



**AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE**

# **TORRENTE CHIARAVAGNA**

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



## **RELAZIONE GENERALE**

PRIMA APPROVAZIONE DEL PIANO	Delibera del Consiglio Provinciale di Genova n. 68 del 12/12/2002
ULTIMA MODIFICA DELL'ELABORATO	Decreto digitale del Direttore Generale n. 177 del 25/06/2018
ENTRATA IN VIGORE	BURL n. 28 del 11/07/2018 – parte II

## **SOMMARIO**

<b>1</b>	<b>QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO</b>	<b>7</b>
1.1	Quadro istituzionale e normativo di riferimento	7
1.2	Dati utilizzati	9
<b>2</b>	<b>CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO</b>	<b>10</b>
2.1	Geografia	10
2.2	Geologia	11
2.3	Geomorfologia	14
2.3.1	Stima del trasporto solido	14
2.3.2	Acclività dei versanti ed orientamento dei versanti	16
2.3.3	Caratterizzazione delle coperture	18
2.3.4	Frane attive e franosità diffusa	20
2.3.5	Aree in erosione	24
2.3.6	Depositi alluvionali frange pedemontane	24
2.3.7	Aree carsiche	24
2.3.8	Fenomeni antropici	24
2.3.9	Riordino del Vincolo Idrogeologico	30
2.4	Idrogeologia	31
2.5	Uso del suolo	32
2.5.1	Metodologia di studio	32
2.5.2	Analisi delle categorie	34
2.5.3	Attribuzione dei valori di indice di efficienza idrogeologica	37
2.5.4	Funzionalità idrogeologica delle classi d'uso del suolo	39
2.5.5	Attribuzione dei valori di CN (curve number)	40
2.6	Descrizione della rete idrografica	41
2.6.1	Sottobacini e parametri caratteristici	41
2.7	IDROLOGIA DI PIENA	45
2.7.1	Climatologia e Pluviometria	45
2.7.2	Precipitazioni massime annuali e mensili	46
2.7.3	Precipitazioni di forte intensità e breve durata	47
2.7.4	Caratteristiche idrologiche del Bacino	50
2.7.5	Valutazione delle portate di piena	56
<b>3</b>	<b>PROBLEMATICHE E CRITICITA' DEL BACINO</b>	<b>60</b>
3.1	Premessa	60
3.1.1	Fattori naturali limitanti per le utilizzazioni potenziali	63
3.1.2	Fattori artificiali di degrado ambientale	64
3.1.3	Disfunzioni delle modalità di utilizzazione delle risorse naturali	64
3.2	Problematiche di tipo geomorfologico (susceptività al dissesto di versanti)	65
3.2.1	Metodologia applicata	65
3.2.2	Commento alla carta della susceptività al dissesto dei versanti	70

3.2.3	Descrizione criticità dei dissesti geomorfologici	71
3.3	Problematiche di tipo idraulico (verifiche idrauliche ed aree inondabili)	77
3.3.1	Aree storicamente inondate	77
3.3.2	Verifiche Idrauliche	84
3.3.3	Aree inondabili	88
3.3.4	Descrizione criticità idrauliche	89
3.3.5	Fascia di riassetto fluviale	96
<b>4</b>	<b>RISCHIO IDROGEOLOGICO</b>	<b>98</b>
4.1	Elementi a rischio	98
4.2	Rischio idrogeologico – metodologia applicata	98
4.2.1	Rischio idraulico	98
4.2.2	Rischio geologico	99
4.2.3	Sintesi delle interrelazioni e del rischio	101

## **PREMESSA**

I piani di bacino, secondo quanto previsto dalla L.R. n°9/93, nascono per integrare tutte le conoscenze sul bacino, anche al fine di affrontare in modo multidisciplinare le problematiche idrauliche, geologiche, ambientali, urbanistiche e legate all'uso del territorio.

La struttura del piano di bacino, così come previsto dalle leggi vigenti tuttavia rende necessari studi molto complessi ed onerosi, non ottenibili in tempi brevi, rischiando così di ritardare l'efficacia dello strumento stesso anche per temi particolarmente urgenti.

La decisione, presa dall'Amministrazione Provinciale è stata quindi quella di predisporre i piani di bacino secondo stralci relativi a settori funzionali che devono in ogni caso costituire fasi sequenziali ed interrelate con i contenuti generali dei piani, come previsto dalla L. n°493/93, onde dotare tempestivamente i soggetti competenti di efficaci strumenti di governo del territorio per fronteggiare adeguatamente le emergenze cui la Provincia di Genova è frequentemente assoggettata.

Tali stralci, anche secondo quanto suggerito nei "Contenuti generali e finalità" dei Criteri per l'elaborazione dei piani di bacino ed in considerazione degli ulteriori criteri più recenti, redatti dall'Autorità di Bacino di rilievo regionale, riguardano in particolare i seguenti temi:

- rischio geologico,
- situazione geologico - geomorfologica,
- rischio idraulico,
- definizione delle fasce fluviali,
- compatibilità attività estrattive
- revisione dei vincoli

Per la predisposizione del piano di bacino stralcio del Torrente Chiaravagna, nella sua prima redazione approvata con D.C.R. 31/1998 si sono resi necessari studi propedeutici generali relativi alle caratteristiche del territorio, alle problematiche e criticità del bacino ed alla cartografia del piano, che sono stati affidati ad un gruppo interdisciplinare di professionisti (in ogni gruppo è stata richiesta la presenza di almeno un geologo, un ingegnere idraulico, un forestale, un agronomo, un naturalista) al fine di definire, anche mediante apposita cartografia, il quadro conoscitivo completo ed organico su cui basare le scelte generali di politica di bacino in rapporto a tutte le azioni gestionali.

Successivamente il Comitato Tecnico Provinciale, previa la validazione dei dati effettuata a campione e l'integrazione del materiale elaborato da parte di alcuni giovani neolaureati e diplomati assunti a tempo determinato mediante lo strumento del Cantiere Scuola-Lavoro, ha elaborato le linee della pianificazione, comprensive di una sintesi degli aspetti economici e finanziari, ha analizzato i canali di finanziamento possibili e stimato la loro prevedibile alimentazione, ha definito le modalità di attuazione del piano con norme, vincoli e direttive finalizzate a regolamentare le azioni ed i comportamenti dei soggetti operanti nel bacino, ha formulato i programmi di attuazione del piano stralcio.

I piani stralcio infatti, seppure riguardanti specifiche materie di indagine e problematiche particolari, assumono, naturalmente, i medesimi obiettivi ed adottano le medesime strategie generali della pianificazione integrata di bacino, quantomeno per tutti gli aspetti rilevanti, in modo che sia assicurata la mutua coerenza delle specifiche azioni sul bacino.

Il bacino del torrente Chiaravagna rientra nell'Ambito n.13 Polcevera così come individuato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 94 del 21 novembre 1990.

L'attivazione degli studi relativi al Piano di Bacino è stata avviata esclusivamente sulla base di uno specifico finanziamento provinciale, in rapporto al fatto che l'Amministrazione Provinciale ha ritenuto tale bacino significativo sotto il profilo della collocazione ed in rapporto alla concentrazione di criticità tematiche in esso ricadenti. Infatti, nel bacino del Chiaravagna si concentra un' elevata presenza di strutture produttive ad alta qualificazione tecnologica che occupano la parte terminale del bacino, una forte pressione urbanistica concentrata nella parte medio bassa del bacino, alcune attività estrattive di cava, la più grande discarica di rifiuti solidi urbani autorizzata nella Regione ed infine la spianata degli Erzelli ottenuta attraverso la demolizione della vetta del M. S. Croce.

Inoltre, le criticità presenti e la notevole frequenza di eventi alluvionali e meteorologici intensi insistenti sul bacino del Chiaravagna hanno indotto l'Amministrazione Provinciale a redigere prioritariamente, rispetto al restante territorio compreso nell'Ambito suddetto, il Piano di Bacino Stralcio del Torrente Chiaravagna.

Quanto sopra anche in considerazione della conseguente possibilità di attivazione, compatibilmente con le disponibilità finanziarie messe a disposizione, di interventi di riduzione del rischio in tempi che sono comunque connessi con le risorse finanziarie messe in campo dai diversi strumenti di pianificazione.

La scelta dell'Amministrazione Provinciale di attuare il percorso di formazione del Piano di Bacino del torrente Chiaravagna attraverso stralci trova evidenti motivazioni nelle diverse, complesse ed articolate criticità che in bacini come questo, pur limitati sotto l'aspetto di estensione territoriale, presentano un'articolazione di problemi fortemente intersecati per alcune significative connotazioni territoriali:

- ♣ la dimensione modesta del bacino idrografico che gravita però su un contesto urbanizzato molto caotico ed irrazionale in termini di coerenza con deflussi idraulici regolari;
- ♣ un forte disordine per quel che attiene immobili, collocati sopra od a distanza dal corso d'acqua non sufficiente a garantire un'adeguata sezione di deflusso;
- ♣ una situazione infrastrutturale in cui non è certamente possibile leggere un disegno organico di collocazione ma soltanto una costante ed esasperata ricerca di spazi a scapito della funzionalità idraulica ed idrogeologica;
- ♣ una condizione "montana" a così breve distanza dalla foce che finisce per incidere negativamente, dati i modestissimi tempi di corrivazione, sul fenomeno di smaltimento complessivo delle elevate portate che si originano spesso, ormai con ricorrente frequenza, in rapporto a precipitazioni intense;
- ♣ un complesso di versanti che, se non urbanizzati, hanno subito intense modificazioni antropiche che comunque costituiscono un fattore di reazione e di risposta spesso artificiale od artificializzato alle sollecitazioni di tipo meteorologico;
- ♣ la presenza della più grande discarica di rifiuti solidi urbani di tutta la Regione ubicata alla testata della valle del Rio Cassinelle, la cui morfologia è stata profondamente mutata con ripercussioni sulla regimazione delle acque superficiali e sottosuperficiali e sulla qualità delle acque.

L'elaborazione del presente piano di bacino stralcio adempie a quanto indicato nel DPR del 18/07/1995 "Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei piani di bacino" ed è intesa ad adeguarsi a quanto stabilito dall'art. 8 della L.R. n°9/93 che , in conformità alla L. n°183/89, agli artt. 2 e 15 detta le attività programmatiche e di pianificazione relative ai piani di bacino idrografico.

Si evidenzia che la redazione degli studi propedeutici relativi al bacino del torrente Chiaravagna è stata completata in epoca antecedente all'emanazione delle Raccomandazioni e dei criteri dell'Autorità di bacino regionale.

A seguito del parere vincolante espresso dalla Giunta Regionale con DGR 10/2012 e trasmesso dall'Autorità di bacino regionale con nota n. PG/2012/17806 del 2/2/2012, si è provveduto ad una revisione complessiva del Piano sia a livello normativo che cartografico, al fine di omogeneizzare la metodologia di redazione della Pianificazione di bacino su tutto il territorio provinciale, andando nell'ottica di un "Piano di bacino per la tutela dal rischio idrogeologico", riallineando quindi i contenuti del Piano di bacino, approvato con D.C.R. 31/1998, ai criteri approvati a partire dal 2001 da parte dell'Autorità di bacino regionale.

Inoltre appare utile precisare che i documenti risultano aggiornati ai dati disponibili al momento dell'elaborazione e che sono in corso le seguenti attività, i cui esiti saranno recepiti, se del caso, nei successivi aggiornamenti del Piano:

- progettazione a livello definitivo da parte del Comune di Genova, che deve anche rispondere a quanto previsto nel contributo istruttorio espresso dal Comitato Tecnico di Bacino nella seduta del 15/12/2011;
- elaborazione su incarico della Provincia, di studi idraulici di dettaglio anche finalizzati alla ricostruzione dell'evento alluvionale dell'ottobre 2010 e del conseguente aggiornamento della perimetrazione delle aree inondabili.

Il Piano di Bacino Stralcio del torrente Chiaravagna approvato con D.C.R. 31/1998 ed ai sensi della L. 9/93, è stato redatto dal Comitato Tecnico Provinciale composto da originariamente dai seguenti membri:

Ing. Paolo TIZZONI - Vice Presidente Provincia di Genova, Dr. Mauro LOMBARDI - Regione Liguria, Dr. Giovanni GARAVENTA - Regione Liguria, Ing. Sergio USAI - Provincia di Genova, Arch. Pierpaolo TOMIOLO - Provincia di Genova, Dr. Claudio CELLA - Comunità Montana Valli Aveto – Graveglia - Sturla, Geom. Adriano BIAMONTI - Comunità Montana Argentea, Geom. Mauro VIGO - Comunità Montana Alta Val Polcevera, Geom. Sergio PIERGALLINI - Comunità Montana Alta Valtrebbia, Geom. Angelo ALISMO - Comunità Montana Valle Stura, Geom. Giovanni GARAVENTA - Comunità Montana Fontanabuona, Dr. Pierluigi TIMOSSI - Comunità Montana Alta Valle Scrivia, P.A. Aldo MASSA - Comunità Montana Val Petronio, Geol. Marino TRIMBOLI - esperto in materie geologiche, Prof. Enrico MARTINI - esperto in materie naturalistiche, Sig. Laura GHIO - segretaria.

A seguito delle modifiche apportate dalla l.r.46/96 e della sostituzione di alcuni membri, il Comitato tecnico all'atto della prima approvazione risultò composto da:

Ing. Paolo TIZZONI - Vice Presidente Provincia di Genova, Ing. Stefano MASSONE - Regione Liguria, Dr. Mauro LOMBARDI e Arch. Pierpaolo TOMIOLO - Provincia di Genova, Dr. Claudio CELLA - Comunità Montana Valli Aveto – Graveglia - Sturla, Geom. Adriano BIAMONTI -

Comunità Montana Argentea, Geom. Mauro VIGO - Comunità Montana Alta Val Polcevera, Geom. Sergio PIERGALLINI - Comunità Montana Alta Valtrebbia, Geom. Angelo ALISMO - Comunità Montana Valle Stura, Geom. Giovanni GARAVENTA - Comunità Montana Fontanabuona, Dr. Pierluigi TIMOSSO - Comunità Montana Alta Valle Scivia, P.A. Aldo MASSA - Comunità Montana Val Petronio, Geol. Marino TRIMBOLI - esperto in materie geologiche; Prof. Giulio SCARSI esperto in materie di ingegneria idraulica, Sig. ra Tiziana BRIZZI - segretaria.

Gli studi propedeutici al Piano erano stati, in precedenza, eseguiti dal Gruppo interdisciplinare composto dal responsabile Geol. Giovanni Rizzi, dal Geol. Marcello Brancucci, dall'Ing. Paolo Noce, dall' Agr. Paola Caffa, dall' Agr. Paolo Derchi e dal Dott. Maurizio Ferraris.

Il Comitato è stato supportato dall'ufficio Pianificazione, Monitoraggio e Programmazione dell'Area 06 dell'Amministrazione Provinciale, composto dal Dott. Aurelio GIUFFRÈ, coadiuvato a tempo parziale dall'Ing. Stefano CIANELLI, dall'Arch. Clara STERLICK, dal Geom. Fabrizio BRICHETTO e dal Geom. Adriano GANGEMI.

Per l'opera di validazione a campione dei dati presentati dai professionisti sono stati utilizzati i seguenti laureati e diplomati assunti a tempo determinato mediante lo strumento dei Cantieri Scuola-Lavoro:

Arch. Margherita ASQUASCIATI, Dott. Sabrina BERTOLOTTA, Geol. Claudio FALCIONI, Geol. Maria FERRANDO, Arch. Piero GARIBALDI, Dott. Paolo GENTA, For. Luca IACOPI, Arch. Ines MARASSO, Dott. Antonio ONETO, Agr. Fabio ROTTA, Dott. Ric. Alessandro TOMASELLI, Per. Agr. Alfredo BORGHELLO, Geom. Andrea BOSSO, Geom. Francesco CISERCHIA, Per. Agr. Matteo MARRÈ BRUNENGI, Geom. Giorgio MARZANI, Geom. Diego MOZZO, Geom. Maria Grazia SIRI, Geom. Giuseppe TIPALDO.

Hanno collaborato alla redazione del Piano: Alessandro TOMASELLI e Michela RACCOSTA, geologi, dal dott. Paolo Spotorno, da Paolo PERSICO, ingegnere, Chiara BELOTTI, biologa, Alessio PERCIVALE, forestale, Barbara GARRONE, Milena FERRANDO e Mariangela PERSANO, architetti, Elisa Marangoni, geometra.

Il Piano è stato aggiornato nel 2013 dall'Ufficio pianificazione territoriale della Provincia di Genova-Direzione 3, con la supervisione del Direttore di Direzione.

A seguito del riordino delle competenze e delle funzioni in materia di difesa del suolo, disciplinato dalla L.R. 15/2015, l'aggiornamento del presente Piano viene gestito dagli Uffici del Settore Assetto del Territorio del Dipartimento Territorio della Regione Liguria.

## **1 QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO**

### **1.1 Quadro istituzionale e normativo 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 e più in generale da tutte le normative che definiscono l'ordinamento istituzionale, le attribuzioni di competenza e le relative responsabilità delle istituzioni rappresentate nelle Autorità di Bacino.

In particolare, la legge 183/1989 «Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo» definisce finalità, strumenti e modalità dell'azione della pubblica amministrazione in materia di difesa del suolo, introducendo importanti innovazioni nella normativa vigente e soprattutto nella filosofia con cui affrontare in maniera più integrata ed organica il complessivo delle azioni intese a pianificare «il bacino».

Inoltre, ai sensi anche della L.R. 36/97, il Piano di bacino, così come i suoi stralci funzionali, vincola, nelle indicazioni di carattere prescrittivo, la pianificazione territoriale di livello regionale, provinciale e comunale con effetto di integrazione della stessa e, in caso di contrasto, di prevalenza su di essa.

Per gli aspetti connessi alla pianificazione di bacino di rilievo regionale, il primo riferimento, in ordine temporale, è costituito dalla legge regionale 28 gennaio 1993, n. 9, di cui alcuni articoli sono stati abrogati dalla legge regionale 21 giugno 1999, n. 18.

L'assetto dell'Autorità di bacino di rilievo regionale istituito con la L.R. 9/93 è stato modificato dapprima con la L.R. 18/99 e poi, più recentemente, dalla legge regionale 4 dicembre 2009 n. 58 che ha di fatto soppresso i Comitati tecnici preesistenti istituendo un unico Comitato tecnico di bacino e nuovi percorsi e tempistiche per l'approvazione dei piani e delle loro varianti.

Tali criteri sono peraltro stati integrati nel tempo e formano oggi un mosaico complesso di determinazioni volte ad omogeneizzare e migliorare l'attività pianificatoria in campo regionale.

Di questo corso di leggi occorre, in questa fase della pianificazione di bacino, sottolineare la legge 4 dicembre 1993, n. 493 ed in particolare l'art. 12 che integra l'art.17 della L.n.183/1989 con il comma 6 ter che recita: «I Piani di Bacino idrografico possono essere redatti ed approvati anche per sottobacini o per stralci relativi a settori funzionali che in ogni caso devono costituire fasi sequenziali ed interrelate rispetto ai contenuti di cui al comma 3» (richiama l'art. 17 della legge 18 maggio 1989, n. 183).

Risulta necessario infine richiamare il Dlgs. n. 152/2006 che ha rivisto le norme in materia ambientale.

Di seguito, viene riportata la tabella 1.1 in cui sono indicate le principali leggi relative alla pianificazione di bacino o comunque ad essa collegate.

