciose in alveo e dopo circa 100 metri, un nuovo ponte costruito dopo l'alluvione del 1992 per servire alcune abitazioni site in sponda sinistra.

In località San Bernardo l'alveo, pur avendo una sezione relativamente larga (25 m circa), presenta un argine sinistro molto basso, lasciando quindi esposte a rischio alcune abitazioni limitrofe ogni qualvolta il tirante relativo al rigurgito dovuto al ponte diventi di una certa importanza. L'argine destro è limitato dai piani terra di un gruppo di case edificate in alveo che, per questo motivo, in caso di esondazione sono facilmente raggiunte dalle acque.

Continuando verso valle si incontra un piccolo nucleo abitato denominato Riborgo. Qui l'alluvione del 1992 spazzò via un antico ponte, ora ricostruito, che collegava da nord la sponda sinistra alla strada provinciale.

A valle di San Bernardo, nella zona denominata "segheria vecchia", il fiume è attraversato da un ponte in cemento armato in corrispondenza di una doppia curva a gomito molto stretta.

Nel tratto che va dal ponte "Olivè" fino a circa un chilometro più a valle, gli unici insediamenti antropici sono la strada provinciale e, in località "Massaria", un vecchio insediamento industriale attualmente in stato di totale abbandono, già sede della Vecchia Cartiera.

Al termine di un tratto molto inclinato si incontra un movimento franoso attivatosi dopo l'alluvione del 1992, in località V Cappelletta. E' evidente l'elevato rischio aggiunto da questa particolare situazione che potrebbe portare all'occlusione dell'alveo in caso di portate significative.

**bacino: LETIMBRO**

Poco più a valle, nei pressi di "Cartiera Nuova", si evidenzia un'area della stessa attualmente adibita a deposito, edificata di recente all'interno dell'alveo, che provoca una diminuzione notevole della sezione utile al deflusso delle acque.

Dopo circa 500 metri, in cui l'alveo è interamente costeggiato in sponda sinistra dalla Strada Provinciale ed in sponda destra da aree coltivate, entrambe già interessate da fenomeni di esondazioni, si evidenziano tre possibili ostacoli al libero deflusso delle acque: un ponte in ferro a campata unica di recente costruzione, utilizzato per servire la zona industriale in sponda destra, due grossi piloni in muratura del ponte della ferrovia Savona-Ceva-Mondovì ed un ponte in cemento armato. Quest'ultimo fu costruito dopo l'evento alluvionale del 1992, in sostituzione di quello che fu sormontato in tale occasione, causando l'allagamento della piana industriale in sponda destra.

La zona immediatamente a valle di questi ultimi, è stata recentemente oggetto di interventi volti alla messa in sicurezza della zona industriale in sponda destra. L'alveo è stato allargato e risagomato, inoltre è stato completamente ricostruito l'argine destro ora in cemento armato.

Dopo circa 800 metri il torrente attraversa l'abitato urbano di Lavagnola il quale ha fatto registrare i maggiori danni in occasione delle alluvioni passate. Il rischio antropico è rappresentato da un ponte quattrocentesco (ponte di San Martino) e dal ponte di Lavagnola.

Poco più a valle si segnala l'innesto, in sponda destra, del principale affluente del Letimbro, il Lavanestro, il cui bacino imbrifero è di circa 9 Km<sup>2</sup>.

A valle dell'immissione del Lavanestro, il torrente è attraversato da tre grossi ponti, quello dell'autostrada Genova-Ventimiglia e i due ponti della linea ferroviaria. Questi ultimi poggiano su pile in alveo aventi notevoli dimensioni, che determinano un restringimento della sezione utile.

Proseguendo verso valle, si incontra la passerella pedonale di Via Acqui.

A valle della passerella l'alveo presenta andamento regolare con una sezione rettangolare larga circa 50 metri, con muri d'argine in c.a.

Il torrente, nel tratto centrale della piana alluvionale, è attraversato da tre ponti; il terzo ponte, detto "ponte della Consolata", o di Santa Rita, presenta due archi nascosti nell'orto attiguo che dimostrano come l'alveo fosse naturalmente più esteso in tempi remoti.

Il tratto terminale, a valle del quartiere Santa Rita, è stato interessato dall'alluvione del settembre 1992, che ha scalzato la pila centrale del ponte in muratura della vecchia ferrovia facendolo crollare ed ha abbattuto il ponte sospeso della passeggiata a mare.

A seguito dell'intervento di ricostruzione di tal passerella pedonale si è provveduto anche alla sistemazione del tratto terminale attraverso una leggera risagomatura dell'alveo torrentizio.

## 2.6.2 Affluenti principali e secondari

Come si osserva dalle ramificazioni del reticolo idrografico predisposto per la gerarchizzazione, ma anche delle semplici basi topografiche, il bacino del torrente Letimbro è caratterizzato da numerosi affluenti principali e da una numerosissima serie di affluenti secondari.

Il suo affluente principale e' situato in destra orografica ed e' costituito dal T. Lavanestro, la cui importanza e' sottolineata sia dall'ordine gerarchico (ordine 4), sia dall'ampiezza del sottobacino che raggiunge quasi 10 kmq di estensione.

Piu' limitati, ma identificabili sempre come affluenti principali, sono:

- il Rio Lodo e il Rio Albergo, nella testata del bacino;
- il Rio Pizzuta, il Rio Canova, entrambi in sinistra orografica e di ordine 4;
- il Rio Repusseno, il Rio di Marmorassi, il Rio Rovei, il T. Loriana, il Rio Bugno e il Rio Acquabona, ancora in sinistra orografica, di ordine 3;
- il Rio Pratogrande e il Rio Cianchetta in destra orografica, di ordine 3.

Gli affluenti secondari che vale la pena segnalare sono rappresentati da:

**bacino: LETIMBRO**

- Rio Giardino, Rio Sardo, Rio Tremo, Rio Carlevarezzo, Rio Margaria, Rio Verna, in destra;
- Rio Canave' in sinistra.

Per il Torrente Lavanestro, come affluenti secondari si segnalano unicamente il Rio Fabe' in destra e il Rio Erxo in sinistra.

Sono inoltre presenti numerosi affluenti secondari, spesso di dimensioni talmente ridotte da renderne difficile l'individuazione sul terreno.

Non si segnalano quindi bacini secondari di particolare rilevanza oltre a quelli citati e d'altra parte gli affluenti secondari sono estremamente numerosi, per cui si rende impossibile una trattazione che tenga conto di tutti i corsi d'acqua di ordine inferiore che solcano il bacino. Le problematiche connesse, se presenti vengono evidenziate dalla cartografia, ad es. mediante la segnalazione di erosione concentrata di fondo, o nel testo della relazione con riferimento ai temi trattati.

### **Torrente Lavanestro**

Il tratto d'asta su cui è stata effettuata la modellazione idraulica va dalla confluenza con il Torrente Letimbro a loc. Cadibona circa 8 km più a monte.

L'alveo, nel tratto compreso tra la confluenza con il T. Letimbro, sino a circa 800 m più a monte (tratto indagato nel 2001), presenta andamento pressoché rettilineo, con sezione rettangolare, di larghezza pari a circa 10 m ed altezza pari a circa 5 m.

I ponti e le passerelle ubicati in tale tratto vengono qui sinteticamente descritti:

- passerella che conduce a proprietà privata, senza pile;
- ponte "Toscano", senza pile;
- passerella che conduce a proprietà privata, senza pile;
- n° 3 passerelle ATA, senza pile in alveo;
- passerella privata, con una pila poggiante in alveo;
- copertura in prossimità dello sbocco nel Torrente Letimbro.

E' stato inoltre effettuato un sopralluogo (2001) speditivo fino a frazione Maschio, a circa 4 km a monte della confluenza tra i Torrenti Lavanestro e Letimbro; da tale sopralluogo sono state ricavate le seguenti osservazioni:

- in sponda destra, in Loc. Maschio, vi sono unità abitative mancanti di adeguata protezione dal corso d'acqua, o addirittura con fondamenta a quota alveo (dist. progr. 0.00 m);
- la 2° passerella di accesso alle abitazioni in sponda destra presenta due pile di notevoli dimensioni in alveo;
- circa 1700 m più a valle, unità abitative ubicate in sponda destra collegate alla S.S. n°29 del Cadibona da un ponte con 2 pile in alveo, costituente potenziale ostacolo al libero deflusso delle acque in piena;
- circa 2100 m a valle, un ponte che poggia una pila in alveo collega una proprietà privata alla S.S. n°29 del Cadibona;
- circa 2600 m a valle, un ponte ad arco collega delle unità abitative alla S.S. n°29;
- poco a monte del tratto indagato nel 2001, è in atto un parziale riempimento dell'alveo in sponda destra e un rifacimento dell'argine, con conseguente diminuzione della luce libera di deflusso.

Il tratto sopra descritto in relazione al sopralluogo effettuato nel 2001, è stato successivamente indagato nel Piano di Bacino (DCP 47/03) e le capacità di smaltimento degli attraversamenti presenti sono individuate nel relativo allegato tecnico 'Verifiche Idrauliche' – Torrente Lavanestro – Sezz. 1-49 (da loc. Nuxette a loc. Pianazze) e sintetizzate nel par. 3.3.2.

### *Rio Reposseno*

Il rio Reposseno si trova nella parte centrale dell'abitato di Lavagnola e drena un'area di 1,1 kmq. Il rio scorre a cielo aperto sino al rilevato ferroviario della linea Torino-Fossano-Ceva-Savona dopo di che è interamente intubato passando anche sotto il complesso delle case popolari ed i relativi giardini. La parte a cielo aperto del rio Reposseno è caratterizzato da un alveo naturale con sponde in muri a secco. In corrispondenza del rilevato ferroviario la sezione è ristretta e ribassata, prima dell'imbocco della tombinatura, e risulta essere fortemente insufficiente al contenimento già della portata cinquantennale.

L'attraversamento della palazzina, dei successivi giardini pubblici e dell'abitato di Lavagnola avviene attraverso una tombinatura inadeguata in dimensione e quota di impalcato.

Allo stato attuale presenta notevoli criticità idrauliche tutto il tratto a valle della linea Torino-Fossano-Ceva-Savona.

### *Rio Fossaie*

Il rio Fossaie si trova nella parte nord dell'abitato di Lavagnola e drena un'area di 0,2 kmq.

Il rio scorre a cielo aperto sino al rilevato ferroviario della linea Torino-Fossano-Ceva-Savona dopo di che è interamente intubato passando sotto un campo sportivo e la successiva viabilità comunale.

A monte del rilevato ferroviario il rio risulta essere condizionato dalla presenza delle gallerie artificiali in corrispondenza della linea dei vagonetti di carbone. Già da queste sezioni ed ancor più a valle il rio risulta essere confinato in sezioni strette ed insufficienti.

Allo stato attuale tutto il tratto a valle delle gallerie artificiali presenta notevoli criticità idrauliche.

## 2.7 Idrologia di piena

### 2.7.1 Premessa

Nell'ambito della pianificazione di bacino, ai sensi del D.L. 180/98, al fine di individuare aree a diversa pericolosità idraulica e di determinare le portate di progetto, è necessario associare ai valori di portata al colmo di piena una probabilità di accadimento, o in altri termini, un tempo di ritorno.

Al fine di descrivere in termini probabilistici le portate di piena la Regione Liguria ha stipulato con l'Università di Genova - Centro di Ricerca in Monitoraggio Ambientale (CIMA) una convenzione relativa alla "Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri (luglio 1999)"; lo studio fornisce i valori al colmo di piena relativi a diversi periodi di ritorno dei corsi d'acqua con foce sul litorale tirrenico, ed è la base dati su cui si fondano le successive analisi idrauliche di questo piano stralcio.

### 2.7.2 Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri.

Valori di portata al colmo di piena, con assegnato tempo di ritorno, per i bacini idrografici con foce al mar Tirreno – luglio 1999 - (C.I.M.A.) Università degli Studi di Genova.

In sintesi il metodo per la valutazione delle portate al colmo di piena in sezioni non strumentate può essere descritto nei seguenti punti:

- attraverso un'analisi statistica regionale, che fa uso di tutta l'informazione fornita dalle stazioni pluviometriche dislocate sull'intero territorio Regionale e su alcuni bacini limitrofi, sono state definite le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per ogni sito non strumentato all'interno della regione;
- dalle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica è stato derivato l'evento di precipitazione critico per assegnato periodo di ritorno. La durata e la forma di quest'ultimo sono state dedotte attraverso l'applicazione della modellazione afflussi-deflussi, da considerazioni sulla meteorologia della regione, desunte da osservazioni satellitari degli eventi intensi del 1992, da risultati riportati su alcune pubblicazioni su

**bacino: LETIMBRO**

rivista internazionale [Deidda et al., 1999] e dall'analisi di serie storiche di precipitazione ad alta risoluzione, quali quelle della stazione del Dipartimento di Ingegneria Ambientale (DIAM) dell'Università di Genova;

- dalle osservazioni di portata disponibili per l'intero territorio ligure è stata determinata, con procedura regionale analoga a quella utilizzata per le piogge, la forma adimensionale della distribuzione di probabilità delle portate al colmo di piena;
- le curve adimensionali sono state dimensionalizzate attraverso la portata indice, definita attraverso la trasformazione afflussi-deflussi dell'evento di precipitazione critico per periodo di ritorno  $T=2.9$  anni. Il modello afflussi-deflussi utilizzato è un modello molto avanzato basato sulle più moderne conoscenze riguardo le interazioni tra la morfologia e la risposta dei bacini ad eventi meteorologici intensi. Tale modello risulta descritto in atti di convegni internazionali e su una pubblicazione su rivista internazionale [Giannoni et al., 1998, Giannoni et al., 1999a, 1999b];
- dalle curve opportunamente rese dimensionali per le sezioni di interesse sono stati desunti i valori di portata al colmo di piena per differente periodo di ritorno  $T$ .

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO  
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)

Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio

**bacino: LETIMBRO**

Elenco delle stazioni pluviometriche utilizzate per l'analisi e relative coordinate; nell'ultima colonna è riportata la numerosità campionaria.

	<b>STAZIONE</b>	<b>Lat.</b>	<b>Long.</b>	<b>Quota</b>	<b>N</b>
1	GENOVA CASTELLACCIO	44.26	3.31	379	24
2	GENOVA SERV. IDROGRAFICO	44.24	3.31	2	27
3	NERVI	44.23	3.24	45	16
4	GENOVA PONTECARREGA	44.26	3.29	26	31
5	PRATO	44.27	3.26	89	22
6	SCOFFERA	44.29	3.2	678	29
7	S. EUSEBIO	44.27	3.28	240	21
8	S. ILARIO	44.23	3.24	210	27
9	VIGANEGO	44.26	3.23	400	34
10	ALASSIO	44	4.17	10	47
11	ALBENGA	44.03	4.14	5	39
12	ALTO	44.06	4.27	630	33
13	CALICE LIGURE	44.12	4.1	70	22
14	CASTELVECCHIO DI ROCCA BARBENA	44.08	4.2	350	50
15	COLLE DEL MELOGNO	44.14	4.16	1000	37
16	FEGLINO	44.13	4.07	160	26
17	MANIE	44.12	4.05	297	19
18	MONTAGNA	44.17	4.05	256	43
19	PIEVE DI TECO	44.03	4.32	240	25
20	POGLI DI ORTOVERO	44.04	4.23	90	48
21	RIALTO	44.14	4.12	976	31
22	FIORINO	44.28	3.45	236	29
23	MADONNA DELLE GRAZIE	44.26	3.42	159	25
24	MELE	44.28	3.43	278	24
25	COLONIA ARNALDI	44.25	3.17	600	37
26	CASSAGNA	44.21	3	432	19
27	CHIAVARI	44.19	3.08	5	57
28	CICHERO	44.25	3.08	480	21
29	GIACOPIANE	44.28	3.03	1016	60
30	NEIRONE	44.28	3.16	332	30
31	PANESI	44.21	3.06	25	46
32	PIANA DI SOGLIO	44.24	3.1	75	40
33	SAN MICHELE	44.26	3.03	170	57
34	SAN PIETRO DI NOVELLA	44.22	3.15	13	32
35	STATALE	44.21	2.59	570	47
36	TIGLIOLO	44.27	3.05	293	55
37	BESTAGNO	43.56	4.27	300	42
38	COLLE S.BARTOLOMEO	44.01	4.3	621	21
39	IMPERIA	43.53	4.26	15	50
40	SAVONA	44.19	3.58	5	36
41	SELLA DI SAVONA	44.21	4.06	473	14
42	ARLIA	44.16	2.2	385	53
43	BOLA DI TRESANA	44.14	2.33	400	47

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO  
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)

Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio  
**bacino: LETIMBRO**

44	CALICE AL CORNOVIGLIO	44.15	2.37	402	24
45	CHIUSOLA	44.21	2.45	630	42
46	EQUI TERME	44.1	2.18	300	40
47	GUINALDI (Presa Verde)	44.25	2.37	371	31
48	LA SPEZIA	44.06	2.38	5	48
49	LEVANTO	44.1	2.5	2	33
50	MATUCASO	44.17	2.17	581	34
51	MONTALE DI LEVANTO	44.11	2.5	149	35
52	NOVEGINO (già Aulla)	44.12	2.31	55	34
53	PARANA	44.17	2.36	695	29
54	ROCCHETTA (già Tarassola)	44.2	2.37	426	50
55	SARZANA	44.07	2.29	26	54
56	SERO' DI ZIGNAGO	44.16	2.43	630	46
57	S. MARGHERITA VARA	44.16	2.48	200	39
58	S.S. ANNUNZIATA DI PONTREMOLI	44.22	2.34	215	51
59	TAVARONE	44.19	2.54	603	44
60	VARESE LIGURE	44.23	2.51	347	43
61	COLLA MELOSA	43.59	4.46	1600	21
62	COLLE BELENDIA	43.45	4.45	1350	31
63	ROCCHETTA NERVINA	43.54	4.52	225	32
64	VALLE TANE	44	4.46	1405	30
65	CASTIGLIONE CHIAVARESE	44.16	2.56	300	39
66	CROCETTA D'ORERO	44.32	3.28	460	31
67	GENOVA UNIVERSITA'	44.25	3.32	21	59
68	ISOVERDE	44.32	3.35	270	57
69	MADONNA DELLA GUARDIA	44.29	3.35	814	35
70	MIGNANEGO	44.32	3.33	250	53
71	MONTE CAPELLINO	44.33	3.3	660	33
72	AIROLE	43.52	4.54	103	38
73	CALVO (gia Torri)	43.5	4.54	57	26
74	VENTIMIGLIA	43.47	4.51	9	32
75	ELLERA	44.22	4	75	15
76	CENTRALE ARGENTINA	43.53	4.37	70	36
77	TRIORA	44	4.41	780	27
78	LERCA	44.24	3.48	110	33
79	SCIARBORASCA	44.24	3.5	112	34
80	STELLA S. MARTINO	44.24	3.56	330	29
81	VARAZZE	44.22	3.53	22	37
82	BALESTRINO	44.08	4.17	370	43
83	CARPE	44.09	4.17	400	22
84	VERZI LOANO	44.09	4.13	95	46
85	ISOLA DI PALANZANO C.LE	44.26	2.17	575	46
86	PADULI DIGA	44.21	2.19	1139	33
87	SELVANIZZA C.LE	44.26	2.13	468	40
88	SUCCISO	44.22	2.15	911	13
89	BOSCO DI CORNIGLIO	44.27	2.25	842	49

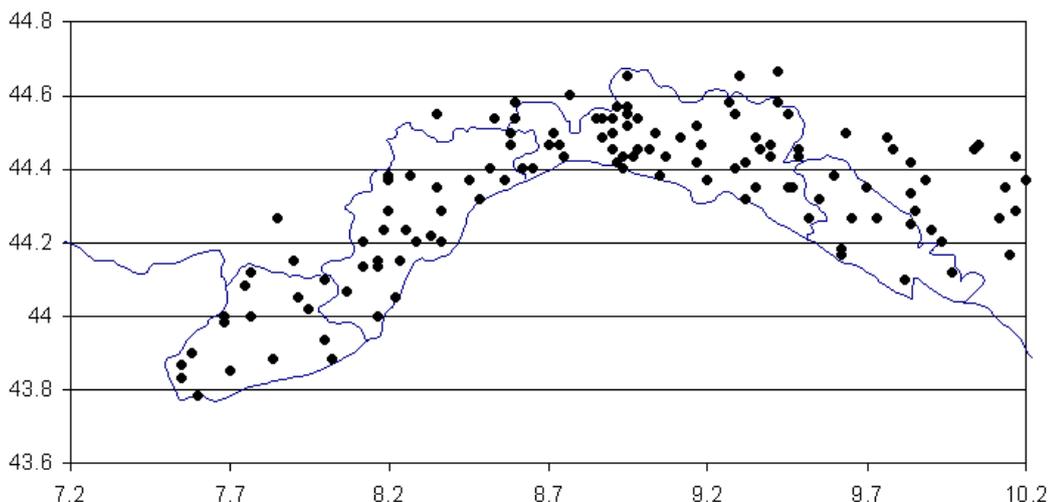
PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO  
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)

Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio

**bacino: LETIMBRO**

90	MARRA C.LE	44.28	2.24	635	50
91	BUSALLA	44.34	3.3	360	17
92	CHIAPPARI	44.34	3.32	535	8
93	VAL NOCI DIGA	44.3	3.25	544	33
94	ISOLA DEL CANTONE	44.39	3.3	300	42
95	TORRIGLIA	44.31	3.17	764	25
96	BARDINETO	44.12	4.2	711	29
97	CAIRO MONTENOTTE	44.23	4.11	328	36
98	OSIGLIA (Diga Cavallotti - Osiglia)	44.17	4.15	620	41
99	CENGIO	44.23	4.15	450	30
100	CORSAGLIOLA (C.LE MOLLINE)	44.16	4.36	620	45
101	LAVAGNINA C.LE	44.36	3.41	245	51
102	LAVEZZE LAGO	44.32	3.36	652	38
103	MASONE	44.3	3.44	433	36
104	MILLESIMO	44.22	4.15	427	47
105	ORMEA C.LE	44.09	4.33	730	39
106	ORTIGLIETO	44.35	3.51	300	38
107	PIAGGIA	44.05	4.42	1310	39
108	PIAMPALUDO	44.28	3.52	857	32
109	PIANCASTAGNA	44.32	3.55	732	34
110	SPIGNO MONFERRATO	44.33	4.06	476	52
111	TIGLIETO	44.32	3.51	500	15
112	URBE	44.3	3.52	500	24
113	VIOZENE	44.07	4.41	1248	22
114	BEDONIA	44.3	2.49	544	44
115	BORGIO VAL DI TARO	44.29	2.41	411	21
116	S. MARIA DEL TARO	44.26	2.58	744	37
117	STRINABECCO	44.27	2.58	800	27
118	VALDENNA C.LE	44.27	2.4	611	24
119	BOSCHI D'AVETO DIGA	44.35	3.02	630	51
120	BRUGNETO	44.4	3.02	903	19
121	CABANNE	44.29	3.06	812	33
122	LOCO CARCHELLI C.LE	44.33	3.1	610	51
123	LOSSO C.LE	44.39	3.09	416	37
124	ROVEGNO	44.35	3.11	660	16
125	SANTO STEFANO D'AVETO	44.33	3	1014	24

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO  
 (ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)  
 Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio  
**bacino: LETIMBRO**



Posizione delle 125 stazioni ricadenti nella regione omogenea individuata sulla base di considerazioni sui meccanismi di generazione delle precipitazioni intense in Liguria. Esse appartengono al SIMI sezione di Genova per la parte tirrenica e sezione di Parma per la parte padana.

