



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:

**PORA**

Bacino:

**PORA**

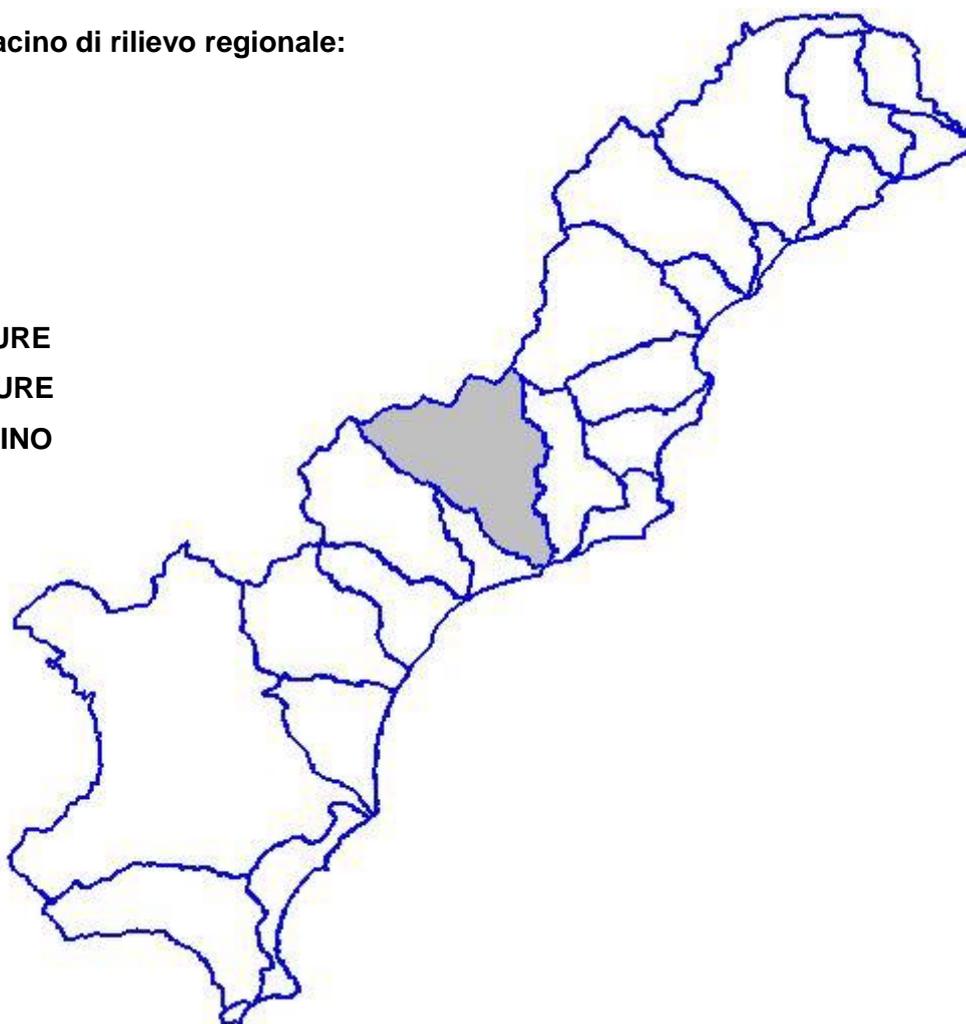
Comuni:

**FINALE LIGURE**

**CALICE LIGURE**

**ORCO FEGLINO**

**RIALTO**



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

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*  
**Bacino: PORA**

<b>PREMESSA.....</b>	<b>5</b>
<b>1 QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 Quadro istituzionale, normativo e amministrativo di riferimento.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2 Strumenti di pianificazione vigenti .....</b>	<b>7</b>
1.2.1 Altri strumenti di pianificazione.....	7
<b>2 CARATTERISTICHE DEL BACINO .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Premesse.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Geografia.....</b>	<b>10</b>
<b>2.3 Geologia .....</b>	<b>16</b>
2.3.1 Metodologia di studio.....	17
2.3.2 Caratteri geologici .....	17
2.3.3 Litostratigrafia e Tettonica.....	18
2.3.4 Considerazioni relative allo stato della roccia.....	20
<b>2.4 Geomorfologia .....</b>	<b>21</b>
2.4.1 Geomorfologia quantitativa.....	24
2.4.2 Reticolo idrografico.....	25
2.4.2.1 Reticolo idrografico principale (tav. 13).....	28
2.4.3 Caratterizzazione delle coperture .....	28
2.4.4 Frane attive .....	31
2.4.5 Franosità diffusa ed erosione superficiale .....	37
2.4.6 Riporti artificiali .....	38
2.4.7 Cave.....	40
2.4.8 Forme carsiche .....	42
2.4.9 Acclività.....	43
<b>2.5 Idrogeologia .....</b>	<b>44</b>
2.5.1 Idrologia delle magre e bilancio idrologico a scala di bacino .....	46
<b>2.6 Uso del suolo .....</b>	<b>46</b>
<b>2.7 Descrizione della rete idrografica .....</b>	<b>48</b>
2.7.1 Asta del T. Aquila .....	49
2.7.2 Asta del T. Pora a monte dell'abitato di Finalborgo .....	49
2.7.3 Asta terminale del T. Pora a valle dell'abitato di Finalborgo .....	49
<b>2.8 Idrologia di piena.....</b>	<b>50</b>
2.8.1 Premessa.....	50
2.8.2 Studi pregressi. ....	51
2.8.2.1 Perimetrazione delle aree inondabili del Torrente Pora. Delibera della Giunta regionale n°2615 del 28/12/1998. Ing. A. Ferraris, Ing. C. Versace su incarico del Comune di Finale Ligure (aprile 2000). ....	51
2.8.2.2 Rapporto Finale – Idrologia delle Piene – Valutazioni idrologiche ed idrauliche sui bacini dei torrenti: Merula – Centa – Maremola – Pora – Sciusa – Segno –	

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*

**Bacino: PORA**

<i>Quiliano – Letimbro – Sansobbia – Teiro – dicembre 1996 – Università degli Studi di Genova (Istituto di Idraulica).....</i>	<i>52</i>
2.8.3 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 .....	54
2.8.4 Determinazione delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica.....	59
2.8.5 Studio idrologico di dettaglio (aprile 2006) .....	62
2.8.5.1 <i>Il metodo probabilistico MG similitudine</i> .....	65
2.8.5.1.1 Similitudine idrologica.....	67
2.8.6 Portate di piena.....	69
2.8.6.1 <i>La curva inviluppo delle portate al colmo di piena (CATI 1970)</i> .....	69
2.8.6.2 <i>Determinazione delle portate al colmo di piena (CIMA 1999)</i> .....	70
2.8.6.2.1 Piccoli bacini con dimensioni da 2 a 10 km <sup>2</sup> (CIMA 1999) .....	72
2.8.6.2.2 Piccoli bacini con dimensioni minori di 2 km <sup>2</sup> (CIMA 1999) .....	74
2.8.6.3 <i>Determinazione delle portate al colmo di piena (metodo MG similitudine 2006)</i> .....	74
2.8.6.4 <i>Tabelle riepilogative dei valori di portata (C.T.P seduta del 11/09/2003 e del 27/04/2006)</i> .....	75
2.8.7 Portate di piena di progetto per il bacino Pora (Rif. Normativa di Piano) .....	78
<b>3 PROBLEMATICHE E CRITICITA' DEL BACINO .....</b>	<b>80</b>
<b>3.1 Premessa.....</b>	<b>80</b>
<b>3.2 Problematiche di tipo geomorfologico.....</b>	<b>82</b>
3.2.1 Suscettività al dissesto dei versanti .....	82
3.2.2 Sintesi dei relativi rapporti tra i fattori considerati.....	88
Acclività.....	88
3.2.3 Considerazioni in merito alla carta della suscettività al dissesto dei versanti.....	89
3.2.4 Sintesi degli eventi alluvionali verificatosi nell'autunno 2019 .....	90
<b>3.3 Problematiche di tipo idraulico .....</b>	<b>91</b>
3.3.1 Aree storicamente inondate .....	91
3.3.2 Determinazione dei livelli di massima piena .....	92
3.3.2.1 <i>Premessa</i> .....	92
3.3.2.2 <i>Il modello matematico</i> .....	92
3.3.2.3 <i>Il modello numerico</i> .....	93
3.3.2.4 <i>Le caratteristiche dell'alveo ed i parametri utilizzati</i> .....	95
3.3.2.5 <i>Risultati</i> .....	97
3.3.3 Fasce di inondabilità e aree inondabili .....	97
3.3.4 Fascia di riassetto fluviale .....	99
3.3.5 Conclusioni.....	101
<b>3.4 Considerazioni sul trasporto solido .....</b>	<b>102</b>
3.4.1 Premessa.....	102
3.4.2 Problematiche osservate sul torrente.....	103
<b>3.5 Principali criticità del bacino .....</b>	<b>104</b>
<b>4 RISCHIO IDROGEOLOGICO.....</b>	<b>108</b>
<b>4.1 Premessa.....</b>	<b>108</b>

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*

**Bacino: PORA**

<b>4.2 Determinazione del rischio idrogeologico .....</b>	<b>109</b>
<b>4.3 Rischio idrogeologico .....</b>	<b>112</b>
<b>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI .....</b>	<b>115</b>

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*  
**Bacino: PORA**

## INDICE CARTOGRAFIA

(CTR: 245040/str.246010; 228160/str.229130; 228150; 228120)

### Carte di base

1. Carta dell'acclività	N° fogli 4	scala1:10.000
2. Carta geolitologica	N° fogli 4	scala1:10.000
3. Carta geomorfologica	N° fogli 4	scala1:10.000
4. Carta idrogeologica	N° fogli 4	scala1:10.000
5. Carta della franosità reale	N° fogli 4	scala1:10.000
6. Carta dell'uso del suolo	N° fogli 4	scala1:10.000

### Carte derivate

7. Carta degli elementi a rischio	N° fogli 4	scala1:10.000
8. Carta della suscettività al dissesto dei versanti	N° fogli 4	scala1:10.000
9. Carta delle fasce di inondabilità	N° fogli 3	scala1: 5.000
10. Carta del rischio geomorfologico	N° fogli 4	scala1:10.000
11. Carta del rischio idraulico	N° fogli 1	scala1:10.000
12. Carta degli interventi	N° fogli 4	scala1:10.000
13. Carta del reticolo idrografico principale	N° fogli 4	scala1:10.000
14. Carta delle aree inondabili	N° fogli 3	scala 1: 5.000
15. Stralcio Carta delle aree storicamente inondate	N° fogli 0	scala 1:25.000
16. Carta delle fasce di riassetto fluviale	N° fogli 1	scala1:5.000
17. Carta dei tratti d'alveo indagati	N° fogli 2	scala1:25.000

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*  
**Bacino: PORA**

## **PREMESSA**

La presente Relazione Tecnica di Piano è stata revisionata a seguito del parere vincolante della Regione Liguria espresso tramite D.G.R. n°1068/2002 e D.G.R. n° 1158/2002.

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 previsto in generale per i piani di bacino dalla normativa vigente, con particolare riferimento alla legge regionale 21 giugno 1999, n.18.

Il presente piano di bacino stralcio si è valso degli studi propedeutici generali relativi alle caratteristiche del territorio e alle problematiche del bacino a suo tempo affidati dalla Provincia di Savona a gruppi di professionisti o svolti internamente dall'Ente.

Il Settore Difesa del Suolo, Ufficio Piani di Bacino, ha provveduto a un'opera di sistematizzazione e di integrazione dei dati e delle analisi contenuti nei suddetti studi propedeutici, rielaborando le cartografie di base e realizzando le carte derivate. In particolare, tale attività è stata effettuata, con il coordinamento dei funzionari del Settore, dalle seguenti professionalità: Dott. Geol. Wanda Olivieri, Dott. Ing. Antonio Da Corte Vecchino (personale assunto dalla Regione Liguria ai sensi del D.L.180/98, impiegato presso il Settore Difesa del Suolo della Provincia di Savona), Dott. Arch. Grazia Mingozzi, Ing. Michele Molinari (personale assunto a tempo determinato dalla Provincia di Savona).

La modifica del Piano di bacino di cui al DSG n.90 del 25/10/2021 aggiorna il presente documento solo con l'inserimento del capitolo 3.2.4 relativo al nuovo quadro dei dissesti per frana conseguenti all'evento alluvionale dell'autunno 2019.

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*

**Bacino: PORA**

**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, 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, nell'"*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 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 dell'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 della Liguria a seguito della L.R. 9/93 e precedentemente al D.L. 180/98. Questo

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*

**Bacino: PORA**

tipo di piano, che viene elaborato prioritariamente come adempimento al D.L. 180/98, è uno stralcio funzionale, che rappresenta una parte del piano stralcio per la difesa idrogeologica del quale risulterà quindi parte integrante, così come del piano di bacino completo.

Esso viene 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 "*Indicazioni metodologiche per la costruzione della carta di suscettività al dissesto dei versanti*" (attualmente in fase di pubblica inchiesta)

## **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

Nel Bacino del Torrente Pora ricade un'area protetta regionale. Relativamente alla Direttiva 92/43/CEE istitutiva dei siti "bioitaly" si rileva la presenza del sito IT 1324172 (Fondali di Finale).

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*  
**Bacino: PORA**

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*  
**Bacino: PORA**

## **2 CARATTERISTICHE DEL BACINO**

### **2.1 Premesse**

Il presente piano si basa sugli studi redatti per conto della Provincia di Savona tra il 1994 ed il 1998 e propedeutici al Piano di Bacino del Torrente Pora (Ex.L.183/89); sono stati visionati dati diversi messi a disposizione dal Settore Difesa del Suolo della Provincia di Savona su supporto cartaceo.

Al fine della redazione del piano sul rischio idrogeologico ai sensi del comma 1, art.1 del D.L.180/98, si è resa comunque necessaria un'operazione di sistemazione e di integrazione dei dati e delle analisi contenuti nei suddetti studi propedeutici.

Il rilevamento geologico e geomorfologico, sviluppato sulla base dei dati forniti, è stato integrato da informazioni reperite presso le Amministrazioni locali e presso gli uffici della Comunità Montana Pollupice e con la Carta Geologica con elementi di geomorfologia della Regione Liguria (scala 1:25.000 con rilevamenti aggiornati al 1997).

I dati e le elaborazioni a carattere idrologico sono stati tratti dallo studio condotto dal Centro di Ricerca in Monitoraggio Ambientale (C.I.M.A.) dell'Università degli Studi di Genova per conto della Regione Liguria (*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*) e dallo studio idrologico di dettaglio presentato dal Comune di Finale (aprile 2006) e commissionato dallo stesso Comune e dalla Società Piaggio Aero Industries S.P.A.

I dati, sia geologici che idraulici, sono stati inoltre integrati dal Dott. Ing. Da Corte Vecchino Antonio e dalla Dott. Geol. Olivieri Wanda, personale assunto ai sensi del D.L.180/98 presso il Settore Difesa del Suolo della Provincia di Savona, attraverso verifiche e controlli effettuati su campioni rappresentativi del territorio.

Per quanto riguarda il rilievo delle sezioni idrauliche, in fase di modifica del Piano di Bacino, per la parte del T. Pora (sez. 1-305) e T. Aquila (sez. 38-106) nel Comune di Finale, è stato utilizzato il rilievo topografico (anno 2003) utilizzato nell'attività di "Progettazione preliminare degli interventi per la messa in sicurezza dei torrenti Pora e Aquila" finanziata da Regione Liguria al Comune di Finale Ligure con D.G.R. 347/02, mentre per la parte del T. Pora nel Comune di Calice Ligure si sono utilizzate le sezioni di fine lavori di sistemazione idraulica in loc. Secca e Banchette fornite dal Comune.

Per i rimanenti tratti si sono mantenute le sezioni idrauliche del Piano approvato con D.C.P. n. 47/03 in cui si era proceduto, da parte del Dott. Ing. Da Corte Vecchino Antonio e dell'Ing. Molinari Michele, ad una prima fase di controllo dei dati disponibili (Comune di Finale Ligure), ad una seconda fase di verifiche puntuali (Comune di Finale Ligure) e ad una terza fase di rilievi speditivi delle sezioni idrauliche necessarie agli studi di perimetrazione, laddove questi non erano stati effettuati (Comune di Calice Ligure, Comune di Orco Feglino).

La base cartografica utilizzata è la carta tecnica regionale scala 1:10.000 (in formato raster e vettoriale), che riporta il bacino nei seguenti fogli:

foglio n° 228120 "Mallare",  
foglio n° 228150 "Melogno",  
foglio n° 228160 "Calice Ligure",  
foglio n° 229130 "Noli-Vezzi Portio",

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*

**Bacino: PORA**

foglio n° 245040 "Pietra Ligure",  
foglio n° 246010 "Finale Ligure".

L'analisi è stata inoltre condotta con l'ausilio delle fotografie aeree scattate nel volo basso effettuato a seguito dell'alluvione del 1992, integrate dalle ortofotocarte AIMA del 1997 (georeferenziate alla scala 1:10.000).

## **2.2 Geografia**

Il bacino idrografico del Torrente Pora appartiene all'ambito regionale n.10 Pora individuato dall'Autorità di Bacino di Rilievo Regionale ai sensi ex L.R. n.9/1993 ed è situato nel territorio amministrativo dei Comuni di Finale Ligure, Orco Feglino, Rialto e Calice Ligure.

La superficie del bacino è di circa 58 km<sup>2</sup>, è di forma in prima approssimazione triangolare, con sbocco diretto sul Mar Ligure interamente compreso nella fascia costiera del Comune di Finale Ligure.

L'altezza massima nel bacino è di ca. 1125 metri s.l.m.; esso risulta geograficamente individuato nella Cartografia Tecnica Regionale agli elementi nn. 228-150, 228-160, 228-120, 229-130, 245-040, 246-010 (C.T.R. 1:10000) ed alle tavolette nn. 228-2, 229-3, 245-01, 246-04 (C.T.R.1:25000), e geologicamente individuato nel Foglio n.92-93 "Albenga-Savona" della Carta Geologica d'Italia.

Lo spartiacque, in senso orario, segue i crinali di Torre di Bastia, (321 m), Bric Castellino (275.5 m), Monte Collarina (604 m), Piano dei Buoi (685 m), Bric Gettina (1025 m), Bricco della Guardia (980 m), Colle del Melogno (1125 m), Bricco dei Prati (1016.9 m), Monte Alto (1049.5 m), Bric Chioggia (1040.7 m), Piano dei Corsi (1019.4 m), Bric del Borro (998.4 m), Bric Praboè (891.2 m), Monte Alto (955.8 m), Croce del Salvo (533.2 m), Bric Grimaldo (435.7 m), S. Lorenzo (360 m), Bric Spaventaggi (335 m), Bric Vareggina (300 m).

Il bacino del T. Pora confina a Nord con quelli del Fiume Bormida di Mallare e del Fiume Bormida di Pallare, a Sud-Ovest con i bacini del T. Maremola e del T. Bottasano, ad Est con il Bacino del T. Sciusa e in minima parte con quello del T. Quiliano.

Il torrente Pora nasce nel Comune di Rialto dalla confluenza del rio Rivase col Rio Peccione ad una quota di circa 1000 m s.l.m. ed è caratterizzato dalla presenza di due affluenti principali: Rio Carbuta, che confluisce nel Pora all'altezza del centro abitato del comune di Calice Ligure e il Torrente Aquila, che confluisce nel Pora nell'ambito del Comune di Finale Ligure, immediatamente a valle del centro abitato di Finalborgo.

Il corso dei suoi affluenti, che ha influenzato la forma del bacino, si presenta piuttosto irregolare, con parecchie variazioni direzionali influenzato pesantemente dalla tettonica antica e recente.

La struttura insediativa del bacino è caratterizzata essenzialmente da numerosi nuclei frazionali sparsi di carattere storico-rurale attestati sulle pendici collinari, e da nuclei di fondovalle, che si sviluppano lungo i torrenti e che si alternano a parti inedificate (coltivi, serre, oliveti).

A questa struttura territoriale, ad oggi ancora legata all'uso agricolo del suolo, si contrappongono il tessuto urbano compatto: il polo gravitazionale di Finale Ligure e, in misura minore, quello di Finalborgo (lungo la sponda sinistra del Torrente Pora, in corrispondenza del suo ultimo tratto), alcune zone di recente espansione residenziale (S.Bernardino) nonché le grandi infrastrutture di collegamento territoriale (svincoli

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*

**Bacino: PORA**

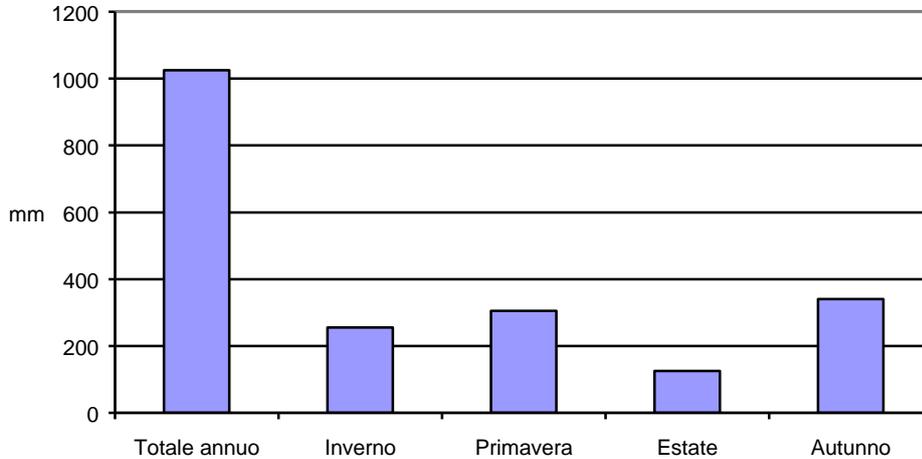
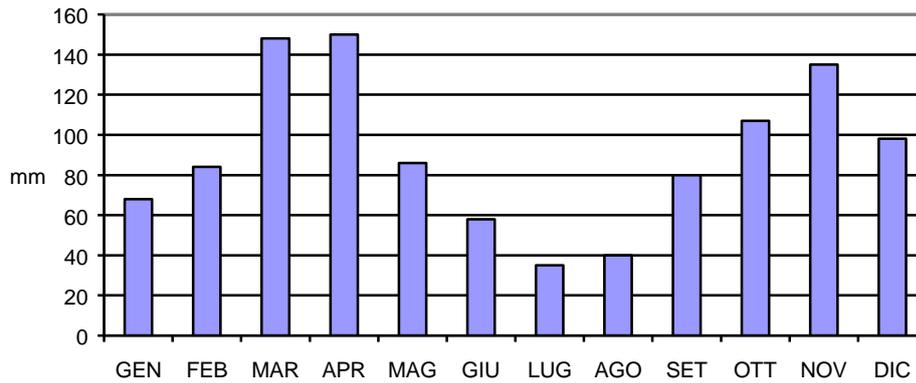
autostradali di Finale Ligure e Feglino).

Gran parte dell'area del bacino è costituita da zone boscate che presentano caratteristiche ormai distanti dall'assetto naturale e sono spesso carenti di una adeguata manutenzione. Per quanto riguarda i dati climatici all'interno del Bacino sono presenti le seguenti stazioni di monitoraggio meteorologico:

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*  
**Bacino: PORA**

**Rialto**

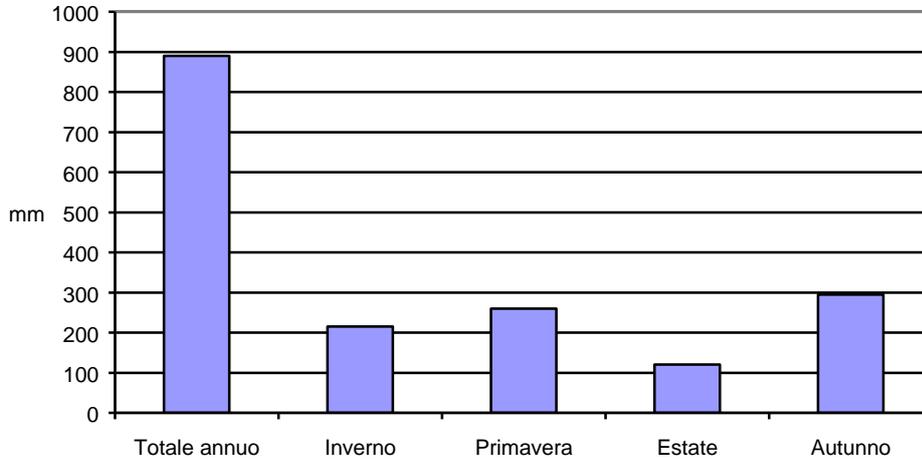
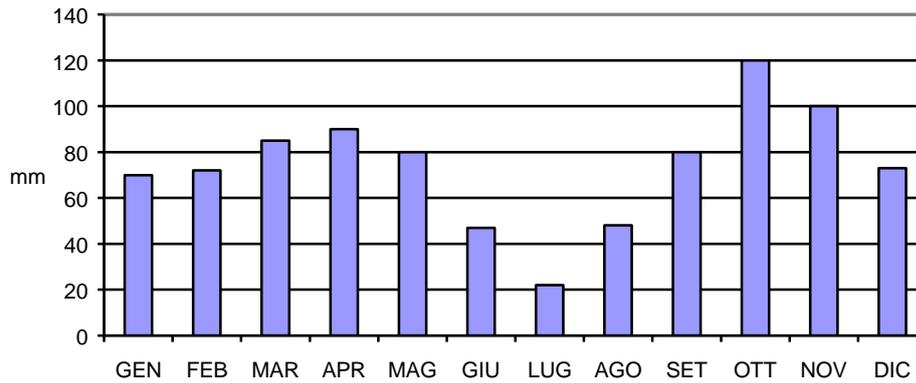
quota 376 m s.l.m.  
 codice 2053  
 tipo misura Precipitazioni  
 Periodo di osservazione 1921-1982  
 Anni mancanti 1926-1928,1930,1945,1947-1948, 1979-1981  
 Anni incompleti 1953, 1978, 1982



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*  
**Bacino: PORA**

**Manie**

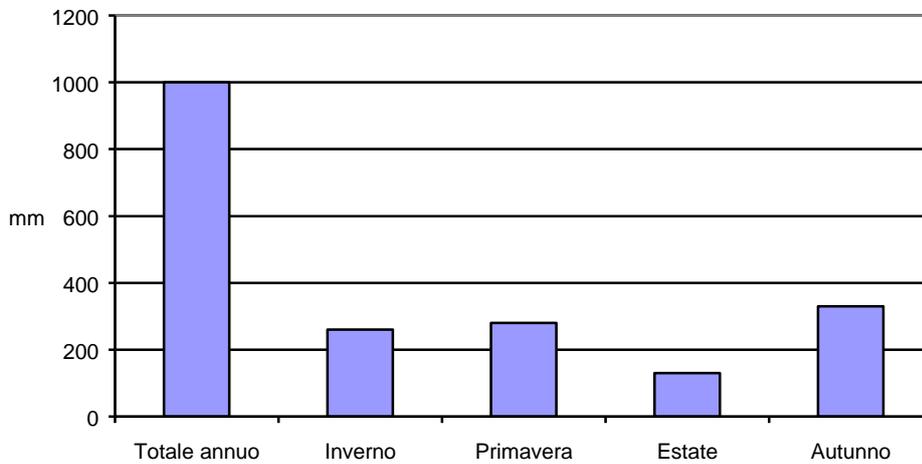
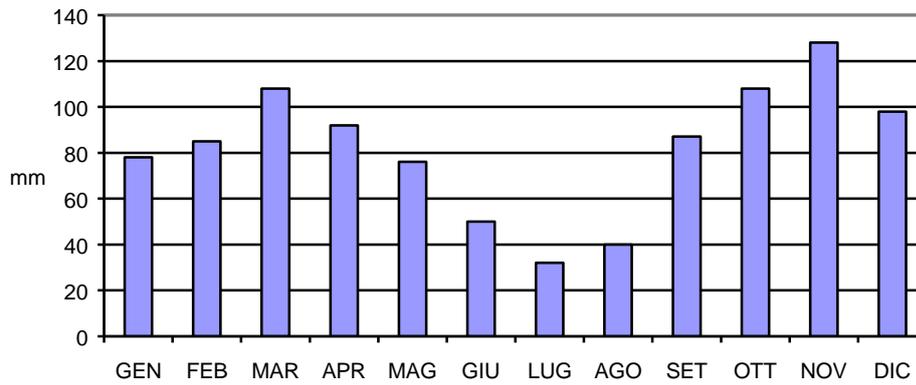
quota 297 m s.l.m.  
 codice 2058  
 tipo misura Precipitazioni  
 Periodo di osservazione 1935-1989  
 Anni mancanti -  
 Anni incompleti -



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*  
**Bacino: PORA**

**Feglino**

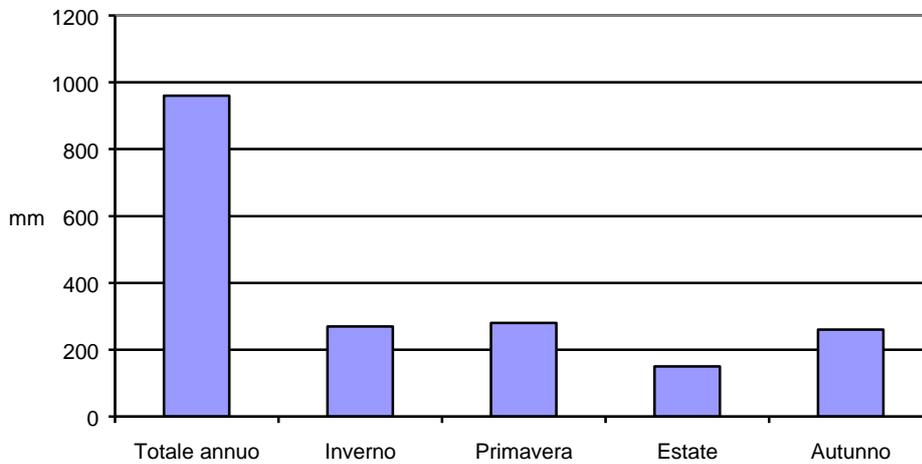
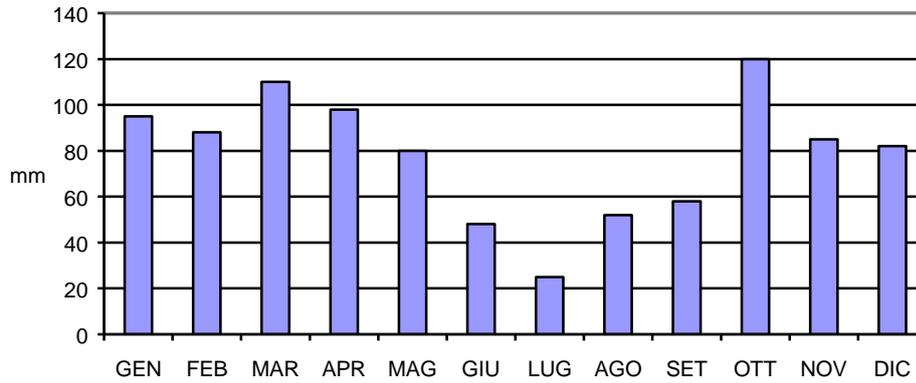
quota 160 m s.l.m.  
 codice 2056  
 tipo misura Precipitazioni  
 Periodo di osservazione 1921-1989  
 Anni mancanti 1944, 1947-1950, 1981, 1984  
 Anni incompleti 1952



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*  
**Bacino: PORA**

**Calice Ligure**

quota	70 m s.l.m.
codice	2055
tipo misura	Precipitazioni
Periodo di osservazione	1969-1989
Anni mancanti	-
Anni incompleti	1969, 1981, 1989



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*  
**Bacino: PORA**

In base ai dati climatici ricavati dalle suddette stazioni, dati tratti da "Il Clima della Liguria"- Osservatorio dei corpi idrici della Liguria (Autore : Prof. Geol. G. Brancucci - Ed. Lang- Arti Grafiche S.r.l.), il bacino rientra nella zona climatica mediterranea ed in particolare nella sottoregione submediterranea, con una distribuzione bimodale delle precipitazioni, con massimo principale autunnale e secondario primaverile, e unimodale delle temperature che registrano il massimo in agosto ed il minimo in gennaio. La fascia costiera, in analogia con il territorio adiacente, appartiene alla sottoregione mesomediterranea.

