



**REGIONE
LIGURIA**

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



PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO

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

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

RELAZIONE

Ambito di Bacino di rilievo regionale:

LETIMBRO

Bacino:

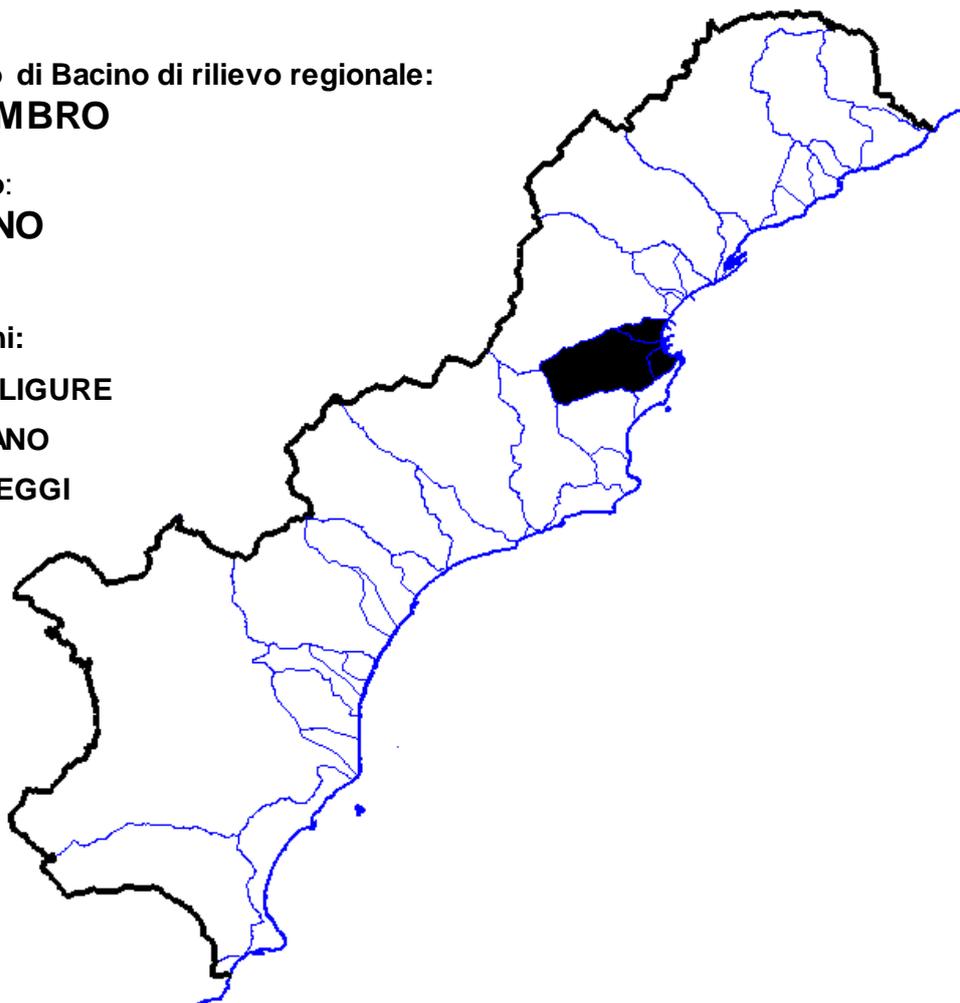
SEGNO

Comuni:

VADO LIGURE

QUILIANO

BERGEGGI



APPROVAZIONE	Delibera del Consiglio Provinciale di Savona n. 47 del 25/11/2003
ULTIMA MODIFICA DELL'ELABORATO	Approvata con DSG 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
bacino: SEGNO

PREMESSA.....	3
1.1 Quadro istituzionale, normativo e amministrativo di riferimento	4
1.2 Strumenti di pianificazione vigenti	5
<i>1.2.1 Altri strumenti di pianificazione</i>	<i>6</i>
1.3 Dati utilizzati	6
2 DESCRIZIONE DEL BACINO.....	8
2.1 Geografia.	8
2.1.1 I bacini.	8
2.1.2 Il paesaggio.....	9
2.2 Geologia.....	9
2.2.1 Metodologia di studio.....	10
2.2.2 Litostratigrafia	10
2.2.3 Tettonica e assetto strutturale	14
2.2.4 Considerazioni relative allo stato della roccia.....	15
2.3 Geomorfologia.....	16
2.3.1 Caratteristiche generali	16
2.3.2 Reticolo idrografico	18
2.3.2.1 Tavola del reticolo idrografico (tav. 13)	19
2.3.3 Caratterizzazione delle coperture	19
2.3.4 Frane attive	20
2.3.5 Franosità diffusa ed erosione superficiale	21
2.3.6 Ripporti artificiali e discariche.....	22
2.3.7 Cave	23
2.3.8 Terrazzi fluviali	23
2.3.9 Terrazzi marini.....	24
2.3.10 Acclività	24
2.4 Idrogeologia	25
2.5 Uso del suolo.....	26
2.5.1 Metodologia adottata	26
2.5.2 Commento alla carta	26
2.6 Descrizione della rete idrografica.....	28
2.6.1 Asta principale	28
2.6.2 Affluenti principali e secondari.....	28
2.6.3 Rii minori nel Comune di Vado Ligure.....	28
2.7 Idrologia di piena.....	29
2.7.1 Premessa.....	29
2.7.2 Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri (C.I.M.A.)	30
2.7.3 Determinazione delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica	34
2.7.4 Portate di piena	38
2.7.5 Portate di piena di progetto per il bacino Segno (Rif. Normativa di Piano)	43
3 PROBLEMATICHE E CRITICITA' DEL BACINO	45
3.1 Premessa.....	45
3.2 Problematiche di tipo geomorfologico	47

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
bacino: SEGNO

3.2.1 Suscettività al dissesto dei versanti	47
3.2.2 Eventi alluvionali dell'autunno 2019	53
3.3 Problematiche di tipo idraulico.....	55
3.3.1 Aree storicamente inondate	55
3.3.2 Verifiche idrauliche	55
3.3.3 Fasce di inondabilità	64
3.3.4 Fascia di riassetto fluviale.....	65
3.4 Principali criticità del bacino	65
3.4.1 Suscettività al dissesto dei versanti	65
3.4.2 Fasce di inondabilità	67
3.5 Considerazioni sul trasporto solido	71
4 RISCHIO IDROGEOLOGICO.....	73
4.1 Premessa.....	73
4.2 Determinazione del rischio idrogeologico.....	74
4.2.1 - Elementi a rischio	75
4.2.2 - Rischio geomorfologico.....	76
4.2.3 - Rischio idraulico	76
4.3 Carta del Rischio idraulico	77
4.4 Carta del Rischio geomorfologico.....	77
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	79

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
bacino: SEGNO

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 professionisti esterni, nonché degli studi già svolti da professionisti incaricati con Deliberazione della Giunta Provinciale n° 9 prot. 9969/98. Il gruppo di professionisti, incaricati dalla Amministrazione Provinciale di Savona ha provveduto a un'opera di sistematizzazione e di integrazione dei dati e delle analisi contenenti nei suddetti studi propedeutici, rielaborando le cartografie di base e realizzando le carte derivate.

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

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

1 QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO

1.1 Quadro istituzionale, normativo e amministrativo di riferimento

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

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

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

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

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

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

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

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
bacino: SEGNO**

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

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

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

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

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

- raccomandazione n.1 "*Metodologie per la mappatura delle aree soggette a rischio di inondazione*";
- raccomandazione n. 3bis "*Documento propedeutico all'informatizzazione dei dati e delle cartografie di base per la redazione dei Piani di Bacino*";
- raccomandazioni n. 4 "*Standard cartografici relativi in particolare alle legende per la carta di copertura e d'uso del suolo, carta di dettaglio dei movimenti franosi, censimento dei movimenti franosi*";
- raccomandazione "*Valutazione della pericolosità e del rischio idraulico e idrogeologico- Carte derivate*";
- raccomandazione "*Definizione delle fasce di inondabilità e di riassetto fluviale*";
- nota CTR "*Rischio idraulico residuale nell'ambito della pianificazione di bacino regionale*";
- raccomandazione "*Redazione della carta del rischio idrogeologico nei piani stralcio di bacino*";
- linea guida 2/2000 "*Indicazioni metodologiche per la costruzione della carta di Suscettività al dissesto dei versanti*";
- linea guida 3/2000 "*Schema di struttura e dei contenuti essenziali di un Piano di Bacino stralcio sul rischio idrogeologico (ai sensi del comma 1, art.1, del D1180/98 e ss.mm.ed ii, convertito il Legge 267/98)*".

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

1.2 Strumenti di pianificazione vigenti

Nell'ambito della pianificazione di bacino risulta di interesse la valutazione delle potenzialità e delle previsioni di sviluppo antropico contenute nei vari livelli di pianificazione. Nel presente piano stralcio, tuttavia, si è stabilito, a livello provinciale,

di non sviluppare la presente fase che verrà invece, ampiamente trattata nei successivi studi ed elaborati relativi al Piano di Bacino 183.

1.2.1 Altri strumenti di pianificazione

Nel Bacino del Torrente Segno ricadono due aree protette regionali. Relativamente infatti alla Direttiva CEE 92/43/ CEE istitutiva dei siti "bioitaly" si osserva che nell'ambito del bacino sono presenti i seguenti siti individuati come "SIC" (siti di importanza comunitaria"):

IT 1323206 Rio Solcasso

IT 1323203 Bocca dei Corvi – Mao –Mortou

1.3 Dati utilizzati

Per la cartografia di base del piano sono stati utilizzati gli studi propedeutici al Piano di Bacino del Torrente Segno redatti per conto della Provincia di Savona da altri professionisti e gli approfondimenti svolti con gli studi di cui alla D.G.P. n° 9 prot. 9969/98, citata in premessa, dai medesimi professionisti che svolgono il presente lavoro. Al fine della elaborazione del piano sul rischio idrogeologico ai sensi del comma 1, art. 1 del DL 180/98, si è proceduto alla validazione di quanto acquisito, mediante la revisione, sistemazione ed aggiornamento dei dati.

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

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

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

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

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

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

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

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

Si è ritenuto più confacente alle problematiche del bacino in esame un metodo che, pur seguendo lo schema predisposto dalla regione ed analizzando i medesimi tematismi, se

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
bacino: SEGNO

ne discosta nelle modalità di applicazione, come verrà meglio descritto a proposito della cartografia della Suscettività al dissesto.

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

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

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

Per i dati e le elaborazioni a carattere idraulico, è stato utilizzato il lavoro intitolato "Studio idraulico relativo al Torrente Segno, finalizzato alla perimetrazione delle aree inondabili" redatto per il Comune di Vado Ligure dallo Studio Tecnico Ing. Paolo Taramasso nel luglio 2000.

A tale scopo è stato inoltre utilizzato lo studio "Inquadramento del rischio idrogeologico nel bacino del Torrente Segno e valutazioni idrauliche per la definizione del rischio di allagamento nel suo tratto terminale", proposto da Burlando, Mancini e Rosso (1987).

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

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

Questa riporta il bacino nei fogli:

- n° 229090 "Quiliano";
- n° 229100 "Vado Ligure";
- n° 229130 "Noli-Vezzi Portio";
- n° 229140 "Spotorno".

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

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

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

La georeferenziazione utilizza il sistema di coordinate Gauss Boaga.

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

2 DESCRIZIONE DEL BACINO

2.1 Geografia.

2.1.1 I bacini.

Il bacino idrografico del Torrente Segno fa parte dell'ambito di bacino Regionale n. 11-12 (Ambito di Levante della Provincia di Savona) ed è situato interamente nel territorio amministrativo del Comune di Vado Ligure.

Nel quadro degli studi effettuati per il Piano di Bacino stralcio sul rischio idrogeologico nel bacino del T. Segno vengono ricompresi i bacini dei seguenti rii:

- in sinistra orografica il Rio Fontanazza, il Rio Lusso, il Rio Terusso e il Rio Bellandi;
- in destra orografica il Rio Val Gelata, il Rio Cappella e il Rio S. Nicolò.

I rii in sinistra orografica ricadono amministrativamente sia in Comune di Vado Ligure, sia in Comune di Quiliano.

La superficie del bacino del T. Segno è pari a circa 21 Km², i piccoli bacini in sinistra orografica hanno un'area di poco inferiore a 1,9 Km², mentre per quelli in destra la superficie è pari a circa 2 km². La lunghezza del corso d'acqua principale è di circa 9 km. Si tratta perciò di un bacino di ridotte dimensioni, particolarmente acclive (classi di acclività prevalenti dal 35% al 75%), caratterizzato da una forma vagamente rettangolare, orientato grosso modo WSW-ENE.

Lo spartiacque che, lungo il suo margine settentrionale, separa il bacino del T. Segno (ivi compreso quello del rio Fontanazza) dal contiguo bacino del T. Quiliano, parte dalla linea di costa, risale con debolissima pendenza un crinale appena accennato nell'ambito dell'alta piana alluvionale, poi segue il crinale che dalla località Valleggia risale fino a Monte Pian Mora (383 m), Cima delle Rocche Bianche (555 m), Rocca dei Corvi Est (630 m) e Rocca dei Corvi (793 m). Di qui piega a Sud, passa per Rocca dei Corvi Sud (785 m), Bric del Forno (542 m) e Bric Berba (560 m); successivamente si orienta ancora ad Est; per Bric Colombino (433 m), Monte Mao (440 m), Monte S. Elena (347 m), Monte Rocchetto (320 m), segue l'asse della dorsale che da quest'ultimo scende verso mare fino a Capo Vado, per chiudersi a ridosso dell'area portuale.

Il bacino del T. Segno e dei suddetti rii minori confina con quello del T. Quiliano a Nord, con il bacino del T. Sciusa a Ovest, con quelli del T. Croveto e del Rio della Mianda a Sud.

Il torrente nasce all'estremità nord-occidentale del bacino, dal versante orientale della Rocca dei Corvi, ad una quota di circa 570 m. Nel tratto più in quota, quello della testata del bacino, l'asta si sviluppa con pendenza accentuata e orientamento grosso modo NW-SE; il suo corso è poco articolato, con modeste anse, fino alla confluenza nello stesso del Rio Machei. Da qui il torrente cambia direzione, da quella iniziale a WSW-ENE, mantenendola costante fino alla foce. L'articolazione del suo corso si fa più pronunciata, con un andamento nettamente meandriforme che interessa tutto il tratto centrale, fino alla località Valle di Vado, dove si apre la piana alluvionale terminale e nella quale il torrente, in funzione delle arginature e delle rettificazioni d'alveo, riassume un andamento pressochè rettilineo fino alla foce.

I principali affluenti sono costituiti dal Rio delle Fasce, dal Rio Giuè e dal Rio Termini in sponda sinistra, e dal Rio Calcinara, dal Rio Mulini, dal Rio Tecci e dal Rio Erxio in destra.

Per quanto concerne i bacini minori, in destra si hanno quelli del Rio S. Nicolò, del Rio Cappella e del Rio Calcinara; i primi due sono caratterizzati da una elevata acclività con

reticoli poco maturi che sfociano nella stretta piana costiera a ridosso delle strutture portuali, mentre il Rio Calcinara è interessato da un lungo tratto terminale completamente tominato, caratterizzato da basse pendenze, in seguito agli importanti interventi antropici realizzati lungo il tratto terminale della sua asta.

In sinistra orografica, il bacino del Rio Fontanazza si sviluppa con pronunciata acclività nella porzione superiore e in quella centrale, mentre in quella terminale, è stato tominato per un lungo tratto e, insieme al Rio Lusso, è oggetto di un intervento in corso di realizzazione consistente in una nuova inalveazione con confluenza diretta nel T. Quiliano.

2.1.2 Il paesaggio

Nella valle ricadono paesaggi con caratteristiche notevolmente differenziate.

La piana costiera, in cui ricade sia la porzione terminale del bacino del T. Segno, sia quella dei bacini minori, è caratterizzata dalla presenza di un tessuto urbano continuo e da grandi aree industriali in cui si inseriscono anche alcune infrastrutture principali, quali le opere portuali e le opere viarie e ferroviarie ad esse collegate. Nella porzione intermedia della piana alluvionale ed in corrispondenza della fascia inferiore degli adiacenti versanti le aree edificate si spingono quasi senza soluzione di continuità fino al viadotto autostradale; sono rappresentate da aree dedicate ad insediamenti artigianali e aree con insediamenti civili a bassa densità.

I versanti circostanti mantengono l'impronta data dagli originari caratteri rurali legati allo sfruttamento dell'olivicoltura (pratica parzialmente ancora in atto), con edifici di limitate dimensioni e nuclei rurali concentrati nelle aree più favorevoli, quali quelle rappresentate dalle frazioni di S. Genesio e di Tiassano.

Nel tratto più a monte, compreso tra il viadotto autostradale e la loc. Ponte dell'Isola, la valle si restringe progressivamente, ed è caratterizzata da una serie di meandri, spesso interessati da nuclei abitati insediati a pochi metri dall'alveo, come la fraz. Sant'Ermete. In questo tratto sono diffusi insediamenti a carattere abitativo di recente realizzazione, inseriti in un contesto agricolo ancora produttivo.