### 2.7.3 Determinazione delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica

Tali curve consentono, per assegnato periodo di ritorno, di definire come variano le altezze massime annuali di precipitazione in funzione della durata considerata.

La forma più comune delle LSPP è:

$$h(d,T) = a(T) d^n$$

con:

$h(d,T)$  altezza di precipitazione massima annuale per durata  $d$  e periodo di ritorno  $T$

$a(T)$  coefficiente moltiplicativo dipendente dal periodo di ritorno;  
 $n$  esponente della relazione di scala.

Nel caso in esame è stato mostrato come per tutte le durate fino a 24 ore la distribuzione di probabilità possa essere ritenuta costante nella sua forma adimensionale. Ciò significa che, una volta fissato il periodo di ritorno, il rapporto tra il quantile corrispondente a tale periodo di ritorno ed il valore atteso è costante per qualunque durata. In tali condizioni quindi il coefficiente  $a(T)$  può essere espresso nella forma:

$$a(T) = K \frac{E[H_{d_1}]}{d_1^n} \quad a(T) = K$$

con:

$E[H_{d_1}]$  valore atteso della altezza di precipitazione massima annuale per la durata di riferimento  $d_1$

$K_T$  coefficiente moltiplicativo dipendente dal periodo di ritorno.

Inoltre è stato messo in luce che le differenze tra i diversi valori assunti da  $\frac{E[H_{d_1}]}{d_1^n}$  sono riconducibili alla variabilità campionaria e che per congruenza con il metodo di valutazione delle portate al colmo di piena si è scelto come pioggia indice  $E[H_{12}]$ . La forma da utilizzare della LSPP risulta quindi:

$$E[H_{12}] = \frac{K_T}{d^n} \quad (1)$$

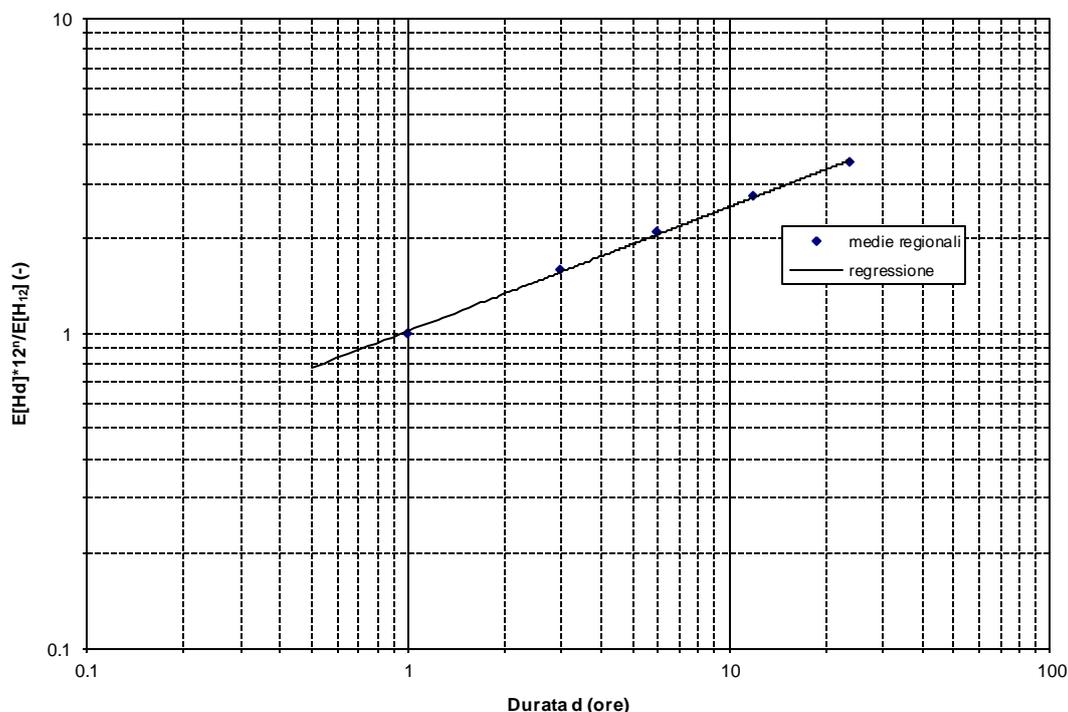
Il valore dell'esponente  $n$  si ricava tenendo conto del fatto che per i valori attesi l'equazione precedente assume la forma:

$$E[H_{12}] = \frac{K_T}{d^n} \quad (1)$$

con:

$d$  durata di interesse in ore.

Quindi con una regressione lineare dei logaritmi delle medie regionali dei massimi annuali per le diverse durate sui logaritmi delle rispettive durate si ottiene una stima dell'esponente  $n$ , pari a  $n=0.39$ . Nella figura che segue è riportata la curva di scala con le medie regionali per le diverse durate. Si può osservare come essa si adegui in maniera molto soddisfacente alle osservazioni. Quindi l'ipotesi che i valori attesi della pioggia indice varino con la durata secondo l'espressione della LSPD riportata risulta del tutto accettabile.



Curva di scala valutata sulla base delle medie regionali dei massimi annuali di precipitazione per le durate considerate. La legge di potenza ipotizzata per la curva di scala si adegua in maniera molto soddisfacente alle osservazioni, confermando l'accettabilità dell'ipotesi.

Una volta valutato l'esponente  $n$ , il valore di  $E[H_{12}]/12^n$  può essere valutato per qualsiasi sito nella regione, essendo noto  $E[H_{12}]$ , valutato secondo le modalità espote al paragrafo precedente. In *Tabella 1* sono riportati i valori del parametro pioggia indice

$$\frac{K_T}{12^n}$$

da inserire nell'espressione della LSPD. Il parametro legato al tempo di ritorno  $K_T$  può essere letto direttamente dal grafico della curva di crescita in figura precedente. Entrando con il tempo di ritorno  $T$  sulle ordinate si incrocia la curva e si legge sulle ascisse il valore cercato del parametro. Per comodità di lettura, in *Tabella 2* sono riportati i valori di  $K_T$  per i periodi di ritorno più comunemente utilizzati nella progettazione di opere idrauliche. A questo punto la LSPD risulta completamente caratterizzata, in quanto

**bacino: LETIMBRO**

sono noti tutti i parametri che entrano nell'espressione (1). Di seguito si riporta un esempio di applicazione della procedura per la stima delle LSPP.

Si procede come segue:

1. sulla cartografia regionale si individua la zona di bacino di interesse oppure, se si opera a scala di bacino, la posizione  $x$  del suo baricentro, in longitudine est da Greenwich;
2. con il valore di  $x$  si entra nella *Tabella 1* cui corrispondono i rispettivi valori di  $E[H_1]$ , eventualmente ricavati per interpolazione tra i due valori (si omettono, ovviamente, le cifre oltre la prima decimale, non significative);
3. si definisce il valore del periodo di ritorno di interesse e dai valori riportati in *Tabella 2* si ricava il valore  $K_T$ ;
4. La LSPP assume quindi la forma:

$$LSP = K_T \cdot E[H_1]$$

(1)

Tabella 1: valore del parametro pioggia indice per il Bacino Letimbro Esso è tabellato in funzione della longitudine. Per valori di longitudine intermedi il valore pioggia indice si può ottenere per interpolazione lineare.

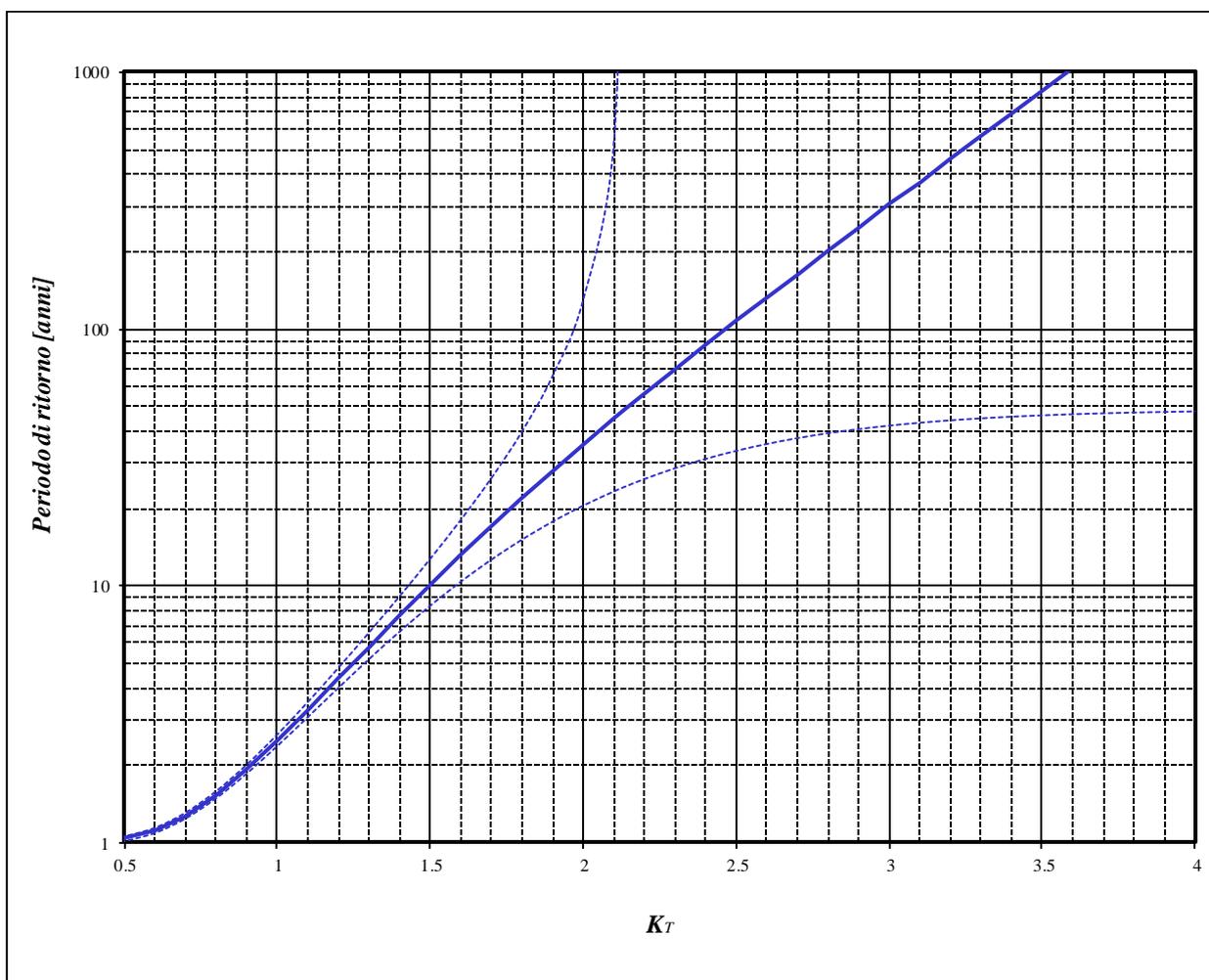
LONGITUDINE		E[H <sub>1</sub> ]
Gradi	primi	mm
8	20	8
8	22.5	8
8	25	8
8	27.5	8
8	30	8

Tabella 2: valori del parametro moltiplicatore funzione del periodo di ritorno  $T$ . Per i periodi di ritorno differenti il valore  $K_T$  si può leggere sull'asse delle ascisse nell'apposito grafico, entrando sulle ordinate con il valore del periodo di ritorno.

T [anni]	K <sub>T</sub>
30	1.88
50	2.10
100	2.43
200	2.78
500	3.28

Qualora si volesse stimare la LSPP per un periodo di ritorno non presente in Tabella 2 il parametro legato al tempo di ritorno  $K_T$  può essere letto direttamente dal grafico della curva di crescita regionale. Entrando con il tempo di ritorno  $T$  sulle ordinate (ad esempio  $T=10$

anni) si incrocia la curva e si legge sulle ascisse il valore cercato del parametro, che in questo caso risulta essere pari a  $K_{10}=1.5$ .



Curva di crescita regionale. Sulle ascisse si legge il valore adimensionale del quantile, il cui periodo di ritorno associato è indicato in ordinata.

#### 2.7.4 Portate di piena

##### 2.7.4.1 La curva inviluppo delle portate al colmo di piena (CATI 1970)

L'informazione idrologica storica relativa alle portate al colmo di piena è sintetizzata, per la Regione Liguria (l.r. 9/93, art. 26), nella cosiddetta "curva inviluppo dei contributi unitari alle portate al colmo di piena" per i bacini liguri con foce al Mar Tirreno, aggiornata dall'allora direttore del Servizio Idrografico - Compartimento di Genova con le osservazioni idrometriche conseguenti all'evento del 1970 nell'area centrale ligure.

Essa venne costruita quindi con lo scopo di fornire un valore di portata al colmo di piena con approccio conservativo, cioè a vantaggio di sicurezza. Per tale motivo essa venne disegnata raccogliendo tutte le informazioni disponibili riguardo alle portate al colmo di piena registrate storicamente sui bacini appartenenti al compartimento idrografico, facendo in modo che il valore del contributo unitario alla portata al colmo di piena che si legge per una determinata area di bacino sottesa sia superiore o uguale a tutti quelli storicamente osservati su bacini della stessa estensione.

L'unica valutazione di tipo statistico che è associabile ad una tale procedura si fonda sull'assunto che la popolazione di bacini, nella regione per cui la procedura vale, costituisca un insieme climatologicamente omogeneo, cioè tale che le altezze massime annue di pioggia per le diverse durate abbiano la stessa distribuzione di probabilità, nonché la stessa

**bacino: LETIMBRO**

struttura di ragguaglio areale, e costituisca altresì un insieme morfologicamente omogeneo, cioè tale che i coefficienti di deflusso che caratterizzano gli eventi estremi dipendano soltanto dalle precipitazioni antecedenti, dall'entità delle altezze di pioggia che caratterizzano l'evento e dall'estensione del bacino. Da studi idrologici recenti emerge con evidenza che tali ipotesi non possono essere ritenute valide nella nostra regione, per cui l'utilizzazione della curva inviluppo nella sua forma attuale deve essere abbandonata come strumento progettuale perché induce condizioni di rischio non omogenee nelle diverse zone della regione e non consente valutazioni del periodo di ritorno associato alla portata di progetto.

La relazione analitica che descrive la curva di inviluppo aggiornata in conseguenza della piena dell'ottobre 1970 a cura dell'ing. Cati è la seguente:

$$q=7.92 + 88.92A^{-0.66}$$

dove:

q: contributo unitario

[m<sup>3</sup>/s·km<sup>2</sup>]

A: superficie del bacino

[km<sup>2</sup>]

Per bacini di estensione minore di 2 Km<sup>2</sup> si applica il massimo contributo unitario pari a 40 [m<sup>3</sup>/s·km<sup>2</sup>]

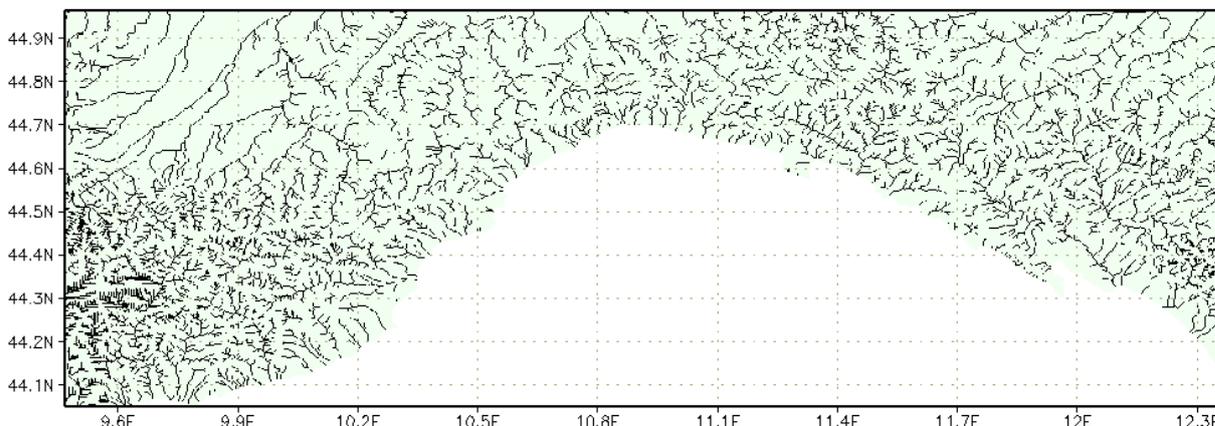
#### 2.7.4.2 Determinazione delle portate al colmo di piena (CIMA 1999)

Il modello afflussi deflussi, chiamato DRiFt (Discharge River Forecast), utilizzato nello studio "C.I.M.A." è stato sviluppato nell'ambito dell'analisi della risposta idrologica a scala di bacino, incentrata principalmente sulla simulazione e previsione di idrogrammi di piena. La tendenza attuale della modellazione è indirizzata verso modelli sempre più complessi il cui intento è quello di riprodurre con maggiore accuratezza i processi fisici di interesse; spesso però una sofisticata descrizione di tali processi porta a benefici non paragonabili alla complessità dei modelli. D'altra parte bisogna riconoscere che l'eccessiva semplificazione di alcuni metodi tradizionali (formula razionale) e i metodi usualmente utilizzati per la progettazione (curva inviluppo dei contributi unitari delle portate al colmo di piena) non tengono in conto aspetti importanti quali la variabilità spaziale delle piogge, delle caratteristiche del suolo e della struttura topografica del sistema. Il modello si propone come uno strumento di semplice utilizzo, in grado comunque di interpretare le caratteristiche ritenute di principale importanza nella regione ligure, per la modellazione al colmo di piena. Il modello è stato sviluppato dal CIMA per soddisfare alle esigenze di alcuni ambienti naturali quali quello dell'arco alpino-appenninico caratterizzati da particolari strutture drenanti di dimensioni spaziali ridotte, la cui parte montana risulta preponderante nei processi di formazione della piena rispetto a quella con caratteristiche spiccatamente vallive.

Il modello è costituito da tre moduli distinti:

- individuazione della rete di drenaggio;
- determinazione dei tempi di corrivazione;
- calcolo dell'idrogramma di piena attraverso la convoluzione degli idrogrammi unitari istantanei.

Il primo modulo identifica le diverse componenti che costituiscono la rete di drenaggio effettuando la distinzione tra versante e canale. Tale distinzione avviene utilizzando una procedura di filtro con significato morfologico. Questo modulo utilizza come dato di ingresso le informazioni derivanti dai modelli digitali di elevazione del territorio sotto forma di dati di quota, area drenata e un sistema di puntatori per l'individuazione del percorso di drenaggio. Il risultato di questo modulo è la classificazione di ogni cella appartenente al bacino in cella-versante o cella-canale e la determinazione della distanza parziale da una cella a quella successiva secondo la via indicata dal puntatore. La figura che segue rappresenta i reticoli di drenaggio della regione Liguria come risultano individuati nel modello a partire dalle informazioni digitali di elevazione del territorio.