*Piano di Bacino Stralcio del Torrente Chiaravagna*  
Relazione generale

**Tabella 1.1: Riferimenti normativi attinenti la pianificazione di bacino**

R.D. 523/1904	Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie
D. lgs. lgt. 1019/1918	Modificazioni e aggiunte al D.Lgt. 4/10/1917 n. 1679, recante provvedimenti per opere pubbliche a favore di varie province del regno
R.D.L. 3267/1923	Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani
Legge 319/1976	Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento
D.P.R. 236/1988	Attuazione della direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'rt. 15 della legge 16/4/1987, n. 183
Legge 183/1989	Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo
D.P.C.M. 23/3/1990	Atto di indirizzo e coordinamento ai fini della elaborazione e della adozione degli schemi previsionali e programmatici di cui all'art. 31 della legge 18/5/1989 n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo
Legge 142/1990	Riforma delle autonomie locali
Legge 253/1990	Disposizioni integrative alla legge 183/1989, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo
L.R. 9/1993	Organizzazione regionale della difesa del suolo in applicazione della L. 18/5/1989 n. 183
Legge 236/1993	Interventi urgenti a sostegno dell'occupazione
Decreto legislativo 275/1993	Riordino in materia di concessioni di acque pubbliche
Legge 493/1993	Disposizioni per l'accelerazione degli investimenti ed il sostegno dell'occupazione e per la semplificazione dei procedimenti in materia edilizia
Legge 36/1994	Disposizioni in materia di risorse idriche
Legge 37/1994	Norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche
L.R. 45/1994	Norme in materia di sicurezza urbana da rischi idrogeologici
Legge 97/1994	Nuove disposizioni per le zone montane
Legge 22/1995	Interventi urgenti a favore delle zone colpite dalle eccezionali avversità atmosferiche e dagli eventi alluvionali nella prima decade del mese di novembre 1994
Legge 265/1995	Modifiche e conversione del D.L. 154 Aumento di alcune provvidenze del D.L. 691 ed ulteriori correzioni al D.L. 646
D.P.R. 18/7/1995	Criteri per la redazione dei Piani di bacino, atto di indirizzo e coordinamento
L.R. 46/1996	Norme finanziarie in materia di difesa del suolo ed ulteriori modifiche alla L.R. 28/1/1993 n. 9 (Organizzazione regionale della difesa del suolo in applicazione della L. 18/5/1989 n. 183). Modifiche alla L.R. 16/4/1984 n. 22 (Legge forestale regionale)
L.R. 36/1997	Legge urbanistica regionale
Legge 267/1998	Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania
Decreto legislativo 112/1998	art. 57 – Pianificazione territoriale di Coordinamento e pianificazione di settore, art. 87 – Approvazione Piani di bacino
L.R. 4/1999	Norme di foreste e di assetto idrogeologico
L.R. 18/1999	Adeguamento delle discipline e conferimento delle funzioni agli Enti locali in materia di ambiente, difesa del suolo ed energia
Legge 365/2000	Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della regione Calabria danneggiate dalle calamità idrogeologiche di settembre ed ottobre 2000
Decreto legislativo 267/2000	Testo unico delle leggi sull'ordinamento degli enti locali.
D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380	Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia
D. lgs. 152/2006	Norme in materia ambientale.
L.R. 14/2006	Regime transitorio per l'esercizio delle funzioni delle Autorità di bacino di rilievo regionale ed interregionale.

*Piano di Bacino Stralcio del Torrente Chiaravagna*  
Relazione generale

L.R. 20/2006	Nuovo ordinamento dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Ligure e riorganizzazione delle attività e degli organismi di pianificazione, programmazione, gestione e controllo in campo ambientale.
D.M. 14-01-2008	Norme tecniche per le costruzioni.
L.R. 58/2009	Modifiche all'assetto dell'Autorità di bacino.
L.R. 7/2011	Disciplina di riordino e razionalizzazione delle funzioni svolte dalle Comunità montane soppresse e norme di attuazione per la liquidazione.
L.R. 11/2015	Modifiche alla legge regionale 4 settembre 1997, n. 36 (Legge urbanistica regionale)
L.R. 15/2015	Modifiche all'assetto dell'Autorità di bacino di rilievo regionale

Un 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.

I criteri relativi agli adempimenti di cui al comma 1 dell'art. 1 del succitato D.L. 180/98, sono stati forniti, come previsto dal comma 2 dell'art. 2 del D.L. 180/98, nell' "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2", pubblicato sulla G.U. del 5.1.99.

Le attività previste dal DL 180/98 relative all'individuazione e alla perimetrazione delle aree a rischio di inondazione e a rischio di frana dovranno essere articolate nelle seguenti tre fasi:

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

Il D.L. 180/98, ha inteso quindi, dichiaratamente dare un'accelerazione agli adempimenti della L. 183/89, soprattutto a riguardo dell'individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico (inteso come inondazione e frana). Trattandosi di uno stralcio funzionale non esaurisce chiaramente tutte le tematiche previste dal piano di bacino completo, ma rappresenta una parte del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del quale risulterà quindi parte integrante, inteso come Piano di bacino completo.

Esso viene quindi approvato con le procedure ordinarie previste dalla LR 15/2015 e s.m.i..

Nell'ambito del presente Piano stralcio per l'assetto idrogeologico, sono stati seguiti le raccomandazioni, i criteri e gli indirizzi emanati dall'Autorità di bacino regionale a partire dal 2001.

## **1.2 Dati utilizzati**

Per la redazione del Piano sono stati utilizzati innanzi tutto i documenti testuali e cartografici relativi al Piano approvato con DCR n. 31/1998, successivamente le foto aeree in dotazione all'Amministrazione Provinciale ed alla Regione Liguria, le cartografie geologiche e geomorfologiche redatte dal Comune di Genova per la predisposizione del nuovo Piano Urbanistico Comunale adottato con DCC n. 92/2011, i dati interferometrici satellitari e la Cartografia del progetto CARG, insistenti sul territorio in esame.

La base cartografica utilizzata è la carta tecnica regionale in scala 1:5.000 e scala 1:10.000 (in formato raster e vettoriale), che riporta il bacino nei fogli n° 213110 e 213150.

## **2 CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO**

Il bacino del torrente Chiaravagna, che sfocia in ambito portuale all'altezza di Genova Sestri, presenta alcune peculiarità geografico - morfologiche analoghe a tutti i bacini del ponente genovese: modesto sviluppo dell'asta principale, con una lunghezza di circa 3.3 km e, conseguentemente, vicinanza notevole tra lo spartiacque ed il mare, limitate dimensioni del bacino, circa 11 kmq, che presenta una forma stretta ed allungata con un reticolo non molto ramificato, con l'eccezione del Rio Ruscarolo che si configura con sub - affluenti bene sviluppati.

All'interno del bacino, come già riportato in precedenza, abbiamo però alcune situazioni che rendono pressoché unico il Chiaravagna: una concentrazione notevole di attività estrattive, iniziate almeno dal Medio Evo, la più grossa discarica di rifiuti solidi urbani della regione (Scarpino) con una abnorme produzione di eluato che inquina in modo decisamente sensibile le acque del Rio Cassinelle, l'esecuzione di una spianata, di circa 9 ha, in corrispondenza della collina degli Erzelli, iniziata intorno agli anni '50 per il prelievo del materiale necessario per la costruzione dell'aeroporto, il tutto sommato ad un intenso e caotico sviluppo delle aree urbanizzate nella parte valliva del bacino che non ha tenuto in alcun conto le necessità di una tutela idrogeologica del territorio.

### **2.1 Geografia**

Il bacino del torrente Chiaravagna è ubicato sul versante tirrenico dell'Appennino Ligure, nel tratto più settentrionale del Golfo di Genova, e sfocia a mare immediatamente ad Ovest del torrente Polcevera, nella delegazione di Sestri Ponente, in prossimità dello scalo aeroportuale genovese.

Il bacino, che nella parte inferiore è completamente occupato dall'area urbana della delegazione ed è stato profondamente modificato ed alterato nelle sue caratteristiche morfologiche, può essere suddiviso in due sottobacini principali, il Chiaravagna ed il Rio Ruscarolo, che confluiscono poco prima della foce; a sua volta il Chiaravagna si suddivide, all'altezza della località Serra, nel Fosso Bianchetta e nel Fosso Cassinelle.

La superficie complessiva è di circa 11 km<sup>2</sup> ed appartiene amministrativamente, per la sua totalità, al Comune di Genova.

Lo spartiacque delimitante il bacino confina a Ovest e parzialmente a Nord con i bacini del Rio Cantarena, del Rio Molinassi e del Torrente Varenna, a Nord e ad Est con il bacino del Torrente Polcevera.

La definizione dello spartiacque risulta abbastanza critica nella parte urbanizzata; tuttavia, nella parte verso Ovest si ritiene di poter porre convenzionalmente la linea di displuvio in corrispondenza del percorso delle seguenti strade: Via Hermada - Piazza Aprosio - Via Cavalli - Via Girolamo da S. Stefano - Via Ravaschio - Via Domenico Oliva.

Oltre la ferrovia Genova - Ovada lo spartiacque diventa subito molto evidente, seguendo in direzione N le pendici meridionali del Bric del Gazzo fino alla sommità (420 m); subito a N di Bric del Gazzo lo spartiacque è stato modificato dall'apertura del piazzale della cava Giunchetto, per riprendere poi passando per Monte Spassoia (438 m), Monte Contessa (548 m), Bric Barduso

(463 m); lo spartiacque piega in senso E - W e prosegue su Bric Rondinino (608 m) e Bric di Pria Scugente (624 m), quindi si riallinea all'incirca nuovamente N - S e prosegue toccando Bric dei Corvi Nord (624 m), Bric Teiolo (660 m, la vetta più alta del bacino), quindi Bric dei Corvi Sud (598 m) e discende ripidamente fino alla sella di Borzoli (75 m).

Qui la linea displuviale prosegue fino alle località Paradiso (174 m) e Torre Sprinati (169 m), passa per la sella immediatamente sottostante quest'ultima località e quindi percorre la dorsale sulla quale è stato edificato il cimitero di Cornigliano; a questo punto la definizione dello spartiacque diventa notevolmente dubbia, in quanto ci troviamo in corrispondenza della spianata di Erzelli, risultato di un grande sbancamento effettuato nei primi anni 60 per ricavare materiali per il costruendo scalo aeroportuale. Ad ogni buon conto, considerando anche le problematiche generate dalle recenti alluvioni nelle aree immediatamente a valle dell'area di Erzelli, si è ritenuto opportuno considerare l'intera area del piazzale come scolante all'interno del bacino, e si è tracciato, di conseguenza, convenzionalmente il limite lungo il lato orientale.

Da questo punto si percorre il crinale che scende verso Villa Raggio e La Badia per terminare in via Angelo Siffredi all'altezza del cavalcavia dell'accesso all'aeroporto; in tal modo vengono considerati come facenti parte del bacino anche il Rio Negrone ed il Rio Senza Nome parallelo ad esso, che sono stati convogliati artificialmente nella foce del Chiaravagna durante la costruzione dell'area Italsider e dell'aeroporto.

## **2.2 Geologia**

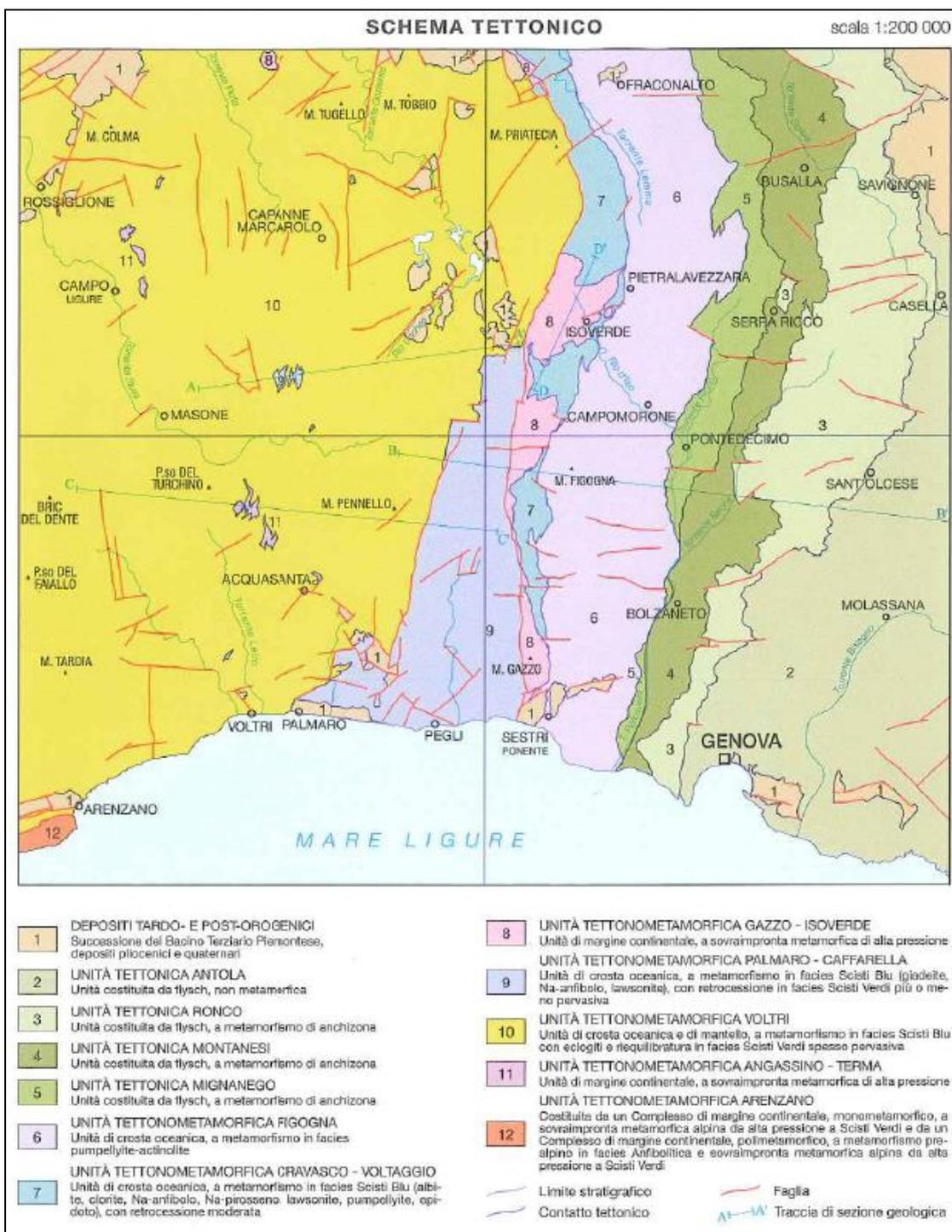
Relativamente agli aspetti strettamente geologici del bacino del t. Chiaravagna, si è fatto riferimento alla cartografia ed alle note illustrative del "Foglio Genova" nell'ambito del progetto nazionale "CARG" (il "Progetto CARG" =CARTografia Geologica, avviato nel 1988, prevede la realizzazione di fogli geologici e geotematici, alla scala 1:50.000, per la copertura dell'intero territorio nazionale).

L'area compresa nel "Foglio Genova" è da sempre considerata un'area di transizione tra la catena Alpina e quella Appenninica. Le Alpi liguri sono caratterizzate dalla sovrapposizione di Unità di crosta oceanica e di mantello, rappresentate da:

- Unità tettonometamorfica Figogna,
- Unità tettonometamorfica Cravasco-Voltaggio
- Unità tettonometamorfica Palmaro-Caffarella
- Unità tettonometamorfica Voltri.

Alle Unità di crosta oceanica sono state associate unità le cui caratteristiche litologiche suggeriscono derivazione da un margine continentale, rappresentate dalle Unità Gazzo-Isoverde ed Angassino-Terma. In particolare, le Unità tettonometamorfica Figogna, Cravasco-Voltaggio, Gazzo-Isoverde e Palmaro-Caffarella, oltre ai depositi quaternari e pliocenici, interessano il bacino del t. Chiaravagna.

Piano di Bacino Stralcio del Torrente Chiaravagna  
Relazione generale



Per semplificazione, viene riportato lo schema tettonico allegato alle cartografie del progetto CARG.

Nel redigere la carta geolitologica, sono state accorpate le litologie simili presenti nelle unità sopra riportate (ad es. tutti gli argilloscisti insieme) secondo il seguente schema:

*Piano di Bacino Stralcio del Torrente Chiaravagna*  
Relazione generale

<b>Carta geolitologica "Piano di bacino"</b>	<b>CARG</b>
Argille	Argille di Ortovero
Argilliti	Argilliti di Montoggio
Gessi	Gessi del Rio Riasso
Calcescisti	Calcescisti della Val Branega + Quarzoscisti di S. Alberto + Calcescisti del Turchino + Quarziti di Case Tavernino
Metabasiti	Metabasalti della Val Varena + Metabasiti di Rossiglione + Metabasalti di Cravasco + Metabasalti del Monte Figogna
Metagabbri	Metagabbri del Bric Fagaggia + Metagabbri di Carpenara + Metagabbri eclogitici della Colma + Metagabbri di Gheri + Metagabbri di Rocca Crescione + Metagabbri di Monte Lecco
Serpentiniti	Serpentiniti di S. Carlo Cese + Serpentinoscisti antigoritici del Bric del Dente + Serpentiniti di Case Bardane + Serpentiniti del Bric dei Corvi
Lherzoliti-peridotiti	Peridotiti lherzolitiche del monte Tobbio
Brecce	Brecce della Costa di Cravara + Metaofalciti di Pietralavezzara + Brecce di San Pietro ai Prati
Conglomerati	Formazione di Molare + Conglomerati di Savignone
Calcari marnosi (e flysch)	formazione del Monte Antola
Argiloscisti	Argilliti di Montanesi + Argilliti di Mignanego + formazione di Ronco + Argiloscisti di Costagutta + Argiloscisti di Murta + metacalcari di Erzelli + Scisti filladici del monte Larvego + Meta-argilliti di Bessega
Diaspri	Metasedimenti silicei della Madonna della Guardia + Metasedimenti silicei dell' Osteria dello zucchero
Calcari	Calcari di Voltaggio + Calcari di Lencisa + Calcari di Gallaneto
Dolomie	Dolomie del Monte Gazzo

Per la descrizione specifica di ogni litologia si rimanda alle "note illustrative" allegate al foglio Genova. Nella carta geolitologica sono stati riportati dalla carta CARG solo gli affioramenti che presentano un'estensione minima pari a mezzo ettaro.

Esaminando la "carta geolitologica" emerge che il bacino è caratterizzata da una serie di litologie disposte longitudinalmente rispetto al corso d'acqua.

Partendo da ponente, si individua un'ampia fascia di serpentiniti localizzate nella media ed alta valle del t. Bianchetta. Ad ovest del m. Contessa affiorano, immersi nelle serpentiniti, i calcescisti. Anche nella zona di Panigaro (centro bacino t. Chiaravagna), lungo i versanti sponda sinistra t. Cassinelle e nella zona di testata del t. Ruscarolo, affiorano le serpentiniti. La zona a nord di C. dei Santi fino a C. Tuio inferiore e tutto il comprensorio del m. Gazzo, invece, sono caratterizzati dalla presenza delle dolomie. L'area intorno a m. Spassoia è contraddistinta dalla presenza di metagabbri, rinvenibili anche più a nord al contatto tra serpentiniti e calcescisti. La zona di testata del rio Cassinelle, versante destro, presenta affioramenti di argiloscisti che nella parte centrale del bacino si trovano a contatto con le metabasiti. Le stesse metabasiti caratterizzano, praticamente, tutta la parte orientale del bacino del t. Chiaravagna, fino al tratto terminale. Infine, la zona compresa tra l'autostrada A10, a valle, e la linea ferroviaria Genova-Ovada, a monte, è caratterizzata dalla presenza delle argille di Ortovero. L'abitato di Sestri ponente vero e proprio è, in massima parte, caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali.

Nella zona a sud-est della discarica di Scarpino è stato individuato un sovrascorrimento tra le serpentiniti e le metabasiti che dà origine ad un'ampia fascia cataclastica.

## 2.3 Geomorfologia

Nella carta geomorfologica sono state prese in considerazione ed evidenziate con opportune simbologie tutte le fenomenologie, naturali o causate dall'intervento umano, che modificano la superficie del territorio e ne causano l'evoluzione.

L'esame del territorio è stato innanzi tutto effettuato mediante l'analisi delle varie stesure di fotogrammetria aerea eseguite da anni per diverse occasioni e finalità dai diversi Enti preposti alla tutela del territorio; l'esame critico di questi strumenti permette anche di seguire nel tempo l'evoluzione dei principali fenomeni e di trarne valutazioni e proiezioni per prevederne la futura dinamica.

Una successiva fase di rilievo e taratura sul terreno consente quindi di approfondire i dati ricavati e di verificarne l'attendibilità, anche incrociandoli con dati cartografici e non, tratti da lavori e pubblicazioni che riguardano la zona in esame.

Da tutto questo complesso di lavoro è scaturita la redazione della carta geomorfologica qui presentata, alcuni aspetti salienti della quale si descriveranno in dettaglio, commentando anche le singole fenomenologie più significative che si sono riscontrate.

### 2.3.1 Stima del trasporto solido

Le maggiori caratteristiche di produzione e di trasporto dei materiali solidi possono essere riassunte in termini di magnitudo, distribuzione del tempo e durata. Il dettaglio con cui questi aspetti possono essere studiati necessariamente dipende dalla natura dei dati disponibili.

