

## PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO

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

*Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio*

Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico

### RELAZIONE

Ambito di Bacino di rilievo regionale:

**PORA**

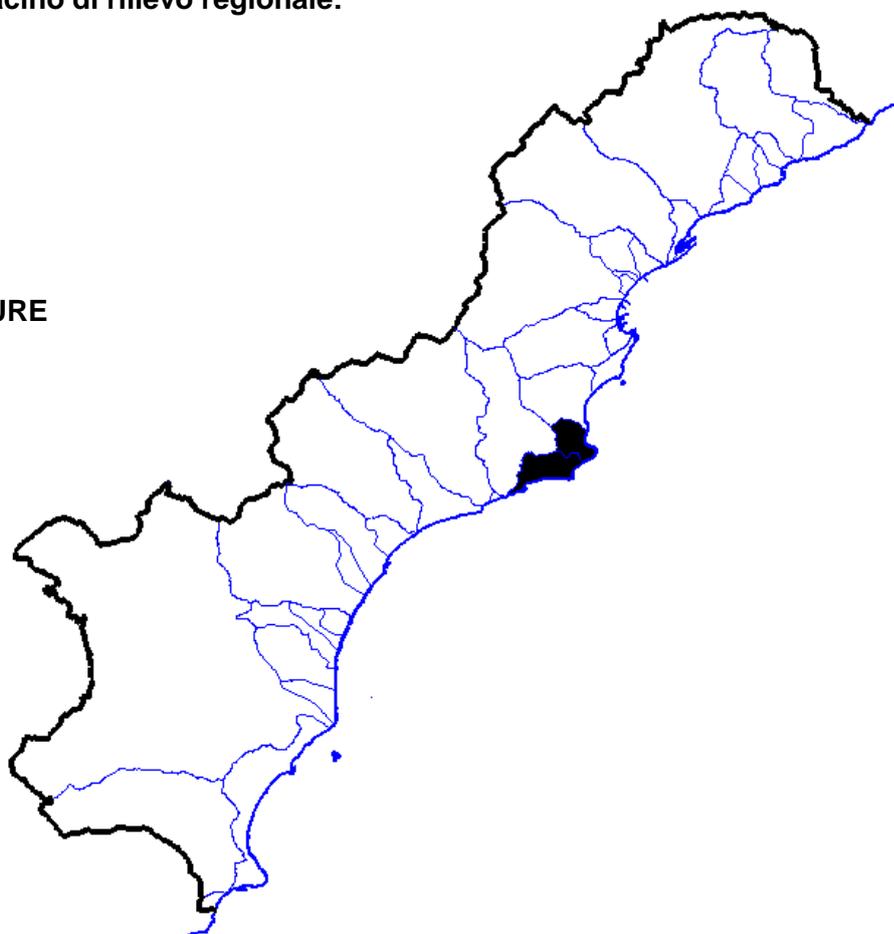
Bacino:

**NOLI**

Comuni:

**FINALE LIGURE**

**NOLI**



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

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

PREMESSA.....	4
1 QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO .....	5
1.1 Quadro istituzionale, normativo e amministrativo di riferimento .....	5
1.2 Strumenti di pianificazione vigenti.....	6
<b>1.2.1 Altri strumenti di pianificazione.....</b>	<b>6</b>
1.3 Dati utilizzati .....	7
2. caratteristiche del bacino .....	9
2.1 Geografia .....	9
2.2 Geologia.....	10
2.2.1. Metodologia di studio.....	10
2.2.2 Litostratigrafia e tettonica.....	12
2.2.3 Tettonica e assetto strutturale .....	17
2.2.4 Considerazioni relative allo stato della roccia.....	19
2.3 Geomorfologia.....	19
2.3.1 Geomorfologia quantitativa .....	21
2.3.2 Reticolo idrografico.....	21
2.3.2.1 Reticolo idrografico principale (tav. 13) .....	23
2.3.3 Caratterizzazione delle coperture .....	23
2.3.4 Frane attive .....	24
2.3.5 Franosità diffusa ed erosione superficiale .....	25
2.3.6 Riperti artificiali e discariche .....	25
2.3.7 Cave .....	26
2.3.8 Alluvioni e terrazzi fluviali .....	26
2.3.9 Acclività .....	27
2.4 Idrogeologia .....	28
2.5 Uso del Suolo.....	30
2.6 Descrizione della rete idrografica.....	32
2.6.1 Sopralluogo dell'asta principale .....	32
2.6.2 Descrizione della rete idrografica - bacini minori.....	35
2.6.2.1 RIO SAN MICHELE .....	35
2.6.2.2 RIO PORIO.....	36
2.6.2.3 RIO GOELLO .....	38
2.6.2.4 RIO ARMAREO .....	39
2.6.2.5 RIO KIEN.....	41
2.6.2.6 RIO LASCO .....	42
2.7 Idrologia di piena.....	44

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

2.7.1 Premessa .....	44
2.7.2 Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri. Valori di portata al colmo di piena, con assegnato tempo di ritorno, per i bacini idrografici con foce al mar Tirreno – luglio 1999 - (C.I.M.A.) Università degli Studi di Genova.....	44
2.7.3 Determinazione delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica .....	48
2.7.4 Portate di piena .....	52
2.7.4.1 La curva inviluppo delle portate al colmo di piena (CATI 1970) .....	52
2.7.4.2 Determinazione delle portate al colmo di piena (CIMA 1999) .....	52
2.7.4.2.2 Piccoli bacini con dimensioni minori di 2 Km <sup>2</sup> (CIMA 1999).....	56
2.7.5 Portate di piena di progetto per il bacino Noli (Rif. Normativa di Piano) .....	58
<b>3. PROBLEMATICHE E CRITICITA' DEL BACINO.....</b>	<b>59</b>
3.1 Premessa .....	59
3.2 Problematiche di tipo geomorfologico .....	61
3.2.1 Suscettività al dissesto dei versanti .....	61
3.2.2 Sintesi dei relativi rapporti tra i fattori considerati .....	64
3.2.3 Commento alla Carta della Suscettività al Dissesto dei Versanti.....	65
3.2.4 Sintesi degli eventi alluvionali verificatosi nell'autunno 2019 .....	66
3.3 Problematiche di tipo idraulico.....	67
3.3.1 Aree storicamente inondate .....	67
3.3.2 Verifiche idrauliche .....	67
3.3.2.1 Individuazione dei tratti di studio .....	67
3.3.2.2 Metodologia di calcolo.....	67
3.3.2.3 Schematizzazione di calcolo .....	69
3.3.2.4 Profili di moto permanente .....	71
3.3.2.5 Analisi della capacità di smaltimento delle opere in alveo.....	72
3.3.3 Fasce di inondabilità .....	74
3.3.4 Fascia di riassetto fluviale.....	75
3.4 Principali criticità del bacino.....	75
3.5 Considerazioni sul trasporto solido .....	77
3.5.1 Premessa .....	77
<b>4 RISCHIO IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>79</b>
4.1 Premessa .....	79
4.2 Determinazione del rischio idrogeologico .....	80
- <b>Elementi a rischio</b> .....	81
- <b>Rischio geomorfologico</b> .....	82
- <b>Rischio idraulico</b> .....	82
4.3 Carta del rischio idraulico .....	83
4.3.1 Carta del rischio idraulico – bacini minori.....	83
4.4 Carta del rischio geomorfologico .....	84

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

**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 del Torrente Noli 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 dalle Amministrazioni ed Enti operanti sul territorio in esame.

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

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

## 1 QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 linee guida:

- 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 n. 4 *"Valutazione della pericolosità e del rischio idraulico e idrogeologico- Carte derivate"*
- raccomandazione n. 7 *"Definizione delle fasce di inondabilità e di riassetto fluviale"*
- raccomandazione n. 8 *"Redazione della carta del rischio idrogeologico nei piani stralcio di bacino"*
- linea guida 1/1999 *"Nota sul rischio idraulico residuale nell'ambito della pianificazione di bacino regionale"*
- linea guida 2/2000 *"Indicazioni metodologiche per la costruzione della carta di suscettività al dissesto dei versanti"*
- linea guida 3/2000 *"Schema di struttura e dei contenuti essenziali di un piano di bacino stralcio sul rischio idrogeologico (ai sensi del comma 1, art. 1, del D180/98 e ss.mm.ed ii, convertito il Legge 267/98)"*

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

## 1.2 Strumenti di pianificazione vigenti

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

### 1.2.1 Altri strumenti di pianificazione

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

Nel Bacino del Torrente Noli ricade un' area protetta regionale. Relativamente infatti alla Direttiva CEE 92/43/ CEE istitutiva dei siti "bioitaly" si osserva che nell'ambito del bacino è presente il seguente sito individuato come "SIC" (siti di importanza comunitaria):  
IT 1323201 Finalese – Capo Noli

### 1.3 Dati utilizzati

Per i dati idraulici si è utilizzato lo studio "Riqualficazione urbana x aree ferroviarie e zona archeologica di S. Panagorio – rinaturalizzazione Rio Noli", commissionato dal Comune di Savona all'ing. Paolo Gaggero, che ci ha gentilmente fornito tale materiale.

Il sopralluogo del tratto terminale del Rio Noli è stato effettuato dal CIMA nel luglio 2000 in modo speditivo. Tale rilievo interessa il tratto di compreso nel territorio di Noli, dallo sbocco a mare fino ad una sezione a monte della copertura, per un tratto di circa 900 m.

Per la cartografia di base del piano del Noli-Armareo non esistono studi precedenti realizzati ai fini della pianificazione di bacino, per cui è stato necessario richiedere ai Comuni di Noli e Finale Ligure, alla Comunità Montana Pollupice ed alla Provincia di Savona il materiale esistente relativo alla pianificazione urbanistica, a studi idrogeologici e sulla franosità

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 con la revisione, sistemazione ed aggiornamento dei dati mediante verifiche sul terreno.

Il lavoro è stato svolto in tre fasi successive secondo il calendario stabilito dal Settore Assetto Idrogeologico del Territorio della Provincia di Savona, che ha fornito anche le specifiche tecniche prodotte dalla Regione e le prescrizioni operative per il conseguimento di risultati uniformi e confrontabili.

Nella prima fase si sono curate le procedure per la stesura della cartografia di base secondo uno standard comune con i gruppi di professionisti che operano sugli altri bacini, nel rispetto delle linee guida proposte dalla Regione ed è stata redatta una prima stesura della cartografia di analisi.

Poiché partecipano all'analisi dei rischi naturali professionisti di diversa formazione scientifica, si è posta grande attenzione all'aspetto interdisciplinare, per ottimizzare lo scambio e l'uso delle informazioni all'interno del gruppo, pur con tutte le difficoltà ed i limiti derivanti dalle diverse impostazioni culturali e dal fatto di dover comunque affrontare un percorso prestabilito.

Parallelamente si è attivato un processo di analisi bibliografica - i lavori consultati sono citati nei "Riferimenti bibliografici" - e di validazione dei dati, provenienti in prevalenza dai piani regolatori comunali, in modo tale da disporre di una base affidabile sulla quale impostare l'analisi del rischio geomorfologico.

Per l'esame delle foto aeree del territorio è stato fatto riferimento ai voli 1973/74 e 1993/95; per ovvi motivi d'aggiornamento il processo di validazione ha quindi richiesto maggiore impegno nelle verifiche di campagna per l'individuazione delle situazioni più rappresentative sotto il profilo della stabilità dei versanti specie per quanto attiene i fenomeni di denudamento da parte degli incendi boschivi.

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 dalle Comunità Montane.

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

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 eseguita un prima stesura della carta della suscettività al dissesto dei versanti impostata secondo lo schema predisposto dalla regione, ma con un margine soggettivo di interpretazione.

La stesura finale segue lo schema regionale nei singoli passaggi, ma apporta inevitabili correttivi alle non infrequenti situazioni in cui l'applicazione dell'automatismo non basta a cogliere i fenomeni nella loro globalità ed interazione, 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 i noti eventi meteorici eccezionali dell'ottobre/novembre 2000 con conseguenti danni alluvionali ed innesco o riattivazione di dissesti lungo i versanti.

Il verificarsi di tali eventi in fase di chiusura dei lavori, con cartografia di base già completata, ha avuto come conseguenza il riaggiornamento della Carta geomorfologica della Carta della Franosità Reale, un intervento più radicale del previsto nella ridefinizione della suscettività al dissesto e, quindi delle priorità nell'indicazione degli interventi. Inoltre questi eventi hanno messo in luce nuove situazioni (che per quanto possibile sono state registrate), e soprattutto hanno mostrato a chiare lettere che l'evoluzione del territorio è continua e costante nel tempo e che quindi il lavoro fatto è solo la fotografia di un attimo (dicembre 2000) e non può essere considerato come una base fissa ed immutabile per qualsiasi tipo di pianificazione, avendo necessità di essere continuamente aggiornato con studi specifici maggiormente mirati.

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

Questa riporta il bacino nei fogli:

n° 246010 "Finale Ligure"

n° 229130 "Noli-Vezzi Portio"

n° 229140 "Spotorno"

Tutti i tematismi di base sono stati ridisegnati secondo le specifiche di informatizzazione richieste. I tematismi delle carte derivate sono stati perimetrati per sovrapposizione dei tematismi delle carte di base, secondo specifiche regionali.

L'area di indagine è coperta dalle basi cartografiche vettoriali in sc. 1:5.000, per cui è stato possibile mantenere la georeferenziazione dei limiti geologici e di tutte le rappresentazioni areali e dei contenuti puntuali delle carte, secondo le tolleranze imposte dalla Committenza, nell'elaborazione cartografica in formato dwg.

La georeferenziazione utilizza il sistema di coordinate Gauss Boaga.

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

La restituzione su supporto cartaceo viene presentata su base topografica ricavata da base raster in formato tiff, sc. 1:10.000, in quanto la stampa delle basi vettoriali in sc. 1:5.000 ridotte alla scala 1:10.000, come richiesto dalle specifiche, risulterebbe incompleta.

La deformazione della base raster, rispetto a quella vettoriale, è stata opportunamente minimizzata attraverso procedimenti di georeferenziazione a controllo d'errore. In ogni caso si sottolinea che fanno fede la ai fini del lavoro i dati informatizzati sulla base della carta vettoriale.

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

## 2. caratteristiche del bacino

### 2.1 Geografia

Il Bacino del Torrente Noli-Armareo ricade nell'ambito di "CENTRO", definito dall'Autorità di bacino di rilievo regionale.

Il bacino così definito ha una superficie di 10,4 Km<sup>2</sup>.

I comuni compresi nell'area sono Noli e Finale Ligure.

La Comunità Montana di appartenenza nell'ambito della provincia di Savona è la Comunità Montana Pollupice.

Il bacino ha una forma irregolare suddivisibile in due aree distinte:

- a S (Armareo) stretta ed allungata in direzione E-W ed ampiamente svasata verso mare;
- a N (Noli) subcircolare con percettibile allungamento in direzione N-S.

Il bacino del Noli-Armareo è delimitato a N da quello del T.Crovetto, a W da quello dello T.Sciusa ed infine a S ed E il confine è delimitato dal mare.

Il punto più alto dello spartiacque si raggiunge in corrispondenza del Bric dei Crovi (385m slm). Al margine N lo spartiacque è assai ben definito in quanto costituito dal crinale Piagge (345m slm) - Voze (239m slm) - Bric Groppino (260m slm) - Castello di Noli (110m slm) Villa Ada.

Al lato W lo spartiacque è individuato dal crinale Piagge (345m slm) - Bric dei Crovi (385m slm) - Bric di S.Brigida (309m slm) - Bric. Briga (302m slm) - Dorsale del Monte.

La conformazione di bacino è prevalentemente montuosa e collinare, con le aree pianeggianti complessivamente poco estese è limitate alla piana costiera di varigotti e Noli e alla zona dell'altipiano delle Manie. La costa tra Finalpia e Noli è molto alta a con gradini morfologici accentuati. Il paesaggio del fondovalle di Noli è quello di un'area subpianeggiante allungata in direzione E-W tra i monti ad anfiteatro e marcatamente svasata verso mare.

Il reticolo idrografico è di tipo dendritico, discretamente organizzato, per quanto riguarda il Noli ed i suoi tributari mentre per l'Armareo il reticolo è da considerarsi di tipo effimero e scarsamente organizzato. In base a considerazioni morfologiche di massima, come tratto vallivo dell'asta principale del Torrente Noli si può considerare quello tra la sella di Voze e la foce il cui sviluppo longitudinale è di circa 2,6Km.

Il tessuto urbano risulta mediamente espanso nella zona antistante il Porto di Finale; interrotto lungo la costa fino a Varigotti con nuclei sparsi e isolati: fitto nell'abitato di Varigotti e poi assente fino a Noli dove diviene di tipo compatto nella zona di piana e del primo versante.

I principali nuclei abitati lungo il versante sono Monte, Monda, Selva, Villaggio Olandese, Kien, Pino, Giardino, Isasco, e Voze nel bacino di Noli.

Il paesaggio interno è quello tipico delle colline liguri, frequentemente terrazzate, lungo le quali prevale la coltivazione dell'ulivo. In quota diviene più aspro e prevalgono i boschi e le praterie.

## 2.2 Geologia

### 2.2.1. Metodologia di studio

L'elaborato grafico di riferimento è la Carta Geolitologica. La definizione stessa indica il risalto che si è voluto dare ai caratteri litologici rispetto all'attribuzione formazionale delle rocce in quanto più rispondente alla caratterizzazione fisica del materiale.

La suddivisione della roccia in base allo stato di conservazione viene tuttavia affrontata nell'elaborazione della Carta Geomorfologica, secondo le specifiche regionali (Raccomandazione 3 bis).

Come si è detto al §1.3 sono stati acquisiti i rilevamenti geologici dei Piani Regolatori, sono state esaminate le cartografie di riferimento più accreditate e sono stati eseguiti rilievi sul terreno.

Le formazioni ed i vari membri delle stesse sono riportati sulla Carta Geolitologica in funzione della litofacies prevalente; i simboli e le sigle di ciascun elemento cartografato corrispondono a quelli delle raccomandazioni per l'inserimento nel sistema informativo regionale di bacino. I terreni alluvionali sono stati suddivisi per tipologia.

#### *Caratteri geologici generali*

Il bacino è caratterizzato geologicamente da una buona percentuale di affioramento e dalla presenza di un relativamente limitato numero di litologie.

Le formazioni affioranti appartengono pressochè esclusivamente al Settore Orientale del Dominio Brianzonese Ligure mentre nella parte bassa del bacino sono poi presenti estesi depositi alluvionali quaternari

Sotto il profilo puramente geologico-strutturale e paleogeografico il Brianzonese ligure, il cui dominio inizia a differenziarsi da quello Piemontese nel Trias superiore, costituisce il prolungamento verso SE, dal Colle di Tenda fino al mare, del Brianzonese classico e, come quest'ultimo, rappresenta al tempo stesso parte di un dominio paleogeografico e di un complesso di Unità Tettoniche che si ritiene provengano dalla porzione del paleocontinente europeo più prossima al margine del paleocontinente stesso.

Dal punto di vista paleogeografico si suole suddividere il Brianzonese in tre settori, che, procedendo verso l'avampaese, prendono le qualificazioni di *interno*, *intermedio*, *esterno*.

Anche la serie stratigrafica viene generalmente distinta in tre parti: *basamento cristallino* (interessato da una o più orogenesi prealpine), *tegumento permo-carbonifero* e *copertura meso-cenozoica*.

Il basamento cristallino (complesso polimetamorfico) è normalmente formato da ortogneiss derivanti da rocce acide essenzialmente intrusive (granitoidi) e subordinatamente effusive (rioliti), e da paragneiss e micascisti derivati da arenarie e da peliti.

Il Tegumento permo-carbonifero, di origine in parte vulcanica e in parte sedimentaria continentale, si interpone tra il basamento cristallino e le rocce sedimentarie della copertura mesozoica.

Le successioni permocarbonifere presentano grande variabilità di facies e di spessore sebbene mediamente dell'ordine delle centinaia di metri; la sedimentazione fu accompagnata da un'importante attività tettonica, che generò fosse subsidenti, e da tre episodi vulcanici (precoce, intermedio, principale) caratterizzati da prodotti petrograficamente e chimicamente diversi.

La Copertura meso-cenozoica ha inizio nel Trias inferiore con l'ingressione marina e con la deposizione di materiali detritici molto rielaborati (quarziti), passanti transizionalmente a calcari e dolomie grigie di piattaforma del Trias medio (Ladinico).

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

La successione calcareo-dolomitica è analoga a quelle delle coeve piattaforme orlanti il paleocontinente euro-asiatico-africano che si affacciava sul golfo della Paleotetide; durante il Trias superiore cessa la subsidenza della piattaforma, che torna in condizioni prevalentemente sopratidali.

Nel Giurassico inferiore il dominio Brianzonese ligure è totalmente emerso e soggetto ad erosione di tipo prevalentemente chimico che localmente porta ad una completa elisione dei termini triassici specie nei settori intermedio interni. Il sollevamento regionale, che verosimilmente si realizza con faglie a gradinata, è massimo nei settori interni, prospicienti il continente paleoeuropeo così nei settori esterni le dolomie ladiniche vengono preservate dall'erosione. È soltanto con il Malm, in connessione con il progressivo ampliamento dell'oceano piemontese-ligure, che il clima distensivo pare generalizzato: ne deriva una brusca sommersione, per sprofondamento delle terre emerse, di quasi tutto il dominio Brianzonese. Salvo eventuali locali isole, non si hanno interruzioni tra la massa d'acqua dell'oceano e quella del epicontinentale che si estende ampiamente verso W, al di sopra dei domini Brianzonese, delfinese e provenzale. I sedimenti del Malm sono rappresentati da successione calcaree condensate trasgressive sulle dolomie mesotriassiche nei settori esterni e trasgressive sul tegumento in quelle intermedie (Castelvecchio-Cerisola) o interne.