A partire da Ponte dell'Isola, la valle si restringe ulteriormente: in fondovalle sono presenti alcuni insediamenti isolati inseriti in aree caratterizzate da pratiche agricole, mentre il versante in sinistra orografica, in funzione sia dell'esposizione favorevole, sia della articolazione morfologica e delle coperture sciolte ivi presenti, è caratterizzato dalla presenza del nucleo rurale di frazione Segno, nel cui intorno si sviluppa una vasta area agricola.

Infine le valli secondarie della porzione di testata del bacino sono caratterizzate dall'accentuata acclività dei versanti, da coperture fittamente boscate allo stato naturale, prevalentemente abbandonate ma poco coinvolte da incendi.

2.2 Geologia

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

Le formazioni affioranti nel bacino appartengono tettonicamente all'Unità di Pamparato-Murialdo, comprendente la Formazione di Murialdo, quella degli Scisti di Gorra, la formazione degli Scisti di Viola ed i Porfiroidi del Melogno. Esse costituiscono, insieme alla Formazione di Ollano, parte del tegumento permocarbonifero che caratterizza il savonese, sul quale poggiano in sequenza stratigrafica

normale i termini triassici, qui rappresentati dalle Quarziti di Ponte di Nava e dalle Dolomie di San Pietro dei Monti.

Sono inoltre presenti depositi pliocenici rappresentati dalle Argille di Ortovero, e depositi alluvionali fluviali e marini.

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

2.2.1 Metodologia di studio

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

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

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

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

Nella redazione della Carta Litologica, sono stati distinti:

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

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

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

2.2.2 Litostratigrafia

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

- *Arenarie/congomerati*

La litologia a facies arenaceo-conglomeratica, riconducibile alla Formazione di Ollano e tettonicamente connessa alla formazione di Murialdo, è rappresentata da

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

metaconglomerati monogenici minuti, costituiti da ciottoli quarzosi di dimensione variabile.

In affioramento il litotipo si presenta in facies generalmente massiccia sebbene sia ancora riconoscibile l'originaria natura sedimentaria. L'ammasso roccioso ha risposto prevalentemente in modo fragile alle azioni deformative, con un'estrema variabilità dell'orientazione e della densità di fratturazione.

Tale litotipo affiora esclusivamente nella zona Santo Stefano – Monte S.Elena. (aggiornamenti geologici ex D.G.R.1592/03,)

- *Filladi (mf).*

Sono costituite da metasedimenti a granulometria fine e comprendono filladi sericitiche e micascisti carboniosi caratterizzate da una colorazione grigio-scura o grigio-verdastra per l'abbondante presenza di grafite (originatasi in seguito al metamorfismo alpino di preesistenti resti vegetali) e di clorite. Sono appartenenti alla Formazione di Murialdo (FMU) e presenti con estensione e continuità nella porzione sudorientale del bacino, nel versante settentrionale della dorsale di Monte Sant'Elena e Monte Rocchetto. Esse evidenziano un passaggio graduale, verso levante, alle miloniti, mentre a ponente sono a letto delle quarziti werfeniane e in contatto tettonico con la Formazione degli Scisti di Gorra.

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

- *Scisti (sq).*

Gli scisti sono rappresentati dalla Formazione degli Scisti di Gorra (GRR) e da quella degli Scisti di Viola (VIO); si presentano in una facies costituita da scisti quarzosi e quarzo-sericitici e a cloritoide, di colore variabile da grigio a verdino o bianco-argenteo. Il passaggio tra le due formazioni è graduale, ed i limiti formazioni sono stati cartografati come limiti presunti. Rispetto alle altre litologie con cui compaiono in associazione (filladi e porfiroidi) sono quella prevalente; sono inoltre il litotipo maggiormente presente nel bacino. Infatti la porzione centrale risulta essere costituita dagli scisti, oltre a più limitati affioramenti dove, per estensione areale, sono invece prevalenti i porfiroidi.

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.

- *Porfiroidi (por).*

Appartenenti alla formazione dei Porfiroidi del Melogno (PDM), in associazione con gli scisti quarzosi, si presentano come una roccia finemente scistosa con tessitura a bande millimetriche, di colore biancastro e verdastrò. La scistosità appare, nella maggior parte degli affioramenti, finemente pieghettata da successive deformazioni.

Essi affiorano in placche mediamente estese e continue nel settore più prossimo al margine occidentale del bacino e, in altre plaghe di più limitata estensione, nella porzione di bacino immediatamente successiva.

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
bacino: SEGNO

Lo stato di conservazione della roccia è mediocre, principalmente a causa degli episodi tettonici che l'hanno interessata ed hanno prodotto una condizione per cui possono verificarsi marcati effetti di alterazione fisico-chimica ad opera delle radici dei vegetali arborei e degli atmosferici.

- *Graniti del Torrente Letimbro (gr-LET)*

Con questo termine sono stati indicati tutti i litotipi d'origine magmatica d'età precarbonifera derivanti da rocce acide essenzialmente intrusive (granitoidi) e subordinatamente effusive (rioliti), coinvolti negli eventi metamorfici ercinici ed alpini, ed intensamente milonizzati con facies petrograficamente rappresentate da ortogneiss granitoidi (geologici ex D.G.R.1592/03). Per questo motivo si presentano con aspetto diversificato da punto a punto. Talvolta mantengono un aspetto abbastanza compatto, con grossi cristalli di feldspato e una colorazione di fondo verdastra per l'abbondante presenza di clorite, come ad esempio nella zona più a ridosso di Capo Vado; in altre zone, evidenzia una marcata fratturazione con notevoli differenziazioni, per la presenza di vene acide, come si può osservare alle quote più elevate, in prossimità dello spartiacque.

- *Quarziti (qz).*

Di colore biancastro o verdolino, a grana fine, si presentano in soletti decimetrici ed in strati pluridecimetrici fino a locali vere e proprie bancate; talora sono debolmente scistose. Vengono ascritte alla Formazione delle Quarziti di Ponte di Nava (QPN). Si ritrovano in limitati affioramenti nel settore meridionale del bacino prevalentemente associate con le dolomie, che stratigraficamente le sovrastano.

Lo stato di conservazione è discreto, a causa della difficile alterabilità della silice, anche se nelle zone più intensamente fratturate esso tende a diminuire in misura anche notevole portando ad una variabilità delle caratteristiche fisico-meccaniche.

- *Dolomie (do).*

Appartengono alla Formazione delle Dolomie di San Pietro dei Monti (SPM) e affiorano nel settore meridionale del bacino, in due lembi di notevole estensione separati dall'interposizione di una placca di quarziti in prossimità del Bric Colombino. Sono in contatto stratigrafico sia con le quarziti, sia con gli scisti, su cui appoggiano.

Costituiscono 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 piuttosto massicce nella fascia centrale del lembo di Monte Mao, più soggette a fratturazione che a volte è anche molto marcata nel lembo alle quote inferiori del Bric Colombino, laddove sono più evidenti i disturbi tettonici associati alla presenza di faglie.

- *Argille (a).*

Appartenenti alla Formazione delle Argille di Ortovero (ORV), si tratta di limi argillosi di colore grigio-azzurro o giallastro, caratterizzati da un modesto contenuto in CaCO₃, localmente ricchi in fossili. A volte si osservano sottili livelli sabbiosi e passaggi con elevata presenza di sostanza organica.

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

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
bacino: SEGNO

È presente in un'unica placca nella porzione di NordOvest del bacino, nell'area su cui sorgono i grandi complessi industriali della Centrale Enel, dell'Infineum e della Esso, fino a lambire la piana alluvionale in sponda sinistra del T. Segno.

- *Depositi alluvionali antichi (aa).*

Si trovano in continuità stratigrafica con le Argille di Ortovero ed a tetto delle stesse, laddove le argille sono rimaste, almeno parzialmente, rispettate dall'erosione; altrove sono direttamente a tetto degli scisti. Sono costituiti da depositi fluviali mediamente diagenizzati e costituenti un conglomerato a basso grado di cementazione. Presentano clasti poligenici costituiti dalle rocce provenienti dalle zone più in quota del bacino, molto arrotondati ed immersi in una matrice fortemente arrossata che è indice di deposizione in ambiente ossidante e di esposizione subaerea. Sono infatti presenti livelli che potrebbero rappresentare dei paleosuoli. Le alluvioni antiche affiorano in due lembi che contornano l'attuale piana alluvionale, con un'estensione decisamente maggiore in sponda sinistra del T. Segno.

- *Depositi alluvionali recenti ed attuali (am).*

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

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

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

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

Durante i sopralluoghi effettuati per l'aggiornamento dei dati del 2004 (aggiornamenti geologici ex D.G.R.1592/03), sono stati verificati e localmente modificati i perimetri delle aree interessate dai depositi alluvionali che presentavano errori semantici e di digitalizzazione.

- *Depositi di spiaggia (as).*

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

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

2.2.3 Tettonica e assetto strutturale

I lineamenti tettonici principali del bacino possono sintetizzarsi come segue.

a) Assetto tettonico generale:

- * il bacino nel suo insieme è organizzato a cavallo di una lineazione tettonica principale che, grosso modo, coincide con l'asta del T.Segno: si tratta di un fascio di faglie di distensione, con direzione WSW-ENE, che ha interessato le formazioni del substrato permo-carbonifero, prevalentemente nel dominio degli scisti (di Viola o di Gorra), dislocandole;
- * le dislocazioni hanno prodotto una generale condizione di maggior tettonizzazione del lembo in versante sinistro del bacino, per cui la valle è evoluta in forma asimmetrica, con versanti più adagiati, perchè più erodibili, in sponda sinistra e versanti più acclivi in sponda destra;
- * vicariante della lineazione principale, e ad essa grosso modo normale, è un sistema di faglie sub-parallele che sono visualizzate dalle aste dei principali colatori laterali, tributari del T.Segno;
- * tale assetto vale anche per i bacini minori, fatto salvo il bacino del Rio Fontanazza la cui asta indica la traccia di una faglia parallela a quella del Bacino del Segno;
- * un terzo fascio di faglie a marcata valenza, più complesso dei precedenti ed avente immersione NE ha interessato, la grande dorsale che da M.Mao scende a Capo Vado ed ha posto in contatto tettonico il complesso degli scisti con quello delle filladi della formazione di Murialdo e queste ultime con un lembo di miloniti;
- * vicarianti alle lineazioni principali si hanno poi sistemi di faglie subordinate, che pongono in contatto tettonico le diverse facies all'interno del complesso degli scisti e le stesse nei loro rapporti con gli ammassi di porfiroidi.

b) Assetto tettonico e strutturale di dettaglio:

- * la formazione degli scisti, i porfiroidi, le filladi della formazione di Murialdo e le miloniti, a seguito degli intensi episodi tettonici di fase prealpina ed alpina che li hanno interessati, si presentano marcatamente fratturati e laminati, con giacitura estremamente dispersa dei piani di scistosità;
- * al loro interno, inoltre, si riscontrano, in grande ed in piccolo, numerosissimi diaframmi cataclastici in cui i litotipi appaiono soggetti ad una laminazione estrema, con più evidenza all'interno del complesso degli scisti e dei porfiroidi; la condizione, molto diffusa soprattutto in versante di testata e sinistro del bacino del T.Segno, è estremamente predisponente alla creazione di corpi litoidi fortemente alterabili ed erodibili ed è quella che ha consentito la formazione di rilevanti paleoaccumuli.

c) Rapporti tra tegumento e termini triassici e tra questi ultimi:

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
bacino: SEGNO

- * i termini triassici, quarziti e dolomie, in serie normale nell'ambito del Bacino del T.Segno, sono in contatto tettonico, per fenomeni di sovrascorrimento, con il tegumento permo-carbonifero;
 - * all'altezza del contatto le quarziti, si presentano marcatamente cataclase, mentre gli scisti denunciano una elevata laminazione;
 - * il complesso quarziti/dolomie è molto discontinuo: non sempre si hanno quarziti a letto delle dolomie e spesso queste ultime sovrastano direttamente gli scisti;
 - * il contatto dolomie/quarziti, è insieme stratigrafico e tettonico, in quanto spesso le dolomie sono sovrascorse sulle quarziti, contribuendo alla loro accentuatissima cataclasi, mentre le dolomie hanno subito fenomeni di intensa fratturazione.
- d) Il lembo delle argille plioceniche:
- * affiorante al margine estremo di NE del bacino del Segno e proseguito, in superficie, nel successivo bacino minore del Rio Fontanazza, il lembo risulta spesso mascherato dalle alluvioni, sia antiche che recenti/attuali, tuttavia si spinge in profondità al di sotto della piana alluvionale, fino al mare ed oltre;
 - * è immediatamente a tetto di termini scistosi, con i quali è in contatto tettonico, a seguito di un complessivo sprofondamento, con scivolamento sul substrato costituito appunto da scisti;
 - * è interessato da una serie di piccole faglie per lo più con andamento sub-parallelo o poco inclinato rispetto alla linea di costa e si articola in una fitta sequenza di modesti horst e graben, questi ultimi colmati da sedimentazione fluviale e/o di ambiente di palude.

2.2.4 Considerazioni relative allo stato della roccia

La suddivisione del substrato in classi in base dello stato della roccia, secondo quanto indicato dalle Raccomandazioni Regionali, è stata integrata in funzione delle considerazioni che seguono.

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

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

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

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
bacino: SEGNO**

Alla classe Rf1 appartengono le dolomie e le quarziti, nella classe Rf2 sono compresi unicamente i porfiroidi, con la classe Rf3 si identificano gli scisti e le filladi, mentre alla classe Rf4 vengono ascritte le miloniti.

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

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

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

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

Una particolare accentuazione delle problematiche di stabilità del versante è inoltre da attendersi in corrispondenza dei contatti tettonici e delle faglie, dove lo stato della roccia (anche se non cartografabile alla scala di lavoro) è spesso in condizioni di tipo Rf4.

2.3 Geomorfologia

2.3.1 Caratteristiche generali

Nel bacino del T. Segno, nonostante i soli 9 km di lunghezza dell'asta principale, si realizza un brusco passaggio da zone ad alta naturalità a zone periurbane a caratteristiche ancora rurali fino a giungere ad una zona a spinta urbanizzazione, che si estende sulla piana alluvionale ed ingloba la fascia costiera.

In sostanza, si possono distinguere:

- una zona prettamente urbana (porzione terminale) associata ad insediamenti industriali e artigianali, situata nella parte bassa del bacino;
- una parte mediana della valle (fraz. Sant'Ermete, fraz. S. Genesio) dove si è esercitata una forte azione antropica di diboscamento, sostituita da insediamenti recenti e da aree con attività agricole tradizionali;
- una parte alta della valle (fraz. Segno, S. Bernardo, Cunio, ecc.) dove una minore acclività, dovuta alle caratteristiche geolitologico-geomorfologiche, ha consentito l'instaurarsi di attività agricole, silvicole e pastorali.

Nella parte bassa del bacino la piana alluvionale si sviluppa inizialmente tra terreni pre-pliocenici, con zone a versanti acclivi, caratterizzati al piede da terrazzi in alluvione antica. Successivamente, essa si apre progressivamente: in sponda sinistra compaiono gli affioramenti pliocenici e le alluvioni antiche, che tendono ad ampliarsi in direzione del mare. La loro presenza comporta un succedersi di deboli colline a sommità

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
bacino: SEGNO

appiattita, fortemente interessate da fenomeni di antropizzazione ed interrotte da vallecole profonde, incise da corsi d'acqua in fase erosiva.

In sponda destra si ha una situazione simile solo in corrispondenza della zona alle spalle del grosso insediamento della Vetrotex, mentre discendendo la valle si osservano solo alcuni lembi di alluvione antica, ma lungo i versanti prevalgono le formazioni pre-plioceniche.

Tale situazione morfologica generale ha condizionato fortemente gli insediamenti umani ed industriali: mentre gli antichi nuclei abitativi si sono inseriti, oltre che lungo la fascia costiera (Vado centro e Porto Vado), in corrispondenza dei terrazzi morfologici (San Genesio e Bossarino), oppure in prossimità dei corsi d'acqua (Valle di Vado e Sant'Ermete), gli insediamenti più recenti ed in particolare quelli industriali, hanno progressivamente occupato le zone della bassa collina.

I bacini minori evidenziano caratteristiche diverse sia tra di loro, sia rispetto al bacino principale: in sponda destra del T. Segno i fondivalle risultano stretti ed incassati, con versanti acclivi e privi di una vera e propria piana alluvionale, avendosi al più una conoide terminale che si salda con la piana costiera. In sponda sinistra invece, in funzione della minore acclività e per la presenza dei depositi pliocenici e delle alluvioni antiche, maggiormente erodibili rispetto ai terreni pre-pliocenici, le valli appaiono più aperte. Sono comunque aree in cui non si sono sviluppati insediamenti abitati ma, beneficiando del clima mitigato dalla vicinanza del mare e dalla discreta esposizione di alcuni versanti, restano le tracce di attività agricole tradizionali ora abbandonate.