Nella situazione specifica i dati disponibili sono inesistenti in quanto non esiste alcuna procedura e strumentazione dedicata ad un'azione costante di monitoraggio.

La valutazione del trasporto solido è stata pertanto stimata sulla base di alcuni elementi geomorfici derivanti dal complesso di informazioni che si possono ricavare in funzione dell'analisi geomorfica quantitativa.

In generale il trasporto dei materiali solidi ad opera dei corsi d'acqua avviene per trascinamento sul fondo, per trasporto in soluzione e trasporto in sospensione.

Poiché la percentuale di materiale trasportato in sospensione è circa il 90% del complessivo e poiché non si dispone di misure dirette, per il calcolo stimato del trasporto torbido viene usato in prima approssimazione il metodo sperimentato da Ciccacci e al. (1980).

E' stata utilizzata l'equazione che mette in relazione il trasporto torbido con la densità di drenaggio e l'indice di anomalia gerarchica ricavabili come detto in precedenza dall'analisi geomorfica quantitativa.

L'equazione generale è, per valori di densità del drenaggio inferiori a 6:

$$\log Tu = 0,33479 D + 0,15733 Da + 1,32888$$

dove

*Piano di Bacino Stralcio del Torrente Chiaravagna*  
Relazione generale

Tu= trasporto torbido unitario

D = densità di drenaggio

Da= indice di anomalia gerarchica.

Per il Chiaravagna:

D = lunghezza totale aste/superficie bacino 5,9 Km<sup>-1</sup>

Da= numero di anomalia gerarchica/aste di ordine 1 = 1,2.

Il valore ricavato è indicato nella seguente tabella ed è pari a circa 16.000 m<sup>3</sup>/anno.

Bacino		Chiaravagna
Superficie	S (Km <sup>2</sup> )	11
Lunghezza totale	L = ∑ lunghezza aste (Km)	64,9
Densità di drenaggio (Ciccacci et al., 1980)	D = L/S (Km <sup>-1</sup> )	5,9
Ordine bacino	s	5
Ordine asta influente	i	si ricava dalla gerarchizzazione
Ordine asta recipiente	r	si ricava dalla gerarchizzazione
Numero di aste anomale di ordine i che influiscono in aste di ordine r	N <sub>i,r</sub>	uno per ogni coppia i, r
Fattore di moltiplicazione	f <sub>i,r</sub> = r <sup>(r-2)</sup> - r <sup>(i-1)</sup>	uno per ogni coppia i, r
Numero di anomalia gerarchica (Avena et al., 1967)	$G_A = \sum_{i=1}^{s-2} \sum_{r=i+2}^s N_{i,r} f_{i,r}$	205
Numero aste di ordine 1	N <sub>1</sub>	201
Indice di anomalia gerarchica (Ciccacci et al., 1980)	Δ <sub>a</sub> = G <sub>A</sub> / N <sub>1</sub>	1,02
logaritmo del Trasporto torbido unitario (Ciccacci et al., 1980)	logT <sub>u</sub> (Ton/Km <sup>2</sup> /anno)	3,45

Trasporto torbido unitario	Tu (Ton/K m <sup>2</sup> /anno)	2914.75
Trasporto torbido annuo	Tu (Ton/anno)	32062
Trasporto Torbido annuo in mc (ipotizzando P <sub>s</sub> =2)	Tu (m <sup>3</sup> /anno)	16031

### 2.3.2 Acclività dei versanti ed orientamento dei versanti

Nell'ambito delle cartografie di base si è ritenuto utile inserire anche il tematismo dell'acclività dei versanti per l'implicazione che tale parametro può avere nei confronti della stabilità ed in riferimento agli eventi franosi pregressi, onde consentire un'analisi il più completa possibile delle cause che li hanno generati.

Per la realizzazione del tematismo dell'acclività è stata utilizzata la cartografia redatta da Regione Liguria nel 2001, al fine di uniformare la metodologia di studio in tutti gli ambiti territoriali della Provincia di Genova.

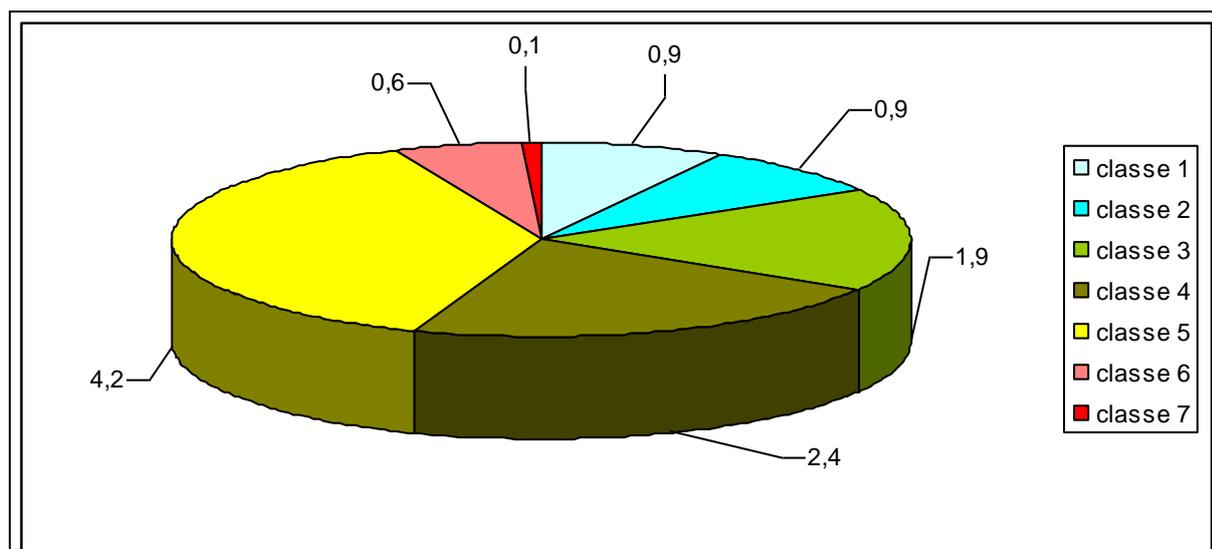
Sono state distinte sette classi di acclività evidenziate con colori percentuali in tono crescente secondo l'intervallo della pendenza del terreno.

I valori sono espressi in percentuale, da un minimo di 0%, che corrisponde alla pendenza nulla (pianura), ad un massimo di 100%, che corrisponde a 45° di pendenza, secondo la seguente classificazione:

classe 1	0-10%	0,9 kmq
classe 2	10-20%	0,9 kmq
classe 3	20-35%	1,9 kmq
classe 4	35-50%	2,4 kmq
classe 5	50-75%	4,2 kmq
classe 6	75-100%	0,6 kmq
classe 7	> 100%	0,1 kmq

La carta dell'acclività è stata realizzata a partire dal modello digitale del terreno (DTM) ottenuto dall'interpolazione di punti appartenenti ad una griglia a passo regolare di 40 metri.

In generale le classi ampiamente più rappresentate sono la 3°, 4° e 5° (tra il 20 e il 75%), seguono la 1°, la 2° e la 6° classe mentre le porzioni di territorio caratterizzate da un'acclività > del 100% sono in numero decisamente poco rilevante.



Nell'ambito in esame le aree a bassa acclività (0-20%) sono concentrate solitamente nella parte lungo la fascia costiera urbanizzata ed in generale lungo i corsi d'acqua principali dove si trovano i terrazzi alluvionali, mentre quelle caratterizzate da un'acclività molto elevata (>100%) si trovano solamente in prossimità dei fronti di cava.

Analogamente agli studi già effettuati in passato su bacini liguri si è ritenuto di inserire tra le carte di base anche la carta dell'orientamento dei versanti in quanto carta che può fornire indicazioni utili per un successivo approfondimento di carattere pedologico finalizzato alla stabilità dei suoli ed all'uso dei suoli specialmente collegato all'agricoltura.

Questo tipo di cartografia tematica è stata ricavata dal modello digitale del terreno derivato da una matrice regolare con passo di 40 metri ottenuta dai punti di georeferenziazione delle ortofoto digitali del Progetto IT2000 da Regione Liguria

Per la redazione di questa carta sono state scelte otto classi di orientamento; dalla elaborazione di questa carta risulta evidente come, data la disposizione generale del bacino, vi sia una grande prevalenza di versanti disposti attorno E e W, subordinatamente attorno S e solo in minima parte verso N.

Questo elaborato è finalizzato ad un incrocio di dati con la carta vegetazionale e per una successiva redazione di una carta pedologica o di utilizzo dei suoli; si è tuttavia del parere che, considerando il tipo di clima caratteristico dell'areale ligure e il tipo di litologie presenti nel bacino, l'esposizione dei versanti non abbia una decisiva influenza nello sviluppo pedogenetico dei suoli.

Tale ipotesi è confortata anche dai risultati prodotti da precedenti studi (cfr. piano di Bacino del torr. Leiro); in questo studio si evidenziava una decisiva influenza del substrato roccioso nella composizione dei suoli, trattandosi perlopiù di terreni assai poco sviluppati, e gli effetti riconducibili all'esposizione del versante si riducevano nella maggioranza dei casi a modeste variazioni di potenza dell'orizzonte B, ove esso è presente.

In ogni caso, la futura redazione di una carta pedologica, su questo ed altri bacini, potrà ulteriormente affinare le risultanze finora emerse; in questa ottica la redazione della carta di

orientamento è comunque utile, anche per gli eventuali risvolti nei confronti degli assetti insediativi del territorio.

### 2.3.3 Caratterizzazione delle coperture

La presenza di roccia affiorante ovvero di depositi detritici superficiali rappresenta parametri importanti nella valutazione e caratterizzazione della stabilità dei versanti.

Sono stati, perciò, distinti settori a prevalente roccia affiorante ed aree con copertura detritica. Quest'ultima è stata distinta, inoltre, in base agli spessori.

Le aree caratterizzate dalla presenza di roccia affiorante e subaffiorante con coperture detritiche discontinue fino ad 1 metro di spessore, sono state suddivise in quattro classi:

- ➔ **“Ro”** nel caso in cui la roccia subaffiorante si presenti con caratteristiche strutturali e tessiturali non visibili;
- ➔ **“R”** nel caso in cui il substrato roccioso, affiorante e/o subaffiorante, mostri una disposizione favorevole o indifferente alla stabilità delle proprie strutture (strati e fratture) rispetto al pendio
- ➔ **“Rs”** nel caso di disposizione sfavorevole di dette strutture
- ➔ **“Rf”** nel caso, molto più comune rispetto al precedente, di substrato in scadenti condizioni di conservazione, alterato e fratturato e/o con ricorrente variabilità giaciturale

I diversi settori sono stati campiti mediante valutazioni puntuali ed analisi su aree campione dove è stato individuato il comportamento prevalente dei diversi litotipi di substrato.

Sono state, infine, effettuate valutazioni in rapporto alla pendenza dei versanti ed all'assetto vegetazionale.

Quasi tutto il bacino del fosso Bianchetta è caratterizzato da presenza di roccia in scadenti condizioni di conservazione, così come i versanti orientali del bacino del rio Cassinelle e l'alta valle del t. Ruscarolo. Scarsa è la presenza di roccia in buone condizioni di conservazione, anche per la presenza di intensi fenomeni di ruscellamento diffuso sui versanti.

Nell'area del bacino si riscontra una notevole presenza di coltri di copertura, collegate per lo più alle zone di attività tettonica; esse si differenziano essenzialmente per la natura geolitologica delle formazioni da cui derivano.

Rimandando alla descrizione della legenda della carta geomorfologica, ci limiteremo qui a segnalare l'esistenza di accumuli derivanti da terreni ofiolitici (coltri sul Rio Cassinelle, zone in disfacimento presso Bric dei Corvi Nord e M. Contessa), di accumuli derivanti dalla serie carbonatica (tracce di brecce ricementate lungo gli affioramenti di dolomie) e di coltri derivanti dal disfacimento degli argilloscisti e formazioni similari (Case Tuio, loc.tà Timone e loc.tà Casarossa, Sella di Borzoli e pendici W di Bric degli Erzelli). Nella carta geologica sono state indicate solo le coltri più significative, rimandando alla carta geomorfologica e a quella della franosità un'analisi più dettagliata.

I tratti terminali del Torrente Chiaravagna e del Rio Ruscarolo scorrono in un'area pianeggiante occupata da sedimenti quaternari marini e che, all'altezza dell'autostrada Genova - Savona, si biforca per dare origine a due rami separati che si spingono entrambi sino all'altezza della ferrovia Genova - Ovada.

Tutta l'area anzidetta è totalmente coperta dall'urbanizzato della delegazione di Sestri Ponente, cosicché la distinzione tra il quaternario marino e quello fluviale non è rilevabile se non con supposizioni di natura morfologica e geometrica, così come non è possibile stabilire con certezza sul terreno dove finiscano attualmente i sedimenti di spiaggia e inizino i riempimenti artificiali realizzati per la costruzione dell'aeroporto e del porto petroli di Multedo.

La linea riportata sulla carta è ottenuta rilevando la linea di spiaggia così come rappresentata sulle tavolette IGM 1:25.000 Sestri Ponente e risalente agli anni 1930-1940.

Per ragioni analoghe non è possibile riconoscere con certezza terrazzi fluviali lungo il corso dei torrenti esaminati; il massiccio e secolare intervento umano ha radicalmente trasformato e lavorato ogni angolo utile di territorio, e anche dove, lungo il medio corso del Chiaravagna, si riscontrano morfologie terrazzate, non è possibile stabilire in quale parte siano state originate dall'azione fluviale, essendo tutte profondamente trasformate. L'unico terrazzo che, su base morfologica, appare abbastanza ben conservato è quello in loc.tà Buxio. Nella parte montana le strutture che in qualche misura potrebbero riferirsi a piccoli terrazzamenti quaternari sono completamente obliterate dalle fasce di detrito pedemontano e più o meno trasformate dalle lavorazioni agricole effettuate in epoche passate.

Sono state cartografate e rilevate le coperture di materiali sciolti suddividendole in due principali gruppi: con spessori fino a 3 metri e oltre 3 metri.

Esaminando la distribuzione delle coperture nell'areale del bacino, possiamo constatare come gran parte di esse siano attribuibili all'esplicarsi di azioni tettoniche; troviamo, infatti, coltri di una certa estensione presso la Sella di Borzoli, in corrispondenza del graben tettonico pliocenico, lungo i fianchi di Bric dei Corvi e di Bric Teiolo, dove i dislocamenti tettonici nelle serpentiniti e nei basalti hanno favorito una rapida azione di smantellamento, tuttora in atto, e lungo la valle del Rio Bianchetta, principalmente in corrispondenza del contatto tettonico tra la zona Sestri - Voltaggio e le Unità del gruppo di Voltri.

Dal punto di vista geolitologico, si può ipotizzare una certa differenziazione della natura delle coltri in base alle formazioni che hanno dato loro origine. Sotto questo profilo gli accumuli provenienti da materiali ofiolitici sono generalmente a pezzatura grossolana e di spessore piuttosto elevato, originatisi quasi sempre per movimenti di crollo e di rotolamento e generalmente favoriti dallo stato di intensa fratturazione della roccia.

Viceversa le coperture derivanti dai materiali argilloscistososi derivano per lo più da movimenti innescatisi a causa della facile alterabilità e della propensione a saturarsi per imbibizione. Le coperture in questione soggette a movimenti piuttosto lenti e caratterizzati da scorrimento-colamento anche in profondità, sono caratterizzate da granulometrie fini e da pendenze anche poco accentuate, in considerazione del basso angolo d'attrito interno.

Le coperture di potenza superiore a 3 metri sono state riportate sia sulla cartografia geolitologica che su quella geomorfologica; le più sottili compaiono soltanto sulla carta geomorfologica.

### **2.3.4 Frane attive e franosità diffusa**

Queste categorie sono state usate sia per indicare i movimenti franosi veri e propri, sia per indicare tutte quelle situazioni di erosione accelerata e disfacimento tipiche delle ofioliti. Il fenomeno in questione assume rilevanza in particolare sui versanti orientali di M. Contessa e su quelli occidentali di Bric Teiolo.

Le simbologie relative ai fenomeni di dissesto sono state rappresentate, oltre che sulla carta geomorfologica, anche sull'apposita carta della franosità; a corredo della quale sono state compilate schede frana relative ai principali movimenti franosi, con i dati specifici e di fotografie.

L'esame dettagliato dei movimenti franosi ha permesso di ricavare come la tipologia di frana più frequente sia costituita da "frana complessa"; questo dato evidenzia sia il cattivo stato di conservazione di alcune litologie sia la scarsa regimazione delle acque superficiali nonché lo stato di abbandono e di degrado in cui si trovano i versanti montani.

Analizzando le schede frana relative si riscontra come la maggior parte dei movimenti franosi insistano su di un substrato di natura ofiolitica. Se a questa considerazione aggiungiamo che si tratta di dissesti che presentano relativamente poco materiale al piede, se ne ricava che una consistente parte del trasporto solido che si rileva nei corsi d'acqua proviene dai dissesti superficiali e dal materiale ofiolitico in detritazione.

Tale affermazione, in apparente contrasto con le generalmente buone caratteristiche geomeccaniche specifiche delle rocce ofiolitiche, trova supporto nella condizione di estrema fratturazione e tettonizzazione di queste formazioni.

Un'altra considerazione rilevante si può evincere dall'esame della carta vegetazionale, dalla quale si rileva che le migliori coperture vegetali si sviluppano sui terreni argillosi e/o calcarei; le rocce ofiolitiche sviluppano suoli sottili e molto poco fertili, di conseguenza queste aree sono occupate da vegetazione di scarsa efficienza biologica e che non garantisce una buona protezione del suolo.

In conclusione, quindi, le zone caratterizzate da rocce argilloscistose e calcaree producono proporzionalmente meno dissesto perché, sebbene geomeccanicamente meno resistenti, sono in grado di produrre suoli, e quindi coperture vegetali, di qualità migliore.

Al di là delle mere considerazioni statistiche, si ha l'evidenza di quanto rivelato dalle analisi cartografiche osservando i versanti orientali del M. Contessa e quelli occidentali del Bric Teiolo, per rendersi conto della concentrazione di dissesti e della necessità di concentrare qui gli interventi di risanamento e di protezione del suolo, come descritto nel capitolo relativo alla carta degli interventi e puntualizzato nel relativo elaborato.

Gli elaborati relativi alle frane, sono stati impostati iniziando dall'analisi delle foto aeree e dei dati già in possesso dei diversi Enti Pubblici, e sono stati successivamente affinati e controllati mediante rilievo diretto sul terreno. Si è inoltre ritenuto opportuno compilare una scheda per ogni movimento franoso.

Il primo elemento che si pone in evidenza è la totale mancanza di dissesti, nonostante l'intensa attività estrattiva, e quindi di disturbo, nell'area dell'affioramento a dolomie; in questa

zona le peculiari caratteristiche geomeccaniche della roccia ed il suo assetto giaciturale, congiunte al drenaggio pressoché perfetto e all'assenza di coltri di copertura, hanno consentito il permanere di una buona situazione nei confronti della stabilità superficiale e globale dei versanti.

La situazione cambia sostanzialmente in presenza delle altre litologie che caratterizzano il bacino dove assistiamo ad una differenziazione abbastanza netta dei tipi di dissesto:

1. Le zone costituite da litotipi calcarei, argilloscistosi e calcescistosi generano facilmente, complice l'attività tettonica già descritta, coltri di un certo spessore e a granulometria generalmente medio-fine, che possono a loro volta produrre fenomeni franosi di scorrimento anche profondo o di colamento, perlopiù a causa di saturazione idrica indotta da pioggia o da presenza di falda o sorgenti. Spesso gli accumuli di frana sono mal identificabili, rivegetati ed anche coltivati, e il loro movimento si svolge presumibilmente a piccole fasi ed a più riprese, salvo il prodursi di repentini movimenti in occasione di eventi meteorici eccezionali.
2. La situazione è molto diversa laddove affiorano rocce ofiolitiche; la natura geomeccanica di queste rocce unita ad una pressoché costante e diffusa fratturazione, generano un tipo di dissesto molto particolare, caratterizzato da vasti cigli di regressione che orlano ampie zone caratterizzate da una erosione molto accentuata, definibile come un vero e proprio disfacimento superficiale del versante con cospicui fenomeni di crollo e rotolamento ed il prodursi di movimenti di materiale di pezzatura anche notevole; lungo queste lizze non si riscontra, però, una presenza massiccia di materiali sciolti, o quantomeno corrispondente a quanto la vastità e la profondità dei fenomeni potrebbe far pensare.