Con le rocce della Formazione di Caprauna, rese scistose dal metamorfismo alpino, e ormai molto poco diffuse, a causa della loro erodibilità, si chiude la successione Brianzonese.

Segue l'orogenesi alpina, che causa la laminazione ed il metamorfismo delle rocce Brianzonesi ed il sovrascorrimento del Brianzonese interno su quello esterno.

Gli affioramenti pre-quadernari lungo la Riviera di Ponente sono di norma di modesta estensione e, prescindendo da quelli oligocenici dei pressi di Savona, esistono i sedimenti oligo-miocenici della "Pietra di Finale" e del suo "Complesso di base" e quelli pliocenici di un certo numero di piccoli bacini.

Già all'inizio del Pliocene la configurazione delle Alpi Liguri non doveva differire molto da quella attuale, a parte la persistenza - a N - del mare del Bacino Terziario. I lembi pliocenici della Riviera di Ponente occupano insenature che dovevano esistere durante l'ingressione marina che si verificò all'inizio del periodo.

Alcune rientranze hanno origine fisiografica, corrispondendo alle foci di corsi d'acqua di allora; più spesso esse seguono l'andamento delle strutture tettoniche preesistenti, o quello di sistemi di faglia all'incirca contemporanei della sedimentazione, in parte rimasti attivi anche durante il Quaternario. Questi sistemi ( $WSW\pm 20^\circ$ ;  $NW\pm 20^\circ$ ) hanno in genere condizionato l'andamento di gran parte della costa attuale e la struttura, a "gradoni" paralleli alla costa stessa, esistente sul fondo del Mar Ligure.

I depositi quadernari sono costituiti da conglomerati e sabbie fluviali, distribuiti in vari ordini di terrazzi, e da sedimenti continentali rossi, provenienti dall'alterazione pedologica di conglomerati pliocenici. Sui versanti sono diffuse le coperture detritiche, anche abbondanti, spesso associate a prodotti eluviali e colluviali.

Nel particolare nella zona in esame sono riconoscibili litologie appartenenti alle seguenti Unità Strutturali di varia pertinenza paleogeografica del Dominio Brianzonese delle Alpi Liguri.

#### Unità di Monte Carmo:

Di pertinenza Brianzonese intermedio-esterna è caratterizzata da potenti coperture mesozoiche comprendenti sia quarziti Scitiche (Quarziti di Ponte di Nava/Verrucano) che sequenze calcareo-dolomitiche Anisico-Ladiniche (Dolomie di S. Pietro ai Monti) e, localmente ed esternamente all'area in studio, lembi di calcari marmorei del Malm (Calcari di

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

Val Tanarello). Il basamento paleozoico dell'unità (tegumento), ove presente, è costituito da metasedimenti pelitico-tufacei fini e metavulcaniti acide di età permiana.

Elementi di questa unità costituiscono il klippen di Bric dei Monti -Capo Noli che risulta sovrascorso per retroscorrimento su elementi marmorei e di tegumento dell'Unità di Castelvechio - Cerisola. Il fronte di sovrascorrimento è ben evidenziato sulla Carta geolitologica e nella zona, posta al contorno dell'Altipiano delle Manie, si segnalano copiose deformazioni (pieghe, scistosità, lineazioni di allungamento, miloniti, cataclasiti) insieme alle strutture legate all'accavallamento.

L'Unità di M. Carmo, di cui l'elemento Manie rappresenta facies di scarpata, si estende verso mare fino a Capo Noli, determinando una alta costa a falesia. Nella zona centrale più elevata prevalgono assolutamente i litotipi appartenenti alla formazione delle Dolomie di S. Pietro, assai fratturate e carsificate, deformate da sinclinali e anticlinali orientate NNE-SSW.

Unità di Mallare/Castelvechio-Cerisola:

Di pertinenza brianzonese intermedia è caratterizzata da un tegumento permocarbonifero ben rappresentato costituito da metasedimenti pelitico-tufacei fini e metavulcaniti acide di età permiana e localmente depositi marmorei del Malm (calcarei di val Tanarello) o quarzatici (quarziti di Ponte di Nava) direttamente trasgressivi sul tegumento .

Elementi di questa unità, affiorano ai due estremi, con interposta la zona in copertura mesotriassica di bric dei Monti, settentrionale e meridionale del bacino.

Unità cristallina di Calizzano Savona:

Di pertinenza brianzonese molto interna (zoccolo) è presente all'interno del bacino in esame solo in una piccola finestra tettonica in gneiss in Loc. Manie (vasca acquedotto) e, esternamente al bacino come falda di copertura geometricamente elevata e praticamente priva di tegumento, in corrispondenza della zona NE dell'adiacente bacino del Crovetto.

La trasgressione marina formazionalmente è rappresentata dalla Pietra di Finale, costituita da calcari bioclastici di colore bianco, rosato o rossastro, con intercalazioni di arenarie in strati o lenti (aggiornamenti geologici ex D.G.R.1592/03).

### 2.2.2 Litostratigrafia e tettonica

Come evidenziato al § 2.2.2 il Dominio Brianzonese, a parte la zona costiera caratterizzata dai depositi terrazzati antichi e recenti e dalle alluvioni mobili attuali, occupa tutta la superficie del bacino.

*Formazione di Gorra (GRR/sq)*

Sotto questo simbolo sono stati cartografate le litologie di età permocarbonifera a facies eminentemente scistosa e origine sedimentaria (metasedimenti) stratigraficamente riconducibili alla Formazione di Gorra e tettonicamente connesse all'Unità di Mallare/Castelvechio Cerisola di cui ne costituiscono il tegumento.

La litologia più ricorrente è costituita da micascisti, Sericitoscisti, Cloritoscisti, Micascisti, Scisti quarzosi e Scisti gneissici a forte anisotropia planare originati da sedimenti fini arenaceo-pelitici, tufiti e piroclastiti depositatisi sia in ambiente marino che continentale, durante la detrizione del basamento cristallino e, successivamente interessati da metamorfismo alpino di basso grado (facies scisti verdi) e spesso con intercalazioni lentiformi, non cartografabili separatamente, di rocce metandesitiche della F. di Eze.

In affioramento queste rocce appaiono caratterizzata da forte anisotropia planare legata ad una scistosità assai pervasiva ed elevata alterabilità superficiale con formazione di potenti manti detritico eluvio-colluviali a granulometria variabile, sebbene prevalentemente fine e comportamento eminentemente coesivo (**dt1**).

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

Nel complesso gli ammassi rocciosi della facies filladico-scistosa sono mediamente riconducibili alla IV Classe della Classificazione Rmr.

*Formazione di Eze (EZE/pr)*

Sotto questo simbolo sono stati cartografate i principali affioramenti di litologie metavulcanitiche d'età permocarbonifera a facies eminentemente massiccia stratigraficamente riconducibili alla Formazione di Eze e tettonicamente connesse all'Unità di Monte Carmo di cui ne costituiscono il tegumento .

Il litotipo della Formazione di Eze, diffusamente presente lungo la dorsale di Gropino, è riconoscibile in affioramento e distinguibile dalla roccia inglobante grazie al suo aspetto generalmente massiccio ed al colore verde scuro o bruno molto intenso. Petrograficamente il litotipo è rappresentato da meta-andesiti sia con giacitura filoniana che effusiva, talvolta trasformate, con metamorfismo alpino (facies scisti verdi a Glaucofane) in prasiniti o scisti prasinitici verdi.

Alcuni affioramenti hanno evidenziato la natura eminentemente piroclastica o lavica della roccia; sono altresì frequenti fenomeni di idrotermalizzazione che si manifestano in affioramento, con vene da centimetriche a decimetriche, spesso contorte, di quarzo, feldspati, tormalinite e calcite.

Nel complesso il litotipo appare di qualità medio-buona e pertanto riconducibile alla III Classe della Classificazione Rmr mentre le coltri detritiche associate appaiono generalmente a granulometria aminentemente fine (**dt1**).

*Porfiroidi del Melogno (PDM/po)*

I Porfiroidi del Melogno derivano da estese effusioni ignimbristiche acide a composizione da riolitica a riodacitica d'età Permiana, interessate da metamorfismo Alpino di bassa temperatura (scisti verdi) e localmente di bassa temperatura e alta pressione (facies di transizione scisti verdi - scisti blu).

Il litotipo dei Porfiroidi del Melogno si presenta come roccia generalmente massiva con anisotropie planari sviluppate e, localmente molto pervasive e talora polifasiche: il litotipo più frequente si presenta di colore verde, se su superficie fresca, o marrone su superficie alterata, finemente scistosa, con tessitura a bande millimetriche, alternativamente biancastre e verdastre con relativamente pochi fenocristalli subcentimetrici di quarzo e K-feldspato.

Nel complesso questi litotipi appaiono mediamente riconducibili alla III Classe della Classificazione Rmr mentre le coltri detritiche associate appaiono generalmente a granulometria aminentemente fine (**dt1**).

*Verrucano brianzonese e quarziti di ponte di nava (QPN/qz)*

Tali rocce testimoniano la cessazione dell'attività vulcanica permiana e la fase iniziale di ingressione marina triassica.

Come accade in molte altre zone dell'Unità di Monte Carmo del Brianzonese Ligure risulta molto difficile distinguere, e quindi delimitare arealmente, le facies spiccatamente conglomeratiche o arenaceo-pelitiche, attribuibili al Verrucano Brianzonese di età Permiana (o Formazione di Monte Pianosa) da quelle arenaceo-conglomeratiche delle quarziti triassiche della Formazione di Ponte di Nava. Infatti, anche se in generale, si ha la sottoposizione dei conglomerati verrucani rispetto alle quarziti, è frequente una certa eteropia fra le due facies, complicata anche da episodi conglomeratici intercalati all'interno della facies arenacea. E' inoltre da tener presente che quando rocce della serie quarzítica, sono interessate da ingenti deformazioni tettoniche, come nell'area qui in esame (sovrascorrimenti a Capo Noli), spesso si genera una cataclasite quarzosa descrivibile come una fine polvere bianca di cui è impossibile discernere l'origine arenacea o conglomeratica.

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

Le rocce del complesso quarzítico affiorano strettamente associate, talvolta con contatto disturbato tettonicamente, con le dolomie e, in corrispondenza della porzione meridionale del bacino spesso direttamete trasgressive sul tegumento.

Il litotipo conglomeratico o "verrucano s.l." affiora all'interno del bacino in modo abbastanza diffuso e si presenta appunto come un conglomerato poligenico minuto ben stratificato, costituito da frammenti ben arrotondati e cementati di quarzo di colore rosato, bianco, o più spesso da ciottoli violacei di vulcaniti acide, con diametro variabile ma mediamente compreso tra 2 e 5cm, immersi in una fine matrice arenaceo-pelitica di colore grigio, violaceo o verdastro. Una facies particolarmente interessante affiora localmente lungo il Rio Acquaviva di Noli dove il conglomerato è a granulometria minuta di colore viola scuro in quanto arricchito in ematite primaria.

Il passaggio tra verrucano e quarziti non è mai direttamente esposto ma verosimilmente di tipo transizionale: in loc Acquaviva il passaggio stratigrafico avviene attraverso l'interposizione di alcuni metri di quarziti conglomeratiche a ciottoli grossolani che, salendo nella serie, si fanno sempre più fini diventando delle arenarie quarzose grossolane a scarso cemento siliceo a stratificazione spesso confusa.

La stratigrafia delle quarziti ss è viceversa relativamente omogenea lungo tutti gli affioramenti, sebbene localmente si possono avere degli arricchimenti in clorite, miche bianche o sericite tali da portare a facies eminentemente quarzoscistiche: il litotipo più frequente è costituito da bancate di potenza decimetrica di arenarie quarzose a granulometria da media a fine di colore grigio o verdino generalmente ben cementate.

Le principali variazioni sono rilevabili verso la sommità della formazione: in alcuni casi le quarziti in alto sono bruscamente separate, con netta superficie tettonica dalla soprastante serie calcareo-dolomitiche, in altri luoghi (Cava Refrattari Noli) compaiono per uno spessore di alcuni metri alternanze di quarziti fini verdoline e scisti rossiccio, violacei o verdastri fortemente alterati: questa facies, denominata Formazione delle Peliti di case Valmarenca (Vanossi 1974) è costituita da peliti muscovitico-sericitico-cloritiche con frazione siltosa e quarzosa, e rappresenta il termine di transizione tra le quarziti e la soprastante serie carbonatica mesotriassica.

Sotto il profilo geomeccanico le rocce del complesso quarzítico presentano, ad eccezione della facies cataclastica, un'elevata tenacità e buona compattezza nonostante il grado di fratturazione che localmente può diventare anche assai ingente. Altra caratteristica comune alle rocce del complesso quarzítico è la loro elevata alterabilità per detrizione termoclastica spesso associata a propensione al dissesto per frana di crollo: tale processo determina alla base dei rilievi in quarziti la formazione di estesi depositi di materiale sciolto eterogranulare a spigoli vivi ed elevato angolo d'attrito **(dt2)**.

Questi ammassi rocciosi sono mediamente riconducibili alla II e III Classe della Rmr.

*Dolomie di s.pietro ai monti (SPM/do)*

Le rocce del calcareo-dolomitico affiorano diffusamente in corrispondenza dell'assise delle Manie (Klippe di bric dei Monti) generalmente associate alle quarziti e talvolta agli scisti.

Il litotipo è rappresentato da dolomie, dolomie calcaree, calcari dolomitici, calcari e calcareniti appartenenti alla formazione mesotriassica di San Pietro ai Monti, strutturalmente connessa all'Unità di Monte Carmo.

In considerazione dell'intensa deformazione, sia duttile che fragile, della roccia e delle molte litofacies in essa esposte, risulta estremamente difficile costruire delle correlazioni atte a definire una serie unica o serie-tipo, per la cui definizione sarebbe necessario uno studio sedimentologico di tipo specialistico, il che esula dagli scopi di questo lavoro.

In generale il litotipo più frequente della copertura mesotriassica è costituito da alternanze di calcari dolomitici grigio chiaro e scuro disposti secondo strati di potenza da decimetrica a pluridecimetrica con giunti di strato evidenziati da spalmature argillose

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

rossastre; sono inoltre frequenti intercalazioni decimetriche di peliti siltose e di breccie intraformazionali autoclastiche.

Sono inoltre rilevabili facies particolari e del tutto caratteristiche quali:

- calcari pseudomarmorei di colore grigio-nocciola;
- calcareniti di colore ocraceo-rossastro
- calcare dolomitico grigio chiaro ben stratificato in banchi decimetrici, con passate pelitiche violacee-nerastre e siltitiche ocracee, con abbondanti dendridi arborescenti di manganese;
- successioni monotone di dolomie grigio chiare e scure a stratificazione spesso confusa con livelli metrici di breccie autoclastiche intraformazionali a clasti eterometrici anche di grossa pezzatura;
- dolomie e calcari dolomitici microcristallini molto compatti di colore grigio nocciola a patina d'alterazione biancastra o giallastra, con spalmature ematitiche rossastre e frequenti breccie intraformazionali a clasti minuti.

Sotto il profilo geomeccanico le rocce calcareo-dolomitiche presentano in generale buona tenacità e compattezza nonostante il grado di fratturazione che localmente può diventare anche assai ingente con block sizing anche subdecimetrico. Analogamente alle rocce quarzitiche anche quelle calcareo-dolomitiche appaiono alterabili per detrizione termoclastica con formazione alla base dei rilievi di materassi detritici a spigoli vivi ed elevato angolo d'attrito **(dt2)**.

Il processo d'alterazione più importante è però sicuramente rappresentato dalla formazione di suoli rossastri di potenza variabile denominati "Terre Rosse", essenzialmente costituiti da argille residuali più o meno siltose, sabbiose o clastiche, prodotte per dissoluzione chimica per decalcificazione dei carbonati. **(dt1 -tr)**

Gli ammassi rocciosi calcareo-dolomitici sono mediamente riconducibili alla II e III Classe della Classificazione Rmr.

#### *Calcari di val Tanarello (TAR/c)*

Le rocce calcaree della formazione d'età giurassica (Malm) di Val Tanarello affiorano sporadicamente nella porzione NE del bacino e diffusamente in quella S e SE, e risultano direttamente trasgressive su substrato metamorfico del tegumento.

Il litotipo è rappresentato da calcari cristallini ceroidi chiari ad aspetto marmoreo strutturalmente connessi all'Unità di Castelvecchio-Cerisola.

Sotto il profilo geomeccanico le rocce calcareo-marmoree presentano in generale buona tenacità e compattezza nonostante il grado di fratturazione che localmente può diventare anche assai ingente con block sizing anche subdecimetrico. Analogamente alle rocce calcareo-dolomitiche anche i marmi appaiono alterabili per detrizione termoclastica con formazione alla base dei rilievi di materassi detritici a spigoli vivi ed elevato angolo d'attrito **(dt2)**.

Il processo d'alterazione più importante è però sicuramente rappresentato dalla formazione di suoli rossastri di potenza variabile denominati "Terre Rosse", essenzialmente costituiti da argille residuali più o meno siltose, sabbiose o clastiche, prodotte per dissoluzione chimica per decalcificazione dei carbonati. **(dt1 -tr)**.

Gli ammassi rocciosi calcareo-marmorei sono mediamente riconducibili alla II e III Classe della Classificazione Rmr.

#### *Formazione di Caprauna (CAP/scc)*

Gli scisti calcarei della formazione d'età cretaceo-eocenica di Caprauna affiorano strettamente associate ai calcari del Malm esclusivamente nella porzione meridionale (Armareo e scolatori) del bacino. Il litotipo è riconducibile agli scisti calcarei, calcareo-arenacei +/- argillosi, scisati argillosi sericitici, scisti filladici e calcescisti (calcschistes plantoniques).

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

Sotto il profilo geomeccanico tali rocce presentano in generale di mediocre/bassa qualità in considerazione dell'elevato grado di fratturazione ed alterazione. Le coperture detritiche associate sono eminentemente fini (**dt1**) mentre dal punto di vista qualitativo l'ammasso è riconducibile alla IV Classe della Classificazione Rmr.

*Detriti di falda e brecce di pendio (dt2-bc)*

Sotto questo simbolo sono stati cartografati i principali depositi clastici di falda d'origine gravitativa, relativamente comuni ai piedi dei versanti con substrati di natura carbonatica e subordinatamente quarzifica che a causa della loro continuità assurgono ad una definizione di tipo formazionale.

Queste brecce, sono costituite da elementi clastici a granulometria variabile dal centimetrico al plurimetrico di natura prevalentemente carbonatica e solo localmente quarzifica talvolta fortemente cementati dai prodotti di precipitazione chimica, con abbondante matrice sabbioso-pelitica o terrosa (terre rosse) e livelli sciolti localmente gradati e pseudo-stratificati; sono inoltre relativamente frequenti i depositi travertinosi associati alle piccole sorgenti ubicate a letto delle brecce, specie quando queste riposano sui metasedimenti scistosi, talvolta con strutture stalattitiche ed impronte fogliari (W Bric Briga).

L'affioramento più cospicuo di brecce di pendio è rilevabile ai piedi dell'assise carbonatica delle Manie, immediatamente a SE dell'abitato di Voze; altri affioramenti significativi sono rilevabili a Zuglieno, Varigotti e Capo Noli.

Sotto il profilo geomeccanico le caratteristiche di questi depositi sono estremamente variabili in quanto direttamente condizionate sia dalla granulometria che dal loro grado di cementazione.

*Terre Rosse (dt1-tr)*

Costituiscono il suolo tipico dei substrati calcareo-dolomitici nonché il riempimento delle cavità carsiche e di depressioni naturali, talvolta potenti anche 10-30 metri, contenenti spesso industrie del Paleolitico inferiore. Il deposito è databile a partire dal Villafranchiano "caldo".

*Depositi marini pleistocenici*

Si tratta di brecce e conglomerati poligenici minuti a matrice argillosa rossastra od ocrea con faune marine Tirreniane, che affiorano localmente lungo le falesie di Capo Noli e Punta Crena. Questi depositi si rinvencono in cavità carsiche, insenature, solchi di battente, spianate di terrazzi d'erosione marina e all'interno di diaclasi, situate ad una quota compresa tra 1,5 e 10m rispetto al livello marino attuale, e non sono cartografabili alla normale scala di rilevamento.

*Depositi di spiaggia recenti ed attuali (as)*

I depositi di spiaggia sono costituiti d'alternanze decimetriche di ghiaie, sabbie e sabbie siltose; gli strati più profondi sono compattati e talvolta leggermente cementati fino a formare una vera e propria Beach Rocks presente sia a Varigotti che Capo Noli.

L'utilizzo negli anni '50-'70 di discariche a mare per l'eliminazione dello smarino dei lavori autostradali o ferroviari ha ripasciuto artificialmente le spiagge di Noli modificandone notevolmente sia la morfologia (avanzamento della linea di riva localmente dell'ordine dei 10-15m) che la composizione e granulometria. Ovviamente l'equilibrio sedimentologico di tali arenili è attualmente completamente sbilanciato in quanto l'alimentazione naturale è del tutto insufficiente a compensare le perdite con conseguente arretramento degli arenili stessi.