Individuazione reticoli idrografici della Regione Liguria.

Il secondo modulo utilizza come ingresso i risultati del primo modulo e, attribuendo nella cella-canale una velocità di scorrimento del deflusso superficiale stimata pari a 2.5 m/s e nella cella-versante una velocità stimata pari a 0.16 m/s, determina per ogni cella il relativo tempo di corrivazione individuando l'idrogramma istantaneo unitario. L'IUH è calcolato sommando il contributo di ogni cella, alla quale è associato un tempo di corrivazione calcolato come somma dei tempi trascorsi dal ruscellamento prodotto in quella cella rispettivamente sul versante e nel canale lungo il tragitto che lo collega alla sezione di chiusura.

Il terzo modulo accetta come ingresso le piogge e i tempi di corrivazione determinati dal secondo modulo e, sfruttando le proprietà dei sistemi lineari, effettua la convoluzione degli idrogrammi istantanei unitari. La pioggia lorda viene trasformata in pioggia efficace attraverso la metodologia proposta dal Soil Conservation Service, attraverso il parametro sintetico detto Curve Number (CN) in grado di riassumere informazioni quali litologia, urbanizzazione e uso del suolo. Nell'effettuare la convoluzione si hanno alcune differenze fondamentali rispetto al metodo classico dell'IUH in quanto la variabilità temporale della pioggia in ingresso e spaziale delle caratteristiche del terreno conducono ad un idrogramma istantaneo variabile nel tempo anziché ad un idrogramma istantaneo tempo invariante: l'uscita di questo terzo modulo è l'idrogramma di piena nella prefissata sezione di chiusura.

Si può definire il modello come un modello lineare, semi-distribuito, parziale (non gestisce il deflusso sub-superficiale), in grado di effettuare simulazioni a scala di evento.

L'approccio lineare è stato adottato in quanto, pur semplificando la modellazione, bene si presta a descrivere la realtà morfologica studiata. Il modello gestisce l'evento di piena focalizzando l'interesse sui valori di portata al picco e tempo in cui tale picco si manifesta e non tratta il moto sotterraneo di infiltrazione. Viene definito semi-distribuito in quanto accetta e gestisce l'informazione in ingresso spazialmente distribuita sul territorio e fornisce il risultato concentrato in una sezione specifica. Il bacino in analisi viene grigliato con un reticolo georeferenziato a maglia quadrata e suddiviso pertanto in un certo numero di celle aventi dimensione corrispondente a quella del modello digitale di elevazione del terreno elaborato dal CNR e pari a 10 secondi di longitudine e 7.7 secondi di latitudine, corrispondenti a circa 225m per 225m. Tutti i dati necessari al modello sono contenuti in matrici di informazione: ogni elemento della matrice rappresenta l'informazione specifica relativa al cella in questione. Pertanto le informazioni in ingresso sono distribuite e hanno la stessa definizione della maglia della griglia.

L'operatività del modello è stata raggiunta dopo una preliminare analisi di sensibilità dei parametri e una successiva calibrazione dei parametri stessi, effettuata valutando il set di parametri che meglio riproduceva i diversi idrogrammi osservati. Il modello è versatile e bene si presta a differenti scopi; effettua la simulazione a scala di evento rappresentando la

**bacino: LETIMBRO**

situazione relativa ad un periodo di tempo limitato da alcune ore a qualche giorno; è inoltre in grado di assumere per ogni evento condizioni di umidità del suolo specifiche da cui iniziare la simulazione.

Il modello è stato pensato come un modello a cinque parametri: due di carattere morfologico per l'individuazione della rete di drenaggio e la distinzione tra le due componenti di tale rete, due di carattere cinematico, le velocità rispettivamente in canale e sul versante, ed un parametro fisico rappresentante lo stato di umidità del terreno che identifica appunto la situazione fisica di inizio simulazione. Una analisi svolta precedentemente alla calibrazione ha premesso di determinare i valori da attribuire ai parametri morfologici assumendoli, almeno in una regione morfologicamente omogenea, costanti. I valori da attribuire ai parametri cinematici sono stati tarati utilizzando eventi storici. La condizione di antecedente bagnamento del suolo rappresenta un grado di libertà che si deve lasciare al modello e non è quindi un parametro tarabile a priori.

2.7.4.2.1 Piccoli bacini con dimensioni da 2 a 10 Km<sup>2</sup> (CIMA 1999)

La stima della portata al colmo di piena per assegnato tempo di ritorno per le sezioni di corsi d'acqua che sottendono bacini imbriferi di ridotta dimensione areale è stata oggetto di una modellazione numerica a parte rispetto alla metodologia sopra proposta.

Si riportano di seguito i singoli elementi che concorrono alla definizione della stima della portata al colmo di piena per assegnato tempo di ritorno per le sezioni di corsi d'acqua che sottendono bacini imbriferi di ridotta dimensione areale, indicativamente compresa fra 2 e 10 km<sup>2</sup>:

- scelta della linea segnalatrice di probabilità pluviometrica;
- stima della precipitazione efficace;
- stima del tempo di risposta del bacino e dell'idrogramma unitario;
- calcolo dell'evento critico per assegnato tempo di ritorno;
- metodologia di stima della portata per assegnato tempo di ritorno;

Dei parametri necessari per l'applicazione pratica del metodo sopra sintetizzato, sembra di poter individuare, come passibile di valutazioni soggettive, il valore assegnato al coefficiente assunto a rappresentare la capacità del suolo di assorbire parte della precipitazione. Di stima più semplice, e sicuramente meno soggettiva, è la posizione del bacino in esame nell'ambito del territorio regionale e la dimensione areale del bacino sotteso dalla sezione per la quale si vuole calcolare il valore di portata per assegnato tempo di ritorno. Si suggerisce conseguentemente che la scelta del valore da assegnare al parametro assunto a rappresentare la capacità del suolo ad assorbire la precipitazione sia ristretta ad un insieme estremamente limitato, in grado di rappresentare le caratteristiche estreme per quattro diverse possibili classi in cui suddividere i bacini regionali, come in *Tabella 1*.

<b>tipo</b>	<b>Descrizione</b>	<b>CN</b>
A	Bacini di tipo residenziale, industriale o commerciale caratterizzati da un elevato grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili superiore al 60%.	92
B	Bacini caratterizzati da un medio grado di urbanizzazione.	87

	Estensione delle aree impermeabili compresa fra 30% e 60%.	
C	Bacini caratterizzati da un basso grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa fra 5% e 30%.	75
D	Bacini caratterizzati da estesa copertura arborea. Estensione delle aree impermeabili inferiore al 5%.	67

Tabella 1: classificazione dei bacini regionali per la stima del valore di CN.

Il riferimento alle condizioni standard sopra riportate consente di esprimere la portata con tempo di ritorno 2.9 anni come:

$$Q_{2.9} = C_Q \cdot Q_{2.9} \quad [m^3 s^{-1}];$$

mentre le portate per i diversi tempi di ritorno si ottengono dalla

$$Q_T = K_T \cdot Q_{2.9} \quad [m^3 s^{-1}];$$

con  $K_T$  – fattore di frequenza delle portate – fornito dalla Tabella 2. Il coefficiente  $C_Q$  è fornito, in funzione del tipo di bacino e della sua posizione geografica, in Tabella 3.

<b>T [anni]</b>	5	10	30	50	100	200	500
<b>KT</b>	1.29	1.79	2.90	3.47	4.25	5.02	6.04

Tabella 2: fattore di frequenza delle portate per i tempi di ritorno di interesse tecnico.

Longitudine	Gradi	Bacino Tipo			
		primi	A	B	C
8	20	7.1	5.93	4.54	3.98
8	22.5	7.19	6	4.59	4.03
8	25	7.28	6.07	4.65	4.08
8	27.5	7.36	6.14	4.7	4.13
8	30	7.44	6.21	4.75	4.17

Tabella 3: coefficiente di portata,  $C_Q$ , in funzione del tipo di bacino e della sua posizione.

#### 2.7.4.2.2 Piccoli bacini con dimensioni minori di 2 Km<sup>2</sup> (CIMA 1999)

Onde evitare la tendenza – legata alla descrizione matematica delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica – a produrre precipitazioni di intensità tendente ad infinito in corrispondenza a durate tendenti a zero, si suggerisce di adottare, per bacini aventi area minore di 2 km<sup>2</sup>, un contributo unitario costante pari a quello ottenuto con riferimento a superfici scolanti aventi area drenata pari a 2 km<sup>2</sup>.

In questo caso il valore di portata è pari a:

$$Q_T = K_T \cdot A \cdot U_{A=2} \quad [m^3 s^{-1}];$$

nella quale A è la superficie drenata espressa in km<sup>2</sup>,  $U_{A=2}$  è il contributo unitario per area pari a 2 km<sup>2</sup>, espresso in m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>km<sup>-2</sup>, e  $K_T$  il fattore di frequenza delle portate fornito in Tabella 1. Il coefficiente  $U_{A=2}$ , espresso in m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>km<sup>-2</sup>, è fornito, in funzione del tipo di bacino e della sua posizione geografica, della Tabella 2.

<b>T [anni]</b>	5	10	30	50	100	200	500
<b>KT</b>	1.29	1.79	2.90	3.47	4.25	5.02	6.04

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO  
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)

Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio  
**bacino: LETIMBRO**

Tabella 1: fattore di frequenza delle portate per i tempi di ritorno di interesse tecnico.

Longitudine		Bacino Tipo			
Gradi	primi	A	B	C	D
8	20	8.85	7.39	5.66	4.97
8	22.5	8.96	7.48	5.73	5.03
8	25	9.07	7.57	5.79	5.09
8	27.5	9.17	7.66	5.86	5.15
8	30	9.28	7.74	5.93	5.20

Tabella.2: contributo unitario,  $U_{A=2}$ , in funzione del tipo di bacino e della sua posizione.

2.7.4.2.3 - Tabelle riepilogative dei valori di portata (C.T.P seduta. del 11/09/2003)

La fase di verifica della documentazione tecnica relativa ai Piani 180/98 approvati con D.C.P. 43 del 28/10/2002, svolta a seguito del parere vincolante di Regione Liguria e dell'attuazione delle linee di pianificazione previste nel piano stesso, ha determinato la necessità di riordinare la metodologia di calcolo delle portate al colmo di piena, cui fa riferimento la Normativa di Piano, in alcuni casi specifici che presentavano difformità del valore di portata rispetto alla metodologia suggerita nel piano stesso.

Si riportano di seguito i valori di portata al colmo di piena approvati dal Comitato Tecnico Provinciale nella seduta dell'11/09/2003.

<b>PORTATA AL COLMO DI PIENA, quantile 50% <math>Q[m^3 s^{-1}]</math></b>									
<b>IDENTIFICAZIONE DELLA SEZIONE</b>			<b>VALORI DI <math>Q [m^3 s^{-1}]</math></b>						
<i>Torrente</i>	<i>SEZIONE A MONTE DELLA CONFLUENZA CON</i>	<i>AREA DRENAT A [Km<sup>2</sup>]</i>	<i>T<sub>indice</sub></i>	<i>T</i> =30 anni	<i>T</i> =50 anni	<i>T</i> =100 anni	<i>T</i> =200 anni	<i>T</i> =500 anni	<i>Curva di inviluppo (CATI)</i>
<i>Letimbro</i>	<i>Mar Tirreno</i>	<i>52</i>	<i>140</i>	<i>410</i>	<i>490</i>	<i>600</i>	<i>710</i>	<i>850</i>	<i>750</i>
<i>Letimbro</i>	<i>Torrente Lavanestro</i>	<i>38</i>	<i>110</i>	<i>310</i>	<i>370</i>	<i>450</i>	<i>530</i>	<i>640</i>	<i>610</i>
<i>Ganova</i>	<i>Letimbro</i>	<i>8</i>	<i>30</i>	<i>80</i>	<i>100</i>	<i>120</i>	<i>140</i>	<i>170</i>	<i>250</i>
<i>Letimbro</i>	<i>Ganova</i>	<i>11</i>	<i>30</i>	<i>80</i>	<i>100</i> <i>145</i>	<i>120</i>	<i>140</i> <i>210</i>	<i>170</i> <i>250</i>	<i>290</i>
<i>Lavanestro</i>	<i>Letimbro</i>	<i>9</i>	<i>30</i>	<i>70</i>	<i>90</i>	<i>110</i>	<i>130</i>	<i>150</i>	<i>250</i>

Valori di portata al colmo di piena con assegnato tempo di ritorno –“Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri” (C.T.P seduta. del 11/09/2003)

Corso d'acqua	Superficie bacino [Km.2]	Classe bacino	Long. Gradi Sessagesimali	Cq	Portata [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]		
					T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Rio Canova	8	D	8°25'00	4.08	110	160	195

Valori di portata al colmo di piena con assegnato tempo di ritorno per il Rio Canova (C.T.P seduta. del 11/09/2003)

Nelle sezioni dei corsi d'acqua dove il Piano non indica il valore della portata, si segue la metodologia indicata nella tabella sottostante, utilizzando il valore di **c** individuato nella prima sezione immediatamente a valle di quella considerata lungo lo stesso tratto di asta fluviale.

Per la determinazione delle portate al colmo di piena del torrente Letimbro e del torrente Lavanestro, anche in caso di aree drenanti inferiori ai 10 Km<sup>2</sup>, non si applica la metodologia "Piccoli Bacini", ma si utilizza la procedura riportata nella seguente tabella:

$Q=c \cdot A^{0.75}$									
<b>Q=portata al colmo di piena, quantile 50% [m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>] A=superficie [Km<sup>2</sup>]</b>									
<b>IDENTIFICAZIONE DEL TRATTO</b>				<b>VALORI DI C [m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>Km<sup>-0.75</sup>]</b>					
<i>Torrente</i>	<i>DALLA SEZIONE A MONTE DELLA CONFLUENZA CON</i>	<i>ALLA SEZIONE A VALLE DELLA CONFLUENZA CON</i>	<i>AREA DRENATA MASSIMA [Km<sup>2</sup>]</i>	<i>T<sub>indice</sub></i>	<i>=30 anni</i>	<i>=50 anni</i>	<i>=100 anni</i>	<i>=200 anni</i>	<i>=500 anni</i>
<i>Letimbro</i>	<i>Mar Tirreno</i>	<i>Lavanestro</i>	<i>52</i>	<i>7.26</i>	<i>21.05</i>	<i>25.18</i>	<i>30.84</i>	<i>36.43</i>	<i>43.84</i>
<i>Letimbro</i>	<i>Lavanestro</i>	<i>Rio Canova</i>	<i>38</i>	<i>6.88</i>	<i>19.94</i>	<i>23.86</i>	<i>29.22</i>	<i>34.52</i>	<i>41.43</i>
<i>Canova</i>	<i>Letimbro</i>	<i>Rio dei Carpini</i>	<i>8</i>	<i>5.90</i>	<i>17.12</i>	<i>20.48</i>	<i>25.09</i>	<i>29.63</i>	<i>35.65</i>
<i>Letimbro</i>	<i>Rio Canova</i>	<i>Rio della Carbonera</i>	<i>11</i>	<i>4.64</i>	<i>13.46</i>	<i>16.14</i>	<i>19.73</i>	<i>23.34</i>	<i>28.04</i>
<i>Lavanestro</i>	<i>Letimbro</i>	<i>Zona Monte Moro</i>	<i>9</i>	<i>5.01</i>	<i>14.52</i>	<i>17.38</i>	<i>21.28</i>	<i>25.14</i>	<i>30.24</i>

Valori del coefficiente "C" con assegnato tempo di ritorno per la determinazione delle portate al colmo di piena in qualsiasi sezione –"Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri" (C.T.P seduta. del 11/09/2003)

#### 2.7.5 Portate di piena di progetto per il bacino Letimbro (Rif. Normativa di Piano)

Nella tabella sono riportati in corrispondenza di ogni sezione i valori di portata al colmo, relativi ai diversi periodi di ritorno, utilizzati nel calcolo del livello del pelo libero al passaggio dell'onda di piena.

<b>Torrente</b>	<b>Sezione (carta aree inondabili)</b>	<b>Superficie bacino [Km<sup>2</sup>]</b>	<b>Portata [m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>]</b>
-----------------	--	---	---

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO  
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)

Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio

**bacino: LETIMBRO**

			T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Letimbro	87	38	370	530	640
Letimbro	23	52	490	710	850

Valori delle portate al colmo di piena per il torrente Letimbro

Torrente	Sezione (carta aree inondabili)	Superficie bacino [Km <sup>2</sup> ]	Portata [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]		
			T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Lavanestro loc. Cadibona	1	3.5	64	92	111
Lavanestro Loc. Nuxette- Pianazze	1	9	90	130	150

Valori delle portate al colmo di piena per il torrente Lavanestro

Torrente	Sezione (carta aree inondabili)	Superficie bacino [Km <sup>2</sup> ]	Portata [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]		
			T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Rio Lorianò loc. Santario	26	1.5	27	39	47

Valori delle portate al colmo di piena per il Rio Lorianò

Torrente	Sezione (carta aree inondabili)	Superficie bacino [Km <sup>2</sup> ]	Portata [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]		
			T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Rio Fossato loc. Santario	22	1.8	32	47	56

Valori delle portate al colmo di piena per il Rio Fossato

Corso d'acqua	Sezione (carta aree inondabili)	Superficie bacino [Km. <sup>2</sup> ]	Classe bacino	Long. Gradi Sessages imali	U <sub>A</sub>	Portata [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]		
						T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni

Rio Reposseno	1	1.2	C	8°28'50"	5.17	24	35	43
---------------	---	-----	---	----------	------	----	----	----

*Valori delle portate al colmo di piena per il rio Reposseno*

Corso d'acqua	Sezione (carta aree inondabili)	Superficie bacino [Km. <sup>2</sup> ]	Classe bacino	Long. Gradi Sessagesimali	U <sub>A</sub>	Portata [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]		
						T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Rio Fossaie	1	0.2	D	8°28'	5.16	3.7	5.3	6.4

*Valori delle portate al colmo di piena per il rio Fossaie.*

Per il calcolo delle portate in sezioni intermedie si rimanda al capitolo 2.7.4.2.3 - Tabelle riepilogative dei valori di portata (C.T.P seduta. del 11/09/2003).

### 3 PROBLEMATICHE E CRITICITA' DEL BACINO

#### 3.1 Premessa

Lo studio fino a questo punto condotto sulle caratteristiche del bacino si pone alla base dell'elaborazione della carta di Pericolosità, carta che ha il fine di individuare le criticità del bacino e suddividere il territorio in aree a differente grado di pericolosità. Dalla sovrapposizione delle classi di pericolosità con gli Elementi a rischio, derivanti dall'analisi dell'Uso del suolo, si giunge poi alla carta del Rischio.

In linea generale, nell'ambito dell'unitarietà del bacino idrografico e dell'interdisciplinarietà tipica della pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89, dovrebbero essere tenuti in considerazione tutti i processi fisici che possano causare situazioni di pericolosità nonché le loro interazioni.

Nell'ambito del presente piano la pericolosità è stata valutata sulla base delle componenti idraulica e geomorfologica. Esse, allo stato attuale, sono state studiate separatamente, soprattutto in ragione della complessità delle metodologie di analisi necessarie per una loro più completa valutazione, complessità spesso non supportata da un'adeguata quantità e qualità dei dati disponibili: si fa riferimento, per esempio, a problematiche di trasporto solido che possono influire sulla determinazione di entrambi i tipi di pericolosità, o alle possibili conseguenze di un evento franoso anche su aree a contorno del dissesto stesso. Tale metodologia è, comunque, compatibile con quanto richiesto dal D.L. 180/98 sulla perimetrazione delle aree a rischio.

La carta di Pericolosità nel presente piano viene determinata, quindi, lasciando separate le due componenti idraulica e geomorfologica, costituite in sostanza dalla carta delle Fasce di inondabilità e dalla carta della Suscettività al dissesto di versante. Per tale ragione, oltre che per questioni di scala, si è ritenuto di non produrre una carta di Pericolosità complessiva ma di far riferimento alle due carte citate come carte di Pericolosità idraulica e geomorfologica.

A riguardo della Pericolosità idraulica, la portata di massima piena con assegnato periodo di ritorno viene generalmente assunta come parametro rappresentativo e la probabilità annua di superamento di tale portata individua la pericolosità stessa. La carta di Pericolosità idraulica consiste essenzialmente nella determinazione delle aree perfluviali che risultino inondabili per portate di massima piena caratterizzate da diversi tempi di ritorno. Sulla base dei criteri dell'Autorità di Bacino di rilievo regionale, la carta è rappresentata dalla

**bacino: LETIMBRO**

carta delle Fasce di inondabilità, nella quale sono perimetrare tre fasce corrispondenti al deflusso della massima piena con periodo di ritorno di 50, 200 e 500 anni. La Pericolosità per portate superiori è ritenuta trascurabile. Vengono qui inoltre trascurati fenomeni diversi dalle esondazioni dai corsi d'acqua e altri fenomeni che potrebbero contribuire ad aumentare o aggravare le inondazioni oltre alla insufficienza idraulica strutturale.