Anche considerando che parte di questi materiali possa andare a comporre le coperture detritiche di fondovalle, le frange pedemontane e alcune zone sovralluvionate (l'alveo del Bianchetta a N di Case Carugo, ad es.) bisogna comunque riconoscere che buona parte di questi vada a formare una porzione consistente del trasporto solido dei corsi d'acqua in occasione degli eventi di piena.

I fenomeni di questo tipo sono concentrati sul versante Est del M. Contessa e nella porzione settentrionale del versante Ovest della dorsale Bric Teiolo-Bric dei Corvi Nord.

Vi sono poi due particolari dissesti che, a causa della loro importanza, meritano una descrizione particolare.

- Il primo è una grande frana complessa, che ha il suo apice circa a quota 600, poco sotto la vetta del Bric Teiolo e ne percorre una gran parte del versante Ovest, confluendo verso la base del versante in un colatore. I materiali sono discesi fino circa a quota 350, e quindi il dissesto si sviluppa per un dislivello di 250 metri; la larghezza massima dovrebbe superare il centinaio di metri, e l'orlo di distacco attivo attualmente visibile, a forma di cuspidi, si sviluppa per almeno duecento metri. Lungo la zona di frana sono presenti due grandi zolle di scorrimento, tuttora suscettibili di movimento; la granulometria dei materiali appare molto eterogenea, considerato il coinvolgimento di coltri e di rocce basaltiche alterate. E' molto difficile stimare la volumetria mobilizzata, ma anche con un calcolo prudenziale si ritiene che vi siano almeno ventimila metri cubi di materiali sciolti in grado di scendere.

- L'altro grande dissesto, è quello identificato in una vecchia cava in prossimità dell'abitato di Serra, sul versante orografico sinistro del Rio Cassinelle. La vecchia cava, usata per l'estrazione di inerti basaltici e serpentinitici, fu coltivata in maniera non regolamentata, ed è stata abbandonata da parecchio tempo senza che venisse eseguito alcun intervento di sistemazione o di regimazione delle acque; con il passar del tempo si è innescato un consistente fenomeno di erosione regressiva del fronte, che ha progressivamente intaccato il versante a monte, favorito anche dall'accentuato ruscellamento.

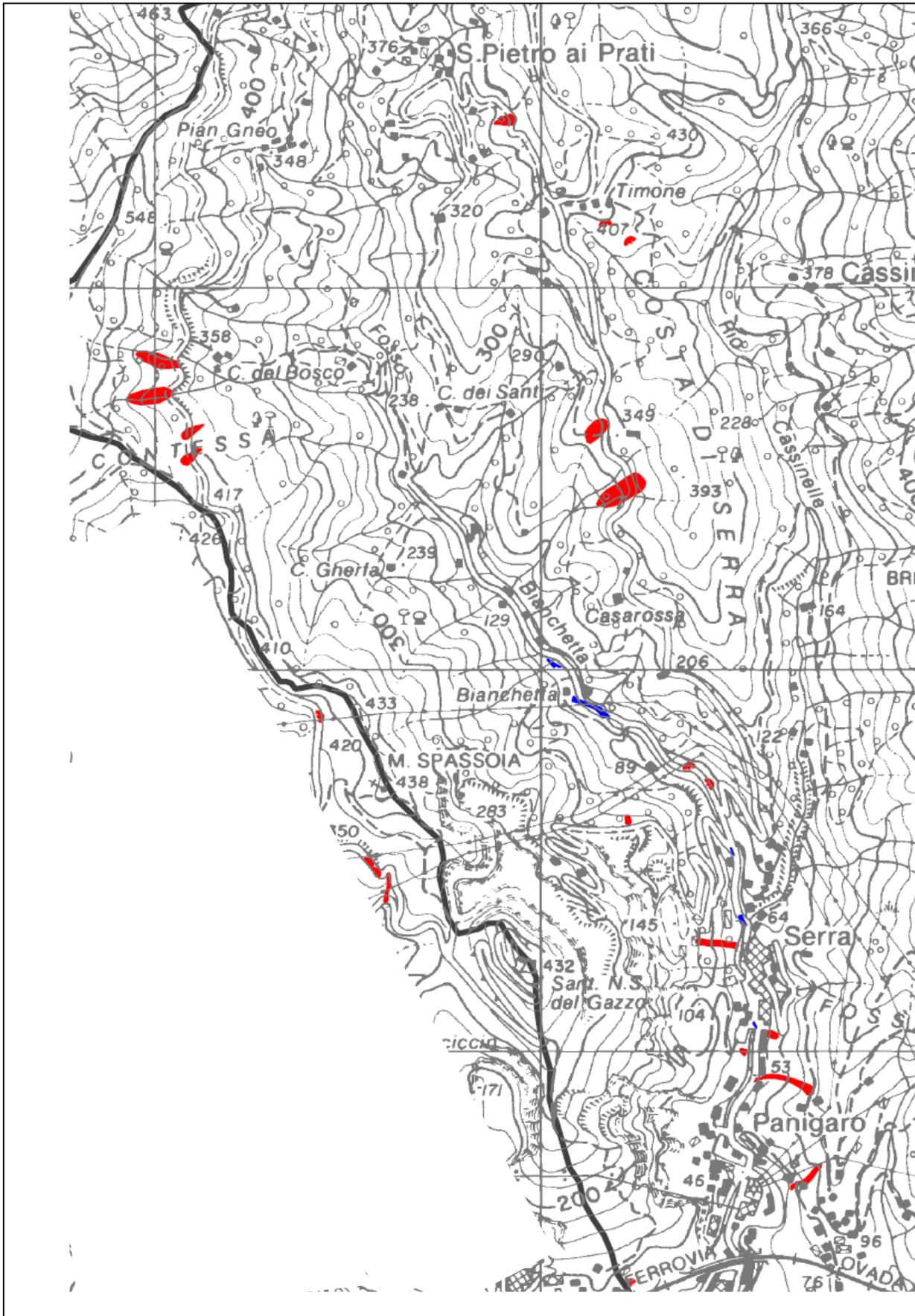
Attualmente il fronte è in fase di regressione attiva verso il crinale, ed ha compromesso seriamente l'assetto idrogeologico della zona; la superficie del fronte è ingombra di materiali sospesi di pezzatura eterogenea ed in precarie condizioni di stabilità, ed è esposta all'azione delle acque dilavanti.

Parte del piazzale viene usato, ad oggi, da una ditta produttrice di inerti come zona di stoccaggio di materiali e di mezzi.

Una terza categoria di dissesti che si evidenzia nel bacino è quella dei movimenti superficiali coinvolgenti un limitato spessore di coltre, e definiti genericamente come "soil slip". Tali fenomeni sono piuttosto diffusi, non sembrerebbero legati alla presenza di litologie specifiche e apparentemente sono indotti da ruscellamenti superficiali, errate regimazioni delle acque o, verosimilmente, dall'azione diretta di scrosci di pioggia particolarmente violenti. Nella distribuzione areale paiono tuttavia prediligere le aree a coltivo o prato, e questo farebbe propendere per la mancanza di una funzione protettiva da parte di piante arboree.

Il 4 ottobre 2010 si è verificato un evento alluvionale che ha colpito il territorio delle province di Genova e Savona. In particolare sono stati interessati i comuni di Varazze, di Cogoleto, di Arenzano e di Genova. In quest'ultimo caso, la zona più colpita è localizzata nel Ponente cittadino, in particolare Sestri Ponente. Vista l'entità del fenomeno meteorologico con i conseguenti gravi danni al territorio, alle infrastrutture, a persone e beni mobili è stato dapprima dichiarato lo Stato di emergenza con decreto del Presidente del Consiglio del 7/10/2010 e successivamente emanata l'Ordinanza del Dipartimento di protezione civile nazionale n. 3903 del 22/10/2010. A Sestri Ponente, i bacini più colpiti sono stati quelli del Rio Molinassi, del Rio Cantarena e del Torrente Chiaravagna. In particolare, il bacino del t. Chiaravagna è stato colpito da numerosi allagamenti, esondazioni e fenomeni franosi. Nella mappa seguente, sono riportati i principali fenomeni franosi.

Piano di Bacino Stralcio del Torrente Chiaravagna  
Relazione generale



### **2.3.5 Aree in erosione**

Le simbologie previste da questa voce sono state usate per cartografare le situazioni di erosione in atto dovute all'azione delle acque dilavanti. Si evidenzia, a questo proposito, come questo tipo di fenomeni sia diffuso su tutta la superficie del bacino, sia per la particolare natura geolitologica e tettonica già viste, sia per la notevole acclività dei versanti. Si riscontra una maggiore concentrazione dei fenomeni nel settore sud-Est del bacino, in prossimità di Bric dei Corvi e Bric la Bianca.

### **2.3.6 Depositi alluvionali frange pedemontane**

Come già accennato nella parte geologica generale, ci si è limitati a distinguere su base puramente geometrica e morfologica le zone interessate da copertura alluvionale e marina, stante l'intensa urbanizzazione che ha praticamente ricoperto tutte le zone pianeggianti.

Sono stati tuttavia distinti alcuni terrazzi di probabile origine marina (Erzelli, La Badia, Carlineo) ed alcuni di origine incerta ma sicuramente naturale (Buxio); tutte le altre morfologie terrazzate riscontrate sono profondamente rimaneggiate e trasformate, e si è preferito catalogarle come aree di riporto e/o sbancamento.

Nella parte montana dei sottobacini del Bianchetta e del Cassinelle sono presenti, con una certa continuità, frange di detrito pedemontano che testimoniano l'intensa attività erosiva diffusa sui versanti.

### **2.3.7 Aree carsiche**

Il rapido progredire delle attività di cava nell'affioramento a dolomia ha ormai cancellato buona parte dei fenomeni carsici conosciuti nell'area del M. Gazzo; tuttavia, in considerazione della natura dell'affioramento e della sua disposizione strutturale, risulta evidente come l'intera superficie occupata dalle dolomie sia da considerarsi a regime idrogeologico carsico.

Sussistono infatti alcune aree carsiche individuate ai sensi dell'art.4 della L.R. n.14/1990 dalla Deliberazione della Giunta Regionale n. 6665 del 23/9/1994 con le sigle GE-33 e GE-34; gli imbocchi delle principali cavità carsiche sono riportati in cartografia.

### **2.3.8 Fenomeni antropici**

L'area su cui insiste il bacino del Torrente Chiaravagna, caratterizzata da una elevata antropizzazione, evidenzia una fitta serie di problematiche intimamente connesse e determinate da un uso esasperato del territorio e di tutte le risorse e le potenzialità in esso racchiuse.

Di seguito vengono sinteticamente esaminate e descritte le trasformazioni antropiche che in misura determinante hanno originato nuove configurazioni all'interno del bacino.

### 2.3.8.1 Cave

L'attività estrattiva nel Bacino del Torrente Chiaravagna ha assunto da lungo tempo una notevole rilevanza economica ed ambientale, principalmente a causa della presenza del grande affioramento di dolomia norica che costituisce l'intero corpo del Bric del Gazzo.

Nel quadro generale delle attività estrattive presenti nel bacino, si delineano due tipologie distinte di estrazione: le coltivazioni minerarie in galleria, ormai abbandonate da lungo tempo e per le quali si rimanda al paragrafo "miniere", e la coltivazione di cava a cielo aperto.

La situazione attuale degli insediamenti estrattivi presenti nel bacino è la seguente:

Cava Gneo	dolomia	attiva
Cava Giunchetto	dolomia	attiva
Cava Giunchetto	dolomia	inattiva
Cava Panigaro II	dolomia	attiva
Cava Pian del Forno	dolomia	inattiva
Cava Serra	serpentiniti e basalti	inattiva
Cava Borzoli	basalto	inattiva
Cava Rio Zoagli	basalto	inattiva
Miniera M. Ramazzo	solfori di Fe e Cu	inattiva
Cava Fornace	dolomia	inattiva

Le cave che estraevano la dolomia per ricavarne la calce sono presenti fino da tempi molto antichi, verosimilmente dal Medio Evo; ne sono testimonianza i curiosi forni a cupola disseminati un poco ovunque nell'area attorno a Bric del Gazzo, e tuttora relativamente ben conservati. In queste fornaci veniva ricavata per arrostitimento la calce magra destinata all'uso edilizio.

L'attività estrattiva è proseguita ininterrottamente, ed ha conosciuto un impulso decisivo a partire dagli anni 60, con una richiesta massiccia e crescente, oltre che di calce, di pietrisco per inerte da calcestruzzo e di dolomia per rifornire gli altoforni del vicino stabilimento siderurgico Italsider.

Nell'area del bacino sono attualmente autorizzate ed operanti tre distinte cave di dolomia; da N verso S si trovano rispettivamente la cava Gneo, la Giunchetto e la Panigaro II; si riscontrano inoltre alcuni piccoli fronti abbandonati in loc.tà Sorripa, prospiciente la linea ferroviaria Genova - Ovada, ed in loc.tà Fornace, a Nord della attuale cava Gneo.

Come detto precedentemente, nell'ultimo trentennio la grande richiesta di mercato ha incrementato in misura massiccia l'attività estrattiva, e la conseguenza diretta è stata

l'escavazione e la demolizione di enormi porzioni dei fianchi e della sommità di Bric del Gazzo, come documentato anche dalle riprese fotografiche allegate.

Per quanto riguarda gli aspetti inerenti gli influssi di tali attività sull'assetto idrogeologico del bacino, la particolare disposizione dell'affioramento e la natura litologica delle dolomie non hanno mai provocato problemi inerenti la stabilità dei versanti, ma piuttosto sensibili risultano le alterazioni del regime idraulico a causa della modificazione delle superfici della presenza di notevoli quantità di polverino e fanghi di lavaggio che aumentano il trasporto solido e della presenza di svariati impianti che occupano gli alvei.

Vengono di seguito esaminate in dettaglio le interferenze e gli eventuali dissesti causati dalle attività estrattive nei confronti degli argomenti citati, analizzando caso per caso gli insediamenti estrattivi, attivi o abbandonati, che presentano questo tipo di problema.

### ♣ **Cava Gneo**

Si tratta di una grande cava di dolomia posta sul versante NE di Bric del Gazzo, che si sviluppa per una larghezza massima di circa 300 metri ed un dislivello, dalla quota di fondovalle al margine superiore, di circa 200 metri.

La parte superiore del fronte, attualmente coltivato a gradoni, confina con il piazzale della cava Giunchetto; le alterazioni indotte sull'assetto idrologico dei dintorni sono molto marcate ed evidenti.

L'escavazione dei fronti ha di fatto alterato profondamente il sedime di un colatore affluente di destra del Bianchetta, già gravemente compromesso dalla escavazione del grande piazzale superiore della cava Giunchetto che ne ha interamente eliminato il tratto a monte; il rivo senza nome che si trova sul lato Nord e che scende dal M. Spassoia è stato quasi completamente cancellato ed il vallone che esso forma è stato utilizzato per ricavare gradoni e piste di accesso. Il regime idraulico di questo rivo è stato quindi radicalmente alterato, ed esiste la concreta possibilità che esso, in caso di piena, possa asportare notevoli quantità dei materiali sciolti presenti nell'area di cava.

Inoltre, i piazzali e le aree di manovra, le vasche di decantazione dei fanghi e gli impianti di lavorazione si trovano immediatamente in fregio al Rio Bianchetta e addirittura, nei pressi degli impianti, sono stati realizzati in alveo una vasca in terra di piccole dimensioni e il guado di accesso alla cava stessa.

Per quanto attiene i fronti di escavazione, sul lato Nord della cava essi manifestano sintomi di scarsa stabilità, mentre appaiono in buone condizioni nelle altre zone della cava.

### ♣ **Cava Giunchetto**

La cava Giunchetto è formata da una vecchia zona di coltivazione articolata in diversi fronti di varie epoche, estesa su buona parte del versante orientale di Bric del Gazzo, compresa tra il rio Bianchetta e quota 280 circa, ed una zona di coltivazione attuale, parzialmente costituita da gradoni esauriti e già rinverditi, che si sviluppa con un enorme piazzale ricavato asportando parte della zona sommitale del monte ed un tratto di crinale spartiacque tra il bacino del Chiaravagna e quello del Cantarena, nonché la parte culminale dei due bacini tributari del Bianchetta citati nella descrizione della cava Gneo.

Oltre alle inevitabili modifiche prodotte nel regime idraulico, i lavori di estrazione hanno prodotto gradoni alti in qualche caso più di 50 metri, che attualmente paiono in buone condizioni di stabilità, complice anche la buona qualità geomeccanica della roccia e la favorevole disposizione stratigrafica.

Analoghe situazioni si riscontrano per i fronti abbandonati, anche se in questi casi si evidenziano crolli di materiali dovuti alle tecniche di coltivazione selvaggia e a fronte unico in uso nelle epoche passate.

Un'altra delle caratteristiche salienti di questa cava è la presenza di ingenti quantità di materiali di discarica (a pezzatura molto eterogenea) e di fanghi accumulati in alcune vecchie aree di coltivazione di cui uno al limite nord dell'area autorizzata non completamente sistemato

### ♣ **Cava ex Conte**

In tale cava esistono problemi legati ai vecchi materiali di discarica in visibile stato di degrado e di erosione ubicati in prossimità della località Serra ed il cui piede insiste direttamente sulla sponda destra del Torrente Chiaravagna nelle immediate vicinanze di alcuni ruderi di edifici industriali.

Problemi di instabilità sono evidenziati da una fenditura presente già da diverso tempo nella porzione di versante soprastante il fronte superiore di cava attualmente sigillata e per un certo periodo oggetto di monitoraggio da parte della Regione Liguria.

### ♣ **Cava Panigaro II**

L'area attualmente coltivata di questa cava si sviluppa in senso verticale su una fascia ridotta rispetto alla zona interessata dai vecchi fronti verticali laterali e risulta sostanzialmente un grande canalone a gradoni, disposto lungo la massima pendenza del versante, che si spinge fino al crinale Sud di Monte Gazzo, quasi a toccare la sommità dei fronti di coltivazione della cava posta sul versante occidentale.

Sebbene anche in questo caso la stabilità globale dei versanti sia buona, il particolare assetto e la pendenza di questa area inducono sicuramente rilevanti problemi nei confronti della regimazione idraulica.

I fronti immediatamente a nord della cava Panigaro II non ricompresi nell'area autorizzata sotto tale nome presentano un colatore che discendeva dalla pendici del monte che è stato parzialmente asportato e non regimato.

Sempre nell'area del bacino sono ubicate altre tre zone di cava, attualmente dismesse:

### ♣ **Cava di Borzoli** (cava di basalti sul versante meridionale del Bric La Bianca)

La cava, attualmente abbandonata, è stata sistemata per consentire la realizzazione della viabilità AMIU a servizio della discarica di Scarpino.

### ♣ **Cava di Rio Zoagli** (cava di basalto)

La cava, posta sul versante nord di Bric degli Erzelli ha pesantemente interferito con il corso del Rio Zoagli, che è attualmente incanalato lungo la base del fronte settentrionale; sono stati inoltre intercettati alcuni colatori secondari. E' inoltre presente una vasta zona di erosione accelerata sul fronte sud della cava.

Attualmente l'area è utilizzata come zona di deposito per containers, e si presenta almeno parzialmente sistemata.

♣ **Cava di Serra** (cava di basalto e serpentinite)

La cava coltivata a suo tempo in maniera selvaggia e non regolamentata, ha prodotto un dissesto generalizzato del versante, che ha finito col trasformare l'antico margine di coltivazione nel più grande ciglio di erosione ed arretramento oggi presente nel bacino del Chiaravagna.

Quello che rimane del piazzale viene attualmente sfruttato come zona di stoccaggio materiali e manovra mezzi da una ditta di betonaggio, mentre l'intero fronte è ormai ridotto ad un ammasso caotico e ripido di materiali ofiolitici di varia pezzatura, che il ruscellamento selvaggio, causato dai colatori intercettati dal fronte, e la conseguente erosione regressiva stanno allargando verso monte.

### 2.3.8.2 **Miniere**

L'unica attività mineraria le cui tracce sono ancora ben visibili nell'ambito del bacino del Chiaravagna è la cosiddetta miniera di M. Ramazzo, ubicata poco al di sotto della strada che serve la discarica di Scarpino, sulle pendici occidentali dell'attuale Bric dei Corvi. Aperta nelle serpentiniti brecciate, essa è probabilmente fra le più antiche miniere liguri, con documentazioni risalenti al 1465; la sua attività proseguì fino alla fine del secolo scorso; i minerali primari furono dapprima pirrotina e solfuri vari di rame e ferro, successivamente venne estratta anche brucite per la fabbricazione di solfato di magnesio. Attualmente restano visibili un paio di gallerie e quello che rimane dei materiali di discarica.