La testata della valle e i suoi fianchi presentano alcune differenziazioni morfologiche: la valle denota infatti una pronunciata asimmetria, con il versante destro decisamente più acclive rispetto a quello sinistro, conseguenza evidente del substrato presente alle quote più elevate, costituito dai termini triassici che poggiano sul sottostante substrato permocarbonifero e lo difendono dai fenomeni gravitativi, erosivi e di alterazione; per le stesse ragioni anche la testata del bacino è più simile morfologicamente al versante sinistro. Quest'ultimo invece ha subito una razionalizzazione dell'uso del suolo, con mantenimento del bosco (anche se in buona parte snaturato rispetto alla configurazione spontanea), il controllo delle aree destinate a pascolo, la parziale preservazione delle tradizionali coltivazioni terrazzate che si spingevano anche nei versanti più acclivi (se ben esposti), ed è stato interessato da una discreta antropizzazione con insediamenti abitativi in nuclei rurali anche di una certa importanza. Al contrario, il versante destro e la zona di testata del bacino, sia per l'acclività, sia per l'esposizione a Nord o a Nord-Est rispettivamente, sono decisamente più "selvaggi", tanto che gli insediamenti rurali sono ridotti a poche case isolate.

I corsi d'acqua tributari in sponda destra sono brevi e poco ramificati, tutti o quasi in fase marcatamente erosiva, con alvei molto incisi; fanno eccezione il Rio Molini ed il Rio Calcinara, il cui orientamento è leggermente scostato rispetto ai precedenti e con uno sviluppo leggermente più ramificato.

In sponda sinistra i tributari si sviluppano con corsi più lunghi e ramificati, di tipo dendritico, conservando tuttavia caratteri erosivi e frequenti fenomeni di scalzamento della base dei versanti con conseguenti dissesti gravitativi.

Nello sviluppo e nell'articolazione del reticolo idrografico è evidente il controllo litologico e tettonico-strutturale. L'asta principale presenta, così, un primo tratto, stretto ed incassato, caratterizzato da una pronunciata pendenza, che segue una direzione NW-SE e presenta un andamento poco articolato, impostato sugli Scisti di Gorra. A partire

dalla confluenza con il Rio Machei il corso d'acqua cambia gradatamente di direzione fino ad assumere, a partire dalla confluenza con il Rio Spinea, un andamento sinuoso che diventa gradualmente meandriforme secondo la direzione WSW-ENE; nel tratto a cavallo della località Sant'Ermete la valle assume una configurazione abbastanza incassata con meandri a curvatura anche molto accentuata.

Per quanto riguarda gli affluenti laterali è possibile evidenziare che mentre quelli di destra hanno un andamento prevalente grosso modo normale all'asse del torrente principale, in quelli di sinistra si ha talvolta un andamento sub-parallelo al corso principale (un esempio eclatante è il Rio Gioè); questo si spiega in quanto sia l'andamento delle aste dei tributari, sia la morfologia del corso d'acqua principale evidenziano un reticolo idrografico strettamente controllato da lineazioni tettoniche a direzioni NW-SE e SW-NE.

Anche i rii minori in sponda destra (Rio S. Nicolò, Rio Cappella e Rio Val Gelata) sono impostati sulle medesime direttrici.

La forma del bacino e il modellamento dei versanti risultano influenzati, oltre che dalla tettonica, dall'assetto strutturale, a seguito della disposizione spaziale e delle caratteristiche geometriche dei diversi set di discontinuità presenti e dalla litologia, in funzione della maggior erodibilità di alcuni litotipi rispetto ad altri; non va tralasciata l'importanza, nel modellamento, dei fenomeni gravitativi con la presenza delle coperture detritiche e dei paleoaccumuli che caratterizzano in particolare il versante sinistro.

2.3.2 Reticolo idrografico

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

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

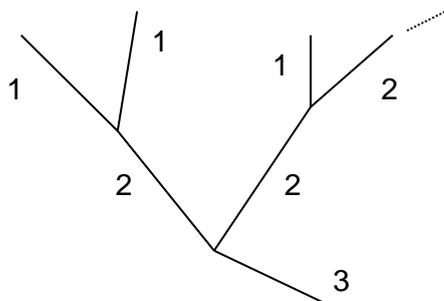


Fig. 2.3.2.1 - Gerarchizzazione secondo Horton Strahler (1957)

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
bacino: SEGNO

Nel caso in esame la gerarchizzazione è stata condotta sulla base del reticolo idrografico prodotto dal SITAR opportunamente revisionato e corretto sulla C.T.R. raster alla scala 1:10.000 (esso viene riportato nella Tavola 4 – Carta idrogeologica).

I principali rii che drenano il versante destro sono:

Rio Calcinara (n = 3), Rio Molini (n = 3), Rio Pria-Tecci (n = 3), Rio Rivassa (n = 2), Rio Prà (n = 2), Rio Spinea (n = 2), Rio Erxio (n = 3), Rio Cassao (n = 1).

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

Rio delle Fasce (n = 2), Rio Lotto (n = 2), Rio Giuè (n = 3), Rio Terusso (n = 3), Rio Termini (n = 3) e Rio Bossarino (n = 3).

L'asta principale del torrente Segno è caratterizzata da n = 4 a partire dalla confluenza della parte montana del torrente Segno con il rio Erxio intorno a quota 130 m.

L'analisi geomorfica evidenzia una distribuzione piuttosto regolare del numero dei bacini in rapporto al loro ordine gerarchico. Essa evidenzia, infatti, una scarsa organizzazione del bacino, con molti corsi d'acqua di ordine basso che confluiscono direttamente nel corso d'acqua principale; in questo senso è molto pesante l'influenza dell'asimmetria del bacino, infatti la sponda destra, meno estesa arealmente, è caratterizzata da un minor numero di affluenti scarsamente gerarchizzati che si immettono direttamente nell'asta principale.

2.3.2.1 Tavola del reticolo idrografico (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.

2.3.3 Caratterizzazione delle coperture

Le coperture detritiche presenti nel bacino del Segno possono essere distinte in due tipologie principali: accumuli originati da fenomeni franosi di vario tipo e coltri detritiche eluvio-colluviali; per l'elaborazione della cartografia tematica sono state considerate, ove possibile, quelle di spessore maggiore o minore di 3 m. Sono state comunque segnalate quelle che per esperienza diretta o per chiare evidenze geomorfologiche risultano di potenza ed estensione significative. Dove l'informazione è risultata di difficile acquisizione la caratterizzazione è stata comunque effettuata in base a considerazioni empiriche che tenessero conto della litologia di origine e della morfologia dei luoghi. 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. Riguardo alle coltri sottili bisogna segnalare la loro scarsa rilevanza sulla stabilità dei versanti dato che questa è maggiormente determinata dall'assetto del substrato.

- *Coltri eluvio-colluviali.*

Le coltri eluvio-colluviali sono ampiamente diffuse in tutta l'area di affioramento degli scisti e dei porfiroidi e, in minor misura, sul substrato filladico. Queste litologie, quando

Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio bacino: SEGNO

sono particolarmente alterate, assumono di fatto le caratteristiche di una copertura per cui la distinzione fra roccia e coltre non è sempre agevole ed il passaggio dall'una e all'altra risulta sfumato. In talune zone, questa coltre ha una potenza superiore ai tre metri. Le informazioni sullo spessore delle coltri, oltre che da fotointerpretazione e da appositi sopralluoghi, 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.

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

- *Coperture originate da fenomeni franosi.*

La percentuale di territorio coperta da coltri originate da fenomeni franosi è molto estesa nelle aree di affioramento degli scisti e dei porfiroidi.

Dal punto di vista delle coperture, particolare importanza rivestono i grandi corpi di paleofrana: quelli nella zona centro-occidentale del bacino, nell'areale all'intorno della frazione Segno ed in prossimità della testata del bacino, che si sviluppano su areali molto estesi.

Poca importanza al contrario rivestono i contatti stratigrafici, quelli tettonici e le faglie, che non rivelano condizioni di innesco di fenomenologie gravitative di significativa importanza.

Durante i sopralluoghi effettuati per l'aggiornamento dei dati del 2004 (aggiornamenti geologici ex D.G.R.1592/03), sono stati verificati e localmente modificati i perimetri delle aree caratterizzate dalle coltri di copertura ridefinendo, in tal modo, i rapporti con le aree interessate dal substrato roccioso in affioramento o subaffioramento.

2.3.4 Frane attive

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

Come già evidenziato, in relazione alla dinamica dei versanti assume grande importanza il particolare assetto litologico-strutturale dei Porfiroidi del Melogno e, in minor misura, degli Scisti di Gorra ed il loro stato di tettonizzazione. In tale contesto nell'areale di Segno risultano ubicati tre rilevanti fenomeni franosi, due dei quali mobilizzati nell'evento alluvionale del Novembre 2000.

Relativamente all'analisi dei dissesti sopracitati si rimanda agli elaborati di dettaglio allegati alla presente, mentre si evidenzia che in linea generale il bacino risulta interessato da altre fenomenologie "minori" meglio inquadrabili nell'ambito della Franosità diffusa.

In relazione anche ai contenuti dell'O.d.G. n. 7 relativo alla seduta del 25 ottobre 1999 dell'Autorità di Bacino di Rilievo Regionale relativamente ai contenuti degli adempimenti della L. 267/98 è possibile definire :

- distretti franosi, ovvero le porzioni di territorio caratterizzati da una Suscettività al dissesto molto alta e dalla presenza di frane attive;
- fasce di attenzione, ovvero i settori confinanti le aree di cui sopra per i quali è ragionevole ipotizzare un coinvolgimento a seguito di evoluzioni parossistiche di movimento di massa;
- zone di fragilità, cioè le aree che per le caratteristiche geologico-geomorfologico riscontrate presentano una particolare propensione all'innesco di fenomenologie 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
bacino: SEGNO

tipo erosivo, franosità diffusa o dove sono chiaramente identificabili forme relitte o quiescenti, anche appartenenti ad aree a Suscettività alta.

Con particolare riferimento all'areale di Segno si osserva che tale settore è caratterizzato da uno stato di instabilità latente per la presenza di numerosi paleoaccumuli allo stato quiescente, riattivabili attraverso movimenti plastici a velocità variabile con contorni talora netti, e altre volte sfumati, e con superfici di scorrimento spesso indefinite. È così possibile, in relazione anche alla presenza di corpi significativi definire una "zona di fragilità" indotta dall'assetto geologico dei luoghi, determinato dalla presenza, sul substrato a scisti e a porfiroidi, di manti detritici potenti il cui stato di equilibrio, prossimo alle condizioni critiche, limita la fruibilità dell'area e deve essere salvaguardato sia attraverso la manutenzione delle sistemazioni agrarie e degli interventi volti alla regimazione delle acque superficiali e profonde, sia con un'attenta gestione urbanistica.

A livello esplicativo, ed in termini di larga massima, relativamente al bacino del T. Segno, è possibile operare una suddivisione approssimativa del territorio secondo i criteri sopra enunciati :

<i>Distretti franosi</i>	<i>Fasce di attenzione</i>	<i>Zone di fragilità</i>
		Paleofrana a monte del Rio Erschio
		Paleofrana di Via Grilli
		Paleofrana a monte della confluenza Rio Ciapin-Torrente Segno
Frana attiva di Cunio	Abitazione sottostante il fenomeno franoso	Paleofrana di Cunio
Frana attiva di Via Bassi Rio Canaa	Settore di versante compreso tra Via Bassi, Via Contrada e Via Cunio	Rio Canaa a monte della confluenza con il Rio Garbea e paleofrana di Cunio
Frana attiva sotto Rocca dei Corvi Sud	Settore di versante in adiacenza alla frana attiva di Rocca dei Corvi Sud	Due Paleofrane nella zona sotto Rocca dei Corvi e Rocca dei Corvi Sud, nella testata del bacino
Frana attiva testata del Rio Lotto	Edifici e strada comunale a monte della testata del Rio	Testata Rio Lotto
		Paleofrana di Campogiacone
		Paleofrana di Case Termine
		Paleofrana di Case Fenugie
		Le aree di cava, discarica e riporti

Tab. 2.3.4.1 – Suddivisione del territorio in base ai dissesti

2.3.5 Franosità diffusa ed erosione superficiale

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

Fenomeni di erosione superficiale di versante, piccole frane tipo soil-slip collegate anche ad erosione incanalata, sono presenti nel sottobacino del Rio Calcinara a valle della strada che da San Genesio conduce fino alla Cava Trevo. Il versante destro del sottobacino presenta molteplici dissesti che hanno carattere prevalentemente

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
bacino: SEGNO

puntuale e superficiale, causati oltre che dalle condizioni predisponenti connesse con lo stato di conservazione e l'assetto del substrato, anche da carenti e/o inefficienti regimazioni idriche superficiali.

Una situazione di degrado diffuso si presenta per tutto il versante sinistro della dorsale di Forte S. Stefano, dove la scarsa copertura vegetale ha determinato una situazione di vulnerabilità all'erosione piuttosto marcata.

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 del Rio Canaa e nei numerosissimi colatori del 1° ordine, caratterizzati da elevata pendenza.

Il Torrente Segno evidenzia una notevole attività erosiva di tipo spondale nel suo tratto meandriforme tra la confluenza con il Rio Spinea, fino alla località Valle di Vado.

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

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

Durante i sopralluoghi effettuati per l'aggiornamento dei dati del 2004 (aggiornamenti geologici ex D.G.R.1592/03), sono state rilevate e cartografate le seguenti criticità:

- In testata della vallecchia del T. Segno in prossimità del crinale Rocca dei Corvi: quattro frane puntuali e fenomeni di erosione concentrata di fondo lungo gli impluvi.
- Lungo i versanti in sponda destra del T. Segno in prossimità del suo affluente il rio Rivasso: aree interessate da erosione areale diffusa.

2.3.6 Riperti artificiali e discariche

A seguito dell'elevata antropizzazione che caratterizza il territorio in esame, nel Bacino del Torrente Segno sono presenti numerosi riperti e discariche di diversa natura.

Per quanto concerne la sponda destra, si evidenziano come di interesse rilevante:

- il vasto riempimento che costituisce il terrapieno portuale;
- la discarica di inerti in loc. Cheia, che è stata ricavata con il materiale proveniente dagli sbancamenti di materiale lapideo realizzati per costruire l'ex stabilimento Fiat, ora di proprietà del V.I.O.;
- la discarica presente nel sottobacino di un tributario di destra del Rio Calcinara, ricavata con i materiali provenienti dagli scavi per la realizzazione della Centrale Enel;
- poco più a monte della precedente, nel tornante della strada che conduce a Forte di Sant'Elena, una discarica di residui industriali;
- la grande discarica controllata di R.S.U. denominata "Boscaccio", attualmente in uso, ubicata in loc. Valle del Bosco;
- la discarica di inerti denominata "San Genesio" in loc. Pria-Tecci, ricavata con i materiali provenienti dallo scavo della galleria autostradale Fornaci, negli anni '60; la stessa è attualmente in fase di ampliamento, sempre

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
bacino: SEGNO**

finalizzata al deposito di materiali inerti oltre al più piccolo riporto messo in opera quale rilevato della sede autostradale.

In sponda sinistra, sono presenti:

- la discarica “Bossarino” in località terre Bianche, attualmente attiva, destinata ad accogliere rifiuti speciali;
- alcuni modesti riporti, che costituiscono i rilevati della sede autostradale e ferroviaria.

Infine, in corrispondenza della foce del T. Segno, si hanno i riempimenti realizzati sempre nel recente passato per insediamenti industriali.

2.3.7 Cave

Nel bacino del Segno sono attualmente presenti sia cave attive, sia cave abbandonate.

Le due cave di maggiori dimensioni sono situate sul versante destro della valle: la cava “Trevo”, di fronte all’abitato di Sant’Ermete, nel sottobacino del Rio Pria-Tecci, e la cava “Mai-Colombino” lungo il versante Nord della dorsale di Monte Mao, entrambe nella formazione delle Dolomie di San Pietro dei Monti.

Le problematiche maggiori legate a queste due cave sono relative alla stabilità dei fronti, soprattutto per la cava Trevo, ed alla presenza di materiale sciolto facilmente mobilizzabile durante gli eventi estremi.

Un fronte di cava di minori dimensioni “cava Chiesetta”, ormai abbandonata, è ubicata sulla dorsale di San Genesio, ma in genere non dà problemi rilevanti a causa della sua limitata estensione.

2.3.8 Terrazzi fluviali

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

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

Siccome i terrazzi fluviali rappresentano una fra le poche aree pianeggianti in un ambiente generalmente acclive, sono stati occupati dall’espansione urbana e, nella fascia collinare, da attività agricole; conseguenza dell’intenso sfruttamento è stata la modificazione ed il mascheramento delle originarie caratteristiche morfologiche. Pressoché ovunque gli orli esterni delle superfici terrazzate del 1° ordine sono stati stabilizzati e protetti tramite muretti a secco o in cls al fine di impedirne l’erosione da parte degli eventi di piena.

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

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
bacino: SEGNO**

differenze nelle modalità di trasporto, sedimentazione e assetto del bacino idrografico fra oggi e il periodo di deposizione delle alluvioni terrazzate.

2.3.9 Terrazzi marini

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

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

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

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

2.3.10 Acclività

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

Dopo l'elaborazione sono stati eliminati i poligoni elementari aventi un'area minore di 50 m² al di sotto della tolleranza accettabile con maglia di tale ampiezza.