### 2.3 Geologia

Il bacino idrografico in esame risulta costituito da due importanti sottobacini che fanno capo al Torrente Pora ed al Torrente Aquila, divisi da un articolato spartiacque con andamento generale NNO-SSE che divide nella parte mediana l'intero bacino.

Il bacino è caratterizzato geologicamente da una buona percentuale di affioramento e dalla presenza di un discreto numero di litotipi.

Le formazioni affioranti appartengono principalmente al Dominio Brianzonese che rappresenta la zona costiera e parte del paleomargine continentale europeo ed in subordine alle coperture tardo-orogene.

Nella Zona Brianzonese (interno ed esterno) sono presenti litologie appartenenti alle Formazioni sedimentarie e vulcaniche del Tegumento permo-carbonifero (Formazione di Murialdo (aggiornamenti geologici ex D.G.R.1592/03), Scisti di Gorra, Porfiroidi del Melogno, Formazione di Eze), alla Copertura meso-cenozoica (Quarziti di Ponte di Nava, Dolomie di S. Pietro dei Monti, Calcari di Val Tanarello).

In particolare le Unità Brianzonesi si estendono per gran parte del bacino mentre le coperture tardo-orogene sono limitate alla zona centrale e meridionale dello stesso corrispondente al complesso Oligo-Miocenico della Pietra di Finale, trasgressivo sulle prime, ed al relativo complesso di base.

Il bacino è caratterizzato geologicamente da un'alta percentuale di affioramenti rocciosi, la litologia dominante è rappresentata da rocce metamorfiche, ad esse sono subordinati, nel settore meridionale del Bacino litotipi calcareo dolomitici. La parte bassa del bacino è caratterizzata dalla prevalenza di depositi alluvionali.

La sottostante tabella divide la superficie del bacino in percentuale rispetto ai litotipi costituenti il substrato.

<b>PORA</b>			Sup. (mq)
bc	FII	Brecce del Complesso di Base di Finale	432.252,49
ma	FII	Marne del Complesso di Base del Calcare di Finale Ligure	
c	FIN	Calcare di Finale Ligure	4.352.349,81
cab	FIN	Calcari Bioclastici di Finale	
do	SPM	Dolomie di San Pietro dei Monti	2.382.773,45
pr	EZE	Prasiniti della Formazione di EZE	569.829,98
po	PDM	Porfiroidi del Melogno	18.245.721,65
qz	QPN	Quarziti di Ponte di Nava	73.703,43
c	TAR	Calcari di Val Tanarello	238.217,64
sq	GRR	Scisti di Gorra	28.174.765,44

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*

**Bacino: PORA**

al		Alluvioni	1.987.974,93
mf	FMU	Filladi Formazione di Murialdo	500.797,64
dt		Detriti	1.243.420,87
<b>Totale</b>			<b>58.201.807,33</b>

### 2.3.1 Metodologia di studio

L'elaborato grafico al quale fare riferimento è la Carta Geolitologica. La definizione stessa indica il risalto che si è voluto dare ai litotipi rispetto all'attribuzione formazionale delle rocce in quanto più rispondente alla caratterizzazione fisica del materiale. La suddivisione della roccia in base allo stato di conservazione viene tuttavia affrontato nell'elaborazione della *Carta Geomorfologica*, secondo le Raccomandazioni regionali.

Pertanto in questo elaborato sono state verificate e raggruppate le formazioni ed i vari membri delle stesse, in funzione della litofacies dominante; allo stesso tempo sono stati inseriti gli acronimi formazionali, riportati negli standards di inserimento dei tematismi geologici nel sistema informativo regionale di bacino e dove questi risultavano carenti sono stati integrati da altri comunque riportati in legenda.

I terreni alluvionali sono stati primariamente suddivisi per tipologia.

Sono state altresì cartografate:

- le giaciture,
- i sovrascorrimenti fra le unità principali
- le discontinuità tettoniche principali.

Il rilevamento geologico è stato realizzato a partire dai dati forniti dal Settore Difesa del Suolo della Provincia di Savona (Carieri. G. "Aquisizione dei principali elementi fisiografici dei Torrenti Aquila e Quiliano ai fini della pianificazione di bacino, Provincia di Savona", 1994), integrati dalla consultazione di pubblicazioni scientifiche e dalla Carta Geologica con elementi di geomorfologia della Regione Liguria - Scala 1:25.000 (rilevamenti originali in scala 1:10.000).

Tali dati, infine, sono stati parzialmente integrati dai tecnici sopraccitati operanti presso la Provincia di Savona, Settore Difesa del Suolo – Servizio Piani di Bacino attraverso rilevamenti a campione effettuati nelle aree che presentavano rilevanze significative ai fini del presente studio.

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

### 2.3.2 Caratteri geologici

Le formazioni affioranti appartengono principalmente al Dominio Brianzese ed in subordine alle coperture tardo-orogene.

Nella Zona Brianzese (interno ed esterno) sono presenti litologie appartenenti alle Formazioni sedimentarie e vulcaniche del Tegumento permo-carbonifero (Scisti di Gorra, Porfiroidi del Melogno, Formazione di Eze), ed alla Copertura meso-cenozoica (Quarziti di Ponte di Nava, Dolomie di S. Pietro dei Monti, Calcari di Val Tanarello).

In particolare le Unità Brianzese si estendono per l'intero bacino mentre le coperture tardo-orogene sono limitate alla zona centro meridionale corrispondente al complesso

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*

**Bacino: PORA**

Oligo-Miocenico della Pietra di Finale, trasgressivo sulle prime e spesso separato, da queste, da sedimenti terrigeni argilloso-marmosi, sabbiosi e brecce sabbiose che costituiscono cosiddetto Complesso di base della Pietra di Finale.

Depositi quaternari di varia origine sono presenti lungo le coste, sugli altopiani del Finalese e nei fondovalle principali.

Nella parte bassa del bacino sono poi presenti estesi depositi alluvionali terrazzati recenti ed attuali.

**2.3.3 Litostratigrafia e Tettonica**

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 che più sono legati agli aspetti di difesa del suolo ovvero maggiormente influenti sulle condizioni di stabilità del territorio.

Le formazioni affioranti nell'ambito del bacino del Torrente Pora sono:

**Alluvioni recenti ed attuali (AL) (Quaternario)**

Comprendono sia i sedimenti a granulometria medio-grossolana nella parte centrale della zona pianeggiante, sia sedimenti fini limosi, presenti nella porzione di piana più prossima alla linea di costa.

Si tratta spesso di alluvioni in parte terrazzate in cui tuttavia la continuità dei terrazzi è interrotta dagli effetti dell'antropizzazione.

Le alluvioni recenti ed attuali sono presenti sul tratto terminale dei principali tributari presenti nel bacino e sfumano verso mare nei depositi di spiaggia.

**Calccare di Finale (Pietra di finale) (C-FIN) (Serravalliano-Miocene Prelanghiano)**

Si tratta di calcari epineritici bioclastici, calcari vacuolari bioclastici a coralli di colore bianco o rosato o rossastro con intercalazioni di arenarie in lenti e strati, massicci nella parte superiore e ben stratificati in quella inferiore. Comprendono anche marne biancastre a frattura concoide frammiste ad alternanze di conglomerati poligenici ed arenarie. Alla base dei calcari compaiono localmente livelli detritici costituiti da bancate di conglomerati poligenici a cemento calcitico e livelli arenacei, marnosi.

**Complesso di base del Calccare di Finale Ligure (BC-FII) (Miocene Prelanghiano-Oligocene Inferiore)**

Si tratta di sabbie quarzose grossolane, brecce monogeniche dolomitiche, conglomerati alternati a sabbie, marne più o meno argillose di colore grigio- giallastro.

Gli affioramenti presenti all'interno del bacino sono costituiti da sedimenti terrigeni argilloso-marnosi, sabbiosi e brecce sabbiose che costituiscono il complesso basale della Pietra di Finale sovrapposta stratigraficamente alle Unità brianzonesi e nella fattispecie alla Formazione degli Scisti di Gorra.

**Calcari di Val Tanarello (C-TAN) (Malm)**

Sono calcari ben stratificati che affiorano solo nella parte sud-occidentale del bacino al contatto con le dolomie di S.Pietro ai Monti. Si tratta essenzialmente di calcari marmorei, chiari, ceroidi, localmente alla base calcari marnosi e conglomerati. Compaiono nelle serie brianzonesi.

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*  
**Bacino: PORA**

**Dolomie di S.Pietro dei Monti (DO-SPM)** (Ladinico-Anisico)

Sono dolomie più o meno calcaree, grigie, con presenza di brecce intraformazionali. Compaiono nelle serie Brianzoni ed affini. 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. Affiorano estesamente, localmente associati e sovrapposti alle quarziti scitiche, in tutta la porzione centrale del bacino dell'Aquila.

**Quarziti di Ponte di Nava (QZ-QPN)** (Scitico)

Sono quarziti di vari colori, ma per lo più biancastre; si presentano in soletti decimetrici ed in strati pluridecimetrici fino a locali vere e proprie bancate; talora sono debolmente scistose.

Compaiono nelle serie Brianzoni ed affini. La potenza complessiva del complesso quarzítico è assai variabile in quanto molto spesso la serie risulta fortemente condizionata tettonicamente sia con elisioni che con raddoppi. Affiorano nella parte centrale del bacino nella zona a nord della Rocca di Perti a tetto degli Scisti di Gorra e a letto delle Dolomie di S.Pietro ai Monti.

**Metabasiti della Formazione di Eze (MB-EZE)** (Permico medio - Carbonifero superiore)

Si tratta di andesiti più o meno trasformate in prasiniti verdi molto alterate, scisti prasinitici cloritico epidotici derivanti da laminazione ed ultralaminazione.

Le meta-andesiti sono generalmente massicce sia con giacitura filoniana che effusiva di colore verde e grigio-verde su superficie fresca, o marroncino su superficie alterata, talvolta trasformate con metamorfismo alpino in prasiniti o scisti prasinitici verdi.

Questo litotipo si è originato nel corso dell'intensa attività magmatica permiana e si trovano intercalati all'interno dei metasedimenti quarzo-micacei o dei porfiroidi.

**Porfiroidi del Melogno (POR-PDM)** (Permico medio? – Carbonifero sup.?)

Si tratta di porfiroidi a grana minuta, affiorano su gran parte del bacino. Si presentano come una roccia finemente scistosa con tessitura a bande millimetriche, di colore biancastro e verdastro. La scistosità appare, nella maggior parte degli affioramenti, finemente pieghettata da successive deformazioni. Nonostante la estrema variabilità dell'aspetto derivano tutti da estesissime effusioni ignimbritiche acide (da riolitica a dacitica) d'età Permiana inferiore, successivamente interessate da metamorfismo Alpino di bassa temperatura e localmente di bassa temperatura e alta pressione.

In affioramento soprattutto nella parte centro settentrionale del bacino, il tipo di roccia più frequente si presenta di colore verde, se su superficie fresca, o marrone su superficie alterata, finemente scistosa, con tessitura a bande millimetriche, alternativamente biancastre (albite) e verdastre (sericite prevalente) con, relativamente pochi, fenocristalli subcentimetrici di quarzo e K-feldspato.

**Scisti di Gorra (SQ-GRR)** (Permico medio? – Carbonifero sup.?)

Si tratta di quarzoscisti e scisti quarzosericitici che affiorano su gran parte della superficie del bacino soprattutto nella parte alta dello stesso. Gli scisti sono rappresentati dalla Formazione degli Scisti di Gorra (GRR); si presentano in una facies costituita da scisti

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*

**Bacino: PORA**

quarzosi e quarzo-sericitici e a cloritoide, di colore variabile da grigio a verdino o bianco-argenteo. Gli eventi tettonici hanno prodotto, oltre alla scistosità della roccia, successive deformazioni che si manifestano con fitti piegamenti e numerosi sistemi di fratturazione dell'ammasso roccioso.

Il litotipo è in genere in scadente stato di conservazione e spesso, soprattutto in prossimità di disturbi tettonici, la cotica di alterazione vi è dell'ordine di qualche metro. Nell'affioramento le facies possono essere assai diverse, e sia la scistosità che l'intensa alterazione della roccia possono rendere difficoltoso il riconoscimento, e quindi causare delle confusioni e delle erronee attribuzioni.

**FORMAZIONE DI MURIALDO (mf-FMU) (Carbonifero Superiore-medio)**

Si tratta di metasedimenti fini rappresentati da filladi e micascisti carboniosi scuri, con frequenti lenti e vene contorte di quarzo. In queste formazioni sono presenti intercalazioni prasiniti appartenenti alla Formazione di Eze. (aggiornamenti geologici ex D.G.R.1592/03)

2.3.4 Considerazioni relative allo stato della roccia

La suddivisione del substrato in classi in base allo stato della roccia, secondo quanto indicato dalle raccomandazioni regionali, è stata interpretata in funzione delle considerazioni che seguono.

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 ai massicci cristallini.

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.

Nel bacino del Pora affiorano molti litotipi con una genesi e una storia geologica molto diverse tra loro.

Si va da rocce appartenenti al Tegumento permo-carbonifero (con le serie sedimentarie e vulcaniche), alle Coperture meso-cenozoiche, sino alle coperture sedimentarie pre-quadernarie.

La complessità dei rapporti tettonici tra le varie Unità, le varie formazioni o all'interno delle stesse la grande variabilità di esposizione agli agenti atmosferici e gli stessi interventi antropici hanno comportato differenze nello stato di conservazione della roccia che non sono apprezzabili alla scala di progetto.

E' stata quindi fatta una distinzione sulla qualità del litotipo predominante a livello formazionale.

Le Formazioni facenti parte 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 risultano appartenere alla classe RF che identifica un tipo di roccia che presenta generalmente problematiche relative ad una marcata fessurazione e una fitta rete di fratturazioni nonché un susseguirsi di micropieghe e scistosità. Non perdendo di vista le finalità dello studio, rappresentate dalla elaborazione della suscettività al dissesto dei versanti e la definizione del rischio geomorfologico, sono state indicate le seguenti suddivisioni:

**R** = substrato in buone o medio-buone condizioni di conservazione

**Rf** = substrato in condizioni di manifesta fessurazione; substrato marcatamente micro- e macro-fratturato; substrato fogliettato e fratturato; substrato a bande cataclamate.

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*

**Bacino: PORA**

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 al fine di realizzare una carta della suscettività al dissesto dei versanti propria del bacino.



*Fitte micropieghe e fogliettature nel substrato metamorfico*

## **2.4 Geomorfologia**

Il bacino del T.Pora presenta aspetti assai diversificati dal punto di vista morfologico e poichè il paesaggio è in gran parte determinato dalle condizioni geologiche e dipende dall'assetto strutturale del litotipo, dallo stato di conservazione della roccia e dalla tettonizzazione, pare opportuna una suddivisione in unità di paesaggio come di seguito elencato:

- 1) Porzioni del bacino a substrato metamorfico
- 2) Porzioni del bacino ad emergenze cenozoiche
- 3) Zone di fondovalle e della piana alluvionale

1) La prima zona è caratterizzata dalla costante presenza di roccia metamorfica sia affiorante sia subaffiorante (copertura medio-sottile) e solo localmente da potenti accumuli in coltre sia di natura detritica che colluviale o eluviale.

La vegetazione localmente scarsa favorisce un generale ruscellamento diffuso che sistematicamente asporta il suolo, e ciò frequentemente determina, alla base dei versanti, accumuli di materiali detritici e argillosi.

Quando lo stato di conservazione della roccia è mediocre o scadente, o le strutture sono prevalentemente sfavorevoli, lungo versanti acclivi, il ruscellamento si intensifica producendo, alla base dei versanti, forti accumuli di elementi detritici a granulometria eterogenea.

Localmente, in genere secondo la linea di massima pendenza del versante, si formano dei solchi d'erosione anche molto incisi e profondi che, adunando l'acqua di dilavamento, decisamente più erosiva, esplicano la funzione di vere e proprie aste fluviali.

- 2) La porzione centro-meridionale del bacino è quella che presenta i fenomeni più

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*

**Bacino: PORA**

interessanti dal punto di vista geomorfologico.

Le rocce della formazione miocenica della Pietra di Finale, che occupano la posizione sommitale della serie stratigrafica, risultano quelle meno coinvolte dalle evidenti deformazioni tettoniche che hanno interessato tutta la regione.

I depositi miocenici costituiscono un tavolato suborizzontale profondamente intagliato da strette valli ma nel complesso risparmiato dall'erosione, perchè la roccia, discretamente compatta e poco fratturata, appare molto resistente al disfacimento.

I rilievi danno luogo a forme tipo "mesas", con alla sommità settori subpianeggianti o dolcemente ondulati con la stessa inclinazione ed immersione della stratificazione, e scarpate verticali o subverticali, ai piedi delle quali si hanno potenti accumuli di falda talvolta cementati, prodottisi per crolli di roccia e detriti.

Le pareti sono inoltre interessate da intensa corrosione superficiale, che rende la roccia molto porosa, e da solchi da ruscellamento concentrato, che generalmente si impostano sulle fratture preesistenti allargandole ed aumentandone il fattore di instabilità.

I calcari miocenici sono trasgressivi, con contatti di tipo discordante, su substrati di natura mesozoica e subordinatamente metamorfico scistosi caratterizzati entrambi da un elevato grado di fratturazione, che controllano le strette valli modellate nella Pietra di Finale.

Tale situazione determina una sorta di gradino morfologico sottolineato dalla presenza di fasce pedemontane di detrito, costituite da elementi di natura carbonatica, di pezzatura variabile dalle dimensioni delle particelle minori fino ad un massimo di trovanti di alcuni metri cubi.

La genesi di questi detriti è agevolata, oltre che dal ruscellamento, dalla quasi totale assenza di coperture vegetali, dall'acclività dei versanti ed infine, soprattutto nelle zone ben esposte, dal non trascurabile processo termoclastico.

L'angolo di riposo degli elementi costituenti queste fasce è generalmente molto elevato (30°-40°), soprattutto in considerazione degli spigoli vivi dei clasti, del grado di cementazione e della natura terrosa della matrice.

L'altra caratteristica di questa zona è la prevalenza di forme legate ai fenomeni carsici sulle rocce carbonatiche.

Infatti nei calcari bioclastici miocenici il carsismo evolve per azioni di dissoluzione mentre per i calcari e le dolomie mesozoiche il carsismo evolve per fratturazione.

L'azione sinergica di questi fenomeni individua la macroforma più caratteristica, specie nella porzione orientale, che è rappresentata lungo la sommità degli altopiani di una vasta distesa di piccole colline cupoliformi (demi-orange), separate da valloni carsici a fondo piatto, comunicanti fra loro (Cockpits) più o meno depressi e coperti da terre rosse, prodottesi per alterazione e decalcificazione del substrato carbonatico, verso un punto posto in posizione circa centrale (inghiottitoio) o verso valli fluviali molto strette ed incise con versanti subverticali ed eventualmente sospese.

Lungo i versanti delle collinette è verificabile un certo ruscellamento diffuso, che però non asporta completamente la copertura in terra rossa. Questa perviene, in parte, come deposito colluviale lungo i valloni che non pare risentano particolarmente del ruscellamento, probabilmente a causa della loro debole pendenza longitudinale.

Nel complesso si evidenzia uno scarso sviluppo del reticolo superficiale nella zona carsica, dove tra l'altro sono individuabili relitti dei sistemi idrografici sotterranei che interessavano originariamente l'area; tali relitti, esposti lungo le profonde incisioni vallive, sono rappresentati da cavità e caverne poste a quote diverse.

In particolare nel settore Sud-Ovest del bacino si individuano delle zone ad altipiano (S.Eusebio-Rocca di Perti e S.Bernardino- Bric Pianarella-Bric Spaventaggi), da rilievi tabulari tipo mesas, con superfici sommitali alla stessa quota che dimostrano la

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*

**Bacino: PORA**

derivazione da un unico altipiano carsico successivamente inciso dall'impostarsi del reticolo idrografico superficiale e suddiviso in settori meno estesi realmente; sono evidenti i segnali di un carsismo sia ipogeo (grotte e cavità carsiche) , sia epigeo (valli cieche, inghiottitoi, forme carsiche coalescenti) molto marcato.



*Falda detritica alla base delle pareti carbonatiche (Rocca di Perti)*

I limiti della formazione sono caratterizzati da pareti verticali, talvolta strapiombanti, con una evoluzione legata all'azione concomitante di processi gravitativi e carsici, con evidenti testimonianze di fenomeni di crollo.

Alla base di dette pareti subverticali si osservano, soprattutto nella parte bassa del bacino, falde detritiche di dimensioni davvero considerevoli cementate da soluzioni carbonatiche .

Tracce del sistema carsico ipogeo si trovano fin quasi sulla sommità degli altipiani, ma le grotte di grandi dimensioni, nate come "tubi freatici", si incontrano solo sotto una quota di circa 350 m. s.l.m. e sono spesso comunicanti tra loro.

3) La zona del medio fondovalle è caratterizzata da una erosione prevalentemente lineare, da ruscellamento concentrato lungo gli alvei dei torrenti, le cui acque perdono velocità con la diminuzione dell'acclività e depositano solo nella porzione terminale del bacino e lungo la "piana" a valle degli abitati di Feglino e di Calice Ligure.

In tali settori pianeggianti, sebbene di limitata estensione, l'alveo è impostato su alluvioni recenti e si evidenziano alternanze di fasi erosive e di sedimentazione, attraverso la presenza di terrazzamenti fluviali e di sedimenti del corso d'acqua attuale poste a quote diverse.

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*  
**Bacino: PORA**



*Terrazzamenti di coltri colluviali frammiste a depositi alluvionali antichi*

In generale lungo l'alveo la forte erodibilità del substrato (generalmente in metamorfiti scistose), l'acclività dei versanti e il carattere stagionale dei deflussi hanno determinato alvei molto incisi, spesso in roccia viva, e generalmente stretti e profondi.

Attualmente la deposizione avviene prevalentemente nei tratti più a valle delle aste principali, con alveo in erosione nella parte a monte.

Gli affluenti minori del T.Pora e del suo maggiore tributario il T.Aquila, appaiono spesso in forte erosione, in particolar modo la *Carta geomorfologica* evidenzia una serie di erosioni concentrate di fondo su entrambi i versanti.

L'impostazione del reticolo idrografico lungo le linee strutturali è spesso evidente anche in corrispondenza dei corsi d'acqua minori.

#### 2.4.1 Geomorfologia quantitativa

La delimitazione del bacino idrografico del torrente Pora è riferita allo scorrimento superficiale, pertanto definita dall'individuazione sulla carta topografica della linea spartiacque.

Esistono alcuni parametri planimetrici e geomorfici che sono, solitamente, utilizzati per descrivere quantitativamente le caratteristiche morfologiche di un bacino idrografico. Le principali caratteristiche planimetriche sono la misura dell'area proiettata su di un piano orizzontale (S), la lunghezza del contorno del bacino (P), la lunghezza del bacino intesa come la distanza tra la foce e lo spartiacque misurata lungo l'asta principale (L), ossia:

Superficie:  $S = 58.3 \text{ km}^2$

Perimetro:  $P = 39.2 \text{ km}$

Lunghezza:  $L = 17 \text{ km}$

L'indicazione della forma del bacino è descritta da alcuni parametri quali ad esempio il rapporto di circolarità  $R_c$  dato dal rapporto tra l'area S del bacino e l'area del cerchio di uguale perimetro P, il coefficiente di uniformità  $R_u$  definito come rapporto tra il perimetro P del bacino e la circonferenza del cerchio di uguale area S, il rapporto di allungamento  $R_a$ ,

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*

**Bacino: PORA**

ottenuto come rapporto tra il diametro del cerchio di uguale area S e la lunghezza L dell'asta fluviale:

$$R_g = \frac{4\pi S}{P} = 04$$

$$R_g = \frac{P}{2\pi S} = 14$$

$$R_g = \frac{2\sqrt{S}}{\sqrt{\pi L}} = 05$$

dove:

S= superficie del bacino [km<sup>2</sup>]

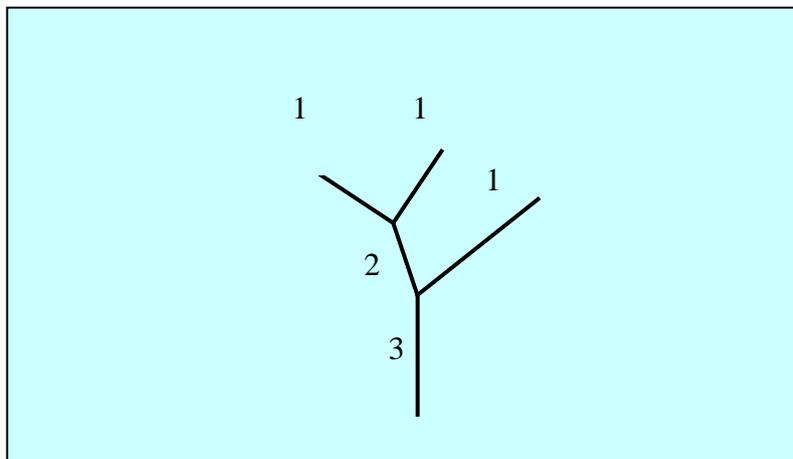
P= perimetro del bacino [km]

L= lunghezza dell'asta fluviale [km]

2.4.2 Reticolo idrografico

La complessità dello sviluppo della rete idrografica, di cui si riporta un'indicazione schematica, 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:

- 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);



*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*).

I principali rii che drenano il versante destro conflueno nel Torrente Aquila sono:

Rio Frasce (ordine 2), Rio Mornera (ordine 2), Rio Lurù (ordine 3), Rio Vallengunga (ordine 2), Rio Prigionieri (ordine 3), Rio Laio (ordine 2), Rio Sorba (ordine 2), Rio Coggian (ordine 2)

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*

**Bacino: PORA**

2), Rio Cascine (ordine 2), Rio Chirbo( ordine 2), Rio Maffei (ordine 3), Rio Fosso Pianmarino; Rio Fosso Sogno (ordine 2).