### 2.3.8.3 **Sbancamenti e riporti**

Sbancamenti e riporti artificiali sono particolarmente diffusi nelle zone meridionali del bacino del Torrente Chiaravagna.

Per quanto riguarda gli **sbancamenti** si notano alcune spianate artificiali eseguite allo scopo di ospitare impianti industriali:

- l'esempio più eclatante è fornito dalla *grande spianata di Erzelli*, risultato di una massiccia operazione di demolizione che ha asportato l'intera sommità della preesistente collina di M. Croce per una potenza di circa 65 metri. I lavori vennero effettuati all'inizio degli anni 60 allo scopo di ricavare inerte basaltico per la costruzione dell'aeroporto; la mutata regimazione idraulica della zona ha causato negli ultimi anni diversi problemi alle industrie ubicate nei fabbricati sul lato N di Via Siffredi.

Originariamente il rilievo possedeva uno spartiacque che distribuiva gli afflussi meteorici in parte sul versante orientale (Rio Secco), ed in parte su quello occidentale (bacino del Chiaravagna); le proporzioni di questa suddivisione delle acque erano, circa, del 40% ad Est e del 60% ad Ovest.

Nel contesto del drenaggio del versante occidentale erano presenti almeno quattro vie di deflusso, delle quali due scendevano direttamente verso il mare (rio NEGRONE e rio Senza Nome) e due alimentavano il Rio Ruscarolo.

Queste quattro aste secondarie possedevano aree di alimentazione suddivise pressappoco nella stessa proporzione.

Attualmente gran parte delle acque meteoriche interessanti il piazzale alimentano il rio Senza Nome, unico dei quattro a non avere originariamente caratteristiche morfologiche di impluvio inciso con opere di regimazione idraulica.

Ciò sarebbe confermato dalla forte erosione in atto lungo l'asta di ruscellamento, nonché dalla presenza di una vasca avente funzione di accumulo idrico ad uso irriguo ed, infine, dalla presenza di sorgenti che testimonierebbero drenaggi sottosuperficiali.

Nel bacino del Chiaravagna sono stati realizzati anche diversi **riempimenti**, sia per ricavare nuove superfici utilizzabili che per realizzare discariche vere e proprie:

- Il maggior riempimento a fini edilizi è stato realizzato nella *valle del Rio Ruscarolo*, poco sotto l'abitato di Borzoli, tombinando il rio medesimo, ricavandone un'area su cui è sorta una scuola edile ed un campo sportivo;
- Un notevole riempimento formato da discarica di materiali di cava si trova *nella parte bassa della cava inattiva compresa tra la Giunchetto e la Panigaro II*; tale discarica è costituita da pezzature eterogenee di materiali dolomitici di scarto, e manifesta segni di instabilità;
- Il maggior riempimento esistente nel bacino si trova *nell'alto sottobacino del rio Cassinelle*, ed è costituito dai due enormi corpi formanti la *discarica di RSU del Comune di Genova*, comunemente identificata come discarica di Scarpino. Le gravi problematiche indotte già da lungo tempo dalla presenza di questa attività ed i suoi riflessi anche all'esterno del bacino considerato (a causa del conferimento a discarica dei materiali tramite la strada Militare di Borzoli) ne fanno un problema di primaria importanza per lo studio del futuro assetto del bacino.

Scarpino rappresenta, come più sopra accennato, una realtà complessa, specialmente se considerata in una prospettiva a lunga scadenza: la potenza dei rilevati, la ramificazione del reticolo drenante superficiale, la presenza di acque sottosuperficiali, appaiono come un significativo vincolo futuro in rapporto alle necessità di oneri ed impegni manutentivi costanti e duraturi nel tempo, indipendentemente da una futura dismissione della discarica stessa.

La necessità di una trattazione omogenea e contestuale dell'intero progetto di recupero, risanamento e riqualificazione della vasta area interessata dalla discarica è stata più volte evidenziata nei vari atti programmatori della REGIONE.

Per quanto attiene, la discarica di SCARPINO, devono essere prese in considerazione le seguenti problematiche:

1) L'attuale sistema di controllo del percolato, ancora da ultimare, è solo parzialmente efficiente e crea uno stato di inquinamento del Rio Cassinelle e di tutta la parte valliva del Chiaravagna.

2) Per quanto concerne la captazione delle emissioni occorre utilizzare l'energia prodotta all'interno del ciclo di smaltimento definitivo; questo problema riveste particolare importanza non tanto sotto il profilo, comunque significativo, della tutela della qualità dell'aria, ma soprattutto nei confronti della stabilità globale dei corpi di discarica; è infatti dimostrato che la

presenza di biogas abbassa significativamente i coefficienti di sicurezza ricavati dalle verifiche di stabilità. Risulta pertanto di fondamentale importanza la messa in opera di adeguati sistemi di estrazione e smaltimento delle emissioni gassose.

3) assicurazione nel tempo della stabilità del rilevato, con l'applicazione degli accorgimenti visti ai punti precedenti e soprattutto con una costante e puntuale manutenzione dell'intera area, anche a discarica esaurita.

### **2.3.9 Riordino del Vincolo Idrogeologico**

Il riordino del vincolo idrogeologico è previsto dall'art. 34 della L.R. 4/1999 e richiamato dall'art. 15 comma 1 punto b) della L.R. 9/1993 come contenuto del Piano di bacino.

Il notevole lasso di tempo trascorso dalla individuazione delle zone sottoposte al vincolo, effettuata in periodi immediatamente successivi all'entrata in vigore del R.D.L. n. 3267/1923, ed i criteri adottati all'epoca che tennero scarsamente conto delle intrinseche caratteristiche geologiche di alcuni luoghi, rendono la distribuzione delle zone in questione largamente superata o inefficace.

A titolo di esempio, si possono citare le grandi estensioni di territorio completamente urbanizzato della città di Genova, per le quali la permanenza della tutela vincolistica ha perso ormai significato, non essendo più necessario tutelare la stabilità di versanti naturali ed il mantenimento di un'idonea copertura vegetale ove queste non esistano più.

A seguito anche di quanto previsto dalla DGR 1795/2009 "*Approvazione dei criteri in materia di vincolo idrogeologico – aggiornamento della cartografia di riferimento. Integrazione dei criteri di cui alla DGR 357/2001*" sono state ripериметrate le aree da sottoporre al vincolo idrogeologico e riportate nella "carta dei principali vincoli territoriali". La metodologia applicata prevede di inserire, oltre alla perimetrazione prevista dal Piano di bacino del t. Chiaravagna approvato con D.C.R. n. 31 del 29/9/1998 e indicata nelle norme di attuazione – art. 18 del fascicolo5-, le aree ricadenti in suscettività al dissesto elevata (pg3a e pg3b) e molto elevata (pg4). Nel caso specifico del t. Chiaravagna, nessuna area in suscettività al dissesto elevata (pg3a e pg3b) e molto elevata (pg4) ricade al di fuori dell'area precedentemente sottoposta a vincolo idrogeologico.

## **2.4 Idrogeologia**

Genericamente l'idrogeologia studia il deflusso delle acque superficiali e sotterranee, ed in particolare le strutture geologiche che contengono le acque sotterranee ed i modi per captarle e proteggerle.

Uno dei temi principali è la "permeabilità" delle formazioni considerate, dalla quale dipendono i meccanismi di infiltrazione, circolazione e distribuzione delle acque in sottoterraneo che influiscono, peraltro, sulla stabilità dei versanti e sulle opere antropiche ivi destinate.

E' ormai accertato come il rapporto tra l'idrogeologia e le altre discipline tradizionali quali geologia e geomorfologia sia tanto consequenziale che nella valutazioni di fattibilità geologica di interventi sul territorio, pare sempre più opportuno considerare questa branca specifica sotto l'aspetto di "rischio idrogeologico".

I rilievi che costituiscono il bacino del Chiaravagna sono quasi totalmente permeabili con meccanismi di drenaggio sottosuperficiale peraltro molto diversificati.

In particolare si evidenzia la permeabilità per carsismo delle dolomie e quella per fratturazione delle ofioliti (escludendo i calcescisti) nonché la naturale permeabilità per porosità dei materiali sciolti di copertura, siano essi naturali o di riporto.

I calcescisti sono stati classificati semipermeabili (per tenere conto dello stato di alterazione in cui si rinvengono e per la forte presenza di materiali residuali di riempimento delle fratture, per potenze anche significative) così come le marne plioceniche.

Tra le formazioni completamente impermeabili sono state considerate tali solo le formazioni argillocistose e le aree ad urbanizzazione compatta.

In realtà, tuttavia, è stato agevole verificare come lo stato di denudamento di ampie zone dei versanti, abbinato alla loro forte acclività determinino frequenti e significative situazioni di ruscellamento diffuso, a volte concentrato e generante solchi incisi, contrastante (ma solo in prima analisi) con l'effettiva permeabilità del substrato.

Riguardo infine le sorgenti, la complessità del territorio ha reso di difficile identificazione le stesse ponendo un grosso vincolo alla loro sistematica mappatura.

Nella generalità dei casi le emergenze idriche sono state cartografate in prossimità di contatti tettonici, segnalando così meccanismi idrogeologici profondi e tormentati nonché al piede di accumuli paleofranosi.

## 2.5 Uso del suolo

### 2.5.1 Metodologia di studio

Il bacino idrografico del Torrente Chiaravagna presenta una superficie di circa 1100 ettari caratterizzati da una notevole acclività e da un'orografia piuttosto accidentata per cause sia naturali sia antropiche.

Gli affluenti principali del Torrente Chiaravagna sono il Rio Bianchetta e Rio Cassinelle; il primo è caratterizzato da una valle piuttosto incisa nella parte prossima alla confluenza, che diventa più ampia in quella distale favorendo l'insediamento di zone agricole in prossimità degli abitati di Pian Gneo e San Pietro ai Prati.

Il rio Cassinelle presenta una valle pressoché priva di insediamenti, caratterizzata da formazioni boschive e ampie zone a prateria e pascolo arbustato sul versante sinistro orografico.

Il lavoro ha avuto come oggetto la revisione della **Carta dell'uso del suolo** prodotta per il Piano di Bacino del torrente Chiaravagna (D.L. 183/89), approvato nel 1998. La revisione è stata effettuata mediante rilievi di campagna che hanno interessato tutta l'area di studio. Il supporto cartografico utilizzato per il controllo in campo è stato approntato con carte tecniche regionali in scala 1:10000 con evidenziazione dei crinali e degli altri elementi morfologici utili alla georeferenziazione e con la carta dell'uso del suolo prodotta per il sopraccitato Piano di Bacino.

L'unità minima cartografabile è pari a 1 ettaro = 10.000 mq, pari in cartografia ad un quadratino di cm 1 di lato. Le superfici inferiori all'unità minima cartografabile sono state ricomprese nella tipologia contigua più simile con riferimento alle caratteristiche idrogeologiche.

Con i dati raccolti sono state operate, laddove necessarie, le opportune modifiche alla carta dell'uso del suolo fino ad ottenere la carta definitiva. Per la restituzione grafica sono state utilizzate le Carte Tecniche Regionali in scala 1:10000.

Nell'individuazione delle categorie d'uso del suolo e nella successiva revisione della carta è stata seguita la Raccomandazione n° 4A/1996, ("Legende per: Carta della vegetazione reale - Carta di copertura e di uso del suolo - Carta di dettaglio dei movimenti franosi - Scheda per il censimento dei movimenti franosi") dei "Criteri per l'elaborazione dei Piani di Bacino" della Regione Liguria. All'interno della categoria "zone urbanizzate" (1.1) è stata inserita la voce "nuclei di case sparse" (1.1.3).

Contestualmente all'individuazione delle categorie di uso del suolo è stato attribuito anche l'indice di efficienza idrogeologica seguendo le indicazioni riportate nell'allegato della Raccomandazione n° 2/2000 ("Indicazioni metodologiche per la redazione della carta di suscettività al dissesto dei versanti") dei "Criteri per l'elaborazione dei Piani di Bacino" della Regione Liguria.

Di seguito sono riportate la legenda della carta di copertura e d'uso del suolo e l'elenco delle classi di efficienza idrogeologica, così come indicato nelle Raccomandazioni della Regione Liguria con l'ultima integrazioni.

## **LEGENDA DELLA CARTA DI COPERTURA E D'USO DEL SUOLO**

### **1 TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE**

#### **1.1 ZONE URBANIZZATE**

- 1.1.1 tessuto urbano continuo
- 1.1.2 tessuto urbano discontinuo
- 1.1.3 case sparse

#### **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

### **2 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 ortofloricole in piena aria  
T = terrazzati
  - 2.1.2.2 seminativi, vivai, colture ortofloricole 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

#### **2.3 PRATI E PASCOLI**

#### **2.4 ZONE AGRICOLE ETEROGENEE**

#### **2.5 EX COLTIVI**

### **3 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 detritici)

3.4.4 aree percorse da incendi recenti inf. a 2 anni

## 4 ZONE UMIDE

### 4.1 ZONE UMIDE INTERNE

## 5 CORPI IDRICI

### 5.1 ACQUE CONTINENTALI

5.1.1 corsi d'acqua, canali largh. minima alveo mt 10

5.1.2 bacini d'acqua

### 5.2 ACQUE MARITTIME

## CLASSI DI EFFICIENZA IDROGEOLOGICA

1 = ALTA

2 = MEDIA

3 = BASSA

Dall'analisi della Carta dell'uso del suolo si può rilevare che le varie tipologie di bosco individuate sulla Carta della vegetazione sono state raggruppate sotto un'unica dicitura (3.2); la carta dell'uso del suolo analizza in modo approfondito i territori modellati artificialmente ripartendo questa tipologia in: tessuto urbano, aree industriali o commerciali, reti autostradali, ferroviarie e spazi accessori, aree portuali, aree estrattive, discariche, aree verdi urbane, aree sportive e ricreative.

### 2.5.2 Analisi delle categorie

#### TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE

✓ Tessuto urbano

**Tessuto urbano continuo:** 93 ha, pari a 0,93 Km<sup>2</sup>;

**Tessuto urbano discontinuo:** 5,1 ha, pari a 0,051 Km<sup>2</sup>;

**Superficie totale:** 99 ha, pari a 0,99 Km<sup>2</sup> (8,93% della superficie del bacino).

Descrizione generale e criteri di restituzione cartografica:

Viene classificato come **tessuto urbano continuo** quell'area perimetrata occupata dalle abitazioni per una superficie superiore all'80%, gli altri insediamenti che all'interno

dell'agglomerato urbano perimetrato hanno una copertura compresa tra il 50% e l'80% vengono classificati come **tessuto urbano discontinuo**.

Ai fini della pianificazione di bacino, si è ritenuto che fosse prioritario individuare le superfici sostanzialmente impermeabili per intervento antropico, considerando come tali le aree densamente urbanizzate, ma anche le aree ad urbanizzazione più rada, dove le lacune del tessuto urbano sono comunque interessate da elementi impermeabili (strade, servizi, ecc.).

Non è stata cartografata la viabilità, in considerazione della difficile restituzione grafica dell'informazione e della conseguente leggibilità; inoltre, si tratta di una informazione desumibile dalla cartografia di base (C.T.R. 1:10.000).

Localizzazione nel bacino:

Procedendo dalla foce verso monte, si rileva che il tessuto urbano è limitato alla parte bassa del bacino per la quasi totalità a sud della rete ferroviaria Genova-Acqui ed è rappresentato dall'abitato di Sestri Ponente, che rientra nel bacino del T. Chiaravagna solo per una parte. Il tessuto urbano discontinuo è stato rilevato nella parte orientale del bacino ed è rappresentato dalla porzione di Coronata che rientra nell'area indagata.

✓ **Aree industriali o commerciali**

**Superficie totale:** 68 ha, pari a 0,68 Km<sup>2</sup> (6,1% della superficie del bacino)

Descrizione generale e localizzazione nel bacino:

I nuclei industriali più rilevanti sono due, il primo localizzato sul torrente Ruscarolo all'altezza del viadotto autostradale e l'altro nell'area fociva.

✓ **Cave**

**Superficie totale:** 61 ha, pari a 0,61 Km<sup>2</sup> (5,5 % della superficie del bacino)

Si rimanda ad una più approfondita analisi nella parte geomorfologica.

✓ **Discariche**

**Superficie totale:** 41 ha, pari a 0,41 Km<sup>2</sup> (3,7% della superficie del bacino)

Nella porzione nord-orientale del bacino è localizzata la discarica di rifiuti urbani del comune di Genova.

## TERRITORI AGRICOLI

✓ **Prati e pascoli**

**Superficie totale:** ha 31 pari a 0,31 Km<sup>2</sup> (2,8% della superficie del bacino)

Descrizione generale e localizzazione nel bacino:

Nell'area in esame sono rappresentate da superficie erbacee gestite quasi esclusivamente attraverso lo sfalcio, sono dislocate prevalentemente nella porzione alta del bacino in prossimità

di "Case Tuio Superiore" e "Inferiore", "Ronchetti", "Cà Bricchetto" e lungo il Bianchetta in prossimità di "Case dei Santi" sino a "Fornace".

Queste zone un tempo coltivate in seguito all'abbandono delle campagne sono gestite dai proprietari attraverso lo sfalcio per evitare il proliferare delle infestanti (rovi, vitalba, ecc.).

✓ **Zone agricole eterogenee**

**Superficie totale:** 41 ha pari a 0,41 Km<sup>2</sup> (3,7% della superficie del bacino)

Descrizione generale e localizzazione nel bacino:

Le zone agricole eterogenee sono caratterizzate dalla coesistenza, sulla stessa superficie, di diverse tipologie colturali (colture annuali associate a colture permanenti) oppure si rileva una superficie molto frammentata di piccoli appezzamenti ("orti per pensionati" e simili). Questa scelta colturale è finalizzata all'ottenimento di una varietà assortita di prodotti agricoli da destinare all'autoconsumo.

Queste colture sono localizzate attorno a San Pietro ai Prati, Case Monte Timone e Cascina Granella.

Qualità colturali prevalenti:

Le colture attualmente praticate sono strettamente legate alla prevalente forma di attività agricola part-time, le tipologie colturali più rappresentate sono quelle classiche del territorio ligure.

Nelle zone caratterizzate da produzioni a prevalente carattere familiare sussistono spesso le colture orticole frammiste alla vite ed alla arboricoltura da frutto, gli oliveti sono rappresentati solo da alcuni nuclei di dimensioni veramente esigue; la situazione prevalente è rappresentata da piante sparse, localizzate nei pressi dei nuclei abitati, in consociazione con colture orticole e vite.

✓ **Seminativi in aree irrigue**

**Superficie totale:** 41 ha pari a 0,41 Km<sup>2</sup> (3,7% della superficie del bacino)

Descrizione generale e localizzazione nel bacino:

Dove la proprietà fondiaria risulta meno frammentata e la giacitura favorevole le produzioni possono avere un carattere più intensivo; in sponda sinistra del Chiaravagna sono praticate prevalentemente colture orticole in piena aria mentre nella valle del Ruscarolo sono presenti diversi vivai con colture orto-floricole protette.

✓ **Ex coltivi**

**Superficie totale:** 46 ha pari a 0,46 Km<sup>2</sup> (4,15% della superficie del bacino)

Descrizione generale e localizzazione nel bacino:

Sono state classificate come ex-coltivi tutte quelle zone dove, da un esame visivo, le

attività agricole risultassero abbandonate da diversi anni, con l'insediamento naturale di specie arbustive ed arboree, nuclei e piante sparse di arbusti ricostruttori, aree ad infestanti, ecc.

Sono distribuite prevalentemente nella parte bassa del bacino dove l'attività agricola è stata abbandonata più tardi mentre nelle zone più a monte non gestite da molto tempo è oramai avvenuta la ricolonizzazione da parte del bosco.

## TERRAZZAMENTI

**Superficie totale:** 20 ha pari a 0,2 Km<sup>2</sup> (1,8% della superficie del bacino)

Descrizione generale e criteri di restituzione cartografica:

La superficie totale delle aree terrazzate è superiore a quella indicata in quanto per le superfici boscate e prative la legenda della Carta di copertura e d'uso del suolo non prevede questa indicazione.