Per quanto riguarda la Pericolosità geomorfologica, nell'ambito del presente piano, sulla base dei dati a disposizione, essa si ritiene costituita dalla Suscettività al dissesto dei versanti, che deve essere intesa come la propensione di una determinata area all'innescio di movimenti di massa sia in relazione alle caratteristiche intrinseche dei "materiali" sia alla maggiore esposizione nei confronti degli agenti morfogenetici.

In realtà la valutazione del reale stato di pericolosità presente sul territorio intesa come la probabilità che un determinato fenomeno si verifichi, non può essere disgiunta dalla determinazione della dinamica evolutiva del fenomeno stesso. Quest'ultimo aspetto non può essere valutato aprioristicamente, anche attraverso sofisticati modelli di analisi territoriale, poiché dipende strettamente dalla tipologia del fenomeno e dal modello fisico e geotecnico del terreno che è possibile definire solo attraverso specifiche indagini geognostiche ed approfondimenti sul campo.

Il concetto di Pericolosità geomorfologica può essere, di massima, definito come:

Pericolosità = suscettività x cinematica e dimensione del fenomeno

Ne discende che mentre nelle aree ad elevata Suscettività al dissesto, o più ancora in quelle a molto alta Suscettività, è immediatamente determinabile il grado di rischio associato, nelle aree a bassa Suscettività può risultare errata una sua automatica associazione in quanto il grado di pericolosità territoriale non può prescindere dall'analisi delle condizioni al contorno e dalle caratteristiche delle aree limitrofe del territorio, oltreché da quelle locali. Ad esempio qualora, un'area a bassa Suscettività si trovi a valle di un corpo di frana la sua reale pericolosità potrà essere determinata solo a seguito di un'analisi approfondita che riesca a ipotizzare la possibile evoluzione (in termini spaziali, volumetrici e di velocità di movimento) del dissesto.

L'analisi incrociata delle carte della Suscettività al dissesto di versante, della Franosità reale, delle Fasce di inondabilità e dei Tiranti idrici, permette, quindi, la ricostruzione di un quadro d'insieme delle caratteristiche del bacino sotto il profilo idrogeologico a cui deve far riferimento la pianificazione in termini sia normativi sia di linee di intervento a breve e lungo termine.

In relazione agli approfondimenti opportuni per giungere ad una carta di Pericolosità più approfondita nell'ambito di un Piano di bacino più completo ai sensi della L. 183/89 si segnala, come già accennato, la necessità di tenere in debita considerazione le interazioni tra dinamica del versante ed evoluzione del corso d'acqua, caratterizzate da particolari complessità concettuali e metodologiche, ma, comunque, indispensabili per valutare le emergenze del bacino, per fornire delle linee di utilizzo del suolo e le eventuali tipologie di intervento. A tale scopo diviene necessario acquisire dati sperimentali di riferimento per le analisi geomorfologiche ed idrogeologiche.

Questa necessità di acquisizione di dati non è legata solo al bacino idrografico in considerazione, ma è un problema ricorrente per la gran parte dei bacini liguri. A tale proposito si possono evidenziare l'opportunità delle seguenti integrazioni a livello di ambito (o a scala ancora più ampia):

- una rete di misura pluviometrica razionalmente distribuita a scala di ambito e misuratori di portata per i principali corsi d'acqua;
- un sistema di monitoraggio del trasporto solido (sia in sospensione che di fondo) per valutazioni quantitative circa l'effetto dei fenomeni erosivi superficiali e di perdita di suolo, particolarmente incidenti sul bacino ed in relazione anche alle interconnessioni con le criticità idrauliche;

**bacino: LETIMBRO**

- una campagna geognostica e di monitoraggio dei fenomeni franosi di particolare rilevanza o rappresentatività (es. R4 e R3 ai sensi della D.G.R. 1444/99), al fine di estrinsecare compiutamente la pericolosità territoriale e quantificare il grado di rischio;
- approfonditi rilevamenti geologico strutturali per una più accurata definizione delle condizioni giaciture e dello stato di fratturazione della roccia;
- organizzazione di un piano di previsione della cartografia e delle banche dati che preveda in particolare un periodico aggiornamento della Franosità reale anche attraverso appositi voli a seguito di eventi alluvionali di particolare intensità.

Di seguito sono riportate le analisi e le elaborazioni per la redazione della carta della Suscettività al dissesto dei versanti e da quella delle Fasce di inondabilità. Sono inoltre riportati un commento alle carte derivate e le principali criticità puntuali riscontrate nel corso dei rilevamenti.

### 3.2 Problematiche di tipo geomorfologico

#### 3.2.1 Suscettività al dissesto dei versanti

Nell'ambito dell'analisi del bacino del T. Letimbro è stata valutata la Suscettività al dissesto dei versanti applicando la metodologia proposta dalla Autorità di Bacino.

Oltre a questo metodo è stata effettuata una reinterpretazione del dato di sintesi, in funzione della approfondita conoscenza del territorio, da parte dei professionisti incaricati degli studi.

La metodologia predisposta per la realizzazione della CSDV, prevede l'analisi incrociata dei seguenti tematismi di base:

- Acclività;
- Litologia;
- Geomorfologia;
- Carta di dettaglio dei movimenti franosi (o franosità reale);
- Uso del suolo;
- Idrogeologia.

Le variabili associate a ciascun tematismo considerato nelle fasi di overlay risultano strutturate nei livelli informativi definiti nelle Raccomandazioni emanate dall'Autorità di Bacino di rilievo regionale e sono illustrate nella seguente tabella.

<b><i>Tematismo</i></b>	<b><i>Variabile</i></b>	<b><i>Tipo</i></b>
Carta geolitologica	Litologia	Principale
	Contatti	Aggravante
Carta geomorfologica	Coltri potenti	Principale
	Coltri sottili	Principale
	Granulometria delle coltri	Principale
	Stato della roccia	Principale
	Erosione concentrata di fondo	Aggravante
	Erosione spondale	Aggravante
	Ruscellamento diffuso	Aggravante
Carta dell'acclività	Classi di acclività	Principale
Carta idrogeologica	Permeabilità del substrato	Principale
Carta dell'uso del suolo	Uso del suolo	Principale
Carta della franosità reale	Frane attive	Principale
	Frane quiescenti	Principale
	Franosità diffusa	Principale

	D.G.P.V.	Aggravante
--	----------	------------

Tab. 3.2.1.1 - Tabella riepilogativa delle variabili considerate

N.B.: le variabili di tipo "principale" sono definite come quelle ritenute determinanti, che devono essere sempre prese in considerazione ai fini della elaborazione della Suscettività al dissesto di versante. Le variabili "aggravanti" rappresentano quelle la cui interferenza con le caratteristiche di stabilità dei versanti può variare sensibilmente in relazione al contesto territoriale esaminato e che pertanto presentano una variabilità sia tra bacini diversi sia all'interno del singolo bacino. Nella fattispecie gli elementi di cui sopra rappresentano i parametri di tipo geografico-fisico, geologico geomorfologico ed ambientali s.l., fra quelli previsti negli attuali standard dei Piani di Bacino, che maggiormente condizionano la dinamica di versante nel bacino del T. Letimbro.

A ciascuna variabile considerata viene attribuito un peso quantitativo indicativo della relativa incidenza sulla Suscettività al dissesto di versante.

La sovrapposizione degli strati informativi determina una discretizzazione di elementi poligonali elementari ognuno dei quali è caratterizzato da un numero che costituisce la somma algebrica di tutti i pesi relativi a ciascun elemento associato al poligono. Maggiore è il peso totale, maggiore sarà la Suscettività al dissesto connessa al poligono elementare.

Di seguito si riporta lo schema procedurale della metodologia utilizzata precisando anche le variazioni apportate alla metodologia in funzione delle peculiarità del bacino del T. Letimbro.

#### Litologia

La metodologia prevede l'attribuzione dei pesi alle litologie su base statistica eseguita sulla base della formulazione di Guida et al., che consente di individuare in maniera oggettiva un peso di Suscettività sulla base della franosità reale ( $\psi$ ):

$$\psi = (1 / K) \times \varphi \text{ dove:}$$

$$K = \sum A''n / A_T$$

$$\varphi = A''n / A'n$$

$A'n$  = Aree parziali di primo ordine: area totale di presenza della litologia  $n$  [km<sup>2</sup>]

$A''n$  = Aree parziali di secondo ordine: aree interessate da movimenti franosi in atto o recenti all'interno delle  $A'n$ . [km<sup>2</sup>]

$A_T$  = Area totale del bacino [km<sup>2</sup>]

Si è stabilito di normalizzare a 10 il valore di  $\psi$  massimo all'interno del bacino e, conseguentemente, di rapportare a questo valore i pesi ottenuti per le altre litologie. Relativamente al bacino del T. Letimbro i dati ottenuti attraverso l'analisi sopra descritta sono sintetizzati nella sottostante tabella:

<b>Tipo</b>	<b>Area (mq) [A'n]</b>	<b>Area in frana (mq) [A''n]</b>	<b>N° di frane</b>	<b>I.F.</b>
Argille	347.000		0	
Conglomerati	7.332.000	294.873	37	1,39
Dolomie	271.000		1	
Calcari	1.102.000	105.848	5	3,32
Diaspri	16.000	1.769	1	3,83
Metagabbri	1.912.000	132.538	6	2,40
Metafoliti	948.000	165.174	3	6,03
Miloniti	5.287.000	195.955	22	1,28
Anfiboliti e gneiss	184.000		0	
Filladi	8.103.000	525.542	27	2,24
Graniti	15.597.000	36.871	58	0,08
Migmatiti	117.000			

**PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO**  
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)

**Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio**

**bacino: LETIMBRO**

Ortogneiss	1.514.000			
Paragneiss	2.513.000			
Anfiboliti	4.350.000	61.218	20	0,49
Alluvioni antiche	238.000			
Alluvioni rec. att. e	2.775.000			
Bacino idrografico	52.606.000	1.519.788	180	

Nota: il numero di frane riportato in tabella comprende sia le frane cartografabili, sia quelle non cartografabili, mentre le aree in frana sono riferite unicamente a quelle delle frane cartografabili.

Come si può osservare, il metodo prevede l'attribuzione dell'indice di stabilità per ciascuna litologia in funzione della franosità storica del bacino; il metodo evidenzia i seguenti limiti:

- sovrastima la determinazione dell'indice per litologie poco rappresentate all'interno del bacino nelle quali sono stati registrati eventi franosi a scapito di quelle maggiormente rappresentate;
- utilizzando unicamente i dati relativi alle aree rappresentate dalle frane cartografabili, sottostima tutti i fenomeni franosi non cartografabili;
- non permette l'attribuzione di un valore per le litologie che non evidenziano frane cartografabili.

Si è pertanto deciso di attribuire i pesi per le litologie in base alle conoscenze degli autori per confronto con le suddette.

<b>Litologia</b>	<b>Peso litologico</b>
Argille	2
Conglomerati	3
Dolomie	1
Calcari	1
Diaspri	4
Metagabbri	6
Metaofioliti	5
Miloniti	9
Anfiboliti e gneiss	8
Filladi	10
Graniti	6
Migmatiti	6
Ortogneiss	6
Paragneiss	6
Anfiboliti	3
Alluvioni antiche	0
Alluvioni rec.att. e spiaggia	0

I valori così ottenuti sono stati presi come punto di riferimento per l'assegnazione dei pesi alle altre variabili che sono esposti nelle seguenti tabelle.

**Stato della roccia**

Per quanto concerne lo stato della roccia, il monotematismo delle litologie nella classe Rf, che costituiscono quasi la totalità della condizione del substrato nel bacino è stato integrato già in sede di realizzazione della carta geomorfologica, cui si rimanda per il dettaglio, attraverso la suddivisione in 4 sottoclassi:

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO  
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)

Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio  
**bacino: LETIMBRO**

- Rf 1= substrato in condizioni di manifesta fessurazione;  
Rf 2 = substrato marcatamente micro- e macro-fratturato;  
Rf 3 = substrato fogliettato e fratturato;  
Rf 4 = substrato a bande cataclasate.

È stato così attribuito il peso relativo allo stato della roccia.

**CARTA GEOMORFOLOGICA - STATO DELLA ROCCIA**

<i>Peso</i>	<i>Stato della roccia</i>
0	Roccia in buone condizioni di conservazione e con strutture indifferenti rispetto al pendio
1	Roccia in condizioni di manifesta fessurazione
2	Roccia marcatamente micro- e macro-fratturata
3	Roccia fogliettata e fratturata
4	Roccia a bande cataclasate

Coltri

Il peso da attribuire alle coltri è stato determinato in base a tre parametri:

- la natura del litotipo di derivazione;
- lo spessore;
- l'origine morfologica.

I pesi attribuiti sono i seguenti:

**CARTA GEOMORFOLOGICA - COLTRI - SPESSORE E LITOTIPO DI DERIVAZIONE**

<i>Peso</i>	<i>Tipo coltre</i>
2	Coltri potenti derivanti da argille
2	Coltri medie derivanti da argille
2	Coltri potenti derivanti da conglomerati
1	Coltri medie derivanti da conglomerati
1	Coltri potenti derivanti da dolomie e calcari
1	Coltri medie derivanti da dolomie e calcari
3	Coltri potenti derivanti da metagabbri
3	Coltri medie derivanti da metagabbri
3	Coltri potenti derivanti da metaofoliti
2	Coltri medie derivanti da metaofoliti
5	Coltri potenti derivanti da filladi e miloniti
4	Coltri medie derivanti da filladi e miloniti
4	Coltri potenti derivanti da anfiboliti gneissiche e gneiss anfibilici
3	Coltri medie derivanti da anfiboliti gneissiche e gneiss anfibilici
3	Coltri potenti derivanti da graniti, migmatiti, ortogneiss, paragn., anfiboliti
2	Coltri medie derivanti da graniti, migmatiti, ortogneiss, paragn., anfiboliti

**CARTA GEOMORFOLOGICA - COLTRI - ORIGINE MORFOLOGICA**

<i>Peso</i>	<i>Tipo coltre</i>
0	Depositi alluvionali e di conoide
1	Coltri eluvio-colluviali
2	Paleoaccumuli
3	Accumuli di frana recenti - Riporti misti

Acclività

Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio

**bacino: LETIMBRO**

Ai fini dell'attribuzione dei pesi da attribuire all'acclività, le classi sono state accorpate come segue e differenziate a seconda che ci si trovi in zone di roccia affiorante o su coltre. È stata introdotta l'assegnazione di pesi negativi per le aree meno acclivi, in ragione del fatto che nelle aree con queste caratteristiche di pendenza i dati raccolti consentono ragionevolmente di escludere l'insacco di movimenti di massa. I pesi attribuiti sono i seguenti:

**CARTA DELL'ACCLIVITÀ**

<b>Peso</b>	<b>Classe di acclività</b>
-7	Acclività < 20% su substrato affiorante
1	Acclività > 20% < 35% su substrato affiorante
3	Acclività > 35% < 50% su substrato affiorante
5	Acclività > 50% < 75% su substrato affiorante
5	Acclività > 75% < 100% su substrato affiorante
5	Acclività > 100% su substrato affiorante
-5	Acclività < 20% su coltre affiorante
3	Acclività > 20% < 35% su coltre affiorante
4	Acclività > 35% < 50% su coltre affiorante
6	Acclività > 50% < 75% su coltre affiorante
7	Acclività > 75% su coltre affiorante
-5	Acclività < 20% su alluvioni
3	Acclività > 20% < 50% su alluvioni
4	Acclività > 50% < 75% su alluvioni
7	Acclività > 75% su alluvioni

Uso del suolo

I pesi attribuiti ai fattori di uso del suolo derivano da un'analisi delle fonti bibliografiche e dalla taratura effettuata in campagna sulla loro reale consistenza e rappresentatività. In particolare le aree urbanizzate sono state considerate nulle per l'alterazione indotta nei processi idrologici; per quanto concerne il bosco, le aree terrazzate, le aree prative e gli ex-coltivi, risultano soggetti ad un abbandono generalizzato che ne inficia parzialmente le caratteristiche di "efficienza idrogeologica". Relativamente agli oliveti, ubicati in prevalenza nella parte medio bassa del bacino, sono risultati in buono stato di manutenzione e tuttora utilizzati a fini agricoli; pertanto pur essendo disposti su fasce terrazzate è stato attribuito loro un contributo favorevole alla stabilità.

**CARTA DELL'USO SUOLO**

<b>Peso</b>	<b>Classe uso del suolo</b>
0	Urbanizzato continuo e discontinuo
-1	Seminativo
1	Discariche
1	Cave
2	Ex coltivi
-1	Oliveti terrazzati
-1	Terrazzi
0	Prati e pascoli
2	Roccia affiorante o subaffiorante
0	Arbusteti
-1	Boschi
2	Aree percorse da incendi

Elementi aggravanti

Fra i "fattori aggravanti" è stata inclusa la voce "franosità diffusa", che non è inclusa nelle Raccomandazioni cui si è fatto fino ad ora riferimento, in quanto si è ritenuto importante per la finalità del presente lavoro tenere in debito conto le aree interessate da un buon numero di frane di piccolissime dimensioni (non cartografabili). Nel considerare questi fattori

**bacino: LETIMBRO**

ci si è trovati di fronte a variabili di tipo puntuale o lineare; e poichè è risultato molto arduo, se non impossibile, stabilire a priori una fascia standard di influenza di ciascun parametro anche nell'ambito della procedura informatica, i pesi indicati in tabella sono stati assegnati ad una fascia di larghezza e forma variabile a seconda dei casi.

**ELEMENTI AGGRAVANTI**

<b>Peso</b>	<b>Fattore peggiorativo</b>
2	Erosione concentrata di fondo
2	Ruscellamento diffuso
2	Erosione spondale
1	Contatti litologici
2	Faglie
2	Franosità diffusa

Carta di sintesi

Il metodo suggerito prevede, attraverso gli incroci dei tematismi precedenti, la derivazione di una carta estremamente frammentata e suddivisa in poligoni, di dimensioni anche molto limitate, ad ognuno dei quali è assegnato un valore numerico derivante dalla somma dei valori associati alle aree dall'intersezione delle quali essi sono stati generati.

Si osserva inoltre che l'analisi ponderale su base areale proposta nelle linee guida, presenta una rilevante complessità esecutiva, costringendo l'operatore a ridisegnare, praticamente ad ogni passaggio, i contorni dei poligoni ottenuti dalla sovrapposizione dei tematismi. Tale operazione è prevista almeno 6 volte. La stessa lettura dei singoli tematismi comporta notevoli difficoltà con frequenti obliterazioni di dati sottostanti. Si rileva inoltre che, in fase di accorpamento in classi di Suscettività, molti dei limiti poligonali precedentemente ottenuti vengono di fatto conglobati o, addirittura, eliminati.

La procedura sviluppata nella predisposizione della carta di sintesi segue fedelmente l'incrocio in sequenza dei tematismi indicati nelle linee guida regionali; l'unica variante consiste nella valutazione dei pesi anzichè ciascuno singolarmente per ogni tematismo, e calcolando poi la risultante sui singoli poligoni, applicando la valutazione dei pesi ad aree che già dalle osservazioni delle singole carte propedeutiche manifestavano caratteri specifici quali, ad esempio, testate di versante, fondivalle, crinali, concavità di versante). Questo ha permesso di evitare la grande frammentazione dei poligoni elementari e di avere già in una prima fase delle aree omogenee con caratteristiche ben definite e con estensione significativa. Il lavoro di accorpamento ha determinato una taratura dei risultati ottenuti dall'applicazione rigida dei pesi, che comunque ha mantenuto un valore qualitativo di riferimento. Tale fase di elaborazione dei dati è derivata dalla conoscenza diretta dei siti e dei comportamenti delle coltri e dei litotipi ed ha permesso di correggere classificazioni che sarebbero state in chiaro contrasto con le condizioni reali del territorio.

Dopo aver esaminato la suddetta carta, sulla base delle esperienze e delle conoscenze della condizione di franosità storicamente manifestatasi e del comportamento fisico-meccanico dei materiali, si sono accorpate le superfici unitarie dei poligoni, estrapolati i valori massimo e minimo fra i diversi poligoni, e determinate le 4 classi di Suscettività (ALTA, MEDIA, BASSA e MOLTO BASSA)

Sovrapponendo alla carta di cui sopra la carta della franosità reale si sono delimitate le frane attive e quiescenti e le diverse classi di Suscettività; le prime vengono assegnate ad una classe a sé (SUSCETTIVITÀ MOLTO ALTA) mentre le seconde vengono direttamente inserite in classe di Suscettività ALTA.