I principali rii che drenano il versante sinistro confluendo nel Torrente Pora sono i seguenti: Rio Rivase (ordine 2), Rio Peccione (ordine 2), Rio Vernetto (ordine 3), Rio Porrino (ordine 2), Rio Rovin (ordine 2), Rio Leveto (ordine 3), Rio Pollero (ordine 2), Rio Ose (ordine 2), Rio Mori (ordine 3), Rio Pizzi (ordine 3), Rio Pozzo dei Frati (ordine 3), Rio Tecchi Lunghi (ordine 3), Rio Sbarce (ordine 2), Rio Cantarana (ordine 2), Rio Poeti (ordine 2), Rio Troggio (ordine 3), Rio Martano (ordine 3), Rio Collerina (ordine 3), Rio Ciusa (ordine 2), Rio Fungallo (ordine 2), Torrente Carbuta (ordine 4), Torrente Gariglio (ordine 2), Rio Gerin (ordine 2), Rio del Ronco (ordine 2), Rio Campogrande (ordine 3), Rio delle Case (ordine 2), Rio Casa Lucciò (ordine 2), Rio dell'Arbua (ordine 2), Rio del Lupo (ordine 2), Rio Brescello (ordine 2), Rio Mariaforte.

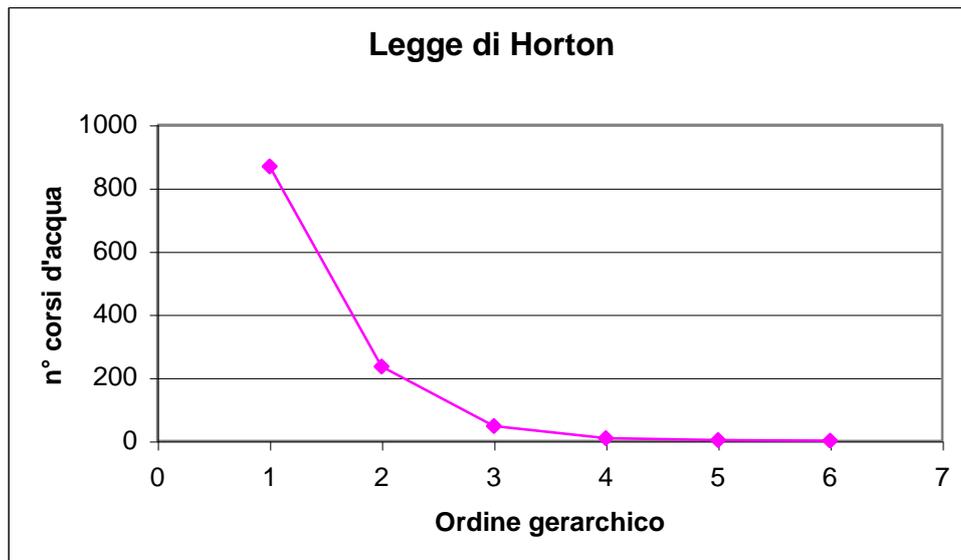
L'asta principale del Torrente Pora è caratterizzata da ordine 6 fino al centro abitato di Finalborgo, prosegue poi con lo stesso ordine nel versante ovest fino ad incontrare il Torrente Carbuta, e nel versante est prendendo il nome di Torrente Aquila con ordine 5.

<b>U</b> N° ordine sottobaci no	<b>N<sub>u</sub></b> Numero di aste	<b>R<sub>b</sub></b> Rapporto di biforcazi one	<b>N<sub>u</sub>+(N<sub>u</sub>+1)</b>	<b>R<sub>b</sub> x(N<sub>u</sub> + (N<sub>u</sub>+1))</b>	<b>N<sub>d</sub></b> n° di aste N <sub>u</sub> che si inseriscono su N <sub>u</sub> +1	<b>R<sub>bd</sub></b> rapporto di biforcazion e diretta
I	869				643	2.7
II	236	3.7	1105	4068.8	195	4.1
III	48	4.9	284	1396.3	30	3.3
IV	9	5.3	57	304.0	10	3.3
V	3	3.0	12	36.0	3	3.0
VI	1	3.0	4	12.0	1	
totale	1166	19.9	1462	5817.2		16.5

*Parametri caratteristici dell'organizzazione del reticolo*

L'analisi geomorfica quantitativa evidenzia una distribuzione piuttosto irregolare del numero dei bacini in rapporto al loro ordine gerarchico

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*  
**Bacino: PORA**



*N° dei corsi d'acqua in rapporto al loro ordine gerarchico*

Un parametro caratteristico è il rapporto di biforcazione ( $R_b$ ) che esprime il rapporto tra il numero di segmenti fluviali di un dato ordine e il numero dei segmenti dell'ordine successivo.

$R_b=3.3$  (media aritmetica)

L'organizzazione gerarchica viene meglio definita con il rapporto di biforcazione diretta ( $R_{bd}$ ) inteso come rapporto tra il numero di segmenti di un dato ordine che affluiscono in segmenti di ordine superiore ed il numero di questi ultimi.

$R_{bd}= 2.7$  (media aritmetica)

E' stato poi calcolato l'indice di biforcazione, inteso come la differenza tra i due parametri precedentemente espressi, poiché fornisce informazioni sulla struttura media della porzione anomala dell'intero reticolo idrografico.

Valori prossimi allo 0 rappresentano bacini che hanno raggiunto un alto grado di organizzazione gerarchica.

Indice di biforcazione  $R = R_b - R_{bd} = 0.6$

La densità di drenaggio è calcolata in base alla seguente relazione:

$$D = L_t / S = 3.8/\text{km}$$

dove:

$L_t$  = lunghezza totale di tutti i segmenti fluviali [km]  
 $S$  = superficie del bacino [km<sup>2</sup>]

Un tale valore, molto simile a quello di altri bacini liguri tirrenici impostati su litotipi simili, denota, secondo la bibliografia classica, un'area scarsamente o mediamente drenata in

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*

**Bacino: PORA**

accordo con le caratteristiche di permeabilità della roccia prevalente.

**2.4.2.1 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 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.

**2.4.3 Caratterizzazione delle coperture**

Le coperture detritiche presenti nel bacino del T.Pora sono di varia origine ed a vario comportamento in funzione del litotipo da cui derivano e dalle condizioni morfologiche al contorno.

La maggior parte del territorio è comunque interessato da roccia affiorante o subaffiorante al di sotto di 1 m di copertura in materiale sciolto; per l'elaborazione della cartografia tematica sono state considerate, ove possibile, a seconda dello spessore maggiore o minore di 3 m.

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; si auspica pertanto un successivo approfondimento in sede di aggiornamento del piano.

Alcune informazioni sullo spessore delle coltri, oltre che da fotointerpretazione, dalla cartografia presente a vario titolo e da alcuni 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 piuttosto diffuse nell'area di affioramento dei termini filladici, nella porzione a Nord del bacino del T.Pora ed in prossimità dei contatti tra le rocce metamorfiche e quelle sedimentarie, e derivano dal marcato disfacimento del substrato roccioso sotto l'azione degli agenti atmosferici.

Si tratta di coltri a granulometria eterogenea e di potenza variabile e spesso non superiore ad 1-2 metri, tuttavia sempre con accentuata matrice fine prevalentemente di tipo detritico con abbondante frazione fine limoso-argillosa, ed a resistenza al taglio attribuibile in prevalenza alla coesione; hanno spessore generalmente modesto, con larghi tratti di roccia affiorante o con litosuoli decimetrici e sono ampiamente diffuse lungo i versanti, nelle aree boscate.

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*  
**Bacino: PORA**



*Versanti in roccia subaffiorante e tasche di litosuoli*

Negli ambiti di versante è infatti molto diffusa la situazione in cui il substrato roccioso appare alternativamente affiorante e subaffiorante, in particolare nelle zone degli spartiacque orografici, in corrispondenza delle dorsali morfologiche, nelle zone più acclivi ed in prossimità delle linee di erosione incanalata.

Coltri eluvio colluviali si riscontrano anche sulle formazioni carbonatiche, a formare spesso coperture di notevole potenza alla base delle pareti rocciose ad acclività molto elevata nelle quali tuttavia l'individuazione dell'interfaccia tra coltre e roccia non è sempre agevole e lo spessore delle stesse non è sempre apprezzabile.

Si configurano come falde detritiche coalescenti a granulometria grossolana nella parte inferiore, di natura prevalentemente granulare, con resistenza al taglio per attrito.

In generale si osserva, poi, che sui substrati calcarei predominano delle coltri eluvio colluviali di colore rosso intenso ("terre rosse") che, nelle zone meno acclivi, possono raggiungere anche parecchi metri di potenza.

Sono costituite in gran parte di argille e sabbie silicee che costituiscono il residuo insolubile delle rocce madri calcaree che hanno subito processi di dissoluzione da parte degli agenti esogeni.

Il processo che porta alla formazione di questo tipo di suoli rossi prende il nome di fersiallitizzazione; consiste nella liberazione del ferro per alterazione e per decarbonatazione e nella risalita per capillarità, lungo il profilo, di basi e silice. La mancanza di acqua negli spazi vuoti del suolo favorisce la circolazione dell'aria che provoca l'ossidazione del ferro, fornendo il caratteristico colore rosso vivo.

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*  
**Bacino: PORA**



*Falde di detrito e coltri pluvio-colluviali terrazzate su rocce carbonatiche*



*Coltri pluvio colluviali riferibili alle "Terre Rosse"*

Nelle zone di affioramento delle Dolomie di San Pietro dei Monti le coltri di copertura sono molto scarse ed assumono sempre spessori minori di un metro, sono presenti però zone fortemente disarticolate con trovanti di dimensioni considerevoli.



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*

**Bacino: PORA**

*Coltri di copertura a tasche su roccia subaffiorante*

- **Coperture originate da fenomeni franosi**

La percentuale di territorio coperta da coltri originate da fenomeni franosi è abbastanza estesa nelle aree di affioramento degli Scisti di Gorra e dei Porfiroidi del Melogno, sulla fascia del fondovalle del T.Pora e, localmente, nelle zone di contatto tra il basamento metamorfico e le formazioni carbonatiche soprastanti.

Si tratta spesso di situazioni legate a zone dove il substrato risulta caratterizzato da fitta scistosità e tettonizzazione o aree dove la variazione di pendenza dovuta sia all'erosione areale sui versanti, sia all'approfondimento della valle del torrente principale, hanno creato dei collassi gravitativi superficiali in tempi remoti. Si hanno, in tali zone, alcuni paleoaccumuli che rivestono i versanti, soprattutto quelli che delimitano il bacino del Torrente Pora nel settore medio alto del bacino; hanno quasi sempre a monte un ciglio di distacco, ma la differenziazione tra paleo-accumuli e coltri colluviali di antica formazione non è di facile realizzazione poiché necessiterebbe di studi in merito che approfondissero la genesi delle coltri in riferimento alla tipologia granulometrica legata anche ai processi di pedogenizzazione.



*Coltra terrazzata su paleoaccumulo*

#### 2.4.4 Frane attive

In relazione alla dinamica del dissesto dei versanti assume grande importanza il particolare assetto geologico e strutturale dei termini metamorfici, con i loro termini intermedi. Anche le formazioni carbonatiche sono interessate dalla presenza di una franosità piuttosto diffusa anche se con tipologia differente da quella sovrimposta a litotipi cristallini e/o metamorfici.

Minor rilevanza, in relazione alla formazione ed alla mobilitazione di corpi franosi significativi, hanno le zone a substrato dolomitico e le aree che presentano una generale omogeneità delle caratteristiche geomeccaniche e non sono interessate da evidenti

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*

**Bacino: PORA**

fenomeni di tettonizzazione né antica né recente.

In merito all'analisi dei dissesti sopracitati si rimanda agli elaborati di dettaglio allegati al presente studio (*Carta della Franosità reale*), mentre si evidenzia che in linea generale il bacino risulta interessato da altre fenomenologie "minori" meglio inquadrabili nell'ambito della Franosità diffusa di dimensioni non cartografabili singolarmente.

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 del dissesto
- zone di fragilità, cioè le aree che per le caratteristiche geologico-geomorfologiche riscontrate presentano una particolare propensione all'innescò di fenomenologie di tipo erosivo, franosità diffusa o dove sono chiaramente identificabili forme quiescenti, anche appartenenti ad aree a suscettività alta.

A livello esplicativo, ed in termini di larga massima, è possibile operare una suddivisione approssimativa del territorio secondo i criteri sopra enunciati tenendo conto dei fenomeni franosi, già censiti ai sensi del D.L. 180/98 e s.m. nell'ambito del "Piano Straordinario volto alla mitigazione del rischio" come da D.G.R. 1411/99, contraddistinti sulla "*Carta inventario*".

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 Pora, si sono rilevate le seguenti frane attive cartografabili (di cui si allegano le scheda frane):

una in Comune di Rialto; una in Comune di Finale Ligure.

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*  
**Bacino: PORA**

<b>Distretti franosi</b>	<b>Fasce di attenzione</b>	<b>Zone di fragilità</b>
Franosità diffusa	Versante urbanizzato in località Monticello	Situata in sponda sinistra del torrente Aquila e di parte del torrente Pora comprende il versante a monte di Finalborgo fino all'abitato di S.Bernardino.
Franosità diffusa	Strada del Melogno, Svincolo autostradale di Finale Ligure, case sparse	Situata in sponda destra del Torrente Pora da località Madonna della Neve sino a valle del viadotto autostradale in località Valgelata.
Franosità diffusa, Frana attiva presso località Garassini (ex-R3 D.G.R. 1411/99)	Strada Provinciale n°17 da Finale Ligure a Calice Ligure, case sparse.	Parte centrale del bacino da località Cipressi a sud a località Campogrande a nord, comprendente
Franosità diffusa, Frana attiva presso località Madonna delle Grazie (ex-R3 D.G.R. 1411/99) Frana attiva presso località Casa della Sorda (ex-R3 D.G.R. 1411/99)	Case sparse	Parte centrale del bacino, versante destro orografico del T.Pora, da località Casa della Sorda a nord a località Madonna delle Grazie a sud.
Franosità diffusa	Strada provinciale n° 8	Situato in sponda destra del Torrente Pora a sinistra di località Martinetti nella parte alta del bacino
Franosità diffusa	Strade comunali, case sparse, Strada provinciale n° 8	Sponda sinistra del Torrente Pora immediatamente a valle del Comune di Rialto. Si estende da località Terza a Nord sino a località Loggia a sud.

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*

**Bacino: PORA**

Frane attiva presso località Canto Carbuta (ex-R4 D.G.R. 1411/99)	Case sparse, strada che collega Calice Ligure a Carbuta	Centro abitato di Carbuta, si estende da località Casa di Boretti a nord sino a località Inobricco a sud.
Franosità diffusa	Strada che collega Feglino – Carbuta - Calice Ligure, case sparse	Situato in sponda destra del Torrente Aquila, all'altezza del Comune di Feglino, esteso da Pian Merlino sino al Rio Chirbo.
Franosità diffusa	Autostrada Genova Ventimiglia; strada che collega Feglino ad Orco	Versante in sinistra orografica del T.Aquila, zona vicino al limite di bacino comprendente località Palazzuolo e località Bricco

*Suddivisione del territorio in base ai dissesti*

I processi gravitativi a carattere sono logicamente preponderanti lungo i versanti più acclivi.

Le metamorfiti in presenza di strutture disposte favorevolmente danno generalmente luogo a frane di crollo o rotazionali, mentre in presenza di strutture sfavorevoli le frane più comuni sono di scivolamento secondo superfici generalmente meno inclinate del versante.



*Smottamento di coltri terrazzate nella valle del T.Aquila*

Un altro fenomeno particolarmente ingente è la presenza, lungo i versanti, di estese zone collassate (paleofrane), come visibile lungo i rii Mornera, Frasso, Leirazza, Cascine e Monticello.

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*  
**Bacino: PORA**



*Frana che ha interessato la sede stradale nel Comune di Fegolino*

Localmente sono ancora visibili le originarie nicchie di distacco, individuate da brusche rotture di pendenza lungo i versanti. Generalmente questi potenti accumuli sono costituiti sia da detriti litoidi grossolani che da coltre minuta prevalentemente argillosa originatasi per alterazione.

Attualmente in questi accumuli, il processo che riveste maggior importanza è un'erosione da ruscellamento abbastanza diffusa; localmente si possono avere profonde incisioni, soprattutto nella coltre, generalmente orientate secondo la linea di massima pendenza del versante.

Benchè allo stato attuale gli accumuli siano da considerarsi in buona parte assestati, è talvolta possibile il lento movimento verso il basso del mantello detritico superficiale, evidenziato dall'inclinazione anomala di alcune strutture verticali, dal tipo di lesioni degli edifici e delle opere di sostegno (terrazzamenti in genere). E' possibile inoltre avere anche degli smottamenti più o meno ingenti, caratterizzati da superfici di distacco e scorrimento prevalentemente curve.

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*  
**Bacino: PORA**



*Frana attiva sulla strada che collega Feglino a Carbuta*

In generale lungo l'alveo la forte erodibilità del substrato (generalmente in metamorfiti scistose), l'acclività dei versanti e il carattere stagionale dei deflussi hanno determinato alvei molto incisi, spesso in roccia viva, e generalmente stretti.

Lungo la parte montana del bacino ed in corrispondenza dei versanti più acclivi, assume una certa rilevanza il fenomeno dello scalzamento al piede ed erosione dei materassi in materiali sciolti presenti lungo le sponde ed alla base dei versanti stessi.



*Esempio di scalzamento al piede del versante causato dalla erosione*

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*  
**Bacino: PORA**

*spondale.*

Localmente, quando gli accumuli raggiungono gli alvei, l'erosione al piede può condurre a smottamenti di una certa rilevanza con parziali e temporanee occlusioni dell'alveo. Tali materassi in materiali sciolti traggono origine sia dai processi di degradazione, sfacelo ed alterazione delle metamorfite scistose che dai processi di detritazione e dilavamento attivi sui ripidi versanti in carbonatiti e detrito di falda.

#### 2.4.5 Franosità diffusa ed erosione superficiale

Sono qui 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 tutta la parte mediana e meridionale del bacino del T.Pora e nel sottobacino del Torrente Aquila, in particolare nelle aree che hanno subito una intensa antropizzazione dovuta in massima parte alla realizzazione di sedi viarie senza accurati studi inerenti la naturale stabilità dei pendii e lo smaltimento delle acque di ruscellamento superficiale.



*Fenomeni di erosione incanalata lungo i versanti della valle del T.Pora*

Anche la porzione di valle dell'intero bacino è interessata in modo pesante da una situazione di franosità diffusa che risulta evidente in prossimità del medio versante dove l'assenza di un adeguato sistema di regimazione idrica superficiale ha fatto sì che si verificassero, in concomitanza degli episodi alluvionali, una serie di collassi gravitativi di detti materiali di coperture antropiche ora parzialmente naturalizzate.

Una situazione di degrado puntuale si presenta poi sul relativo fondovalle dove sono evidenti sia fenomeni di scalzamento al piede dei versanti da parte delle acque del torrente in prossimità di aree dove la tettonica ha generato improvvisi mutamenti direzionali del corso d'acqua, sia settori ove il detrito di versante trasportato dalle acque correnti viene depositato e a sua volta eroso durante i periodi della successiva piena.

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*  
**Bacino: PORA**



*Microfranosità su strada secondaria*

Per quanto riguarda poi la grande superficie di territorio oggetto di erosione areale diffusa, questa è causata in massima parte dall'abbandono delle fasce coltivate, dalla carenza di manutenzione di versanti antropizzati e dalla minima percentuale di copertura arborea di pregio anche in quelle zone definite "aree boscate" sulla *Carta dell'uso del suolo*; tutto ciò ha determinato una situazione di vulnerabilità all'erosione piuttosto marcata di una percentuale tutt'altro che trascurabile del bacino idrografico.

Altri fenomeni erosivi di una certa rilevanza sono costituiti dai processi di erosione collegati al reticolo idrografico; in particolare sono evidenti fenomeni di scalzamento ed approfondimento di alveo nelle valli dei torrenti Pora ed Aquila.

Come già osservato in precedenza, fenomeni di instabilità delle coltri superficiali sono rilevabili in prossimità dei tagli stradali anche di modeste dimensioni che hanno in qualche modo creato una situazione di disequilibrio statico nei riguardi dei versanti causando spesso la mancanza di forze di contrasto alla naturale forza di gravità.

Durante i sopralluoghi effettuati per l'aggiornamento dei dati del 2004 (aggiornamenti geologici ex D.G.R.1592/03), sono state rilevate altre frane puntuali:

nel Comune di Finale L. in loc. Fontano; nel Comune di Orco Feglino in loc. Olivette; nel Comune di Calice in loc. Bric. Bossero e nel Comune di Rialto in loc. Pian dei Corsi.

E' stato individuato inoltre come ciglio di arretramento morfologico il tratto a monte della S.P. 490 nel Comune di Finale in loc. Aurera.

#### 2.4.6 Riporti artificiali

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*

**Bacino: PORA**

A seguito dell'elevata antropizzazione che caratterizza il territorio in esame, nel bacino del Torrente Pora sono inoltre presenti alcuni riporti legati principalmente alla costruzione di alcune importanti infrastrutture viarie.



*Riporti autostradali sui quali sono stati eseguiti lavori di regimazione delle acque correnti e messa in sicurezza (affluente T.Aquila)*

La particolare fisiografia naturale del territorio ligure con alti e bassi morfologici ha visto nel corso dei decenni la costruzione di numerosi tratti stradali in sotterraneo con le relative problematiche di progettazione, realizzazione e soprattutto dell'impatto che questi potevano avere sull'ambiente naturale.

Lo scavo delle gallerie ha indubbiamente prodotto una grande quantità di smarino ad elementi lapidei di dimensioni variabili che sono stati utilizzati in parte per riporti utili allo spianamento di spazi altrimenti non utilizzabili e per la restante parte sono stati depositati all'uscita dei tunnel.

Lo spargimento di materiali sciolti eseguita senza una adeguata programmazione rappresenta uno degli elementi di maggiore instabilità del territorio.

I riporti presenti sul territorio del bacino sono stati comunque controllati e su alcuni sono stati eseguiti interventi ed opere di presidio atte alla mitigazione del rischio di dissesto (canalette artificiali di regimazione delle acque, opere in muratura, terrazzamenti artificiali ed opere di ingegneria naturalistica).

Ovviamente tutto ciò è sufficiente a non provocare situazioni di pericolo nelle zone circostanti ma non basta altresì ad impedire che gli accumuli incidano in maniera elevata sui deflussi idrici.

Altri riporti artificiali sono quelli dovuti alle lavorazioni di cava che rappresentano veri e propri accumuli di versante che devono essere tenuti sotto costante controllo e manutenzione poiché è possibile, durante gli episodi alluvionali, un parziale distacco di porzioni di materiale sia lapideo sia terrigeno.

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*  
**Bacino: PORA**



*Materiali rimaneggiati e riporti a seguito di attività di cava*

#### 2.4.7 Cave

Così come evidenziato dalla cartografia tematica relativa, nel bacino del Pora sono attualmente presenti alcune cave attive soprattutto sui litotipi calcarei.

Le aree adibite a cave di prestito abbandonate sono invece sparse un po' ovunque sul territorio sia sulle litologie calcaree sia su quelle di origine metamorfica. Sul bacino sono state individuate cave di tipo A, di tipo D e di tipo C.

Le cave in sotterraneo sono state normate con gli stessi criteri per le sole opere che hanno incidenza sull'assetto paesistico-ambientale, strade di accesso e manufatti di servizio esistenti.

Per tutto quanto riguarda i regimi normativi cui queste sono soggette si rimanda al Cap.1.

Le cave di maggiori dimensioni sono:

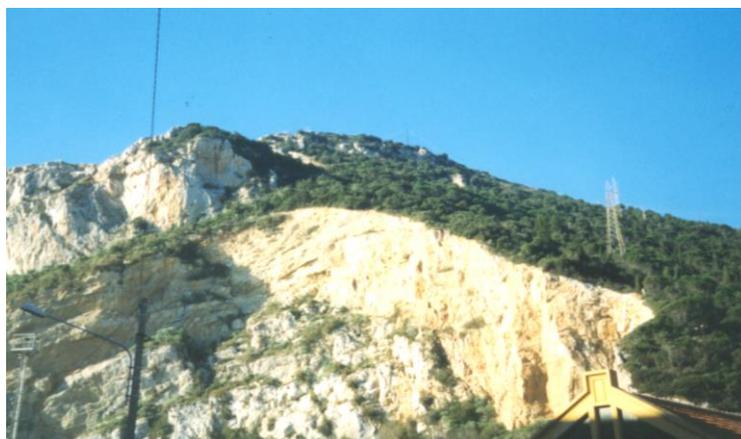
- Cava Rocca di Perti, situata nel Comune di Finale Ligure in località Perti (C.T.R. scala 1:10.000 n° 245040). Nel regime normativo tale cava è inquadrata come cava di tipo D, da essa viene estratta la Pietra di Finale utilizzata per rivestimenti interni ed esterni in edilizia. La coltivazione avviene in sotterraneo ed il sistema di abbattimento è meccanico. E' possibile accedere alla cava attraverso una strada sterrata.
- Cava Bonomi, situata nel Comune di Orco Feglino in località Bonomi (C.T.R. scala 1:10.000 n° 228160). A livello normativo è una cava di tipo A, da essa viene estratta sabbia silicea utilizzata in edilizia. La coltivazione avviene a cielo aperto avanzando a gradoni ed il sistema di abbattimento è di tipo meccanico. L'accesso alla cava avviene a mezzo di una strada sterrata.
- Cava Arma dell'Aquila, situata nel Comune di Finale Ligure in località Fontana (C.T.R. scala 1:10.000 n° 228160). Il regime normativo la inquadra come cava di tipo A; da essa si estrae la pietra di Finale utilizzata per rivestimenti interni ed esterni in edilizia. La coltivazione è in sotterraneo ed il sistema di abbattimento è di tipo meccanico. L'accesso alla cava avviene a mezzo di una strada privata.

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*  
**Bacino: PORA**



*Cava abbandonata in Loc. Fontana*

Pare opportuno fare riferimento inoltre alla Cava Arene Candide, situata nel Comune di Finale Ligure in località Caprazoppa (C.T.R. scala 1:10.000 n° 245040 – 246010). Sebbene tale cava non sia di pertinenza del bacino del torrente Pora la coltivazione di essa ha modificato la struttura dello spartiacque interessando tale bacino come evidenziato in cartografia. Nel regime normativo la cava è di tipo C, da essa si estraeva calcare utilizzato per la produzione di calce. La coltivazione avviene in cielo aperto procedendo a gradoni ed in sotterraneo, il sistema di abbattimento è sia meccanico sia a mezzo di esplosivo. L'accesso alla cava avviene direttamente dalla SS Aurelia.



*Settore di cava abbandonata*

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*  
**Bacino: PORA**

#### 2.4.8 Forme carsiche

Il fenomeno carsico è provocato dall'azione solvente dell'acqua sui carbonati in presenza di anidride carbonica, in particolare, quando le rocce calcaree sono fratturate o solo stratificate e con una scarsa copertura vegetale, le piogge si infiltrano nelle fessure e trasformano il carbonato di calcio (poco solubile) in bicarbonato di calcio che risulta molto solubile e quindi erodibile.

Gli affioramenti soggetti alla genesi di forme di origine carsica presenti nel bacino appartengono a più formazioni calcaree, come detto sopra. Tutta la zona dell'altopiano costituito dalla Pietra di Finale e la zona direttamente sottostante, con affioramenti di dolomie e calcari dolomitici, in contatto complesso con le quarziti triassiche e il tegumento permocarbonifero, è caratterizzata da un "paesaggio carsico"; tale contesto è stato perimetrato come area carsica ai sensi della L.R.3/04/90 n.14 dalla Regione Liguria con delibera n°665 del 29.03.94.



*Forme carsiche sulla Pietra di Finale*

Le forme carsiche ipogee che influenzano la circolazione idrica sono legate alla rete di fratture che caratterizza le rocce calcaree.

Vengono cartografate tutte le grotte di cui sono state fornite le coordinate geografiche così come reperito presso gli uffici di questa Provincia tra gli elaborati relativi a studi precedenti; esse sono tratte da carte in scala 1/50.000 e hanno sicuramente un margine di errore relativo alla scala di redazione.

La *Carta geomorfologica* riporta il simbolo generico di cavità carsica con coordinate tratte dal relativo catasto.

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*

**Bacino: PORA**

E' anche in questo caso auspicabile un approfondimento delle conoscenze bibliografiche attraverso studi di settore che mettano in evidenza le peculiarità che il paesaggio carsico detiene e le criticità del territorio che possono derivare da una mancata conoscenza del sistema carsico nel suo complesso.



*Tipico imbocco di forme carsiche ipogee*

2.4.9 Acclività

La *Carta dell'acclività* è stata ricavata per via informatica 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 classi di acclività elencate in tabella, dove viene anche riportato il valore totale delle aree appartenenti alle diverse categorie:

<b>Classi di acclività</b>	<b>Pendenza %</b>	<b>□ aree Km<sup>2</sup></b>	<b>Percentuale</b>
7	> 100%	0.5	0.9%
6	75-100%	1.89	3.2%
5	50-75%	12.27	21.0%
4	35-50%	20.21	34.7%
3	20-35%	18.62	31.9%
2	10-20%	3.3	5.7%
1	0 - 10%	1.51	2.6%

*Classi di acclività*

Le classi 1 e 2 risultano prevalenti nella zona prossima alla foce, nella piana alluvionale, in area urbana e lungo l'alveo, nelle zone di allargamento della valle anche a monte della confluenza tra il T.Pora e T.Aquila.