Si tratta di valori inferiori a molte aree della provincia di Genova, oltre che a bacini limitrofi (ad es. T. Leiro); probabilmente la limitata diffusione delle superfici terrazzate è dovuta alla conformazione stessa del bacino, piuttosto allungato verso l'entroterra, ed alla situazione di collegamento con la costa, che è sempre stato piuttosto difficoltoso

Localizzazione nel bacino:

Le aree terrazzate di maggiori dimensioni si trovano in località San Pietro ai Prati al di sotto del viadotto autostradale e nel tratto focivo.

Condizioni strutturali e di manutenzione:

La realizzazione dei terrazzamenti consente la modifica della morfologia di un versante, finalizzata alla formazione di aree utilizzabili per le colture agricole; dal punto di vista strutturale, il sistema è costituito da strutture di contenimento delle fasce (prevalentemente muretti a secco), mentre dal punto di vista idrogeologico la regimazione delle acque è garantita da opere di sistemazione idraulico-agraria, aventi anche funzione irrigua.

Si tratta pertanto di una delle situazioni di maggiore antropizzazione del paesaggio naturale, dove strutture sostanzialmente artificiali devono essere mantenute costantemente in esercizio per non determinare situazioni di degrado.

### 2.5.3 Attribuzione dei valori di indice di efficienza idrogeologica

L'indice di efficienza idrogeologica, associato alle diverse tipologie di uso del suolo, esprime, mediante un giudizio numerico, una valutazione sintetica e qualitativa sulla funzionalità delle diverse categorie di uso del suolo. L'indice assume una rilevante importanza nella difesa del suolo in quanto associa all'informazione sulla distribuzione delle diverse tipologie, un'informazione specifica sulla capacità di regimazione delle acque e di controllo dell'erosione superficiale da parte della copertura del suolo.

L'indice d'efficienza idrogeologica, riferito alla singola categoria di uso del suolo, viene assegnato sulla base delle seguenti valutazioni preliminari:

### 1. Stratificazione della struttura verticale della fitocenosi e copertura del suolo.

Stratificazione della struttura verticale della fitocenosi e copertura del suolo. Valutazione del grado di protezione dell'acqua battente e dilavante derivato dai valori percentuali di copertura dei diversi strati di vegetazione (a: arboreo, b: arboreo inferiore, c: arbustivo, d: erbaceo, e: muscinale) secondo il metodo di Pirola-Montanari-Credaro (1980) modificato come segue:

Indice di protezione dall'acqua cadente (Fe):

Copertura media % strati a+b+c+d+e	Indice	Protezione
>151	1	buona
101-150	2	discreta
1-100	3	ridotta

Indice di protezione dall'acqua dilavante (Pd):

Copertura media % strati d+e	Indice	Protezione
>61	1	buona
31-60	2	discreta
1-30	3	ridotta

### 2. Stabilità fisica del soprassuolo, sulla base della densità del soprassuolo arboreo ed il rapporto tra altezza e diametro degli individui

- densità del soprassuolo arboreo da normale a rada, sia in fustaia che ceduo con  $H_m < 100 D_m$  ( $H_m$ = altezza media del soprassuolo dominante;  $D_m$ = diametro medio del soprassuolo dominante);
- densità del soprassuolo arboreo da alta a molto alta sia in fustaia che in ceduo con  $H_m \geq 100 D_m$ .

### 3. Presenza/assenza di fenomeni di erosione concentrata

- assenza di erosione o erosione idrica incanalata con rigagnoli e canaletti di erosione, scarsi e profondi pochi centimetri;
- erosione incanalata moderata, contraddistinta da canaletti e rigagnoli che non superano i 20-40 centimetri di profondità o piccoli movimenti franosi superficiali di pochi metri quadri di superficie e di profondità inferiore ad 1 metro ed interessano meno di un terzo della superficie;

c) erosione idrica incanalata e movimenti franosi superiori a quanto indicato nel punto precedente.

Dalla somma dell'indice di protezione dell'acqua cadente (Fe) e dell'acqua dilavante (Pd) si ottiene il grado di protezione.

Il valore finale di efficienza idrogeologica (Id) si determina a seconda della maggiore o minore influenza dei punti 2 e 3 sopra analizzati.

I valori di efficienza idrogeologica calcolati sono stati raggruppati secondo le seguenti classi:

1	alta	$2 \leq Id \leq 3$
2	media	$3 < Id \leq 5$
3	bassa	$Id > 5$

Ad ogni tipologia di uso del suolo in relazione all'indice di efficienza idrogeologica è stato attribuito un parametro chiamato CN (Curve Number) compreso fra 0 e 100.

Questo parametro valuta la capacità di ogni singola tipologia, di assicurare una maggiore o minore infiltrazione idrica ed una maggiore o minore erosione superficiale

Il Curve Number è determinato in base all'uso del suolo, alle lavorazioni e al tipo di suolo dove valori più bassi corrispondono a suoli in grado di garantire una maggiore capacità di assorbimento idrico.

#### 2.5.4 Funzionalità idrogeologica delle classi d'uso del suolo

Le categorie di uso del suolo alle quali è stato attribuito un indice di efficienza idrogeologica coprono 8,81 Km<sup>2</sup>, ossia il 79,5% del totale.

**Tabella:** Ripartizione della superficie del territorio nelle tre classi di efficienza in Km<sup>2</sup>, ha ed in percentuale:

funzionalità	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Superficie (ha)	%
alta	3,05	305	34,6
media	3,59	359	40,7
bassa	2,18	218	24,7

Le formazioni vegetazionali con funzionalità idrogeologica maggiore sono rappresentate dalle formazioni boscate ad angiosperme mesofile e termofile, anche se in ex castagneti da frutto si possono rilevare indici medi a causa della presenza di ceppaie deperienti che non garantiscono un grado ottimale di copertura.

Le formazioni a pino marittimo risultano avere funzionalità medio-bassa a causa del degrado causato dagli attacchi di *Matsucoccus feytaudi*.

Le praterie sono caratterizzate da valori di funzionalità bassi, il ripetuto passaggio di ovini effettuato in modo irrazionale, tanto da non potersi parlare di pascolo ma di prateria, determina un ritorno di sostanza organica al terreno ma allo stesso tempo determina vistosi sentieramenti che soggetti all'azione battente e dilavante dell'acqua possono determinare fenomeni di destabilizzazione a livello di interi versanti.

Negli arbusteti in quasi tutti i casi la densità del soprassuolo arbustivo non è colma, dando origine a disformità nell'intercettazione delle piogge e nelle altre funzioni di difesa del suolo e conseguentemente l'indice attribuito a queste fere medio; l'arbusteto è una formazione che con il profondo apparato radicale garantisce una buona azione di ritenzione nei confronti del terreno e non appesantisce il versante.

Gli ex coltivi sono una tipologia caratterizzata da una forte predisposizione al dissesto idrogeologico, in quanto si tratta di superfici che, nel passato, sono state ottenute e mantenute per azione diretta dell'uomo; venendo a mancare questa azione di presidio umano, vengono meno gli apporti di energia esterna indispensabili al mantenimento di situazioni artificiali. In molti casi, l'affermazione di vegetazione spontanea consente l'evoluzione del soprassuolo verso forme più stabili ed in maggiore equilibrio con l'ambiente, con migliori condizioni di funzionalità idrogeologica.

Le colture eterogenee ed i seminativi in aree irrigue hanno un indice di efficienza bassa a causa della scarsa protezione esercitata nei confronti dell'acqua cadente e dilavante.

## 2.5.5 Attribuzione dei valori di CN (curve number)

L'attribuzione dei valori di CN (Antecedent moisture condition = AMC II) è stata fatta a partire dalle categorie della carta dell'uso del suolo secondo la tabella riportata di seguito (tra parentesi la sigla riportata nella carta dell'uso del suolo):

– TESSUTO URBANO	92
– AREE ESTRATTIVE, DISCARICHE, AREE CON VEG RADA O ASSENTE	90
– PRATERIE	88
– ARBUSTETI	83
– BOSCHI DEGRADATI	83
– COLTIVI	80
– EX COLTIVI	80
– BOSCO	73

## **2.6 Descrizione della rete idrografica**

Il bacino del torrente Chiaravagna ha una forma pressoché triangolare, orientata da nord a sud e confina con il bacino del torrente Varenna a ponente e quello del torrente Polcevera a levante.

La parte montana del bacino è attraversata da due corsi d'acqua di lunghezza quasi uguale, che scorrono paralleli, separati dalla dorsale della costa di Serra. Il rio Cassinelle a est nasce dai rilievi del bric Pria Scugente e dalla cresta, che attraverso il bric Teiolo, si unisce alla Rocca dei Corvi, mentre il rio Bianchetta ad ovest ha origine dalle pendici del monte Figogna, del monte Contessa e del monte Gazzo: la parte di bacino occupata da tali aste torrentizie rappresenta oltre la metà dell'area complessiva: il rio Cassinelle drena una superficie di circa 3,27 km<sup>2</sup>, appena inferiore a quella sottesa dal rio Bianchetta (3,32 km<sup>2</sup>).

Le due valli da essi scavate si riuniscono dopo un percorso di circa 3,5 ÷ 4 km, dando origine al torrente Chiaravagna propriamente detto. Quest'ultimo dalla località Serra attraversa un tratto fortemente incassato tra le cave di dolomia, con un andamento serpeggiante sino all'altezza del viadotto ferroviario della linea Genova - Acqui, a valle del quale attraversa la zona più densamente urbanizzata, disponendosi nel contempo su una pendenza media più bassa.

Attraversando l'abitato di Sestri Ponente, dopo un percorso di circa 2,5 km (a valle della confluenza), riceve l'apporto da sinistra del rio Ruscarolo, che raccoglie le aree scolanti dalla sella di Borzoli (rio Borzoli e fosso Battestu), al colle di Coronata (rio Zoagli), sino alla collina di Erzelli, per un totale di 2,6 km<sup>2</sup>.

Il torrente Chiaravagna sfocia infine in mare all'interno del bacino aeroportuale, immediatamente dopo aver raccolto anche i contributi del rio Negrone e del rio Negrone di ponente (o rio Senza Nome), i quali scendono rispettivamente dal versante sud e sud-ovest della collina di Erzelli. Il bacino del torrente Chiaravagna sottende complessivamente una superficie poco inferiore a 11 km<sup>2</sup>.

Di seguito vengono descritti con maggiore dettaglio i corsi d'acqua affluenti, con i rispettivi bacini di competenza. Per i dati sintetici di tali aree si rimanda alle tabelle 7.I, contenenti i dati geofisici di maggiore rilievo di ogni sottobacino analizzato.

### **2.6.1 Sottobacini e parametri caratteristici**

#### **2.6.1.1 Sottobacino rio Bianchetta**

Il rio Bianchetta ha origine dal bric Rondinino, a quota 605,5 m s.l.m., con il nome di rio Bricchetta, che trae alla Ca' Bricchetto, nelle vicinanze del nucleo abitato di San Pietro ai Prati. Dopo circa 450 m riceve le acque del canale del Griso, suo affluente di destra, che nasce dal monte Contessa (550 m s.l.m.); all'altezza delle case Carugo confluisce invece il suo affluente maggiore di sinistra, il rio dei Santi.

Il rio Bianchetta attraversa le case sparse dell'abitato da cui prende il nome e le cave di dolomia e infine, dopo un breve percorso durante il quale il suo alveo si trova affiancato e ristretto da una strada vicinale, giunge alla confluenza con il rio Cassinelle.

Il bacino del rio Bianchetta ha una forma "a goccia", più larga ed aperta in alto e più incassata in basso, stretta tra i ripidi fronti di cava dei monti Spassoia e Gazzo e la scoscesa dorsale della costa di Serra sulla sinistra orografica. Ciò trova un riscontro nell'andamento più sinuoso dell'asta principale nella parte montana del bacino, nella maggiore densità e ramificazione del reticolo idrografico e nella minore pendenza media dei versanti (vedi tabella 7.II).

Il corso d'acqua si presenta in generale con caratteristiche tipiche di regime torrentizio, con forte irregolarità del fondo, frequenti salti, cambi di direzione e presenza di massi di considerevoli dimensioni disposti alla rinfusa nell'alveo: ciò provoca l'instaurarsi di un regime di moto turbolento, spesso anche bifase, ricco di vorticosità e pertanto fortemente ossigenato.

Le pendenze del corso d'acqua sono state valutate sulla cartografia disponibile <sup>1</sup> e riportate sulla tabella 7.II e graficamente nella figura 7.3.a, unitamente a quelle del rio Cassinelle. Dall'esame di tale elaborato si evince come il rio Bianchetta presenti un andamento più ripido nella parte iniziale (17 %), sino approssimativamente alla Cà Bricchetto (progr. 975 m <sup>2</sup>, quota 300 m s.l.m.), per poi diminuire gradualmente verso valle (9 %), sino a raggiungere valori di qualche unità per cento (3 - 4 %) nel tratto finale, a valle della cava in via monte Timone.

### **2.6.1.2 Sottobacino rio Cassinelle**

Il rio Cassinelle nasce dal bric Pria Scugente (624,5 m s.l.m.); la testata della valle è attualmente occupata dalla discarica di Scarpino, nella quale vengono raccolti i rifiuti solidi urbani dell'intero Comune di Genova. Essa copre complessivamente una superficie di circa 40 ha, a partire dal crinale, che unisce il bric Rondinino al bric di Pria Scugente ed al bric dei Corvi N e che racchiude la conca, sino ad una quota di circa 400 m s.l.m.

La discarica risulta attualmente sistemata a balze, con alternanze di scarpate e banche orizzontali: la regimazione delle acque è organizzata con una complessa rete di drenaggio sotterranea e superficiale, costituita da tubazioni fessurate e cunette.

Il rio Cassinelle, alimentato dalla rete di raccolta dei deflussi sulla discarica e da alcune sorgenti preesistenti al di sotto di essa, ha origine come corso d'acqua vero e proprio a valle dell'impianto di depurazione posto al piede della discarica stessa. Da qui percorre la valle in direzione sud, ricevendo gli apporti di vari rivi sia da destra (rio Timone) sia, in numero molto maggiore, da sinistra (fosso Cassinelle ed altri). Tale asimmetria del reticolo idrografico è

---

<sup>1</sup> Cartografia Tecnica Regione Liguria - scala 1:5000 elementi n° 213113 Cassinelle (1992), 213114 Monte Figogna (1992), 213153 Cornigliano (1992 con agg. 1994), e 213154 Sestri Ponente (1992 con agg. 1994).

<sup>2</sup> Le progressive riportate nella tabella 7.II non coincidono con le misure della lunghezza dell'asta indicate nelle tabelle che riassumono le caratteristiche idromorfologiche dei singoli bacini, contenute nelle tabelle 7.I. Infatti mentre le prime hanno l'unico scopo di fornire un andamento qualitativo dei profili longitudinali delle aste torrentizie del bacino, le seconde sono valutate al fine di quantificare i tempi di corrivazione caratteristici e le conseguenti portate di piena.

presumibilmente da imputarsi alla presenza del substrato roccioso più fratturato e quindi più permeabile sul versante destro.

La valle del rio Cassinelle appare pressoché disabitata e molto più selvaggia di quella parallela del rio Bianchetta. Entrambi i versanti che insistono sul rio Cassinelle presentano, almeno nel tratto mediano, pendenze medie molto elevate, superiori al 50 %. Il corso d'acqua manifesta un carattere peculiarmente torrentizio, con un alveo in roccia di forma irregolare, fortemente incassato ed ingombro di massi. Lungo l'intera asta mancano opere di regimazione idraulica (briglie, arginature) o interventi antropici (ponti, derivazioni), sino in prossimità della confluenza con il rio Bianchetta, in località Serra, dove erano attivi ancora non molto tempo fa una cava sul versante sinistro ed un mulino ad acqua in sponda destra, posto a valle di una grossa briglia. Analizzando la figura 7.3.a si rileva come il rio Cassinelle presenti pendenze medie longitudinali variabili tra 8 e 15 %, con un andamento medio pressoché uniforme.

### **2.6.1.3 Asta del torrente Chiaravagna (tratto pedemontano)**

Il torrente Chiaravagna ha origine dall'unione del rio Cassinelle con il rio Bianchetta in località Serra, a circa 3 km dalla foce in mare e ad una quota di circa 63 m s.l.m.

Si è considerato un primo tratto cosiddetto "pedemontano", quello cioè dal punto di origine anzidetto sino alla briglia posta in corrispondenza dell'attraversamento del viadotto autostradale della A10 Genova - Ventimiglia, per una lunghezza complessiva di circa 1,7 km. In tale tronco infatti il torrente ha caratteristiche differenti dal tronco vallivo, in quanto presenta pendenze medie più elevate, compensate da una serie piuttosto numerosa di salti di fondo di varie altezze, oltre ad una minore densità del tessuto urbano di contorno.

L'alveo ha forma pressoché rettangolare, contenuta da argini che quasi sempre costituiscono il sostegno alla sede stradale che scorre alternativamente sulla sponda destra e sinistra. L'andamento planimetrico del torrente è irregolare, caratterizzato da brusche curve e restringimenti, soprattutto immediatamente a monte della linea ferroviaria (loc. Buxio). Le larghezze dell'alveo variano da 10 a 35 m.

Il bacino sotteso dalla sezione dell'attraversamento autostradale ha una superficie di 0,96 km<sup>2</sup>, che va a sommarsi a quella del rio Bianchetta e del rio Cassinelle per un totale di 7,55 km<sup>2</sup>. Le aree scolanti sono delimitate sul versante destro dalla dorsale che scende dal monte Gazzo e su quello sinistro dal costone che fa da spartiacque con il bacino del rio Battestu, affluente del rio Ruscarolo.

### **2.6.1.4 Sottobacino rio Ruscarolo**

Il bacino del rio Ruscarolo ha un'estensione totale di 2,6 km<sup>2</sup>, delimitato dalla collina di Erzelli e da quella di Coronata a sud-est, dal colle di Borzoli che fa da spartiacque con la Val Polcevera e dalla costa che lo separa dal torrente Chiaravagna.

Il versante destro orografico del bacino, sotteso alla sezione di confluenza con il Chiaravagna, prende il nome di Fossa dei Lupi ed ha origine dal bric dei Corvi: la sua pendenza media è molto elevata, spesso superiore al 50 %. Su tale fronte sono presenti alcuni impluvi, tra i quali, procedendo da est verso ovest, sono degni di menzione il rio Borzoli, il rio Fossa dei Lupi ed il fosso Battestu. Tutti questi piccoli corsi d'acqua hanno caratteristiche simili: un alveo con

una pendenza elevata e fortemente inciso, bacino di alimentazione privo di copertura vegetale arborea, evidente predisposizione all'erosione in concomitanza con eventi alluvionali di notevole intensità e conseguente ingente potenzialità di trasporto solido.

La linea ferroviaria Genova - Acqui, che taglia a mezza costa il versante seguendo la curva di livello dei 60 m s.l.m., costituisce per tali rivi una sorta di separazione tra la parte montana dell'alveo e quella più prossima allo sbocco nel rio Ruscarolo, caratterizzata da minori pendenze, maggiore regimazione idraulica (arginature e briglie) dell'alveo e tendenza al sovralluvionamento.

Il versante sinistro del rio Ruscarolo raccoglie le acque del rio Zoagli, che drena la collina di Coronata (0,62 km<sup>2</sup>), mentre quella di Erzelli viene in parte a ricadere su un rio innominato, che scorre al di sotto del viadotto autostradale e sbocca nel Ruscarolo immediatamente a monte del suo tratto coperto. Il rio Zoagli, dopo un tratto in una valletta ancora poco urbanizzata, percorre un tratto relativamente poco pendente in corrispondenza del quale sono stati notati movimenti di terra e opere in stretta prossimità dell'alveo che potrebbero dare luogo a forti problemi di trasporto in caso di rovesci di una certa intensità. L'ultimo tratto è stato in parte tombinato e confinato al limite settentrionale di un piazzale adibito al rimessaggio di container. Le opere di arginatura e copertura del rio in quest'ultimo tronco non sono apparse sufficienti.

L'asta principale del rio Ruscarolo, dopo aver attraversato Borzoli, entra nell'abitato di Sestri Ponente, serpeggiando tra capannoni, con larghezze dell'alveo alquanto ristrette e spesso interrotte da manufatti di attraversamento, bruschi cambi di direzione, coperture e tubazioni, che ne ostacolano il libero deflusso (vedi Catasto Opere Idrauliche). L'ultimo tronco, prima della confluenza nel torrente Chiaravagna, è tombinato per un lunghissimo tratto, da passo Ruscarolo sino alla piazza S. Nicolò da Tolentino (circa 350 m).