Il Bacino è stato suddiviso nelle seguenti classi di attività:

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

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

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

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

Alla scala dei sottobacini, le zone più acclivi sono presenti nelle parti alte degli stessi. Dall'analisi della carta si nota chiaramente come quasi tutti gli affluenti presentino una spiccata asimmetria dei versanti: in sponda orografica sinistra il versante destro a pendenza maggiore del sinistro, in sponda orografica destra il versante sinistro a

pendenza maggiore del destro. Le ragioni di questo sono da ricercare nell'assetto tettonico-strutturale coerentemente con quanto espresso nel paragrafo sulla geologia.

2.4 Idrogeologia

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

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

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

Le aree di affioramento della maggior parte delle formazioni rocciose cartografate possono essere considerate permeabili per fratturazione e/o fessurazione, mentre le Argille di Ortovero si possono considerare impermeabili.

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

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

Non è stato possibile, alla scala del piano, effettuare differenziazioni di dettaglio anche perché questo avrebbe comportato l'esigenza di effettuare una campagna di prove di permeabilità.

Nella redazione della carta si è considerata la permeabilità del substrato, senza tenere in conto l'uso del suolo. Va tuttavia segnalato che le aree urbanizzate, ad elevata densità, sono praticamente impermeabili a causa dell'alto grado di copertura dei suoli e la scarsa 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 e le sorgenti la cui ubicazione è stata fornita dalla Provincia (studi Italgas), integrata da ulteriori dati reperiti dal gruppo di lavoro presso i vari Enti Competenti in merito ai pozzi industriali; i pozzi sono chiaramente distribuiti nella piana alluvionale, a partire dalla località Valle di Vado fino al tratto terminale della piana.

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

L'attribuzione dell'ordine gerarchico a ciascun corso d'acqua ha richiesto la revisione del reticolo precedentemente fornito dalla Committenza.

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

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

Tali dati sono in accordo con la distribuzione delle classi di permeabilità, in particolare in relazione all'ampia diffusione di rocce permeabili per fratturazione, quindi beanti

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
bacino: SEGNO

limitatamente alle discontinuità dell'ammasso roccioso ed in corrispondenza delle fasce più cataclamate.

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

2.5 Uso del suolo

2.5.1 Metodologia adottata

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

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

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

Nella categoria 1.2.1 sono state inserite lo svincolo della superstrada Savona-Vado L. nonché il piazzale della Motorizzazione Civile, così come le linee ferroviarie interne alle zone industriali ad eccezione di quelle multibinarie.

Il nuovo svincolo della strada interporto, nella zona di Bossarino, non è stato rilevato come categoria 1.2.2 bensì ricompreso nella categoria 1.2.1 in quanto scavalca un'area industriale.

Infine le spiagge, essendo utilizzate per uso ricreativo-turistico, sono state classificate nella categoria: 1.4.2 "Aree sportive e ricreative".

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

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

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

2.5.2 Commento alla carta

Nel bacino sono compresi i seguenti popolamenti vegetali:

- *Arbusteti (Macchia mediterranea).*

Limitate zone caratterizzate dagli arbusti tipici della macchia (ginestra spinosa, corbezzolo, erica, fillirea, ecc.) o della gariga (*Cistus salvifolius*, *Cistus albidus*) con sporadica presenza di corbezzoli e lecci. Lo sviluppo di macchia mediterranea e di gariga è probabilmente l'effetto della degradazione della vegetazione dovuta al passaggio del fuoco nel passato come dimostrano i lembi di pineta rada a pinastro residuale presenti nelle aree limitrofe.

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
bacino: SEGNO

- *Formazioni di conifere termofile (Pineta a pino marittimo).*

Lembi di pineta rada a pinastro (*Pinus pinaster*) di origine secondaria con sottobosco formato dalle specie vegetali tipiche della macchia mediterranea.

Lembi di pineta fitta a pinastro con sottobosco rado.

- *Formazioni miste di conifere e angiosperme termofile.*

Bosco misto caratterizzato dalla presenza di castagno, roverella, orniello, nocciolo inframmezzato a lembi di pineta a pinastro (*Pinus pinaster*) o esemplari di pinastro isolati. Presenti anche esemplari di sambuco ed ontano.

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

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

Limitati lembi di bosco a castagno e pinastro oppure sporadiche pinete a pinastro con sottobosco formato dai rinnovi del castagno possono svilupparsi alle quote più elevate del bacino.

I lembi di pineta a pinastro che si sviluppano in un microclima caldo - arido presentano un sottobosco formato dalle specie sempreverdi mediterranee come corbezzolo (*Arbutus unedo*), erica (*Erica arborea*, *Erica scoparia*), fillirea (*Phillyrea angustifolia*), ginepro coccolone (*Juniperus oxycedrus*), cisto (*Cistus salvifolius*), mirto (*Myrtus communis*), ginestra spinosa (*Calicotome spinosa*), caprifoglio (*Lonicera implexa*), salsapariglia (*Smilax aspera*).

Frequenti anche le formazioni vegetali miste a castagno e pino: vecchi ed alti pini marittimi dominanti con castagni e sottobosco misto di specie mediterranee ed essenze mesofile oppure si può verificare la situazione opposta caratterizzata dalla dominanza del ceduo di castagno.

- *Formazioni di angiosperme mesofile (A prevalenza di castagno ceduo).*

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

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

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

Limitati lembi di bosco a castagno e pinastro oppure sporadiche pinete a pinastro con sottobosco formato dai rinnovi del castagno possono svilupparsi alle quote più elevate dell'area in esame.

- *Formazioni di conifere mesofile (A prevalenza di pino nero).*

Pinete a pino nero (*Pinus nigra*) di origine antropica caratterizzate generalmente da assenza di vita nel sottobosco a causa della penombra prodotta dalle chiome delle conifere stesse.

- *Aree agricole.*

Prevalgono le aree agricole terrazzate, ma troviamo nel bacino anche terreni agricoli

non terrazzati, soprattutto in zona di fondovalle, in prossimità della foce del torrente. All'interno delle zone urbanizzate sono presenti diverse aree incolte (alcune delle quali in evoluzione naturale) o coltivi prossimi all'abbandono, situati anche all'interno di nuclei industriali.

- *Tessuto urbano.*

Una percentuale notevole del bacino è occupata dal tessuto urbano e industriale, concentrato maggiormente nel settore costiero con carattere di continuità, e lungo la viabilità principale interna alla valle, lungo l'asta principale del torrente.

2.6 Descrizione della rete idrografica

2.6.1 Asta principale

Nel bacino del torrente Segno, procedendo da valle verso monte, si incontrano:

- Il tratto terminale del Torrente Segno, interessante l'abitato di Vado Ligure, che percorre per circa 1 Km, drenando una superficie di 18-20 Km²;
- Il Rio Terusso, affluente in sinistra idrografica, che pur drenando un bacino esiguo di circa 0.90 Km², presenta una sezione notevolmente ristretta all'imbocco del tratto coperto sul quale scorre la viabilità secondaria di località Valle di Vado; le aree che sono state storicamente interessate da allagamenti risultano depresse rispetto alle quote arginali.
- Il Rio delle Guie (Rio Bellandi), affluente in sinistra idrografica, che esonda all'imbocco della copertura all'altezza dell'abitato di Sant'Ermete, frazione di Vado Ligure, allagando la strada posta in sinistra del Torrente Segno fino al ponte di valle che conduce all'abitato di Segno; il bacino idrico di riferimento chiuso alla confluenza con il Torrente Segno ha una superficie di circa 2,5 Km²;
- Il Torrente Segno in località Ponte Isola, sita ove la strada per Segno diverge decisamente dall'andamento parallelo al corso d'acqua e dove la superficie drenata è di circa 6,5 Km².

2.6.2 Affluenti principali e secondari

Come si osserva dalle ramificazioni del reticolo idrografico predisposto per la gerarchizzazione, ma anche delle semplici basi topografiche, il bacino del torrente Segno è caratterizzato dalla presenza di numerosi affluenti secondari, spesso di dimensioni talmente ridotte da renderne difficile l'individuazione sul terreno.

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

2.6.3 Rii minori nel Comune di Vado Ligure

Poco prima del bacino del torrente Segno, nel comprensorio del comune di Vado Ligure, si trovano una serie di rii, che drenano le acque provenienti dal monte Boscaccio e dal Promontorio S. Stefano.

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
bacino: SEGNO

Qui di seguito si riportano le informazioni cortesemente fornite dal Responsabile del Servizio Fognature del Comune, in un colloquio tenutosi, previo appuntamento, negli uffici comunali.

Rio Valletta

Corre lungo via Ferraris e probabilmente una parte a monte è stata deviata nello scolmatore delle acque della centrale Enel. Problemi di deflusso sono stati riscontrati durante le alluvioni degli anni '90 perché il mare aveva ostruito la foce.

Canale Motugno

Drena una zona paludosa per sfociare prima del pontile della Italiana Coke. In buona parte risulta tombinato, è stato fatto pulire radicalmente negli anni 1994 e 1995 da tutti i depositi di una ditta locale.

Rio Val Gelata – S. Elena

Sbocca dopo il pontile a mare. Dall'ex stabilimento Fiat è tombinato. Diventa a pelo libero un po' prima della ex-ferrovia, e mantiene tale configurazione per 50 m. Si riintuba per attraversare l'Aurelia. Ha dato problemi nell'Ottobre del 1993, perché non riusciva a sfociare, allagando la stanza di un appartamento. E' stato quindi scopercchiato per 50 m e pulito, non creando più ulteriori problemi.

Rio Cappello

Passa sotto la strada dove un tempo correva la ferrovia, sotto una casa, attraversa una piazza e la via Aurelia e sfocia a mare, tutto intubato. E' stato pulito dal personale delle Ferrovie dello Stato.

Rio S. Niccolò

Sbuca poco prima del promontorio. Intubato sotto il porto, è stato deviato sotto la banchina portuale. Nonostante gli interventi fatti a monte, va in crisi anche con piccole piogge, in quanto ha pendenza bassissima che segue dopo un tratto a forte pendenza. I versanti presentano poi scarsa vegetazione. Attualmente è un canale 2.5 x 3 m. Una buona parte è a pelo libero. Passa poi sotto la strada, sotto la via Aurelia e sotto il rilevato portuale, intubandosi circa 10 m a monte dell'Aurelia.

2.7 Idrologia di piena

2.7.1 Premessa

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

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

PIANO 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
bacino: SEGNO

piano stralcio. Per bacini con superficie compresa tra 0 e 10 km², viene utilizzato il metodo semplificato come riportato nello studio suddetto e nella presente relazione di piano.

2.7.2 Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri (C.I.M.A.)

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 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 .

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

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
bacino: SEGNO

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	ELE	44.28	3.43	278	24
25	COLONIA ARNALDI	44.25	3.17	600	7
26	CASSAGNA	44.21	3	432	19
27	CHIAVARI	44.19	3.08	5	57
28	CICHERO	44.25	3.08	480	21
29	GIACOPIANE	44.28	3.03	1016	60
30	NEIRONE	44.28	3.16	332	30
31	PANESI	44.21	3.06	25	46
32	PIANA DI SOGLIO	44.24	3.1	75	40
33	SAN MICHELE	44.26	3.03	170	57
34	SAN PIETRO DI NOVELLA	44.22	3.15	13	32
35	STATALE	44.21	2.59	570	47
36	TIGLIOLO	44.27	3.05	293	55
37	BESTAGNO	43.56	4.27	300	42
38	COLLE S.BARTOLOMEO	44.01	4.3	621	21
39	IMPERIA	43.53	4.26	15	50
40	SAVONA	44.19	3.58	5	36
41	SELLA DI SAVONA	44.21	4.06	473	14
42	ARLIA	44.16	2.2	385	53
43	BOLA DI TRESANA	44.14	2.33	400	47
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)	44.2	2.31	55	34
53	PARANA	44.17	2.36	695	29
54	ROCCHETTA (già Tarassola)	44.2	2.37	426	50

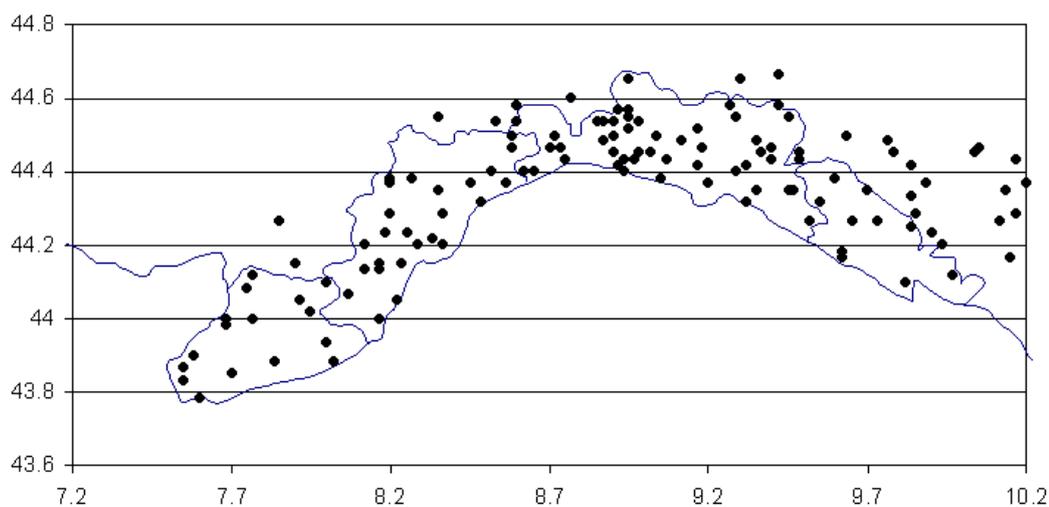
PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
 (ai sensi dell'art.1, comma 1, del D.L. 180/1998 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
bacino: SEGNO

55	SARZANA	44.07	2.29	26	54
56	SERO' DI ZIGNAGO	44.16	2.43	630	46
57	S. MARGHERITA VARA	44.16	2.48	200	39
58	S.S. ANNUNZIATA DI PONTREMOLI	44.22	2.34	215	51
59	TAVARONE	44.19	2.54	603	44
60	VARESE LIGURE	44.23	2.51	347	43
61	COLLA MELOSA	43.59	4.46	1600	21
62	COLLE BELENDIA	43.45	4.45	1350	31
63	ROCCHETTA NERVINA	43.54	4.52	225	32
64	VALLE TANE	44	4.46	1405	30
65	CASTIGLIONE CHIAVARESE	44.16	2.56	300	39
66	CROCETTA D'ORERO	44.32	3.28	460	31
67	GENOVA UNIVERSITA'	44.25	3.32	21	59
68	ISOVERDE	44.32	3.35	270	57
69	MADONNA DELLA GUARDIA	44.29	3.35	814	35
70	MIGNANEGO	44.32	3.33	250	53
71	MONTE CAPELLINO	44.33	3.3	660	33
72	AIROLE	43.52	4.54	103	38
73	CALVO (gia Torri)	43.5	4.54	57	26
74	VENTIMIGLIA	43.47	4.51	9	32
75	ELLERA	44.22	4	75	15
76	CENTRALE ARGENTINA	43.53	4.37	70	36
77	TRIORA	44	4.41	780	27
78	LERCA	44.24	3.48	110	33
79	SCIARBORASCA	44.24	3.5	112	34
80	STELLA S. MARTINO	44.24	3.56	330	29
81	VARAZZE	44.22	3.53	22	37
82	BALESTRINO	44.08	4.17	370	3
83	CARPE	44.09	4.17	400	22
84	VERZI LOANO	44.09	4.13	95	46
85	ISOLA DI PALANZANO C.LE	44.26	2.17	575	46
86	PADULI DIGA	44.21	2.19	1139	33
87	SELVANIZZA C.LE	44.26	2.13	468	40
88	SUCCISO	44.22	2.15	911	13
89	BOSCO DI CORNIGLIO	44.27	2.25	842	49
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

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
bacino: SEGNO

100	CORSAGLIOLA (C.LE MOLLINE)	44.16	4.36	620	45
101	LA VAGNINA 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	44.5	4.42	1310	9
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	5
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

..



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

2.7.3 Determinazione delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica

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

La forma più comune delle LSPP è:

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

con:

$h(d,T)$	altezza di precipitazione massima annuale per durata d e periodo di ritorno T
$a(T)$	coefficiente moltiplicativo dipendente dal periodo di ritorno;
n	esponente della relazione di scala.