**CLASSI DI SUSCETTIVITA' AL DISSESTO DEI VERSANTI**

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO  
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)

Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio  
**bacino: LETIMBRO**

VALORE DI RANGE SOMMATORIA PESI ATTRIBUITA / AREE CON ASSOCIAZIONE DIRETTA CON CLASSE DI SUSCETTIVITÀ	SPECIFICHE	SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO	CLASSE
< 8	Aree prive di movimenti gravitativi e/o quiescenti sui versanti e lungo i corsi d'acqua in cui sono presenti indicatori indiretti di suscettività valutabili dalla combinazione di elementi geomorfologici, litologici, strutturali e di uso del suolo.	<b>MOLTO BASSA</b>	Pg0
8 – 12		<b>BASSA</b>	Pg1
13 – 18		<b>MEDIA</b>	Pg2
> 18	Aree prive al momento di movimenti gravitativi e/o quiescenti sui versanti e lungo i corsi d'acqua in cui sono presenti indicatori indiretti di elevata suscettività valutabili dalla combinazione di elementi geomorfologici, litologici, strutturali e di uso del suolo. Sono comprese in tali aree le frane stabilizzate e relitte (paleofrane) e le zone a franosità diffusa.	<b>ALTA</b>	Pg3 B
Per le seguenti tipologie di aree vi è una associazione diretta alla classe di suscettività:			
<b>Aree di frana Quiescente</b>	Comprende aree in cui vi è la presenza di indicatori geomorfologici diretti, quali le frane quiescenti o di segni precursori o premonitori di movimenti gravitativi sui versanti e sui corsi d'acqua.	<b>ALTA</b>	Pg3 A
<b>Aree in Frana Attiva</b>	Aree interessate da movimenti gravitativi in atto.	<b>MOLTO ALTA</b>	Pg4
<b>Cave e miniere attive - Discariche in esercizio</b>	Aree di cava attiva, miniera attiva e discarica in esercizio sulle quali è vigente una specifica norma di settore.	<b>Aree speciali</b>	<b>tipo A</b>
<b>Ex Cave, ex Miniere</b>	Aree come individuate ai sensi della DGR 1208/2012 con la quale è stato approvato l'aggiornamento dei criteri per la redazione della normativa di attuazione dei piani di bacino a riguardo dell'assetto geomorfologico (individuate in Tav. 8 con retino trasparente).		<b>tipo B1</b>
<b>Ex Discariche e riporti antropici.</b>	All'interno delle aree speciali di tipo B <sub>1</sub> e B <sub>2</sub> è rappresentata la classificazione di suscettività al dissesto (Pg0, Pg1, Pg2, Pg3A, Pg3B, Pg4) come da legenda.		<b>tipo B2</b>

Tab. 3.2.1.2 – Criteri di attribuzione delle classi di Suscettività al Dissesto (Tav. 8)

Nel caso di aree di cava, discariche e riporti ove non esista o non sia vigente una normativa “speciale” è stata attribuita la corrispondente classe di suscettività al dissesto mediante l'aggiornamento della legenda della cartografia tematica di Piano. Tale aggiornamento è avvenuto a seguito di osservazioni di carattere puntuale, esaminate caso per caso, in merito alle caratteristiche di pericolosità dei singoli areali (Rif. D.G.R. 1068/02 e 1158/02), così come riportato al Cap. 2.3.7 Cave e miniere e al Cap. 2.3.6 Riporti artificiali e discariche.

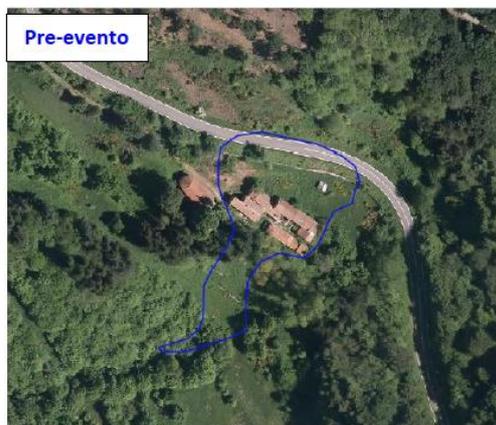
### 3.2.2 Eventi alluvionali dell'autunno 2019

Nei mesi di novembre e dicembre 2019 il passaggio di intense perturbazioni ha interessato principalmente i bacini idrografici liguri del centro-ponente, dando origine a numerosi fenomeni franosi, causando ingenti danni a edifici di civile abitazione, ma soprattutto alla viabilità, compresa la rete autostradale. Quasi tutto il bacino del t. Letimbro ricade nel comune di Savona.

I dissesti sono stati individuati attraverso l'analisi da immagine satellitare, la rassegna stampa regionale, i siti internet locali e le segnalazioni di privati/Enti pubblici, mentre i sopralluoghi diretti sul terreno sono stati effettuati a partire dal mese di settembre 2020, vista l'impossibilità di eseguire sopralluoghi nel corso della primavera 2020 a causa del lockdown istituito a seguito dell'epidemia da COVID-19.

Nella carta della franosità reale del Piano i dissesti sono indicati come "Frane attive relative agli eventi dell'autunno 2019" a tonalità fucsia, a prescindere dalla loro tipologia, al fine di mantenere memoria storica dell'evento alluvionale.

Le aree maggiormente colpite sono state individuate nel comune di Savona, a titolo di esempio: nella zona di testata del Rio Canavè lungo la S.P. n. 12; nei pressi dello spartiacque con t. Sansobbia in loc. Ca' di Ferrè; nei pressi dell'abitato di Cadibona; in loc. Casa Vaiano e loc. Rusca in corrispondenza di alcuni tralicci della linea funiviaria per il trasporto del carbone Savona-Cairo Montenotte; in loc. Santuario; nei pressi di loc. Maschio lungo la S.P. n.29 ed in loc. Marmorassi.



LOC. CA' DI FERRE', COMUNE DI SAVONA



PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO  
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)  
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio  
bacino: **LETIMBRO**



Zona Santuario



Zona Santuario



linea funiviaria particolare



linea funiviaria Savona-Cairo Montenotte



linea funiviaria Savona-Cairo Montenotte

### 3.3 Problematiche di tipo idraulico

#### 3.3.1 Aree storicamente inondate

L'analisi delle aree già sede di eventi alluvionali nel passato riveste una particolare importanza nell'ambito di un piano stralcio per il rischio idraulico. Tali dati, infatti, evidenziano criticità già note, ed è ipotizzabile che, laddove si sia verificato un evento di inondazione, possano presentarsi problemi di capacità di smaltimento del corso d'acqua. Una precisa definizione delle aree storicamente inondate rappresenta quindi un elemento di riferimento fondamentale sia per la scelta dei tratti di alveo da indagare in maniera approfondita, sia per verificare i risultati della modellazione idraulica.

Il dato relativo alle aree storicamente inondate per il bacino in considerazione deriva dalla mappatura riportata nella DGR n° 2615/98 e sue successive modifiche (ultimo aggiornamento DGR n° 594/01).

Le ricognizioni, effettuate hanno permesso di ricostruire con sufficiente dettaglio le aree che sono state maggiormente interessate da eventi alluvionali negli ultimi anni.

Sono state inoltre recepite, ed indicate con apposito segno grafico nella cartografia, le aree interessate da inondazione negli eventi alluvionali dell'autunno 2014, come desunte dalla perimetrazione approvata con DGR 59/2015, classificandole, laddove non adeguatamente studiate con verifiche idrauliche, come fasce c.d. A\* nella cartografia delle fasce di inondabilità.

#### 3.3.2 Verifiche idrauliche

##### 3.3.2.1 Individuazione dei tratti di studio

I tratti indagati nel presente studio sono i seguenti:

Corso d'acqua	Sezioni	Descrizione del tratto
T. Letimbro	87.2 - 8	Da località Cimavalle al ponte della Consolata (marzo 2001)
T. Letimbro	7.9 - 0	Da ponte della Consolata alla foce (riperimetrazione marzo 2004)
T. Lavanestro	1- 14	A valle dell'abitato di Cadibona (settembre 2003)
T. Lavanestro	1 - 49	Tra località Nuxette e località Pianazze (giugno 2002)
T. Lavanestro	22 - 1	Tra località Pianazze e la confluenza con il T. Letimbro (marzo 2001)
Rio Lorianò	26 - 1	Tratto di circa 1 km a monte della confluenza con il T. Letimbro in loc. Santuario (marzo 2004)
Rio Fossato	22 - 1	Tratto di circa 800m a monte della confluenza con il T. Letimbro in loc. Santuario (marzo 2004)
Rio Reposseno	1-13	Tratto di circa 140 a monte del rilevato ferroviario Torino-Fossano-Ceva sino a confluenza con Letimbro
Rio Fossaie	1-13	Tratto di circa 140 a monte del rilevato ferroviario Torino-Fossano-Ceva sino a confluenza con Letimbro

Tabella 3.3.2.1.1: Tabella riassuntiva dei tratti d'alveo indagati nel bacino Letimbro

##### 3.3.2.2 Metodologia di calcolo

Al fine principale dell'individuazione delle criticità idrauliche dei corsi d'acqua del bacino e delle aree soggette a rischio di inondazione è necessario lo svolgimento di un'indagine in merito alla dinamica dei fenomeni di piena. Il modello utilizzato integra le equazioni fondamentali che governano il moto di una corrente a pelo libero, e cioè

**bacino: LETIMBRO**

l'equazione di continuità e l'equazione del moto che, in forma differenziale e nel caso generale di moto vario, si scrivono rispettivamente:

$$\partial Q / \partial x + \partial A / \partial t = 0$$

$$\partial H / \partial x = -j - \partial(Q/gA) / \partial t$$

dove:

Q = portata liquida	[m <sup>3</sup> /s]
A = area della sezione liquida	[m <sup>2</sup> ]
H = carico totale della corrente	[m]
j = perdite distribuite	[m/m]
g = accelerazione di gravità	[m/s <sup>2</sup> ]
x = ascissa corrente	[m]
t = tempo	[s]

Nel presente caso, compatibilmente con quanto indicato nelle raccomandazioni dell'Autorità di Bacino regionale, non si è ritenuta necessaria la schematizzazione del fenomeno in moto vario, ma si è ritenuta significativa l'assunzione di moto permanente. Le equazioni di moto e di continuità si riducono quindi alla sola dipendenza dalla coordinata spaziale secondo la forma:

$$\partial Q / \partial x = 0$$

$$\partial H / \partial x = -j$$

La risoluzione delle equazioni è stata condotta attraverso una schematizzazione alle differenze finite e introducendo l'equazione di Manning per la stima delle resistenze distribuite:

$$U = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot j^{\frac{1}{2}}$$

dove:

U = velocità media della corrente = Q/A	[m/s]
R = raggio idraulico della corrente	[m]
n = coefficiente di Manning	[m <sup>-1/3</sup> s]

Le perdite concentrate, nei tratti ove si verificano, sono state assunte proporzionali al carico cinetico, secondo l'espressione:

$$\Delta H = \xi \Delta(U^2/2g)$$

dove il coefficiente adimensionale  $\xi$  varia in dipendenza del tipo di perdita (restringimento, allargamento, cambio di direzione del flusso, etc.).

Per quanto riguarda le condizioni al contorno, come noto, è necessario imporre, oltre al valore di portata in ingresso nella sezione di monte, una condizione di livello a valle in caso di corrente lenta, una condizione di livello a monte in caso di corrente veloce.

### 3.3.2.3 Schematizzazione di calcolo

La verifica idraulica del corso d'acqua principale è stata condotta per portate con tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni con ipotesi di moto permanente. La schematizzazione di calcolo adottata si basa sulle seguenti assunzioni:

- Portata costante in ogni tratto considerato anche nell'eventualità di superamento dei punti estremi delle sezioni: il procedimento consiste nell'immaginare che la sezione sia limitata da argini infinitamente alti.
- Riduzione del 20% della luce libera degli attraversamenti dotati di pile in considerazione di possibili ostruzioni in caso di piene rilevanti.

Quest'ultima ipotesi è congruente con quanto indicato nelle raccomandazioni emanate dall'Autorità di Bacino di Rilievo Regionale, con particolare riferimento alla raccomandazione sulle fasce di inondabilità e alla nota "Rischio idraulico residuale nell'ambito della pianificazione di bacino regionale", al fine di tenere conto di sezioni che, interessate da opere, non possano assicurare capienza certa alla portata di massima piena.

I programmi utilizzati nella modellazione idraulica sono:

- HEC RAS (Hydrologic Engineering Center- River Analysis System, della US Army Corps Engineers): il modello determina il profilo di moto permanente per ogni tratto scegliendo tra i possibili profili di corrente lenta e di corrente veloce quello a cui corrisponde la spinta totale maggiore, essendo la definizione della spinta:

$$S = \frac{\gamma Y A^3}{g}$$

dove:

$\gamma$  = peso specifico dell'acqua

$Y$  = profondità

Il programma di calcolo richiede l'inserimento di alcune sezioni aggiuntive in corrispondenza di opere in alveo (ponti, passerelle e tombature), nonché altre sezioni (indicate con il simbolo "\*") ottenute per interpolazione dalle sezioni rilevate qualora il loro passo spaziale risultasse troppo elevato ai fini dell'accuratezza del calcolo.

- MIKE 11 (del DHI Water & Environment) : il modello idrodinamico simula il flusso monodimensionale, stazionario e non, di fluidi verticalmente omogenei in qualsiasi sistema di canali o aste fluviali, descrivibile attraverso i diversi approcci dell'"onda cinematica", dell'"onda diffusiva" e dell'"onda dinamica" e con la messa in conto principalmente delle seguenti condizioni: portate laterali, flusso libero o rigurgitato, differenti regole operative di funzionamento di serbatoi o invasi, resistenze localizzate e perdite di carico concentrate, aree d'espansione, nodi idraulici (biforcazioni e convergenti). La soluzione del sistema di equazioni è indipendente dall'approccio modellistico seguito (cinematico, diffusivo, dinamico). Le equazioni generali di De Saint Venant sono trasformate in un sistema di equazioni implicite alle differenze finite secondo una griglia di calcolo con punti  $Q$  e  $h$  alternati tra loro, nei quali la portata  $Q$  e il livello idrico  $h$ , rispettivamente, sono determinati ad ogni passo temporale (schema di Abbott a 6 punti). Nel caso di **moto permanente**, le equazioni complete del moto vengono risolte con condizioni al contorno invarianti nel tempo.

- Parametri di scabrezza

I valori di riferimento del parametro di scabrezza  $K_s$  proposti dalla Regione Liguria sono riportati in Normativa di Piano.

Corso d'acqua	Sezioni	Descrizione del tratto	Coefficiente di scabrezza $K_s$ [ $m^{1/3}s$ ]	Programma di modellazione idraulica utilizzato
T. Letimbro	87.2 - 1	Da località Cimavalle al ponte della Consolata (marzo 2001)	35	HEC RAS
T. Letimbro	7.9 - 0	Da ponte della Consolata alla foce (riperimetrazione marzo 2004)	28,6	HEC RAS
T. Lavanestro	1- 14	A valle dell'abitato di Cadibona (settembre 2003)	30	MIKE 11
T. Lavanestro	1 - 49	Tra località Nuxette e località Pianazze (giugno 2002)	30	MIKE 11
T. Lavanestro	22 - 1	Tra località Pianazze e la confluenza con il T. Letimbro (marzo 2001)	35	HEC RAS
Rio Lorianò	26 - 1	Tratto di circa 1 km a monte della confluenza con il T. Letimbro in loc. Santuario (marzo 2004)	35	HEC RAS
Rio Fossato	22 - 1	Tratto di circa 800m a monte della confluenza con il T. Letimbro in loc. Santuario (marzo 2004)	35	HEC RAS
Rio Reposseno		Tratto di circa 140 a monte del rilevato ferroviario Torino-Fossano-Ceva sino a confluenza con Letimbro	35	HEC RAS
Rio Fossaie		Tratto di circa 140 a monte del rilevato ferroviario Torino-Fossano-Ceva sino a confluenza con Letimbro	35	HEC RAS

Tabella 3.3.2.3.1: tabella riassuntiva dei tratti d'alveo indagati nel bacino Letimbro con i rispettivi parametri di scabrezza assegnati e i programmi di modellazione utilizzati

- Condizioni al contorno

**T. Letimbro e T. Lavanestro alla confluenza (marzo 2001):**

In particolare il modello HEC-RAS integra il profilo a partire dalla condizione di monte con tirante pari al valore critico se la corrente che si instaura, per il valore di portata di deflusso impostata, si trova in condizioni di regime idraulico veloce, ovvero valore di Froude maggiore di 1. Il modello integra, invece, a partire dalle condizioni di valle pari alla condizione di deflusso critica se il regime idraulico che si instaura è lento, ovvero con numero di Froude minore di 1.

**bacino: LETIMBRO**

Le condizioni di regime idraulico del profilo, ovvero lento o veloce o critico, variano lungo l'asta presa in esame in accordo con le variazioni di sezioni e di portata che si impongono nel modello di calcolo.

**T. Lavanestro tra località Nuxette e località Pianazze (giugno 2002):**

- a monte: idrogramma di piena a portata costante per assegnato tempo di ritorno;
- a valle: livello del pelo libero desunto dallo studio idraulico del piano di bacino per i tratti a monte di aree già indagate; si sono utilizzati i livelli della sezione 22 dello studio marzo 2003, relativamente ai tre tempi di ritorno presi in considerazione.

**T. Lavanestro a valle dell'abitato di Cadibona (settembre 2003):**

- a monte: idrogramma di piena a portata costante per assegnato tempo di ritorno;
- a valle: livello del pelo libero a pari tempo di ritorno desunto dallo studio idraulico del piano di bacino in corrispondenza della sezione numero 1 dello studio risalente a giugno 2002, relativamente ai tre tempi di ritorno presi in considerazione.

**Rio Lorianò alla confluenza con il T. Letimbro, in loc. Santuario (marzo 2004):**

- monte: come condizione al contorno di monte è stata assunta la profondità critica;
- valle: la condizione di valle per il calcolo del profilo in moto permanente è stata posta pari al livello del pelo libero con corrispondente tempo di ritorno, desunto dallo studio idraulico del T. Letimbro in prossimità della sezione di confluenza;

**Rio Fossato alla confluenza con il T. Letimbro, in loc. Santuario (marzo 2004):**

- monte: come condizione al contorno di monte è stata assunta la profondità critica;
- valle: la condizione di valle per il calcolo del profilo in moto permanente è stata posta pari al livello del pelo libero con corrispondente tempo di ritorno, desunto dallo studio idraulico del T. Letimbro in prossimità della sezione di confluenza;

**Rio Reposeno:**

Le condizioni al contorno utilizzate sono state così assunte:

- a monte: profondità di moto uniforme ( $i=0.084\%$ );
- a valle: confluenza torrente Letimbro.

**Rio Fossaie:**

Le condizioni al contorno utilizzate sono state così assunte:

- a monte: profondità di moto uniforme ( $i=0.084\%$ );
- a valle: confluenza torrente Letimbro.

**3.3.2.4 Profili di moto permanente**

**Torrente Letimbro:**

Dalle elaborazioni effettuate si può chiaramente desumere che:

- Nel tratto a monte della passerella pedonale (tra le sez. 0.5 e 2.5), in seguito alle opere di sistemazione idraulica della foce, non risulta più esondabile per la portata cinquantennale la vecchia sede ENEL posta in sponda destra; entrambe le sponde rimangono inondate dalla portata cinquecentennale.
- Il ponte sulla SS1 Aurelia (sez. 2.5) non presenta un franco sufficiente al defluire della portata duecentennale. Lo stesso ponte, causando un brusco restringimento della sezione utile al deflusso delle acque di piena, genera un rigurgito che può portare al sormonto, per  $T = 200$  anni, i ponti di Corso Tardy & Benech (sez.7.5) e di Santa Rita (sez. 8) e tutta la sponda destra fino all'altezza di Via Frugoni. I sopraccitati ponti e la sponda destra nel tratto in esame non presentano un franco sufficiente neanche per portate con tempo di ritorno pari a 50 anni. Analoghe considerazioni vanno fatte per tutto il tratto prospiciente in sponda sinistra dove, al defluire di portate con tempo di ritorno  $T=$

**bacino: LETIMBRO**

200 anni, risulta insufficiente il franco di sicurezza nel tratto compreso tra il ponte della SS1 ed il ponte ferroviario (sez. 4.5), a monte del quale la corrente sormonta la sponda sinistra fino alla scuola materna "delle Piramidi" (sez. 6), dove il franco di sicurezza risulta comunque insufficiente. La stessa sponda è sormontata per portate con tempo di ritorno  $T = 500$  anni.