*Depositi alluvionali terrazzati recenti (ar)*

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

Tali depositi, costituiti da alternanze di ghiaie e ciottoli con sabbie limose, sono esclusivamente rilevabili lungo una stretta fascia nella porzione sommitale della piana alluvionale in fregio all'alveo del Torrente Noli.

*Depositi alluvionali (a)*

Tali depositi occupano interamente la porzione mediana-terminale della piana costiera di Noli e varigotti e sono costituite da alternanze ed interdigitazioni di depositi sabbiosi d'origine eminentemente marina e limoso-sabbioso di deposizione alluvionale. Nella porzione centrale della piana di Noli la loro potenza è dell'ordine dei 15-20m.

*Depositi alluvionali mobili attuali (am)*

Tali depositi occupano esclusivamente l'alveo attivo del Rio Noli e sono costituiti da prevalenti sabbie e ghiaie.

### 2.2.3 Tettonica e assetto strutturale

In prima approssimazione, le falde che formano le Alpi liguri hanno una primitiva vergenza verso l'esterno dell'arco alpino; esse sono state successivamente deformate da una fase principale a vergenza interna ("retroflexioni", "retroscorrimenti"); pertanto, prescindendo da questa ultima e, a parte eccezioni variamente giustificabili, in generale si può ritenere che alle Unità geometricamente più elevate competa una collocazione paleogeografica più interna.

Tralasciando la Zona delfinese-provenzale e la Zona "sub-brianzonese", esterne al bacino, ed analizzando la Zona brianzonese e piemontese si può notare come la sua porzione più profonda, che è anche quella arealmente più estesa, sia costituita dalle Unità brianzonesi geometricamente inferiori, che prendono nomi diversi a E e W della valle del Tanaro. Esse si sovrappongono parzialmente l'una all'altra e, in profondità, sono probabilmente sovrascorse sulla Zona delfinese-provenzale. L'orogenesi non sembra aver modificato sostanzialmente i loro originari rapporti di contiguità.

Sulle Unità predette poggiano le Unità superiori (Unità di Mallare, Unità di M. Carmo e Unità di Castelvecchio-Cerisola), completamente sradicate, attualmente formanti lembi isolati, sì che l'intera successione della pila di falde non è visibile in alcun luogo. La correlazione tra i vari lembi, spesso suscettibili di svariate soluzioni, sono essenzialmente fondate sull'identità di posizione geometrica relativa, di successione stratigrafica, di evoluzione tettonica e metamorfica alpina.

La struttura delle Alpi liguri è evidentemente il risultato di un'evoluzione complessa, diversa nelle varie Zone (delfinese, brianzonese, piemontese e piemontese-ligure).

A tutt'oggi sono stati ipotizzati una serie di possibili eventi (da I a VII) responsabili delle varie fasi deformative e metamorfiche.

Nello studio delle fasi alpine la correlazione tra ogni deformazione e metamorfismo all'interno di ogni Unità è necessariamente semplificata in quanto il culmine dell'evento metamorfico può in effetti essere anche immediatamente precedente o posteriore rispetto al piegamento; in generale, i primi eventi deformativi sono documentati da pieghe o scistosità visibili solo alla meso- o alla micro-scala, mentre le megastrutture corrispondenti non sono note.

Non è quindi possibile, allo stato attuale delle conoscenze, verificare se queste siano nate come pieghe coricate, oppure come gigantesche scaglie tettoniche ("duplexes"); al contrario, le ultime fasi di piegamento hanno generalmente lasciato scarse evidenze alla meso-scala, mentre la loro influenza sulle pieghe preesistenti appare chiaramente sotto forma di struttura di interferenza alla grande scala.

L'evoluzione si è compiuta in tre tappe principali.

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

- *Individuazione e traslazione delle falde verso l'esterno* (eventi I, II e III). Comprende le fasi principali di deformazione e metamorfismo. Esse sono più antiche nei domini interni, dai quali l'orogenesi si è progressivamente propagata verso quelli esterni. L'intensità della deformazione, espressa dalla morfologia delle pieghe e dal carattere della foliazione tettonica associata, è generalmente proporzionale al metamorfismo - per lo più di alta pressione - che si è contestualmente sviluppato. Risultano pertanto energeticamente deformate e metamorfiche le Unità ofiolitifere, quelle piemontesi interne e quelle brianzonesi interne, la cui evoluzione strutturale si è compiuta in profondità, mentre sono comparativamente meno deformati e metamorfici i Flysch ad Elmintoidi, le Unità piemontesi esterne e brianzonesi esterne, la cui strutturazione è avvenuta in condizioni relativamente più superficiali.
- *Retroflessioni e retroscorrimenti* (evento IV). Si tratta del primo evento posteriore all'appilamento delle falde, che sono state rideformate con strutture in generale vergenti verso l'interno della catena (tranne quelle del Gruppo di Voltri e della Zona Sestri-Voltaggio che hanno direzione mediana). Questa fase ha intensità decrescente verso le Zone esterne e, su una stessa verticale, verso l'alto. Il metamorfismo si sviluppa in condizioni di pressione minore rispetto alle fasi precedenti.
- *Fasi tardive* (eventi V, VI e VII). Sono tutte blande e prive di metamorfismo; perciò non è sempre facile identificarle e correlarle a scala regionale. Le strutture più importanti, note nella maggior parte delle Unità, corrispondono a due generazioni di pieghe da aperte a blande, la prima debolmente vergente verso l'esterno della catena, la seconda praticamente priva di vergenza ed avente assi pressoché ortogonali a quelli di tutte le fasi precedenti.

Alla fine dell'Eocene l'edificio delle Alpi liguri è ormai costituito nelle sue linee essenziali e sostanzialmente emerso.

Pur attraverso pause ed anche temporanee e locali inversioni di tendenza, esso continuerà nel complesso a sollevarsi fino ai nostri giorni, senza più essere ricoperto integralmente dal mare, ma costituendo invece un'area di alimentazione per gli ingenti volumi dei depositi post-eocenici.

Benché di gran lunga inferiore a quella precedente, l'attività tettonica persiste ed è sufficiente a produrre nel substrato i piegamenti delle "fasi tardive"; essa è inoltre documentata dai caratteri e dalla distribuzione dei sedimenti oligo-mio-pliocenici.

Nel corso del pliocene e del Quaternario si sono a più riprese verificati dei movimenti tettonici, in prevalenza a componente verticale, che, oltre a determinare nuovi lineamenti morfologici, come scarpate di faglia, deformazione di preesistenti superfici, ecc., hanno spesso provocato sia fenomeni subsidenza sia modifiche all'assetto dell'idrografia e delle linee di costa.

Le principali fasi dell'attività neotettonica si sono succedute, separate da intervalli di relativa stabilità di durata assai diversa, con intensità generalmente decrescente. Una vivace neotettonica (collocabile a circa 1,65 Ma) segnerebbe la separazione tra il Pliocene e il Quaternario, mentre altre due distinte fasi neotettoniche marcherebbero la conclusione del Pleistocene antico (0,7 Ma) e l'inizio dell'Olocene (18 mila anni or sono).

Nel dettaglio del bacino del Noli-Armareo è riconoscibile uno schema di evoluzione orogenetica in parte anomalo rispetto a quello generale delle Alpi Liguri.

Infatti se da un lato è possibile, almeno per continuità con il limitrofo bacino del Crovetto, riconoscere una migrazione dei sovrascorrimenti dalle zone paleogeografiche più interne, e quindi più antiche, verso quelle più esterne, per il bacino del Noli-Armareo è viceversa dominante il retroscorrimento del Klippe di Bric dei Monti-Capo Noli (Unità di Monte Carmo) su Unità paleogeograficamente più interne (Castelvecchio-Cerisola). Tale

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

accavallamento si realizza per superfici multiple a Ramp and Flat particolarmente evidenti lungo la Falesia di Capo Noli.

In particolare il Klippe nella zona Armareo-Capo Noli è dislocato da faglie orientate NW-SE o NE-SW, delimitanti a Le Manie una finestra tettonica in cui affiora il Paleozoico, mentre presso la linea di costa esistono nuovi sistemi di faglie, orientati WSW-ENE e E-W. Dalla loro intersezione risulta una scomposizione della regione in blocchi fra loro dislocati; dalla carta batimetrica appare che il sistema corre parallelo alla scarpata continentale, causando gradini morfologici subacquei.

Anche all'interno del bacino del Rio Noli il Klippe risulta interessato da due sistemi circa ortogonali tra loro: NW-SE e NE-SW. La porzione settentrionale del bacino, impostata in terreni del tegumento, risulta interessata da un sistema orientato E-W dislocato da un altro orientato N-S.

In corrispondenza dei terreni permio carboniferi sono frequenti pieghe isoclinali e di trascinamento a "Chevron". Al primo tipo di piega sono generalmente associate scistosità di flusso assai penetrative mentre alla seconda, specie quando risulta molto serrata in corrispondenza della cerniera, sono associate scistosità di piano assiale con marcati clivaggi.

#### 2.2.4 Considerazioni relative allo stato della roccia

Le caratteristiche di un ammasso roccioso dipendono dal litotipo stesso, dal suo grado di fratturazione-tettonizzazione e dal grado e natura d'alterazione.

Nel bacino in esame affiorano litotipi con genesi e storia geologico/deformativa assai diverse tra loro che vanno dalle rocce ortogneissiche del Basamento cristallino precarbonifero alle coperture sedimentarie meso-cenozoiche.

Nel dettaglio del bacino del Noli la complessità dei rapporti tettonici tra le varie Unità e formazioni unitamente alle variabilissime condizioni giaciture, specie in relazione ai giunti di fratturazione, anche in ambiti assai ristretti intraformazionali non consente una suddivisione nelle quattro classi Ro - R - Rs - Rf come proposto dalle Raccomandazioni Regionali bensì, in quanto decisamente più realistica della situazione del bacino, una suddivisione in due sole classi con accorpamenti di ammassi rocciosi con caratteristiche di conservazione, alterazione, fratturazione e giaciture simili:

Ro: roccia affiorante/subaffiorante con caratteristiche tessiturali-giaciture variabili  
Rf: roccia in scadenti condizioni di conservazione e/o particolarmente fratturata

Al primo gruppo sono ascrivibili la quasi totalità delle dolomie e dei calcari marmorei, una parte delle quarziti e verrucano, delle metandesiti di Eze e dei porfiroidi del Melogno.

Al secondo gruppo sono invece ascrivibili la totalità degli scisti permiani edcretacei nonché una non trascurabile frazione delle quarziti, intensamente coinvolte nei processi tettonici con risposta fragile del litotipo fino alla formazione di cataclasiti, nonché i porfiroidi.

#### 2.3 Geomorfologia

Il bacino del Rio Noli presenta pur nella sua ridotta estensione aspetti assai diversificati dal punto di vista morfologico anche a causa dell'inglobamento nel bacino di aree esterne allo stesso quali la zona di Armareo-Scolatoi.

- pianura alluvionale del T. Noli, subpianeggiante ed in gran parte urbanizzata, in posizione di raccordo e transizione tra piede pendio e fascia costiera;
- pendici del rilievo a cornice della piana alluvionale caratterizzate da modesta acclività ed insediamenti antropici diffusi;

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

- le zone collinari disposte ad anfiteatro rispetto alla piana alluvionale, generalmente ad intermedia acclività, prevalentemente interessata da attività agricola con tessuto urbano discontinuo ad insediamenti sia isolati che a nucleo;
- la zona montana della sponda sinistra al rio Acquaviva, destra al R.Zuglieno e Luminella, nonché entrambe le sponde del rio S.Michele, caratterizzate da elevata acclività e copertura boschiva;
- versante di Chiariventi- Castello piuttosto acclive e bruscamente interrotto a valle dalle falesie fossili senza alcuna fascia clinometrica di transizione; tessuto urbano discontinuo;
- la zona di versante fortemente acclive, con nuclei abitati (Selva, Monda, Monte) che si raccorda con le falesie morte costiere di Varigotti, sede di forte erosione e trasporto solido;
- la zona ai piedi delle falesie di Varigotti, dove esiste quasi sempre un accumulo detritico, che si raccorda con i depositi di spiaggia. Tale accumulo è minimo in presenza di rocce metamorfiche scistose;
- la zona dell'altopiano carsico, scarsamente abitata (Isasco), che degrada dolcemente verso il mare, e consente la deposizione di prodotti più fini (terre rosse) con scarsi ciottoli alluvionali.

Il paesaggio morfologico è in gran parte controllato sia da processi geomorfologici che dalle condizioni geologiche, specie in relazione all'erosibilità dei litotipi e coperture: in generale a litotipi più tenaci (dolomie, quarziti, eze..) corrispondono versanti più acclivi ed uniformi mentre quelli in substrato più "tenero" (scisti) appaiono meno acclivi e spesso interessati da rotture di pendenza e da alvei secondari molto incisi.

Complessivamente, il reticolo idrografico del bacino risulta sufficientemente sviluppato solo in corrispondenza del dominio del rio Noli mentre tutti i rii minori con sbocco diretto a mare risultano decisamente poco sviluppati ed organizzati ed uniformemente interessati da fenomeni erosivi di tipo concentrato visualizzabili da alvei molto incisi, spesso in vere e proprie forre, a stretto controllo litologico e tettonico-strutturale.

All'interno degli altipiani si è sviluppato un carsismo molto spinto, che ha lasciato numerosi esempi di macroforme carsiche, quali numerosissime cavità ipogee, valli fossili, cockpit, doline di dissoluzione e di crollo, uvala (Le Manie, Isasco).

Tracce del sistema carsico ipogeo si trovano fin quasi alla sommità degli altipiani, ma le grotte di grandi dimensioni nate come "tubi freatici", si incontrano solo al disotto dei 350 m di quota. Al di sotto le caratteristiche del sistema ipogeo sono tipiche di sistemi il cui livello di base si è abbassato progressivamente, conseguenza della epirogenesi della zona.

Il rio Noli nella sua porzione medio-terminale e fino alla foce presenta un andamento decisamente lineare e risulta arginato con murature spondali in pietrame e cls ed alveo plateato in cls; la deposizione interessa esclusivamente la porzione terminale del bacino.

Relativamente ai rii minori attualmente non sembra esistano episodi di deposizione, essendo tutti i rii intubati nella parte terminale che sottopassa sempre la Ss1 Aurelia. Tutti gli alvei, specie nella porzione montana, sono in erosione come evidenziato nella Carta Geomorfologica.

Le conoidi alluvionali nella zona di Varigotti sono piccole e non cartografabili, limitate al tratto sottostante le falesie, a causa del particolare regime idrologico della zona, caratterizzato da piene violente e periodi in cui le aste secondarie sono asciutte.

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

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

### 2.3.1 Geomorfologia quantitativa

La delimitazione del bacino idrografico del torrente Noli ss, e cioè trascurando i rii minori con sbocco diretto a mare posti a Sud è riferita allo scorrimento superficiale, pertanto definita dall'individuazione sulla carta topografica della linea spartiacque e della foce.

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

Superficie:  $S = 2,9 \text{ km}^2$   
Perimetro:  $P = 6,5 \text{ km}$   
Lunghezza:  $L = 2,6 \text{ km}$

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

$R_c = 0,86$                        $R_u = 2,15$                        $R_a = 0,74$

La forma del bacino discende da un maggior sviluppo degli affluenti in sponda sinistra rispetto a quelli in sponda destra (rio Acquaviva) nonché dal senso d'allungamento in direzione N-S.

L'analisi ipsometrica evidenzia come il bacino in esame sia in una fase di sufficiente maturità con un integrale  $I=0,44$  e altezza mediana  $h_{med} = 1699\text{m slm}$ .

### 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 del torrente Noli ss è stata condotta secondo la metodologia proposta da Horton Strahler e riportata nella carta idrogeologica.

Il torrente Noli ss è suddivisibile in 3 sottobacini:

- Rio Acquaviva (ord.3-sponda dx); Rio Noli alto (ord.3), Rio Zuglieno (ord.2-sponda sx).

Tra la foce del Noli e Capo Noli drenano tre rii di ord. 2 con sbocco diretto a mare:

- Rio s. Michele, Rio Messina, Rio Prete Bernardini.

Tra Capo Noli ed il limite S del bacino sono presenti i seguenti sottobacini:

- Rio Porto, Rio Terra Rossa (spiaggia del Malpasso) ad est di Punta Crena
- Rio Kien, Rio Isasco, Rio Armareo, rio Goella, Rio Fontana che attraversano Varigotti;
- Rio Selva, Rio Prietti, Rio Lasca;
- Rio del Dé 2°, che sfocia presso la galleria Costastelli della ex Fs;
- Rio del Dé 1° che sfocia presso la Colonia Cremasca;

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

Per tali rii, tutti di ordine inferiore al 3, non si ritiene significativo procedere ad una analisi geomorfica. Tutti i corsi d'acqua hanno carattere torrentizio e sono attivi solamente in caso di piogge. Analogamente a quanto succede nei bacini vicini, i loro bacini sono ringiovaniti e conservano ancora bene la morfologia precedente.

L'asta principale del torrente Noli ss è caratterizzata da ordine 4 a partire dalla confluenza Noli alto/Acquaviva posta circa in corrispondenza della tombinatura su Piazza Aldo Moro.

<b>U</b> N° ordine sottobacini	<b>Nu</b> Numero di aste	<b>R<sub>b</sub></b> Rapporto di biforcazione	<b>N<sub>u</sub>+(N<sub>u</sub>+1)</b> )	<b>R<sub>b</sub> x N<sub>u</sub> x</b> <b>(N<sub>u</sub>+1)</b>	<b>N<sub>d</sub></b> n° di aste N <sub>u</sub> che si inseriscono su N <sub>u</sub> +1	<b>R<sub>bd</sub></b> rapporto di biforcazione diretta
I	22				19	
II	06	3,7	28	103	06	3,2
III	02	3,0	08	24	02	3,0
IV	01	2,0	03	06	01	2,0
TOT	31	8,7	41	133	28	8,2

Un parametro caratteristico è il rapporto di biforcazione (R<sub>b</sub>) che esprime il rapporto tra il numero di segmenti fluviali di un dato ordine e il numero dei segmenti dell'ordine successivo.

$$R_{bm} = 2,9 \text{ (media aritmetica)}$$

L'organizzazione gerarchica viene meglio definita con il rapporto di biforcazione diretta (R<sub>bd</sub>) inteso come rapporto tra il numero di segmenti di un dato ordine che affluiscono in segmenti di ordine superiore ed il numero di questi ultimi.

$$R_{bdm} = 2,7 \text{ (media aritmetica)}$$

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

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

$$\text{Indice di biforcazione } R = R_{bm} - R_{bdm} = 0.2.$$

Pertanto i valori di R<sub>b</sub> e R<sub>bd</sub> confermano le considerazioni emerse sulla base dell'analisi ipsometrica ed il valore dell'indice di biforcazione (R = 0.2) fornisce ulteriore supporto all'immagine di un bacino molto prossimo alla massima conservatività e maturità.

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

$$D = L_t / S = 5,1/\text{km}$$

dove:

$$L_t = \text{lunghezza totale di tutti i segmenti fluviali} = 14,7 \quad [\text{km}]$$

$$S = \text{superficie del bacino} = 2,9 \quad [\text{km}^2]$$

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

Un tale valore denota secondo la bibliografia classica un'area mediamente drenata in accordo con le caratteristiche di semipermeabilità della litologia prevalente.

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

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

Il territorio del bacino è caratterizzato da una decisa predominanza di condizioni di substrato roccioso affiorante/subaffiorante al di sotto di coperture submetriche rispetto alle coperture sciolte, siano esse potenti o medie.

Per una migliore definizione dei temi legati alle elaborazioni successive si è ritenuto di accoppiare roccia affiorante e subaffiorante e di cartografare le coltri di potenza superiore ai 3 m sia sulla Carta Geolitologica che sulla Carta Geomorfologica mentre quelle di potenza compresa tra 1 e 3m sono cartografate esclusivamente sulla carta geomorfologica.

La distribuzione delle coperture sciolte, specie quelle potenti, ricalca in modo abbastanza fedele la natura del substrato roccioso di letto, vedi paragrafo 2.2.2 Litostratigrafia e tettonica: in particolare le coperture potenti, e generalmente a granulometria medio-fine a componente coesiva (dt1), sono ben rappresentate in corrispondenza delle zone di raccordo morfologico piana-pendio con substrati rocciosi scistosi (Gorra, porfiroidi e Caprauna) e spesso associate a corredi eluviali (cappellaccio d'alterazione) assai potenti costituiti da argille d'alterazione con abbondante frazione clastica eterogranulare. (alta valle del Noli).

Viceversa le coperture detritiche in corrispondenza delle rocce tenaci (dolomie, calcari, quarziti e metandesiti) sono generalmente modeste a granulometria medio-grossolana (dt2) e comportamento granulare o, limitatamente alle rocce carbonatiche, terre rosse (dt1-r).

I terreni, eterogenei, hanno comunque scheletro abbondante ad elevata pietrosità, con frammenti litici a spigoli vivi di varia dimensione in una matrice da limo argillosa anche sensibile.

Una situazione particolare è rilevabile in loc. Case Sacconi, alla base delle assise carbonatico-quarzitica delle Manie, dove sono rilevabili potenti depositi di detrito di falda a clasti eterogranulari spesso ricementati dai sali di precipitazione delle acque di percolazione ricche in carbonato di calcio con matrice terrosa in terre rosse. Tale deposito, generato per termoclastismo e collasso gravitativo dal soprastante versante, costituisce un paleoaccumulo di frana attualmente stabilizzato dai fenomeni di ricementazione.