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

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

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:

$$h(d,T) = K_T E[H_{12}] \left(\frac{d}{12} \right)^n$$

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

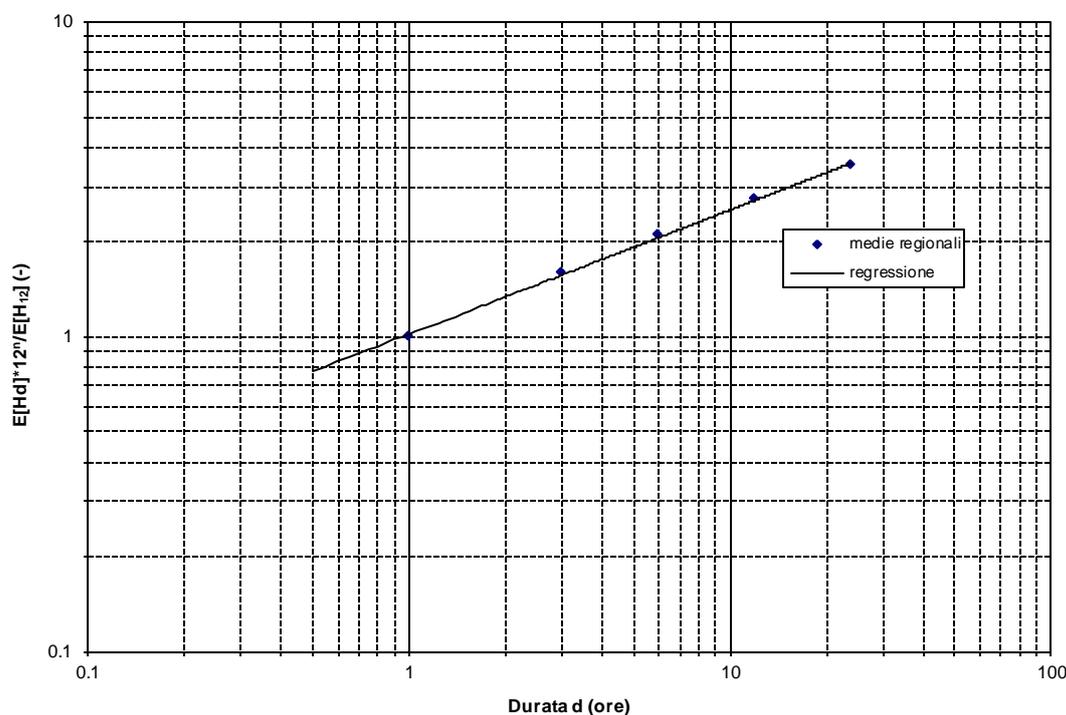
$$E[H_d] = E[H_{12}] \left(\frac{d}{12} \right)^n$$

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.

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
bacino: SEGNO



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

$$E[H_1] = \frac{E[H_{12}]}{12^{0.39}}$$

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 riportati i valori di KT 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 $E[H_1]$, eventualmente ricavati per interpolazione tra i due valori (si omettono, ovviamente, le cifre oltre la prima decimale, non significative);
3. si definisce il valore del periodo di ritorno di interesse e dai valori riportati in *Tabella 2* si ricava il valore K_T ;
4. La LSPP assume quindi la forma:

$$h(d,T) = K_T * E[H_1] * d^{0.39} \quad (1)$$

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
 bacino: SEGNO**

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

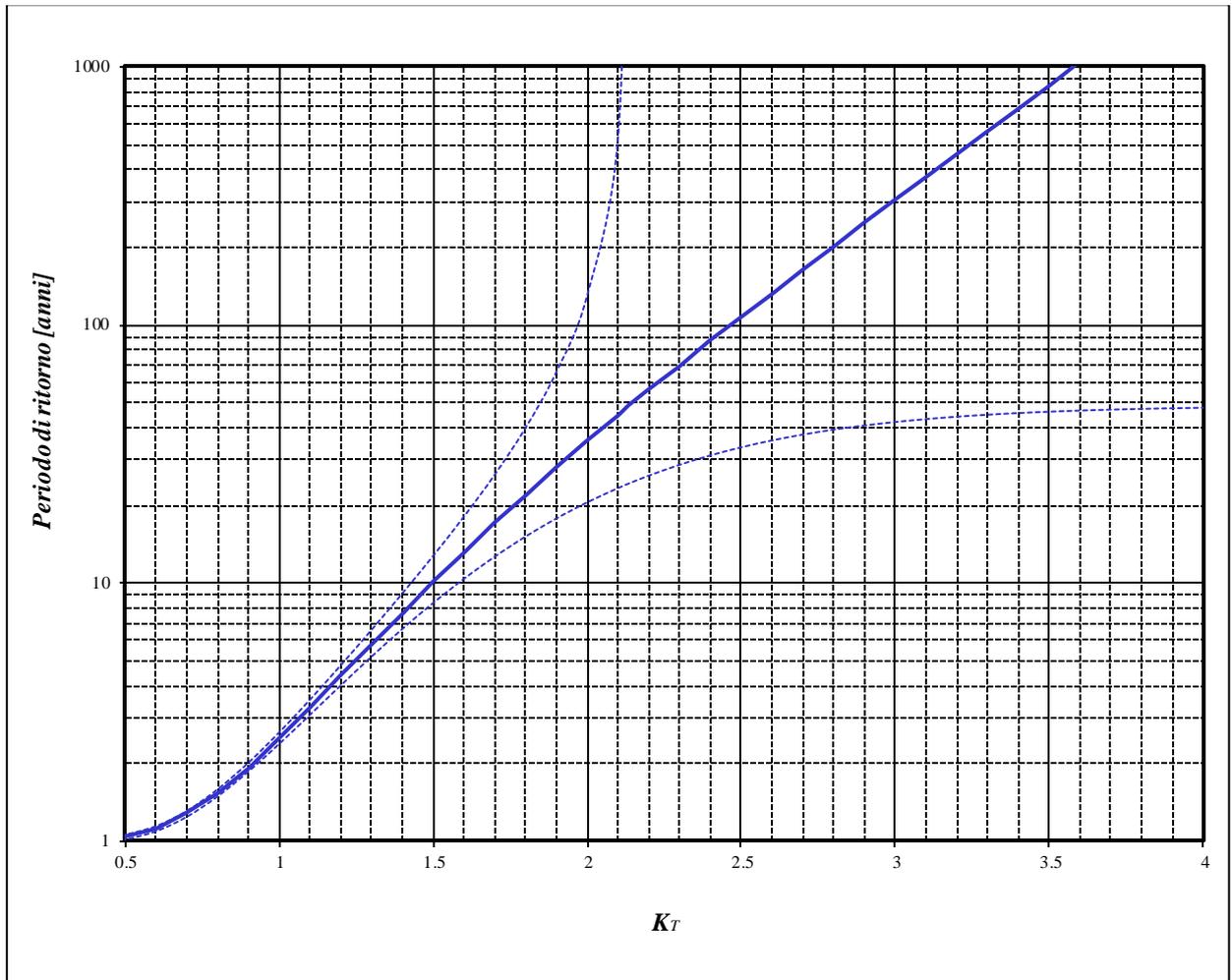
Longitudine		$E[H_1]$
Gradi	primi	mm
8	20	38.5
8	22.5	38.9
8	25	39.2
8	27.5	39.6

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
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 $K_{10}=1.5$.

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
bacino: **SEGNO**



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

2.7.4 Portate di piena

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

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

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

L'unica valutazione di tipo statistico che è associabile ad una tale procedura si fonda sull'assunto che la popolazione di bacini, nella regione per cui la procedura vale, costituisca un insieme climatologicamente omogeneo, cioè tale che le altezze massime annue di pioggia per le diverse durate abbiano la stessa distribuzione di probabilità, nonché la stessa struttura di ragguglio areale, e costituisca altresì un insieme morfologicamente omogeneo, cioè tale che i coefficienti di deflusso che caratterizzano gli eventi estremi dipendano soltanto dalle precipitazioni antecedenti, dall'entità delle altezze di pioggia che caratterizzano l'evento e dall'estensione del bacino. Da studi idrologici recenti emerge con evidenza che tali ipotesi non possono essere ritenute valide nella nostra regione, per cui l'utilizzazione della curva inviluppo nella sua forma attuale deve essere abbandonata come strumento progettuale perché induce condizioni di rischio non omogenee nelle diverse zone della regione e non consente valutazioni del periodo di ritorno associato alla portata di progetto.

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

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

dove:

$$q: \text{contributo unitario} \quad [m^3/s \cdot km^2]$$

$$A: \text{superficie del bacino} \quad [km^2]$$

Per bacini di estensione minore di 2 Km² si applica il massimo contributo unitario pari a 40 [m³/s·km²].

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

Il modello afflussi deflussi, chiamato DRiFt (Discharge River Forecast), utilizzato nello studio "C.I.M.A." è stato sviluppato nell'ambito dell'analisi della risposta idrologica a scala di bacino, incentrata principalmente sulla simulazione e previsione di idrogrammi di piena. La tendenza attuale della modellazione è indirizzata verso modelli sempre più complessi il cui intento è quello di riprodurre con maggiore accuratezza i processi fisici di interesse; spesso però una sofisticata descrizione di tali processi porta a benefici non paragonabili alla complessità dei modelli. D'altra parte bisogna riconoscere che l'eccessiva semplificazione di alcuni metodi tradizionali (formula razionale) e i metodi usualmente utilizzati per la progettazione (curva inviluppo dei contributi unitari delle portate al colmo di piena) non tengono in conto aspetti importanti quali la variabilità

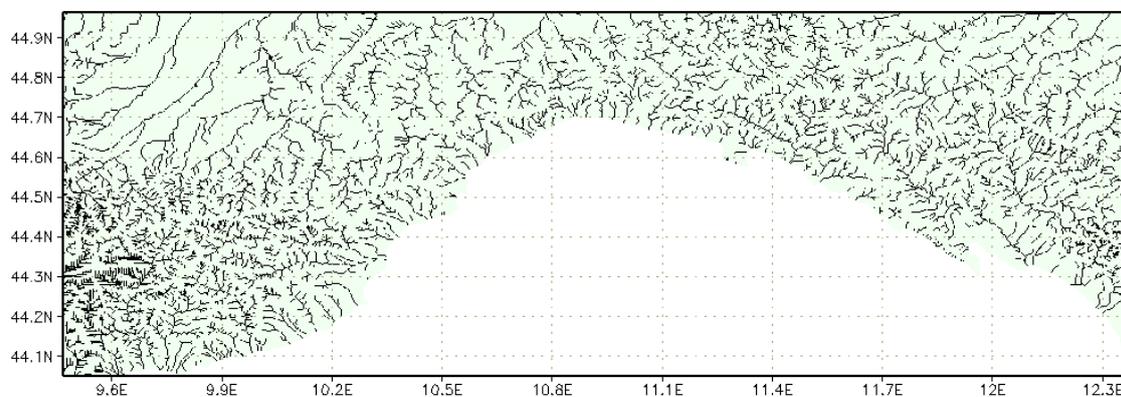
PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'art.1, comma 1, del D.L. 180/1998 convertito in L. 267/1998)
Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio
bacino: SEGNO

spaziale delle piogge, delle caratteristiche del suolo e della struttura topografica del sistema. Il modello si propone come uno strumento di semplice utilizzo, in grado comunque di interpretare le caratteristiche ritenute di principale importanza nella regione ligure, per la modellazione al colmo di piena. Il modello è stato sviluppato dal CIMA per soddisfare alle esigenze di alcuni ambienti naturali quali quello dell'arco alpino-appenninico caratterizzati da particolari strutture drenanti di dimensioni spaziali ridotte, la cui parte montana risulta preponderante nei processi di formazione della piena rispetto a quella con caratteristiche spiccatamente vallive.

Il modello è costituito da tre moduli distinti:

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

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



Individuazione reticoli idrografici della Regione Liguria.

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

Il terzo modulo accetta come ingresso le piogge e i tempi di corrivazione determinati dal secondo modulo e, sfruttando le proprietà dei sistemi lineari, effettua la convoluzione degli idrogrammi istantanei unitari. La pioggia lorda viene trasformata in pioggia efficace attraverso la metodologia proposta dal Soil Conservation Service, attraverso il

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
bacino: SEGNO

parametro sintetico detto Curve Number (CN) in grado di riassumere informazioni quali litologia, urbanizzazione e uso del suolo. Nell'effettuare la convoluzione si hanno alcune differenze fondamentali rispetto al metodo classico dell'IUH in quanto la variabilità temporale della pioggia in ingresso e spaziale delle caratteristiche del terreno conducono ad un idrogramma istantaneo variabile nel tempo anziché ad un idrogramma istantaneo tempo invariante: l'uscita di questo terzo modulo è l'idrogramma di piena nella prefissata sezione di chiusura.

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

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

L'operatività del modello è stata raggiunta dopo una preliminare analisi di sensibilità dei parametri e una successiva calibrazione dei parametri stessi, effettuata valutando il set di parametri che meglio riproduceva i diversi idrogrammi osservati. Il modello è versatile e bene si presta a differenti scopi; effettua la simulazione a scala di evento rappresentando la situazione relativa ad un periodo di tempo limitato da alcune ore a qualche giorno; è inoltre in grado di assumere per ogni evento condizioni di umidità del suolo specifiche da cui iniziare la simulazione.

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

2.7.4.2.1 Piccoli bacini con dimensioni da 2 a 10 Km² (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

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
bacino: SEGNO

d'acqua che sottendano bacini imbriferi di ridotta dimensione areale, indicativamente compresa fra 2 e 10 km²:

- 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*.

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:

$$Q_{2,9} = C_Q \cdot A \cdot (0.25 + 0.27 \cdot A^{1/2})^{-0.48} \quad [m^3 s^{-1}];$$

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

$$Q_T = K_T Q_{2,9} \quad [m^3 s^{-1}];$$

con K_T – fattore di frequenza delle portate – fornito dalla *Tabella 2* e il coefficiente C_Q 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	Bacino Tipo
-------------	-------------

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
bacino: SEGNO

Gradi	primi	A	B	C	D
8	20	7.1	5.93	4.54	3.98
8	22.5	7.19	6	4.59	4.03
8	25	7.28	6.07	4.65	4.08
8	27.5	7.36	6.14	4.7	4.13

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

2.7.4.2.2 Piccoli bacini con dimensioni minori di 2 Km² (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 km², un contributo unitario costante pari a quello ottenuto con riferimento a superfici scolanti aventi area drenata pari a 2 km².

In questo caso il valore di portata è pari a:

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

nella quale A è la superficie drenata espressa in km², $U_{A=2}$ è il contributo unitario per area pari a 2 km², espresso in $m^3 s^{-1} km^{-2}$, e K_T il fattore di frequenza delle portate fornito in Tabella 1. Il coefficiente $U_{A=2}$, espresso in $m^3 s^{-1} km^{-2}$, è fornito, in funzione del tipo di bacino e della sua posizione geografica, della Tabella 2.

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

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

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

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

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

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

PORTATA AL COLMO DI PIENA, quantile 50% Q[m ³ s ⁻¹]	
IDENTIFICAZIONE DELLA SEZIONE	VALORI DI Q [m ³ s ⁻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
bacino: SEGNO**

Torrente	SEZIONE A MONTE DELLA CONFLUENZA CON	AREA DRENATA [Km ²]	Tindice	T=30 anni	T=50 anni	T=100 anni	T=200 anni	T=500 anni	Curva di inviluppo (CATI)
Segno	Mar Tirreno	21	60	180	220	270	320	380	420

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

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

Per la determinazione delle portate al colmo di piena del torrente Segno, anche in caso di aree drenanti inferiori ai 10 Km², non si applica la metodologia “Piccoli Bacini”, ma si utilizza la procedura riportata nella seguente tabella:

$Q=c \cdot A^{0.75}$									
Q=portata al colmo di piena, quantile 50% [m³s⁻¹] A=superficie [Km²]									
IDENTIFICAZIONE DEL TRATTO				VALORI DI C [m ³ s ⁻¹ Km ^{-0.75}]					
Torrente	DALLA SEZIONE A MONTE DELLA CONFLUENZA CON	ALLA SEZIONE A VALLE DELLA CONFLUENZA CON	AREA DRENATA MASSIMA [Km ²]	T _{indice}	=30 anni	=50 anni	=100 anni	=200 anni	=500 anni
Segno	Mar Tirreno	Rio della Botta	21	5.56	16.12 18.6	19.29 22.3	23.62 27.3	27.9 32.2	33.573 8.7

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

2.7.5 Portate di piena di progetto per il bacino Segno (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.

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

Corso d’acqua	Tratto studiato (sezioni idrauliche)	Superficie bacino [Km. ²]	Portata [m ³ s ⁻¹]		
			T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
T.Segno	Dalla foce alla sezione a valle del rio delle Fornaci (sez. 110)	21	220	320	380
T.Segno	Dalla sezione a valle del rio delle Fornaci a monte (sez. 110)	12	145	210	250

Valori delle portate al colmo di piena per il torrente 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
bacino: SEGNO

Corso d'acqua	Tratto studiato (sezioni idrauliche)	Superficie bacino [Km. ²]	Classe bacino	Long. Gradi Sessagesimali	U _A	Portata [m ³ s ⁻¹]		
						T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Rio S.Niccolò	1-6	0.5	C	8°25'	5.79	10	15	18

Valori delle portate al colmo di piena per il Rio S.Niccolò (Piccoli bacini con dimensioni < 2 Km²)

Corso d'acqua	Tratto studiato (sezioni idrauliche)	Superficie bacino [Km. ²]	Classe bacino	Long. Gradi Sessagesimali	U _{A=2}	Portata [m ³ s ⁻¹]		
						T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Rio Terusso	1-20	0,94	C	8°24'	5,79	19	27	33

Valori delle portate al colmo di piena per il Rio Terusso (Piccoli bacini con dimensioni < 2 Km²)

Corso d'acqua	Tratto studiato (sezioni idrauliche)	Superficie bacino [Km. ²]	Classe bacino	Long. Gradi Sessagesimali	C _Q	Portata [m ³ s ⁻¹]		
						T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Rio Bellandi	1-12	2.53	D	8°25'	4.06	43	62	75

Valori delle portate al colmo di piena per il Rio Bellandi o Rio delle Guie (Piccoli bacini con dimensioni da 2 a 10 Km²)

Corso d'acqua	Tratto studiato (sezioni idrauliche)	Superficie bacino [Km. ²]	Classe bacino	Long. Gradi Sessagesimali	U _{A=2}	Portata [m ³ s ⁻¹]		
						T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Rio Sant'Elena	1-10	0,96	D	8°27'5"	5,15	17	25	30

Valori delle portate al colmo di piena per il Rio S.Elena (Piccoli bacini con dimensioni < 2 Km²)

3 PROBLEMATICHE E CRITICITA' DEL BACINO

3.1 Premessa

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

In linea generale, nell'ambito dell'unitarietà del bacino idrografico e dell'interdisciplinarietà tipica della pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89, si dovrebbe aver esaminato tutti i processi fisici che possano causare situazioni di pericolosità, nonché le loro possibili interazioni immediate o a posteriori.