- A monte del ponte di Corso Tardy & Benech la situazione per la sponda sinistra ricalca specularmente quanto detto per la sponda destra: quote arginali insufficienti e franco di sicurezza inadeguati per  $T = 200$  anni.
- A monte di Via Frugoni e fino all'altezza del ponte di Via Aglietto – Via Trincee (sez.13), le arginature ed i ponti risultano sormontabili per eventi con tempo di ritorno associato pari a 200 anni.
- Il tratto prospiciente l'ipermercato di Corso Ricci, al defluire di una portata caratterizzata da un tempo di ritorno  $T = 200$  anni, non presenta un franco adeguato in entrambe le sponde.
- A monte della passerella di Via Acqui (sez.16), a parte un piccolo tratto (inondabile con  $T = 200$  anni), entrambe le arginature risultano sormontabili per eventi cinquecentennali.
- In corrispondenza dell'attraversamento di ferrovia ed autostrada (sez.19, 20 e 21), il restringimento dell'alveo causa l'innalzamento del pelo libero della corrente ed il conseguente sormonto di ambedue le quote arginali per  $T = 500$  anni; in sponda sinistra, per un breve tratto a monte della pila del ponte ferroviario, l'edificio fondato in alveo risulta allagabile anche per portate con  $T = 50$  anni. Al defluire di portate con tempo di ritorno  $T = 50$  anni, entrambe le sponde in questo tratto non presentano franco sufficiente, soprattutto in sponda sinistra fino a Lavagnola, anche a causa di costruzioni in alveo. Lo stesso tratto arginale risulta sormontato per portate duecentennali. Nel tratto in sponda destra l'argine non presenta franco sufficiente a monte dell'attraversamento ferroviario prima per  $T = 200$  anni e poi per  $T = 500$  anni.
- Il ponte di Lavagnola (sez.24) non presenta un franco di sicurezza adeguato già al defluire di portate cinquantennali che, rigurgitando verso monte, potrebbero allagare i giardini e l'edificio in sponda sinistra (sez.25) attraverso le finestrate in alveo. In sponda destra il rigurgito sormonta al sommità arginale per portate con  $T = 200$  anni.
- Il ponte di S. Martino (sez.27) non presenta un franco di sicurezza adeguato al defluire della portata duecentennale che, rigurgitando, potrebbe sormontare gli argini in un tratto in sponda sinistra. In questo tratto, l'argine in sponda destra risulta sormontabile con tempo di ritorno più che duecentennale, così come il tratto in sponda sinistra (tra sez.27 e sez.28).
- Procedendo verso monte, risulta sormontabile l'argine in sponda sinistra e insufficiente l'argine in sponda destra a valle del ponte Bailey (sez.36) per eventi caratterizzati da  $T = 200$  anni. A monte di questo, risulta insufficiente l'argine in destra per  $T = 200$  anni, ed in sponda sinistra il tratto in curva.
- Entrambi gli argini a monte dell'attraversamento localizzato come sez.38 risultano sormontati già per portate cinquantennali, a causa del rigurgito provocato dal suddetto attraversamento, fino all'altezza dell'immissione del rio Marmorassi (in sponda sinistra), in sinistra gli argini possono subire il sormonto anche a monte della confluenza.
- Procedendo verso monte, fino all'altezza del successivo ponte, l'argine di sponda destra all'altezza delle abitazioni subito a valle del suddetto ponte risulta sormontabile per eventi caratterizzati da un tempo di ritorno  $T = 50$  anni.
- Il ponte evidenziato in sez.44 risulta sormontato in occasione di eventi con  $T = 50$  anni, così l'argine in sponda destra fino al ponte successivo, mentre l'argine sinistro risulta sormontabile per  $T = 200$  anni.
- Anche il ponte seguente (sez.45) risulta sormontabile per  $T = 50$  anni, generando un rigurgito che sormonta entrambi gli argini subito a monte.
- L'attraversamento pedonale di monte (sez.47) risulta sormontabile per  $T = 200$  anni.
- Si incontra poi Località Massaia, dove il ponte della vecchia cartiera (sez.52) risulta sormontabile per portate cinquantennali; il rigurgito può inoltre provocare il sormonto arginale su entrambe le sponde per un tratto di circa 100 metri a monte.

**bacino: LETIMBRO**

- Anche il ponte "du Livè" (sez.56) risulta sormontabile per portate con  $T = 50$  anni, così come entrambi gli argini a monte, in particolare quello in sponda sinistra.
- Il tratto in sponda sinistra antistante l'abitato di Riborgo risulta sormontato per eventi alluvionali caratterizzati da un tempo di ritorno pari a 50 anni, così come accade per entrambe le sponde nel tratto immediatamente a monte e a valle del ponte che collega la provinciale con Riborgo Inferiore (sez.59).
- Tra le sez. 60 e 61, le arginature non presentano un franco di sicurezza adeguato già per  $T = 50$  anni;
- Nell'ansa a valle di San Bernardo le arginature non riescono a contenere le onde di piena risultanti da eventi caratterizzati da  $T = 50$  anni (sez.62-63).
- Procedendo verso monte si incontra uno stretto ponte ad arco (sez.63) che risulta sormontato da correnti con tempo di ritorno  $T = 50$  anni. La corrente di rigurgito che ne consegue supera le sommità arginali di entrambe le sponde.
- Il ponte in ferro davanti al cimitero di San Bernardo (sez.66) presenta un franco di sicurezza adeguato al passaggio di portate caratterizzate da  $T = 200$  anni. Da rilevare che alcune finestre del ricovero del Santuario in sponda sinistra a valle della Piazza del Santuario sono prive di un adeguato franco di sicurezza per portate con  $T = 50$  anni ed inondabili per  $T = 200$  anni.
- Il ponte del Santuario (sez.68) risulta sormontato anche da eventi modesti ( $T = 50$  anni) ed il rigurgito provoca l'uscita dell'acqua da entrambe le sponde.
- A monte del ponte del Santuario, la Filanda del Santuario (sez.69) presenta aperture in sponda sinistra senza franco di sicurezza adeguato.
- A monte del ponte della Capra (sez.77), alcuni tratti risultano insufficienti e si instaura un notevole rigurgito determinato dal ponte stesso, con esondazione in sponda destra già per  $T=50$  anni. Per  $T=200$  anni, l'esondazione è diffusa, il ponte della Capra risulta insufficiente ed in prossimità della sezione 80 il franco idraulico è insufficiente. Per  $T=500$  anni si rileva l'insufficienza dei ponti in sezione 79 e 82 che causano il rigurgito non contenuto dagli argini.

Per ulteriori dettagli a proposito delle criticità idrauliche si invita il lettore alla visione delle verifiche idrauliche allegate del Torrente Letimbro contenente profili di rigurgito in moto permanente per i diversi periodi di ritorno e le sezioni trasversali utilizzate per le elaborazioni.

**T. Lavanestro a valle dell'abitato di Cadibona (settembre 2003):**

Dalle elaborazioni effettuate si può chiaramente desumere che: su tutto il tratto non si riscontrano particolari criticità; solamente l'attraversamento posto all'altezza della sezione 8a provoca un rigurgito nel profilo per tutti i tempi di ritorno.

**T. Lavanestro tra località Nuxette e località Pianazze (giugno 2002):**

Dalle elaborazioni effettuate si può chiaramente desumere che le criticità più evidenti sono poste in prossimità di ponti ed attraversamenti che, ad eccezione di quelli posti in prossimità delle sezz. 19, 40 e 48, risultano non sufficienti per lo smaltimento delle portate anche cinquantennali.

**Torrente Lavanestro tra località Pianazze e la confluenza con il T. Letimbro (marzo 2001):**

Dalle elaborazioni effettuate si può chiaramente desumere che:

- La portata con tempo di ritorno associato pari a 50 anni riesce a defluire in alveo senza creare situazioni critiche; anche il franco di sicurezza sembra mantenersi più che adeguato per tutto il tratto sottoposto a modellazione, a parte all'altezza del secondo ponte (sez. 17.5).
- Tutti i ponti e le passerelle, ad eccezione di quello di sez.5.5 risultano diventare punti critici per portate duecentennali ed oltre, provocando rigurgiti che sormonterebbero gli argini su entrambe le sponde.

**bacino: LETIMBRO**

- La copertura (sottopasso di Corso Ricci) sembra invece sufficiente allo smaltimento anche della portata con  $T = 500$  anni.

Per ulteriori dettagli a proposito delle criticità idrauliche si invita il lettore alla visione delle verifiche idrauliche del Torrente Lavanestro contenente profili di rigurgito in moto permanente per i diversi periodi di ritorno e le sezioni trasversali utilizzate per le elaborazioni.

**Rio Lorianò alla confluenza con il T. Letimbro, in loc. Santuario (marzo 2004):**

Dalle elaborazioni effettuate si evidenzia il carattere torrentizio del rio per tutti i tempi di ritorno, determinato dalle pendenze piuttosto elevate del corso d'acqua. Ciò determina il deflusso delle portate sostanzialmente in corrente veloce, ad esclusione di fenomeni locali dovuti alla presenza di alcuni guadi stradali.

**Rio Fossato alla confluenza con il T. Letimbro, in loc. Santuario (marzo 2004):**

Dalle elaborazioni effettuate si evidenzia il carattere torrentizio del rio per tutti i tempi di ritorno, determinato dalle pendenze piuttosto elevate del corso d'acqua. Ciò determina il deflusso delle portate sostanzialmente in corrente veloce, ad esclusione di fenomeni locali dovuti alla presenza di attraversamenti.

**3.3.2.5 Analisi della capacità di smaltimento delle opere in alveo**

Le principali problematiche emerse dalle indagini condotte sono dovute, da una parte, alle caratteristiche morfologiche intrinseche del territorio, che è caratterizzato da zone altimetricamente depresse cui afferiscono rilevanti bacini scolanti, dall'altra dallo sviluppo delle attività antropiche, che in esso si sono incrementate nel tempo.

Al fine di individuare eventuali criticità localizzate e di determinare se siano causa di condizioni di rischio, è stata esaminata in dettaglio la capacità di smaltimento delle opere in alveo, determinandone la portata massima transitante senza esondazioni.

Nella tabella seguente vengono riportati per le opere edificate in alveo (attraversamenti con e senza pile in alveo, tombature), indicate con il numero della sezione, il minor tempo di ritorno per cui l'opera non risulta verificata. Si è considerata l'opera non verificata se il franco è risultato inferiore a 50 cm.

**- Torrente Letimbro**

<b>N.° Sezione</b>	<b>Tipologia dell'opera</b>	<b>Tempo di ritorno</b>
82	Ponte senza pile	$T < 500$
79	Ponte ad arco	$T < 500$
77	Ponte "della Capra"	$T < 50$
68	Ponte del Santuario	$T < 50$
66	Ponte in ferro	$T > 500$
63	Ponte S. Bernardo	$T < 50$
60	Ponte a monte di Riborgo	$T < 200$
56	Ponte "du Livè"	$T < 50$
52	Ponte a valle di Loc. Massaia	$T < 50$
47	Passerella pedonale in ferro	$T < 200$
45	Ponte di servizio	$T < 50$
41	Ponte della Cartiera	$T < 50$
38	Ponte strada provinciale	$T < 50$
36	Ponte in ferro	$T < 200$
33	Nuovo ponte nell'area dell'ex ENEL	$T < 500$
27	Ponte di S.Martino	$T > 500$
24	Ponte di Lavagnola	$T > 500$

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO  
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)

Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio

**bacino: LETIMBRO**

19 - 20	Attraversamento FF.SS	T > 500
16	Passerella pedonale di Via Acqui	T < 200
13	Ponte di Via Aglietto	T < 200
12	Don Minzoni	T < 50
8	Ponte della Consolata	T < 50
7.5	Ponte di C.so Tardy & Benech	T < 50
4.5	Attraversamento ferroviario	T < 500
2.5	Ponte S.S. Aurelia	T < 200
0.5	Passerella pedonale G.Ruffino	T > 500

Tabella 3.3.2.5.1: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo del Torrente Letimbro

- **Torrente Lavanestro a valle dell'abitato di Cadibona (settembre 2003)**

N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
16a	Ponte con tre campate	T > 500
8a	Ponte ad arco	T < 50
3a	Attraversamento con una pila in alveo	T > 500

Tabella 3.3.2.5.2: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo del Torrente Lavanestro (settembre 2003)

- **Torrente Lavanestro tra località Nuxette e località Pianazze (giugno 2002)**

N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
6	Ponte ad arco	T < 50
7	Attraversamento con due pile in alveo	T < 50
9	Attraversamento con una pila in alveo	T < 200
16	Ponte ad arco	T < 50
19	Attraversamento con due pile in alveo	T > 500
26	Passerella in legno	T > 500
30	Attraversamento con una pila in alveo	T < 50
40	Ponte ad arco	T > 500
47	Attraversamento con una pila in alveo	T < 500

Tabella 3.3.2.5.3: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo del Torrente Lavanestro (giugno 2002)

- **Torrente Lavanestro tra località Pianazze e la confluenza con il T. Letimbro (marzo 2001)**

N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
20.5	Passerella privata	T < 200
17.5	Ponte "Toscano"	T = 50
14.5	Passerella privata	T < 200
11.5	Prima passerella ATA	T < 200
9.5	Seconda passerella ATA	T < 200
7.5	Terza passerella ATA	T < 200
5.5.	Ponte privato	T < 500

1.5	Sottopasso C.so Ricci	T>500
-----	-----------------------	-------

Tabella 3.3.2.5.4: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo del Torrente Lavanestro

- **Rio Lorianò alla confluenza con il T. Letimbro, in loc. Santuario (marzo 2004)**

N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
23.5	Guado stradale	T < 50
20.5	Guado stradale	T < 50
15.5	Guado stradale	T < 50
7.5	Viadotto ferroviario	T > 500
3.5	Copertura confluenza con Letimbro	T > 500

Tabella 3.3.2.5.5: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo del Rio Lorianò

- **Rio Fossato alla confluenza con il T. Letimbro, in loc. Santuario (marzo 2004)**

N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
14.5	passerella in legno	T < 50
12.5	passerella in cls	T > 500
9.5	passerella	T < 50
7.5	Viadotto ferroviario	T > 500
4.5	guado	T < 50
2.5	ponte cls	T < 200

Tabella 3.3.2.5.6: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo del Rio Fossato

- **Rio Reposseno**

N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
12.8	Attraversamento	T > 500
6.8	Attraversamento	T < 50
3	Imbocco tombinatura	T > 50
1-2	Tombinatura	T < 50

Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo per il rio Reposseno

- **Rio Fossaie**

N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
7.5	Tombinatura	T < 50
5.5	Attraversamento	T < 50
3.5	Tombinatura	T < 50
2	Imbocco tombinatura	T < 50
1	Sbocco tombinatura	T > 200

Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo per il rio Fossaie

### 3.3.3 Fasce di inondabilità

Sulla base delle verifiche idrauliche effettuate per le portate prescelte si individuano le aree perfluviali inondabili in caso di eventi di piena. Tale determinazione può essere effettuata con diverse metodologie a diverso grado di approssimazione e complessità.

Nel presente piano, il tracciamento delle linee che delimitano le aree inondabili con i diversi periodi di ritorno, è stato svolto a partire da :

- una valutazione dei tratti e delle sezioni in cui il pelo libero ha quota superiore alla quota delle sponde come da profilo di rigurgito, determinato tramite le precedenti verifiche idrauliche. Le verifiche condotte con il software utilizzato permettono di visualizzare oltre al livello di pelo libero, anche le linee indicative della sponda destra e sinistra, pertanto è possibile distinguere l'eventuale esondazione nelle due sponde. E' utile ribadire che, data la necessaria schematizzazione nel tracciamento dei limiti di sponda, nel definire le fasce si è tenuto in debito conto di quanto rilevato in occasione dei sopralluoghi effettuati in sito. La determinazione delle aree inondabili, cioè le superfici che vengono sommerse dal relativo ipotetico evento di piena, è stata condotta essenzialmente sulla base dei criteri per l'elaborazione dei piani di bacino, suggeriti dall'Autorità di Bacino di rilievo regionale della Regione Liguria al punto 3 della Raccomandazione n°1 "Metodologia per la mappatura delle aree soggette a rischio di inondazione" (1995). Si è inoltre proceduto all'individuazione dei tratti critici del corso d'acqua (quali ponti, tombinature, coperture, ecc.) e alla loro verifica con i dovuti franchi di sicurezza;
- qualora gli argini non fossero continui perché danneggiati, o perché costituiti da edifici inframmezzati da varchi, si è considerato il defluire delle acque attraverso di essi e di conseguenza l'inondabilità delle aree limitrofe;
- una analisi di verifica in campagna in modo tale da verificare la congruenza delle fasce tracciate con la morfologia dei luoghi (operazione importante per il controllo di particolari situazioni puntuali).

In generale i metodi per la valutazione effettiva delle aree inondabili sono suddivisi secondo tre diverse famiglie, che rispondono a tre differenti filosofie di approccio al problema e partono da ipotesi di lavoro differenti.

I tre modelli, topologico, curve di livello ed idrogramma di piena, sono già stati analizzati e di ognuno sono stati evidenziati i limiti e le capacità di interpretazione dei fenomeni, nonché le difficoltà di calcolo e di modellazione incontrate, all'interno dello studio CIMA. Dal momento che i tre metodi sono complementari, una loro combinazione fornisce i migliori risultati, consentendo di superare i limiti intrinseci di ciascuno di essi.

Sulla base della metodologia qui adottata, ovvero la combinazione dei suddetti tre metodi, che consente una valutazione senz'altro maggiormente attendibile, sono state individuate le aree inondabili per le portate al colmo di piena relative ai tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni. Sulla base di tale determinazione, secondo i criteri dell'Autorità di bacino regionale, è stata prodotta la Carta delle Fasce di Inondabilità, con la determinazione delle tre fasce:

- Fascia A, aree perfluviali inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno  $T=50$  anni.
- Fascia B, aree perfluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno  $T=200$  anni.
- Fascia C, aree perfluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno  $T= 500$  anni o, se più estese, aree storicamente inondate.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO  
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)  
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio  
**bacino: LETIMBRO**

I tratti d'asta indagati sono evidenziati negli ALLEGATI "VERIFICHE IDRAULICHE". Dalla carta delle fasce si evincono analogamente i tratti indagati in accordo con i profili delle condizioni di moto permanente allegate.

Le zone ricadenti in aree storicamente inondate ed esterne alla fascia C dedotta dal modello di individuazione delle aree inondabili, derivate dalla mappatura allegata alla DGR n° 2615/98 e sue successive modifiche (ultimo aggiornamento DGR n° 594/01), sono state comunque inserite nel perimetro della fascia C della quale seguono il regime vincolistico.

Successivi studi potranno in seguito analizzare eventuali fenomeni di allagamento dovuti non ad inondazioni fluviali ma a fenomeni la cui dinamica oggi non rientra nelle specifiche di questo studio.

A fini di applicazione normativa, inoltre, le aree inondate approvate con DGR 59/2015, laddove più esterne alle vigenti aree di fascia A e non siano state adeguatamente approfondite sulla base di studi idraulici aggiornati, sono state classificate come "aree individuate come a rischio di inondazione sulla base di considerazioni geomorfologiche o di altra evidenze di criticità, in corrispondenza delle quali non siano state effettuate nell'ambito del Piano le adeguate verifiche idrauliche", con normativa associata di tipo A\* (cfr art. 12, c.2, lett a1, punto 4) delle NdA). Resta fermo che, sulla base di ulteriori studi ed approfondimenti, circa le cause e gli effetti delle inondazioni avvenute, possano essere apportati eventuali ulteriori aggiornamenti degli scenari di inondabilità in termini di tempo di ritorno.

Relativamente all'attività di "Riorganizzazione alla luce dei contenuti del Piano di Bacino degli studi e dei progetti esistenti per i torrenti Letimbro e Lavanestro con progettazione preliminare della sistemazione complessiva per la messa in sicurezza idraulica con tempo di ritorno duecentennale e progettazione definitiva degli interventi prioritari in Comune di Savona", finanziata da Regione Liguria al Comune di Savona con DGR 347/02, a seguito della conclusione dell'attività e della trasmissione da parte del Comune delle relative risultanze, sono state recepite le indicazioni progettuali preliminari nel Piano Interventi del presente Piano di Bacino, con relativo aggiornamento della fascia di riassetto fluviale, come richiesto nel parere vincolante di cui alla DGR 1158/2002 da Regione Liguria.

### 3.3.3.1 Rio Ritorto

Con DDG n. 4144 del 15/07/2019, è stata approvata la variante inerente la perimetrazione delle fasce di inondabilità del Rio Ritorto, ultimo affluente in destra orografica del T. Letimbro prima della foce.

La modellazione idraulica sviluppata a seguito di un rilievo topografico di dettaglio realizzato ad hoc sul Rio ha consentito la definizione delle fasce di inondabilità per i tre tempi di ritorno cinquantennale, duecentennale e cinquecentennale.

Poiché le fasce di inondabilità del Rio Ritorto sono risultate interferenti con quelle del Torrente Letimbro, la carta delle fasce di inondabilità del Piano di Bacino è stata elaborata tenendo conto della presenza delle fasce del T. Letimbro, con prevalenza del regime normativo più cautelativo.

La variante al Piano ha recepito tale situazione aggiornata e sono state, conseguentemente, aggiornate anche la carta delle aree inondabili, quella del rischio, quella dei tratti indagati e le verifiche idrauliche a supporto dell'analisi.

### 3.3.4 Fascia di riassetto fluviale

La fascia di riassetto fluviale comprende le aree esterne all'alveo attuale necessarie per l'adeguamento del corso d'acqua all'assetto definitivo previsto dal presente Piano.

Sulla base dell'esame degli interventi individuati nel presente Piano e sulla base delle indicazioni progettuali preliminari relative all'attività finanziata al Comune di Savona con DGR 347/02, è stata aggiornata la fascia di riassetto fluviale sul T. Letimbro (cfr. TAV. 16 del presente Piano di Bacino).

Ulteriori perimetrazioni o modifiche potranno essere previste in fasi successive sulla base di approfondimenti in sede di aggiornamento di Piano o in fase progettuale.