### **2.6.1.5 Asta del torrente Chiaravagna (tratto vallivo)**

In tale tratto il torrente è interamente arginato e "compresso" dal reticolo urbano. Il suo corso ha un'estensione complessiva di 1300 m circa sino allo sbocco in mare, all'interno del bacino aeroportuale. L'alveo, che ha quasi ovunque una forma rettangolare, ha una larghezza praticamente costante pari a 40 m per un tratto di circa 350 m a valle della briglia autostradale, dopodiché si restringe bruscamente sino a 15 m, mantenendosi variabile tra 18 e 25 m, per la restante parte, sino al mare.

Nel suo corso, che ha un andamento rettilineo in direzione nord-sud, incontra una serie numerosissima di opere che interferiscono con il deflusso: complessivamente si possono elencare 23 opere, di cui 14 ponti, 2 briglie, 2 soglie, 4 tombinature e 1 platea (vedi Catasto Opere Idrauliche).

Il torrente Chiaravagna riceve, poco oltre la metà del tronco in esame, il rio Ruscarolo, suo affluente principale da sinistra, a valle del quale pur aumentando la superficie del bacino del 25 %, non presenta alcun allargamento della sezione di deflusso.

Infine, pochi metri prima dello sbocco in mare, al di sotto della copertura dello stabilimento "Piaggio", il Chiaravagna raccoglie ancora l'apporto dei rivi Negrone di levante e di ponente, che provengono dal fronte sud-est della collina di Erzelli e sono tombinati per tutta la parte che percorrono in zona urbanizzata.

### 2.6.1.6 Sottobacini rio Negrone e rio Senza Nome

I due rivi nascono entrambi dalle pendici meridionali della collina di Erzelli, che è stata spianata in epoca recente (intorno agli anni '50) per il prelievo di materiale inerte da usarsi per la costruzione dell'aeroporto di Genova Sestri "Cristoforo Colombo". La collina, che sino ad allora assumeva il nome di monte Croce è stata abbassata di circa 70 m, creando un piazzale di estensione pari a circa 9 ha, che attualmente è quasi interamente asfaltato ed è destinata ad ospitare insediamenti produttivi ed Università.

Di tale area solo una minima parte (circa 0,5 ha) viene attualmente scaricata sul versante orientale del rilievo, verso il rio Secco, il quale ha recapito direttamente in mare. Nella configurazione antecedente la realizzazione dello sbancamento invece le portate di competenza delle varie superfici erano maggiormente distribuite sui vari corpi ricettori, costituiti dal bacino del rio Secco (1,2 ha) a est, un affluente del rio Ruscarolo (2,3 ha) a nord, un altro affluente del Rio Ruscarolo (1,3 ha) a ovest, il rio Senza Nome (1,7 ha) a sud-ovest ed il rio Negrone (2,4 ha) a sud-est.

A ponente del rio Negrone un altro impluvio scende dalla collina di Erzelli: esso è stato indicato come rio Senza Nome (o rio Negrone di Ponente). Tale rivo ha origine in prossimità dell'uscita della salita al Campasso di San Nicola sulla spianata di Erzelli, a quota approssimativamente pari a 117 m s.l.m. Superata una vallecchia ricca di vegetazione e caratterizzata da forti pendenze (30 %), il rio raggiunge una vasca a quota 60 m s.l.m. posizionata in fregio all'alveo ed usata a scopo irriguo. Procedendo verso il basso il corso del rio Senza Nome è stato tombinato sotto la via Calda, sino a raggiungere via Siffredi, in corrispondenza della quale la pendenza media si attenua sensibilmente.

Sono stati recentemente conclusi i lavori di sistemazione idraulica dei due rivi da parte del Comune di Genova: si rimanda pertanto, per maggiori dettagli, al progetto definitivo redatto dall'*Equipe progettazione rivi cittadini* nel 1997.

## 2.7 IDROLOGIA DI PIENA

### 2.7.1 Climatologia e Pluviometria

Le ricerche sul regime pluviometrico della valle del Chiaravagna sono state condotte sulla base dei dati pubblicati dal Servizio Idrografico e Mareografico e su alcuni dati sporadici raccolti da stazioni afferenti all'Osservatorio meteorologico dell'Azienda Municipalizzata di Igiene Urbana a Scarpino e dell' A.T.A.V. presso l'aeroporto C. Colombo di Genova Sestri <sup>3</sup>.

Non essendo presente alcuna stazione all'interno del bacino idrografico sono state prese in considerazione, per l'analisi pluviometrica, le registrazioni effettuate dalle apparecchiature di misura ubicate in posizione esterna al bacino stesso e ad esso limitrofe.

---

<sup>3</sup> Le ultime due stazioni sono state usate solamente per verificare alcuni dati puntuali delle altre stazioni del S.I.M., in quanto il numero di informazioni disponibili è assolutamente insufficiente a permettere un'elaborazione statistica di per sé completa ed attendibile.

Nella tabella 8.1 è riportato l'elenco delle stazioni sulle quali si è operato per la determinazione delle serie storiche dei dati precipitazione massima mensile, di massima intensità ad intervalli temporali prefissati (1, 3, 6, 12 e 24 ore) e di quelli relativi a piogge di notevole intensità e breve durata, il tutto corredato dall'indicazione del tipo di strumento registratore, della quota del rilevamento, del periodo di funzionamento e della sigla identificativa usata nel seguito del presente documento.

Le precipitazioni mensili danno indicazioni sul regime pluviometrico annuo, mentre l'analisi di quelle aventi massima intensità è servita per acquisire le informazioni, su base statistica, utili ai fini della determinazione della massima piena temibile alle varie sezioni di chiusura.

Nella figura 8.1 è rappresentata una corografia in scala 1:50.000, con evidenziato il bacino del torrente Chiaravagna e l'ubicazione delle stazioni di rilevamento del S.I.M.

## **2.7.2 Precipitazioni massime annuali e mensili**

Sono riportati i dati delle piogge massime occorse nei vari mesi dell'anno alle stazioni di Madonna delle Grazie, Madonna della Guardia, Pontedecimo, Bolzaneto, Genova Castellaccio, Genova Università, Pegli e Sant'Alberto.

Dall'esame dei dati e degli istogrammi che ne rappresentano l'andamento nel corso dell'anno è possibile notare come il regime pluviometrico delle stesse sia caratterizzato da valori medi più bassi nei mesi estivi di Giugno, Luglio e Agosto, mentre i valori di piovosità più alta si registrano nella stagione autunnale; esiste un altro massimo di intensità inferiore nei mesi primaverili. Tale regime pluviometrico è chiamato di tipo "sub-appenninico - marittimo", caratterizzato da alte precipitazioni da ottobre a marzo e un massimo nei mesi di ottobre-novembre, ma con precipitazioni scarse o quasi nulle tra giugno ed agosto.

L'esame dei dati di rilevamento e delle relative elaborazioni consente di porre in evidenza che la precipitazione media annua nei bacini genovesi oscilla tra 1000 e 1500 mm, con punte, in qualche caso, intorno a 2000 mm<sup>4</sup>.

Le altezze di precipitazione sono influenzate dall'orografia locale, dall'orientamento e dalla quota della stazione di misura. In generale è confermata l'assunzione secondo la quale, a parità di distanza dal mare, le altezze totali di precipitazione crescono in proporzione lineare diretta con l'innalzamento della quota sul livello del mare<sup>5</sup>.

In particolare, nell'ambito delle serie storiche esaminate, si possono ricavare le seguenti note:

- il valore massimo di precipitazione annua è fornito dalla stazione di Madonna della Guardia, nel 1951 con 2952,2 mm pressoché pari a quello occorso a Pontedecimo nel 1926;
- il valore minimo della precipitazione annua è stato registrato a Pontedecimo, con 205,0 mm;

---

<sup>4</sup> da AA.VV. Commissione Ministeriale di studio per la sistemazione dei corsi d'acqua del territorio genovese - Op. cit. vedi par. 15.3 Bibliografia

<sup>5</sup> da D. Tonini e C. Mennella - Op. cit. vedi par. 15.3 Bibliografia

- il valore medio annuale più elevato (1665,8 mm) si è riscontrato ancora a Madonna della Guardia;

- il valore massimo assoluto di precipitazione totale mensile si è avuto a Pontedecimo nel novembre 1926. A Bolzaneto nell'Ottobre 1970 nel corso dell'intero mese, caddero 966,8 mm, di cui 948 mm nelle sole 24 ore del giorno 8 dello stesso mese!

### 2.7.3 Precipitazioni di forte intensità e breve durata

L'analisi sulle piogge intense è stata eseguita prendendo in esame le serie pluviometriche relative alle stazioni di Madonna della Guardia, Pontedecimo, Bolzaneto, Sant'Alberto e Genova Università, riportando per ciascuna di esse i valori di massima altezza di pioggia occorsa nell'anno per intervalli di durata pari a 5', 10', 15', 20', 25', 30', 40', 1, 3, 6, 12, 24 ore.

Le piogge di massima intensità e breve durata sono le più aggressive dal punto di vista del territorio e sono quelle che determinano i più elevati valori di portata al colmo di piena. Eventi di questo tipo si verificano con maggiore frequenza nei mesi autunnali, quando il terreno, sostanzialmente saturo, non presenta, a parità di altre condizioni (pendenza dei versanti, copertura vegetale, etc.), una significativa capacità di infiltrazione, che riduce a livelli trascurabili le funzioni di polmone e di laminazione dei deflussi superficiali.

L'analisi idrologica ha pertanto come obiettivo primario proprio questo tipo di precipitazioni. Anche in questo caso l'assenza di strumenti rilevatori posti all'interno del bacino ha obbligato alla scelta di quelli più prossimi al suo perimetro.

Una ricerca storica sui quotidiani dell'ambito genovese e sulla letteratura specifica ha permesso di individuare gli eventi alluvionali più intensi degli ultimi 70 anni (dal 1920 circa), in riferimento al ponente genovese:

1-2	novembre	1926
6	novembre	1931
30-31	ottobre	1945
8-9	novembre	1951
19-20	settembre	1953
8-9	ottobre	1970
27	settembre	1992
22-23	settembre	1993
4	novembre	1994

Nella tabella che segue sono state riportate le altezze di pioggia giornaliere e bi-giornaliere registrate alle varie stazioni in occasione dei suddetti eventi e quelle massime per la durata di 24 ore consecutive.

evento	Madonna della Guardia	Pontedecimo	Bolzaneto	Genova Università	Sant'Alberto
30.XI.45 <sup>6</sup>	199,4	270,5	293,2	240,2	
30-31.XI.45 <sup>7</sup>	253,8	344,0	317,6	270,8	

<sup>6</sup> Altezza di pioggia caduta tra le ore 9 del giorno 29 e le ore 9 del giorno 30 novembre 1945, per un totale di 24 ore.

*Piano di Bacino Stralcio del Torrente Chiaravagna*  
Relazione generale

max 24 h <sup>8</sup>	217,2			256,4	
8.XI.51	338,0	229,0	367,2	241,4	
8-9.XI.51	484,8	426,0	474,2	376,0	
max 24 h	426,0			272,6	286,0
19.IX.53	84,0	87,0	145,0	11,0	
19-20.IX.53	89,2	115,6	150,1	206,8	
max 24 h					
8.X.70	472,8	487,0	749,2	198,0	
8-9.X.70	619,4	767,4	965,0	452,0	
max 24 h	580,0	749,2	948,0	414,8	
27.IX.92					
max 24 h				447,2	
22.IX.93					
22-23.IX.93					
max 24 h				365,0	

La stazione di Madonna della Guardia (MDG) ha funzionato con alcune interruzioni dal 1937 al 1979 per un totale di 35 anni; sono stati ricavati inoltre alcuni dati sull'evento del 27 settembre 1993, leggendo direttamente i pluviogrammi registrati. L'analisi dei dati porta a considerare che la sua pur elevata posizione sulla sommità del monte Figogna (814 m s.l.m.) non ha fatto registrare valori significativamente differenti dalla media di quelli delle stazioni poste a quote minori, come Genova Università e Madonna delle Grazie. Prendendo in considerazione le piogge con durata giornaliera (24 ore) i valori medi oscillano tra un massimo di 169,98 mm di Bolzaneto e 97,23 mm a Madonna delle Grazie: quello registrato a Madonna della Guardia è pari a 168,97 mm.

La stazione di Genova Università (GEU) è posta sugli edifici dell'Ateneo in Via Balbi a 21 m s.l.m. E' quella che ha il periodo temporale di registrazioni più lungo avendo funzionato ininterrottamente dal 1932 ad oggi. Gli ultimi dati che si hanno a disposizione sono quelli del 1993: pertanto si è ottenuta una stringa di 62 anni consecutivi. I dati che si sono ricavati sono abbastanza simili a quelli che ha fatto registrare il pluviometro di MGU, anche se lievemente inferiori.

Nella tabella riassuntiva che segue sono messe a confronto, per le stazioni citate, i valori medi dei dati storici per assegnate durate, unitamente all'indicazione della differenza percentuale dei valori.

durata		MGU	GEU	D (%)	GEU'
5	minuti	11,69	13,20	12,9	13,58
10		17,46	18,25	4,5	19,41
15		18,79	21,33	13,5	
20		28,57	29,00	1,5	28,83

<sup>7</sup> Altezza di pioggia caduta tra le ore 9 del giorno 29 e le ore 9 del giorno 31 novembre 1945, per un totale di 48 ore.

<sup>8</sup> Altezza di pioggia massima caduta in un intervallo temporale continuo di 24 ore tra le ore 9 del giorno 29 e le ore 9 del giorno 31 novembre 1945.

*Piano di Bacino Stralcio del Torrente Chiaravagna*  
Relazione generale

25		20,80	29,05	39,7	
30		39,64	33,92	- 14,4	35,11
40		58,50	51,41	- 12,1	40,46
1	ore	48,19	48,63	0,9	48,40
3		76,92	76,00	- 1,2	71,73
6		100,21	92,38	- 7,8	
12		135,53	118,30	- 12,7	
24		168,97	143,98	- 14,8	

Si può notare come per le durate inferiori a 30 minuti i dati di Madonna della Guardia siano mediamente più bassi mentre al di sopra di tale durata (ad esclusione del dato medio orario) le piogge della stessa stazione crescano proporzionalmente di intensità rispetto a quelle di Genova Università.

In uno studio idrologico precedente svolto nel 1989 dalla Soc. Hydro Co. di Genova si riportavano i dati della stazione di Genova Università (GEU'), letti direttamente dalle strisce di registrazione, anziché dagli Annali pubblicati dal S.I.M.: considerato che tali risultati non sembrano molto discosti da quelli del Servizio Idrografico e che sono state esaminate solo alcune durate di precipitazione, non avendo la possibilità di effettuare un controllo più accurato, si è preferito usare i dati ufficiali.

La stazione di Bolzaneto (BLZ) è situata al centro della Val Polcevera ed è stata impiegata per le elaborazioni statistiche in quanto lo spartiacque tra le due valli del rio Ruscarolo e del Polcevera è costituito dal colle di Borzoli, la cui ubicazione sotto il profilo altimetrico, è tale da far supporre che le registrazioni effettuate presso tale stazione abbiano influenza nella determinazione del regime pluviometrico. La distanza in linea d'aria tra Bolzaneto e Borzoli risulta di appena 3 km e la differenza di quota è pari a circa 40 m.

Le piogge di Bolzaneto forniscono risultati mediamente più bassi dei quelli di Genova Università sino alle 3 ore, mentre per 6, 12 e 24 ore le precipitazioni risultano più elevate. Dall'esame della tabella sinottica seguente si può notare come in generale l'andamento sia molto simile a quello delle precipitazioni di massima intensità registrate a Madonna della Guardia. I dati accompagnati da un asterisco si riferiscono a periodi di osservazione particolarmente brevi (inferiori a 10 anni) e come tali da considerarsi poco attendibili.

durata		MGU	BLZ	D (%)
5	minuti	11,69	16,55 (*)	41,6
10		17,46	15,75	- 9,8
15		18,79	18,55	- 1,3
20		28,57	27,93	- 2,2
25		20,80	19,30 (*)	- 7,2
30		39,64	28,80 (*)	- 27,3
40		58,50	29,40 (*)	- 49,7

1	ore	48,19	40,86	- 15,2
3		76,92	73,15	- 4,9
6		100,21	99,72	- 0,5
12		135,53	134,19	- 1,0
24		168,97	169,98	0,6

La stazione di Madonna delle Grazie (MGR) è situata su un piccolo colle a coronamento della Villa Duchessa di Galliera a Voltri (159 m s.l.m.). Ha funzionato con alcune interruzioni per 24 anni, dal 1951 al 1989. I valori medi di piovosità da essa registrati appaiono piuttosto bassi, se confrontati con i corrispondenti delle altre stazioni. Questa stazione risulta in ogni caso troppo lontana dal bacino in questione e non rappresentativa del regime delle precipitazioni che si vuole indagare.

Da ultimo si è riportata la stazione di Sant'Alberto (SAL), situata in prossimità dello spartiacque occidentale del bacino, ad una quota di 323 m s.l.m. Considerata la vicinanza con il sito che si vuole esaminare si è tentato di usarla come termine di confronto con le altre stazioni: ma tale operazione è risultata di difficile attuazione e di dubbia riuscita in quanto si sono potuti raccogliere solo 7 anni di dati dal 1939 al 1942 e dal 1949 al 1951. Di fatto è stato possibile solamente operare un confronto sull'evento del 8 novembre 1951 che, in 24 ore, ha fatto registrare 286 mm a Sant'Alberto, 110,4 a Madonna delle Grazie, 272,6 mm a Genova Università, 426,0 mm a Madonna della Guardia.

#### 2.7.4 Caratteristiche idrologiche del Bacino

Lo studio idrologico del bacino del torrente Chiaravagna è stato sviluppato con riferimento, come si è già accennato nei precedenti paragrafi, alle precipitazioni di massima intensità (comprese quelle di breve durata), occorse alle stazioni di:

Madonna della Guardia	MGU
Genova Università	GEU
Bolzaneto	BLZ

Si è suddiviso il bacino in diverse zone o fasce, in corrispondenza delle quali si è supposta una distribuzione uniforme degli afflussi meteorici: in pratica si è considerata la precipitazione, registrata in un punto geograficamente definito, come omogeneamente distesa, con identiche caratteristiche di intensità, su un certo areale.

La suddivisione delle aree di competenza delle singole stazioni è stata tracciata in prima approssimazione applicando il metodo di Thiessen, unendo le stazioni tra loro con rette e separando i bacini secondo gli assi di tali rette. Ma una siffatta suddivisione, riportata nel prospetto che segue, non tiene conto affatto dell'orografia del territorio e dell'orientazione delle valli; inoltre le aree di competenza, in conseguenza del fatto che le tre stazioni sono tutte esterne al bacino, venivano assegnate in modo non convincente:

*Piano di Bacino Stralcio del Torrente Chiaravagna*  
Relazione generale

suddivisione delle aree (metodo di Thiessen)		
Stazione	Aree di competenza (km <sup>2</sup> )	Aree di competenza (%)
MGU	4,38	40
GEU	0,40	4
BLZ	6,19	56
TOTALE	10,97	100

In tal modo infatti la stazione di Bolzaneto, per la quale, come si è visto, non si ha a disposizione un periodo di misurazione molto esteso (17 anni), risulterebbe quella sotto la quale si raccoglie la maggior percentuale di territorio.

Si è allora voluto operare una calibrazione dei confini delle aree di rispettiva competenza delle stazioni, considerando soprattutto la geomorfologia dei luoghi e ipotizzando i percorsi più probabili dei fronti degli eventi meteorici intensi.

In particolare le registrazioni alla stazione MGU sono state associate sia alla parte alta del bacino del Chiaravagna, costituita dalle piccole valli del rio Bianchetta e del rio Cassinelle, che a quella zona dell'asta pedemontana del torrente stesso, a monte della sezione di attraversamento del viadotto ferroviario.

Le incisioni dei due rivi affluenti si trovano infatti disposte su due direttrici nord-sud pressoché parallele tra loro e che trovano un punto di contatto sulla dorsale che unisce il loro comune punto culminante, costituito dal bric Rondinino, sino al monte Figogna. La scelta di includere in questa superficie anche la porzione di area scolante tra la confluenza e la linea ferroviaria è conseguenza logica della geometria plano-altimetrica del bacino: la separazione con i bacini limitrofi (rio Molinassi a ovest e fosso Battestu a est) è molto ben marcata rispettivamente dal monte Gazzo e dalla dorsale che unisce il bric dei Corvi con Panigaro, mentre a valle della strozzatura di Panigaro il bacino del Chiaravagna si allarga e i rilievi risultano più addolciti. L'insieme delle superfici scolanti di competenza dei rivi Bianchetta e Cassinelle, costituisce i due terzi circa (65%) dell'area totale del bacino del torrente Chiaravagna.