Dal punto di vista geomorfologico le coltri di maggior potenza sono rilevabili in corrispondenza di rotture di pendenza di tipo convesso dei versanti riconducibili ad accumuli di paleofrana mentre; sempre in ambito di versante, è molto diffusa la situazione in cui il substrato roccioso appare alternativamente affiorante e subaffiorante come in corrispondenza degli spartiacque orografici, delle dorsali morfologiche, nelle zone più acclivi e nei solchi d'erosione dei rii.

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

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

I movimenti franosi attivi sono stati cartografati su un livello apposito della Carta Geomorfologica che ne riporta il simbolo e, qualora la dimensione lo consenta, la perimetrazione; il censimento è stato aggiornato al dicembre 2000.

Il livello corrispondente viene utilizzato, con l'aggiunta di ulteriori informazioni sulla natura e tipologia del dissesto per la redazione della carta della Franosità Reale, che contiene per ciascuno di questi tutte le informazioni previste dalle specifiche regionali.

Le schede delle frane censite sul bacino in esame, e rappresentate nella Carta Geomorfologica e della Franosità Reale, sono state prodotte con gli atti oggetto dell'iter di approvazione.

Per ciascun dissesto individuato è stata compilata una scheda secondo il modello riferito alla nota della regione Liguria prot. 114669/1965, recante in allegato l'ubicazione su stralcio C.T.R. in sc. 1:5000 ed una ripresa fotografica.

Sulla carta della franosità reale vengono indicati anche cave dismesse, riporti artificiali e discariche e le aree soggette ad erosione sia concentrata che diffusa, trattati ai paragrafi successivi.

Alcuni dati sono stati ricavati da studi di pianificazione a scala comunale e controllati sul terreno nonché opportunamente integrati dei fenomeni dissestivi verificatisi nel corso/causa dell'evento meteorico dell'ottobre/novembre 2000.

In generale i più significativi fenomeni di franosità reale sono ubicati in corrispondenza di aree intensamente modificate antropicamente.

In particolare i fronti relitti delle cave dismesse di quarzite Refrattari e Mazzeno di Noli e Buongiardino sono interessati da una situazione di dissesto molto complessa legata allo stato di abbandono e degrado dell'area estrattiva successivamente alla sua chiusura: sono rilevabili, oltre ad un'erosione accelerata, locali fenomeni di crollo di materiale lapideo dai fronti unitamente a colamenti di materiale detritico/debris flow/debris avalanche. Il dissesto in corrispondenza della falesia fossile di Chiariventi è viceversa riconducibile a fenomeni di crollo di materiale lapideo mentre quello sempre a Chiariventi, nella porzione NE del bacino, è tipologicamente riconducibile ad un colamento.

Una situazione di franosità diffusa è rilevabile in località Sevigi di Noli dove l'elevata acclività del versante ed il grado di fratturazione del substrato roccioso quarzítico determinano in corrispondenza delle incisioni vallive ingenti fenomeni di crollo di materiale lapideo.

Relativamente all'Armareo la franosità reale individua situazioni di attenzione per rischi di crollo di materiale lapideo lungo le falesie di Capo Noli dominanti la Ss1 Aurelia, e quelle fossili retrostanti l'abitato di Varigotti e a S.Lorenzo; altre aree potenzialmente instabili sono riconoscibili in corrispondenza della presenza di coltri detritiche ricoprenti contatti tettonici (zona Porto) oppure coltri alla base di rocce carbonatiche su substrato poco permeabile (Colonia Cremasca), o ancora assestamenti di versante in rocce metamorfiche dovuti, ad apertura di nuove strade e a cattiva regimazione delle acque (zona a valle della frazione Selva).

Altri episodi di minor entità, ma sempre significativi, sono emersi nel corso o immediato seguito dell'evento meteorologico dell'autunno 2000 che hanno consentito di verificare sperimentalmente alcuni aspetti relativi all'equilibrio di scarpate giudicate

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

potenzialmente instabili durante i rilevamenti sul terreno della primavera precedente ed hanno indicato nuove aree da considerarsi potenzialmente instabili.

I fenomeni sopra richiamati rappresentano alcuni tra i fenomeni per i quali viene formulata una proposta di sistemazione (5. PIANO DI INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO).

#### 2.3.5 Franosità diffusa ed erosione superficiale

In cartografia sono inoltre rappresentati i fenomeni di franosità latente, i movimenti franosi di ridotte dimensioni ed i fenomeni di franosità quiescente (paleofrane). Vengono inoltre rappresentati i processi erosivi superficiali sia di tipo diffuso che concentrato.

Una situazione di degrado diffuso-erosione accelerata, peraltro già citata, si presenta in sponda sinistra alla porzione medio-sommitale del sottobacino Acquaviva connessa all'acclività del pendio ed al pessimo stato di conservazione del litotipo quarzítico oggettivamente peggiorata dai ripetuti episodi di incendi boschivi dei decenni scorsi: l'azione di ruscellamento/dilavamento delle acque meteoriche ha determinato la pressochè totale asportazione della già sottile copertura sciolta fino alla formazione in corrispondenza delle aste di testa di embrioni calanchivi impostati in substrato roccioso poco tenace e conseguente colamento di materiale detritico per un lungo tratto al piede dei versanti dell'Acquaviva ed anomali trasporti solidi da parte del torrente stesso.

Altri fenomeni erosivi di una certa rilevanza sono costituiti dai processi di erosione collegati al reticolo idrografico che, come già enunciato, risulta in gran parte impostato secondo direttrici tettoniche; in particolare sono evidenti fenomeni di scalzamento ed approfondimento di alveo in corrispondenza dei corsi d'acqua d'ordine inferiore ad elevato gradiente di pendio specie se impostati in substrati teneri o in copertura detritica; in tal caso è riconoscibile un approfondimento dell'alveo (erosione concentrata di fondo) fino alla formazione di vere e proprie forre spesso associate a fenomeni di scalzamento al piede versante (erosione spondale).

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:

- S.P. n° 45 Finale Ligure-Voze-Spotorno a sud-est del Bric Briga: frana puntuale a monte della carreggiata stradale e poco più a monte: un ciglio di arretramento morfologico attivo.
- A monte della Strada Statale Aurelia n°1 poco più a valle del Villaggio Olandese: una frana puntuale.
- In sponda destra orografica del T. Noli, in località bosco del Perasso a monte della strada comunale: una frana puntuale e un ciglio di arretramento morfologico attivo.
- In testata della valletta del T. Noli in corrispondenza del
- A monte dell'abitato di Varigotti, lungo i versanti della vallecchia del rio Armareo e del rio Goella: diffusi fenomeni di erosione areale ed incanalata.

#### 2.3.6 Riporti artificiali e discariche

La Carta Geomorfologica e la Carta della Franosità Reale riportano tra gli interventi antropici anche le discariche e gli altri riporti significativi.

I rilevati artificiali più importanti sono sicuramente quelli connessi alla sede Ss1 Aurelia e FFSS dismessa all'intero del perimetro degli abitati di Noli e Varigotti.

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

Sono inoltre significativi i riporti connessi alle due discariche per ripascimento a mare di Nereo e Fiorita mentre il rilevato per la realizzazione del campo sportivo di Voze appare decisamente modesto.

Nel bacino del Noli non sono presenti **discariche**.

### 2.3.7 Cave

Nel bacino del Noli non sono attualmente presenti cave attive.

Le aree di cava abbandonate sono invece sparse un po' ovunque sul territorio sia sulle litologie calcareo-dolomitiche che quarzitiche.

Le cave di maggiori dimensioni (quarziti) sono situate pressochè all'interno del perimetro urbano di Noli: **Fiumara e Mazzeno** - le problematiche maggiori legate a queste cave sono relative alla stabilità puntuale dei fronti ed alla presenza di materiale sciolto facilmente mobilizzabile durante gli eventi estremi.

Altre cave di una certa importanza sono presenti a Voze (Ca Maxin) e a Capo Noli lungo la ex SS n.1 "Aurelia" mentre aree estrattive decisamente più modeste sono presenti alle Manie e Buongiardino.

In particolare quando i fronti di cava appaiono particolarmente compromessi in termini di stabilità oppure interessati da marcati processi geomorfologici-gravitativi l'area stessa è stata opportunamente cartografata come frana attiva mentre negli altri casi è stato attribuito loro un grado di pericolosità complessivo relativo alle condizioni di stabilità del fronte di cava e del piazzale.

In ogni caso tutti i fronti di cava dovranno essere oggetto di un supplemento di indagine finalizzato alla definizione del loro assetto di stabilità ed eventualmente monitoraggio.

Per la cava Fiumara è stato effettuato un intervento di consolidamento dei fronti di cava in roccia e di sistemazione del materiale detritico sciolto. Con istanza prot. n. 58194 del 16/08/05 è stata richiesta la ripermimetrazione dell'area in frana attiva e approvata la nuova perimetrazione in frana artificialmente stabilizzata a seguito di parere favorevole del Comitato Tecnico Provinciale per la Difesa del Suolo (C.T.P. 15/03/2007).

Al fine della vigilanza sul mantenimento della condizione di assetto stabile sono state previste prescrizioni in merito al monitoraggio ed alla manutenzione delle opere di sistemazione realizzate così come riportato nel Piano interventi e nel verbale della seduta di C.T.P. per la Difesa del Suolo del 15/03/2007 (agli atti della Provincia di Savona, della Comunità Montana Pollupice, del Comune di Noli e della Società Richiedente – trasmissione con nota Prot. del 06/04/2007), che viene qui richiamato integralmente

Nel bacino non sono presenti **cave attive**.

### 2.3.8 Alluvioni e terrazzi fluviali

Le uniche alluvioni fluviali presenti nel bacino sono rilevabili in corrispondenza della piana di Noli dove si estendono su un'area non molto vasta posta nella parte bassa del bacino lungo la fascia costiera dove, svasandosi, si fondono, interdigitandosi, con i depositi di spiaggia; viceversa lungo la stretta piana di Varigotti la piana alluvionale è assente in quanto l'acclive pendio retrostante termina direttamente a contatto con la piana costiera in depositi di spiaggia recenti ed attuali.

Per quanto concerne l'origine e le prime fasi evolutive della piana costiera, questa risulta legata alla presenza di una depressione tettonica delimitata da due promontori

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

rocciosi, impostata su un sistema di faglie dirette a direzione E-W da riferirsi ad una ripresa della dinamica distensiva del bacino del Mar Ligure.

Il ciclo sedimentario riferibile al pleistocene e all'olocene vede la deposizione alluvioni grossolane a margine dell'alveo attuale del Noli-Acquaviva in posizione pedemontana rispetto al retrostante pendio lungo il quale sono riconoscibili terrazzi morfologici di origine marina che testimoniano un periodo abbastanza lungo di stabilità all'interno delle fluttuazioni che il livello di mare ha subito nell'ultimo milione di anni.

Nel contesto litoraneo prendono corpo le alluvioni subattuali oloceniche ed i depositi di spiaggia ad essi correlati; allo stato attuale pare impossibile con i dati a disposizione tracciare un limite sicuro tra le alluvioni di fondo valle e i depositi di spiaggia ad esse correlate che divengono comunque predominanti nella zona più costiera nell'ambito del nucleo di Noli.

Il litorale di Noli si estende tra la discarica a mare della Serra (a levante e Capo Noli e risulta intervallato da quattro pennelli trasversali mentre quello di Varigotti è compreso tra il Porto di Finale e Punta Crena, Tra capo Noli e Punta crena la costa è prevalentemente alta e rocciosa con piccole calette sabbiose ed in beach rock ed un esteso paraggio (spiaggia del Malpasso).

Il tratto di litorale del bacino è esposto alle traversie dei mari del secondo e terzo quadrante (Scirocco e Libeccio), con la conseguenza di un trasporto solido litoraneo alternato nelle due direzioni da levante a ponente e viceversa a seconda dell'alternarsi degli eventi meteomarini; in realtà è evidente la tendenza ad una deriva litoranea netta da ponente verso levante (conseguenza del mare dominante di Libeccio), con accumuli sopraflutto alle libecciate in prossimità delle opere di difesa trasversali ed erosioni sottoflutto.

Allo stato attuale la configurazione degli arenili del bacino appare fortemente influenzata sia dalle opere di sversamento a mare degli anni '50-'80 che dalle realizzazioni portuali e quindi in gran parte modificato artificialmente e gli scarsi apporti naturali dei rii sfocianti appaiono del tutto insufficienti a compensare le perdite (bilancio sedimentologico negativo).

In tal situazione è inevitabile una tendenza evolutiva degli arenili di tipo erosivo particolarmente evidente nei paraggi immediatamente a levante del porto di Finale e pressochè dell'intero arenile di Noli.

Per quanto riguarda la rappresentazione delle alluvioni sulla cartografia del piano di bacino, sono considerati come alluvioni attuali, a granulometria prevalentemente sabbiosa, i depositi alluvionali più giovani della piana e quelli di fondovalle, nonché quelli accomunabili alle attuali per morfologia e grado di costipamento.

Questi vengono cartografati sotto la sigla "a" che richiama le alluvioni mobili "am", per mantenere la rispondenza alla legenda standard. Si sottolinea che la parte mobile di tali depositi è limitata di fatto all'alveo attivo ed ai depositi di spiaggia "as" non protetti da opere marittime, in quanto gli interventi antropici di arginatura, regimazione e l'urbanizzazione in genere rendono non rispondente alla definizione di "alluvioni mobili" la maggior parte delle alluvioni attuali.

### 2.3.9 Acclività

La carta dell'acclività ricavata per via informatica, è stata acquisita dalla Regione Liguria tramite la Provincia di Savona.

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

Il procedimento seguito ha impiegato il modello digitale del terreno, con maglia 20 x 40 m, il grid di campionamento utilizzato è di 10 x 10 m tramite il software Terrain Analyst di Intergraph.

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

Il bacino è stato suddiviso nelle seguenti classi di acclività:

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 prossima alla foce del Noli e lungo la piana costiera nonché in corrispondenza dei terrazzi morfologici mentre lungo i versanti sono limitate a piccole aree sub-pianeggianti lungo i crinali e nelle valli fossili e sospese dell'altipiano calcareo.

Le zone più acclivi (classe 6 e 7), non sempre evidenziate a causa della maglia larga utilizzata, sono presenti nelle parti alte dei sottobacini ed in corrispondenza dei versanti scoscesi generalmente in rocce calcaree, quarziti o metamorfiti compatte ed in particolare nelle falesie di Chiariventi, capo Noli e Varigotti.

Le classi 3 e 4 e parzialmente 5 sono tipiche dei versanti con coperture sciolte o con substrati rocciosi scistosi a bassa qualità.

#### 2.4 Idrogeologia

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

- Ai riporti antropici, alle coperture detritiche grossolane (dt2), alle brecce di pendio (dt2-bc), alle terre rosse, alle alluvioni attuali e recenti corrisponde *permeabilità per porosità*. (pp)
- Alle coperture detritiche fini (dt1), spesso associate a manti eluviali argillosi, ed ai substrati rocciosi scistosi corrisponde una condizione di *semipermeabilità*. (sp)
- Ai substrati rocciosi metavulcanitici massivi, ortogneiss metaconglomerati e quarziti corrisponde una condizione di *permeabilità per fratturazione*. (pf)
- Alle rocce carbonatiche (dolomie e calcari), potenzialmente carsificati o carsificabili, corrisponde una sottoclasse della permeabilità per fratturazione indicata come *permeabilità per carsismo* (pfc).
- Sono state inoltre delimitate le aree caratterizzate da fenomeni di *impregnazione diffusa* connessi a marcati contrasti di permeabilità (p).

Relativamente alle aree carsiche la loro delimitazione è avvenuta tenendo conto sia della distribuzione dei substrati carbonatici che delle perimetrazioni ai sensi della L.R.3/04/90 n.14.

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

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

Vengono cartografate tutte le grotte di cui sono state fornite le coordinate dal sig. A Borbonese (p.g.c.), opportunamente controllate, in quanto quelle fornite dagli elaborati provinciali, tratte da carte in scala 1/50.000 sono risultate molto imprecise.

La caratterizzazione idrogeologica del territorio dipende da molteplici fattori, sinteticamente:

- estensione e morfologia del bacino idrografico;
- distribuzione areale delle litofacies, loro natura e assetto geologico strutturale della zona, che definiscono la struttura idrogeologica nel suo insieme;
- geometria ed estensione degli acquiferi e loro reciproci rapporti;
- permeabilità dei complessi idrogeologici con presenza di una zona "carsica";
- modalità di alimentazione, scorrimento, accumulo delle precipitazioni e rapporti con le rete idrografica e con la tettonica.

Negli ammassi rocciosi, in corrispondenza dei rilievi collinari e montuosi, la circolazione idrica sotterranea si svolge in prevalenza nelle rocce carbonatiche carsificate e, in misura minore, in quelle fratturate. Gli acquiferi sono complessi e discontinui, e condizionati fortemente dalle variazioni di facies litologica e dalla tettonica, con prevalenza di meccanismi di circolazione profonda.

La Carta Idrogeologica riporta anche i pozzi ad uso potabile la cui ubicazione è stata fornita dagli Enti e dalla Provincia di Savona, distribuiti per la maggior parte nella piana alluvionale, e le sorgenti.

I pozzi sono ubicati in zona di piana alluvionale e subordinatamente in corrispondenza di potenti coperture detritiche lungo pendio; discorso a parte meritano alcuni depositi detritici lungo la porzione sommitale del bacino che idrogeologicamente costituiscono veri e propri acquiferi di monte alimentati anche dalle precipitazioni occulte.

Le principali sorgenti sono riconducibili ai complessi carbonatici in prossimità del loro contatto con il substrato permocarbonifero scistoso pertanto di tipo da soglia di permeabilità mentre altre, di portata minore, scaturiscono da fratturazioni in rocce metavulcaniche. Una situazione particolare è attribuibile allo scavo della galleria FFSS Spotorno-Finale che, all'interfaccia calcari/substrato scistoso, ha intercettato la "falda di base" con completo prosciugamento delle emergenze a valle soprattutto nella zona alta del bacino.

Tutta la zona di piana alluvionale di Noli è sede di falda di subalveo alimentata dal rio che costituisce la risorsa idrica più importante della valle. Si tratta di una struttura idrogeologica del tipo "multifalda", ma con rapporti diretti tra falda e sistema fluviale.

L'alimentazione è garantita dai processi di dispersione in alveo a monte della plateazione in cls e in parte da ricariche provenienti essenzialmente dal substrato calcareo carsificato (sottobacino Acquaviva) e dalle zone fagliate del tegumento (Zuglieno). L'acquifero alluvionale è caratterizzato da terreni a granulometria ghiaioso sabbioso-limosa in lenti e strati sovrapposti, con variazioni laterali e verticali legate ai fenomeni di interdigitazione tra depositi fluviali e marini, con orizzonti a diversa permeabilità.

La tavola d'acqua si trova, in tutta l'area studiata, a bassa profondità, mediamente tra -8m e -0m slm e l'escursione (tra periodi di magra e di piena) è dell'ordine di qualche metro, valore che va attenuandosi verso la costa per l'effetto dinamico del cuneo salino.

Una valutazione complessiva della vulnerabilità dell'acquifero deve necessariamente riferirsi all'intero bacino idrogeologico alluvionale, tenendo sotto controllo, in primo luogo, la qualità dell'acqua del torrente (sia in relazione a fonti di inquinamento sistematico, sia occasionale) e le zone di ricarica della falda direttamente dal bed-rock. Gli acquiferi carsici o

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

comunque legati alla fratturazione degli ammassi rocciosi risultano dal punto di vista idrogeologico (in termini di vulnerabilità) esposti al rischio di inquinamento; tuttavia la principale area di alimentazione ricade in ambiti montani (alta valle dell'acquaviva) a bassa antropizzazione e scarsamente accessibile si può quindi ragionevolmente ritenere che gli acquiferi stessi si trovino in un contesto sufficientemente protetto.

Unitamente ai caratteri idrogeologici viene riportato sulla medesima Carta il reticolo idrografico gerarchizzato. L'attribuzione dell'ordine gerarchico ha richiesto la revisione del reticolo precedentemente fornito dalla Committenza.

## 2.5 Uso del Suolo

La legenda relativa alla Carta di Copertura e d'Uso del Suolo fa riferimento a quanto contenuto nelle 'Raccomandazioni' del Comitato Tecnico Regionale dell'Autorità di Bacino di rilievo regionale, approvati nella seduta dell'8 novembre 1996, nell'ambito dei Criteri per la redazione dei Piani di Bacino. Più precisamente tale legenda riprende le classi previste dal Progetto Comunitario Corine - Land-Cover, raggruppando alcune voci ritenute essenzialmente uniformi ai fini delle esigenze del piano di bacino, secondo quanto di seguito riportato.

### TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE

- 1.1 ZONE URBANIZZATE
  - 1.1.1 tessuto urbano continuo
  - 1.1.2 tessuto urbano discontinuo
- 1.2 ZONE INDUSTRIALI COMMERCIALI E RETI DI COMUNICAZIONE
  - 1.2.1 aree industriali o commerciali
  - 1.2.2 reti autostradali, ferroviarie e spazi accessori
  - 1.2.3 aree portuali
  - 1.2.4 aeroporti
- 1.3 AREE ESTRATTIVE E DISCARICHE
  - 1.3.1 aree estrattive
  - 1.3.2 discariche
- 1.4 ZONE VERDI ARTIFICIALI NON AGRICOLE
  - 1.4.1 aree verdi urbane
  - 1.4.2 aree sportive e ricreative

### TERRITORI AGRICOLI

- 2.1 SEMINATIVI
  - 2.1.1 seminativi in aree non irrigue
  - 2.1.2 seminativi in aree irrigue
    - 2.1.2.1 seminativi, vivai, colture orto-floricole in piena aria T = terrazzati
    - 2.1.2.2 seminativi, vivai, colture orto-floricole in serra T = terrazzati
- 2.2 COLTURE PERMANENTI ARBOREE
  - 2.2.1 vigneti T = terrazzati
  - 2.2.2 frutteti T = terrazzati
  - 2.2.3 oliveti T = terrazzati

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

- 2.3 PRATI E PASCOLI
- 2.4 ZONE AGRICOLE ETEROGENEE
- 2.5 EX COLTIVI

TERRITORI BOSCATI ED AMBIENTI SEMINATURALI

- 3.1 PRATERIE
- 3.2 ZONE BOScate
- 3.3 ZONE CARATTERIZZATE DA VEGETAZIONE ARBUSTIVA
- 3.4 ZONE CON VEGETAZIONE RADA O ASSENTE
  - 3.4.1 spiagge, dune
  - 3.4.2 rocce nude
  - 3.4.3 aree con vegetazione rada (calanchi, conoidi detritiche)
  - 3.4.4 aree percorse da incendi inf. a 2 anni

ZONE UMIDE

- 4.1 ZONE UMIDE INTERNE

CORPI IDRICI

- 5.1 ACQUE CONTINENTALI
  - 5.1.1 corsi d'acqua, canali largh. minima alveo 10m
  - 5.1.2 bacini d'acqua
- 5.2 ACQUE MARITTIME

In ordine alle definizioni e specificazioni riguardanti la legenda sopra riportata, si precisa che ci si è attenuti a quanto indicato nelle "Raccomandazioni" del Comitato Tecnico Regionale dell'Autorità di Bacino di cui sopra.

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

## 2.6 Descrizione della rete idrografica

### 2.6.1 Sopralluogo dell'asta principale

La sezione d'imbocco della copertura presenta una luce di 3 m. per una larghezza di 3,70 m.; l'alveo risulta non plateato con presenza di vegetazione. Il tratto in copertura ha una lunghezza di circa 200 m.



Figura 2.6.1.1: Rio Noli - Imbocco copertura

La sezione in corrispondenza dello sbocco della copertura (fig. 2.6.1.1) ha forma rettangolare con una larghezza di circa 5 m. e un'altezza di circa 2,5 m. Il fondo piatto presenta una canalina centrale profonda circa 20 cm. e larga circa 1 m.



Figura 2.6.1.2: Rio Noli - Sbocco copertura

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

Come indicato nella descrizione generale del bacino, da questa sezione in poi l'alveo del Rio Noli coincide con la sede stradale. La segnaletica (fig. 2.6.1.2) posta lungo le strade, che in caso di piogge significative vengono occupate dalle acque del Rio Noli, indica il divieto di transito e parcheggio lungo le stesse nei giorni in cui vi sia allerta.



Figura 2.6.1.3: Rio Noli - Segnaletica posta nei pressi dello sbocco della copertura

Tale divieto rappresenta a tutt'oggi l'unica misura precauzionale adottata nel Comune in questione a favore della difesa di persone e cose in caso di piene improvvise del Rio Noli.

Nel tratto a monte dell'arco medioevale (fig. 2.6.1.3) gli argini sono per lo più inesistenti ed il corso d'acqua è delimitato dagli edifici o dai muri e griglie che circoscrivono le varie proprietà private. In sponda sinistra è presente una banchina con ciottoli ed erba larga 5 m.

Figura 2.6.1.4: Rio Noli - Tratto a monte dell'arco medioevale

Circa 150 m. più a valle si incontra l'arco medioevale di Noli (fig. 2.6.1.4) avente una larghezza di circa 8 m. e un'altezza massima al centro di circa 3,5 m. per una luce libera al deflusso di circa 25 m<sup>2</sup>.



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

Figura 2.6.1.5: Rio Noli - Arco medioevale

Circa 150 m. a valle dell'arco si trova il ponte della ex-linea ferroviaria (fig. 2.6.1.5); esso presenta una larghezza di circa 6 m. ed un'altezza di circa 5 m., concedendo una luce libera al deflusso delle acque di 30 m<sup>2</sup>.



Figura 2.6.1.6: Rio Noli - Ex ponte della ferrovia ricostruito

A circa 100 m. dallo sbocco a mare del Rio Noli si trova il ponte medioevale (fig. 2.6.1.6); esso ha forma ad arco e presenta una larghezza di circa 10.5 m. ed un'altezza di circa 3,5 m.

Figura 2.6.1.7: Rio Noli - Ponte medioevale



Anche in questa zona, come del resto nell'intero ultimo tratto del Rio Noli, l'alveo viene adibito al parcheggio delle auto.

Prima dello sbocco a mare il Rio Noli è attraversato da altri due ponti (fig. 2.6.1.7).

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



Figura 2.6.1.8: Rio Noli - Tratto terminale prima dello sbocco a mare

Il primo si evidenzia per le dimensioni ridotte della sua luce libera; largo circa 8 m., presenta un'altezza al centro di circa 1 m. nella sua sezione a monte (dove è situata anche una briglia) e di circa 1,5 m. nella sua sezione di valle.

Il secondo è il nuovo ponte dell'Aurelia che presenta una struttura ad arco; esso è largo circa 8 m. ed ha un'altezza al centro di circa 2,5 m.

## 2.6.2 Descrizione della rete idrografica - bacini minori

### 2.6.2.1 RIO SAN MICHELE

Il bacino idrografico del rio San Michele si estende per un'area inferiore al mezzo km<sup>2</sup> nella parte centro-occidentale del Comune di Noli.

Per quasi tutto l'intero percorso il rio scorre con forte pendenza, seguendola naturale acclività della collina Mazeno che estende le sue pendici in prossimità della costa.

Le sezioni individuate riguardano il breve tratto pianeggiante e urbanizzato che il rio attraversa prima di sfociare in mare, individuabili dalla strada che corre parallela all'ex-rilevato ferroviario.

Su tale strada il rio sbocca da un tubo in calcestruzzo di 60 cm di diametro (fig. 2.6.2.1), in quanto il rio si intuba a monte di due condomini, lungo i quali scorre pensile.

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



Figura 2.6.2.1 – Rio San Michele: sbocco su strada parallela all'ex-rilevato ferroviario.



Figura 2.6.2.2 – Rio San Michele: sezione di attraversamento dell'ex-ferrovia e dell'Aurelia.

L'attraversamento del rilevato ferroviario e della SS Aurelia si compie con una sezione ad arco, alta 1.4 m al centro e larga 1.10 m (fig. 2.6.2.2).

Presso il tratto scoperto del rio a monte, in sponda destra si inonda la strada, mentre in sponda sinistra i garages di un condominio.

Ancora più a monte l'alveo del rio coincide con la strada che porta ad un residence.

#### 2.6.2.2 RIO PORIO

Poco prima di incontrare Punta Crena, presso la spiaggia della Baia dei Saraceni, tra Noli e Varigotti, sfocia il rio Porio che drena una superficie inferiore al km<sup>2</sup>.

Il rio è praticamente uno scolo della montagna a picco sul mare in regione Bordelle. Scendendo bruscamente, con pendenze quasi verticali dalla retrostante parete rocciosa (fig. 2.6.2.2.1), si immette nel breve tratto pianeggiante che lo divide dal mare, attraverso una copertura a sezione rettangolare, preceduta da una forte discesa pavimentata in calcestruzzo (fig. 2.6.2.2.2).

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

Al di sopra della copertura si è sviluppato un residence turistico di discrete dimensioni, che rappresenta l'unica via d'accesso all'alveo del rio.



Figura 2.6.2.2.1 – Rio Porio: tratto di monte sopra il residence.



Figura 2.6.2.2.2 – Rio Porio: ingresso della copertura sotto il residence. Dimensioni: 1.8 m x 6.10 m.

Prima di incontrare il mare, il rio scorre sotto la copertura del residence ed attraversa tre ponti, mantenendo sempre dimensioni dell'alveo confrontabili con quelle di fig. 2.6.2.2.2.

In figura 2.6.2.2.3 si può osservare l'attraversamento sotto l'ex ferrovia, in corrispondenza del quale è stato posto un cancello per impedire l'ingresso al residence dalla spiaggia nelle ore notturne. E' chiaro che in caso di piena esso rappresenta un ostacolo al libero deflusso delle acque e un'opportunità di addensamento per arbusti ed alberi eventualmente trasportati dalla corrente, e da un punto di vista strettamente idraulico andrebbe rimosso.



Figura 2.6.2.2.3 – Rio Porio: attraversamento dell'ex-ferrovia.

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

Comunque, viste le dimensioni ridotte del bacino confrontate con le ampie dimensioni della sezione tipo di deflusso, il rio risulta presumibilmente verificato per le portate di piena.

Gli unici problemi che hanno riscontrato gli occupanti del residence sono parziali allagamenti dovuti al fatto che una retrostante parete rocciosa, in caso di forti piogge, drena le acque di piena direttamente sul residence invece che convogliarle nel reticolo di drenaggio principale. La parete in questione è illustrata in figura 2.6.2.2.4.



Figura 2.6.2.2.4 – Residence sul rio Porio: parete rocciosa retrostante il residence.

#### 2.6.2.3 RIO GOELLO

Attraversata Punta Crena, procedendo verso ponente, si trova il bacino idrografico del Rio Goello, sul territorio comunale di Varigotti.

Il bacino ha un'area inferiore al km<sup>2</sup> e drena le acque del versante orientale della collina Pietra Grossa.



Figura 2.6.2.3.1 – Rio Goello: sezione di sbocco del tratto coperto di monte.

Il rio è coperto con luce molto piccola e per la sua configurazione è assimilabile ad una fognatura bianca. La sezione fotografata è situata sulla strada di parallela alla via

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

Aurelia, verso monte, dove il rio alimenta una sorgente di acqua pubblica (fig. 2.6.2.3.1 e fig. 2.6.2.3.2).



Figura 2.6.2.3.2– Rio Goello: sezione di imbocco sotto la strada.

#### 2.6.2.4 RIO ARMAREO

Il bacino idrografico del rio Armareo ha una superficie di circa 1 km<sup>2</sup>. Esso si trova nell'abitato di Varigotti, dove scorre drenando le acque del versante di ponente delle colline Pietra Grossa e Chianazzi e di levante di regione Fornaci, attraversando nel tratto finale il centro di Varigotti.

All'inizio del tratto pianeggiante il rio scende giù dalla parete di figura 2.6.2.4.1, scattata dal primo ponte di monte, e procede a sezione pressoché rettangolare verso valle.

Come si può notare dalla figura, in sponda sinistra è ancora presente l'antico argine in pietra, mentre in sponda destra l'argine coincide con delle mura perimetrali di aree private.



Figura 2.6.2.4.1 – Rio Armareo: parete rocciosa da cui ha inizio il tratto pianeggiante.

L'alveo è ricoperto da abbondante vegetazione di tipo arbustivo, e in entrambe le sponde si riscontra la presenza di molti edifici e di un tessuto urbano molto sviluppato.

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

Procedendo verso valle, si incontra un ponte carrabile e subito dopo il ponte della ex-ferrovia, costituito da una sezione ad arco di larghezza 4.50 m e altezza centrale di 1.70 m (figg. 2.6.2.4.2 - 2.6.2.4.3). Tale sezione risulta critica, in quanto a valle di questa si inondano le aree in sponda destra, dove è presente una bocciofila, mentre in sponda sinistra, l'allagamento è presumibilmente impedito dalla presenza di un alto muro d'argine (fig. 2.6.2.4.4).



Figura 2.6.2.4.2 – Rio Armareo: ponte carrabile a monte del ponte ex-ferrovia, vista da valle verso monte



Figura 2.6.2.4.3 – Rio Armareo: ponte ex-ferrovia, vista da valle verso monte.



Figura 2.6.2.4.4 – Rio Armareo: vista verso valle dal ponte della ex-ferrovia.



Figura 2.6.2.4.5 – Rio Armareo: edificio in alveo nel tratto subito a monte dell'Aurelia.

A valle della bocciofila (figura 2.6.2.4.5), il corso d'acqua si allarga, scorrendo tra gli edifici le quali mura fungono da veri e propri argini, con presenza di finestre e scantinati chiaramente inondabili in caso di piena (fig. 2.6.2.4.4). Si evidenzia inoltre la presenza di un edificio a sbalzo sul rio (fig. 2.6.2.4.5)

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**  
Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico  
**bacino: NOLI**



Figura 2.6.2.4.6 – Rio Armareo: ponte della SS Aurelia



Figura 2.6.2.4.7 – Rio Armareo: sbocco a mare.

Procedendo più a valle si incontra il ponte dell'Aurelia, caratterizzato da una sezione rettangolare alta 1.10 m e larga 3.9 m (fig. 2.6.2.4.6).

Al di sotto dell'attraversamento della via Aurelia, la sezione si restringe in altezza per apparire allo sbocco come in fig. 2.6.2.4.7.

#### 2.6.2.5 RIO KIEN

Il bacino idrografico del rio Kien si trova nella parte centro-occidentale dell'abitato di Varigotti, dove drena un'area di circa 1 km<sup>2</sup>. Il rio attraversa un tratto montano molto pendente, corrispondente a regine Kien, per poi intubarsi in regione Pino e procedere in copertura fino a mare.

Nel tratto subito prima della copertura il rio scende giù da una parete quasi verticale e procede per pochi metri incassato tra due condomini in sponda destra e sinistra (fig. 2.6.2.5.1).



Figura 2.6.2.5.1 – Rio Kien: breve tratto a monte della copertura. Da notare la forte urbanizzazione in entrambe le sponde.

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

Il rio in questo tratto presenta una sezione pressoché rettangolare di 3.5 m x 1.5 m, e successivamente va in copertura per attraversare la strada di fig. 2.6.2.5.2, copertura che si mantiene fino a mare. La sezione di inizio copertura la si può osservare in fig. 2.6.2.5.3.



Figura 2.6.2.5.2 – Rio Kien: tratto di inizio copertura.



Figura 2.6.2.5.3 – Rio Kien: sezione di inizio copertura.

#### 2.6.2.6 RIO LASCO

Il bacino idrografico del rio Lasco si trova nella zona a ponente dell'abitato di Varigotti, dove drena un'area inferiore al km<sup>2</sup>.

Il rio attraversa una zona in forte pendenza, caratterizzata da colline le cui pendici arrivano in prossimità della costa e da una scarsa presenza urbana.

La sezione che si è fotografato è quella relativa all'attraversamento dell'ex-rilevato ferroviario, visibile dalla SS Aurelia tra il porto di Finale e Varigotti (fig. 2.6.2.6.1).

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



Figura 2.6.2.6.1– Rio Lasco: sezione sotto ex-rilevato ferroviario

Attraversando la SS Aurelia si può scorgere la scogliera sulla quale sfocia il rio (fig. 2.6.2.6.2).



Figura 2.6.2.6.2 – Rio Lasco: scogliera allo sbocco a mare.

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

## 2.7 Idrologia di piena

### 2.7.1 Premessa

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

Al fine di descrivere in termini probabilistici le portate di piena la Regione Liguria ha stipulato con l'Università di Genova - Centro di Ricerca in Monitoraggio Ambientale (CIMA) una convenzione relativa alla "Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri (luglio 1999)"; lo studio fornisce i valori al colmo di piena relativi a diversi periodi di ritorno dei corsi d'acqua con foce sul litorale tirrenico, ed è la base dati su cui si fondano le successive analisi idrauliche di questo piano stralcio. Per bacini con superficie compresa tra 0 e 10 km<sup>2</sup>, 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.

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.

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

**Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio**

Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico

**bacino: NOLI**

	<b>STAZIONE</b>	<b>Lat.</b>	<b>Long.</b>	<b>Quota</b>	<b>N</b>
1	GENOVA CASTELLACCIO	44.26	3.31	379	24
2	GENOVA SERV. IDROGRAFICO	44.24	3.31	2	27
3	NERVI	44.23	3.24	45	16
4	GENOVA PONTECARREGA	44.26	3.29	26	31
5	PRATO	44.27	3.26	89	22
6	SCOFFERA	44.29	3.2	678	29
7	S. EUSEBIO	44.27	3.28	240	21
8	S. ILARIO	44.23	3.24	210	27
9	VIGANEGO	44.26	3.23	400	34
10	ALASSIO	44	4.17	10	47
11	ALBENGA	44.03	4.14	5	39
12	ALTO	44.06	4.27	630	33
13	CALICE LIGURE	44.12	4.1	70	22
14	CASTELVECCHIO DI ROCCA BARBENA	44.08	4.2	350	50
15	COLLE DEL MELOGNO	44.14	4.16	1000	37
16	FEGLINO	44.13	4.07	160	26
17	MANIE	44.12	4.05	297	19
18	MONTAGNA	44.17	4.05	256	43
19	PIEVE DI TECO	44.03	4.32	240	25
20	POGLI DI ORTOVERO	44.04	4.23	90	48
21	RIALTO	44.14	4.12	976	31
22	FIORINO	44.28	3.45	236	29
23	MADONNA DELLE GRAZIE	44.26	3.42	159	25
24	MELE	44.28	3.43	278	24
25	COLONIA ARNALDI	44.25	3.17	600	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

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

**bacino: NOLI**

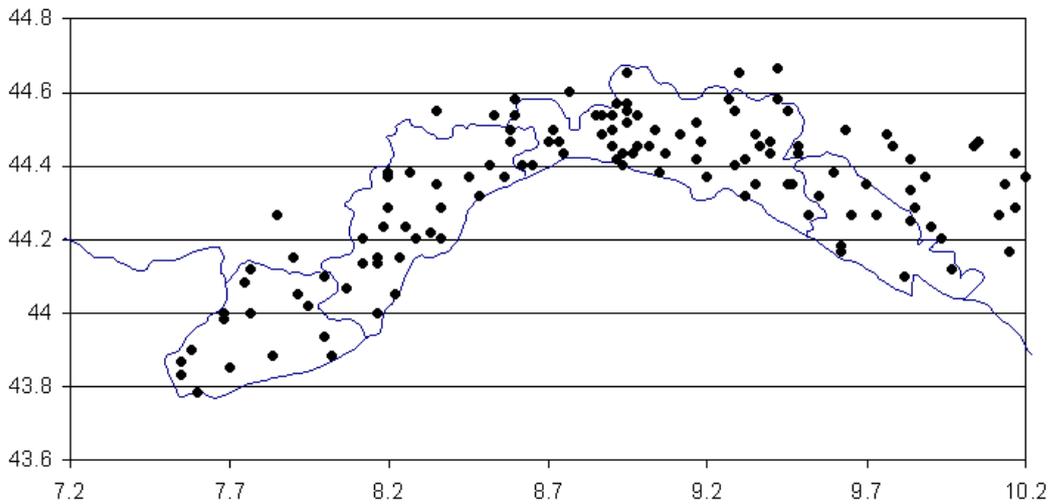
44	CALICE AL CORNOVIGLIO	44.15	2.37	402	24
45	CHIUSOLA	44.21	2.45	630	42
46	EQUI TERME	44.1	2.18	300	40
47	GUINALDI (Presa Verde)	44.25	2.37	371	31
48	LA SPEZIA	44.06	2.38	5	48
49	LEVANTO	44.1	2.5	2	33
50	MATUCASO	44.17	2.17	581	34
51	MONTALE DI LEVANTO	44.11	2.5	149	35
52	NOVEGINO (già Aulla)	44.12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

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

**bacino: NOLI**

88	SUCCISO	44.22	2.15	911	13
89	BOSCO DI CORNIGLIO	44.27	2.25	842	49
90	MARRA C.LE	44.28	2.24	635	50
91	BUSALLA	44.34	3.3	360	17
92	CHIAPPARI	44.34	3.32	535	8
93	VAL NOCI DIGA	44.3	3.25	544	33
94	ISOLA DEL CANTONE	44.39	3.3	300	42
95	TORRIGLIA	44.31	3.17	764	25
96	BARDINETO	44.12	4.2	711	29
97	CAIRO MONTENOTTE	44.23	4.11	328	36
98	OSIGLIA (Diga Cavallotti - Osiglia)	44.17	4.15	620	41
99	CENGIO	44.23	4.15	450	30
100	CORSAGLIOLA (C.LE MOLLINE)	44.16	4.36	620	45
101	LAVAGNINA C.LE	44.36	3.41	245	51
102	LAVEZZE LAGO	44.32	3.36	652	38
103	MASONE	44.3	3.44	433	36
104	MILLESIMO	44.22	4.15	427	47
105	ORMEA C.LE	44.09	4.33	730	39
106	ORTIGLIETO	44.35	3.51	300	38
107	PIAGGIA	44.05	4.42	1310	39
108	PIAMPALUDO	44.28	3.52	857	32
109	PIANCASTAGNA	44.32	3.55	732	34
110	SPIGNO MONFERRATO	44.33	4.06	476	52
111	TIGLIETO	44.32	3.51	500	15
112	URBE	44.3	3.52	500	24
113	VIOZENE	44.07	4.41	1248	22
114	BEDONIA	44.3	2.49	544	44
115	BORGO VAL DI TARO	44.29	2.41	411	21
116	S. MARIA DEL TARO	44.26	2.58	744	37
117	STRINABECCO	44.27	2.58	800	27
118	VALDENNA C.LE	44.27	2.4	611	24
119	BOSCHI D'AVETO DIGA	44.35	3.02	630	51
120	BRUGNETO	44.4	3.02	903	19
121	CABANNE	44.29	3.06	812	33
122	LOCO CARCHELLI C.LE	44.33	3.1	610	51
123	LOSSO C.LE	44.39	3.09	416	37
124	ROVEGNO	44.35	3.11	660	16
125	SANTO STEFANO D'AVETO	44.33	3	1014	24

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



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:

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



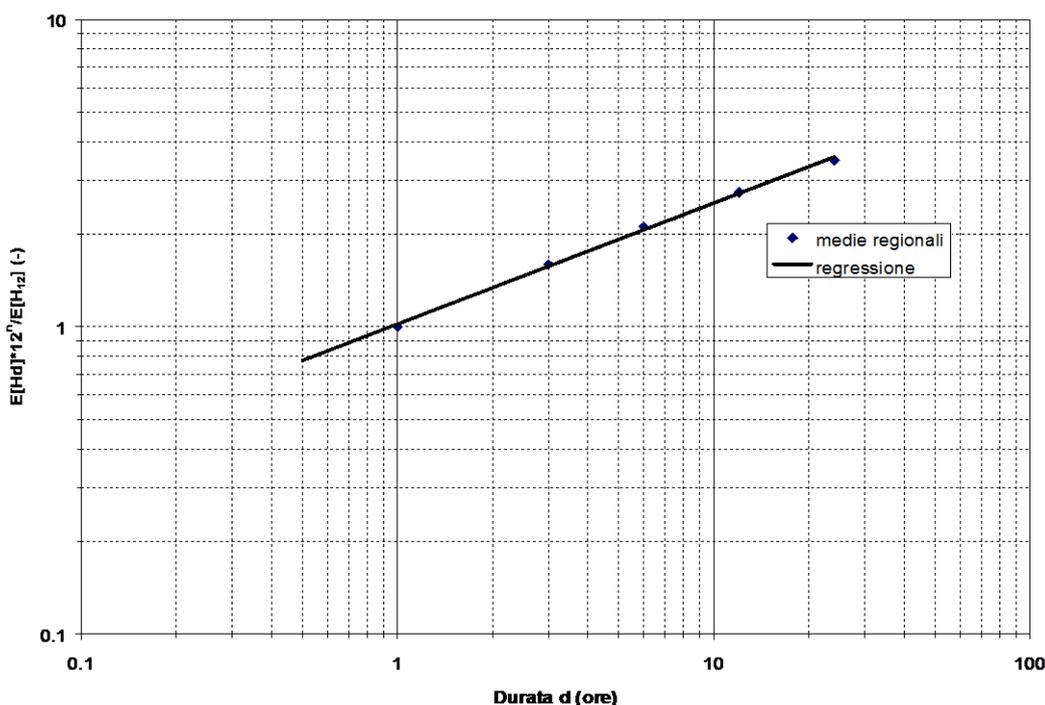
Il valore dell'esponente  $n$  si ricava tenendo conto del fatto che per i valori attesi l'equazione precedente assume la forma:

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

con:

$d$  durata di interesse in ore.