### 3.4 Principali criticità del bacino

#### 3.4.1 Suscettività al dissesto dei versanti

Nel seguito sono analizzate le aree maggiormente significative, soprattutto per quanto riguarda le classi di Suscettività al dissesto alta e media che determinano rischio elevato.

Le aree ad alta Suscettività sono localizzate essenzialmente:

- sotto il profilo litologico, in corrispondenza degli affioramenti di filladi e miloniti;
- sotto il profilo tettonico-strutturale, a cavallo dei principali allineamenti di faglie;
- dell'ubicazione, in corrispondenza delle fasce inferiori dei versanti che si affacciano

al tratto mediano ed inferiore del T.Letimbro con forte prevalenza del versante destro ed un pò a tutta l'asta del T.Lavanestro.

Aree a marcata Suscettività al dissesto sono in particolare:

1 - Bacino del T.Letimbro s.s.;

• quelle a cavallo del Rio dell'Acquabona, con interessamento parziale della S.P. n. 27;

• il tratto intermedio dell'asta del Rio Loriano;

• i versanti in sponda destra del Letimbro, tra Cimavalle e S.Bernardo, con parziale interessamento della S.P. n. 27;

• i versanti sempre in sponda destra tra la loc. V Cappelletta e la periferia Nord di Lavagnola:

2 - Bacino del T.Lavanestro:

• un'area in versante sinistro, poco a valle dell'abitato di Cadibona,

• aree in versante destro e sinistro nella zona di Montemoro e Maschio;

• il versante in sponda destra dalla loc. Pianazze fino a poco a monte della confluenza del Lavanestro nel Letimbro.

Nella porzione medio-alta del bacino (in particolare nei sottobacini del Rio Albergo e del Rio di Lodo), anche in conseguenza delle specifiche litologie presenti e della natura delle coltri da esse derivate, si è localmente in condizioni di media Suscettività al dissesto, fatti salvi alcuni punti specifici in cui l'alta Suscettività è legata direttamente alle influenze della costruzione e comunque della presenza di infrastrutture viarie e ferroviarie; tra queste si segnala in particolare la condizione della fascia di versante a cavallo della variante alla S.S. n. 29, nella zona di Pian di Lodo.

Aree a Suscettività media sono poi quelle localizzate in corrispondenza delle coltri sciolte su substrato di litotipi filladici, gabbrici od ofiolitici della "Falda di Montenotte".

La fascia di Nord-Est e Nord del bacino è per lo più caratterizzata da Suscettività bassa, così come la fascia meridionale, lungo le fasce di versante medio-alte del sottobacino del Lavanestro. Suscettività molto bassa hanno le zone di crinale, soprattutto se caratterizzate da sequenze di terrazzi morfologici e, ovviamente, le aree di fondovalle.

Sono infine state classificate a Suscettività media alcune fasce di versante immediatamente a ridosso del T.Letimbro e del T.Lavanestro, laddove l'andamento meandriforme conduce ad una marcata erosione spondale con conseguente richiamo di

materiale sciolto dalle zone di piede del versante o mobilitazione delle alluvioni recenti terrazzate.

Le cave, le discariche ed i riporti presenti nel bacino sono stati classificati nella classe speciale; va sottolineato che essi rappresentano elementi di debolezza e, nello specifico delle cave e delle discariche, particolare importanza con la Suscettività va attribuita alla gestione e alla coltivazione.

Inoltre rappresentano elementi di criticità in ordine alla loro stabilità intrinseca, quanto meno in zone puntuali, e al riflesso che hanno sui deflussi delle acque superficiali, provocando ruscellamenti anomali e trasporti solidi verso i fondivalle.

#### 3.4.2 Criticità idrauliche

L'analisi della pericolosità presente nel bacino porta in primo luogo a riconoscere eventuali caratteri comuni all'interno delle criticità.

##### **- Torrente Letimbro (marzo 2001, marzo 2004)**

Per la valutazione delle aree inondabili associate alle portate di piena con tempi di ritorno  $T=50$ ,  $T=200$  e  $T=500$  anni, sono stati stimati, a partire dai rispettivi profili di rigurgito, i volumi d'acqua che non trovano più recapito in alveo, e che quindi vanno ad inondare le zone circostanti ai punti di fuoriuscita dell'acqua. La propagazione dell'inondazione è stata quindi effettuata considerando l'orografia del terreno circostante (metodo topologico) cercando di rispettare comunque l'equazione di continuità sui volumi.

Dall'analisi dei profili di rigurgito a partire dall'abitato del Santuario, è stato rilevato che, per portate già cinquantennali, risulta esondabile la piazza del Santuario, sia a causa del rigurgito provocato dal ponte seicentesco, sia a causa della confluenza del Rio della Madonna (Rio Lorian) a valle di questo.

Nel tratto a valle del ponte del Santuario, in sponda sinistra l'argine risulta insufficiente al contenimento delle portate duecentennali, mentre in sponda destra la strada SP12 di Savona risulta percorsa dalla acqua esondata fino alla salita che porta alla località S. Bernardo.

L'area in sponda destra a valle del ponte (sez.66) risulta allagata per eventi con tempo di ritorno pari a 50 anni.

Il tratto a monte del ponte di S. Bernardo (sez.63), risulta inondabile con tempo di ritorno pari a 50 anni sia in sponda sinistra che in destra, dove risulta edificato in alveo, così come tutto il tratto a valle del ponte suddetto, che risulta inondabile da portate cinquantennali sia in sponda destra (località Molino), sia in sponda sinistra ove la situazione è aggravata dalla confluenza del Rio Fossato.

L'abitato di Riborgo risulta inondabile da eventi cinquantennali in sponda sinistra, mentre in sponda destra le acque disalveate scorrono lungo la strada provinciale.

Il restringimento provocato dal successivo ponte della provinciale (sez.45), e dalla stretta geologica ivi localizzata, provoca non solo il sormonto del ponte con frequenze elevate ( $T= 50$  anni), ma anche l'esondazione in entrambe le sponde nel tratto a valle del ponte stesso.

Il ponte della vecchia cartiera (sez. 41) risulta anch'esso sormontabile con tempi di ritorno cinquantennali, così come l'attraversamento pedonale posto a circa 500 metri più a valle.

Procedendo verso valle, risulta esondabile l'area occupata dalla cartiera già per eventi cinquantennali, mentre in sponda sinistra l'esondazione interessa la strada provinciale.

Procedendo verso valle, si incontra una nuova stretta geologica (sez. 38), a monte della quale vi è un ponte che aggrava la criticità del tratto, risultando sormontabile già per portate con tempo di ritorno cinquantennale. Il rigurgito provoca l'allagamento della provinciale e dei terrazzamenti in sponda sinistra, fino all'altezza del Rio Marmorassi.

**bacino: LETIMBRO**

A valle della sez. 38 si verificano allagamenti che interessano sia l'edificato in sponda destra, sia la SP12 in sponda sinistra, a causa del rigurgito provocato dal ponte all'altezza della sez. 36.

Nel tratto a monte del ponte ferroviario risulta inondabile con frequenza cinquantennale la zona occupata da capannoni in sponda sinistra, così come la sponda destra.

Il ponte di S. Martino (sez. 27) provoca rigurgito per portate duecentennali, e le acque disalveano così sulla strada provinciale in sponda sinistra.

Nel tratto successivo a monte del ponte di Lavagnola (sez. 24), a causa del restringimento dovuto alla struttura stessa del ponte, che non presenta franco di sicurezza adeguato già al defluire di portate cinquantennali, il torrente rigurgita a monte invadendo i giardini e l'edificio in sponda sinistra, mentre in sponda destra, per eventi duecentennali, esonda sulla strada e sul piazzale.

La zona all'altezza della confluenza con il torrente Lavanestro (sez. 23) risulta inondabile già per eventi cinquantennali.

Il tratto successivo risulta esondabile in sponda destra per eventi duecentennali, mentre in sponda sinistra vi sono esondazioni già per portate con  $T = 50$  anni.

Nel tratto successivo, la zona prospiciente l'ipermercato di Corso Ricci risulta esondabile per portate duecentennali, anche a causa di esondazioni avvenute in tratti più a monte.

Il corso cittadino del Torrente Letimbro, per tutto il tratto a valle del ponte di via Aglietto (sez. 13) fino alla foce, è caratterizzato da arginature insufficienti su entrambe le sponde per eventi con tempo di ritorno duecentennali. Le zone inondabili in sponda destra comprendono vaste zone dell'Oltreletimbro, mentre in sponda sinistra viene interessato tutto il centro cittadino. In questo tratto risultano sormontati i seguenti ponti: il ponte di via Don Minzoni (sez. 12), il ponte di Santa Rita (sez. 8), il ponte di corso Tardy & Benech (sez. 7.5) e, infine, il ponte della via Aurelia (sez. 2.5).

In particolare in corrispondenza dei ponti di Santa Rita e corso Tardy & Benech, il franco di sicurezza residuo in sponda sinistra per portate cinquantennali risulta estremamente esiguo. Le aree circostanti, in zone depresse, risultano quindi inondabili.

A causa del rigurgito indotto dai ponti, nel tratto compreso tra il Palazzo di Giustizia e il ponte sulla via Aurelia, gli argini risultano insufficienti e si verifica un grave fenomeno di inondazione soprattutto in sponda sinistra. Nel tratto a valle, tra il ponte della via Aurelia e la passerella pedonale Ruffino (sez. 0.5), in seguito ai lavori di sistemazione della parte fociva del T. Letimbro, le aree in sponda sinistra e destra risultano inondabili per portate con tempi di ritorno cinquecentennali.

**T. Lavanestro a valle dell'abitato di Cadibona (settembre 2003):**

L'unica zona in cui si riscontra una criticità è posta in località S. Giacomo in prossimità della sez. 8a dove, a causa del ponte insufficiente allo smaltimento delle portate per tutti i tempi di ritorno, le aree adiacenti all'attraversamento sono interessate da una fascia di inondabilità legata a tempo di ritorno duecentennale.

**T. Lavanestro tra località Nuxette e località Pianazze (giugno 2002):**

Dall'analisi idrauliche effettuate il tratto evidenzia poche criticità puntuali localizzate in genere in prossimità di attraversamenti. In particolare si segnala un'area inondabile per tempo di ritorno cinquantennale su entrambe le sponde all'altezza della sez. 3; analoga situazione si riscontra nei pressi della sez. 8 dove l'area cinquantennale interessa in particolare una depressione posta in sponda sinistra. All'altezza delle sezz. 23-24 l'argine sinistro non riesce a contenere la portata cinquecentennale dando luogo ad un'area inondabile lungo la strada provinciale adiacente al corso d'acqua.

**T. Lavanestro tra loc. Pianazze e la confluenza con il T. Letimbro (marzo 2001)**

Dall'analisi dei profili di rigurgito è stato rilevato che, per portate con tempo di ritorno associato uguale a e maggiore di 200 anni, risultano esondabili, in sponda sinistra, Via

**bacino: LETIMBRO**

Nazionale Piemonte e le unità abitative ad essa prospicienti, ed in sponda destra gli edifici privati e gli insediamenti ATA prospicienti l'alveo.

Le acque esondanti su Via Nazionale Piemonte andrebbero ad interessare il tratto iniziale di Corso Ricci, mentre in sponda destra l'area occupata dai trasformatori ENEL verrebbe allagata, essendo questa altimetricamente depressa rispetto alla zona circostante.

**T. Lavanestro tra loc. Pianazze e la confluenza con il T. Letimbro (marzo 2001)**

Dall'analisi dei profili di rigurgito è stato rilevato che, per portate con tempo di ritorno associato uguale a e maggiore di 200 anni, risultano esondabili, in sponda sinistra, Via Nazionale Piemonte e le unità abitative ad essa prospicienti, ed in sponda destra gli edifici privati e gli insediamenti ATA prospicienti l'alveo.

Le acque esondanti su Via Nazionale Piemonte andrebbero ad interessare il tratto iniziale di Corso Ricci, mentre in sponda destra l'area occupata dai trasformatori ENEL verrebbe allagata, essendo questa altimetricamente depressa rispetto alla zona circostante.

**Rio Lorianò alla confluenza con il T. Letimbro, in loc. Santuario (marzo 2004):**

Dalle elaborazioni effettuate si può chiaramente desumere che su tutto il tratto non si riscontrano particolari criticità ad esclusione di alcuni guadi stradali presenti sul corso d'acqua (sezz. 23.5 - 20.5 - 15.5).

**Rio Fossato alla confluenza con il T. Letimbro, in loc. Santuario (marzo 2004):**

Dalle elaborazioni effettuate si può chiaramente desumere che su tutto il tratto non si riscontrano particolari criticità ad esclusione un guado stradale (sez. 4.5) e di una passerella ad uso privato (sez. 2.5).

**Rio Repusseno**

Dalle elaborazioni effettuate si può chiaramente desumere che le criticità più evidenti sono poste in prossimità dell'imbocco della tombinatura di valle, che non risulta sufficiente per lo smaltimento delle portate anche cinquantennali, con conseguente fuoriuscita di volumi d'acqua nell'immediata vicinanza dell'imbocco e, più a valle, nei pressi del tombino grigliato posto nella parte sommitale della tombinatura.

**Rio Fossaie**

Dalle elaborazioni effettuate si può chiaramente desumere che le criticità più evidenti sono poste in prossimità dell'imbocco di un tratto tombinato di monte (sezz. 7-8), che non risulta sufficiente per lo smaltimento delle portate anche cinquantennali, con conseguente fuoriuscita di volumi d'acqua nell'immediata vicinanza dell'imbocco. Da qui, per pendenza, l'inondazione propaga verso valle seguendo come direttrice principale l'andamento del sedime stradale.

### 3.5 Considerazioni sul trasporto solido

#### 3.5.1 Premessa

Il trasporto solido è un fenomeno che gioca un ruolo importante nella dinamica dell'alveo dei corsi d'acqua, in grado di causare o peggiorare situazioni di Rischio idrogeologico in un bacino. L'analisi della dinamica del trasporto solido può assumere quindi una particolare rilevanza per quanto riguarda sia la determinazione delle criticità e della pericolosità sia l'individuazione, la programmazione e la progettazione degli interventi di sistemazione.

Le modalità con le quali il trasporto di sedimenti può interagire con il deflusso di una corrente sono varie. La valutazione dei livelli idrici attesi in un evento di piena, ad esempio, viene comunemente effettuata trascurando il fenomeno del trasporto di sedimenti da parte della corrente e quindi attraverso una modellazione idraulica a fondo fisso che può, tuttavia, fornire risultati anche significativamente sottostimati rispetto ad una soluzione a fondo mobile (fondo che, viceversa, si modifica in funzione del materiale trasportato dalla corrente), molto più onerosa dal punto di vista della modellistica ma certamente più rappresentativa della realtà. Durante l'evento di piena, infatti, possono realizzarsi depositi localizzati che producono forti innalzamenti del livello della corrente. Durante la fase discendente della piena tali depositi possono venire rimossi ma i livelli raggiunti al colmo della piena sono comunque superiori a quelli prevedibili da una modellazione a fondo fisso.

La dinamica del trasporto solido può inoltre avere influenza anche nella determinazione degli interventi di sistemazione: opere in grado di migliorare idraulicamente le caratteristiche locali del deflusso, possono addirittura rivelarsi dannose se vengono tenuti in conto gli effetti del trasporto solido. Un intervento di allargamento di sezione localizzato, ad esempio, produce in caso di corrente lenta una diminuzione della profondità, ma anche un rallentamento della corrente stessa che, non essendo più in grado di trasportare la stessa quantità di sedimenti, provoca la formazione di un deposito che può risultare di entità tale da produrre addirittura livelli idrici più elevati rispetto alla situazione precedente. In questi casi è evidente che il corretto intervento sistematorio dovrebbe consistere quindi in una regolarizzazione della larghezza, piuttosto che in un allargamento localizzato.

La realizzazione di briglie o l'analisi dell'effetto di briglie già esistenti sul corso d'acqua è un altro esempio in cui può essere determinante la considerazione dei fenomeni di trasporto solido, al fine di valutare la possibile evoluzione del fondo e la portata solida che può essere trasportata alla foce e, in particolare, sulle spiagge.

La valutazione del trasporto solido, infine, assume importanza in tutti quei casi in cui la stabilità di opere in alveo possa essere alterata da fenomeni di scalzamento; si pensi ad esempio ai problemi di scalzamento delle pile di ponti o del piede di opere di arginatura provocato dalla capacità erosiva della corrente o anche di stabilità di versanti che, sottoposti al piede all'azione erosiva delle acque, possono causare smottamenti localizzati.

Il fenomeno è strettamente legato alle caratteristiche geomorfologiche e geologiche del bacino ed è difficilmente quantificabile a meno di monitoraggi e di modellazioni complesse. A questo proposito, è utile sottolineare la sostanziale generale mancanza di dati di campagna sul trasporto solido; la necessità di una sua quantificazione fa emergere pertanto l'opportunità di realizzare stazioni di monitoraggio su alcuni bacini considerati maggiormente significativi per il territorio ligure, in modo da poter applicare i dati ricavati anche su bacini contigui e/o litologicamente simili.

La modellazione idraulica a fondo mobile è attualmente ancora piuttosto onerosa, soprattutto riguardo alla schematizzazione matematico-numerica, e non facilmente applicabile a casi generali, soprattutto nell'ambito della pianificazione di bacino. La modellazione richiede, in particolare, rilievi topografici e sedimentologici lungo il corso d'acqua che consentano di simulare con sufficiente accuratezza la dinamica dei sedimenti. Informazioni sull'evoluzione storica del profilo longitudinale del fondo del corso d'acqua risultano inoltre di grande utilità sia per la comprensione della tendenza evolutiva dell'alveo sia per la verifica dei modelli matematici di trasporto.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO  
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)

Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio

**bacino: LETIMBRO**

Considerata la rilevanza dell'effetto indotto da interventi in alveo sul trasporto solido (quali gli allargamenti localizzati, restringimenti determinati dalle pile di un ponte, scavo in curva, ecc) che non vengono normalmente tenuti in conto nella usuale modellazione idraulica, la progettazione di opere idrauliche dovrà prevedere consoni franchi.

## 4 RISCHIO IDROGEOLOGICO

### 4.1 Premessa

Il concetto di rischio inteso come rischio totale è basato sulla combinazione di più fattori di natura tecnica (nel caso specifico idraulica e idrogeologica), ma anche socio-economica, tramite la nota espressione formale del rischio:

$$R = P \times E \times V,$$

dove:

P: pericolosità, intesa come la probabilità che si realizzino le condizioni di accadimento dell'evento calamitoso;

E: valore degli elementi a rischio, intesi come persone e beni;

V: vulnerabilità, intesa come la capacità degli elementi a rischio a resistere all'evento in considerazione.

L'individuazione delle aree a Rischio idrogeologico, costituito dal Rischio idraulico e dal Rischio geomorfologico, che porta alla redazione della carta del Rischio idrogeologico, è una elaborazione prevista nella pianificazione di bacino stralcio dell'Autorità di Bacino regionale già in atto, ma anche esplicitamente richiesta dall'*Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180/98*, pubblicato sulla G.U. del 5.1.1999.

La carta del Rischio idrogeologico fa quindi parte degli elaborati necessari dei piani stralcio per il Rischio idrogeologico e prevede la definizione di alcune classi di rischio attraverso l'incrocio delle classi di Pericolosità (in questo caso rappresentate, come già visto, dalle carte delle Fasce di inondabilità e Suscettività al dissesto di versante) con gli elementi a rischio derivanti dalla carta di Uso del suolo.

Lo scopo è essenzialmente quello di individuare aree più a rischio di altre, anche a parità di pericolosità, in dipendenza degli elementi che vi si trovano. Tramite la gradazione del rischio R si individuano infatti le zone in cui ad elevate criticità idrogeologiche è associata una maggiore presenza umana e, di conseguenza, si determinano le zone da difendere prioritariamente.

La carta del Rischio idrogeologico, quindi, fornisce un quadro della situazione attuale del rischio nel bacino, utile in termini assoluti per valutare la criticità del bacino stesso, anche in relazione ad altri bacini. Essa rappresenta inoltre un importante strumento, anche se non il solo, per determinare con un criterio oggettivo le misure più urgenti di prevenzione e la priorità degli interventi di mitigazione (strutturali ma anche non strutturali).

Nella fase della pianificazione degli interventi si dovranno comunque valutare anche considerazioni di carattere più ampio della sola sovrapposizione delle carte di Pericolosità con la carta degli Elementi a rischio. Benché infatti la carta del Rischio individui le aree con un maggiore carico insediativo o valore economico che ricadono in classi di alta pericolosità, non è detto che le criticità del bacino si limitino a quelle a più alto rischio evidenziate nella carta, né che la soluzione dello specifico problema debba vedersi esclusivamente come un intervento localizzato.

Nei termini più ampi di gestione integrata del territorio si devono prevedere interventi che, oltre ad essere finalizzati alla mitigazione del rischio esistente, mirino comunque al riequilibrio del bacino nella sua unitarietà, così come previsto nelle dichiarazioni fondative della L. 183/89.