Nella parte alta del bacino le classi 1 e 2 sono rappresentate solo in aree di crinale ed in

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*

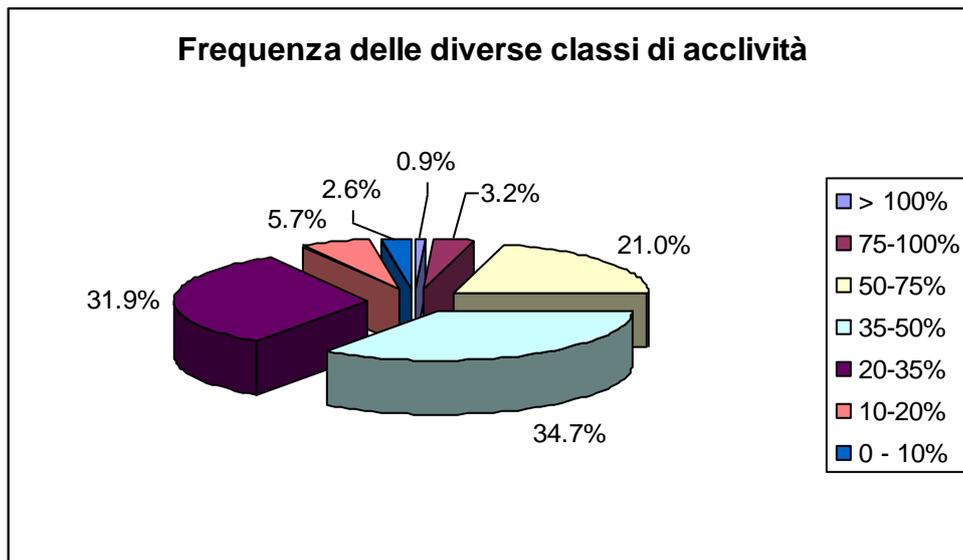
**Bacino: PORA**

corrispondenza di accumuli di frana, altipiani in rocce carbonatiche e zone caratterizzate da piccoli nuclei isolati e da riporti antropici.

La classe più frequente sul bacino è la 4 (35 – 50 %), presente nelle vaste aree di affioramento dei litotipi metamorfici soprattutto in zone non urbanizzate, ma anche in tutti quei settori di passaggio tra le pareti carbonatiche della Pietra di Finale.

Gran parte del territorio è poi inserito nella terza classe di acclività che comprende le zone con pendenza compresa tra il 50% ed il 75% ed è rappresentata soprattutto nelle alte valli dei torrenti Pora ed Aquila ed in corrispondenza delle valli scavate in rocce carbonatiche.

Viene di seguito riportato il grafico delle frequenze delle varie classi di acclività.



*Frequenze delle diverse classi di acclività*

## **2.5 Idrogeologia**

La *Carta idrogeologica* è stata derivata dalla sovrapposizione delle carte geologica e geomorfologica integrate dalle informazioni relative alla permeabilità dei litotipi ed alle fonti di prelievo idrico disponibili.

Le aree di affioramento dei diversi litotipi sono state associate ad un regime di permeabilità relativa come di seguito evidenziato:

### Formazioni permeabili per fratturazione e/o carsismo

Dolomie di S.P. dei Monti  
Pietra di Finale  
Calcari di Val Tanarello  
Quarziti di Ponte di Nava

### Formazioni semipermeabili

Porfiroidi del Melogno  
Metabasiti della Formazione di Eze

### Formazioni impermeabili s.l.

Scisti di Gorra  
Brecce in matrice carbonatica del Complesso di base del Calcarea di Finale

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*  
**Bacino: PORA**

Ovviamente tale suddivisione è stata operata all'interno del bacino relativamente ai rapporti che intercorrevano tra un litotipo e quello confinante segnalando, quindi, un valore approssimativo di permeabilità relativo alla sussistenza o meno di un contrasto di permeabilità tra Formazioni adiacenti.

In generale le aree di affioramento degli Scisti di Gorra e del Complesso di base del calcare di Finale , possono essere considerate poco o per nulla permeabili mentre la permeabilità delle altre formazioni è molto variabile a seconda della facies in cui compaiono e delle differenti situazioni di fratturazione e scistosità legate a fenomeni di tettonizzazione e contatti stratigrafici.

In particolare il bacino del Pora è prevalentemente modellato in ammassi rocciosi cristallini, caratterizzati da una permeabilità di tipo secondario legata al grado di fratturazione/tettonizzazione dei litotipi esistenti, i cui valori sono generalmente di grandezza limitata; le coltri detritiche di copertura e la piana alluvionale di fondovalle sono invece sede di permeabilità di tipo primario per porosità, con presenza di falde acquifere apprezzabili solo nella piana alluvionale e localmente nelle aree pedemontane per le falde di detrito più potenti; tali falde presentano fluttuazioni verticali legate a cicli stagionali e/o alle precipitazioni intense.

Nel territorio delle alte valli del T.Aquila e del T.Pora si rileva un comportamento poco permeabile dei litotipi presenti, limitato ad una bassa permeabilità per fratturazione/fessurazione delle porzioni superficiali negli ammassi rocciosi e per porosità nelle coltri .

Nella redazione della carta alla scala 1:10.000 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 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), altri pozzi tratti dalla cartografia relativa al vecchio Piano regolatore ed una serie di sorgenti estratte da un censimento parallelo effettuato su documentazione interna alla Provincia; i pozzi sono chiaramente distribuiti nella piana alluvionale con una maggiore concentrazione sulla destra orografica; le sorgenti sono al contrario prevalentemente disposte a quote elevate in corrispondenza delle alte valli dei torrenti Pora ed Aquila.

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

Si è proceduto secondo la metodologia proposta da Horton Strahler come specificato nei capitoli precedenti, mediante la quale si attribuiscono ordini da 1 per i rii minori fino all'ordine 6 per il tratto terminale del T.Pora.

Nella *Carta idrogeologica* il reticolo gerarchizzato viene rappresentato in colori corrispondenti all'ordine gerarchico secondo legenda.

1° ordine	colore	azzurro
2° ordine	colore	rosso
3° ordine	colore	giallo
4° ordine	colore	arancione
5° ordine	colore	lilla
6° ordine	colore	viola

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*

**Bacino: PORA**

Dall'osservazione d'insieme del reticolo idrografico si deduce che lo sviluppo dello stesso risulta alquanto elevato in rapporto alla superficie drenata ed abbastanza ben organizzato su quasi tutto il territorio esaminato fatta eccezione per alcuni settori a valle del bacino dove è presente anche una discreta circolazione delle acque sotterranee facilitata dalla presenza di cavità carsiche.

Tali dati sono in accordo con la distribuzione delle classi di permeabilità, in particolare in relazione alla diffusione di rocce permeabili per fratturazione e/o carsismo che caratterizzano la porzione meridionale del bacino.

2.5.1 Idrologia delle magre e bilancio idrologico a scala di bacino

Per quel che riguarda lo studio idrologico delle magre si fa riferimento a dati che derivano dallo studio: Rapporto Finale – Idrologia delle magre e valutazioni sulle potenzialità degli acquiferi - Valutazioni idrologiche ed idrauliche sui bacini dei torrenti: Merula-Centa-Maremola-Pora-Sciusa-Segno-Quiliano-Letimbro-Sansobbia-Teiro - dicembre 1996 - Università degli Studi di Genova (Istituto di Idraulica).

Dai dati disponibili si deduce una curva annuale sinusoidale, con la maggiore depressione della superficie freatica nei mesi di Agosto-Settembre; i massimi si verificano nei periodi primaverile e autunnale-invernale; a ciò corrisponde una dinamica di falda strettamente dipendente dall'apporto meteorico, con variazione della portata del corso d'acqua con ritardo mediamente di un mese.

Nella tabella seguente sono riportate le grandezze necessarie per una valutazione di massima del volume del corpo idrico contenuto nei depositi alluvionali. Le grandezze derivano dalla "Carta tematica della permeabilità" elaborata nell'ambito della ricerca sulle risorse idriche della Provincia di Savona condotta dallo Studio Ghezzi di Milano.

Lunghezza caratteristica piana alluvionale (Km)	2
Larghezza caratteristica piana alluvionale (Km)	0,25
Superficie conoide falda subalvea (Km)	0,50
Profondità media della base impermeabile (m)	30
Volume del conoide (mm <sup>3</sup> )	15
Indice dei vuoti nell'alluvione - n- (-)	0,25
Profondità minima del livello piezometrico (m)	1,5
Profondità massima del livello piezometrico (m)	17
<b>Capacità di invaso della falda (mm<sup>3</sup>)</b>	<b>≈2</b>

*Valutazione di massima della capacità di invaso dell'acquifero subalveo*

**2.6 Uso del suolo**

I dati relativi all'uso del suolo derivano dagli studi propedeutici al Piano di Bacino del torrente Pora utilizzati dalla Provincia di Savona nel 1998 ed integrati, ove era opportuno, dalla *Carta dell'Uso del Suolo* della Regione Liguria in scala 1:25.000 e dalle informazioni (schede e stralci cartografici) inerenti gli incendi, reperite presso gli uffici di Savona del Corpo Forestale dello Stato.

Tali studi dovranno comunque essere approfonditi in ragione della variabilità della destinazione d'uso e dell'aggiornamento dei dati, nonché della scelta di una legenda che

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*

**Bacino: PORA**

renda omogenei gli studi attualmente presenti.

L'analisi del suddetto materiale, ha comunque condotto alla suddivisione della superficie del bacino secondo le categorie di seguito indicate:

- 1.1.1 tessuto urbano continuo
- 1.1.2 tessuto urbano discontinuo
- 1.2.1 aree industriali e commerciali
- 1.2.2 reti autostradali, ferroviarie e spazi accessori
- 1.3.1 aree estrattive
- 1.3.2 discariche inerti, riporti
- 1.4.2 aree sportive/ricreative
- 2.1.2.1 seminativi, vivai, colture ortofloricole in piena aria
- 2.1.2.2 seminativi, vivai, colture ortofloricole in serra
- 2.2.2 frutteti
- 2.2.3 oliveti
- 2.4.2 rocce nude
- 2.3 prati e pascoli
- 2.4 zone agricole eterogenee
- 2.5 ex coltivi
- 3.2 zone boscate
- 3.3 zone caratterizzate da vegetazione arbustiva
- 3.4.1 spiagge, dune
- 3.4.4 aree percorse da incendio
- 5.1.1 corsi d'acqua, canali largh. min. alveo mt 10

Le zone urbanizzate del bacino sono distinguibili in zone a tessuto urbano continuo (Finale Ligure, Calice ligure – 0,82 Km<sup>2</sup>), discontinuo e nuclei isolati (Zona Collinare di Finale Ligure, Feglino, Rialto, Orco, frazioni collinari – 0.8 Km<sup>2</sup>).

Le aree industriali e commerciali comprendono le aree produttive localizzate nella parte bassa del territorio: depositi e magazzini commerciali nella Zona industriale di Finale Ligure, località Perti Basso (circa 0,27 Km<sup>2</sup>), e Area industriale Piaggio nella parte terminale del bacino (circa 0,075 Km<sup>2</sup>).

Nella zona di confine tra il Comune di Calice Ligure ed il Comune di Finale Ligure è situato lo svincolo autostradale con le aree accessorie ad esso connesse, da cui si dipartono i collegamenti Genova-Ventimiglia, parallelo alla costa. Poco prima del centro urbano di Feglino è situato inoltre lo svincolo autostradale di Feglino con le aree accessorie ad esso connesso, da tale svincolo si diparte esclusivamente il collegamento per Genova.

La linea ferroviaria e l'asse di scorrimento veloce tagliano il bacino in prossimità della foce. Le aree sportive e ricreative comprendono campi da gioco (Stadio Viola e Stadio Comunale), aree verdi pubbliche localizzate nella zone pianeggianti terminali del bacino, la zona di Castel Gavone e Castel San Giovanni.

L'assetto produttivo della pratica agricola si presenta diversificato, l'elevata frammentazione fondiaria favorisce l'instaurarsi di una agricoltura a reddito misto.

Le aree agricole comprendono circa il 4,12% del territorio (circa 2,4 Km<sup>2</sup>) e sono rappresentate da seminativi irrigui di pieno campo nelle zone pianeggianti a ciclo autunno-vernino (ortive da foglia) e primaverile-estivo (ortive da frutto) con caratteristiche produttive.

Di numero assai limitato sono le produzioni protette (serra) per lo più ad indirizzo floristico e vivaistico.

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*

**Bacino: PORA**

In taluni siti è praticata la consociazione con i frutteti (albicocco, pesco, susino)  
Nelle aree collinari intorno ai nuclei abitativi di Carbuta, Rialto, Eze, Feglino, Orco, prevale il vigneto e l'oliveto su terrazzamenti sistemati con muretti a secco ben conservati che determinano un fitto sistema capillare per il deflusso delle acque meteoriche.

Lo sviluppo più consistente dell'attività agricola si osserva nella piana alluvionale terminale, in cui si è registrata tuttavia nel tempo una riduzione dell'uso agricolo del suolo a causa dell'incremento degli insediamenti produttivi/industriali.

Le aree individuate a "prati e pascoli" comprendono esigue porzioni di territorio pari a circa lo 0,48% (0,28 km<sup>2</sup>) localizzate prevalentemente nella parte montana del bacino e nei pressi delle vecchie abitazioni rurali dell'alta collina.

Trattasi in genere di formazioni naturali ricavate in zone pseudopianeggianti o su gradoni ove viene praticato il pascolo libero soprattutto di ovini.

In molti casi l'abbandono dell'attività agricola e/o del pascolo sta favorendo l'instaurarsi di una vegetazione spontanea di tipo arbustivo per cui molte di queste aree sono state classificate in cartografia come "ex coltivi" che coprono il territorio per meno dell' 1% (circa 0,54 Km<sup>2</sup>).

Le zone boscate comprendono più del 50% del territorio una gran parte del quale è occupata da cedui misti invecchiati, cedui semplici ed in misura minore da fustaie di latifoglie mesofile e in piccole parti da conifere mesofile derivanti da impianti artificiali con un buon grado di copertura con funzione principalmente protettiva.

Considerando la notevole superficie di territorio a maggiore pendenza protetto da superfici boscate e arbustive, aree dedicate a prato pascolo e attività agricole ancora sfruttate, si può ritenere che la classe da associare all'indice di efficienza idrogeologico sia, nel complesso, media.

Le "aree percorse da incendio" sono essenzialmente due, situate nella parte nord del bacino e ricoperte da pinete termofile, una in corrispondenza del Bric della Guardia ed una in corrispondenza della località Castagnassi; anche se il fuoco ha interessato tali aree da più di due anni, resta evidente l'azione distruttiva che ha modificato profondamente le coperture vegetazionali, per un'area di circa 0,33 Km<sup>2</sup> lasciando intatte piccole porzioni di territorio di crinale o nelle vallecicole, a volte difficilmente cartografabili, dove un bosco misto sta prendendo il sopravvento unitamente agli arbusteti assimilabili alla macchia laddove il fuoco è passato per più volte.

	<b>tessuto urbano continuo</b>	<b>tessuto urbano discontinuo</b>	<b>aree agricole</b>	<b>prati pascoli</b>	<b>ex coltivi</b>	<b>aree percorse da incendio</b>
<b>Totale [m<sup>2</sup>]</b>	821988	814139	2403518	278808	542883	327385
<b>Totale [km<sup>2</sup>]</b>	0,82	0,81	2,40	0,28	0,54	0,33
<b>Percentuale</b>	1,41%	1,40%	4,12%	0,48%	0,93%	0,56%

## **2.7 Descrizione della rete idrografica**

Il Torrente Pora ha le caratteristiche tipiche dei torrenti liguri con foce nel Mar Tirreno: alveo incassato nella parte montana, colatori laterali con elevate pendenze, diminuzione

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*

**Bacino: PORA**

delle pendenze nei tratti vallivi dove si trovano gli insediamenti civili ed industriali.

Si riconoscono immediatamente tre tratti principali:

- ⇒ Asta del T. Aquila
- ⇒ Asta del T. Pora a monte dell'abitato di Finalborgo
- ⇒ Asta terminale del T. Pora a valle dell'abitato di Finalborgo

**2.7.1 Asta del T. Aquila**

Il Torrente Aquila nasce dalla confluenza del Rio Frasca e del Rio Mornera in località Ponte del Passo. L'asta principale si sviluppa con direzione prevalente Nord-Sud sulla parte Est del bacino idrografico interessando i Comuni di Orco Feglino e Finale Ligure.

Le aree urbanizzate iniziano dove il torrente tiene prima in sinistra orografica, poi in destra, il centro abitato di Feglino, prosegue verso valle per un lungo tratto parallelamente alla SP n.27 dove, in corrispondenza della località Arma dell'Aquila (Finale Ligure) presenta un salto di quota di circa trenta metri. Prosegue poi verso la confluenza con il Torrente Pora: in questo ultimo tratto il torrente incontra in destra orografica l'abitato di Finalborgo.

**2.7.2 Asta del T. Pora a monte dell'abitato di Finalborgo**

Il Torrente Pora nasce nel Comune di Rialto a circa 1000 m s.l.m. dalla confluenza del Rio Peccione con il Rio Rivase ed è caratterizzato dalla presenza di due affluenti principali: il Rio Carbuta (6 km<sup>2</sup> di bacino), che confluisce nel Pora all'altezza del centro abitato di Calice Ligure, ed il Torrente Aquila (21 km<sup>2</sup> di bacino) che confluisce nel Torrente Pora poco a sud dell'abitato storico di Finalborgo (Finale Ligure).

Le aree urbanizzate iniziano dove il torrente tiene in sinistra orografica l'abitato di Calice Ligure, scorre poi verso valle parallelamente alla SP n.17, alla sinistra orografica si trova la zona industriale di Finale Ligure (località Perti) e quindi sempre in sponda sinistra l'abitato di Finalborgo fino alla confluenza con il Torrente Aquila.

**2.7.3 Asta terminale del T. Pora a valle dell'abitato di Finalborgo**

Dalla confluenza tra la parte montana del Torrente Pora ed il Torrente Aquila ha inizio l'asta terminale del Torrente Pora medesimo. Tale tratto è caratterizzato, sia in sponda destra che in sponda sinistra, sino al ponte realizzato con strutture in ferro (collegamento tra la parte centrale dell'abitato di Finale Ligure e la SS n.490 del Colle del Melogno), da un'arginatura costituita da muri prevalentemente in calcestruzzo. A valle di questo ponte, in sponda destra e fino alla foce, l'arginatura è costituita dai muri dello stabilimento Piaggio, ed in sponda sinistra è arginato inizialmente dal muro lungo Via Dante e poi da edifici adibiti ad abitazione.

Nel tratto terminale vi sono due attraversamenti di particolare rilevanza e criticità: il ponte della ferrovia ed il ponte della statale Aurelia. A partire da quest'ultimo ponte per una lunghezza di circa venti metri e per tutta la larghezza del torrente è stata realizzata una platea in calcestruzzo, attualmente in buone condizioni.

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*  
**Bacino: PORA**

## **2.8 Idrologia di piena**

### 2.8.1 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.

A seguito dello studio idrologico di maggior dettaglio consegnato dal Comune di Finale Ligure (prot. n. 28143 del 18/04/2006), sono stati modificati (aprile 2006), ai sensi dell'art. 7 c. 1 della Normativa di Piano, i valori di portata al colmo di piena del bacino del T. Pora per sottobacini aventi superfici maggiori di 32 km<sup>2</sup>, utilizzando il metodo probabilistico MG similitudine, come meglio specificato nei paragrafi successivi.

Per sola completezza di informazione si riporta nei paragrafi successivi lo studio che l'Amministrazione Provinciale di Savona ha affidato con D.G.P. n. 866 del 11/04/1995 prot.17912 all'Università di Genova - Istituto di Idraulica: "RAPPORTO FINALE – IDROLOGIA DELLE PIENE – Valutazioni idrologiche ed idrauliche sui bacini dei torrenti: Merula – Centa – Maremola – Pora – Sciusa – Segno – Quiliano – Letimbro – Sansobbia – Teiro (dicembre 1996)".

Lo studio idraulico ha quale obiettivo ultimo la mappatura delle aree esondabili per assegnato tempo di ritorno e la successiva mappatura delle aree a rischio idraulico.

La metodologia seguita si basa su procedure e strumenti di calcolo oramai tarati ed è in perfetta aderenza alle raccomandazioni e linee guida della Regione Liguria (*Raccomandazione n.1/1995 Metodologie per la mappatura delle aree soggette a rischio di inondazione, Raccomandazione n.7/1999 Definizione delle fasce di inondabilità e di riassetto fluviale*).

Si sono quindi realizzati i seguenti studi e prodotte le seguenti cartografie:

- Portate al colmo di piena per assegnati tempi di ritorno: 30, 50, 100, 200, 500 anni.
- Sezioni e profili idraulici di moto permanente per le portate 50, 200, 500 anni.
- Pericolosità idraulica: *Carta delle fasce di inondabilità* e *Carta delle aree inondabili* con assegnato tempo di ritorno T=50 anni, T=200 anni, T=500 anni.
- Rischio idraulico: *Carta del rischio idraulico*.

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*

**Bacino: PORA**

2.8.2 Studi pregressi.

2.8.2.1 *Perimetrazione delle aree inondabili del Torrente Pora. Delibera della Giunta regionale n°2615 del 28/12/1998. Ing. A. Ferraris, Ing. C. Versace su incarico del Comune di Finale Ligure (aprile 2000).*

Lo studio è stato redatto in conformità con le prescrizioni della D.G.R.2615 del 28/12/1998 la cui appendice A richiede:

1. la determinazione delle portate di massima piena per probabilità di evenienza relative a tempi di ritorno T pari almeno a 50, 200 e 500 anni. È altresì consigliata la stima delle portate al colmo di piena per i periodi di ritorno T=30 e 100 anni;
2. la determinazione dei livelli di massima piena con modellazione in condizioni di moto permanente, per i periodi di ritorno T=50, 200 e 500 anni;
3. la determinazione delle aree inondabili, nei tratti in cui la portata considerata non trova più capienza certa nell'alveo e si prevedono quindi fenomeni di esondazione.

Il tratto interessato dallo studio comprende il torrente Pora, dalla zona immediatamente a monte dell'abitato di Perti Basso (sez.41.8 PDB D.C.P. n. 47/03, attuale sez. 282) alla foce, e il torrente Aquila nel tratto immediatamente a monte dell'abitato di Finalborgo (Scuole Ghiglieri – sez.47 PDB D.C.P. n. 47/03, attuale sez. 73), nel territorio di competenza dell'Amministrazione Comunale di Finale Ligure.

Le portate al colmo di piena per assegnato periodo di ritorno considerate nello studio Ferraris-Versace derivano dallo studio condotto dal Centro di Ricerca in Monitoraggio Ambientale (C.I.M.A.) dell'Università degli Studi di Genova per conto della Regione Liguria (*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 - ). Sulla base delle indicazioni della Regione Liguria, lo "Studio CIMA" risulta oggi un indirizzo cui attenersi in assenza di motivate ragioni che portino a discostarsi dai valori forniti dal suddetto studio poiché la metodologia è la più aggiornata a disposizione e l'analisi è condotta a scala regionale, consentendo l'uso di una maggiore quantità di informazione sia per quanto riguarda la valutazione della precipitazione critica per i diversi bacini sia per quanto riguarda la validazione dei risultati della trasformazione afflussi-deflussi.

I risultati sono riportati in tabella.

Tratto	Area a monte [km <sup>2</sup> ]	QT=30 [m <sup>3</sup> /s]	QT=50 [m <sup>3</sup> /s]	QT=100 [m <sup>3</sup> /s]	QT=200 [m <sup>3</sup> /s]	QT=500 [m <sup>3</sup> /s]	Curva inviluppo [m <sup>3</sup> /s]
Pora Asta terminale	58	480	570	700	820	990	820
Pora Monte Finalborgo	35	300	360	440	520	620	570
Aquila	21	160	190	240	280	340	420

*Portate al colmo di piena ottenute con il metodo dello "studio CIMA", per i periodi di ritorno richiesti dalla Delibera della G.R. 2615. In ultima colonna a destra sono riportati per confronto i valori desunti dalla curva inviluppo (Cati, 1970).*

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*

**Bacino: PORA**

A partire da questi dati è stata svolta la mappatura delle aree inondabili per i tempi di ritorno di 50, 200, 500 anni.

Lo studio Ferraris-Versace è stato sottoposto al parere del Comitato Tecnico Provinciale in data 09/11/2000. Le osservazioni del C.T.P. sono state inviate al Comune di Finale Ligure per le revisioni del caso: nessuna osservazione è relativa al valore delle portate al colmo di piena scelte per lo studio in esame.

*2.8.2.2 Rapporto Finale – Idrologia delle Piene – Valutazioni idrologiche ed idrauliche sui bacini dei torrenti: Merula – Centa – Maremola – Pora – Sciusa – Segno – Quiliano – Letimbro – Sansobbia – Teiro – dicembre 1996 – Università degli Studi di Genova (Istituto di Idraulica).*

Per completezza di informazione viene qui riportata una sintesi di questo studio in quanto già facente parte degli studi propedeutici ai Piani di Bacino Stralcio (L.183/89 e L.R.9/93) redatti dalla Provincia di Savona in una fase precedente all'attività di lavoro dei Piani ai sensi del D.L.180/98. Tale studio risulta in questo momento superato dallo studio redatto dal C.I.M.A. (Università degli Studi di Genova - luglio 1999).

Lo studio affronta le problematiche idrologiche per tutto il versante tirrenico della Provincia di Savona, oggetto della pianificazione regionale di bacino: qui di seguito si riportano in sintesi gli argomenti affrontati e le principali conclusioni.

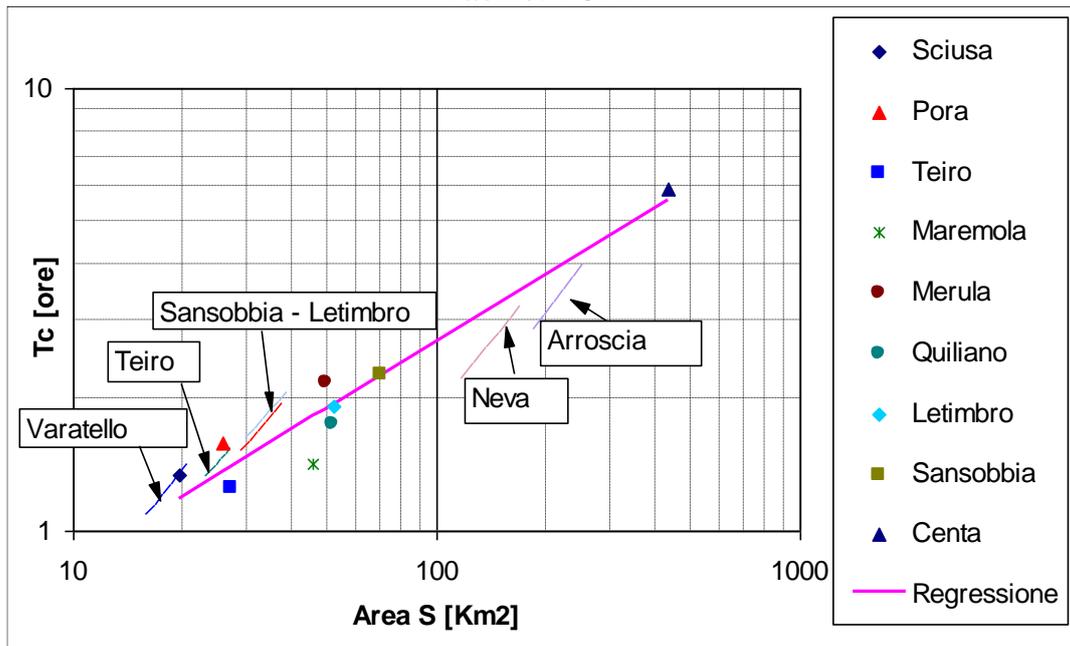
- Sono stati analizzati gli eventi pluviometrici che hanno portato alle piene catastrofiche in bacini ad orografia tormentata, quali quelli del versante ligure tirrenico, tra cui quelle degli eventi del settembre 1992 e del novembre 1994.
- E' stato verificato che il metodo di valutazione delle piene in base alle osservazioni dei massimi annuali di portata al colmo di piena non può essere utilizzato per bacini non strumentati e presenta ampie incertezze per quelli strumentati specie in caso di serie storiche non complete, come è stato verificato per esempio in riferimento alla stazione di Pogli di Ortovero.
- In considerazione di quanto al punto precedente è stata effettuata la regionalizzazione dei massimi annuali di precipitazione su assegnata finestra temporale, i cui risultati (ricadendo tutta la parte di pertinenza tirrenica della Provincia di Savona nella sotto-zona omogenea tirrenica) sono sintetizzabili nelle curve di crescita delle precipitazioni, per durate prestabilite, in funzione del tempo di ritorno per le 11 stazioni di rilevamento pluviometrico nei bacini della Provincia di Savona.