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



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

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

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

$\frac{A_T}{A} = \frac{A_T}{A} / 1.02$  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  $K_T$  per i periodi di ritorno più comunemente utilizzati nella progettazione di opere idrauliche. A questo punto la LSPP risulta completamente caratterizzata, in quanto sono noti tutti i parametri che entrano nell'espressione (1). Di seguito si riporta un esempio di applicazione della procedura per la stima delle LSPP.

Si procede come segue:

1. sulla cartografia regionale si individua la zona di bacino di interesse oppure, se si opera a scala di bacino, la posizione  $x$  del suo baricentro, in longitudine est da Greenwich;
2. con il valore di  $x$  si entra nella *Tabella 1* cui corrispondono i rispettivi valori di  $E[H_1]$ , 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:

$$LSPP = K_T \cdot E[H_1] \quad (1)$$

Tabella 1: valore del parametro pioggia indice per il Bacino Noli 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

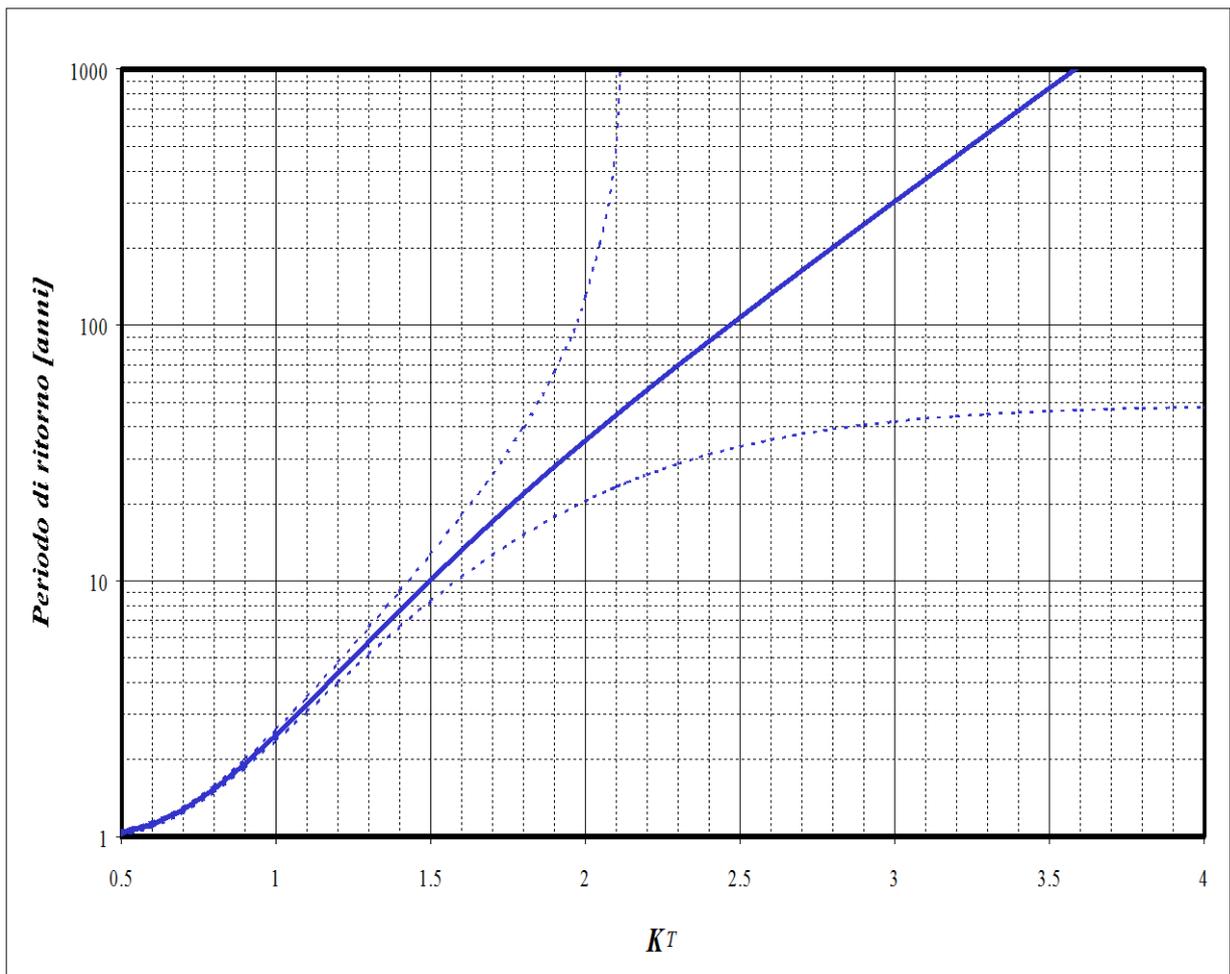
Tabella 2: valori del parametro moltiplicatore funzione del periodo di ritorno  $T$ . Per i periodi di ritorno differenti il valore  $K_T$  si può leggere

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

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 LSP per un periodo di ritorno non presente in Tabella 2 il parametro legato al tempo di ritorno  $K_T$  può essere letto direttamente dal grafico della curva di crescita regionale. Entrando con il tempo di ritorno  $T$  sulle ordinate (ad esempio  $T=10$  anni) si incrocia la curva e si legge sulle ascisse il valore cercato del parametro, che in questo caso risulta essere pari a  $K_{10}=1.5$ .



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

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

## 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: contributo unitario

[m<sup>3</sup>/s·km<sup>2</sup>]

A: superficie del bacino

[km<sup>2</sup>]

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

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

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

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

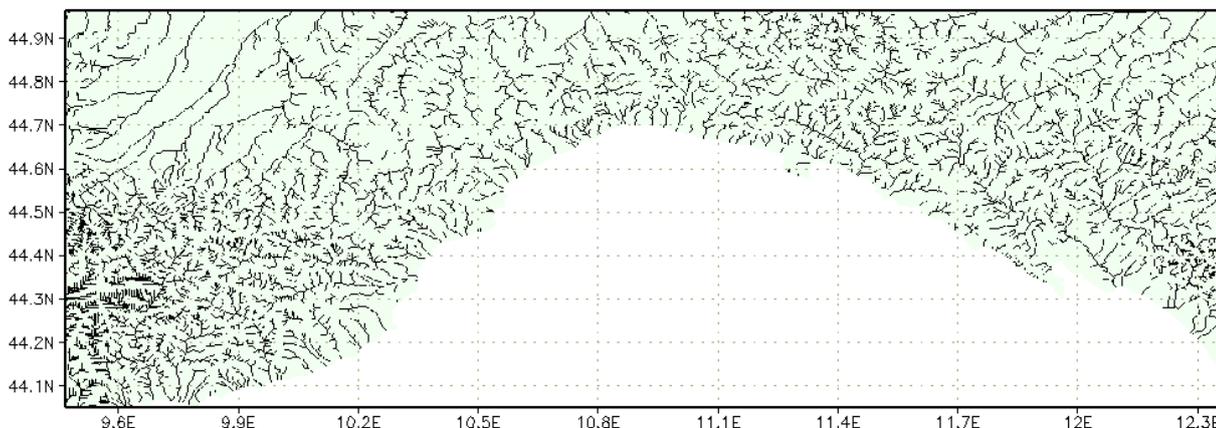
caratteristiche del suolo e della struttura topografica del sistema. Il modello si propone come uno strumento di semplice utilizzo, in grado comunque di interpretare le caratteristiche ritenute di principale importanza nella regione ligure, per la modellazione al colmo di piena. Il modello è stato sviluppato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

Il modello è costituito da tre moduli distinti:

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

Il primo modulo identifica le diverse componenti che costituiscono la rete di drenaggio effettuando la distinzione tra versante e canale. Tale distinzione avviene utilizzando una procedura di filtro con significato morfologico. Questo modulo utilizza come dato di ingresso le informazioni derivanti dai modelli digitali di elevazione del territorio sotto forma di dati di quota, area drenata e un sistema di puntatori per l'individuazione del percorso di drenaggio.

Il risultato di questo modulo è la classificazione di ogni cella appartenente al bacino in cella-versante o cella-canale e la determinazione della distanza parziale da una cella a quella successiva secondo la via indicata dal puntatore. La figura che segue rappresenta i reticoli di drenaggio della regione Liguria come risultano individuati nel modello a partire dalle informazioni digitali di elevazione del territorio.



Individuazione reticoli idrografici della Regione Liguria.

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

Il terzo modulo accetta come ingresso le piogge e i tempi di corrivazione determinati dal secondo modulo e, sfruttando le proprietà dei sistemi lineari, effettua la convoluzione degli idrogrammi istantanei unitari. La pioggia lorda viene trasformata in pioggia efficace attraverso la metodologia proposta dal Soil Conservation Service, attraverso il parametro sintetico detto Curve Number (CN) in grado di riassumere informazioni quali litologia, urbanizzazione e uso del suolo. Nell'effettuare la convoluzione si hanno alcune differenze

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

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.

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

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

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

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

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

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

tipo	Descrizione	CN
<b>A</b>	Bacini di tipo residenziale, industriale o commerciale caratterizzati da un elevato grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili superiore al 60%.	92
<b>B</b>	Bacini caratterizzati da un medio grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa fra 30% e 60%.	87
<b>C</b>	Bacini caratterizzati da un basso grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa fra 5% e 30%.	75
<b>D</b>	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:

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

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

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

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

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

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

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

Longitudine		Bacino Tipo			
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 Km<sup>2</sup> (CIMA 1999)

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

In questo caso il valore di portata è pari a:

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

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

T [anni]	5	10	30	50	100	200	500
K <sub>T</sub>	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.

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

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

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

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

<b>PICCOLI BACINI IDROGRAFICI LOCALIZZATI IN PROVINCIA DI SAVONA</b>								
<b>PORTATA AL COLMO DI PIENA, <math>Q[m^3s^{-1}]</math></b>								
<b>IDENTIFICAZIONE DELLA SEZIONE</b>			<b>VALORI DI <math>Q [m^3s^{-1}]</math></b>					
<i>Torrente</i>	<i>SEZIONE A MONTE DELLA CONFLUENZA CON</i>	<i>AREA DRENATA [Km<sup>2</sup>]</i>	<i>T<sub>indice</sub></i>	<i>T=30 anni</i>	<i>T=50 anni</i>	<i>T=100 anni</i>	<i>T=200 anni</i>	<i>T=500 anni</i>
<i>Torrente S. Antonio (di Noli)</i>	<i>Mar Tirreno</i>	<i>4</i>	<i>20</i>	<i>50</i>	<i>60</i>	<i>80</i>	<i>90</i>	<i>110</i>

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Sezione</b>	<b>Superficie bacino [Km.<sup>2</sup>]</b>	<b>Classe bacino</b>	<b>Long. Gradi Sessagesimali</b>	<b>C<sub>q</sub></b>	<b>Portata [m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>]</b>		
						<b>T=50 anni</b>	<b>T=200 anni</b>	<b>T=500 anni</b>
Noli	32	2.9	B	8°25'	6.07	80	110	130
<b>Corso d'acqua</b>	<b>Sezione</b>	<b>Superficie bacino [Km.<sup>2</sup>]</b>	<b>Classe bacino</b>	<b>Long. Gradi Sessagesimali</b>	<b>U<sub>A</sub></b>	<b>Portata [m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>]</b>		
						<b>T=50 anni</b>	<b>T=200 anni</b>	<b>T=500 anni</b>
Rio Noli a monte Rio Acquaviva	7	1.1	B	8°24'	7.57	30	40	50

Valori delle portate al colmo di piena per il torrente Noli (C.T.P. seduta. del 11/09/2003)

La scelta della classe del bacino è stata effettuata secondo le caratteristiche di assorbimento del bacino imbrifero sulla base della verifica sulla Cartografia Tecnica Regionale.

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

**bacino: NOLI**

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

Corso d'acqua	Sezione (carta aree inondabili)	Superficie bacino [Km. <sup>2</sup> ]	Classe bacino	Long. Gradi Sessagesimali	C <sub>q</sub>	Portata [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]		
						T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Rio Noli	32	2.9	B	8°25'	6.07	80	110	130
Corso d'acqua	Sezione (carta aree inondabili)	Superficie bacino [Km. <sup>2</sup> ]	Classe bacino	Long. Gradi Sessagesimali	U <sub>A</sub>	Portata [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]		
						T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Rio Noli a monte Rio Acquaviva	56	1.1	B	8°24'	7.57	30	40	50

Valori delle portate al colmo di piena per il torrente Noli

Corso d'acqua	Sezione (carta aree inondabili)	Superficie bacino [Km. <sup>2</sup> ]	Classe bacino	Long. Gradi Sessagesimali	U <sub>A</sub>	Portata [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]		
						T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Rio Acquaviva a monte Rio Noli	9	1.2	B	8°24'	7.57	30	40	50

Valori delle portate al colmo di piena per il rio Acquaviva

Corso d'acqua	Sezione (carta aree inondabili)	Superficie bacino [Km. <sup>2</sup> ]	Classe bacino	Long. Gradi Sessagesimali	U <sub>A</sub>	Portata [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]		
						T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Rio Armareo	9	0.5	B	8°24'	5.07	9.5	13.5	16.5

Valori delle portate al colmo di piena per il rio Armareo

### 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.

Per tale ragione, oltre che per questioni di scala, si è ritenuto di non produrre una carta di pericolosità complessiva ma di far riferimento alle due carte citate come Carte di Pericolosità Idraulica e Suscettività al Dissesto dei Versanti (pericolosità geomorfologica).

A riguardo della pericolosità idraulica, la portata di massima piena con assegnato periodo di ritorno viene generalmente assunta come parametro rappresentativo e la probabilità annua di superamento di tale portata individua la pericolosità stessa. La carta di pericolosità idraulica consiste essenzialmente nella determinazione delle aree 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 perimetrare tre fasce corrispondenti al deflusso della massima piena con periodo di ritorno di 50, 200 e 500 anni. La pericolosità per portate superiori è ritenuta trascurabile. Vengono qui inoltre trascurati fenomeni diversi dalle esondazioni dai corsi d'acqua e altri fenomeni che potrebbero contribuire ad aumentare o aggravare le inondazioni oltre alla insufficienza idraulica strutturale.

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

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

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

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

*Pericolosità = ( suscettività x cinematica e dimensione del fenomeno )*

Da ciò 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.

Altro caso può essere quello di aree che si trovano ai piedi delle falesie morte che circoscrivono l'altipiano della Pietra di Finale, o ancora zone che, per interventi sul territorio, ricevono quantità d'acqua che le canalizzazioni secondarie esistenti non riescono più a contenere, e così via.

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 estrinsecare compiutamente la pericolosità territoriale e quantificare il grado di rischio
- approfonditi rilevamenti geologico strutturali per una più accurata definizione delle condizioni giaciture e dello stato di fratturazione della roccia
- organizzazione di un piano di previsione della cartografia e delle banche dati che preveda in particolare un periodico aggiornamento della franosità reale anche attraverso appositi voli a seguito di eventi alluvionali di particolare intensità.

Di seguito sono riportate le analisi e le elaborazioni per la redazione della carta 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.

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

### 3.2 Problematiche di tipo geomorfologico

#### 3.2.1 Suscettività al dissesto dei versanti

Nell'ambito dell'analisi del bacino del T. Noli-Armareo e scolatoi è stata valutata la suscettività al dissesto dei versanti applicando la metodologia proposta dall'Autorità di Bacino. Oltre a questo metodo è stata effettuata una reinterpretazione del dato di sintesi, in funzione della approfondita conoscenza del territorio, da parte dei professionisti incaricati degli studi.

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

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

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

<b>Tematismo</b>	<b>Variabile</b>	<b>Tipo</b>
Carta geolitologica	Litologia	Principale
	Contatti	Aggravante
Carta geomorfologica	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	Permeab. substrato	Principale
Carta uso del suolo	Uso del suolo	Principale
Carta della franosità reale	Frane attive	Principale
	Frane quiescenti	Principale

Tab. 3.2.1.1 - Tabella riepilogativa delle variabili considerate

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

**Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio**

Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico

**bacino: NOLI**

dinamica di versante nel bacino. L'attribuzione dei pesi è stata tarata sulle caratteristiche specifiche del bacino del Noli e dei rii minori.

A ciascuna variabile considerata viene attribuito un peso indicativo della relativa incidenza sulla suscettività al dissesto di versante, sulla base delle considerazioni riportate alle voci corrispondenti del capitolo 2 come da schema seguente:

ACCLIV	alluvioni	Coltri pot.	Coltri sott.	brecce	roccia
Classe 1	-2	-3	-4	-5	-7
Classe 2	1	0	-1	-2	-3
Classe 3	5	3	1	1	0
Classe 4	7	6	3	3	1
Classe 5		7	5	5	3
Classe 6		7	7	7	6
Classe 7				7	7

LITOL.	CAP/GRR	QPN	PO	EZE	SPM	TAR	DT2-BC	A
PESO	10	8	7	6	5	5	4	0
COND ROCCIA	R	RS	R0	RF				

PESO	0	0	1	3
------	---	---	---	---

IDRO	C. fini substrato semiperm	P. C. fini substrato perm.	C. grs. P. substrato semiperm	C. grs. P. substrato perm.	C. fini S. substrato semiperm	C. fini S. substrato perm.	C. grs. S. substrato semiperm	C. grs. S. substrato perm.	Alluvioni/Roccia
PESO	10	7	7	4	8	5	5	3	0

USO SUOLO	Aree Urb.	Pascoli	Uliv. Vign. terrazzi	Zone a agric.	Ex. Coltivi	Boschi	Arbusti	rocce nude	Spiagge
PESO	0	0	-1	0	1	-1	1	2	0

Elem. Aggr.	Erosione concent.	Erosione spondale	Erosione Diffusa	Incendio	Tettonica
PESO	1	1	1	3	2

I pesi relativi alle coltri sono stati differenziati oltre che sulla base della potenza e della granulometria, anche tenendo conto della tipologia e natura del substrato, soprattutto in relazione alla sua permeabilità; pertanto si è ritenuto opportuno assegnare un peso maggiore alle coltri potenti fini su substrato semipermeabile/impermeabile (GRR) in quanto in condizioni di forte impregnazione presenterebbero un drenaggio scarso ed una potenziale superficie di scorrimento in corrispondenza del passaggio al substrato. Le coltri indistinte da un punto di vista granulometrico sono state assimilate a quelle fini, adottando il criterio di porsi nelle condizioni maggiormente negative.