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 compatibile con quanto richiesto dal D.L. 180/98 sulla perimetrazione delle aree a Rischio idrogeologico.

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 di versante. Per tale ragione, oltre che per questioni di scala, si è ritenuto di non produrre una carta di Pericolosità complessiva ma di far riferimento alle due carte citate.

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 perifluviali 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.

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

In realtà la valutazione del reale stato di pericolosità presente sul territorio intesa come la probabilità che un determinato fenomeno si verifichi, non può essere disgiunta dalla determinazione della dinamica evolutiva del fenomeno stesso. Quest'ultimo aspetto non

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
bacino: SEGNO

può essere valutato aprioristicamente, anche attraverso sofisticati modelli di analisi territoriale, poiché dipende strettamente dalla tipologia del fenomeno e dal modello fisico e geotecnico del terreno che è possibile definire solo attraverso specifiche indagini geognostiche ed approfondimenti sul campo.

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

$$\text{Pericolosità} = (\text{suscettività} \times \text{cinematica e dimensione del fenomeno})$$

Ne discende che mentre nelle aree ad elevata Suscettività al dissesto, o più ancora in quelle a molto alta Suscettività, è immediatamente determinabile il grado di rischio associato, nelle aree a bassa Suscettività può risultare errata una sua automatica associazione in quanto il grado di pericolosità territoriale non può prescindere dall'analisi delle condizioni al contorno e dalle caratteristiche delle aree limitrofe del territorio, oltretutto 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 e delle Fasce di inondabilità assieme alle considerazioni sui possibili valori dei tiranti idrici, permette, quindi, la ricostruzione di un quadro d'insieme delle caratteristiche del bacino sotto il profilo idrogeologico a cui deve far riferimento la pianificazione in termini sia normativi sia di linee di intervento a breve e medio-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:

- una rete di misura pluviometrica razionalmente distribuita a scala di ambito e misuratori di portata per i principali corsi d'acqua;
- un sistema di monitoraggio del trasporto solido (sia in sospensione che di fondo) per valutazioni quantitative circa l'effetto dei fenomeni erosivi superficiali e di perdita di suolo, particolarmente incidenti sul bacino ed in relazione anche alle interconnessioni con le criticità idrauliche;
- 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 estrarne compiutamente la pericolosità territoriale e quantificare il grado di rischio;
- approfonditi rilevamenti geologico strutturali per una più accurata definizione delle condizioni giaciture e dello stato di fratturazione della roccia;

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
bacino: SEGNO**

- organizzazione di un piano di previsione della cartografia e delle banche dati che preveda in particolare un periodico aggiornamento della Franosità reale anche attraverso appositi voli a seguito di eventi alluvionali di particolare intensità.

Di seguito sono riportate le analisi e le elaborazioni per la redazione della carta 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. Segno è stata valutata la Suscettività al dissesto dei versanti applicando la metodologia proposta dalla Autorità di Bacino.

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

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

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

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

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

Tab. 3.2.1.1 - Tabella riepilogativa delle variabili considerate

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
bacino: SEGNO

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. Segno.

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

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

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

Litologia

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

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

dove:

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

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

$A'n$ = Aree parziali di primo ordine: area totale di presenza della litologia n [km²]

$A''n$ = Aree parziali di secondo ordine: aree interessate da movimenti franosi in atto o recenti all'interno delle $A'n$. [km²]

A_T = Area totale del bacino [km²]

Si è stabilito di normalizzare a 10 il valore di $\square\square\square$ massimo all'interno del bacino e, conseguentemente, di rapportare a questo valore i pesi ottenuti per le altre litologie.

Relativamente al bacino del torrente Segno i dati ottenuti attraverso l'analisi sopra descritta sono sintetizzati nella sottostante tabella:

<i>Tipo</i>	<i>Area (mq) [A'n]</i>	<i>Area in frana (mq) [A''n]</i>	<i>N° di frane</i>	<i>I.F.</i>
Miloniti	189.000	0		
Filladi	2.589.000	75.660	3	0,74
Porfiroidi	2.272.000	660.430	9	7,40
Quarziti	299.000	0	1	
Dolomie	1.892.000	0		
Scisti Viola	83.000	0		
Scisti Gorra	12.084.000	188.420	5	0,40
Argille Ortovero	926.000	0		
Alluvioni antiche	833.000	0		
Alluvioni rec. att. e spiaggia	2.373.000	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
bacino: SEGNO

Bacino idrografico	23.540.000	924.510	18	
--------------------	------------	---------	----	--

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

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

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

<i>Litologia</i>	<i>Peso litologico</i>
Miloniti	8
Filladi	10
Porfiroidi	10
Quarziti	3
Dolomie	1
Scisti Viola	8
Scisti Gorra	8
Argille Ortovero	2
Alluvioni antiche	0
Alluvioni rec. att. e spiaggia	0

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

Stato della roccia

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

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

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

CARTA GEOMORFOLOGICA - STATO DELLA ROCCIA

<i>Peso</i>	<i>Stato della roccia</i>
0	Roccia in buone condizioni di conservazione e con strutture

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
bacino: SEGNO**

	indifferenti rispetto al pendio
1	Roccia in condizioni di manifesta fessurazione
2	Roccia marcatamente micro e macro-fratturata
3	Roccia fogliettata e fratturata
4	Roccia a bande cataclasate

Coltri

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

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

I pesi attribuiti sono i seguenti:

CARTA GEOMORFOLOGICA - COLTRI - SPESSORE E LITOTIPO DI DERIVAZIONE

<i>Peso</i>	<i>Tipo coltre</i>
2	Coltri potenti derivanti da dolomie
1	Coltri medie derivanti da dolomie
3	Coltri potenti derivanti da quarziti
2	Coltri medie derivanti da quarziti
4	Coltri potenti derivanti da filladi e miloniti
3	Coltri medie derivanti da filladi e miloniti
5	Coltri potenti derivanti da scisti e porfiroidi
4	Coltri medie derivanti da scisti e porfiroidi

CARTA GEOMORFOLOGICA - COLTRI - ORIGINE MORFOLOGICA

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

Acclività

Ai fini dell'attribuzione dei pesi da attribuire all'acclività, le classi sono state accorpate come segue e differenziate a seconda che ci si trovi in zone di roccia affiorante o su coltre.

È stata introdotta l'assegnazione di pesi negativi per le aree meno acclivi, in ragione del fatto che nelle aree con queste caratteristiche di pendenza i dati raccolti consentono ragionevolmente di escludere l'innescio di movimenti di massa.

I pesi attribuiti sono i seguenti:

CARTA DELL'ACCLIVITÀ

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

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
bacino: SEGNO**

7	Acclività > 75% su alluvioni
---	------------------------------

Uso del suolo

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

CARTA DELL'USO SUOLO

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

Elementi aggravanti

Fra i "fattori aggravanti" è stata inclusa la voce "franosità diffusa", che non è inclusa nelle Raccomandazioni cui si è fatto fino ad ora riferimento, in quanto si è ritenuto importante per la finalità del presente lavoro tenere in debito conto le aree interessate da un buon numero di frane di piccolissime dimensioni (non cartografabili). Nel considerare questi fattori ci si è trovati di fronte a variabili di tipo puntuale o lineare; siccome si è ritenuto difficile, se non impossibile, stabilire a priori una fascia standard di influenza di ciascun parametro anche nell'ambito della procedura informatica, i pesi indicati in tabella sono stati assegnati ad una fascia di larghezza e forma variabile a seconda dei casi.

ELEMENTI AGGRAVANTI

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

Carta di sintesi

Il metodo suggerito prevede, attraverso gli incroci dei tematismi precedenti, la derivazione di una carta estremamente frammentata e suddivisa in poligoni, di dimensioni anche molto limitate, ad ognuno dei quali è assegnato un valore numerico

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
bacino: SEGNO

derivante dalla somma dei valori associati alle aree dall'intersezione delle quali essi sono stati generati.

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

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

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

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

CLASSI DI SUSCETTIVITA' AL DISSESTO DEI VERSANTI			
VALORE DI RANGE SOMMATORIA PESI ATTRIBUITA / AREE CON ASSOCIAZIONE DIRETTA CON CLASSE DI SUSCETTIVITÀ	SPECIFICHE	SUSC ETTIVITÀ AL DISSESTO	CLASSE
< 5	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.	MOLTO BASSA	Pg0
5 – 8		BASSA	Pg1
9 – 15		MEDIA	Pg2
> 15	Aree prive al momento di movimenti gravitativi e/o quiescenti sui versanti e lungo i corsi d'acqua in cui sono presenti indicatori indiretti	ALTA	Pg3 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
bacino: SEGNO**

	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.		
Per le seguenti tipologie di aree vi è una associazione diretta alla classe di suscettività:			
Aree di frana Quiescente	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.	ALTA	Pg3 A
Aree in Frana Attiva	Aree interessate da movimenti gravitativi in atto.	MOLTO ALTA	Pg4
Cave e miniere attive - Discariche in esercizio	Aree di cava attiva, miniera attiva e discarica in esercizio sulle quali è vigente una specifica norma di settore.	Aree speciali	tipo A
Ex Cave, ex Miniere	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).		tipo B1
Ex Discariche e riporti antropici.	All'interno delle aree speciali di tipo B ₁ e B ₂ è rappresentata la classificazione di suscettività al dissesto (Pg0, Pg1, Pg2, Pg3A, Pg3B, Pg4) come da legenda.		tipo B2

Tab. 3.2.1.2 – Corrispondenza delle classi di Suscettività con i pesi

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

3.2.2 Eventi alluvionali dell'autunno 2019

Nei mesi di novembre (nei giorni 24-26) 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.

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.

In particolare, nel comune di Vado Ligure si sono verificati tre movimenti franosi che sono stati riportati nella relazione geologica a corredo del progetto per il nuovo svincolo autostradale di Vado Ligure pubblicato sul sito del MITE-VIA nell'ambito del procedimento di Via statale.

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

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
bacino: **SEGNO**

I movimenti franosi sono stati individuati nell'areale circostante la discarica Bossarino.



Fonte documentazione fotografica: RELAZIONE GEOLOGICA del Progetto Nuovo svincolo autostradale di Vado Ligure (committente Autostrada dei Fiori S.p.A)

3.3 Problematiche di tipo idraulico

3.3.1 Aree storicamente inondate

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

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

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

3.3.2 Verifiche idrauliche

3.3.2.1 Individuazione dei tratti di studio

I tratti indagati nel seguente studio sono i seguenti:

Corso d'acqua	Sezioni	Descrizione del tratto
T. Segno	94 - 27	Da loc. Segno a Loc. Bossarino (gennaio 2005)
T. Segno	27 - 1	Da località Bossarino alla foce (marzo 2001)
Rio S.Niccolò	1 - 7	Tratto focivo (settembre 2003)
Rio Terusso	1 - 20	Dal viadotto autostradale alla confluenza con il Torrente Segno nell'abitato della Valle di Vado (marzo 2006)
Rio Bellandi (Rio delle Guie)	1 - 12	dal ponte ad arco in località C.Ronco alla confluenza con il Torrente Segno nell'abitato di Sant'Ermete (marzo 2006)
Rio S.Elena (Rio Valgelata)	1-10	Tratto terminale per circa 350 m (tratto con verifiche idrauliche 2015, oltre a tratto indagato con considerazioni morfologiche)

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

3.3.2.2 Metodologia di calcolo

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

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

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

dove:

Q = portata liquida	[m ³ /s]
A = area della sezione liquida	[m ²]
H = carico totale della corrente	[m]
j = perdite distribuite	[m/m]
g = accelerazione di gravità	[m/s 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
bacino: SEGNO**

x = ascissa corrente [m]
t = tempo [s]

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

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

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

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

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

dove:

U = velocità media della corrente = Q/A [m/s]
R = raggio idraulico della corrente [m]
n = coefficiente di Manning [m^{-1/3}s]

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

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

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

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

3.3.2.3 Schematizzazione di calcolo

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

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

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
bacino: SEGNO

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

I programmi utilizzati nella modellazione idraulica sono:

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

$$S = \frac{1}{2} \gamma \cdot Y \cdot A + \gamma \cdot \frac{Q^2}{g \cdot A}$$

dove:

γ = 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 vengono risolte con condizioni al contorno invarianti nel tempo.

- *Parametri di scabrezza*

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

Corso d'acqua	Sezioni	Descrizione del tratto	Coefficiente di scabrezza	Programma di modellazione
---------------	---------	------------------------	---------------------------	---------------------------

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
bacino: SEGNO

			$K_s [m^{1/3} s]$	idraulica utilizzato
T. Segno	1 - 27	Da località Bossarino alla foce (marzo 2001)	35	HEC RAS
T. Segno	27 - 94	Da loc. Segno a Loc. Bossarino (gennaio 2005)	35	HEC RAS
Rio S.Niccolò	1 - 7	Tratto focivo (settembre 2003)	40	MIKE 11
Rio Terusso	1 - 20	Dal viadotto autostradale alla confluenza con il T. Segno nell'abitato della Valle di Vado (marzo 2006)	30	HEC RAS
Rio Bellandi (Rio delle Guie)	1 - 12	Dal ponte ad arco in località C.Ronco alla confluenza con il T. Segno nell'abitato di Sant'Ermete (marzo 2006)	30	HEC RAS
Rio S.Elena (Rio Valgelata)	1-10	Tratto terminale per circa 350 m	30	HEC RAS

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

- *Condizioni al contorno*

T. Segno loc. Segno e loc. Valle di Vado:

- *a monte*: la condizione di monte è stata posta pari alla profondità critica;
- *a valle*: livello del pelo libero desunto dallo studio idraulico del piano di bacino. Si sono utilizzati i livelli relativi alla sezione 27 del suddetto studio relativamente ai tre tempi di ritorno presi in considerazione.

T.Segno loc. Pianetti - Foce:

Le condizioni al contorno utilizzate per la modellazione sono fornite dall'esistenza di un ponte a monte del tratto (Via Bertola) ed uno a valle (Passerella pedonale ESSO) che funzionano da sezioni di controllo e per le quali è stata quindi assunta una quota del profilo pari a quella critica per la sezione.

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

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

Rio S.Niccolò:

- *a monte*: idrogramma di piena a portata costante per assegnato tempo di ritorno;
- *a valle*: scala di deflusso in moto uniforme.

Rio Terusso:

- *a monte*: è stata adottata la profondità critica della corrente;
- *a valle*: poiché il Rio Terruso si immette nel Torrente Segno, sono stati imposti i livelli risultanti dal tirante idrico della sezione 37.6 del T.Segno. Tali dati sono stati

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
bacino: SEGNO**

desunti dallo studio idraulico del Piano di Bacino Stralcio del Bacino del Torrente Segno approvato con DCP n 47 del 25/11/2003 e aggiornato con DGP n 46 del 2007. Sono stati imposti i valori del tirante idrico e non del livello idrico, in quanto si sono riscontrate differenze della quota fondo alveo in corrispondenza della confluenza tra i rilievi dei due corsi d'acqua.

Rio Bellandi (o Rio delle Guie):

- *a monte*: è stata adottata la profondità critica della corrente;
- *a valle*: poiché il Rio Bellandi si immette nel Torrente Segno, sono stati imposti i livelli risultanti dal tirante idrico in corrispondenza della sezione 54 del T.Segno. Tali dati sono stati desunti dallo studio idraulico del Piano di Bacino Stralcio del Bacino del Torrente Segno approvato con DCP n 47 del 25/11/2003. Sono stati imposti i valori del tirante idrico e non del livello idrico, in quanto si sono riscontrate differenze della quota fondo alveo in corrispondenza della confluenza tra i rilievi dei due corsi d'acqua.

Rio S.Elena (rio Valgelata):

- *a monte*: livello di profondità critica;
- *a valle*: livello noto pari a 1 m s.l.m.m. nella sezione di valle, che tiene conto di un innalzamento del livello medio mare osservabile frequentemente in concomitanza di eventi alluvionali correlati ad importanti fenomeni perturbativi.

3.3.2.4 Profili di moto permanente

Dalle elaborazioni effettuate si possono desumere alcune brevi considerazioni qui di seguito riportate:

- T. Segno: Tratto terminale – T=50 anni

L'asta terminale del T.Segno risulta sempre insufficiente a smaltire la portata avente periodo di ritorno pari a 50 anni e pari a $220 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. In particolare tutta la sponda sinistra, dalla sezione 27 alla foce, è interessata dall'esonazione della 50-le, mentre in sponda destra il fenomeno si presenta a partire dalla sezione 13.