Basandosi sul concetto di non contemporaneità dell'evento di precipitazione su tutti i punti dell'area del bacino, utilizzando il metodo meteo-idrologico (indiretto) è stato ottenuto il passaggio dalle piogge estreme (individuate in base alla procedura di regionalizzazione) alle portate al colmo di piena, attraverso il ragguaglio all'area per i vari bacini delle curve di possibilità pluviometriche, giungendo così alla trasformazione afflussi-deflussi, con la realizzazione della curva dei contributi unitari al colmo di piena per assegnato tempo di ritorno (25, 50, 100, 200 anni).

Tale procedura, tra i cui presupposti vi è la relazione  $t_c = 0.27 S^{0.5}$  (in cui  $t_c$  è il tempo di corrivazione, mentre  $S$  è la superficie del bacino) può essere utilizzata per sezioni che chiudano bacini di qualche  $km^2$ ; al di sotto di tali dimensioni ci si trova in condizioni di bacini distali, caratterizzati da forte acclività, per cui la relazione consigliata è  $t_c = a + bS^{0.5}$ , in cui  $a = 0.2-0.25$  ore e  $b=0.27$ .

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

**Bacino: PORA**



*Tempo di concentrazione dei bacini dell'area Savonese alle diverse chiusure, in funzione dell'area. La retta rappresenta l'espressione ricavata attraverso la regressione dei valori ottenuti con modellazione afflussi-deflussi distribuita. I segmenti rappresentano i valori ottenuti tramite la relazione empirica di Giandotti. I parametri di tale relazione empirica tradizionale sono scelti in accordo con la morfologia dei diversi bacini, nell'intorno della sezione di chiusura. La relazione ricavata risulta sostanzialmente in accordo con la relazione di Giandotti*

- In ultimo, considerando le sezioni di interesse individuate per il bacino del T. Pora, sono stati determinati i valori delle portate di piena di progetto ed il confronto con la portata calcolata con la curva di inviluppo di cui alla L.R. 9/1993; da tale confronto si osserva che, pur coincidendo in prima approssimazione la curva di inviluppo del Cati con quella dei contributi unitari di piena per  $T_r=200$  anni, quest'ultima sia da preferire per le progettazioni: infatti per bacini con superficie inferiore a  $15 \text{ km}^2$  la curva del Cati sovrastima i contributi di piena, mentre per i bacini con superficie superiore ai  $15 \text{ km}^2$  li sottostima.
- Sono state anche fatte alcune valutazioni sul rischio, in cui significativa risulta l'affermazione che "sia del tutto ragionevole, nelle aste terminali arginate dei torrenti, mantenere un franco tra il ciglio arginale ed il pelo libero dell'ordine del metro" (concordando di fatto con il valore più cautelativo per il franco di cui alla circolare esplicative dell'art.26 L.R.9/1993) "al fine di contenere in alveo anche onde di superficie di dimensione maggiore di quelle che potrebbero generarsi per temporanee modificazioni dell'assetto del letto".

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*

**Bacino: PORA**

Tratto	Area a monte [km <sup>2</sup> ]	QT=25 [m <sup>3</sup> /s]	QT=50 [m <sup>3</sup> /s]	QT=100 [m <sup>3</sup> /s]	QT=200 [m <sup>3</sup> /s]	Curva inviluppo [m <sup>3</sup> /s]
Pora Asta terminale	59	480	580	680	800	830
Pora Monte Finalborgo	35	330	400	470	550	580
Aquila	21	230	280	330	380	420

*Portate al colmo di piena riportate nello studio: Rapporto Finale – Idrologia delle Piene - Valutazioni idrologiche ed idrauliche sui bacini dei torrenti: Merula-Centa-Maremola-Pora-Sciusa-Segno-Quiliano-Letimbro-Sansobbia-Teiro - dicembre 1996 - Università degli Studi di Genova (Istituto di Idraulica).. In ultima colonna a destra sono riportati per confronto i valori desunti dalla curva inviluppo (Cati, 1970).*

Si ribadisce che i valori di queste portate al colmo di piena risultano superati da quelli presentati nello “Studio C.I.M.A.” che rappresenta ad oggi, a seguito di pubblica inchiesta, un “indirizzo a carattere tecnico generale alle Province della Liguria in vista della determinazione delle aree a rischio di esondazione (cfr. D.G.R. 1276 del 29/10/1999)”. Si riportano nel paragrafo seguente le linee generali dello “Studio C.I.M.A.”.

2.8.3 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 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*

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*

**Bacino: PORA**

*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. 180/1998 convertito in L. 267/1998)  
**Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio**  
*Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico*

**Bacino: PORA**

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

	STAZIONE	Lat.	Long.	Quota	N
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

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*

**Bacino: PORA**

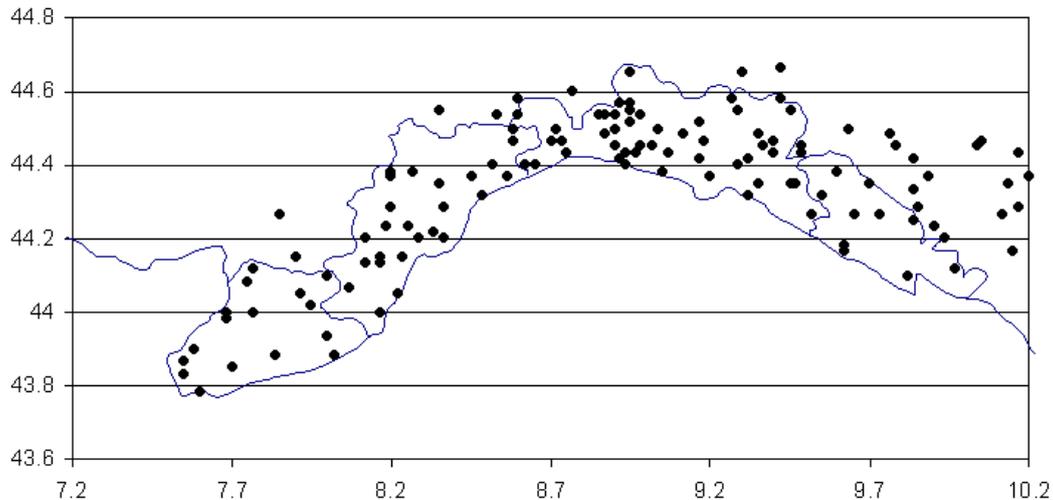
43	BOLA DI TRESANA	44.14	2.33	400	47
44	CALICE AL CORNOVIGLIO	44.15	2.37	402	24
45	CHIUSOLA	44.21	2.45	630	42
46	EQUI TERME	44.1	2.18	300	40
47	GUINALDI (Presa Verde)	44.25	2.37	371	31
48	LA SPEZIA	44.06	2.38	5	48
49	LEVANTO	44.1	2.5	2	33
50	MATUCASO	44.17	2.17	581	34
51	MONTALE DI LEVANTO	44.11	2.5	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	AIOLE	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

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*

**Bacino: PORA**

88	SUCCISO	44.22	2.15	911	13
89	BOSCO DI CORNIGLIO	44.27	2.25	842	49
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	BORGO 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. 180/1998 convertito in L. 267/1998)  
**Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio**  
*Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico*  
**Bacino: PORA**



*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.*

#### 2.8.4 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:

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

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:

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  
**Bacino: PORA**



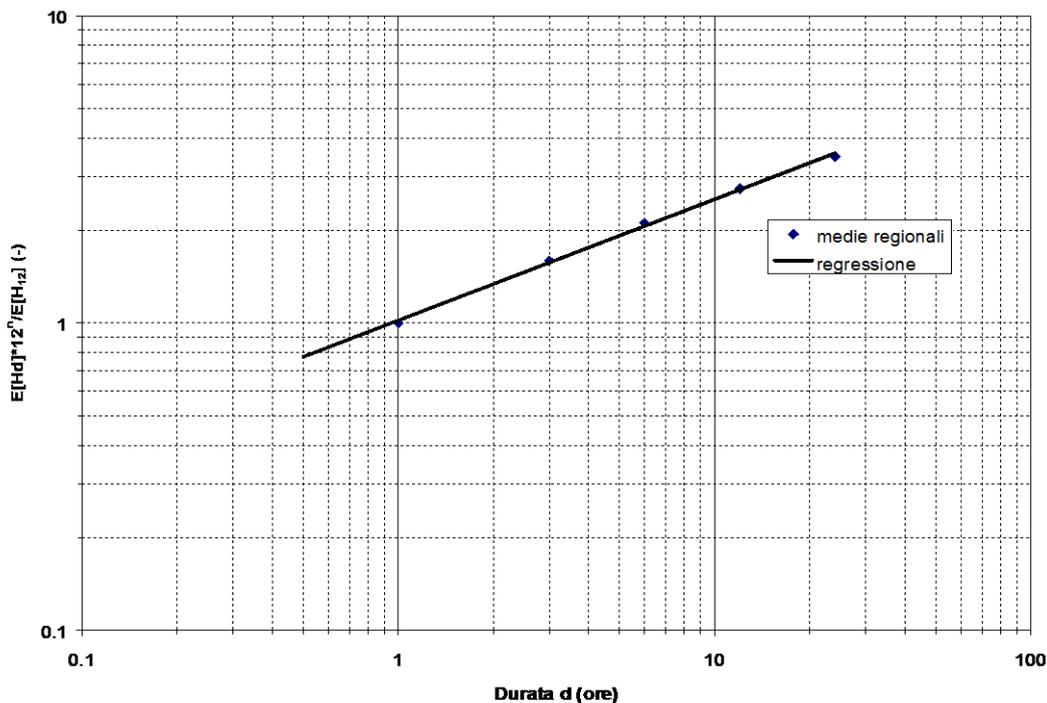
Il valore dell'esponente n si ricava tenendo conto del fatto che per i valori attesi l'equazione precedente assume la forma:

$$E[H_d] = \frac{E[H_{12}]^n}{12^n} d^n$$

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 LSPP 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 esposte al paragrafo precedente. In *Tabella 1* sono riportati i valori del parametro pioggia indice

$$\frac{E[H_{12}]}{12^n}$$

da inserire nell'espressione della LSPP. 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

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*

**Bacino: PORA**

riportati i valori di  $K_T$  per i periodi di ritorno più comunemente utilizzati nella progettazione di opere idrauliche. A questo punto la LSPP risulta completamente caratterizzata, in quanto 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  $E[H1]$ , 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:

$$LSP = E[H1] \cdot K_T$$

(1)

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

Longitudine		E[H1]
Gradi	primi	mm
8	10	37
8	12.5	37,4
8	15	37,8
8	17.5	38,1
8	20	38,5
8	22.5	38,9

*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.*

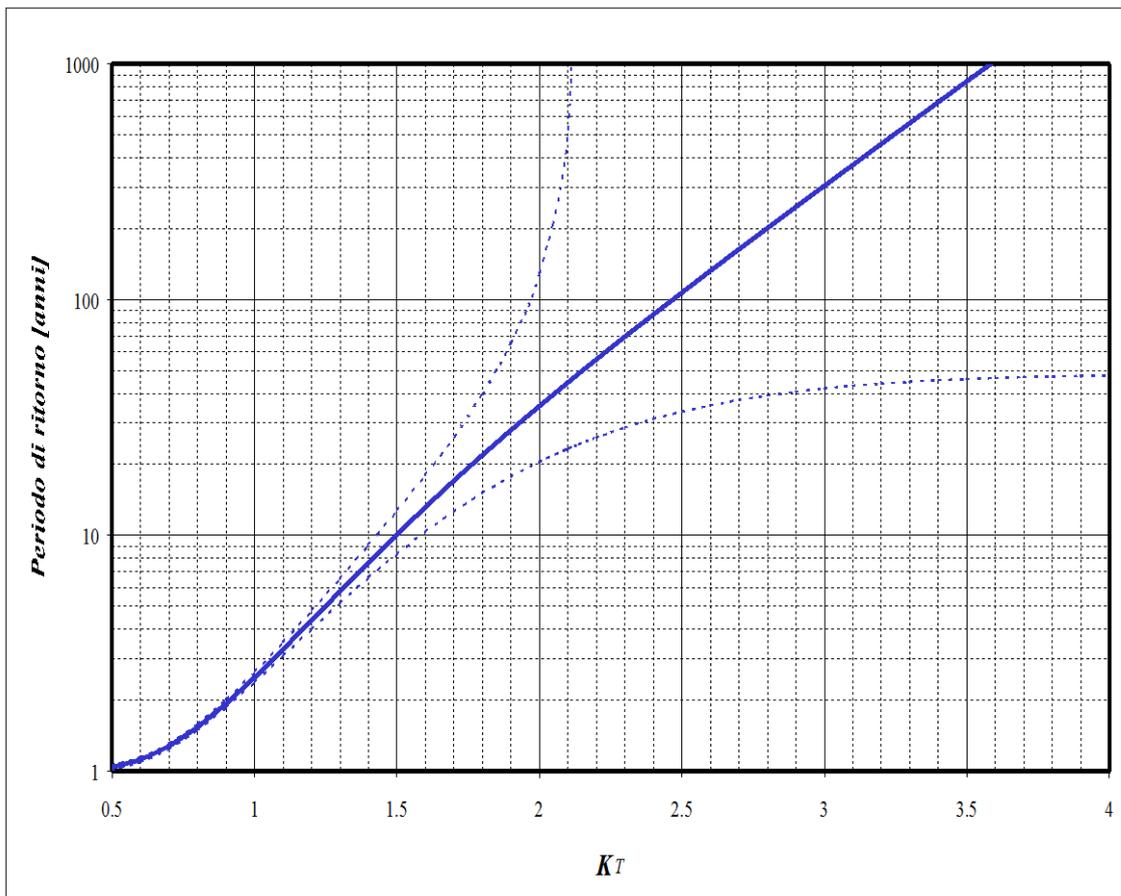
T [anni]	$K_T$
30	1.88

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*

**Bacino: PORA**

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.*

#### 2.8.5 Studio idrologico di dettaglio (aprile 2006)

Il comune di Finale Ligure ha trasmesso (nota pervenuta al prot. n. 28143 del 18/04/2006) uno studio idrologico di dettaglio del Bacino del T. Pora connesso con l'aggiornamento (2005) della progettazione preliminare degli interventi per la messa in sicurezza dei torrenti Pora e Aquila redatta nel 2003. È stato infatti avviato, per iniziativa privata, l'iter urbanistico di trasformazione dell'area Piaggio in prossimità della foce del T. Pora, e il Comune di

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*

**Bacino: PORA**

Finale e la Società Piaggio Aero-industries S.p.A. hanno affidato l'incarico di aggiornamento del progetto preliminare suddetto. In particolare le analisi idrologiche si sono rivolte ad una più approfondita ridefinizione della portata di piena a valle della confluenza dei torrenti Pora e Aquila, dove, negli studi pregressi assunti come riferimento (C.I.M.A.), tale portata presentava delle incongruenze, in quanto risultava uguale alla somma algebrica delle portate di piena provenienti da monte.

Lo studio idrologico di dettaglio ha utilizzato sia metodi di stima indiretti (trasformazioni afflussi deflussi) sia metodi e modelli di regionalizzazione delle portate al colmo di piena massime annuali, sia modelli distribuiti.

L'analisi delle piene è stata condotta e sviluppata attraverso le seguenti fasi:

1. raccolta ed analisi dei principali studi pregressi pubblicati;
2. caratterizzazione dei corsi d'acqua e dei bacini idrografici di interesse;
3. raccolta dei dati pluviometrici e determinazione delle piogge di progetto;
4. studio delle portate di progetto attraverso diverse metodologie:
  - formula razionale;
  - modello afflussi – deflussi;
  - modello probabilistico MG;
5. modello geomorfologico;
6. determinazione degli idrogrammi di progetto;
7. analisi dei risultati ottenuti e determinazione della portata di progetto.

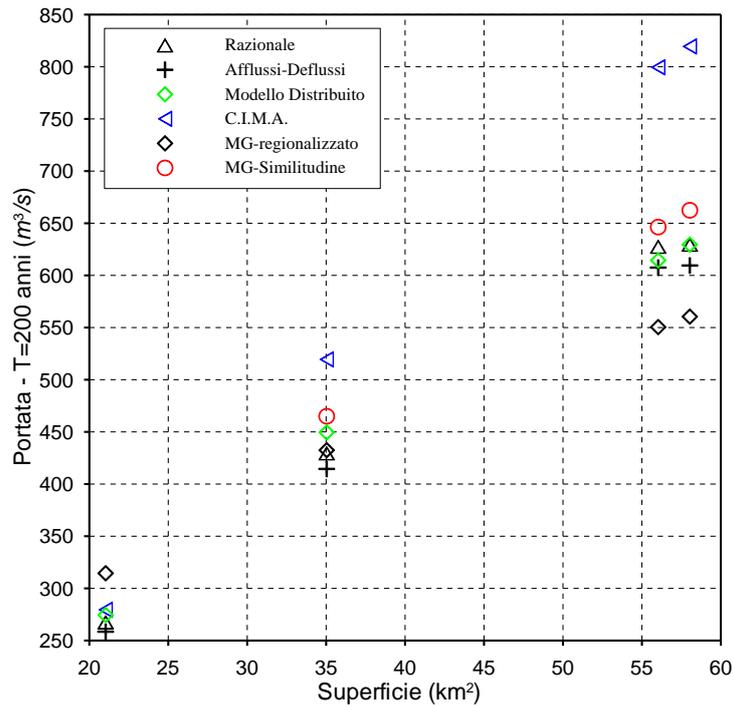
Si riporta la sintesi dello studio idrologico di dettaglio (tratto dalla Relazione idrologica di dettaglio), rimandando al paragrafo seguente la descrizione del modello idrologico preso come riferimento per sottobacini del T. Pora aventi superfici maggiori di 32 km<sup>2</sup> (come approvato nel Comitato Tecnico Provinciale della Difesa del Suolo seduta del 27/04/2006). Nella tabella seguente, relativamente al tempo di ritorno di 200 anni, sono stati rappresentati i valori delle portate calcolate con i differenti metodi sopra indicati, con quelle calcolate dal C.I.M.A e con quelle calcolate nell'ambito dello studio effettuato dalla Provincia di Savona (VAPI indiretto).

Numero Bacino	Razionale	affl./defl.	MG similit.	MG region.	Modello distribuito SHE	MEDIA	C.I.M.A.	VAPI indiretto
<b>Aquila alla confluenza</b>	268	259	-	315	275	279	280	328
<b>Pora alla confluenza</b>	430	415	466	433	450	439	520	499
<b>Pora a valle della confluenza</b>	628	608	647	551	615	610	800	-
<b>Pora alla foce</b>	630	610	663	561	630	619	820	793

*Confronto tra portate calcolate con i diversi modelli e metodi con quelle determinate dal C.I.M.A. e dallo studio della Provincia di Savona*

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*

**Bacino: PORA**



*Confronto tra le portate calcolate con i diversi modelli e metodi con quelle determinate dal C.I.M.A. (Tempo di ritorno pari a 200 anni)*

Come si può osservare dalla figura precedente, le diverse metodologie adottate forniscono valori di portata abbastanza simili fra di loro e significativamente inferiori di quelli proposti dal C.I.M.A.; ciò in particolare per le sezioni del Pora e per le metodologie MG con similitudine idrologica e modello idrologico a parametri distribuiti.

Si sottolineano per altro i seguenti vantaggi legati all'applicazione del modello idrologico MG con la similitudine idrologica:

- risulta essere più cautelativo di tutti gli altri metodi analizzati poiché fornisce le portate maggiori in ciascuna delle tre sezioni di chiusura in cui è stato applicato;
- risulta essere di facile applicazione, infatti attraverso la similitudine idrologica è possibile ricavare per via analitica la portata al colmo per qualsiasi tempo di ritorno ed in tutte le sezioni di chiusura dei bacini idrografici di interesse;
- è una fra le metodologie più avanzate nella definizione delle massime portate di piena, ed è stata definita sulla base di un campione di dati molto ampio (oltre 7300 stazioni ubicate in diverse regioni del globo);
- è stato dimostrato il buon adattamento del modello probabilistico ai dati sperimentali anche in aree geografiche quale quella in esame, in cui i coefficienti di variazione CV delle serie storiche risultano essere prossimi all'unità.

Alla luce delle considerazioni sopra riportate, facenti parte dello studio idrologico di maggior dettaglio fornito dal Comune di Finale Ligure, nel vigente piano si utilizzano - per i bacini idrologici dell'area in studio con superfici superiori a 32 km<sup>2</sup> - le portate definite attraverso la metodologia MG con similitudine idrologica di cui si richiamano di seguito le equazioni:



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*

**Bacino: PORA**

dove la media  $m(Q)$  ed il coefficiente di variazione  $CV$  valgono rispettivamente:

$$m(Q) = 689A^{0.7} \quad (A \text{ area del bacino espressa in km}^2)$$
$$CV = 1.0$$

Per quanto riguarda invece il bacino del T. Aquila chiuso immediatamente a monte della confluenza con il T. Pora, esso ha una superficie pari a 21 km<sup>2</sup> e la metodologia proposta per gli altri bacini non risulta applicabile; come si può osservare dalla figura precedente di confronto tra le portate calcolate con i diversi modelli e metodi con quelle determinate dal C.I.M.A., per questo bacino gli scostamenti fra le portate proposte dal C.I.M.A. e quelle ottenute con l'applicazione degli altri metodi (MG – regionalizzato, formula razionale, afflussi – deflussi e modello distribuito) sono molto ridotte. Si ritiene pertanto che possano continuare a considerarsi valide le portate del C.I.M.A.

Più in generale, per il calcolo delle portate di piena afferenti a sezioni di chiusura caratterizzate da superfici di bacino superiori a 32 km<sup>2</sup> si ritiene corretto l'impiego della metodologia MG con similitudine idrologica (vedi paragrafo 2.8.5.1 *Il metodo probabilistico MG similitudine*); per superfici inferiori a 30 km<sup>2</sup> si ritiene idoneo l'utilizzo del metodo C.I.M.A..

Per una eventuale determinazione delle portate al colmo di piena in corrispondenza di bacini compresi tra 30 km<sup>2</sup> e 32 km<sup>2</sup> si potrà fare riferimento, ai sensi di quanto indicato in *Allegato 2* del "Testo Integrato Normativa tipo DGR 357/01, DGR 1095/01, DGR 290/02" dell'Autorità di Rilievo Regionale della Regione Liguria, a procedure di interpolazione lineare tra i valori di portata relativi alle sezioni immediatamente a monte e a valle di quelle in esame.

Si riporta nel seguente paragrafo una breve descrizione della metodologia MG con similitudine idrologica.

**2.8.5.1 Il metodo probabilistico MG similitudine**

Il modello probabilistico MG (Majone, 1997; Majone et al., 1998; Majone et al., 2001, Majone 2004) si basa sull'ipotesi che l'intero territorio italiano possa essere considerato come un'unica macroregione nella quale può essere definita un'unica forma di distribuzione di probabilità a due parametri per la variabile  $Q$ .

Considerando che ai fini applicativi ciò che interessa dell'idrologia di piena è la stima delle portate di colmo caratterizzate da tempi di ritorno elevati (>20-50 anni), il modello è stato messo a punto utilizzando i soli valori massimi delle serie storiche formate dai massimi annuali delle portate di piena al colmo  $Q$ , ricavando da tali dati la forma della funzione di probabilità da associare alla variabile  $Q$  e stimando i parametri di tale funzione attraverso i momenti campionari delle singole serie; in particolare, sono stati considerati i dati registrati in 249 stazioni idrometrografiche italiane, con almeno 20 anni di osservazioni, distribuite sull'intero territorio nazionale.

Nel 2004 il modello MG è stato aggiornato attraverso l'utilizzo di circa 7300 serie storiche di lunga durata, appartenenti a varie aree del mondo (Italia, Svizzera, Gran Bretagna, USA, Etiopia e Perù), mostrando la propria validità a scala transnazionale.

Partendo dalla funzione di Gumbel scritta nella forma:

$$\frac{Q}{\mu} = 1 + KTC$$

in cui

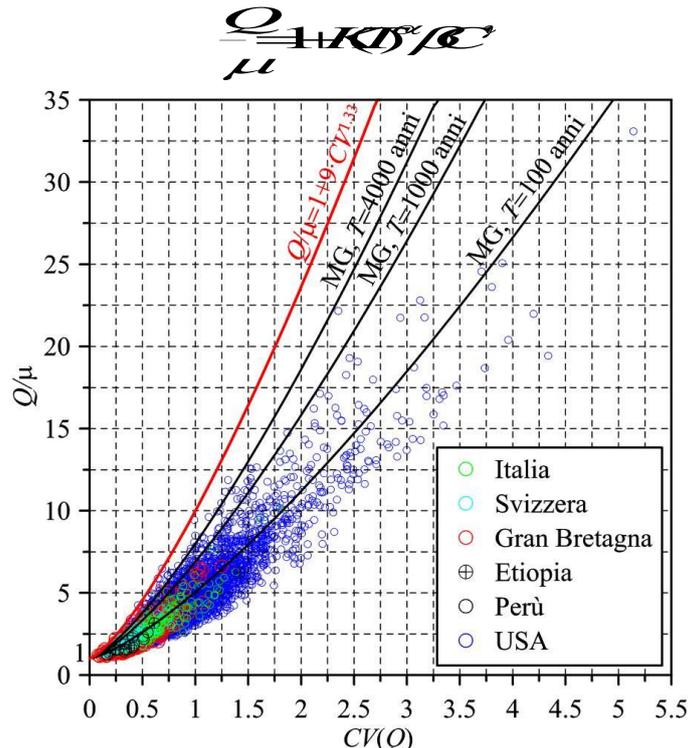
PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO  
 (ai sensi dell'art.1, comma 1, del D.L. 180/1998 convertito in L. 267/1998)  
**Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio**  
 Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico

**Bacino: PORA**



dove CV indica il coefficiente di variazione della variabile Q.

Osservando che i valori massimi  $\hat{Q}_i$  estratti da ciascuna serie, normalizzati rispetto alle medie campionarie delle singole serie e riportati nella rappresentazione  $(CV, \hat{Q}_i/\mu)$ , si dispongono meglio attorno ad una curva avente la concavità rivolta verso l'alto piuttosto che ad una retta (vedi figura seguente), come invece esigerebbe la Gumbel, la nuova legge probabilistica è stata ricercata nella forma:



Piano  $(CV, Q_{max}/\mu)$ : dati sperimentali e funzioni interpolanti

La taratura dei parametri della curva, effettuata mediante l'utilizzo delle 7300 serie storiche citate, ha condotto all'espressione:

$$\frac{Q}{\mu} = \mu(Q) \cdot \sigma(Q)$$

L'applicazione del modello richiede la stima dei parametri  $\mu(Q)$  e  $\sigma(Q)$ . Nel caso di siti non strumentati o in presenza di serie storiche non sufficientemente estese tale stima deve essere effettuata per via indiretta. A tal fine sono state ricavate relazioni di tipo multiregressivo espresse nella classica forma monomia:

$$\mu(Q) = A_1 A_2 A_3 A_4$$

$$\sigma(Q) = B_1 B_2 B_3 B_4$$

dove  $A_k$  è il generico indice geomorfoclimatico scelto a rappresentare le caratteristiche del bacino in esame.

I parametri descrittivi delle caratteristiche geomorfoclimatiche considerate possono essere suddivisi in tre gruppi: al primo appartengono le grandezze geometriche che descrivono la geometria e la morfologia del bacino, al secondo quelle che descrivono la pluviometria, al

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*

**Bacino: PORA**

terzo quelle che esprimono le caratteristiche di infiltrabilità dei suoli.

In particolare si sono considerate le seguenti variabili:

- l'area drenata  $A$  ( $\text{km}^2$ );
- un indice del regime pluviometrico: valor medio su tutti i pluviometri ricadenti nel bacino delle medie -  $M_h$  (mm) - o degli scarti quadratici medi -  $S_h$  (mm) - delle serie (almeno ventennali) delle altezze massime annuali di precipitazione giornaliera;
- un indice morfometrico del bacino: Lunghezza  $L$  dell'asta principale (km), altitudine media  $H$  rispetto alla sezione di chiusura (m) o combinazioni di tali parametri;
- un indice della permeabilità del bacino: il valor medio del coefficiente di deflusso mensile  $\phi$  (mediato su almeno un ventennio e, per ogni anno, sui mesi nei quali si verificano con maggiore frequenza gli eventi di piena più intensi). Il parametro  $\phi$  può essere ricavato direttamente solo nel caso delle stazioni idrometriche gestite dal Servizio Idrografico, per le quali, infatti, i dati relativi al bilancio idrologico su scala mensile, ed in particolare il coefficiente di deflusso, vengono calcolati anno per anno e pubblicati sulla *Parte II degli Annali Idrologici*. Nel caso di bacini privi di monitoraggio idrologico si possono assumere i valori di  $\phi$  ottenuti per bacini vicini o ritenuti omogenei riguardo a tale parametro.

**2.8.5.1.1 Similitudine idrologica**

Al fine di giungere alla stima delle portate con un'ulteriore metodologia è stata applicata una similitudine idrologica con i bacini confinanti, per i quali esiste una serie storica di misure di portata sufficientemente consistente in quanto dotate di stazioni idrometrografiche.