Viceversa non si è ritenuto di attribuire alcun peso idrogeologico a substrato roccioso affiorante/subaffiorante ed 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**  
 Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico  
**bacino: NOLI**

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 sfavorevoli per l'alterazione indotta nei processi idrologici; similmente anche il bosco, le aree terrazzate, le aree prative e gli ex-coltivi, risultano soggetti ad un abbandono generalizzato che ne inficia 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.

Per quanto riguarda "fattori aggravanti" è stata inclusa la voce "erosione diffusa/incendi boschivi" con punteggio = 3, che non è inclusa nelle Raccomandazioni cui si è fatto fino ad ora riferimento, in quanto si è ritenuto importante e caratterizzante per la finalità del presente lavoro tenere in debito conto delle aree interessate da successivi e ravvicinati episodi di incendio ed attualmente soggette ad ingenti fenomeni erosivi di tipo accelerato.

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 ciascuna di queste, i pesi indicati in tabella sono stati assegnati ad una fascia di larghezza e forma variabile a seconda dei casi.

La sovrapposizione degli strati informativi determina una discretizzazione di elementi poligonali elementari ognuno dei quali è caratterizzato da un punteggio 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.

Attraverso gli incroci dei tematismi precedenti si deriva una carta estremamente frammentata e suddivisa in poligoni, di dimensioni anche molto limitate, ad ognuno dei quali è assegnato un valore numerico derivante dalla somma dei valori associati alle aree dall'intersezione delle quali essi sono stati generati che raggiungono nel caso in esame un valore massimo pari a 24.

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

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

Ovviamente qualora all'interno di cave-discardie-riporti fossero evidenti fenomeni di dissesto tali aree vengono inserite nelle relative classi di suscettività al dissesto.

<b>CLASSI DI SUSCETTIVITA' AL DISSESTO DEI VERSANTI</b>			
VALORE DI RANGE SOMMATORIA PESI	SPECIFICHE	SUSCE TTIVITÀ AL	CLASSE

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

ATTRIBUITA / AREE CON ASSOCIAZIONE DIRETTA CON CLASSE DI SUSCETTIVITÀ		DISSESTO	
< 7	Aree prive di movimenti gravitativi e/o quiescenti sui versanti e lungo i corsi d'acqua in cui sono presenti indicatori indiretti di suscettività valutabili dalla combinazione di elementi geomorfologici, litologici, strutturali e di uso del suolo.	<b>MOLTO BASSA</b>	Pg0
7 – 12		<b>BASSA</b>	Pg1
13 –20		<b>MEDIA</b>	Pg2
> 20	Aree prive al momento di movimenti gravitativi e/o quiescenti sui versanti e lungo i corsi d'acqua in cui sono presenti indicatori indiretti di elevata suscettività valutabili dalla combinazione di elementi geomorfologici, litologici, strutturali e di uso del suolo. Sono comprese in tali aree le frane stabilizzate e relitte (paleofrane) e le zone a franosità diffusa.	<b>ALTA</b>	Pg3 B
Per le seguenti tipologie di aree vi è una associazione diretta alla classe di suscettività:			
<b>Aree di frana Quiescente</b>	Comprende aree in cui vi è la presenza di indicatori geomorfologici diretti, quali le frane quiescenti o di segni precursori o premonitori di movimenti gravitativi sui versanti e sui corsi d'acqua.	<b>ALTA</b>	Pg3 A
<b>Aree in Frana Attiva</b>	Aree interessate da movimenti gravitativi in atto.	<b>MOLTO ALTA</b>	Pg4
<b>Cave e miniere attive - Discariche in esercizio</b>	Aree di cava attiva, miniera attiva e discarica in esercizio sulle quali è vigente una specifica norma di settore.	<b>Aree speciali</b>	tipo A
<b>Ex Cave, ex Miniere</b>	Aree come individuate ai sensi della DGR 1208/2012 con la quale è stato approvato l'aggiornamento dei criteri per la redazione della normativa di attuazione dei piani di bacino a riguardo dell'assetto geomorfologico (individuate in Tav. 8 con retino trasparente).		tipo B1
<b>Ex Discariche e riporti antropici.</b>	All'interno delle aree speciali di tipo B1 e B2 è rappresentata la classificazione di suscettività al dissesto (Pg0, Pg1, Pg2, Pg3A, Pg3B, Pg4) come da legenda.		tipo B2

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

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

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

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

<b>Tematismo</b>	<b>Peso massimo</b>
------------------	---------------------

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

Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico

**bacino: NOLI**

<b>Acclività</b>	peso massimo pari al 70% del valore di litologia
<b>Stato della roccia</b>	peso massimo pari al 30% del valore di litologia
<b>Coltri di copertura</b>	peso massimo pari al 100% del valore di litologia
<b>Uso del suolo</b>	peso massimo pari al 20% del valore di litologia
<b>Elementi "Aggravanti"</b>	peso massimo pari al 30% del valore di litologia, per ciascuno di essi

Tab. 3.2.2.1 – Peso massimo in percentuale rispetto ad ogni tematismo

### 3.2.3 Commento alla Carta della Suscettività al Dissesto dei Versanti

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

La fase di disegno/riaggiustamento finale dei poligoni di suscettività al dissesto avviene direttamente a video e/o sulla base topografica. Si tratta quindi dell'unica fase in cui sono presenti elementi di soggettività alla quale l'operatore indica i confini di zona seguendo prevalentemente limiti di carattere fisiografico (contrafforti, crinali, alvei, cambi di uso del suolo, insediamenti, strade, etc.). In questa fase è altresì possibile estendere la classe di suscettività oltre ai limiti del fenomeno rilevato in funzione della sua dinamica prevedibile, offrendo una valutazione sulla pericolosità di un comparto, in ragione dell'evoluzione di fenomeni ricadenti anche entro perimetrazioni diverse.

La distribuzione delle classi di suscettività al dissesto nel bacino del Rio Noli evidenzia una sensibile dominanza territoriale delle aree in classe di suscettività media nel settore occidentale del bacino mentre nel settore orientale prevalgono le aree in classe di suscettività al dissesto bassa e molto bassa.

Per il bacino del rio Amareo e rii minori si evidenzia una netta dominanza delle aree in classe di suscettività al dissesto bassa e molto bassa; solo nel tratto meridionale e lungo le coste rocciose divengono prevalenti le classi di suscettività al dissesto superiori: media ed alta.

Le zone a *suscettività molto bassa* (MB) si sviluppano lungo la piana costiera e di fondovalle del rio Noli ed in subordine comprendono le aree di dorsale meno acclivi del massiccio calcareo e le valli fossili a fondo piatto dell'altopiano calcareo nel bacino del rio Amareo.

Le zone a *suscettività bassa* (B) corrispondono a zone con roccia affiorante di media qualità, spesso in posizione di crinale e nei tratti superiori dei versanti dei corsi d'acqua, o distribuite ai limiti superiori della costa a falesia.

Le zone a *suscettività media* (M) per il bacino del Noli si distribuiscono lungo la porzione inferiore e media dei versanti della valle del Noli, dei suoi affluenti (rio Zuglieno, rio Chiappella, rio Buongiardino-Sevigi, ecc) e degli altri rii presenti nel bacino (rio San Michele, ecc.) per la presenza di coltri fini, frequentemente anche potenti, su substrato poco permeabile e impermeabile con scadenti caratteristiche geomeccaniche. Tale classificazione trova conferma nella presenza di un buon numero di dissesti localizzati e dall'azione di erosione regressiva esercitata dalle aste di testa dei rii.

Rientrano in classe media gli acclivi versanti della falesia a monte della ex SS. N. 1 Aurelia a Ponente dell'abitato di Noli, spesso soggetti a fenomenologie erosive e dissesti localizzati per crollo, e le concavità del versante costiero a levante dell'abitato.

Analogamente a quanto osservato per il Noli, per il rio Amareo ed i rii minori le aree a media suscettività sono distribuite nelle porzioni inferiori dei versanti vallivi dei corsi d'acqua,

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

nella fascia del versante costiero tra il Castelletto e Varigotti località Giardino, nella zona del Capo Noli.

Le zone a *suscettività alta* (A) comprendono sia zone interessate da dissesti quiescenti, ma ritenuti facilmente riattivabili in relazione ad acclività e morfologia e per avere un substrato costituito da rocce poco permeabili e assai facilmente erodibili, sia zone non interessate da dissesti ma ricadenti in alta suscettività per sommatoria di elementi a rischio.

Nel bacino di Noli tali aree sono diffusamente presenti nella porzione superiore ed occidentale del bacino e in misura minore nella porzione costiera del bacino.

Si segnalano in particolare la scarpata del Bosco del Perasso–Voze, il ciglio del paleoaccumulo di Voze e i versanti delle località Sevigi, Acquaviva, Zuglieno e Piano.

Nel tratto costiero sono state individuate un'area a ponente e due aree a levante dell'abitato.

Nel bacino del rio Armareo ricadono in classe di suscettività alta le aree delle falesie costiere nella zona del Castelletto, di Punta Crena e del Malpasso-Capo Noli; il tratto inferiore dei versanti di fondovalle di alcuni rii interessati da fenomeni di erosione di fondo: rio Kien, rio Armareo, rio Fontana, rio Porio, rio Goello; le aree interessate da paleofrane tra località Monda e località Selva.

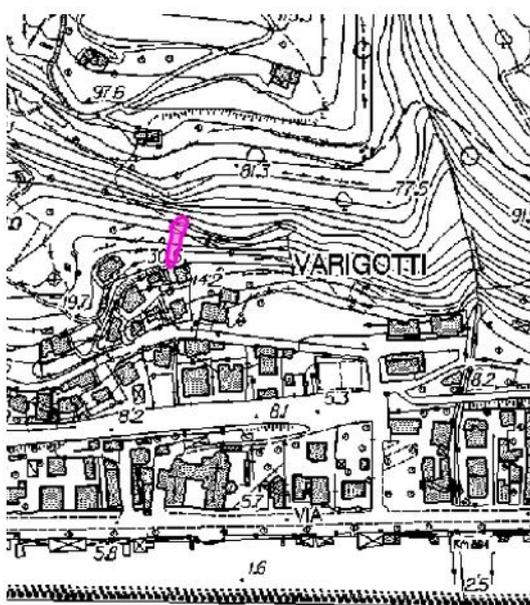
Le zone a *suscettività molto alta* (MA) sono riconducibili a frane attive. Le aree più significative si individuano nel sottobacino del rio Acquaviva, lungo gli elementi del reticolo idrografico; nel bacino del rio San Michele, lungo la porzione inferiore del corso d'acqua; nel bacino del rio Noli lungo il versante settentrionale della dorsale spartiacque con il rio San Michele; nel tratto di promontorio a monte della galleria paramaassi sulla ex S.S. n.1 Aurelia.

Per il bacino del rio Armareo si segnalano le frane del promontorio della Baia dei Saraceni; la frana in riattivazione del versante orientale del promontorio in località Pino; alcune aree a monte della ex S.S. n. 1 Aurelia nell'estremo settore meridionale.

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

Nei mesi di novembre e dicembre 2019 il passaggio di intense perturbazioni ha interessato principalmente i bacini idrografici liguri del centro-ponente, dando origine a numerosi fenomeni franosi, causando ingenti danni a edifici di civile abitazione, ma soprattutto alla viabilità, compresa la rete autostradale. Tra i Comuni interessati dai dissesti vi è Finale Ligure.

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



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

istituito a seguito dell'epidemia da COVID-19.

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

Nel Comune di Finale Ligure è stato perimetrato un solo nuovo dissesto cartografabile alla scala di piano di bacino in loc. Varigotti.

### 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.

Non sono presenti Aree Storicamente Inondate derivanti dalla mappatura riportata nella DGR n° 2615/98 e sue successive modifiche (ultimo aggiornamento DGR n° 594/01).

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

#### 3.3.2 Verifiche idrauliche

##### 3.3.2.1 Individuazione dei tratti di studio

I tratti indagati nel presente studio sono i seguenti:

Corso d'acqua	Sezioni	Descrizione del tratto
Rio Noli	56 - 34	Tratto di circa 500 m. a monte della confluenza con il Rio Acquaviva (giugno 2002)
Rio Noli	33 - 1	Dalla confluenza con il Rio Acquaviva alla foce (marzo 2001)
Rio Acquaviva	9 - 1	Tratto di circa 750 m. a monte della confluenza con il Rio Noli (giugno 2002)
Rio Armareo	9-1	Tratto focivo (circa 200m) a Varigotti (marzo 2004)

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

##### 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. Nel caso in esame l'indagine è stata condotta attraverso la verifica idraulica, in ipotesi di moto in regime permanente, del tratto del Rio Noli che si estende dallo sbocco della copertura alla foce.

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:

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

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

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

dove:

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

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

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

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

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

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

dove:

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

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

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

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

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

Il programma utilizzato nel calcolo è 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:

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

$$S = \frac{1}{2} \gamma A Y^2 \frac{C}{g}$$

dove:

$\gamma$  = peso specifico dell'acqua  
 Y = profondità

### 3.3.2.3 Schematizzazione di calcolo

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

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

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

I programmi utilizzati nella modellazione idraulica sono:

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

$$S = \frac{1}{2} \gamma A Y^2 \frac{C}{g}$$

dove:

$\gamma$  = peso specifico dell'acqua  
 Y = profondità

Il programma di calcolo richiede l'inserimento di alcune sezioni aggiuntive in corrispondenza di opere in alveo (ponti, passerelle e 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

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

convergenti). La soluzione del sistema di equazioni è indipendente dall'approccio modellistico seguito (cinematico, diffusivo, dinamico). Le equazioni generali di De Saint Venant sono trasformate in un sistema di equazioni implicite alle differenze finite secondo una griglia di calcolo con punti Q e h alternati tra loro, nei quali la portata Q e il livello idrico h, rispettivamente, sono determinati ad ogni passo temporale (schema di Abbott a 6 punti). Nel caso di **moto permanente**, le equazioni complete del moto vengono risolte con condizioni al contorno invarianti nel tempo.

- Parametri di scabrezza

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

Corso d'acqua	Sezioni	Descrizione del tratto	Coefficiente di scabrezza $K_s$ [ $m^{1/3}s$ ]	Programma di modellazione idraulica utilizzato
Rio Noli	56 - 34	Tratto di circa 500 m. a monte della confluenza con il Rio Acquaviva (giugno 2002)	25	HEC RAS
Rio Noli	33 - 1	Dalla confluenza con il Rio Acquaviva alla foce (marzo 2001)	40	HEC RAS
Rio Acquaviva	9 - 1	Tratto di circa 750 m. a monte della confluenza con il Rio Noli (giugno 2002)	25	HEC RAS
Rio Armareo	9 - 1	Tratto focivo di circa 200m a Varigotti (marzo 2004)	35	HEC RAS

Tabella 3.3.2.1.1: Tabella riassuntiva dei tratti d'alveo indagati nel bacino Noli con i rispettivi parametri di scabrezza assegnati e i programmi di modellazione utilizzati

- Condizioni al contorno

In prossimità della confluenza tra il Rio Noli e il Rio Acquaviva le condizioni al contorno di valle per i due tratti di corsi d'acqua scaturiscono dalle seguenti considerazioni: preso atto dell'insufficienza della copertura allo smaltimento della portata anche cinquantennale, tenuto conto delle analogie tra i due tratti (area drenata uguale, valori di portata pressoché identici), si è ritenuto di poter ipotizzare la concomitanza dell'evento di piena per i due bacini procedendo alla somma dei valori di portata. Con questi valori, a partire da una sezione posta proprio in prossimità della piazza (fig. 3.3.2.3.1) sono stati calcolati i valori di altezza di moto uniforme sul piano stradale della piazza, ponendoli come condizioni al contorno di valle per i tratti del Rio Acquaviva e del Rio Noli a monte della copertura

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

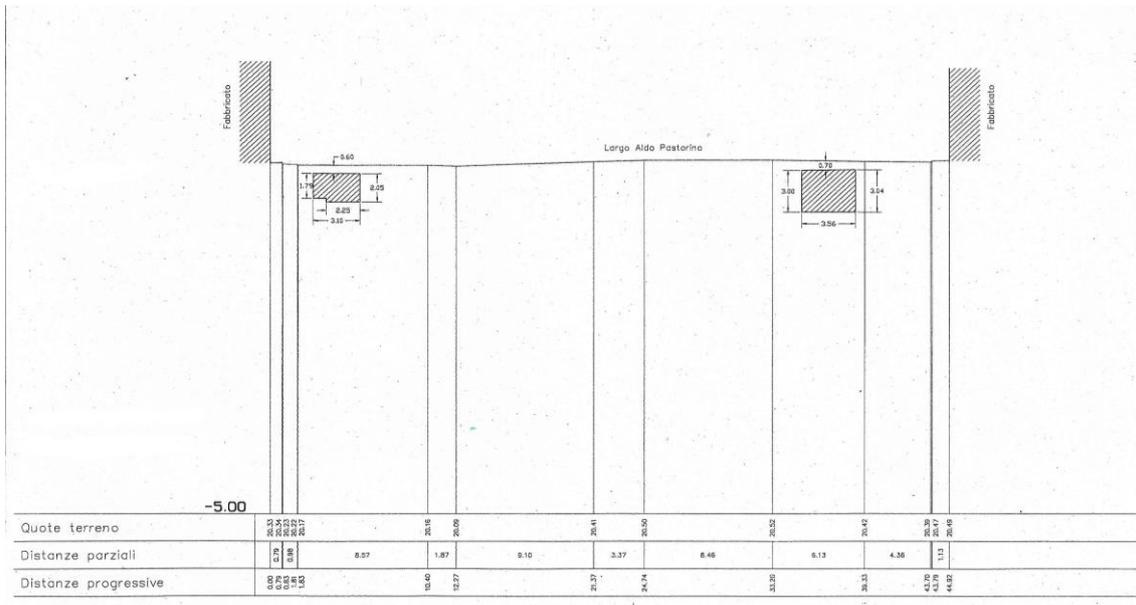


Fig. 3.3.2.3.1: sezione di monte della copertura

**Noli - monte:**

- monte: come condizione al contorno di monte è stata assunta la profondità critica;
- valle: la condizione di valle è data dall'altezza del tirante in corrispondenza della piazza

**Acquaviva:**

- monte: come condizione al contorno di monte è stata assunta la profondità critica;
- valle: la condizione di valle è data dall'altezza del tirante in corrispondenza della piazza

**Noli - foce:**

- monte: come condizione al contorno di monte è stata assunta la profondità critica;
- valle: come condizione al contorno di valle è stata assunta la profondità critica;

**Rio Armareo:**

- monte: come condizione al contorno di monte è stata assunta la profondità critica;
- valle: come condizione al contorno di valle è stata assunta la profondità critica;

**3.3.2.4 Profili di moto permanente**

**Noli - monte:**

Il tratto analizzato non risulta sufficiente allo smaltimento delle portate per la quasi totalità; sono motivo di particolari criticità gli attraversamenti e i restringimenti presenti nonché la sezione di imbocco della copertura.

**Noli - valle:**

Il calcolo del profilo di rigurgito evidenzia una totale insufficienza dell'alveo per lo smaltimento delle piene rilevanti, in tutto il tratto esaminato.

Le cause principali dei problemi di esondazione possono essere individuate nella completa antropizzazione del corso d'acqua, dallo sbocco della copertura alla foce..

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

Anche prima di procedere alla descrizione dei risultati dell'elaborazione possono essere senza dubbio indicate le maggiori criticità del corso d'acqua analizzato:

- la copertura risulta insufficiente allo smaltimento delle portate utilizzate nella modellazione
- l'alveo risulta essere coincidente con la sede stradale per quasi tutto il tratto considerato
- gli argini sono praticamente inesistenti e il corso d'acqua risulta delimitato dai muri degli edifici di privata abitazione con porte e finestre direttamente sull'alveo.

Dalle elaborazioni effettuate si può desumere che, per il tratto d'asta considerato, una portata avente tempo di ritorno associato pari a 200 anni provoca esondazioni significative su entrambe le sponde e sormonto di quasi tutti i ponti e gli attraversamenti.

Una portata con tempo di ritorno di 50 anni provoca intensi fenomeni di esondazione nel tratto terminale e sulla piazza sovrastante la copertura. Il resto del corso d'acqua apparentemente sembra non essere interessato da fenomeni di inondazione (ad esclusione dell'intera sede stradale) in quanto si è assunto nella simulazione una quota arginale coincidente con il primo piano degli edifici presenti. Questo non aumenta in ogni caso la messa in sicurezza della zona che rimane comunque soggetta a gravi problemi di esondazione.

**Acquaviva:**

Il tratto del Rio Acquaviva analizzato non presenta criticità particolarmente significative se si eccettua la zona terminale dove il profilo risente ancora della presenza della copertura.

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.

**Armareo:**

Il tratto del Rio Acquaviva analizzato presenta criticità diffuse per l'insufficienza dell'alveo a smaltire la portata 500-le. A valle dell'ex ponte ferroviario, in sponda destra, si determinano esondazioni della portata 50-le per la presenza di varchi arginali. Prima dello sfocio a mare si individua l'insufficienza del ponte dell'Aurelia per tutte le portate.

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

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

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

Nella tabella seguente viene riportato per le opere edificate in alveo (attraversamenti con e senza pile in alveo, tombinature), indicate con il numero della sezione, il minor tempo di ritorno per cui l'opera non risulta verificata.