La conseguenza di tali considerazioni è che la portata massima smaltibile dall'alveo del T. Segno ha periodo di ritorno inferiore a 50 anni, come del resto già rilevato da Rosso et al. nel lavoro citato (in tale lavoro si individuava quale portata critica la portata di $164 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ per un periodo di ritorno pari a 20 anni).

- T. Segno: Tratto terminale – T=200 anni

Tale simulazione è relativa all'asta terminale del T. Segno, sottoposta all'evento avente periodo di ritorno pari a 200 anni, per una portata pari a $320 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Dall'esame delle tavole si nota come la portata duecentennale provoca superamento degli argini praticamente su tutto il tratto considerato, nonché scavalco dei ponti.

In particolare gli attraversamenti generano profili di corrente lenta verso monte che sommergono gli argini.

- T. Segno: Tratto terminale – T=500 anni

Tale simulazione è relativa all'asta terminale del T. Segno sottoposta all'evento avente periodo di ritorno pari a 500 anni, per una portata pari a $380 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Il profilo generato

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
bacino: SEGNO

dalla corrente cinquecentennale non differisce qualitativamente da quello generato dalla corrente duecentennale, salvo presentare tiranti idrici superiori.

Il profilo è imposto dall'attraversamento di sezione 2, che genera un rigurgito verso monte che sommerge via via gli altri attraversamenti verso monte, senza che la corrente veloce da monte abbia energia sufficiente a consentire il deflusso supercritico.

I tiranti idrici sono decisamente importanti per tutto il tratto considerato.

- T. Segno: da loc. Bossarino a loc. Segno

L'evento avente periodo di ritorno pari a 50 anni del tratto mediano e montano del T. Segno è stato simulato per una portata pari a $220 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ nel primo tratto in loc. Valle di Vado, una portata pari a $145 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ in località S. Ermete e pari a $105 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ nel tratto più a monte, in frazione Segno. La sezione d'alveo risulta essere sufficiente a smaltire la portata 50-le praticamente in tutto il tratto indagato ad esclusione di alcuni fenomeni esondativi localizzati dovuti alla presenza di attraversamenti critici e di un tratto il loc. S. Ermete (sezz. 48-56) in cui si determinano esondazioni soprattutto in sponda sinistra che si propagano anche verso valle.

L'evento avente periodo di ritorno pari a 200 anni, è stato simulato per una portata pari a $320 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ nel primo tratto in loc. Valle di Vado, una portata pari a $210 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ in località S. Ermete e pari a $150 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ nel tratto più a monte, in frazione Segno. In tutto il tratto della Valle di Vado ed in loc. S. Ermete fino alla confluenza con il Rio Giuè (sezz. 27-56), il profilo è disturbato dalla presenza degli attraversamenti che generano rigurgiti sommergendo via via gli altri attraversamenti verso monte, senza che la corrente veloce da monte abbia energia sufficiente a consentire il deflusso supercritico. Nel tratto più a monte la sezione d'alveo risulta essere sufficiente a smaltire la portata 200-le praticamente in tutto il tratto indagato ad esclusione di alcuni fenomeni esondativi localizzati dovuti alla presenza di attraversamenti critici.

Il profilo generato dalla corrente cinquecentennale è stato simulato per una portata pari a $380 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ nel primo tratto in loc. Valle di Vado, una portata pari a $250 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ in località S. Ermete e pari a $180 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ nel tratto più a monte, in frazione Segno. Il profilo 500-le non differisce qualitativamente da quello generato dalla corrente duecentennale, salvo presentare tiranti idrici superiori.

Rio S. Niccolò: tratto focivo a Porto Vado

Nel caso specifico si evidenzia come alcune aree sono state considerate inondabili dall'evento duecentennale a causa della mancanza del franco di sicurezza in corrispondenza dell'imbocco delle coperture (Sezz. 2 e 4)

Inoltre in corrispondenza della sezione di imbocco della copertura della S.S. Aurelia, la quota dell'intradosso non è adeguata al deflusso della piena duecentennale.

Rio Terusso in località Valle di Vado:

I profili di moto permanente relativi ai tre tempi di ritorno hanno andamenti molto simili seppur con livelli idrici diversi.

Il profilo idraulico presenta passaggi in corrente veloce nei tratti tra le sezz. 18 e 12 determinati dall'esistenza di numerosi salti di fondo ubicati sotto il viadotto autostradale e da alcuni restringimenti di sezione dell'alveo e nel tratto subito a monte del ponte di Via Piave (sez 1-2) determinato dalla presenza di una briglia.

Si osserva un'insufficienza di tutti gli attraversamenti, che risultano essere sormontati e determinano un rigurgito già alla portata cinquantennale generando esondazioni nelle aree perifluviali.

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
bacino: SEGNO**

Il ponte di Via Piave (sez 1-2) consente il deflusso della portata cinquantennale ma non risulta avere adeguato franco di sicurezza previsto dalla Normativa di Piano.

Per ulteriori dettagli a proposito delle criticità idrauliche si invita il lettore alla visione dell'Allegato "Verifiche idrauliche" contenente profili di rigurgito in moto permanente per i diversi periodi di ritorno e le sezioni trasversali utilizzate per le elaborazioni.

Rio Bellandi (o Rio delle Guie) in località Sant'Ermete:

I profili di moto permanente relativi ai tre tempi di ritorno hanno andamenti molto simili seppur con livelli idrici diversi.

Dalle elaborazioni effettuate si evince che in tutto il tratto a monte della tombinatura dell'abitato di Sant'Ermete (dalla sez 3 alla sez 12), le sezioni d'alveo risultano essere sufficienti a smaltire le portate di progetto (50,200 e 500 anni), ad esclusione di alcuni limitati fenomeni esondativi che interessano comunque aree boscate marginali al corso d'acqua non abitate e difficilmente insediabili.

La tombinatura (sezz 1-3) è invece insufficiente allo smaltimento della Portata con tempo di ritorno 50ennale.

Il suddetto manufatto è infatti posizionato alla confluenza con il Torrente Segno, per cui i livelli di corrente del Rio Bellandi sono condizionati da quelli del Torrente Segno che nel tratto d'interesse risultano sormontare la quota di sbocco della tombinatura.

Il profilo generato risulta essere di corrente lenta e il rigurgito provocato dall'insufficienza della tombinatura si esaurisce a monte della sezione 4, dove si ha il passaggio per la profondità critica.

Rio S.Elena (o Rio Valgelata)

La modellazione matematico-idraulica del deflusso rio S. Elena risulta piuttosto complessa, in quanto si tratta di un rio quasi completamente tombinato, e con la presenza di un by-pass già realizzato alcuni anni addietro. La modellazione idraulica relativa allo stato attuale del rio Sant'Elena finalizzata al tracciamento delle fasce di inondabilità ha interessato la porzione di alveo compresa tra la foce ed il pozzetto posto in Via Trieste, per una lunghezza totale di circa 330 m.

Tale modellazione idraulica è stata eseguita con ipotesi semplificative, ma è comunque rappresentativa dell'insufficienza dell'alveo allo smaltimento delle portate di piena.

I risultati dell'analisi idraulica hanno evidenziato, infatti, la totale ed assoluta insufficienza sia dei tratti tombinati che dei tratti a cielo aperto, che risultano fortemente sottodimensionati per lo smaltimento delle portate di progetto. La presenza di varie strutture di attraversamento e di sottoservizi riduce ulteriormente le sezioni di deflusso già di per sé insufficienti. I livelli idrici e del carico totale sormontano ovunque le quote del piano viabile.

Sulla base dell'analisi dei risultati delle modellazioni di cui sopra, che indicano livelli di piena molto elevati già nelle sezioni di inizio della modellazione, e sulla base di sopralluoghi nelle aree a monte, si è ritenuto non necessario approfondire ulteriormente la modellazione matematico-numerica, utilizzando criteri di tipo morfologico per la perimetrazione delle fasce di inondabilità anche nelle aree a monte.

3.3.2.5 Analisi della capacità di smaltimento delle opere in alveo

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

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
bacino: SEGNO

Al fine di individuare eventuali criticità localizzate e di determinare se siano causa di condizioni di rischio, è stata esaminata in dettaglio la capacità di smaltimento delle opere in alveo, determinandone la portata massima transitante senza esondazioni. Nella tabella seguente vengono riportati per le opere idrauliche (attraversamenti con e senza pile in alveo, tombinature), identificate dal numero della sezione, il minor tempo di ritorno per cui l'opera non risulta verificata.

Torrente Segno		
N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
90.5	Passerella pedonale	T < 50
83.5	Attraversamento con una pila in alveo	T < 50
81.5	Ponte località Rian	T < 50
77.5	Ponte dell'Isola	T > 500
75.5	Passerella ad arco	T < 200
71.5	Ponte con una pila in alveo	T < 500
66.5	Ponte carrabile	T > 500
64.5	Passerella pedonale	T < 500
61.5	Passerella pedonale	T < 50
59.5	Attraversamento senza pile in alveo	T > 500
54.5	Ponte a doppio arco	T < 50
51.5	Ponte ad arco	T < 50
49.5	Attraversamento in prossimità del viadotto autostradale	T < 50
45.5	Ponte senza pile	T < 50
43.5	Ponte carrabile con una pila in alveo	T < 50
40.5	Attraversamento carrabile	T < 50
37.5	Ponte con una pila in alveo	T < 200
35.5	Ponte pedonale con due pile in alveo	T < 200
32.5	Ponte carrabile loc. Valle di Vado	T < 50
30.5	Attraversamento ferroviario	T > 500

Tabella 3.3.2.5.3: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo per il T. Segno nel tratto da località Bossarino a loc. Segno (giugno 2002)

Torrente Segno		
N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
26	Ponte di Via Bertola	T < 200
20	Ponte Italiana Coke	T < 50
13	Ponte carrabile	T < 200
10	Attraversamento ferroviario	T < 50
9	Attraversamento di Via Palestro	T < 50
4	Ponte dell'Aurelia	T < 50
2	Passerella ex attraversamento ferroviario	T < 50
1	Passerella ESSO	T > 500

Tabella 3.3.2.5.4: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo per il T. Segno nel tratto da località Bossarino alla foce (marzo 2001)

Rio S.Niccolò		
N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
2	Primo tratto tombinato	T < 200
4	Secondo tratto tombinato	T < 200
6	Terzo tratto tombinato	T < 200

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
bacino: SEGNO

Tabella 3.3.2.5.5: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo per il Rio S. Niccolò (settembre 2003)

Rio Terusso		
N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
Tratto 1 - 2	Attraversamento di Via Piave	T<50
Tratto 6 - 7	Ponte di Via Pietro Sacco	T<50
10	Passerella precaria	T<50
14	Passerella precaria	T<50
20	Ponticello carrabile	T<50

Tabella 3.3.2.5.6: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo per il Rio Terruso nel tratto indagato (marzo 2006).

Rio Bellandi (Rio delle Guie)		
N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
12	Ponte ad arco senza pile in alveo	T > 500
6	Passerella pedonale precaria in legno	T > 500
Tratto 1-3	Tombinatura a sezione circolare	T < 50

Tabella 3.3.2.5.7: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo per il Rio Bellandi nel tratto indagato (marzo 2006).

3.3.3 Fasce di inondabilità

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

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

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

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

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

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

- Fascia A, aree perfluviali inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno $T=50$ anni.

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
bacino: SEGNO**

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

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

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

Sono state inoltre recepite le aree oggetto di inondazione nei recenti eventi alluvionali, con riferimento in particolare agli eventi dell'autunno 2014, perimetrare con DGR 59/2015, classificandole, laddove non adeguatamente studiate con verifiche idrauliche, come fasce c.d. A*.

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.

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.

La sua determinazione è stata determinata per il tratto focivo del corso d'acqua sulla base delle previsioni contenute nel Progetto Definitivo per la *Sistemazione del tratto terminale dell'asta del Torrente Segno finalizzata alla mitigazione del rischio idraulico* (2015), predisposto dall'Autorità Portuale di Savona, in attuazione dell'Accordo di Programma con il Comune di Vado Ligure.

Per il resto del territorio indagato non è effettuabile allo stato attuale delle conoscenze tecniche e programmatiche e sarà effettuata in fasi successive sulla base di approfondimenti in sede di aggiornamento di Piano o in fase progettuale.

3.4 Principali criticità del bacino

3.4.1 Suscettività al dissesto dei versanti

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

Le aree ad alta Suscettività sono localizzate in corrispondenza dei grandi paleoaccumuli che caratterizzano l'ampia testata del bacino, quali le località Cunio, Contrada, Sarvaia, Campogiacone e derivano dalla diffusa presenza di coltri potenti su un substrato con scadenti caratteristiche geomeccaniche e solchi in erosione lineare e spondale particolarmente manifesta. La classificazione di tali aree trova conferma nella presenza al loro interno di alcune isole definite come aree a Suscettività molto

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
bacino: SEGNO

alta, costituite da frane attive dovute alla recente rimobilizzazione di settori dei paleoaccumuli a seguito dell'evento alluvionale dell'autunno 2000.

Si tratta di aree estremamente critiche, in cui si hanno problematiche particolari dal punto di vista idrogeologico, e che richiedono specifiche precauzioni in fase di intervento.

I paleoaccumuli più in quota si sviluppano su versanti "vergini", per nulla antropizzati, mentre quelli alle quote inferiori interessano aree su cui sono presenti edifici e terreni utilizzati a scopi agricoli. All'intorno di queste aree si sviluppano ampie fasce di territorio in cui la Suscettività al dissesto è stata identificata come media; si tratta di coltri medie e potenti con caratteristiche geotecniche scadenti in corrispondenza di versanti mediamente acclivi, su un substrato estremamente fratturato ed alterato e dotato di caratteristiche geomeccaniche scadenti, con ulteriori problematiche legate al disordine idrogeologico dei deflussi superficiali connessi anche con il parziale abbandono dell'uso del suolo.

Un'altra evidenza che emerge dall'osservazione d'insieme della carta della Suscettività al Dissesto, passando alla porzione mediana ed inferiore della valle, è la differenza fra la sponda orografica sinistra e la destra: la prima presenta valori bassi prevalenti di Suscettività, mentre nella seconda, avvicinandoci verso il mare, prevale la classe media. Tale diversità ben si accorda alla realtà territoriale, infatti le acclività sono in media superiori sul versante destro che, oltretutto, si presenta diffusamente brullo e con roccia frequentemente affiorante. Non a caso si possono osservare numerosi dissesti sia di dimensioni puntuali che maggiormente consistenti. In tale porzione di territorio gioca un ruolo importante anche la presenza del substrato filladico e milonitico.

Sono pertanto da considerarsi zone di criticità media i sottobacini del Rio Calcinara, del Rio Valgelata, del Rio Cappella e del Rio San Nicolò, dove si registrano fenomeni di erosione diffusa e concentrata a spese del substrato o di coltri con forme di erosione al piede e possibili implicazioni sul trasporto solido del corso d'acqua, particolarmente importanti per la presenza dei numerosi tombinamenti di tutti i tratti terminali dei rii.

Nella parte bassa del bacino, in margine al fondovalle, si identificano aree a criticità media classificate come tali in quanto portano con sé le conseguenze degli interventi che vi sono stati realizzati in adiacenza, soprattutto dove sono stati operati sbancamenti accentuati; particolarmente evidente è questa caratteristica in corrispondenza di loc. Valle di Vado, in margine agli insediamenti artigianali, lungo le scarpate adiacenti alla sede autostradale ed in alcune zone in un intorno di loc. Bossarino.

Sono inoltre stati classificati a Suscettività media alcuni tratti del Torrente Segno, ed in particolare quelli corrispondenti al tratto meandriforme, in quanto lo stesso esercita una marcata erosione spondale con conseguente richiamo di materiale sciolto dalle zone di piede del versante o mobilizzazione delle alluvioni recenti terrazzate.

Le numerose cave, discariche e riporti presenti nel bacino sono stati classificati nella classe speciale; pur essendo tutti localizzati in adiacenza ad aree caratterizzate da Suscettività bassa, va sottolineato che esse rappresentano elementi di debolezza e, nello specifico delle cave e delle discariche, particolare importanza va attribuita alla gestione e alla coltivazione.

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

3.4.2 Fasce di inondabilità

L'analisi delle carte di pericolosità redatte porta in primo luogo a riconoscere eventuali caratteri comuni all'interno delle criticità.

Per la valutazione delle aree inondabili associate alle portate di piena con tempi di ritorno $T=50$, $T=200$ e $T=500$ anni, sono stati stimati, a partire dai rispettivi profili di rigurgito, i volumi d'acqua che non trovano più recapito in alveo, e che quindi vanno ad inondare le zone circostanti.

La propagazione dell'inondazione è stata quindi effettuata considerando l'orografia del terreno circostante (metodo topologico) cercando di rispettare comunque l'equazione di continuità sui volumi.