I bacini presi in considerazione sono rispettivamente: il bacino del Fiume Impero chiuso alla sezione di Rugge di Pontedesio, quello del Fiume Sansobbia chiuso a Ponte Poggi e quello del Fiume Argentina chiuso a Merelli.

Nella tabella seguente vengono riassunte le principali caratteristiche di tali bacini; con  $m(Q)$  e  $s(Q)$  si intende rispettivamente la media e lo scarto quadratico medio delle portate al colmo di piena. Con  $CV$  si indica invece il coefficiente di variazione dato dal rapporto tra  $s(Q)$  e  $m(Q)$ .

BACINO	SEZIONE	<i>n.</i> <i>oss.</i>	<i>A</i> ( $\text{km}^2$ )	<i>m(Q)</i> [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]	<i>s(Q)</i> [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]	<i>CV</i>	$\phi$
<b>Impero</b>	<b>Rugge di Pontedasso</b>	28	69.0	133.5	137.5	1.03	0.74
<b>Sansobbia</b>	<b>Ponte Poggi</b>	33	32.0	79.0	94.0	1.19	0.84
<b>Argentina</b>	<b>Merelli</b>	51	192.0	270.1	256.6	0.95	0.78

*Caratteristiche dei bacini presi in considerazione per la similitudine idrologica*

La scelta dei fiumi sopra considerati trova riscontro nel fatto che:

- si trovino nelle immediate vicinanze di quello in esame;
- coefficienti di variazione delle serie storiche dei massimi annuali al colmo di piena risultano tra loro poco variabili.

A questo punto si è assunto, per il bacino di interesse  $CV$  pari a 1.0, valore pari a circa la media matematica dei coefficienti di variazione dei bacini presi a riferimento.

Il passo successivo è stato quello di calcolare il valore del parametro  $m(Q)$  per il bacino di riferimento; a tal fine si è assunta la seguente equazione di similitudine idrologica:

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*

**Bacino: PORA**

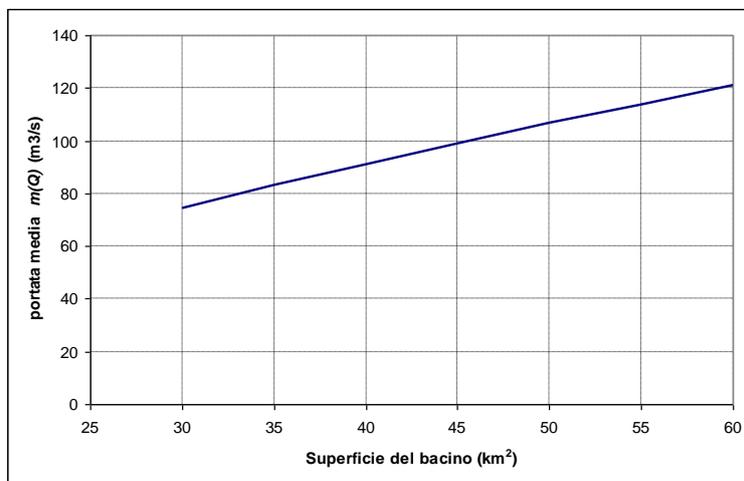
$$\frac{m(Q)}{A} = k \cdot A^n$$

dove  $k$  ed  $n$  rappresentano due coefficienti da stimare.

In particolare, per i bacini della Liguria e della Toscana si ha che  $0.2 < n < 0.4$  ; nel caso in esame si è pertanto fissato  $n = 0.3$  (sia per i bacini in esame che per quelli presi a riferimento). Avendo determinato  $n$  il secondo coefficiente  $k$  è stato invece calcolato come media dei valori di  $k$  propri dei 3 bacini presi in considerazione nella similitudine idrologica (Imprero, Sansobbia ed Argentina). La precedente equazione di similitudine idrologica assume pertanto la seguente forma:

$$\frac{m(Q)}{A} = 689 A^{0.3}$$

dove l'area  $A$  del bacino idrografico è espressa in  $\text{km}^2$



*Andamento della portata media in funzione della superficie del bacino secondo la formula della similitudine idrologica*

Si precisa che la similitudine idrologica, proprio per le caratteristiche morfometriche dei bacini presi a riferimento, vale unicamente nel caso di bacini con superficie superiore a  $32 \text{ km}^2$ .

Si è quindi potuto calcolare il valore di  $m(Q)$  in corrispondenza delle sezioni di interesse; i risultati ottenuti sono i seguenti:

- Pora alla confluenza  $m(Q) = 83.0$  ( $A = 35 \text{ km}^2$ );
- Pora a valle della confluenza  $m(Q) = 115.3$  ( $A = 56 \text{ km}^2$ );
- Pora alla foce  $m(Q) = 118.2$  ( $A = 58 \text{ km}^2$ ).

A questo punto si è calcolato il valore della portata al colmo di piena attraverso il modello probabilistico MG (L'ACQUA, n. 2/2004, Majone et al.) espresso nella forma:

$$Q = m(Q) \cdot T^{\frac{1}{CV}}$$

dove:

- $m(Q)$  è la media delle portate al colmo di piena precedentemente calcolate;
- $T$  è il tempo di ritorno;
- $CV$  è il coefficiente di variazione del bacino.

Nelle tabelle seguenti vengono riportati i parametri utilizzati nel modello MG e le portate al

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*

**Bacino: PORA**

colmo di piena calcolate per le sezioni di chiusura di interesse.

	<b>A</b>	<b>CV</b>	<b>m(Q)</b>
<b>Bacino</b>	<b>(km<sup>2</sup>)</b>		<b>(m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>Pora alla confluenza</b>	35	1.0	83.0
<b>Pora a valle della confluenza</b>	56	1.0	115.3
<b>Pora alla foce</b>	58	1.0	118.2

*Parametri utilizzati nel modello MG*

<b>Bacino</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>				
	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>500</b>
<b>Pora alla confluenza</b>	340	374	419	466	526
<b>Pora a valle della confluenza</b>	472	519	583	647	731
<b>Pora alla foce</b>	484	532	597	663	750

*Portate al colmo di piena nelle sezioni di interesse (similitudine idrologica)*

Come si può vedere le portate calcolate in questo modo non differiscono di molto rispetto a quelle calcolate con la formula razionale, e, per quanto attiene le sezioni a valle della confluenza, rimangono comunque decisamente inferiori rispetto a quelle calcolate nell'ambito dello studio idrologico del C.I.M.A.

#### 2.8.6 Portate di piena

##### 2.8.6.1 La curva involuppo 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 involuppo 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 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

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*

**Bacino: PORA**

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>]

*2.8.6.2 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:

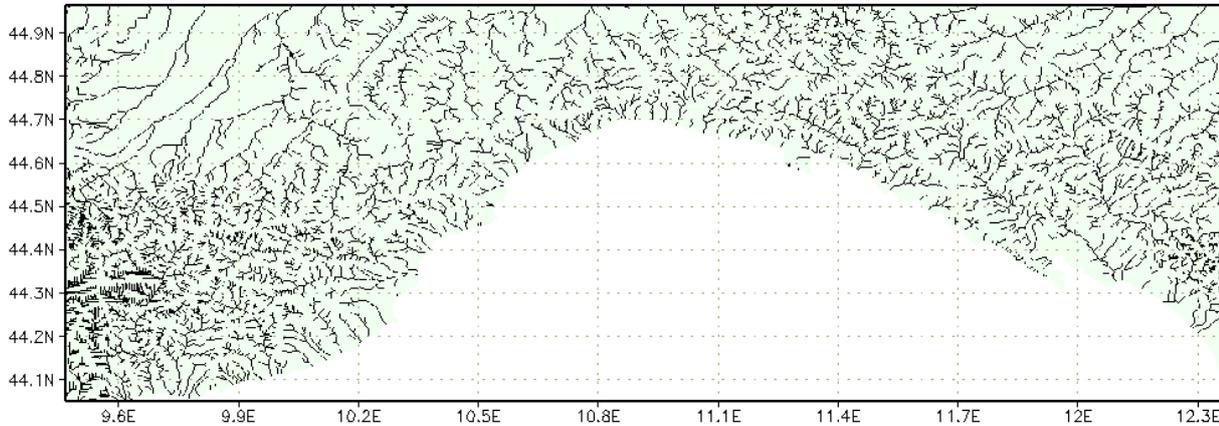
- individuazione della rete di drenaggio;
- determinazione dei tempi di corrvazione;
- calcolo dell'idrogramma di piena attraverso la convoluzione degli idrogrammi unitari istantanei.

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

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*

**Bacino: PORA**

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,

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*

**Bacino: PORA**

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 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.

*2.8.6.2.1 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*.

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*

**Bacino: PORA**

tipo	Descrizione	CN
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. Estensione delle aree impermeabili compresa fra 30% e 60%.	87
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:



$$[m^3s^{-1}];$$

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

$$Q_T = K_T \cdot Q_{2.9}$$

$$[m^3s^{-1}];$$

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.

T [anni]	5	10	30	50	100	200	500
$K_T$	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			
		Tipi	A	B	C
	primi				
8	10	6,73	5,62	4,30	3,77
8	12.5	6,82	5,70	4,36	3,83
8	15	6,92	5,77	4,42	3,88
8	17.5	7,01	5,85	4,48	3,93
8	20	7,10	5,93	4,54	3,98
8	22.5	7,19	6,00	4,59	4,03

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

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*  
**Bacino: PORA**

**2.8.6.2.2 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:

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

nella quale A è la superficie drenata espressa in km<sup>2</sup>, U<sub>A=2</sub> 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<sub>T</sub> il fattore di frequenza delle portate fornito in *Tabella 1*. Il coefficiente U<sub>A=2</sub>, 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>K<sub>T</sub></b>	1.29	1.79	2.90	3.47	4.25	5.02	6.04

*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	10	8,39	7,00	5,36	4,70
8	12.5	8,51	7,10	5,43	4,77
8	15	8,62	7,20	5,51	4,84
8	17.5	8,74	7,29	5,58	4,90
8	20	8,85	7,39	5,66	4,97
8	22.5	8,96	7,48	5,73	5,03

*Tabella.2: contributo unitario, U<sub>A=2</sub> in funzione del tipo di bacino e della sua posizione.*

**2.8.6.3 Determinazione delle portate al colmo di piena (metodo MG similitudine 2006)**

Come indicato al paragrafo 2.8.5 il comune di Finale Ligure ha presentato uno studio idrologico di dettaglio, che, a seguito di incongruenze dei valori di portata calcolati col metodo C.I.M.A. per il tratto terminale del T. Pora, ha consentito di aggiornare i valori di portata per i sottobacini del T. Pora aventi superficie maggiore di 32 km<sup>2</sup> (C.T.P. del 27/04/2006).

Si riassumono brevemente le equazioni relative al metodo MG, già presentato nel paragrafo 2.8.5.1:

$$Q = 689 A^m \quad (A \text{ area del bacino espressa in km}^2)$$

dove la media m(Q) ed il coefficiente di variazione CV valgono rispettivamente:

$$m(Q) = 0.897 \quad (A \text{ area del bacino espressa in km}^2)$$

$$CV = 1.0$$

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*  
**Bacino: PORA**

Bacino	Parametri Modello MG			Q (m <sup>3</sup> /s)				
	A (km <sup>2</sup> )	CV	m(Q) (m <sup>3</sup> /s)	T=30	T=50	T=100	T=200	T=500
<b>Pora alla confluenza</b>	35	1.0	83.0	340	374	419	466	526
<b>Pora a valle della confluenza</b>	56	1.0	115.3	472	519	583	647	731
<b>Pora alla foce</b>	58	1.0	118.2	484	532	597	663	750

Parametri e portate al colmo di piena nelle sezioni di interesse con il Modello MG (similitudine idrologica)

**2.8.6.4 Tabelle riepilogative dei valori di portata (C.T.P seduta del 11/09/2003 e del 27/04/2006)**

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 del Rio Carbuta approvati dal Comitato Tecnico Provinciale nella seduta dell'11/09/2003.

PICCOLI BACINI IDROGRAFICI LOCALIZZATI IN PROVINCIA DI SAVONA								
PORTATA AL COLMO DI PIENA, Q[m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]								
IDENTIFICAZIONE DELLA SEZIONE			VALORI DI Q [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]					
Torrente	SEZIONE A MONTE DELLA CONFLUENZA CON	AREA DRENATA [Km <sup>2</sup> ]	T <sub>indice</sub>	T=30 anni	T=50 anni	T=100 anni	T=200 anni	T=500 anni
Carbuta	Torrente Pora	6	30	90	110	130	150	190

Corso d'acqua	Sezione	Superficie bacino [Km <sup>2</sup> ]	Classe bacino	Long. Gradi Sessagesimali	Cq	Portata [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]		
						T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Carbuta	66	6.0	D	8°17,5'	3.93	85	120	150

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

La scelta della classe del bacino è stata effettuata secondo le caratteristiche di

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*

**Bacino: PORA**

assorbimento del bacino imbrifero sulla base della verifica sulla Cartografia Tecnica Regionale.

Per il T. Pora e Aquila il C.T.P. seduta del 11/09/2003 aveva approvato i valori tabellati dal C.I.M.A.; alla luce dei contenuti dello studio idrologico di dettaglio proposto dal Comune di Finale Ligure e approvato nella seduta del Comitato Tecnico Provinciale per la Difesa del Suolo nella seduta del 27/04/2006, si riassumono le modifiche apportate ai valori di portata utilizzando il metodo probabilistico MG con similitudine, applicabile per superfici maggiori di 32 km<sup>2</sup> (ovvero al solo T. Pora). Per superfici inferiori ai 30 km<sup>2</sup> rimane valida la metodologia di calcolo dello studio CIMA.

$Q=c \cdot A^{0.75}$									
Q=portata al colmo di piena, quantile 50% [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ] A=superficie [Km <sup>2</sup> ]									
IDENTIFICAZIONE DEL TRATTO				VALORI DI C [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> Km <sup>-0.75</sup> ]					
Torrente	DALLA SEZIONE A MONTE DELLA CONFLUENZA CON	ALLA SEZIONE A VALLE DELLA CONFLUENZA CON	AREA DRENATA MASSIMA [Km <sup>2</sup> ]	T <sub>indice</sub>	T=30 anni	T=50 anni	T=100 anni	T=200 anni	T=500 anni
Pora	Mar Tirreno	Torrente Aquila	58	7.76	22.51	26.94	32.99	38.97	46.89
Aquila	Torrente Pora	Rio Vaglie	21	5.69	16.51	19.75	24.19	28.57	34.38
Pora	Torrente Aquila	Valle Rio Tacchi Lunghi	35	7.19	20.84	24.94	30.55	36.08	43.41

Torrente	Tratto (sezioni carta aree inondabili)	Superficie massima bacino [km <sup>2</sup> ]	Metodo di calcolo delle portate	Portata [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]		
				T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Pora a monte della confluenza del rio Carbuta	360 – 354.6	20	C.I.M.A.	236	341	411
Pora dalla confluenza del rio Carbuta a valle della confluenza del Rio Gerin	354.6 – 350	29	C.I.M.A.	312	451	526
Pora a monte della confluenza del T. Aquila	350 – 38	35	M.G. similitudine	374	466	526
Pora a valle della confluenza T. Aquila	38 – 13	56	M.G. similitudine	519	647	731
Pora alla foce	13 – 1	58	M.G. similitudine	532	663	750

*Valori delle portate al colmo di piena per il torrente Pora (seduta C.T.P. 27/04/2006)*

Si segnala una incongruenza del valore di portata di piena cinquantennale calcolato con il metodo MG per un'area di 35 km<sup>2</sup> (526 m<sup>3</sup>/s) e con il metodo CIMA per un'area di 29 km<sup>2</sup> (542 m<sup>3</sup>/s valore superiore al precedente); si è pertanto scelto di assegnare lo stesso valore di portata cinquantennale per i due tratti, calcolato con il metodo MG (526 m<sup>3</sup>/s).

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*  
**Bacino: PORA**

Nelle sezioni dei corsi d'acqua dove il Piano non indica il valore della portata (aventi tutti superfici ampiamente inferiori a 30 km<sup>2</sup>), 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 Pora e del torrente Aquila, 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 (C.T.P. seduta del 11/09/2003):

$Q=c \cdot A^{0.75}$									
Q=portata al colmo di piena, quantile 50% [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ] A=superficie [Km <sup>2</sup> ]									
IDENTIFICAZIONE DEL TRATTO				VALORI DI C [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> Km <sup>-0.75</sup> ]					
Torrente	DALLA SEZIONE A MONTE DELLA CONFLUENZA CON	ALLA SEZIONE A VALLE DELLA CONFLUENZA CON	AREA DRENATA MASSIMA [Km <sup>2</sup> ]	T <sub>indice</sub>	T=30 anni	T=50 anni	T=100 anni	T=200 anni	T=500 anni
Pora	Mar Tirreno	Torrente Aquila	58	7.76	22.51	26.94	32.99	38.97	46.89
Aquila	Torrente Pora	Rio Vaglie	21	5.69	16.51	19.75	24.19	28.57	34.38
Pora*	Torrente Aquila	Valle Rio Tacchi Lunghi	35	7.19	20.84	24.94	30.55	36.08	43.41

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).

\*valori di C utilizzati nel presente Piano di Bacino per sottobacini del T. Pora aventi superficie inferiore a 30 km<sup>2</sup> (C.T.P. seduta del 27/04/2006).

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*

**Bacino: PORA**

2.8.7 Portate di piena di progetto per il bacino Pora (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.

Torrente	Tratto (sezioni carta aree inondabili)	Superficie massima bacino [km <sup>2</sup> ]	Portata [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]		
			T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Pora a monte della confluenza del rio Carbuta	360 – 354.6	20	236	341	411
Pora dalla confluenza del rio Carbuta al tratto a valle della confluenza del Rio Gerin	354.6 – 350	29	312	451	526
Pora a monte della confluenza del T. Aquila	350 – 38	35	374	466	526
Pora a valle della confluenza T. Aquila	38 – 13	56	519	647	731
Pora alla foce	13 – 1	58	532	663	750

*Valori delle portate al colmo di piena per il torrente Pora*

Torrente	Tratto (sezioni carta aree inondabili)	Superficie massima bacino [km <sup>2</sup> ]	Portata [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]		
			T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Aquila	180 – 169.4	13,7	140	203	245
Aquila loc.Burnenghi	169.4 – 164.4	15,7	155	225	271
Aquila	164.4 – 163.4	17,5	170	244	294
Aquila	163.4 – 38	21	190	280	340

*Valori delle portate al colmo di piena per il torrente Aquila*

Per il calcolo delle portate in sezioni intermedie si rimanda al capitolo 2.8.6.4 - *Tabelle riepilogative dei valori di portata (C.T.P seduta del 11/09/2003 e del 27/04/2006)*.

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*  
**Bacino: PORA**

Corso d'acqua	Tratto (sezioni carta aree inondabili)	Superficie massima bacino [km <sup>2</sup> ]	Classe bacino	Long. Gradi Sessagesimali	Cq	Portata [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]		
						T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Carbuta	66 – 60.8	6.0	D	8°17,5'	3.93	85	120	150

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

### **3 PROBLEMATICHE E CRITICITA' DEL BACINO**

#### **3.1 Premessa**

Lo studio fino a questo punto condotto sulle caratteristiche del bacino del T.Pora 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, devono essere tenuti in considerazione tutti i processi fisici che possano causare situazioni di pericolosità nonché le loro interazioni.

Nell'ambito del presente piano ex.D.L. 180/98 e s.m.i. 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, come sovrapposizione delle due componenti idraulica e geomorfologica, costituite in sostanza dalla *Carta delle fasce di inondabilità* e dalla *Carta della suscettività al dissesto dei versanti*. 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 *Carta delle fasce di inondabilità*, nella quale sono perimetrate 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. Si sottolinea che le fasce di inondabilità devono essere intese come quelle aree che con una data probabilità di accadimento sono soggette a fenomeni di esondazione, ma non rappresentano una reale distribuzione del fenomeno di esondazione a seguito di un evento reale di cui non si può conoscere la reale intensità e le interazioni con il territorio prima che accada.

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'insacco di movimenti di massa sia in relazione alle caratteristiche intrinseche dei litotipi e delle

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*

**Bacino: PORA**

coltri di copertura 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 in questa fase, 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 )*

Da questo 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, 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 e per gli affluenti principali
- 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
- 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 e tettonizzazione 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.

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*  
**Bacino: PORA**

Di seguito sono riportate le analisi e le elaborazioni per la redazione della *Carta di suscettività al dissesto dei versanti* e da quella delle fasce di inondabilità, la cui unione in questo caso rappresenta la pericolosità. 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. Pora è stata valutata la suscettività al dissesto dei versanti applicando la metodologia proposta dalla Autorità di Bacino. La metodologia predisposta per la realizzazione della *Carta della Suscettività al dissesto dei versanti*, prevede l'analisi incrociata dei seguenti tematismi di base:

- Acclività
- Litologia
- Geomorfologia
- 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>Tematismo</b>	<b>Variabile</b> <i>(ove presenti)</i>	<b>Tipo</b>
Carta geolitologica	Litologia	Principale
	Faglie	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
	Ruscigliamento diffuso	Aggravante
	Riporti antropici	Aggravante
Carta dell'acclività	Classi di acclività	Principale
	Permeabilità del substrato	Principale
Carta idrogeologica	Contrasto di permeabilità	Aggravante
Carta dell'uso del suolo	Uso del suolo	Principale
	Frane attive	Principale
	Frane quiescenti	Principale

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*

**Bacino: PORA**

Carta della franosità reale	Franosità diffusa	Aggravante
	Cigli	Aggravante
	Erosione spondale	Aggravante

*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. Pora.

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 che la CSDV è stata sviluppata con l'ausilio del personale assunto ai sensi del D.L. 180 utilizzato dal Settore Assetto del Territorio e Controllo Tecnico della Regione Liguria mediante l'utilizzo del GIS Intergraph-MGE, nell'ambito del progetto PDB.mge, predisposto dal SITAR della Regione Liguria, realizzando allo scopo un'apposita procedura di tipo batch (comando susce.cmd) che automatizza e semplifica le procedure di calcolo, overlay, generazione dei topofiles e vestitura finale dell'elaborato cartografico.

L'attribuzione dei pesi alle litologie è avvenuta 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 ( $\psi$ )

$$\psi = (1 / K) \times \varphi$$

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 □□□ massimo all'interno del bacino e, conseguentemente, di riportare a questo valore i pesi ottenuti per le altre litologie. Relativamente al bacino del torrente Pora i dati ottenuti attraverso l'analisi sopra descritta sono sintetizzati di seguito:

## Litotipo

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*

**Bacino: PORA**

L'attribuzione dei pesi ai litotipi è avvenuta su base statistica eseguita sulla base della formulazione di Guida et al.

Le percentuali di affioramento e quelle di superficie in frana sono elencate nella tabella seguente da cui si sono ricavati gli indici di franosità. Questi sono stati poi normalizzati a 10 e arrotondati. Le litologie a cui è stato attribuito l'indice di franosità sono quelle con un affioramento significativo sul bacino. Per le litologie con aree di affioramento poco significative i pesi sono stati attribuiti in base alle conoscenze degli autori per confronto con le suddette.

<b>NOME</b>	<b>SUP</b>	<b>SUP FRANE</b>	<b>PERCENTUAL E FRANOSITA'</b>	<b>N° FRANE</b>	<b><u>Pesi</u></b>
Brecce	419221	1392	0.33	1	<b>2</b>
Pietra di Finale	416101 3	0	0.00	0	<b>0</b>
Dolomie di San Pietro dei Monti	237984 2	18477	0.56	2	<b>2</b>
Formazione di Eze - Metabasiti	298715	1153	0.20	1	<b>1</b>
Porfiroidi del Melogno	185779 56	542783	2.94	20	<b>10</b>
Quarziti di Ponte di Nava	42241	0	0.00	0	<b>0</b>
Calcari di Val Tanarello	290429	0	0.00	0	<b>0</b>
Scisti di Gorra	298461 51	901532	2.94	45	<b>10</b>
Alluvioni	203592 0	0	0.00	0	<b>0</b>

**Coltri**

Il peso da attribuire alle coltri è stato determinato in base al substrato sottostante alle coltri stesse. I pesi sono stati dunque differenziati a seconda che il substrato fosse considerato permeabile, semi-permeabile o impermeabile.

Le litologie affioranti nel bacino sono state così considerate:

<b>IMPERMEABILI</b>	<b>SEMI-PERMEABILI</b>	<b>PERMEABILI</b>
Scisti di Gorra	Porfiroidi del Melogno	Pietra Finale

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*

**Bacino: PORA**

Brecce e conglomerati del Complesso di base	Metabasiti della Formazione di Eze	Calcari di Val Tanarello
		Quarziti Ponte di Nava
		Dolomie di S. P. Monti

I pesi attribuiti alle coltri sono pertanto i seguenti:

TIPO COLTRE	PESO
Coltri potenti grossolane su substrato impermeabile	5
Coltri potenti grossolane su substrato semi-permeabile	4
Coltri potenti grossolane su substrato permeabile	3
Coltri potenti fini su substrato impermeabile	6
Coltri potenti fini su substrato semi-permeabile	5
Coltri potenti fini su substrato permeabile	4
Coltri medie grossolane su substrato impermeabile	4
Coltri medie grossolane su substrato semi-permeabile	3
Coltri medie grossolane su substrato permeabile	2
Coltri medie fini su substrato impermeabile	5
Coltri medie fini su substrato semi-permeabile	4
Coltri medie fini su substrato permeabile	3

Dove la granulometria della coltre non è indicata o conosciuta il peso è cautelativamente quello maggiore.

**Stato della roccia**

La voce "stato della roccia" non è utilizzabile nel calcolo della suscettività al dissesto in quanto è stato attribuito ai perimetri delle litologie e non differenziato all'interno di esse.

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*

**Bacino: PORA**

**Acclività**

Ai fini dell'attribuzione dei pesi le classi di suscettività sono state accorpate come segue e differenziate a seconda che ci si trovi in zone di roccia affiorante o su coltre. I pesi attribuiti alle diverse classi di acclività sono i seguenti:

CLASSE DI ACCLIVITA'	PESO
Acclività < 20% su substrato affiorante	-5
Acclività tra 20% e 35 % su substrato affiorante	1
Acclività tra 35% e 50 % su substrato affiorante	3
Acclività tra 50% e 75 % su substrato affiorante	5
Acclività > 75% su substrato affiorante	4
Acclività < 20% su coltre	-5
Acclività tra 20% e 35 % su coltre	2
Acclività tra 35% e 50 % su coltre	4
Acclività tra 50% e 75 % su coltre	6
Acclività > 75% su coltre	8

**Uso del suolo**

I pesi attribuiti ai fattori di uso del suolo derivano da un'analisi delle fonti bibliografiche. In particolare le aree urbanizzate sono state considerate nulle per l'alterazione indotta nei processi idrologici; per quanto concerne le aree prative e gli ex-coltivi, risultano soggetti ad un abbandono generalizzato che ne inficia parzialmente le caratteristiche di "efficienza idrogeologica".

CLASSE DI USO DEL SUOLO	PESO
Urbanizzato continuo e discontinuo, aree industriali o commerciali, aree sportive e ricreative ecc.	0
Seminativi, vivai, colture ortofrutticole in piena area	-1
Seminativi, vivai, colture ortofrutticole in serra	0
Frutteti	1
Ex coltivi	2
Oliveti	-1
Prati e pascoli	0
Zone agricole eterogenee	1
Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva	0
Zone boscate	0
Aree terrazzate	1
Spiagge, dune	0
Aree percorse da incendi	2

**Elementi aggravanti**

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*

**Bacino: PORA**

Gli elementi aggravanti sono stati trattati diversamente a seconda che si trattasse di elementi areali o lineari. Le aree a ruscellamento diffuso, in quanto elementi areali, sono state trattate con la metodologia usuale. Agli elementi lineari è stata attribuita una fascia di rispetto a cui è stato attribuito il relativo peso. Tale fascia è stata assunta di 30 m per le faglie, per i cigli morfologici e per le aree di erosione incanalata, mentre ai contatti litologici a forte contrasto di permeabilità è stata attribuita una fascia ampia 100 m quando una litologia più permeabile si trova sovrapposta ad una meno permeabile. Infine le aree a franosità diffusa sono state tracciate arbitrariamente intorno alle zone di maggior frequenza di dissesti puntuali o di piccole dimensioni.

FATTORE PEGGIORATIVO	PESO
Ruscellamento diffuso	1
Riporti antropici	2
Erosione spondale	3
Franosità diffusa	3
Faglie	2
Cigli	2
Contrasto di permeabilità	1

Attraverso gli incroci dei tematismi precedenti deriva 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.

Dopo aver esaminato la suddetta carta si sono estrapolati i valori massimo e minimo fra i diversi poligoni, quindi il range di valori dato dalla loro differenza viene suddiviso in 4 classi di suscettività (ALTA, MEDIA, BASSA e MOLTO BASSA) tramite la fusione e l'accorpamento dei poligoni contenuti nella carta.

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 (SUSCETTIVITA' MOLTO ALTA) mentre le seconde vengono direttamente inserite in classe di suscettività ALTA.

Nel caso di aree di cava 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. 2.4.7 Cave e al Cap. 2.4.6 Riporti artificiali.