N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
54.5	Passerella in legno	T < 50
49.5	Passerella in legno in zona Ciubia	T < 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**  
 Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico  
**bacino: NOLI**

41.5	Attraversamento pedonale	T<50
32.5	Copertura senza pile in alveo	T< 50
21.5	Primo ponte medioevale con struttura ad arco	T< 50
15.5	Ponte della ex linea ferroviaria senza pile in alveo	T< 200
9.5	Secondo ponte medioevale con struttura ad arco	T< 50
4.5	Ponte senza pile in alveo	T< 50
2.5	Ponte della S.S. Aurelia	T< 50

Tabella 3.3.2.5.1: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo per il Rio Noli

N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
7.5	Ponte ad arco	T< 50

Tabella 3.3.2.5.2: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo per il Rio Acquaviva

N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
7.5	Ponte carrabile	T< 500
5.5	Ponte ex fFS ad arco	T<200
1.5	Ponte Aurelia	T<50

Tabella 3.3.2.5.3: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo per il Rio Armareo

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

### 3.3.3 Fasce di inondabilità

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

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

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

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

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

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

- Fascia A, aree perfluviali inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T=50 anni.
- Fascia B, aree perfluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T=200 anni.

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

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

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

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

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

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

### 3.3.4 Fascia di riassetto fluviale

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

Per il Rio Noli è stata prevista una fascia di riassetto in prossimità della copertura che prosegue lungo tutto il corso d'acqua in sponda destra fino alla foce al fine di ampliare e regolarizzare l'alveo.

### 3.4 Principali criticità del bacino

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

Alla scala di bacino, comunque, le criticità più evidenti e pressanti risultano essere di tipo idraulico, con particolare riferimento all'insufficienza idraulica del tratto terminale densamente urbanizzato. La problematica generale che si ripete lungo tutta l'asta del torrente è l'insufficienza idraulica delle sezioni e la presenza di edificazione in aree di competenza del corso d'acqua a cui si aggiunge la mancanza di un'arginatura adeguata.

Il rilevamento geomorfologico ha riscontrato come gran parte delle criticità sia localizzata in corrispondenza di aree caratterizzate da scarsa copertura vegetale a causa degli incendi boschivi con assenza di suolo e fenomeni di erosione sia diffusa che concentrata o di aree intensamente modificate ed abbandonate (cave dismesse) o infine

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

dove la presenza di coperture sciolte ricada su pendii acclivi o con substrati rocciosi di natura scistosa.

Situazioni di criticità sono inoltre riconoscibili in corrispondenza di insufficiente/assente sistemazione delle acque di ruscellamento superficiale e dall'incapacità di smaltimento delle acque piovane da parte delle reti fognarie. Allo stato attuale, sulla base delle informazioni raccolte nell'elaborazione del presente piano stralcio di bacino, non risulta possibile andare oltre alla segnalazione del problema, per la cui analisi specifica si rimanda a successivi stralci.

La crescente antropizzazione dei versanti, con la corrispondente crescita di superfici impermeabilizzate e di nuove strade, con scarso controllo della regimazione delle acque, è in grado ormai di creare forti criticità a carico dei rii naturali di scolo che, sovente trasformati in epoca precedente in viottoli, non sono più in grado di ricevere e smaltire quantità d'acqua sempre crescenti e in tempi sempre più ristretti. A causa di ciò essi possono dar luogo a straripamenti locali, a fortissimo trasporto solido, ed anche diventare pericolosi per gli eventuali passanti o automobilisti, giungendo tutti ad attraversare comunque la Via Aurelia. Si ritiene indispensabile rivedere una sistemazione degli stessi secondo una visione unitaria del versante interessato, con indicazioni sugli interventi ancora possibili nella situazione attuale e con verifiche e monitoraggi.

I dati acquisiti portano quindi a riconoscere come le problematiche geomorfologiche più diffuse all'interno del bacino siano prevalentemente legate all'erosione e si manifestino sia attraverso processi gravitativi, sia come ruscellamento diffuso ed concentrato, sia come frane localizzate.

L'abitato storico è soggetto a fenomeni di inondazione con tempo di ritorno cinquantennale (facilmente un turista non si rende conto della presenza del rio Noli, essendo l'alveo nel periodo estivo utilizzato per il parcheggio delle autovetture).

Altamente critica è la situazione in tale strada, via Fiumara, ove oltre alla possibilità di deflusso in presenza di persone e cose si trovano edifici di civile abitazione con aperture ad altezze inferiori ai tiranti idrici previsti dalla modellazione.

In particolare la rete idrografica minore da luogo a fenomeni di inondazione localizzata e a fenomeni di trasporto solido in alveo rilevanti, come meglio descritto nella relazione relativa ai bacini minori presenti nell'ambito di centro della Provincia di Savona.

Altro problema è l'urbanizzazione che in particolare nell'abitato storico di Noli ha deviato il corso d'acqua verso Ovest, creando uno sbocco a mare non naturale, che presenta problemi di deflusso.

Successivamente all'analisi delle criticità di tipo idraulico e geomorfologico il sistema-bacino è stato studiato in maniera integrata cercando, per quanto ad oggi possibile, di miscelare le conoscenze acquisite. La principale emergenza evidenziata con questa metodologia è l'interferenza del piede di alcune paleofrane (coperture detritiche potenti) con l'asta principale del Noli e dell'Acquaviva unitamente ad due cave dismesse (Buongiardino e Mazzeno) interessate da fenomeni gravitativi per crollo potenzialmente coinvolgenti con rischio d'ostruzione rispettivamente i rii Acquaviva e S. Michele.

Tali criticità potrebbero rappresentare un concreto pericolo per l'abitato di Noli qualora un evento meteorico estremo causasse una piena nel tratto montano del bacino; l'aumentata capacità erosiva del corso d'acqua potrebbe scalzare il piede i paleoaccumuli in una zona oltretutto priva di qualsiasi opera di difesa spondale. Questa eventualità potrebbe determinare sia una mobilitazione delle parti più a monte delle frane per richiamo di materiale dal piede sia un temporaneo sbarramento del corso d'acqua, il cui alveo, peraltro, già allo stato attuale è occupato da detriti di pezzatura grossolana chiaramente provenienti dai versanti limitrofi. Lo sbarramento del corso d'acqua potrebbe evolvere in un evento di

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

piena anomalo con conseguente carico solido particolarmente consistente che si verrebbe ad accumulare e che potrebbe generare una sorta di "mud flow".

Allo stato attuale, sulla base delle informazioni raccolte nell'elaborazione del presente piano stralcio di bacino, non risulta possibile andare oltre alla segnalazione del problema di insufficienza di smaltimento delle acque dalla rete fognaria, per la cui analisi specifica si rimanda a successivi stralci .

### 3.5 Considerazioni sul trasporto solido

#### 3.5.1 Premessa

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

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

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

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

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

Il fenomeno è strettamente legato alle caratteristiche geomorfologiche e geologiche del bacino ed è difficilmente quantificabile a meno di monitoraggi e di modellazioni complesse. A questo proposito, è utile sottolineare la sostanziale generale mancanza di dati di campagna sul trasporto solido; la necessità di una sua quantificazione fa emergere

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

pertanto l'opportunità di realizzare stazioni di monitoraggio su alcuni bacini considerati maggiormente significativi per il territorio ligure, in modo da poter applicare i dati ricavati anche su bacini contigui e/o litologicamente simili.

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

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.

In questa sede sono state redatte separatamente le Carte del Rischio Geomorfologico e le Carte del Rischio idraulico in quanto si ritiene che la somma dei due rischi su un'unica tavola porti ad una sovrapposizione non leggibile.

In più, la definizione del rischio idrogeologico tiene conto dell'interazione delle due componenti, geomorfologica ed idraulica, assai più complessa di quanto discende dalla sovrapposizione delle relative mappature.

La cartografia del rischio 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.

Le Carte del rischio geomorfologico ed idraulico, quindi, forniscono 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

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

carta, né che la soluzione dello specifico problema debba vedersi esclusivamente come un intervento localizzato.

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

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

#### 4.2 Determinazione del rischio idrogeologico

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

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

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

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

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

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

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

- $R_1$ : rischio moderato

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

R<sub>2</sub>: rischio medio  
R<sub>3</sub>: rischio elevato  
R<sub>4</sub>: rischio molto elevato

Si è inoltre ritenuto di introdurre un'ulteriore classe di rischio R<sub>0</sub> definita come rischio lieve o trascurabile, che permette di estrarre le situazioni a rischio minore in ragione di pericolosità estremamente basse o di completa assenza di valenze socio-economiche. Tale classe è, in pratica, qui rappresentata dal complemento delle aree comprese nelle quattro classi di rischio rispetto alla superficie dell'intero bacino.

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.

**- 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 a rischio	Elementi	Sigle uso del suolo	Specifiche
E0		2.3 - 2.5 - 3.2 - 3.3 - 3.4 - 3.4.1 - 3.4.2 - 3.4.3	Prati e pascoli - Ex coltivi - Zone boscate - Zone caratterizzate da vegetazione arbustive - Rocce nude - Aree con vegetazione rada o assente
E1		1.3.1 - 1.4.1 - 1.4.2 - 2.1.2 - 2.2.3 - 3.4.1	Aree estrattive (dismesse) - Aree verdi urbane - Aree sportive - Seminativi in aree irrigue - Colture permanenti arboree - Oliveti - Spiagge
E2		1.1.2 - 1.3.1	Tessuto urbano discontinuo - Infrastrutture viarie principali (al di fuori del tessuto urbano continuo) - Aree estrattive minori
E3		1.1.1 - 1.2.1 - 1.2.2 - 1.2.2 - 1.3.1	Tessuto urbano continuo - Aree industriali e commerciali - Reti autostradali - Aree estrattive

Nel bacino del Torrente Noli-Armareo sono presenti alcune cave abbandonate e prive di qualsiasi controllo o monitoraggio nonché talvolta interessate da fenomeni dissestivi di una certa entità: per tale ragione si è ritenuto di inserirle nella classe E3.

Dall'analisi della carta degli elementi a rischio del rio Noli risulta che:  
il bacino del T. Noli presenta una significativa porzione di territorio ricadente in classe E0 prevalentemente distribuite nella porzione montana del sottobacino Acquaviva;  
la classe E1 costituisce una vasta area pressochè continua nella porzione N del bacino dove sono localizzati nuclei insediativi e sparsi e la maggior parte dei terreni agricoli;  
la classe E2 è rappresentata sia da aree circoscritte comprese generalmente nelle zone E1 che da aree più ampie, spesso articolate secondo le vie di comunicazione secondarie, indicanti tessuto urbano discontinuo  
la classe E3, oltre alle cave dismesse, individua il tessuto urbano compatto di Noli

Per l'Armareo ed i scolatori la carta degli elementi a rischio individua:  
il bacino Armareo presenta una significativa porzione di territorio ricadente in classe E0 prevalentemente distribuite nella porzione montana;

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

la classe E1 costituisce una vasta area pressochè continua a margine della zona urbanizzata con nicchie nella zona di Isasco, Manie e Briganelle porzione N del bacino dove sono localizzati nuclei insediativi e sparsi e la maggior parte dei terreni agricoli;

la classe E2 è rappresentata da aree circoscritte comprese o al margine di E1 individuanti nuclei urbanizzati o tessuto urbano discontinuo;

la classe E3, oltre alle cave dismesse ed il porto di Finale, , individua il tessuto urbano compatto di Varigotti a sviluppo parallelo alla linea di costa.

**- Rischio geomorfologico**

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

I margini di interpretazione che si aprono relativamente ad alcuni problemi sono dovuti essenzialmente alla scala di elaborazione dei dati, che non consente un grande dettaglio, ma costituisce o, almeno si ritiene che dovrebbe costituire, una prima fase di inquadramento di massima dei problemi del territorio.

Anche i tempi ristretti di osservazione costituiscono un limite che andrebbe superato con un monitoraggio costante del territorio.

E' quindi diretta conseguenza del tipo di approccio il fatto che la propensione al dissesto di alcune aree venga sovrastimata o sottostimata per l'impossibilità oggettiva di operare con maggiore dettaglio.

La matrice di intersezione utilizzata può essere così schematizzata:

ELEMENTI A RISCHIO	SUSCETTIVITÀ' AL DISSESTO DEI VERSANTI				
	Suscettività molto bassa	Suscettività bassa	Suscettività media	Suscettività alta	Aree in frana attiva
<b>E0</b>	<b>R<sub>0</sub></b>	<b>R<sub>0</sub></b>	<b>R<sub>0</sub></b>	<b>R<sub>1</sub></b>	<b>R<sub>1</sub></b>
<b>E1</b>	<b>R<sub>0</sub></b>	<b>R<sub>1</sub></b>	<b>R<sub>1</sub></b>	<b>R<sub>2</sub></b>	<b>R<sub>3</sub></b>
<b>E2</b>	<b>R<sub>0</sub></b>	<b>R<sub>1</sub></b>	<b>R<sub>2</sub></b>	<b>R<sub>3</sub></b>	<b>R<sub>4</sub></b>
<b>E3</b>	<b>R<sub>0</sub></b>	<b>R<sub>1</sub></b>	<b>R<sub>2</sub></b>	<b>R<sub>4</sub></b>	<b>R<sub>4</sub></b>

Dove le classi di rischio sono così descrivibili:

R<sub>0</sub>: rischio lieve

R<sub>1</sub>: rischio moderato

R<sub>2</sub>: rischio medio

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

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

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

**- Rischio idraulico**

La pericolosità, per quanto riguarda il rischio di inondazione, è legata al tempo di ritorno della portata di massima piena. Come già visto sono stati individuati essenzialmente

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

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:

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

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

#### 4.3 Carta del rischio idraulico

Dall'applicazione delle matrici del rischio idraulico (riportate nel precedente paragrafo) a partire dalla carta delle fasce di inondabilità e degli elementi a rischio già elaborate per lo specifico bacino si è individuata la zonizzazione in classi di rischio riportata nella Carta del Rischio Idraulico. Essa evidenzia una situazione di rischio molto elevato (R<sub>4</sub>) per tutta la zona interessata con aree maggiormente estese in sponda sinistra. Il rischio decresce ad elevato (R<sub>3</sub>) in una ristretta zona alla foce, mentre distanti dall'alveo individuano zone a rischio medio (R<sub>2</sub>) sulle due sponde ed in sponda sinistra, nella fascia del tessuto urbano più distante dal percorso fluviale.

##### 4.3.1 Carta del rischio idraulico – bacini minori

La situazione attuale non consente, in generale, il deflusso della portata cinquantennale e le zone limitrofe a tali aste rappresentano aree con livello di rischio R<sub>4</sub>, gli interventi possibili per la mitigazione del rischio sono senz'altro individuabili in un rifacimento della tombinatura attuale ed in una sistemazione con opere di regimazione delle acque a monte della tombinatura stessa.

Per la definizione del rischio si rimanda ai criteri per l'elaborazione dei piani di bacino, in particolare alla Raccomandazione della Regione Liguria n.8/2000.

I tratti d'asta e le tombinature indagate sono evidenziate nella carta degli interventi allegata alla presente relazione.

Per i piccoli bacini la valutazione del rischio idraulico è stata effettuata solo sui tratti indicati quali criticità idrauliche sulla base dei sopralluoghi effettuati e non avendo quindi trattato in modo classico gli aspetti idraulici di tali rii minori non sono state individuate le fasce.

Lo spirito del decreto 180 è quello di condurre il paese ad un primo livello di informazione del rischio idrogeologico presente sul territorio entro il 30 giugno 2001.

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

La stesura di un piano di bacino stralcio si basa sulle informazioni già note di situazioni di rischio presenti sul territorio ( progetto AVI, aree storicamente inondate ..) e su studi approfonditi e di dettaglio in aree urbanizzate e/o a noto rischio elevato.

Con questo spirito e nell'ottica di una prima valutazione del rischio idraulico presente sul territorio in esame, e quindi al fine della perimetrazione delle aree a maggior rischio come previsto dal decreto 180, si è proceduto all'elaborazione di studi idraulici di dettaglio e di approfondimento di studi esistenti solo sulle aste urbanizzate dei principali rii e torrenti presenti sul territorio della provincia o su tratti d'asta fluviali ricadenti in aree storicamente inondate e nelle quali non siano stati eseguiti interventi di messa in sicurezza .

In tale analisi sono stati esclusi nella stesura del piano di bacino stralcio i bacini con area inferiore ai 10 km<sup>2</sup> per i quali si è comunque proceduto ad una analisi speditiva atta ad individuare le criticità di origine idraulica presenti e quindi indicare alla amministrazione competente i vincoli da adottare.

In particolare sono state individuate le sezioni di imbocco e sbocco delle tombature insufficienti e le opere di attraversamento che non consentano il deflusso di portate con tempo di ritorno cinquantennale.

#### 4.4 Carta del rischio geomorfologico

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

- R0 (aree a rischio nullo o trascurabile):
- parte "montana" del bacino Acquaviva, in ragione dell'assenza di valenze socio-economiche, e zona di piana costiera di Noli;
  - parte "montana" del bacino Armareo e piana costiera di Varigotti;

- R1 (aree a rischio geomorfologico moderato):
- valle del rio Noli, Luminella, Ciubia, Zuglieno, Chiappella e versante Chiariventi alto;
  - Zona di Seviggi e Buongiardino;
  - aree a media suscettività dell'Armareo, con eccezioni aventi a che fare con la presenza di nuclei abitati o elementi di comunicazione viaria

- R2 (Aree a rischio geomorfologico medio):
- Zone localizzate a macchia di leopardo lungo la valle del R.Noli;
  - Zone Voze-Minetta e Piano nella valle del Rio Noli
  - Versante basso di Chiariventi, Perasso e Ccastello
  - Versante in sponda sinistra al tratto terminale del rio Noli e della falesia fossile nella porzione di ponente dell'abitato di Noli;
  - aree a media suscettività dell'Armareo interconnesse con nuclei abitati o elementi di comunicazione viaria
  -

- R3 (Aree a rischio geomorfologico elevato):
- alcune frane attive/quiescenti al Piano e Zuglieno e Chiariventi nonchè parte della falesia rocciosa di Chiariventi e a ponente dell'abitato di Noli;
  - falesia ad Est di S. Lorenzo (Rio Porto) e la zona a mare della Selva;
  - la strada per le Manie;

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

R4 (Aree a rischio geomorfologico molto elevato):

- cave dismesse Refrattari, Mazzeno e Ca de Maxim;
- frana di crollo in loc. Chiariventi-Vescovado;
- la zona di versante compresa tra il porto di Finale e la Colonia Cremasca;
- il versante sottostante la Selva (accesso compreso);
- una zona di nuovo insediamento nei pressi della galleria ex F.S, (già sede di un macroscopico evento franoso);
- il versante tra il rio Goella e il rio Fontana (a mare della falesia morta);
- falesia in arretramento tra il Malpasso e Capo Noli (Aurelia).

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

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] R.Ajassa-M.Motta: *Osservazione sui suoli della zona dell'altipiano delle Manie – Monte – Capo Noli*
- [2] A.Biancotti-G.Brancucci-M.Motta: *Note illustrative alla carta geomorfologica dell'altipiano delle Manie e dei bacini idrografici limitrofi (Liguria Occidentale)*
- [3] A.Biancotti-G.Brancucci-M.Motta: *Note illustrative alla carta geomorfologica dell'altipiano delle Manie e dei bacini idrografici limitrofi (Liguria Occidentale)*
- [4] Boni A. Vanossi M. (1972) "Carta geologica dei terreni compresi tra il Brianzonese ligure s.l. ed il Flysch ad Elmintoidi s.s." Atti Ist. Geol. Univ. Pavia – Vol.XXIII – Tav. XXIV.
- [5] G. Brancucci (1994) "Il clima della Liguria " – Osservatorio permanente Corpi Idrici della Liguria.
- [6] Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 (1970) Foglio n° 92-93 "Alberga-Savona" Servizio Geologico d'Italia, Roma.
- [7] G.B. Castiglioni "Geomorfologia" – UTET
- [8] D.Costantini "Il rischio geomorfologico e gli incendi boschivi: il caso del torrente Crovetto" tesi di laurea - Università di Genova - AA 1998/99
- [9] R. Garbarino " Lineamenti idrogeologici del territorio di Noli" tesi di laurea - Università di Genova - AA 1990/91
- [10] "Guide Geologiche Regionali- Alpi Liguri" (1991) - Società Geologica Italiana
- [11] A. Menardi Noguera (1982) "tettonica polifasata nel settore centro orientale del brianzonese ligure" boll . soc. geol, it. v.100
- [12] G.Pilla-S.Seno (1987): *Senso di taglio, direzione di trasporto, mesostrutture nello sviluppo di alcuni sovrascorrimenti brianzonesi (Finalese- Alpi Liguri)*
- [13] P.Streiff (1956) *Zur Geologie des Finalese (Ligurien – Italien)* – Mitt. Geol. Inst. Zurich, 67, 1-88
- [14] M. Vanossi (1971): *Contributi alla conoscenza delle unità stratigraficheo-strutturali del Brianzonese ligure s.l. I° Le strutture tettoniche della zona tra Bardineto e Noli.* Atti Ist. Geol.Univ. Pavia- Vol XXI, 37-66
- [15] M. Vanossi, L. Cortesogno e Alii (1984) " Geologia delle alpi liguri: dati problemi ipotesi" mem . soc. geol, it. v.28
- [16] G. Vicino (1982): *Il Paleolitico inferiore in Liguria. Atti XXIII Riun. Scient. Ist. It. Di Preistoria e Protostoria-* 109-122, Firenze
- [17] CIMA "Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri"
- [18] Ing. Paolo Gaggero "Riqualficazione urbana x aree ferroviarie e zona archeologica di S.Panagorio – rinaturalizzazione Rio Noli",