- T.Segno a Vado Ligure

Dalle elaborazioni effettuate vengono classificate come inondabili con $T < 50$ anni le zone in sponda sinistra alla foce del T. Segno ma anche tutti gli attraversamenti del tratto focivo e parte della sponda destra. Per quanto riguarda la zona costiera risulta inondabile anche la zona fociva Rio Valgera (o Valgelata), in corrispondenza della via Aurelia.

Le inondazioni del T. Segno inducono aree inondabili con minor probabilità ($50 < T < 200$) verso la zona dei giardini pubblici e con probabilità ancora minore ($200 < T < 500$) verso il T. Quiliano e la zona a sud della foce.

- T.Segno nella Valle di Vado

La fascia B in sponda destra tra la sez.33 e la sez 37 del Torrente Segno, è stata ripermetrata in fascia C, su istanza di ripermetrazione richiesta dal Comune di Vado Ligure e approvata con DGP n.46 del 10/04/07.

Le aree inondabili in sponda destra, in corrispondenza della confluenza con il Rio Terruso, che erano state dichiarate esondabili con periodo di ritorno pari a 50 anni dalla Regione Liguria, sono state ridefinite grazie ad uno studio idraulico sul Rio Terruso svolto dalla Provincia di Savona, Settore Difesa del Suolo e Tutela Ambientale.

- T.Segno a S. Ermete

Vengono confermate, dal punto di vista qualitativo, le aree inondabili dichiarate dalla Regione, ma tali aree sono ridotte in estensione, in località S. Ermete (Rio delle Guie) per quanto riguarda la sponda sinistra ed incrementate per quanto riguarda la sponda destra. Tale configurazione viene sostanzialmente confermata anche in seguito alla revisione dei valori di portata sul T. Segno, eccetto alcune modifiche alle fasce di inondabilità dovute principalmente alla morfologia del territorio riscontrata durante il sopralluogo.

La probabilità di accadimento assegnata a tali aree, dalle considerazioni esposte nel corso della presente relazione, è relativa ad un periodo di ritorno pari a 50 anni.

- T.Segno in Loc. Ritano

Il tratto all'altezza di loc. Ritano è stato oggetto di uno studio di maggior dettaglio attraverso l'inserimento di un maggior numero di sezioni. A seguito della revisione dei valori di portata sul T. Segno si osserva una diminuzione delle criticità, sebbene ne rimangano alcune puntuali principalmente dovute all'insufficienza allo smaltimento della portata cinquantennale da parte di alcune passerelle pedonali.

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
bacino: SEGNO

- T. Segno in Loc. Segno

A seguito della revisione dei valori di portata sul T. Segno si osserva anche in questa zona una generale diminuzione delle criticità e di conseguenza dell'estensione delle fasce di inondabilità. Rimangono comunque criticità puntuali associate a un periodo di ritorno cinquantennale dovute all'insufficienza di alcuni attraversamenti.

- Rio S.Niccolò:

Le zone che evidenziano le maggiori criticità sono quelle comprese tra le sezz.2-3 e tra le sezz. 4-6 dove si riscontrano aree inondabili per tempo di ritorno duecentennale in particolare in sponda sinistra. Su tutta l'area compresa tra le sezz. 2-6 si riscontra una diffusa esondazione per tempo di ritorno cinquecentennale.

- Rio Terruso:

L'insufficienza del ponticello carrabile (sez 20) già alla portata cinquantennale causa un'esondazione che interessa la sede stradale e il piazzale ubicato in sponda sinistra e destra e alcuni terreni in sponda destra.



Ponte carrabile alla sezione 20

Proseguendo verso valle, in prossimità della sezione 14 si rileva una ridotta esondazione in sponda destra delle tre portate di riferimento, determinata dalla presenza di una passerella precaria in legno e da un abbassamento delle sponde naturali del Rio.



Tratto a monte della sezione 13

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
bacino: SEGNO**

In prossimità della sezione 12, a causa di discontinuità e di alcuni varchi arginali, si evidenzia la fuoriuscita delle tre portate di riferimento su entrambe le sponde, con volumi via via maggiori dalla cinquantennale alla cinquecentennale; la fascia A interessa una piccola porzione di terreno adiacente al corso d'acqua in entrambe le sponde, la fascia B si estende nei terreni limitrofi, seguendo la morfologia del terreno, in entrambe le sponde, mentre la fascia C risulta interessare solo la sponda sinistra.

L'insufficienza del ponte di Via Pietro Sacco (sezz 6-7) a partire dalla portata cinquantennale determina esondazione che interessa la sede stradale di Via Pietro Sacco, alcune abitazioni e giardini privati, la fascia B si estende nelle aree limitrofe al rio in sponda destra, seguendo la morfologia del terreno, sino a raggiungere Via Piave ed interessando numerosi edifici. La fascia C invece risulta interessare i terreni ubicati in sponda sinistra.



Ponte di Via Pietro Sacco, sezione di valle (sez 6) e sezione di monte (sez 7)



Attraversamento di Via Piave alla confluenza con il T.Segno, con sezione di valle rettilinea (sez 1.2) e sezione a monte ad arco (sez 2)

- Rio Bellandi (Rio delle Guie)

L'insufficienza della tombinatura (sezz 1-3) a tutte le portate di progetto causa un esondazione che si propaga dall'imbocco della suddetta tombinatura e seguendo la morfologia del terreno va ad interessare la sede stradale posta in sponda sinistra del Torrente Segno (50ennale) e alcuni edifici a margine della strada (200ennale). La fascia A e la Fascia B interessano anche il piazzale sterrato ubicato in prossimità della tombinatura.

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
bacino: SEGNO**



*Sez. 1: confluenza del Rio Bellandi
con il Torrente Segno nell'abitato di Sant'Ermete*



Dalla Sez. 3 (imbocco tombinatura) verso monte

- Rio S.Elena (Rio Valgelata)

L'insufficienza del tratto terminale per tutte le portate di progetto causa un esondazione che ha origine dal pozzetto sito in via Trieste e si propaga seguendo la morfologia del terreno, interessando ampie zone limitrofe al corso d'acqua.

L'area inondabile, come riportata nella cartografia di Piano, è stata individuata sulla base dello stato dei luoghi, tenendo conto anche della notevole insufficienza nelle sezioni iniziali del tratto e dei relativi livelli molto elevati, desunti dalla modellazione idraulica del rio, nonché di rilievi topografici di dettaglio delle zone interessate.

Le aree inondabili a monte del tratto indagato idraulicamente, in particolare, sono state estese con criteri morfologici e topografici, laddove le sezioni risultano ancora palesemente insufficienti e i profili di corrente ipotizzati portano comunque ad estensioni significative delle aree già 50-ennali.

A fini di applicazione normativa, tutto il tratto corrispondente alla perimetrazione delle fasce di inondabilità è da considerarsi "indagato".

Tenuto conto, inoltre, della perimetrazione delle aree interessate dall'evento alluvionale 2014 ex DGR 59/2015, tali aree sono state recepite e classificate come aree A*, laddove siano più esterne delle fasce A individuate. 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.

3.5 Considerazioni sul trasporto solido

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
bacino: SEGNO**

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.

4 RISCHIO IDROGEOLOGICO

4.1 Premessa

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

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

dove:

- P: pericolosità, intesa come la probabilità che si realizzino le condizioni di accadimento dell'evento calamitoso;
- E: valore degli elementi a rischio, intesi come persone e beni;
- V: vulnerabilità, intesa come la capacità degli elementi a rischio a resistere all'evento in considerazione.

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

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

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

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

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

Nei termini più ampi di gestione integrata del territorio si devono prevedere interventi che, oltre ad essere finalizzati alla mitigazione del rischio esistente, mirino comunque al

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
bacino: SEGNO

riequilibrio del bacino nella sua unitarietà, così come previsto nelle dichiarazioni fondative della L. 183/89.

Si noti, infine, che la carta del Rischio non sostituisce le mappature del rischio dei Piani di protezione civile, pur costituendone un supporto essenziale, in quanto non è stata elaborata ad una scala di sufficiente dettaglio, soprattutto per quanto riguarda la classificazione degli Elementi a rischio. Ai Piani di protezione civile a livello comunale spetta naturalmente il compito di individuare e dettagliare i singoli elementi presenti in relazione alle loro funzioni, alla loro destinazione d'uso e alla loro specifica vulnerabilità, e soprattutto di individuare le opportune misure (non strutturali) di prevenzione e mitigazione del rischio per le diverse aree. A titolo di esempio, nel caso in esame, lungo l'asta principale si trovano varie abitazioni e viabilità prospicienti l'alveo (come già segnalato anche nel capitolo relativo alle Criticità del bacino): i Piani di protezione civile dovranno stabilire nel dettaglio e mettere in atto tutti gli accorgimenti (informazione, sistemi di allerta, piani di evacuazione, ecc.) per la salvaguardia dei residenti.

4.2 Determinazione del rischio idrogeologico

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

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

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

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

- E_0 : aree disabitate o improduttive;
- E_1 : edifici isolati, zone agricole;
- E_2 : nuclei urbani, insediamenti industriali e commerciali minori infrastrutture minori;
- E_3 : centri urbani, grandi insediamenti industriali e commerciali, principali infrastrutture e servizi.

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

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

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
bacino: SEGNO

- R₁: rischio moderato;
- R₂: rischio medio;
- R₃: rischio elevato;
- R₄: rischio molto elevato.

Si è inoltre ritenuto di introdurre un'ulteriore classe di rischio R₀ definita come rischio lieve o trascurabile, che permette di estrarre le situazioni a rischio minore in ragione di pericolosità estremamente basse o di completa assenza di valenze socio-economiche. Tale classe è, in pratica, qui rappresentata dal complemento delle aree comprese nelle quattro classi di rischio rispetto alla superficie dell'intero bacino.

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

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

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

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

- il bacino del T. Segno presenta una significativa porzione di territorio ricadente in classe E0 prevalentemente distribuite senza soluzione di continuità in un'unica fascia che comprende la testata del bacino e le porzioni centrali e superiori dei due fianchi;
- le classi E1 sono localizzate nella zona di Segno, Cunio, Contrada, nei piccoli nuclei rurali prevalentemente in versante destro, lungo tutta la fascia lungo il T. Segno che va dalla confluenza con il Rio Erxio fino a Sant'Ermete e in margine al tessuto urbano di fondovalle, quali le località Valle di Vado in sinistra orografica e Tiassano;
- le classi E2 sono rappresentate da aree circoscritte comprese generalmente nelle zone E3 e dalla fascia di fondovalle che dal Viadotto Ferroviario si sviluppa fino alla località Ponte dell'Isola;

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
bacino: SEGNO

- la classe E3 racchiude prevalentemente il tessuto urbano compatto di fondovalle, le aree industriali, la sede autostradale, le cave e le discariche attive.

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

4.2.2 - Rischio geomorfologico

Come già evidenziato l'analisi del Rischio geomorfologico viene affrontata, con un certo grado di approssimazione, ponendo a confronto gli Elementi a rischio con le aree del bacino caratterizzate da un determinato grado di Suscettività al dissesto di versante. La matrice di intersezione utilizzata può essere così schematizzata:

		SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO DEI VERSANTI				
ELEMENTI A RISCHIO		Suscettività molto bassa	Suscettività bassa	Suscettività media	Suscettività alta	Aree in frana attiva
E0		R₀	R₀	R₀	R₁	R₁
E1		R₀	R₁	R₁	R₂	R₃
E2		R₀	R₁	R₂	R₃	R₄
E3		R₀	R₁	R₂	R₄	R₄

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).

4.2.3 - Rischio idraulico

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

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

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
bacino: SEGNO

ELEMENTI A RISCHIO	FASCE DI INONDABILITÀ		
	200 <T <=500 fascia C	50 <T <=200 fascia B	T <=50 fascia A
E0	R₀	R₁	R₁
E1	R₁	R₂	R₃
E2	R₂	R₃	R₄
E3	R₂	R₄	R₄

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 Carta del Rischio idraulico

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

L'analisi della carta del Rischio idraulico evidenzia come le zone a rischio molto elevato (R₄) siano dislocate, lungo il tratto del torrente Segno studiato, dalla foce fino al ponte di Italiana Coke. Si osserva inoltre che il livello di rischio decresce in sponda destra fino a R₂, mentre rimane elevato in sponda sinistra nella zona in corrispondenza del centro cittadino.

Procedendo da valle verso monte, si segnala la presenza di zone a rischio molto elevato di estensione ridotta in corrispondenza di confluenze con rii minori; tali zone sono state ricavate da notizie e testimonianze storiche anziché dalla modellazione

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.

4.4 Carta del Rischio geomorfologico

Dall'applicazione della matrice del Rischio geomorfologico (riportate nel precedente paragrafo) a partire dalle carte di Suscettività al dissesto e degli Elementi a rischio già elaborate per lo specifico bacino si è individuata la zonizzazione in classi di rischio geomorfologico.

Per quanto riguarda il Rischio geomorfologico, l'analisi della carta evidenzia che detta classificazione frammenta le caratteristiche di Suscettività al dissesto in funzione della valenza più o meno significativa degli Elementi a rischio che ricadono in una determinata area; ad esempio, un esteso paleoaccumulo allo stato quiescente che interessa terreni boscati (elementi a rischio E0), edifici isolati e seminativi (elementi a rischio E1), infrastrutture viarie minori (elementi a rischio E2), viene frammentato in tre differenti aree che ricalcano la perimetrazione degli Elementi a rischio, ne deriva pertanto la seguente classificazione del bacino:

R0 (aree a Rischio geomorfologico nullo o trascurabile):

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
bacino: SEGNO**

- parte “montana” del bacino, in ragione, anche, dell’assenza di valenze socio-economiche e piana alluvionale, caratterizzata da Suscettività al dissesto pressochè nulla;

R1 (aree a Rischio geomorfologico moderato):

- il rilevato ferroviario alle spalle del Porto di Vado, il versante destro della dorsale di San Genesis, piccole aree nel bacino del Rio Calcinara e alcune porzioni di versante a monte dello stabilimento Vetrotex, la sede autostradale, l’abitato di Tiassano e la dorsale di Bossarino, oltre alla quasi totalità della sede autostradale e ad alcune discariche di inerti in disuso, sempre in sponda sinistra del Torrente Segno;
- i numerosi paleoaccumuli allo stato quiescente, localizzati nella porzione medio-alta del bacino, in quanto non si verifica la sovrapposizione con elementi antropici di valenza significativa;

R2 (Aree a rischio geomorfologico medio):

- alcune aree all’interno dei più vasti paleoaccumuli presenti in loc. Cunio, Contrada, Segno, spesso collegate tra loro dalla viabilità comunale, in funzione della presenza di elementi antropici di maggior valenza (edifici, strade);
- l’abitato di San Genesis, che si sviluppa sul versante sinistro della omonima dorsale;

R3 (Aree a rischio geomorfologico elevato):

- le cave attive Mei e Trevo, la cava dismessa Chiesetta, le discariche attive di Boscaccio, S. Genesis e Bossarino, per la valenza intrinseca di dette aree come elementi “di Suscettività al dissesto” e ”rischio”;

R4 (Aree a rischio geomorfologico molto elevato):

- le discariche dismesse di S. Genesis, di Cheia e in prossimità della Galleria autostradale Fornaci.

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
bacino: SEGNO**

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Adams R., Bogliotti C. (1996) "The utility of an objective "terrain unit" definition for landslide hazard mapping and hydrogeological threshold analysis in the Langhe (North-West Italy)" Atti Conv. Int.le "Alba 96" – La prevenzione delle catastrofi idrogeologiche: il contributo della ricerca scientifica, Vol. I pp. 331-341.
- [2] Boni A. (1984) "Il Pliocene e la neotettonica nelle Alpi Liguri" Mem. Soc. Geol. It. XXVIII.
- [3] Boni A. et al. (1971) "Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 - Foglio n° 92-93 "Alberga-Savona"
- [4] Castany G. (1985) "Idrogeologia" - Dario Flaccovio - Palermo
- [5] G.B. Castiglioni G.B. (1979) "Geomorfologia" - UTET - Torino
- [6] Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 (1970) Foglio n° 92-93 "Albenga-Savona" Servizio Geologico d'Italia, Roma.
- [7] Cortesogno L. (1984) "Metamorfismo e magmatismo prealpini nel basamento e nel tegumento delle Alpi Liguri" - Mem. Soc. Geol. It. XXVIII.
- [8] "Guide Geologiche Regionali- Alpi Liguri" (1991) - Società Geologica Italiana
- [9] Panizza M. (1988) "Geomorfologia Applicata" La Nuova Italia Scientifica - Roma.
- [10] Spagna V. (1991) "Terrain stability and engineering geological maps for detailed planning of the Veneto Region" - Università degli Studi di Modena - European Experimental Course on Applied Geomorphology, Vol 2 pp.105-113.
- [11] Vanossi M. et al. (1984) "Geologia delle Alpi Liguri" Mem. Soc. Geol. It. XXVIII.
- [12] CIMA "Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri"
- [13] Studio Tecnico Ing. Paolo Taramasso "Studio idraulico relativo al Torrente Segno, finalizzato alla perimetrazione delle aree inondabili" luglio 2000.
- [14] Studio "Inquadramento del rischio idrogeologico nel bacino del Torrente Segno e valutazioni idrauliche per la definizione del rischio di allagamento nel suo tratto terminale", Burlando, Mancini e Rosso (1987), commissionato dal Comune di Vado Ligure.