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

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO  
(ai sensi dell'art.1, comma 1, del D.L. 180/1998 convertito in L. 267/1998)  
**Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio**  
*Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico*

**Bacino: PORA**

VALORE DI RANGE SOMMATORIA PESI ATTRIBUITA / AREE CON ASSOCIAZIONE DIRETTA CON CLASSE DI SUSCETTIVITÀ	SPECIFICHE	SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO	CLASSE
<b>&lt; 4</b>	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>	<b>Pg0</b>
<b>4– 13</b> <b>14 –16</b>			<b>Pg1</b> <b>Pg2</b>
<b>&gt; 16</b>	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>	<b>Pg3 B</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>	<b>Pg3 A</b>
<b>Aree in Frana Attiva</b>	Aree interessate da movimenti gravitativi in atto.	<b>MOLTO ALTA</b>	<b>Pg4</b>
<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). 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 B1</b>
<b>Ex Discariche e riporti antropici.</b>			<b>tipo B2</b>

*Corrispondenza delle classi di suscettività al dissesto con le voci della legenda della Tav. 8*

### 3.2.2 Sintesi dei relativi rapporti tra i fattori considerati

Come già detto prendendo come riferimento il massimo valore di peso attribuito alla litologia sono stati derivati i contributi degli altri "elementi" nei confronti della suscettività al dissesto dei versanti, in particolare:

<b>Tematismo</b>	<b>Peso massimo</b>
Acclività	peso massimo pari al 70% del valore di litologia
<b>Coltri di copertura</b>	peso massimo pari al 50% del valore di litologia
<b>Uso del suolo</b>	peso massimo pari al 30% del valore di litologia
<b>Elementi "Aggravanti"</b>	peso massimo pari al 30% del valore di litologia, per ciascuno di essi

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*

**Bacino: PORA**

*Peso massimo in percentuale rispetto all'insieme dei tematismi*

**3.2.3 Considerazioni in merito alla carta della suscettività al dissesto dei versanti**

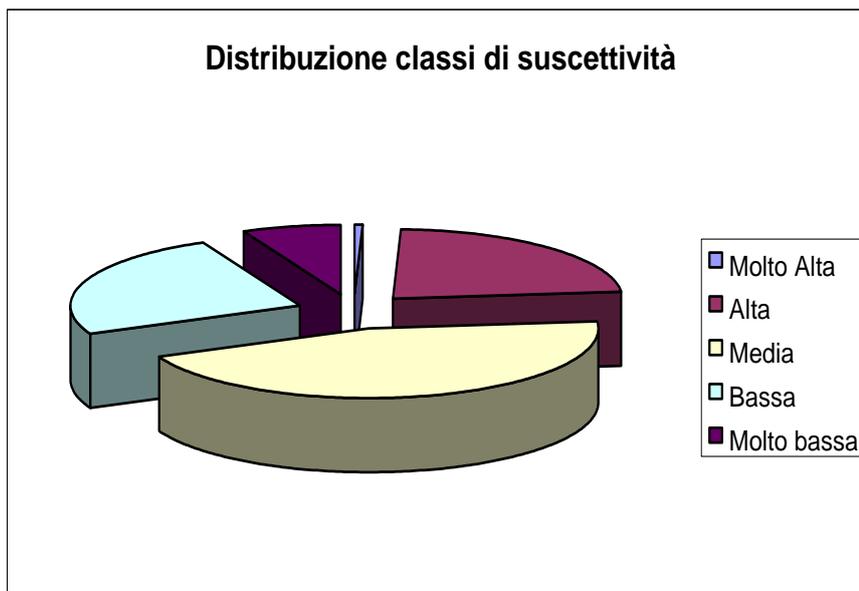
A seguito dell'applicazione di un'analisi territoriale di tipo "iterativo" eseguita affinando gradualmente sia i pesi delle variabili considerate sia il taglio delle classi si è pervenuti ad un risultato soddisfacente e rispondente ai controlli e alle tarature eseguite sul terreno.

Il risultato cartografico finale viene presentato senza apportare alcuna modifica alla carta derivata, si possono, infatti, osservare molti piccoli frammenti con suscettività differente rispetto alle aree limitrofe.

Tale scelta persegue l'obiettivo di restituire un dato originale che non modifichi a posteriori la sua oggettività; revisioni e modifiche potranno e dovranno essere opportunamente apportate dai progettisti in fase di perimetrazione delle aree finalizzata alla definizione definitiva dei regimi normativi: in questa fase la *Carta della suscettività al dissesto di versante* dovrà essere tenuta nella massima considerazione evitando, però, di incorrere nell'errore di utilizzare le perimetrazioni del suddetto tematismo senza ragionare nel dettaglio sul loro reale significato.

La distribuzione areale in percentuale delle classi di suscettività al dissesto a scala di bacino è rappresentata dalla tabella e dal grafico seguenti:

classe suscettività		Superficie (KM2)	Superficie %
Molto Alta	5	0,26	0,4%
Alta	4	13,31	22,8%
Media	3	26,23	45,0%
Bassa	2	14,51	24,9%
Molto bassa	1	3,99	6,8%
TOT		58.30	100.0%



*Distribuzione delle Classi di Suscettività*

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*  
**Bacino: PORA**

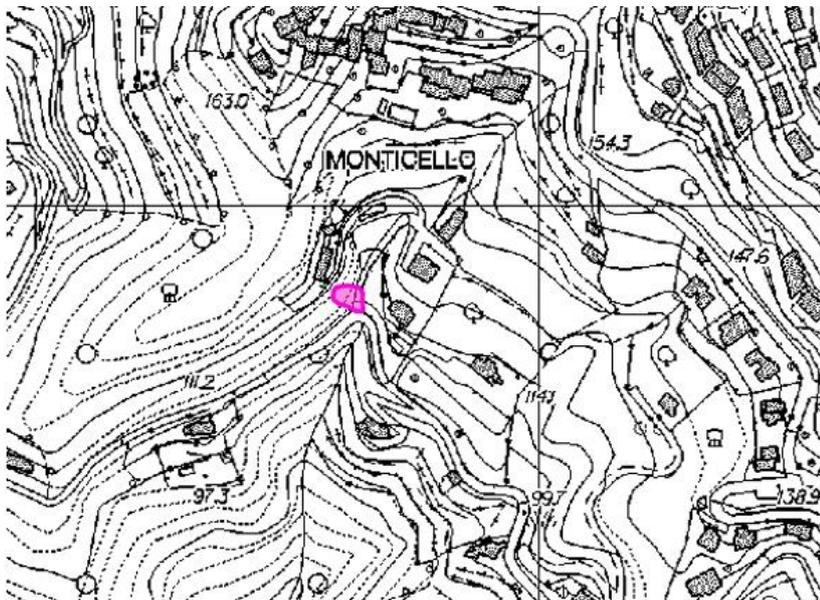
### 3.2.4 Sintesi degli eventi alluvionali verificatosi nell'autunno 2019

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. Tra i Comuni interessati dai dissesti vi sono Finale Ligure e Rialto.

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 degli eventi alluvionali.

Nel Comune di Finale Ligure è stato perimetrato un solo nuovo dissesto cartografabile alla scala di piano di bacino nei pressi della loc. Monticello; nel Comune di Rialto le nuove frane sono 5, di cui una indicata come non cartografabile, hanno interessato in modo particolare le viabilità e sono state già oggetto di interventi di sistemazione per il loro ripristino.



Comune di Finale Ligure



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  
**Bacino: PORA**



### 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).

Questo dato, riportato alla scala di lavoro del Piano 180/98 (scala 1:5.000 per quanto riguarda la perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica), ha evidenziato grossolani errori di rappresentazione: il dato si ritiene quindi utilizzabile alla sola scala 1:25.000 riportata nella DGR n° 2615/98.

Il *Rapporto di Sintesi* (Liguria) del Progetto AVI, a cura del CNR-GNDICI, riporta per il torrente Pora due eventi nel catalogo delle calamità idrauliche:

Data Idraulica	Calamità	Corso d'acqua	Comune	Località colpita
28 settembre 1900		Pora	Finale Ligure	Finalmarina-Finalborgo
30 settembre 1961		Pora	Finale Ligure	Finalmarina-Finalborgo

Altri eventi hanno naturalmente determinato criticità idrauliche, non ultimi quelli dell'autunno 2000.

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

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*

**Bacino: PORA**

dalla perimetrazione approvata con DGR 59/2015, classificandole poi, laddove non adeguatamente studiate con verifiche idrauliche, come fasce c.d. A\* nella cartografia delle fasce di inondabilità.

3.3.2 Determinazione dei livelli di massima piena

3.3.2.1 *Premessa*

Lo studio per la determinazione dei livelli di massima piena conseguenti alle portate calcolate nella parte relativa all'idrologia di piena, contiene il censimento delle opere e del profilo dell'alveo sul quale sono state basate le verifiche idrauliche.

In fase di modifica del Piano (CTP seduta del 27/04/2006) si sono aggiornati i rilievi topografici di alcuni tratti del T. Pora e T. Aquila nei Comuni di Finale Ligure e di Calice Ligure secondo quanto di seguito specificato.

I dati relativi ai tratti del T. Pora e Aquila nel Comune di Finale Ligure sono tratti dallo stato attuale (rilievo topografico anno 2003) del Progetto preliminare di messa in sicurezza dei torrenti Pora e Aquila affidato dal Comune ad un raggruppamento temporaneo di studi di ingegneria: T. Pora, a monte della confluenza con il T. Aquila, dalla sez. 305 alla sez. 201 (per un tratto di circa 2.5 km), T. Pora a valle della confluenza dalla sez. 37 alla sez. 1 (per un tratto di circa 1.25 km) e T. Aquila dalla sez. 106 alla sez. 38 (per un tratto di circa 1,25 km).

Nel Comune di Calice Ligure si è utilizzato il rilievo relativo agli interventi di sistemazione idraulica ultimati in loc. Secca e Banchette fornito dal Comune dalla sez. 353.2 alla sez. 347 (per un tratto di circa 1 km), integrato con alcune sezioni della parte di monte in particolare relative al Ponte Calice Eze (sez. 354.3).

I dati nelle aree a monte (Comuni di Calice Ligure e Orco Feglino) sono stati raccolti dall'Ufficio Piani di Bacino, attraverso il rilievo speditivo delle sezioni idrauliche necessarie per le verifiche numeriche seguenti (Da Corte-Molinari): Pora dalla sez. 360 alla sez. 354.8 per un tratto di circa 2 km, e dalla sez. 347 alla sez. 305 per un tratto di circa 1 km, Carbuta dalla sez. 66 alla sez.60.8 per un tratto di circa 1,5 km e Aquila dalla sez. 180 alla sez. 153 per un tratto di circa 5 km.

Per quanto riguarda i riferimenti alla numerazione ed alla posizione delle sezioni si rimanda alla cartografia allegata.

Sulla base di tali dati e della conoscenza topografica delle aree limitrofe al corso d'acqua, determinata attraverso la cartografia regionale in scala 1:5000 integrata da sopralluoghi, sono stati determinati i livelli idrici attesi corrispondentemente alle portate di piena.

La determinazione dei profili di corrente è stata condotta, come riportato in seguito, in ipotesi di moto permanente per tutto il tratto del corso d'acqua sopra specificato, con particolare riguardo ai tratti in corrispondenza di opere, per le quali sono state previste opportune valutazioni di riduzione della sezione utile per gli effetti di piena (ostruzioni di arcate di ponti o coperture per eccezionale trasporto solido, ecc.).

3.3.2.2 *Il modello matematico*

Nello studio del comportamento idraulico di un corso d'acqua, al fine di determinare il profilo di rigurgito della corrente, è lecito e consolidato dalla pratica, considerare la linea d'asse caratterizzata da curvature di flessione e torsione molto piccole, sicché i moti secondari siano sufficientemente modesti da non contraddire l'esistenza di una direzione prevalente del moto.

È corretto, anche nel caso in esame, considerare l'alveo cilindrico e il moto permanente gradualmente variato.

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*

**Bacino: PORA**

L'ipotesi di moto permanente gradualmente variato implica che l'area sia solo funzione della profondità Y ovvero in simboli:  $\Omega = \Omega(Y)$ .

Con l'ipotesi suddetta, le equazioni di continuità e del moto si scrivono:

$$Q = \Omega U = C \Omega \sqrt{2gh} = C \Omega \sqrt{2g(y + z_f)}$$

dove:

- $\Omega$  = superficie della sezione
- U = velocità uniforme del moto
- h = y + z<sub>f</sub>      carico piezometrico
- y la quota del pelo libero rispetto al fondo alveo z<sub>f</sub>
- g = accelerazione di gravità
- $\tau_f$  = tensione tangenziale sul contorno
- $\rho$  = densità dell'acqua
- R<sub>i</sub> = raggio idraulico dato dal rapporto tra l'area ed il contorno bagnato

La pendenza del corso d'acqua è modestissima. Ciò permette di confondere le sezioni normali all'asse della corrente con sezioni verticali. È consentito quindi scrivere l'equazione del moto come:

$$\frac{d}{dx} \left( \frac{U^3}{g C R_i^3} \right) = \frac{H}{R_i}$$

con j = pendenza della linea dei carichi effettivi ed H = carico totale.

La quantità j è calcolata assumendo che il moto si comporti come una successione continua di stati localmente uniformi, ritenendo che possa confondersi  $\tau_f$  con il valore che si avrebbe in moto uniforme caratterizzato dai valori locali di U, C e R<sub>i</sub>. Da ciò segue che:

$$j = \frac{U^3}{g C R_i^3}$$

dove con C si è indicato il coefficiente di conduttanza medio per la sezione.

L'ultima equazione sostituita nella precedente consente l'integrazione, vale a dire la determinazione del profilo Y(x) per assegnati valori di portata e pendenza dell'alveo, purché siano note condizioni opportune in corrispondenza delle sezioni di estremità del tronco considerato.

In particolare per alveo cilindrico è possibile scrivere:

$$\frac{dE}{dx} = i_f - j$$

e ricordando che E = E(Y(x)) si arriva all'equazione dei profili di rigurgito in alvei quasi cilindrici nella forma:

$$\frac{dY}{dx} = \frac{i_f - j}{dE/dY}$$

Le variazioni brusche di sezione possono essere incluse in questo modello matematico ipotizzando che le perdite di carico corrispondenti siano concentrate nella sezione in cui avviene la variazione di forma della sezione stessa.

**3.3.2.3 Il modello numerico**

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*

**Bacino: PORA**

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:

$$\frac{1}{2} \gamma A Y^3$$

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 tombinature), 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

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*

**Bacino: PORA**

vengono risolte con condizioni al contorno invarianti nel tempo.

**3.3.2.4 Le caratteristiche dell'alveo ed i parametri utilizzati**

Corso d'acqua	Sezioni	Descrizione del tratto
T. Pora	360 – 1	Da località Cappella alla foce (aprile 2006)
T. Aquila	180 - 38	Da località Feglino alla confluenza con il T. Pora (aprile 2006)
Rio Carbuta	66 – 60.8	Da località Costa alla confluenza con il T. Pora (marzo 2001)

*Tabella 3.3.2.4.1: Tabella riassuntiva dei tratti d'alveo indagati nel bacino del Pora*

**Torrente Pora, monte:** è stato studiato, da monte verso valle, dal confine comunale Rialto-Calice Ligure (sez. 360) alla confluenza con il Torrente Aquila (sez. 201) (circa 6,5 Km), è stato studiato il Rio Carbuta, affluente in sponda sinistra del Torrente Pora in corrispondenza dell'abitato di Calice Ligure (sez. 60.8) (circa 1,5 Km).

**Torrente Aquila:** è stato studiato, da monte verso valle, dal Comune di Orco Feglino (sez. 180) alla confluenza con il Torrente Pora (sez.38) (circa 7 Km).

Non è stato possibile rilevare correttamente il notevole salto di quota in località Arma dell'Aquila (a valle della sez. 163.3); sono state pertanto interpolate le due sezioni successive a monte (163.3) e a valle (163).

**Torrente Pora, tratto terminale:** è stato studiato dalla confluenza Pora-Aquila, località Finalborgo (sez. 37) alla foce in località Finalmarina (sez.1) (circa 1,25 Km).

La confluenza del Rio Carbuta con il Torrente Pora e del Torrente Aquila con il Torrente Pora è stata modellata imponendo le opportune condizioni al contorno.

Per quanto riguarda le condizioni al contorno di monte del T. Pora (sez. 360) e del T. Aquila (sez. 180) sono state considerate le profondità di moto uniforme su una pendenza dell'1%, mentre la condizione di valle del T. Pora (foce) è invece costituita dallo sbocco a mare del torrente rappresentata dalla sezione fittizia 0.1, posta a valle dell'ultima sezione rilevata (sez. 1), imponendo in corrispondenza della sezione fittizia un livello idrico costante per le tre portate di riferimento e pari a 1.80 m. Tale valore deriva dalla valutazione di eventuali interazioni delle condizioni meteomarine sulle condizioni di valle i corrispondenza della sezione di foce.

Le curvature del corso d'acqua di una certa rilevanza sono state considerate differenziando le distanze relative tra le sezioni misurate al centro del canale e alle due sponde.

Gli attraversamenti presenti sono inseriti tramite i loro parametri geometrici in corrispondenza delle sezioni corrispondenti.

I coefficienti utilizzati per valutare le perdite di carico localizzate sono riportati in tabella, come suggerito dalle raccomandazioni fornite dallo schema di riferimento per la modellazione idraulica finalizzata al riconoscimento delle aree inondabili e progettazione degli interventi idraulici forniti dalla Regione.

*Coefficienti usati per valutare le perdite di carico localizzate.*

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*

**Bacino: PORA**

Coefficienti per la valutazione delle perdite di carico concentrate	
Contrazione della sezione	0.1
Espansione della sezione	0.2
Contrazione in presenza di ponti	0.3
Espansione in presenza di ponti	0.5

I coefficienti di scabrezza di Manning sono stati valutati considerando lo stato di mantenimento degli argini e delle sponde naturali nonché la pezzatura dei materiali del fondo, normalmente movimentati durante i fenomeni di piena.

In base alla Raccomandazione numero 7/99 che riporta i valori di riferimento da adottare nei calcoli idraulici per la scabrezza idraulica espressa secondo Gauckler-Strickler (Ks) sono stati assunti i seguenti valori:

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*  
**Bacino: PORA**

Corso d'acqua	Sezioni	Descrizione del tratto	Coefficiente di scabrezza $K_s$ [ $m^{1/3}s^{-1}$ ]	Programma di modellazione idraulica utilizzato
T. Pora	360 - 345	Da località Cappella al viadotto autostradale (aprile 2006)	30	HEC RAS
T. Pora	305.2 - 1	Dal viadotto autostradale alla foce (aprile 2006)	35	HEC RAS
T. Aquila	180 - 153	Da località Feglino a località Sottoripa (aprile 2006)	30	HEC RAS
T. Aquila	106 - 38	Da località Sottoripa alla confluenza con il T. Pora	35	HEC RAS
Rio Carbuta	66 - 60.8	Da località Costa alla confluenza con il T. Pora (marzo 2001)	30	HEC RAS

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

### 3.3.2.5 Risultati

Nell'allegato "Verifiche idrauliche" sono riportati l'andamento dei profili longitudinali del pelo libero della corrente che si instaura nell'alveo al transito della portata critica, portata massima che transita in alveo associata ai tempi di ritorno 50, 200, 500 anni.

Profili di rigurgito in condizioni di moto permanente: in ascissa è rappresentata la distanza progressiva dalla sezione di valle espressa in metri ed in ordinata le quote espresse in metri rispetto al livello medio del mare. Nei grafici sono rappresentate, oltre alla quota del pelo libero (WS, tratto continuo) e della profondità critica (Crit, tratto puntinato), l'andamento delle quote degli argini della sponda destra e sinistra (ROB e LOB, tratto tratteggiato) e quello del fondo alveo (Ground, tratto continuo).

Dall'analisi del profilo di moto permanente, al transito della portata duecentennale, si evince come molte sezioni non siano sufficienti a smaltire la portata di progetto duecentennale; tale situazione è determinata da mancanze arginali o da attraversamenti che, riducendo sensibilmente la sezione libera al deflusso, innescano verso monte importanti fenomeni di rigurgito idraulico, tali da generare tiranti idrici superiori, talora anche di molto, alle quote di piene rive.

Un'importante raccomandazione per la corretta lettura dei risultati consiste nel considerare solo "teorici" (non reali) i tiranti idrici molto superiori alle quote arginali, in quanto il modello monodimensionale di propagazione dell'onda di piena non è in grado di riprodurre i moti nelle direzioni perpendicolari al flusso della corrente, che nel caso non sono più trascurabili rispetto alla direzione principale di scorrimento. L'effetto che si produce nella realtà è una propagazione immediata della corrente di piena verso le aree circostanti con conseguente contenimento dei livelli idrici.

### 3.3.3 Fasce di inondabilità e aree inondabili

La determinazione delle aree inondabili, nei tratti in cui la portata considerata non trova più capienza certa nell'alveo, e si prevedono quindi fenomeni di esondazione, è stata effettuata determinando le aree perifluviali contigue ai corsi d'acqua passibili di inondazione attraverso il confronto con la morfologia dei luoghi interessati.

Sulla base delle portate al colmo di piena per i predetti periodi di ritorno è stata effettuata

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*

**Bacino: PORA**

l'individuazione dell'estensione areale delle possibili inondazioni riportata nella cartografia allegata, determinando così le seguenti aree di inondabilità:

- T=50 anni, al fine di individuare le aree soggette a inondazioni a seguito di piene ordinarie, e con frequenza quindi non socialmente accettabile.
- T=200 anni, al fine di individuare le aree soggette a medio rischio di inondazione sulle quali attuare misure che garantiscano sia di non aumentare il rischio attuale per le popolazioni sia di non pregiudicare possibili sistemazioni definitive e l'attuazione delle indicazioni dei relativi piani di bacino.
- T=500 anni, al fine di individuare una fascia a rischio per eventi eccezionali, risultate più estese delle aree storicamente inondate e quindi assunte come aree inondate da eventi eccezionali, in linea con quanto prescritto dalla D.G.R. n.2615/98.

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 suggeriti al punto 3 della "raccomandazione no.1 dei criteri per l'elaborazione dei piani di bacino dell'Autorità di Bacino di rilievo regionale (1995)" estesa anche al di fuori dei centri urbani e sulla base delle indicazioni riportate in appendice A "caratterizzazione del rischio idraulico" della D.G.R. n.2615/98.

Nella determinazione delle aree inondabili sono stati adottati diversi livelli di schematizzazione, anche in funzione del periodo di ritorno considerato, sempre secondo quanto suggerito nella Delibera 2615/98, appendice A.

La differenza sostanziale tra i metodi di mappatura, che si esplicita nelle differenti schematizzazioni dei fenomeni fisici coinvolti, determina differenti necessità in termini di informazioni "al contorno", dei modelli di calcolo utilizzati.

I metodi utilizzati nel presente studio appartengono alla categoria dei "metodi semplificati", così come sono presentati in letteratura, che, pur appoggiandosi a schematizzazioni della realtà di minore dettaglio e a metodi di propagazione della piena non "fisicamente basati", conducono, per l'area in esame, a risultati accettabili, almeno in prima approssimazione.

Tali metodi limitano l'estensione del rilievo topografico necessario, il cui grado di dettaglio può variare in maniera proporzionale al grado di approssimazione richiesto nello studio, esclusivamente al corso d'acqua ed alle opere in esso presenti, rimandando l'interpretazione della realtà al di fuori degli argini alla cartografia regionale in scale 1:5.000 e 1:10.000, se non in casi puntuali in cui sono stati forniti rilievi topografici anche di alcune aree perfluviali (Comune di Calice Ligure, Loc. Perti Basso Finale Ligure).

Sulla base della metodologia utilizzata sono state individuate le aree inondabili per le portate al colmo di piena relative a 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.

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

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*

**Bacino: PORA**

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.

A seguito di quanto proposto dal Comune di Finale Ligure, in sede di aggiornamento (aprile 2006) si è modificata la fascia C dovuta all'area storicamente inondata (ex D.G.R. 2615/98) in località Castel Gavone nel Comune di Finale Ligure, viste le elevate quote della zona.

Sempre in sede di aggiornamento (aprile 2006) si sono apportate alcune modifiche alla carta delle fasce di inondabilità e relativi altri atti di piano a seguito di istanze da Parte del Comune di Finale Ligure e Calice Ligure, così come indicato nella cartografia di piano.

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.

Relativamente all'attività di *“Progettazione preliminare con messa in sicurezza dei tratti terminali dei torrenti Pora e Aquila con progettazione definitiva degli interventi prioritari in Comune di Finale Ligure”*, finanziata da Regione Liguria al Comune di Finale Ligure 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. È stato inoltre recepito l'aggiornamento della progettazione preliminare suddetta (aggiornamento 2005) trasmesso dal Comune di Finale Ligure, che tiene conto del progetto di riconversione delle aree industriali Piaggio in destra del T. Pora nei pressi della foce, e della relativa disponibilità delle aree perifluviali per la messa in sicurezza del corso d'acqua.

Infine, a fini di applicazione normativa, 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 la cause e gli effetti delle inondazioni avvenute, possano essere apportati eventuali ulteriori aggiornamenti degli scenari di inondabilità in termini di tempo di ritorno.

#### 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 Finale Ligure con DGR 347/02, e il relativo aggiornamento 2005 dal Comune di Finale Ligure, che tiene conto del progetto di riconversione delle aree industriali Piaggio in destra del T. Pora nei pressi della foce trasmesso in ambito di è stata aggiornata la fascia di riassetto fluviale sul T. Pora e sul T. Aquila (cfr. TAV. 16 del presente Piano di Bacino).

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*

**Bacino: PORA**

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

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*  
**Bacino: PORA**

### 3.3.5 Conclusioni

Per interpretare nel modo corretto i risultati esposti, è necessario puntualizzare alcune questioni:

- ⇒ Le tavole che riportano la perimetrazione delle aree inondabili del torrente Pora sono relative allo stato attuale, cioè in base alle evidenze riscontrate sino alla data del 31/01/2001 (rilievi speditivi), e in parte aggiornate nell'aprile 2006 (rilievo comune di Finale Ligure anno 2003 e rilievo Comune di Calice Ligure).
- ⇒ Le simulazioni effettuate, ossia il calcolo dei profili di rigurgito, riproducono un evento fittizio che considera la corrente in una condizione di moto permanente. Ciò porta al transito del colmo di piena della portata contemporaneamente su tutte le sezioni del tratto di alveo considerato. Un evento alluvionale di piena in realtà è caratterizzato da una lunghezza d'onda ben determinata; nel caso in cui essa sia inferiore alla lunghezza del tratto esaminato, è evidente che la portata massima transiti alternativamente in un numero limitato di sezioni. Nel caso del Bacino del Pora, le aste esaminate sono paragonabili alla lunghezza dell'onda di piena. Questo implica che l'approssimazione adottata non distorce troppo la realtà, e che l'errore che si compie è trascurabile.
- ⇒ Il metodo di calcolo utilizzato per la valutazione delle aree inondabili schematizza gli argini come infinitamente alti e coincidenti (in posizione planimetrica) con quelli realmente presenti. Questa semplificazione è indispensabile al modello numerico per proseguire il calcolo del profilo di rigurgito anche se in un tratto di alveo si ha esondazione. I risultati ottenuti pertanto, soprattutto in termini di tiranti idrici sono stati calcolati utilizzando le quote degli argini, delle stime di altezza del battente stramazzone e considerazioni relative alle effettive possibilità di laminazione delle zone spondali e della piana circostante.
- ⇒ Lo studio idraulico monodimensionale trascura anche gli eventuali affluenti sia in sponda destra sia in sponda sinistra. Tali corsi d'acqua possono presentare pendenze estremamente ridotte nei tratti prossimi alla confluenza e, nei casi in cui la quota del pelo libero risulti uguale o superiore a quella delle aree a tergo delle arginature, può esserne impedito il regolare deflusso della portata di piena. Ciò può causare rigurgiti di corrente lenta per lunghezze anche notevoli, provocando l'allagamento della piana anche per portate aventi periodi di ritorno modesti.
- ⇒ I valori delle profondità così calcolati sono solo indicativi, in quanto non considerano fenomeni quali il trasporto solido e gli aspetti relativi alle piante ad alto fusto che, in condizioni di piena, potrebbero essere sradicate ed andare ad interferire con il deflusso in corrispondenza delle pile dei ponti.

Le considerazioni effettuate tuttavia consentono di valutare le zone soggette ai più alti valori di rischio e le criticità sulle quali è doveroso intervenire con maggiore urgenza.

**Bacino: PORA**

### **3.4 Considerazioni sul trasporto solido**

#### 3.4.1 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

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*

**Bacino: PORA**

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.

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.

3.4.2 Problematiche osservate sul torrente

Per quanto riguarda in particolare il bacino del torrente Pora vi si possono riscontrare numerose situazioni di dissesto areale in prossimità dell'alveo che ne alimentano il trasporto solido; si tratta in prevalenza di frane attive di dimensioni modeste che sono localizzate sul ramo del T. Pora in corrispondenza del versante orografico destro scendendo da Rialto verso Calice Ligure.

Inoltre alcuni apporti di materiale detritico si trovano alla confluenza del T. Aquila con il T. Pora a monte dell'abitato di Finalborgo.