Si noti, infine, che la carta del Rischio non sostituisce le mappature del rischio dei piani di protezione civile, pur costituendone un supporto essenziale, in quanto non è stata elaborata ad una scala di sufficiente dettaglio, soprattutto per quanto riguarda la classificazione degli elementi a rischio. Ai piani di protezione civile a livello comunale spetta naturalmente il compito di individuare e dettagliare i singoli elementi presenti in relazione alle loro funzioni, alla loro destinazione d'uso e alla loro specifica vulnerabilità, e soprattutto di

individuare le opportune misure (non strutturali) di prevenzione e mitigazione del rischio per le diverse aree. A titolo di esempio, nel caso in esame, lungo l'asta principale si trovano varie abitazioni e viabilità prospicienti l'alveo (come già segnalato anche nel capitolo relativo alle criticità del bacino): i piani di protezione civile dovranno stabilire nel dettaglio e mettere in atto tutti gli accorgimenti (informazione, sistemi di allerta, piani di evacuazione, ecc.) per la salvaguardia dei residenti.

#### 4.2 Determinazione del Rischio idrogeologico

Il Rischio idrogeologico, che ai sensi del D.L. 180/98 è costituito da Rischio idraulico e Rischio geomorfologico, è stato determinato tramite l'approccio sopra descritto. Il metodo è stato applicato (così come suggerito anche dall'atto di indirizzo relativo al citato D.L.) in modo più qualitativo che quantitativo. Non è stato cioè individuato il valore degli elementi a rischio in termini quantitativi né la specifica vulnerabilità dei singoli elementi, ma si è fornita una valutazione più globale e qualitativa che consente di individuare i fattori essenziali attraverso una procedura semplificata e che permette una sua gradazione in classi.

In particolare, si ricorda che si è assunto che la pericolosità  $P$  sia rappresentata dalle carte delle Fasce di inondabilità e di Suscettività al dissesto.

Si è inoltre assunta uniforme, e quindi pari a 1, la vulnerabilità degli Elementi a rischio, volendo dare un maggior peso alle caratteristiche degli Elementi a rischio rispetto alla loro capacità di sopportare le sollecitazioni esercitate dall'evento, dato di difficile valutazione allo stato di conoscenza attuale nell'ambito del presente piano, anche per ragioni di scala dell'analisi.

La definizione degli elementi a rischio, secondo quanto indicato nella raccomandazione n. 4 dell'Autorità di Bacino Regionale si basa sull'analisi della carta di Uso del suolo e sull'individuazione delle seguenti quattro classi:

$E_0$ : aree disabitate o improduttive;

$E_1$ : edifici isolati, zone agricole;

$E_2$ : nuclei urbani, insediamenti industriali e commerciali minori infrastrutture minori;

$E_3$ : centri urbani, grandi insediamenti industriali e commerciali, principali infrastrutture e servizi.

Secondo la definizione del Comitato Tecnico Regionale i diversi gradi di Rischio si determinano attraverso una matrice nella quale vengono posti in relazione le classi di Pericolosità (idraulica e geomorfologica) con le classi degli Elementi a rischio così come desunte dalla carta dell'Uso del suolo.

Da tale intersezione, si ottengono le seguenti quattro classi di rischio:

$R_1$ : rischio moderato

$R_2$ : rischio medio

$R_3$ : rischio elevato

$R_4$ : rischio molto elevato

Si è inoltre ritenuto di introdurre un'ulteriore classe di rischio  $R_0$  definita come Rischio lieve o trascurabile, che permette di estrarre le situazioni a rischio minore in ragione di pericolosità estremamente basse o di completa assenza di valenze socio-economiche. Tale classe è, in pratica, qui rappresentata dal complemento delle aree comprese nelle quattro classi di rischio rispetto alla superficie dell'intero bacino.

La carta del Rischio idrogeologico che viene redatta rappresenta quindi le cinque classi di rischio sopra individuate e ha come finalità principale l'evidenziazione delle situazioni di maggiore criticità che possono produrre danno all'uomo e/o ai suoi beni.

Per la determinazione del rischio si sono adottate due matrici di rischio differenti per la parte idraulica e geomorfologica, in quanto il concetto di pericolosità  $P$  che si adotta nei due casi può assumere un significato fisico diverso.

Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio  
**bacino: LETIMBRO**

- Elementi a rischio

La carta degli Elementi a rischio è stata redatta sulla base della carta dell'Uso del suolo attraverso la seguente classificazione:

Classe Elementi a rischio	Sigle uso del suolo	Specifiche
E0	2.3 - 2.5 - 3.1 - 3.2 - 3.3 - 3.4.2 - 3.4.3 - 3.4.4 - 5.1	Prati e pascoli - Ex coltiv - Zone boscate - Zone caratterizzate da vegetazione arbustive - Rocce nude -Aree con vegetazione rada o assente - Acque continentali
E1	1.3.1 - 1.4.1 -1.4.2 - 2.1 - 2.2 - 3.4.1	Aree estrattive (dismesse) - Aree verdi urbane - Aree sportive - Edifici isolati - Seminativi in aree irrigue - Colture permanenti arboree - Oliveti - Spiagge
E2	1.1.2	Tessuto urbano discontinuo -Insediamenti industriali, artigianali e commerciali minori - Infrastrutture viarie minori (al di fuori del tessuto urbano continuo)
E3	1.1.1 - 1.2.1 - 1.2.2 - 1.2.2 - 1.2.3 - 1.3.1 - 1.3.2	Tessuto urbano continuo - Aree industriali e commerciali -Aree portuali - Reti autostradali - Aree estrattive e discariche - Manufatti emergenti

Dall'analisi della carta degli Elementi a rischio risulta che:

- il bacino del T. Letimbro presenta una significativa porzione di territorio ricadente in classe E0, prevalentemente distribuita in quasi tutta la parte medio-alta del bacino, lungo i versanti della parte intermedia e, localmente, a ridosso delle aree urbanizzate e dei fondovalle;
- le classi E1 sono localizzate:
  - nella zona Nord, in corrispondenza delle località Naso di Gatto e S. Bartolomeo del Bosco;
  - nella fascia bassa dei versanti, a cavallo delle aste dei torrenti principali;
  - nelle aree a levante della cinta urbana di Savona;
- le classi E2 sono rappresentate da aree circoscritte in corrispondenza delle frazioni Santuario, Riborgo, Marmorassi, Lavagnola, Ciantagalletto e all'altezza dell'abitato di Cadibona; ricomprese nelle zone E2 sono la loc. Massaria e la Nuova Cartiera, lungo l'asta del T. Letimbro in sponda destra; infine, si sono identificate in questa classe le stazioni della linea funiviaria;
- la classe E3 racchiude prevalentemente il tessuto urbano compatto di fondovalle, le ex aree industriali, la sede autostradale e ferroviaria, la S.S. n°29 "del Colle di Cadibona", la S.P. n°12 "Savona - Santuario - Montenotte", le cave e le discariche attive e i manufatti emergenti di importanza storica, archeologica, industriale, ecc..

Sono infine rappresentate alcune strade della viabilità comunale di collegamento extraurbano, che si sviluppano all'interno delle aree E0, ma considerate elemento a rischio di categorie superiori, E1 e E2 in relazione alla possibile necessità delle stesse quali percorsi alternativi.

- Rischio geomorfologico

Come già evidenziato l'analisi del rischio geomorfologico viene affrontata, con un certo grado di approssimazione, ponendo a confronto gli elementi a rischio con le aree del bacino caratterizzate da un determinato grado di Suscettività al dissesto di versante.

La matrice di intersezione utilizzata può essere così schematizzata:

SUSCETTIVITA' AL DISSESTO DEI VERSANTI					
ELEMENTI A RISCHIO	Suscettività molto bassa	Suscettività bassa	Suscettività media	Suscettività alta	Aree in frana attiva

**PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO**  
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)

Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio

**bacino: LETIMBRO**

<b>E0</b>	<b>R<sub>0</sub></b>	<b>R<sub>0</sub></b>	<b>R<sub>0</sub></b>	<b>R<sub>1</sub></b>	<b>R<sub>1</sub></b>
<b>E1</b>	<b>R<sub>0</sub></b>	<b>R<sub>1</sub></b>	<b>R<sub>1</sub></b>	<b>R<sub>2</sub></b>	<b>R<sub>3</sub></b>
<b>E2</b>	<b>R<sub>0</sub></b>	<b>R<sub>1</sub></b>	<b>R<sub>2</sub></b>	<b>R<sub>3</sub></b>	<b>R<sub>4</sub></b>
<b>E3</b>	<b>R<sub>0</sub></b>	<b>R<sub>1</sub></b>	<b>R<sub>2</sub></b>	<b>R<sub>4</sub></b>	<b>R<sub>4</sub></b>

Per quanto riguarda gli ambiti territoriali interessati da cave attive e discariche in esercizio, ove vige una specifica normativa di settore, si è ritenuto di attribuire a dette aree di rischio "R3 elevata", in considerazione sia dell'intrinseco grado di pericolosità geomorfologica che le caratterizza sia in relazione alla classe di "elemento a rischio" a cui appartengono (Classe E3).

**- Rischio idraulico**

La Pericolosità, per quanto riguarda il rischio di inondazione, è legata al tempo di ritorno della portata di massima piena. Come già visto sono stati individuati essenzialmente tre livelli di Pericolosità idraulica, uno elevato (T=50 anni), uno medio (T=200 anni) e uno basso (T=500 anni).

Il Rischio idraulico è stato determinato dalla sovrapposizione delle tre fasce suddette con gli elementi a rischio, secondo le intersezioni indicative riportati nella matrice seguente:

<b>ELEMENTI A RISCHIO</b>	<b>FASCE DI INONDABILITÀ</b>		
	200 < T <= 500 fascia C	50 < T <= 200 fascia B	T <= 50 fascia A
<b>E0</b>	<b>R<sub>0</sub></b>	<b>R<sub>1</sub></b>	<b>R<sub>1</sub></b>
<b>E1</b>	<b>R<sub>1</sub></b>	<b>R<sub>2</sub></b>	<b>R<sub>3</sub></b>
<b>E2</b>	<b>R<sub>2</sub></b>	<b>R<sub>3</sub></b>	<b>R<sub>4</sub></b>
<b>E3</b>	<b>R<sub>2</sub></b>	<b>R<sub>4</sub></b>	<b>R<sub>4</sub></b>

Si noti che nella matrice del rischio si ottengono classi di rischio elevato o molto elevato (R<sub>3</sub> ed R<sub>4</sub>) solo per i tempi di ritorno duecentennale e cinquantennale; ciò è coerente con l'obiettivo postosi nella pianificazione di bacino di ridurre il rischio di inondazione a tempo di ritorno pari a 200 anni. La fascia C, infatti, ha lo scopo principale di individuare aree di attenzione e costituisce uno strumento soprattutto a livello di misure protezione civile.

**4.3 Carta del rischio idraulico**

Dall'applicazione delle matrici del rischio idraulico (riportate nel precedente paragrafo) a partire dalla carta delle fasce di inondabilità e degli elementi a rischio già elaborate per lo specifico bacino si è individuata la zonizzazione in classi di rischio riportata nella Carta del Rischio Idraulico.

**- Torrente Letimbro**

Risultano caratterizzate da rischio molto elevato [R4] rispettivamente in sponda destra tutte le aree adiacenti al torrente Letimbro ad eccezione della zona delle Ammiraglie e dell'area della Questura di Savona e della caserma della Polizia Stradale, mentre in sponda sinistra tutto il centro ottocentesco ad eccezione della zona di C.so Colombo, l'area dell'ospedale vecchio, P.zza del Popolo, P.zza Sisto IV e vie adiacenti, la zona dei giardini di via delle Trincee e di P.zza Bologna.

Risultano caratterizzate da rischio elevato [R3], l'area in sponda sinistra dei giardini di P.zza del Popolo, mentre in sponda destra la zona della Questura di Savona.

Risultano caratterizzate da rischio medio [R2] in sponda destra: la zona delle Fornaci, delle Ammiraglie e l'area compresa fra il torrente Lavanestro e il Letimbro nella confluenza, oltreché la zona del P.R.U.di Lavagnola, mentre in sponda sinistra: C.so Colombo e aree

**bacino: LETIMBRO**

limitrofe, la zona dell'ospedale vecchio, P.zza Sisto IV (Comune), area antistante il Palazzo di Giustizia e la zona dei giardini di via delle Trincee e di P.zza Bologna.

Tutta la valle del Letimbro fino a Riborgo è altresì caratterizzata da rischio molto elevato [R4] soprattutto per quanto concerne la strada provinciale SP12 di Savona ove il torrente disalvea. La differenziazione in aree a rischio elevato [R3], in tale tratto di alcune zone è essenzialmente dovuta alla differente destinazione d'uso del territorio.

Le zone limitrofe al ponte del Livè, nonché tutta la strada provinciale SP12, risultano caratterizzate da rischio molto elevato [R4], mentre la frazione di Riborgo Inferiore in sponda sinistra e gli insediamenti artigianali di monte in sponda destra, risultano caratterizzati da rischio elevato [R3].

La zona di San Bernardo è caratterizzata nella loro parte bassa da un rischio elevato [R3], mentre la parte alta risulta caratterizzata da rischio medio [R2]. Le zone abitate in sponda destra tra San Bernardo e Santuario, invece, risultano caratterizzate da rischio elevato [R3].

La piazza del Santuario e le zone sovrastanti sino la tombinatura del Rio della Madonna sono classificate da rischio molto elevato [R4], così come le zone a monte della piazza stessa sia in sponda sinistra area delle scuole, che in sponda destra area abitativa.

Il tratto sino a Bagni compresa, nella sua parte bassa, presenta una certa disomogeneità nella distribuzione delle aree in quanto risulta caratterizzato da zone rischio elevato [R3] o molto elevato [R4] e tuttavia sono presenti aree a rischio basso [R1]. Le zone limitrofe al ponte della Capra, che pur evidenzia un elevato rischio puntuale dai profili idraulici, sono state identificate come zone [R1] probabilmente in seguito all'incrocio con gli elementi a rischio. Il successivo tratto a monte, risulta essere caratterizzato, nell'area golenale, da rischio elevato [R3], in tale tratto, le uniche due situazioni puntuali di particolare interesse che si rilevano sono la zona della cava e l'area abitativa in prossimità del nuovo ponte di Cimavalle.

**- Torrente Lavanestro**

Risulta caratterizzata da rischio molto elevato [R4] in sponda destra l'area adiacente al torrente Lavanestro prima della sua confluenza nel Letimbro, si ha nella restante area indagata una condizione di rischio elevato [R3] sia in sponda sinistra sia in sponda destra ad eccezione di un limitato tratto in destra che ricade in rischio medio [R2].

La zona nel suo complesso quindi presenta particolari criticità dovute alle numerose opere di attraversamento insufficienti dal punto di vista idraulico.

Come già accennato in precedenza, la fascia C, nel caso in oggetto, risulta comprensiva di un'area individuata nella carta delle aree storicamente inondate.

Successivi studi potranno in seguito analizzare eventuali fenomeni di allagamento dovuti non ad inondazioni fluviali ma a fenomeni la cui dinamica oggi non rientra nelle specifiche di questo studio.

**- Rio Reposeno e rio Fossaie**

Poiché l'esondazione derivante dalla modellazione idraulica dei tratti indagati ricade nel tessuto urbano consolidato dell'abitato di Lavagnola emerge ovunque una situazione di rischio molto elevato (R4).

**4.4 Carta del rischio geomorfologico**

La carta del Rischio derivata dall'utilizzo meccanico della matrice ha prodotto un contesto che complessivamente può essere accettato, ma che, a livello puntuale, ha richiesto qualche modifica in relazione alla specificità delle situazioni ed al livello di conoscenza acquisito sulle stesse. Di conseguenza alcune aree che sarebbero risultate a Rischio molto elevato sono state riportate ad una categoria inferiore di rischio, mentre per altre si è proceduto in direzione opposta.

**bacino: LETIMBRO**

Si tratta comunque di episodi isolati che sostanzialmente possono così elencarsi:

- i viadotti della variante alla S.S. 29, declassati da R2 ad R1;
- i viadotti autostradali di Pian dei Carpi e Cavaron, declassati da R3 ad R2;
- tratto di S.P. 12 subito oltre M.Ormè, declassato da R2 ad R1;
- tratto della linea ferroviaria Savona-Altare, a monte della loc. Casa Rossa, declassato da R4 ad R2;
- tratto della stessa linea ferroviaria, in sponda opposta rispetto alla loc. Pianazze Bandita, lasciato in R4 per i possibili effetti di un episodio di crollo all'altezza della frana attiva in versante opposto;
- tratto terminale del versante in sponda destra del T.Lavanestro, declassato da R3 ad R2;
- versante in sponda destra del T.Letimbro in un intorno della loc. Mulino Vecchio e versante subito oltre la successiva Nuova Cartiere, portati da R1 ad R2;
- tratto della S.P. 12 immediatamente precedente la loc. Il Cappelletta, portato da R1 ad R4;
- tratto di versante in sponda destra del T.Letimbro, in corrispondenza dell'estradosso dell'ultimo meandro, portato da R1 ad R2.

Per il resto sono risultati inseriti nella categoria R4g:

- buona parte della S.S. n. 29 "del Colle di Cadibona";
- qualche tratto della parallela ferrovia Savona-Altare, laddove le mediocri condizioni del substrato e la presenza di franosità diffusa sono risultate particolarmente evidenti;
- alcuni tratti della S.P. 12, soprattutto in fondovalle.

Sono risultate inserite nella categoria R3g modestissime porzioni di versante a cavallo dell'asta del Lavanestro ed alcune significative in sponda destra del Letimbro.

Nella categoria R2g sono rientrate:

- estese plaghe dei versanti in sponda destra e sinistra del Lavanestro, oltre alla zona della discarica di Cima Montà;
- alcune plaghe a cavallo dell'asta del Letimbro, soprattutto in sponda destra, nella media e bassa valle, oltre alla cava Germano in loc. Cimavalle;
- alcuni modesti tratti, nella porzione alta del bacino, sia della S.P.12, sia della linea ferroviaria Savona-Torino via Ferrania.

Nella categoria R1g sono rientrate:

- estese aree a cavallo dei due torrenti principali, nella zona della media e bassa valle;
- alcune plaghe di territorio nella porzione di NW del bacino;
- alcune modeste plaghe subito a valle del crinale che delimita a Sud il sottobacino del Lavanestro.

Per differenza, le aree rimanenti, che costituiscono comunque la porzione preponderante del bacino, sono risultate in categoria R0g.

Complessivamente emerge che, almeno sotto il profilo geomorfologico, il Rischio più elevato si configura nelle porzioni inferiori dei versanti ed a ridosso dei corsi d'acqua principali.

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO  
(ai sensi dell'art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998)  
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio  
**bacino: LETIMBRO**

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Adams R., Bogliotti C. (1996) "The utility of an objective "terrain unit" definition for landslide hazard mapping and hydrogeological threshold analysis in the Langhe (North-West Italy)" Atti Conv. Int.le "Alba 96" – La prevenzione delle catastrofi idrogeologiche: il contributo della ricerca scientifica, Vol. I pp. 331-341.
- [2] Anfossi R et al. (1984) "Posizione strutturale e assetto litologico interno della falda di Montenotte nella zona compresa tra i torrenti letimbro e Sansobbia" - Mem. Soc. Geol. It. XXVIII.
- [3] Bellini A. (1964) "Nuove osservazioni petrogenetiche e geologiche sul Cristallino delle Alpi Liguri e del Savonese in particolare" - Atti Ist. Geol. Universita' di Genova, II/2
- [4] Boni A. (1984) "Il Pliocene e la neotettonica nelle Alpi Liguri" Mem. Soc. Geol. It. XXVIII.
- [5] Boni A. et al. (1971) "Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 - Foglio n° 92-93 "Alberga-Savona"
- [6] Castany G. (1985) "Idrogeologia" - Dario Flaccovio - Palermo
- [7] G.B. Castiglioni G.B. (1979) "Geomorfologia" - UTET - Torino
- [8] Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 (1970) Foglio n° 92-93 "Alberga-Savona" Servizio Geologico d'Italia, Roma.
- [9] Cortesogno L. (1984) "Metamorfismo e magmatismo prealpini nel basamento e nel tegumento delle Alpi Liguri" - Mem. Soc. Geol. It. XXVIII.
- [10] Del Moro A. et al. (1981) "Dati petrologici e radiometrici preliminari sui massicci cristallini della Liguria occidentale" - Rend. S.I.M.P. XXXVIII (1) pp. 73-78.
- [11] "Guide Geologiche Regionali- Alpi Liguri" (1991) - Società Geologica Italiana
- [12] Panizza M. (1988) "Geomorfologia Applicata" La Nuova Italia Scientifica - Roma.
- [13] Spagna V. (1991) "Terrain stability and engineering geological maps for detailed planning of the Veneto Region" - Università degli Studi di Modena - European Experimental Course on Applied Geomorphology, Vol 2 pp.105-113.
- [14] Vanossi M. et al. (1984) "Geologia delle Alpi Liguri" Mem. Soc. Geol. It. XXVIII.
- [15] CIMA "Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri"
- [16] Ingg. P. Taramasso, Pacini e Macco "Piano di Emergenza – Rischio idraulico" relativo al Comune di Savona