In effetti, si è riscontrato, durante i sopralluoghi sull'Aquila, la presenza di aree in sovralluvionamento, con presenza di ghiaie e sabbie di varia origine.



*Tratto di deposito di materiale grossolano*

**Bacino: PORA**

**3.5 Principali criticità del bacino**

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.

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 *Carta delle fasce di inondabilità* e *Carta della Suscettività al Dissesto dei Versanti*.

La morfologia del territorio e le opere dell'attuale sistema di drenaggio, conducono ad un livello di inondabilità non omogeneo per i tratti esaminati. Le portate che transitano nei corsi d'acqua al limite dell'esondazione, risultano, per le aste esaminate, associate a tempi di ritorno sensibilmente differenti. Le sezioni in cui al crescere della portata si registrano i primi fenomeni di esondazione risultano localizzate anche in tratti molto distanti tra loro ed in corrispondenza di differenti tipologie morfologiche della piana; spesso l'esondazione si propaga a valle seguendo linee preferenziali quali le strade che scorrono a ridosso delle aste.

Il risultato di queste occorrenze si traduce in una configurazione continua delle aree inondabili con tempo di ritorno  $T=50$  anni soprattutto nei tratti urbanizzati.

Le aree con elevata velocità di scorrimento, individuate nelle aree urbanizzate, risultano quindi coincidenti con le strade provinciali e comunali. Ciò è molto più evidente nelle zone di monte sia del Torrente Pora che del Torrente Aquila, dove la presenza delle pendici delle alture porta a coincidere in pratica le tre fasce.

Data la morfologia della valle, tipica dei bacini liguri con foce nel Mar Tirreno, non sono pochi i casi in cui il dominio dell'inondazione conseguente a portate il cui tempo di ritorno è dell'ordine dei 50 anni sia coincidente alla massima estensione possibile associata a tempi di ritorno 200ennali e 500ennali.

Nel caso della simulazione delle portate di piena 200ennale, la portata che esonda trova le quote necessarie allo smaltimento solo in punti più distanti dall'asse del corso d'acqua. I valori dei tiranti che si realizzano nel calcolo del profilo di rigurgito, trovano zone di territorio aventi quota maggiore, o al più uguale, solo nelle pendici delle alture dei dintorni, nelle opere di protezione degli impianti industriali presenti o nei vari rilevati delle infrastrutture viarie dell'area. I suddetti rilievi si ergono di diversi metri sopra la piana alluvionale circostante, offrendosi comunque come argini fittizi per tutte e tre le fasce di inondabilità.

Le aree inondate da un evento con tempo di ritorno 500ennale danno la misura di uno scenario altamente catastrofico cui risulta associato il massimo livello di rischio per le popolazioni residenti; è evidente l'estensione del fenomeno e, in esso, delle aree ad elevata velocità di scorrimento, unite agli elevati livelli dei tiranti che si possono instaurare. Dal confronto tra risultati ottenuti nel presente studio con la mappa delle aree storicamente inondate, approvata dalla giunta regionale con la Deliberazione n° 2615 del 12 dicembre 1998, risulta più che evidente che le zone indicate allagate da quest'ultima sono in massima parte contenute nelle precedenti, ad eccezione di perimetrazioni la cui unica giustificazione risiede nella differenza di scala di lavoro, ma che non trova alcuna

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*

**Bacino: PORA**

conferma nelle evidenze emerse dai numerosi sopralluoghi.

Le principali criticità idrauliche sono rappresentate dagli attraversamenti dell'alveo che determinano profili di rigurgito a monte di notevole estensione e, in alcuni casi, gravi problemi di scalzamento delle pile, delle spalle o indebolimento se non crollo dell'intera struttura.

Il ponte della S.S. Aurelia (sez. 4.5), con due pile in alveo, non è in grado di contenere la portata 200ennale. Il fenomeno, come detto, si propaga a monte ed aggrava ulteriormente le ridotte capacità di smaltimento del Ponte FS GE-XXmiglia (sez.7.5); questo attraversamento, anche a causa dei rimaneggiamenti strutturali che si sono susseguiti negli anni (arcate a monte, sezione rettangolare a valle, due pile in alveo), non è in grado di contenere la portata 50ennale.

La complessità del fenomeno ma soprattutto la numerosità delle situazioni di esondazione che si vengono a determinare al passaggio delle portate al colmo suggerisce che l'analisi delle criticità venga fatta osservando con attenzione la cartografia allegata al piano: *Carta delle fasce di Inondabilità* – (Stralcio 245040, 246010 T.Pora e T.Aquila nel Comune di Finale Ligure; Stralcio 228160, 245040 T.Pora e R.Carbuta nel Comune di Calice Ligure; Stralcio 228160, 229130, 245040, 246010 T.Aquila nel Comune di Orco Feglino). Si descrivono di seguito solo le principali emergenze.

In particolare si specifica che la modifica del piano a seguito dello studio idrologico di dettaglio (aprile 2006) presentato dal comune di Finale Ligure risulta sostanzialmente minima in termini di fasce di inondabilità. Ciò è dovuto al fatto che le quote idriche di piena vanno a coincidere con le quote di attacco dei versanti in destra e sinistra idraulica e, in conseguenza anche variazioni di livello idrico non determinano modifiche planimetriche significative delle fasce di inondabilità. Prova ne è la coincidenza per diversi tratti dei limiti di fascia B e C, anche se relativi a valori di portata diversi tra loro. Pertanto, nonostante si osservino quote idriche di piena diverse in alcuni tratti rispetto al precedente Piano di Bacino (approvazione DCP 47/03) in quanto risultanti da un rilievo delle sezioni idrauliche di maggior dettaglio (rilievo topografico anno 2003) e da valori di portata diversi per il tratto terminale del T.Pora, in assenza di rilievi di dettaglio delle aree perifluviali, si è sostanzialmente confermato il quadro esondativo del Piano di Bacino già approvato con DCP 47/03, come proposto dal Comune di Finale Ligure. Si rileva altresì che nel tratto terminale del T. Pora l'estensione delle fasce di inondabilità è da ricondursi non solo all'esondazione diretta lungo il tratto terminale del T. Pora ma anche, relativamente alla sponda sinistra, alle esondazioni che si verificano più a monte in particolare in sinistra idraulica del T. Aquila, che vengono convogliate verso valle lungo Via Brunenghi e dintorni. Il rilievo delle aree perifluviali in sponda destra in località Perti Basso nel Comune di Finale Ligure ha consentito una perimetrazione di dettaglio delle fasce di inondabilità (aprile 2006).

Le opere di sistemazione idraulica realizzate dal Comune di Calice Ligure, con O.M. 3090 per danni alluvionali dell'anno 2000, hanno permesso una parziale modifica delle fasce di inondabilità del T. Pora (aprile 2006), eliminando alcune criticità idrauliche (da sez. 353.2 a sez. 347). Rimangono esondazioni puntuali della piena cinquantennale, e più diffuse della duecentennale, dovute a restringimenti della sezione idraulica a monte della nuova passerella (sez. 351.1), ad insufficienze arginali (strada sterrata in sponda destra), e al ponte con pila in alveo (sez. 348.3).

Il Ponte di Porta Testa su T.Pora (sez. 218.5) e il Ponte di Porta Reale su T.Aquila (sez. 52.5) rappresentano per l'abitato di Finalborgo la causa prima dei fenomeni di esondazione legati all'insufficienza delle sezioni idrauliche dei due ponti stretti tra l'abitato storico e le vie di accesso allo stesso.

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*

**Bacino: PORA**

Lungo il T.Pora a monte di Finalborgo sino all'abitato di Calice Ligure risultano non verificate alla portata con tempo di ritorno 50 anni tutte le passerelle e gli attraversamenti che dalla sponda sinistra, dove scorre la S.P. n.17, permettono di raggiungere la sponda destra, dove sono ubicate zone agricole e abitati sparsi (sez.239.05, sez.241.5, sez.245.5, sez.249.5, sez.251.5, sez.255.5, sez.260.5, sez.266.5, sez.273.5, sez.305.1, sez.52.3, sez.53.3). Non risultano verificate alla portata con tempo di ritorno 200 anni la passerella alla sez. 283.5, 3 il ponte con due pile in alveo alla sez. 346.3, il ponte con una pila in alveo alla sez. 348.3.

Lungo il T.Pora a monte dell'abitato di Calice Ligure vi sono brevi tratti in cui la portata al colmo non è contenuta negli argini attuali, ma la forma incassata di questo tratto fa sì che non vi siano fenomeni di espansione laterale della lama d'acqua.

Il Rio Carbuta evidenzia, in corrispondenza di Piazzetta V Novembre, una grave insufficienza idraulica nella sez. 61.8 che determina l'allagamento delle aree immediatamente a valle soprattutto in sponda destra dove si trova la S.P. n.8 che porta verso il Comune di Rialto.

Immediatamente a valle di Finalborgo, sul T.Aquila in corrispondenza della confluenza in sponda sinistra del T.Pora, si trova un ponte-copertura che non garantisce il transito della portata con tempo di ritorno 50 anni (sez. 41.5)

Lungo il T.Aquila a monte di Finalborgo sino alla località Colombara risultano non verificate alla portata con tempo di ritorno 50 anni tutte le passerelle e gli attraversamenti che dalla sponda sinistra, dove scorre la Strada Comunale per l'Aquila, permettono di raggiungere la sponda destra, dove sono ubicate zone agricole e abitati sparsi (sez. 62.5, sez.75.5, sez.79.5, sez.89.5, sez.104.5, sez.154.3, sez.157.3).

Il T.Aquila, da monte verso valle, ovvero dall'abitato di Feglino verso località Fontana, evidenzia criticità sparse, legate principalmente a restringimenti puntuali dell'alveo.

Il rilevamento geomorfologico ha riscontrato come gran parte delle criticità naturali siano localizzate in corrispondenza di aree caratterizzate da scarsa copertura vegetale, con assenza di suolo e fenomeni di erosione sia diffusa che concentrata, e subordinatamente laddove forme di utilizzo del suolo, che prevedevano il drenaggio e la raccolta e l'allontanamento delle acque di corrivazione superficiale, sono state abbandonate.

Ovviamente le maggiori situazioni di dissesto sono state riscontrate in corrispondenza di tratti del territorio interessati sia da una forte componente antropica sia da fattori naturali predisponenti il dissesto.

Da questo primo dato, ne deriva come le problematiche geomorfologiche più diffuse all'interno del bacino siano prevalentemente legate all'erosione e si manifestino sia attraverso processi gravitativi, sia come ruscellamento diffuso ed incanalato, sia come frane di crollo localizzate.

Le principali criticità di tipo geologico-geomorfologico possono essere individuate senza dubbio nelle aree di fragilità evidenziate nella *Carta della suscettività al dissesto* dopo un accorpamento ragionato dei vari settori che presentavano caratteristiche assimilabili tra loro.

Le situazioni di maggiore dissesto idrogeologico generalizzato possono essere individuate senza dubbio nelle seguenti aree di fragilità:

- La sponda sinistra del T.Aquila in corrispondenza del versante a monte di Finalborgo fino all'abitato di S.Bernardino.
- Sponda destra del Torrente Pora da località Madonna della Neve sino a valle del viadotto autostradale in località Valgelata.
- Parte centrale del bacino da località Cipressi a sud a località Campogrande a nord,

## **Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio**

*Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico*

### **Bacino: PORA**

- Versante destro orografico del T.Pora, da località Casa della Sorda a nord a località Madonna delle Grazie.
- Sponda sinistra del Torrente Pora immediatamente a valle del Comune di Rialto
- Centro abitato di Carbuta, si estende da località Casa di Boretti fino a località Inobricco.
- Sponda destra del Torrente Aquila, all'altezza del Comune di Feglino, esteso da Pian Merlino sino al Rio Chirbo.
- Versante in sinistra orografica del T.Aquila, zona vicino al limite di bacino comprendente località Palazzuolo e località Bricco

La tipologia variabile dei dissesti di queste macroaree può essere ragionevolmente ricondotta al particolare assetto strutturale dell'intero bacino in correlazione con gli interventi antropici che sono avvenuti in epoca storica e spesso non sono stati oggetto di una corretta pianificazione e manutenzione.

Le altre frane attive individuate all'interno del bacino hanno caratteristiche e dimensioni meno importanti e sono determinate da caratteristiche mediocri degli ammassi rocciosi e/o coltri di copertura in erosione su pendenze elevate in aree denudate, da scalzamento al piede da parte dei corsi d'acqua impostatisi su discontinuità fragili.

Successivamente all'analisi delle criticità di tipo idraulico e geomorfologico il sistema-bacino è stato discusso in maniera integrata cercando, per quanto ad oggi possibile, di miscelare le conoscenze acquisite anche mediante appositi sopralluoghi congiunti.

Questo ha consentito di mettere in luce anche quelle situazioni ibride che non emergono attraverso gli studi convenzionali; sarà bene quindi approfondire tali studi in aree che presentano criticità riferibili sia a cause geomorfologiche che idrauliche integrando in fase progettuale le diverse conoscenze in materia.

## **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 geomorfologica), 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 *Carta delle 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.

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*

**Bacino: PORA**

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: 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:

E0 : aree disabitate o improduttive, aree disabitate boscate

E1: edifici isolati, zone agricole e/o verde pubblico, infrastrutture viarie minori

E2: nuclei urbani, insediamenti industriali e commerciali minori, infrastrutture viarie minori

E3: centri urbani, grandi insediamenti industriali e commerciali, beni architettonici, storici e artistici, servizi di rilevante interesse sociale, principali infrastrutture varie.

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:

R1: rischio moderato

R2: rischio medio

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*

**Bacino: PORA**

R<sub>3</sub>: rischio elevato

R<sub>4</sub>: rischio molto elevato

Si è inoltre ritenuto di introdurre un'ulteriore classe di rischio R<sub>0</sub> 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.

Il rischio idrogeologico del T. Pora comprende le carte del rischio Geomorfologico (rischio geomorfologico al 31/1/01 in scala 1:10.000) e quelle del rischio idraulico (rischio idraulico al 31/1/01 in scala 1:5.000).

La carta del rischio idrogeologico che viene redatta rappresenta quindi le cinque classi di rischio sopra individuate analizzate separatamente per la parte idraulica e per quella geomorfologica 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.

*- 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 RISCHIO	A SIGLE USO DEL SUOLO	SPECIFICHE
E0	2.3 - 2.5 - 3.2 - 3.3 - 3.4 3.4.1 - 3.4.2 - 3.4.3 - 3.4.4	Prati e pascoli - Ex coltivi - Zone boscate - Zone caratterizzate da vegetazione arbustive - Rocce nude - Aree con vegetazione rada o assente
E1	2.3T - 2.2.3T - 2.4T - 2.2.1T - 2.5T - 2.1.2.1 - 2.2.2 - 2.2.1 - 1.4.2 - 2.1.2 - 2.2.3 - 3.4.1 - 2.4	Terrazzati - Seminativi in aree irrigue - - Colture permanenti arboree - Oliveti - Aree verdi urbane - Aree sportive - Spiagge
E2	1.1.2 - 2.1.2.2	Tessuto urbano discontinuo - Infrastrutture viarie principali (al di fuori del tessuto urbano continuo)
E3	1.1.1 - 1.2.1 - 1.2.2 - 1.3.2 - 1.3.1	Tessuto urbano continuo - Aree industriali e commerciali - Reti autostradali, ferroviarie e spazi accessori - Discariche - Aree estrattive -

Dall'analisi della *Carta degli elementi a rischio* risulta che:

- il bacino del T. Pora presenta una significativa porzione di territorio ricadente in classe E0;
- le classi E1 includono le zone marginali al tessuto urbano di fondovalle, le aree ad uso agricolo e le aree a contorno dei nuclei storici

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*

**Bacino: PORA**

- le classi E2 sono rappresentate da aree circoscritte a nuclei isolati comprese generalmente nelle zone E1;
- la classe E3 racchiude prevalentemente il tessuto urbano compatto di fondovalle.

*- 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 una suscettività al dissesto di versante.

La matrice di intersezione utilizzata può essere così schematizzata:

		<b>SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO DEI VERSANTI</b>				
<b>ELEMENTI A RISCHIO</b>	<b>A</b>	Suscettività molto bassa	Suscettività bassa	Suscettività media	Suscettività alta	Aree in frana attiva
		<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>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>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>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>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*

Per esigenze di scala la *Carta del Rischio Idraulico*, in scala 1:5000, è stata redatta separatamente da quella del Rischio Geomorfologico, in scala 1:10.000.

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>FASCE DI INONDABILITÀ</b>		
<b>ELEMENTI A RISCHIO</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>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>	

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*

**Bacino: PORA**

<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 (R3 ed R4) 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 Rischio idrogeologico**

Dall'applicazione delle matrici del rischio geomorfologico ed idraulico (riportate nel precedente paragrafo) a partire dalle carte di suscettività al dissesto, 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 nelle rispettive carte del Rischio Geomorfologico e del Rischio Idraulico.

Per quanto riguarda il **rischio geomorfologico** l'analisi della carta evidenzia la seguente classificazione del bacino:

**R0** (aree a rischio nullo o trascurabile)

Parte "montana" del bacino, in ragione, anche, dell'assenza di valenze socio-economiche e tutta la restante parte di versanti dove non sono presenti elementi a rischio di alcun tipo.

**R1** (aree a rischio geomorfologico moderato)

Sono state inserite in tale grado di rischio alcune ampie aree del medio e basso versante in sinistra e destra orografica del T.Pora (Comune di Rialto e Calice Ligure) e sulla valle del T.Aquila (Comune di Feglino e Finale Ligure)

**R2** (aree a rischio geomorfologico medio)

Sono incluse in tale classe le porzioni degli abitati di Feglino (loc. Valletta), dell'abitato in sponda destra del T. Aquila alle spalle dell'abitato suddetto, un gruppo di edifici in sponda sinistra del T. Aquila nei pressi di Finalborgo ed un piccolo settore a monte dell'abitato di Finale Ligure.

Tutto l'abitato di S.Bartolomeo, S.Sebastiano, Villa Chiazzari, Carbuta, Madonna delle Grazie, Bombè, Ponticello, Costa.

Due tratti della strada provinciale n° 23 (Alta Via) in prossimità del confine nord del bacino; gran parte della strada che unisce la Statale del Colle del Melogno con la Frazione di Gorra, tratto stradale di collegamento Statale del Melogno-Madonna delle Grazie-Eze, Costa-Feglino;

Strada di collegamento tra Chiazzari-Berea-Vene inclusi gli stessi nuclei storici; svincolo autostradale di Finale e parte del collegamento alla strada statale del Colle del Melogno, tratto autostradale da Loc. Garassini al Viadotto Porra; buona parte della strada provinciale n°27 (Orco-Finale) in località Ponticello, Sanguinetto, Bonomi-S.Lorenzino; alcuni settori della strada provinciale n°8 (Rialto – Finale Ligure) in loc. Martinetti, Cappella-S.Libera e Campogrande- Garassini, tratto autostrada in loc. Benne e Feglino;

Ex-discarda di inerti da lavorazioni autostradali di Campogrande;

Tratto in sponda destra e sinistra del T.aquila in loc. Bonomi e strada collegata.

Tratti di versanti in sponda dx del T.Carbuta in loc. Costa, in loc. Costa-Case Visca, sponda destra del rio Laio in prossimità della loc. Castagnassa, loc. Rizzi, loc. Cairano, Loc. terza, loc. Prato del Tecchio, loc. Villa Chiazzari, loc. Molino-Fornaci, loc. Calvi, loc. Bombè, Madonna delle Grazie, Finale Ligure e Finalborgo, loc. Perti Alto e Perti Basso,

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*

**Bacino: PORA**

Eze, C.Cia, loc.Galotti, loc. Case Rosse e loc. Casa di Collarina.

**R3** (aree a rischio geomorfologico elevato)

Rientrano in questa classificazione gli abitati di Cairano, Rialto, Calvi, Molino e la strada che li collega (n° 8 Rialto-Finale); porzioni di abitato e di versante in loc. Madonna delle Grazie-Eze e due tratti della strada provinciale che collega i due nuclei; il tratto della Strada Provinciale n° 27 tra la Loc. Sanguinetto e Bonomi; alcuni tratti di versante in prossimità della Loc. Bonomi, in Loc. Garassini (sponda sinistra del T. Pora), in prossimità di Villa Chiazzari e alle spalle del nucleo di Gorra; porzioni dei nuclei abitati di Perti Alto, Monticello, Feglino e S. Bernardino; tutto il nucleo di Costa incluso il tratto iniziale del collegamento Costa-Feglino; tutti i nuclei di C.Cia, S. Martino, Carbuta, S.Bernardo con alcune porzioni di versante limitrofe; parte della strada di collegamento tra Calice Ligure e Ciri; il versante esposto a Nord in loc. Inobricco.

**R4** (aree a rischio geomorfologico molto elevato): Si tratta di alcune case sparse in sponda sinistra del Rio Gerin in corrispondenza delle Località di Eze, Bombè, Madonna delle Grazie; area del tornante alle spalle della Loc. Ciri; il tratto di strada Provinciale n° 27 (Orco-Finale) in loc. Bonomi; area alle spalle di Villa Chiazzari; tratto del collegamento stradale a S. Bartolomeo che si diparte dalla Statale del Melogno; due porzioni di abitato lungo la Strada Provinciale n° 27 di fronte alla loc. Castel S. Giovanni; parte di versante che include una porzione dell'abitato di Finalborgo; due tratti del collegamento Costa-Feglino; porzioni dei nuclei abitati di Perti Alto, Ponticello e S. Bernardino.

Per quanto riguarda il **rischio idraulico**: *Carta del Rischio Idraulico* (Stralcio 245040, 246010 T.Pora e T.Aquila nel Comune di Finale Ligure, Stralcio 228160, 245040 T.Pora e R.Carbuta nel Comune di Calice Ligure, Stralcio 228160, 229130, 245040, 246010 T.Aquila nel Comune di Orco Feglino).

Quanto riportato nel paragrafo relativo alla pericolosità idraulica *Principali criticità del bacino* risulta fondamentale per la comprensione della cartografia relativa al Rischio Idraulico ed esaustivo in termini di comprensione di quali siano le aree soggette a maggior rischio. Si sintetizza di seguito quanto relativo alle classi di maggior rischio:

**R4**, rischio molto elevato: le situazioni di maggior rischio sono concentrate nella parte urbana del Comune di Finale Ligure, in corrispondenza del tratto terminale del Torrente Pora; lungo la sponda sinistra si trovano le principali vie di comunicazione e aree densamente popolate; in sponda destra si trova l'area industriale della Piaggio Aereonautica.

Sempre a rischio molto elevato è il borgo antico di Finalborgo, situato alla confluenza tra il Torrente Aquila e il Torrente Pora.

A monte di Finalborgo si trovano a rischio molto elevato la zona industriale di Finale Ligure sita in sponda sinistra del torrente Pora, in località Prato Grande, e la zona situata in sponda sinistra del Torrente Aquila in prossimità delle scuole Ghiglieri.

Altre zone individuate come classi R4 corrispondono a piccoli nuclei commerciali o di case situati in fregio all'alveo in tutti i Comuni interessati.

**R3**, per quanto riguarda le zone a rischio elevato, queste sono situate prevalentemente nel tratto a valle del viadotto dell'Autostrada in sponda destra del Torrente Pora; nella parte montana del torrente Pora su ambo le sponde sino al centro abitato di Calice Ligure; tali zone sono caratterizzate prevalentemente da un tessuto urbano discontinuo e da aree seminative. Altre zone individuate come classi R3 corrispondono a piccoli nuclei di case o aree seminative situate in fregio all'alveo.

**R2** zone a rischio medio: entrambe le sponde del Torrente Aquila, a partire da Località Colombara fino alla scuola Ghiglieri, presentano aree caratterizzate da un rischio medio,

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*

**Bacino: PORA**

tale rischio è evidenziato, inoltre, sia in sponda destra che in sponda sinistra del Torrente Pora, in corrispondenza del Viadotto Autostradale in località Valgelata; si tratta di aree in cui si ha esondazione, anche significativa, ma su elementi a rischio basso. Da ciò consegue ancora che aree con rischio medio sono presenti nella parte alta sia del Torrente Pora che del Torrente Aquila in corrispondenza di campi agricoli situati in fregio all'alveo.

In conclusione, dall'analisi della carta del rischio emerge che le criticità principali si sviluppano lungo le sponde del torrente in prossimità della foce, su cui sono concentrati gli insediamenti ma soprattutto dove si stima esserci l'evento associato a tempo di ritorno 50ennale o 200ennale in grado di determinare gravi fenomeni di esondazione.

Emerge, così, una situazione tipica di altri bacini liguri, di pertinenza tirrenica, ovvero un fondovalle densamente urbanizzato che diviene il principale "bersaglio" di eventi idrogeologici estremi a cui si contrappone un'entroterra a valenza socio-economica medio-bassa, nel quale l'incrocio con eventuali situazioni di pericolosità, anche elevata, determina situazioni di rischio comunque limitate alla presenza di elementi a rischio circoscritti.



## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

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.

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.

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

Boni A. (1984) "Il Pliocene e la neotettonica nelle Alpi Liguri" Mem. Soc. Geol. It. XXVIII.

Boni A. et al. (1971) "Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 - Foglio n° 92-93 "Alberga-Savona"

Castany G. (1985) "Idrogeologia" - Dario Flaccovio - Palermo

G.B. Castiglioni G.B. (1979) "Geomorfologia" - UTET - Torino

Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 (1970) Foglio n° 92-93 "Albenga-Savona" Servizio Geologico d'Italia, Roma.

Cortesogno L. (1984) "Metamorfismo e magmatismo prealpini nel basamento e nel tegumento delle Alpi Liguri" - Mem. Soc. Geol. It. XXVIII.

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.

"Guide Geologiche Regionali- Alpi Liguri" (1991) - Società Geologica Italiana

Panizza M. (1988) "Geomorfologia Applicata" La Nuova Italia Scientifica - Roma.

Spagna V. (1991) "Terrain stability and engineering geological maps for detailed planning of the Veneto Region" - Universita' degli Studi di Modena - European Experimental Course on Applied Geomorphology, Vol 2 pp.105-113.

Vanossi M. et al. (1984) "Geologia delle Alpi Liguri" Mem. Soc. Geol. It. XXVIII.

CIMA "Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri"

Catasto Opere in Alveo - Settore Difesa del Suolo – Provincia di Savona

Banca dati regionale

Raccomandazioni regionali 1995-2000 – Regione Liguria

Autori Vari, *Rapporto sulle Aree Vulnerate Italiane*, CNR-GNDICI, 1993, ripreso da: Autori Vari, *Rapporto di evento (Savona, 22 settembre 1992; Genova 27 settembre 1992)*, CNR-GNDICI, 1994. la Consulenza Architettonica allegata al presente progetto, a cura del Prof. Ing. Luciano Grossi Bianchi e dell'Arch. Giovanni Grossi Bianchi.



V. KOTTEGODA, N.T. & R. ROSSO, *Statistics, Probability and Reliability for Civil and Environmental Engineers*, Mc-Graw-Hill Publishing Company, New York, 1997.

SALAS, J.D., RAMIREZ, J.A., & R. ROSSO, Determination of flood characteristics by physically based methods, in: *Coping with Floods*, Chapter 6, pp. 77-110, edited by G. Rossi, N. Harmancioglu & V. Yevjevich, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1994.

UNIVERSITÀ DI GENOVA, ISTITUTO DI IDRAULICA, Valutazioni idrologiche ed idrauliche sui bacini dei torrenti: Merula, Centa, Maremola, Pora, Sciusa, Segno, Quiliano, Letimbro, Sansobbia, Teiro. Rapporto Finale: Idrologia delle Piene. Consulenza tecnico-scientifica all'Amministrazione Provinciale di Savona, 18 Dicembre 1996.

Cati, L., *L'evento alluvionale del 7-8 ottobre 1970 sui bacini dei Leiro Polcevera e Bisagno*, in: Ministero Lavori Pubblici, *Annali Idrologici (Bacini Liguri con foce al litorale tirrenico dal Roya al Magra)*, Parte II, Anno 1970, pp.73 e segg., 1970.

Stima riportata dagli ingegneri Brizzolara e Stura in uno studio commesso dall'Italiana Petroli nel Marzo 1994 e messo a disposizione dei progettisti da parte dell'Amministrazione Provinciale committente.

ROSSO, R., BRATH, A., BURLANDO, P., DE MICHELE, C. & M. MANCINI, Invarianza di scala del regime di piena, *L'Acqua*, no.5, pp.15-23, 1996; e BRATH, A., DE MICHELE, C., GALEATI, G. & R. ROSSO, Una metodologia per l'identificazione di regioni omogenee nel regime di piena, *L'Acqua*, no.1, pp.17-26, 1997.

CHOW, V.T., *Open channel hydraulics*, McGraw-Hill, NewYork, 1953 e 1979.

MARCHI, E. E A. RUBATTA, *Meccanica dei fluidi*, UTET, Torino, 1981.

EICHERT B.S. & J. PETERS, Computer determination of flow through bridges, *J. of Hydraulic Div.*, Proc. ASCE, 96(HY7), pp. 1455-1469, 1970.

CARIERI, G., Acquisizione dei principali elementi fisiografici dei torrenti Aquila e Quiliano ai fini della pianificazione di bacino, Provincia di Savona, 1994.