I sottobacini del rio Negrone e del rio Senza Nome sono stati assegnati alla stazione GEU, in considerazione della loro vicinanza al mare e della bassa quota media del loro spartiacque. L'area che essi ricoprono è pari al 4% circa della superficie totale del bacino.

Per quanto concerne l'asta valliva del torrente Chiaravagna, dalla sezione di attraversamento della linea ferroviaria sino alla foce, e l'intero bacino del rio Ruscarolo si è fatto riferimento ad un regime pluviometrico "fittizio", dedotto a partire dai dati delle altezze massime di pioggia registrati alle tre stazioni suddette, valutati in misura proporzionale all'areale di competenza, valori ricavati attribuendo ai dati di ogni singola stazione un "peso" proporzionale alle rispettive superfici scolanti sottese e utilizzando tale serie come nuova fonte informativa. Alla stazione artificiale così costruita è stato dato il nome di MBG.

Nella tabella seguente sono indicati gli areali di competenza delle singole stazioni, con questo nuovo metodo.

suddivisione delle aree (metodo orografico)		
Stazione	Aree di competenza (km <sup>2</sup> )	Aree di competenza (%)
MGU	7,17	65
GEU	0,40	4
MBG	3,37	31
TOTALE	10,97	100

### Fattori di forma del bacino

La forma geometrica del bacino può dare informazioni indirette sulla dinamica dei deflussi ed influenzare in maniera notevole la distribuzione degli afflussi e la conseguente formazione e propagazione delle piene, agendo soprattutto sulla possibile contemporaneità di eventi massimi.

Sono state proposte diverse espressioni che forniscono un fattore di forma del bacino, la più nota delle quali è quella di Gravelius:

$$K_f = P_b / 2 \cdot p \cdot R_b \quad [1]$$

dove  $P_b$  rappresenta l'estensione del perimetro del bacino imbrifero in km e  $R_b$  [km] il raggio del cerchio fittizio che ha superficie  $A$  uguale a quella del bacino.

Quanto più il coefficiente  $K_f$  si avvicina all'unità tanto più il bacino può considerarsi idrologicamente "vulnerabile", in quanto la forma più tondeggiante implica una lunghezza delle aste più uniforme e pertanto la concorrenza spazio-temporale degli eventi di piena sulle varie aste confluenti più probabile.

Essendo

$$A = 10,97 \text{ km}^2$$

$$P = 17,8 \text{ km}$$

$$R = (A / p)^{0,5} = 1,87$$

risulta:

$$K_f = 1,52.$$

Tale valore, per Puglisi, rappresenta una forma intermedia tra l'ovale allungata e la rettangolare bislunga: una siffatta forma tenderebbe a favorire la diluizione dei deflussi lungo l'asta principale, causando un'onda di piena più distesa nel tempo e meno intensa e pericolosa.

### Elaborazioni pluviometriche: curve di possibilità climatica.

La ricerca della pioggia critica, cioè di quell'altezza di pioggia  $h$  relativa ad una durata dell'evento  $t$  in grado di generare la portata massima, per un assegnato periodo di ritorno, ha condotto all'elaborazione statistica degli eventi meteorici registrati dalla rete di pluviometri.

I dati di pioggia massima annuale di ognuna delle stazioni scelte hanno fornito la base delle analisi probabilistiche, finalizzate alla determinazione delle curve di possibilità climatica (o pluviometrica), per durate inferiori o superiori ad un'ora e per un assegnato periodo di ritorno, espresse nella forma monomia:

$$h = a \cdot t^n \quad [2]$$

dove h [mm] rappresenta l'altezza di pioggia, t [ore] la durata della stessa e i termini a [mm/ore<sup>n</sup>] e n due parametri che dipendono dalle caratteristiche pluviometriche del sito.

La regolarizzazione dei dati è stata effettuata mediante l'applicazione di una legge probabilistica, usualmente impiegata per la idrologia di superficie: la distribuzione asintotica del valore massimo (1° tipo) di Gumbel (1941). Avendo indicato con G(h) la funzione di probabilità cumulata di una data altezza di pioggia h, con m(h) il suo valore medio e con sqm(h) il suo scarto quadratico medio, si ha:

$$G(h) = \exp [- \exp [- a \cdot (h - u)]] \quad [3]$$

dove i parametri a e u sono funzione del valore medio m e dello scarto quadratico medio sqm:

$$a = p / (60,5 \cdot sqm) \quad [4]$$

$$u = m - 0,577 / a. \quad [5]$$

Trasformando l'equazione [1] nei corrispondenti logaritmi si ottiene:

$$\ln h = \ln a + n \cdot \ln t \quad [6]$$

che, in un diagramma a scala bilogarithmica, rappresenta una retta, il cui coefficiente angolare è n, mentre l'ordinata letta in corrispondenza alla durata unitaria rappresenta il logaritmo della costante a. Risulta allora semplice ricavare i valori dei parametri a e n mediante un'interpolazione ai minimi quadrati dei valori dell'altezza di pioggia h, per diversi tempi di ritorno T.

Si ottengono pertanto, per ogni stazione di rilevamento delle precipitazioni una serie di curve, che ne regolarizzano i massimi ricavandone un andamento statistico che permette di estrapolare i dati storicamente registrati, anche per intervalli temporali superiori a quelli delle serie storiche. Naturalmente quanto più il campione di dati è esteso, tanto maggiore sarà l'affidabilità dei risultati, soprattutto per estrapolazioni a tempi di ritorno elevati (200, 500 anni).

Nelle figura 8.3.a-d sono riportate le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per le diverse stazioni prese in considerazione

Madonna della Guardia	MGU
Genova Università	GEU
Madonna della Guardia - Bolzaneto - Genova Università	MBG

Per ognuna di esse si è elaborata separatamente la serie di dati di pioggia con durata t inferiore a 1 ora e quella tra 1 ora e 24 ore, ottenendo così due diverse curve, con due parametri n1 e n2 differenti, ma che trovano un "punto di contatto" per t = 1 ora.

Nella tabella seguente si è voluto mettere a confronto i dati di precipitazione massima registrati dagli Annali del Servizio Idrografico alle stazioni di Madonna della Guardia e Genova Università, per le diverse durate da 10 minuti a 24 ore, con le elaborazioni statistiche di tali dati con la metodologia sopra descritta, per tempi di ritorno tra 50 e 200 anni: in questo modo si può assegnare un tempo di ritorno agli eventi reali storicamente verificatisi.

*Piano di Bacino Stralcio del Torrente Chiaravagna*  
Relazione generale

	t	10'	20'	30'	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
Madonna della Guardia	h 50 anni	30,5	49,3	65,3	101,6	166,5	232,9	351,4	474,4
	h 100 anni	33,0	54,1	71,9	112,4	185,4	260,7	395,9	556,4
	h 200 anni	36,0	58,8	78,4	123,1	204,3	288,3	440,7	621,9
	h 1970	-	-	42,0	60,0	170,2	315,8	450,8	580,0
	T (h 1970)	-	-	5	5	70	500	250	120
	h max	28,4	50,0	60,0	85,0	170,2	315,8	450,8	580,0
	T (h max)	30	60	30	20	70	500	250	120
Genova Università	h 50 anni	37,6	55,5	69,6	102,7	166,3	225,3	305,0	413,2
	h 100 anni	41,6	61,4	77,2	114,0	185,8	252,8	343,7	467,6
	h 200 anni	45,6	67,4	84,7	125,3	205,2	280,1	382,5	522,1
	h 1970	24,0	-	-	76,0	166,0	201,0	256,0	414,0
	T (h 1970)	5	-	-	10	50	30	20	50
	h 1992	26,4	41,1	57,6	79,1	170,3	225,1	423,0	447,2
	T (h 1992)	7	10	15	15	70	50	400	70
	h max	31,0	79,0	60,3	108,8	187,4	225,1	423,0	447,2
	T (h max)	18	150	25	75	120	50	400	70

### **Metodo CN - SCS**

La valutazione delle precipitazioni nette è stata effettuata adottando in via semplificativa il metodo Curve Number, che è stato proposto dall'U.S. Soil Conservation Service nel 1972. Nel campo dell'idrologia esistono vari e diversi metodi di valutazione per la depurazione degli afflussi. In questa sede, anche in considerazione del carattere di studio pianificatorio del presente documento, al quale dovranno seguire analisi più approfondite in sede di definizione progettuale dei singoli interventi, si è limitata l'elaborazione al metodo di seguito proposto che risulta di semplice implementazione e di facile aggiornamento alla luce di ulteriori successive indagini (cambiando il Curve Number in funzione dell'uso del suolo o della tipologia della copertura, etc.). Analisi di lavoro compiute con altri modelli (per esempio quello di Nash) hanno fornito risultati di ordine di grandezza confrontabile con quelli di seguito forniti e non tali da giustificare la diversificazione.

E' stata calcolata l'altezza di precipitazione netta, depurata cioè dell'assorbimento iniziale  $I_a$ , secondo il rapporto tra il volume specifico infiltrato F e volume specifico di saturazione del terreno S.

In sostanza vale la:

$$h_n = (h - I_a) \cdot F/S \quad [7]$$

dove  $h_n$  rappresenta l'altezza di pioggia netta o meglio il volume specifico di deflusso superficiale. Sostituendo a F l'equazione:

$$F = h - I_a - h_n \quad [8]$$

si ottiene la relazione:

$$h_n = (h - I_a)^2 / [(h - I_a) + S] \quad [9]$$

dove S, altezza potenzialmente immagazzinabile per infiltrazione, risulta:

$$S = 25400 / CN - 254 \quad [10]$$

Il parametro S dipende dal parametro CN, tabulato in funzione della permeabilità del suolo, del tipo di copertura ovvero dell'uso del suolo, delle condizioni dello stesso antecedenti l'evento di pioggia (molto "umide" [AMC III], "standard" [AMC II], molto "secche"[AMC I]).

Il parametro  $I_a$  rappresenta un volume specifico sottratto alla pioggia lorda, che descrive vari processi, quali l'intercettazione da parte della vegetazione (arborea e arbustiva), l'accumulo nelle depressioni superficiali e l'imbibizione iniziale del terreno. Studi sperimentali ed indagini sul campo effettuate da diversi Autori hanno indicato una stima di tale parametro come funzione di S:

$$I_a = k \cdot S \quad \text{con } k = 0,2 \quad [11]$$

I valori del Curve Number scelti alla base delle elaborazione sono stati valutati e concordati tenendo conto delle analisi e delle osservazioni derivanti dagli studi idraulici, geologici e vegetazionali. Si sono adottati diversi parametri in funzione delle caratteristiche del sito o del bacino da esaminare, differenziando le varie classi di uso del suolo e di permeabilità media dei terreni.

Per le caratteristiche dei sottobacini analizzati e la stima del CN di ognuno di essi si rimanda al capitolo dell'inquadramento vegetazionale; di seguito viene fornito un elenco sintetico dei CN utilizzati per le varie tipologie di suolo del bacino:

uso del suolo	sigla	CN AMC II	CN AMC III
Boschi in buone condizioni	B1	73,0	86,8
Coltivi e prati a sfalcio	C	80,0	91,0
Ex coltivi	X	80,0	91,0
Boschi radi con sottobosco povero	B2	83,0	92,8
Pascoli e incolti prativi	P	88,0	95,2
Roccia affiorante	R	90,0	96,0
Tessuto urbano	U	92,0	96,8

Il metodo tiene in conto anche la possibilità che l'imbibizione del terreno sia maggiore o minore in funzione del suo grado di umidità e di saturazione al momento dell'evento piovoso: in

particolare indicando la condizione standard quella in cui nei cinque giorni precedenti l'evento sono caduti tra 50 e 110 mm (antecedent moisture condition amc ii), si può supporre una condizioni di terreno:

"molto secco" (cond. amc i)	per $h < 50$ mm
"molto umido" (cond. amc iii)	per $h > 100$ mm

Nella valutazione della pioggia massima che concorre alla formazione della massima piena temibile si è voluto, a favore di sicurezza, fare riferimento alle condizioni del terreno "molto umide", anche in considerazione del fatto che la maggiore frequenza degli eventi meteorici di forte intensità è riscontrabile nella stagione autunnale quando è anche più alta la piovosità media mensile e quindi più elevato il grado di umidità del terreno.

## **2.7.5 Valutazione delle portate di piena**

La valutazione della massima portata di piena attesa, per un assegnato periodo di ritorno, in una data sezione di un corso d'acqua che drena un'assegnata superficie di bacino può essere condotta secondo vari metodi: tra essi possono essere citati:

- i metodi empirici, i quali si basano unicamente su parametri morfologici del bacino in esame, senza tenere in considerazione alcuna misura pluviometrica o idrometrica;
- i metodi semiempirici, che valutano la portata in funzione anche dell'altezza di pioggia;
- i metodi analitici, che si basano sull'ipotesi di una correlazione diretta tra afflussi e deflussi.

### **2.7.5.1 Inquadramento normativo**

La valutazione della portata massima temibile per i corsi d'acqua della regione Liguria che abbiano foce sul litorale tirrenico è stata sinora effettuata dal Servizio Idrografico mediante l'adozione della Curva Inviluppo, una curva che raccoglie tutti i dati storicamente rilevati dalla rete idrometrica sui corsi d'acqua della Liguria ed aggiornata dopo l'alluvione del 1970, dall'ingegnere Lino Cati.

La Legge Regionale n° 9 del 28 gennaio 1993, nel regime transitorio preesistente all'approntamento ed all'adozione dei Piani di Bacino, prescrive che debbano essere svolti studi idrologici ed idraulici volti alla verifica delle condizioni di deflusso, "senza esondazioni ed erosioni e con adeguato franco della portata di piena prevedibile con tempo di ritorno di almeno duecento anni o, se maggiore, della portata certificata dal Servizio Idrografico dello Stato per il litorale ligure-tirrenico" (art. 26).

Non è inutile sottolineare che l'adozione della Curva Inviluppo fornisce valori di portata, ai quali, per quanto cautelativi ed elevati possano essere, non è possibile assegnare alcun periodo di ritorno e di conseguenza alcuna probabilità di accadimento degli eventi considerati: in altre parole non si può stimare né quantificare la vulnerabilità sotto il profilo della sicurezza idraulica delle opere che si intendono analizzare, verificare e realizzare.

Il presente piano si propone pertanto di fornire indicazioni in merito alle portate da adottarsi alla base della progettazione delle opere destinate ad interferire con i deflussi del corso d'acqua in esame e dei suoi affluenti.

Procedure diverse per la determinazione delle portate potranno essere adottate durante il processo di realizzazione delle opere previste nel piano in conseguenza delle nuove evidenze

scientifiche e dei risultati forniti dallo studio "Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri" in corso di realizzazione da parte dell'Università degli Studi di Genova - Centro di ricerca in Monitoraggio Ambientale per conto della regione Liguria.

Con D.G.R. 359/2008, l'Autorità di bacino di rilievo regionale ha infine approvato i nuovi Criteri ed indirizzi tecnici per la verifica e la valutazione delle portate e degli idrogrammi di piena attraverso studi idrologici di dettaglio nei bacini idrografici liguri; tale documento costituisce il riferimento obbligatorio a cui attenersi nella elaborazione di studi idrologici di dettaglio, finalizzati alla verifica e all'eventuale aggiornamento delle portate al colmo di piena, nonché alla determinazione dei corrispondenti idrogrammi di piena.

### 2.7.5.2 Descrizione del metodo di calcolo

Per la determinazione della massima piena temibile si è fatto riferimento al cosiddetto metodo razionale, che si basa sulle seguenti tre ipotesi fondamentali:

- 1 - la pioggia critica è quella che ha durata pari al tempo di corrivazione del bacino;
- 2 - la precipitazione si suppone di intensità costante per tutta la durata dell'evento;
- 3 - il tempo di ritorno della portata è pari a quello della pioggia critica;

La formula razionale fornisce il valore della portata di piena  $Q$  [ $m^3/s$ ] in funzione del tempo di ritorno  $T$  [anni], a partire dal volume specifico dei deflussi (pioggia netta o pioggia depurata)  $h_n$  [mm], in funzione dell'ampiezza dell'area scolante  $A$  [ $km^2$ ] e del tempo di percorrenza dei deflussi stessi, detto tempo di corrivazione  $t_c$  [ore].

In generale vale:

$$Q = f \cdot h \cdot A \cdot k / t_c \quad [12]$$

dove  $f$  rappresenta il coefficiente di deflusso, rapporto tra gli afflussi meteorici e i corrispondenti deflussi superficiali e  $k$  è un fattore che tiene conto della non uniformità delle unità di misura usate: nell'ipotesi di adottare le grandezze con le unità di misura citate  $k = 0,2777$ .

Nel nostro caso la  $h_n$  rappresenta già l'altezza di pioggia depurata  $f \cdot h$ , pertanto:

$$Q = h_n \cdot A \cdot k / t_c \quad [13]$$

Il valore di  $h_n$  rappresenta l'altezza di precipitazione che cade in un dato sito in un tempo uguale al tempo di corrivazione  $t_c$ : infatti se la durata della precipitazione è inferiore al tempo  $t_c$ , solo una parte del bacino  $A$  contribuirà alla formazione della portata, che risulterà pertanto di minore entità. Viceversa se la durata dell'evento è maggiore, l'intensità della pioggia sarà minore e quindi meno intenso il colmo di portata.

Il valore del tempo di corrivazione, definito come il tempo [ore] impiegato da una singola particella d'acqua a percorrere l'intero bacino, dal suo punto idraulicamente più lontano sino alla sezione di chiusura<sup>9</sup>, è stato valutato tramite una serie di formule empiriche, che tengono conto della morfologia del bacino, caratterizzata da alcune grandezze.

---

<sup>9</sup> La valutazione della lunghezza dell'asta  $L$  (km), impiegata nel calcolo del tempo di corrivazione, è stata effettuata sulla cartografia tecnica regionale (vedi nota 1), ponendo particolare attenzione alla zona in corrispondenza della quale si può ipotizzare la concentrazione e l'inizio del deflusso superficiale. Per tale ragione la lunghezza stimata

Le formule usate sono le seguenti:

$$\text{Giandotti} \quad t_c = [4 \cdot A^{0,5} + 1,5 \cdot L] \cdot [0,8 \cdot (H_m - H_o)^{0,5}]^{-1} \quad [14]$$

$$\text{Ventura} \quad t_c = 0,127 \cdot (A / i_a)^{0,5} \quad [15]$$

$$\text{Pasini} \quad t_c = 0,108 \cdot (A \cdot L)^{1/3} \cdot i_a^{-0,5} \quad [16]$$

$$\text{Viparelli} \quad t_c = L / 3,6 \quad [17]$$

$$\text{cn - scs} \quad t_c = 34,20 \cdot L^{0,8} \cdot [(100/\text{CN}) - 9]^{0,7} \cdot i_v^{-0,5} \quad [18]$$

dove:

A [km<sup>2</sup>] rappresenta l'area del bacino sottesa alla sezione di calcolo,

L [km] è l'estensione del percorso più lungo che deve compiere la singola particella d'acqua per raggiungere la sezione suddetta,

H<sub>m</sub> [m s.l.m.] è la quota media del bacino,

H<sub>o</sub> [m s.l.m.] è la quota della sezione di chiusura,

(H<sub>m</sub> - H<sub>o</sub>) [m] è la quota media del bacino riferita alla sezione di calcolo,

i<sub>a</sub> [%] è la pendenza media dell'asta,

i<sub>v</sub> [%] è la pendenza media dei versanti,

CN è il Curve Number equivalente del bacino analizzato.

La formula di Giandotti [14] è stata ricavata sperimentando su bacini di dimensioni superiori a 100 km<sup>2</sup> dell'Appennino ligure, mentre le formule di Ventura [15] e Pasini [16] sono state sviluppate per bacini meno estesi (inferiori a 40 km<sup>2</sup>). Viparelli [17] osserva che i risultati della formula di Giandotti possono essere ottenuti in via approssimativa e più rapida, ipotizzando una velocità media di deflusso pari a 1 m/s. La formula proposta dal Soil Conservation Service [18] è stata tarata soprattutto su bacini del territorio americano e nel nostro contesto tende a sottostimare il valore del tempo di corrivazione.

Il valore del tempo di corrivazione utilizzato a base dei calcoli seguenti è stato ricavato come media aritmetica dei risultati delle formule sopra citate.

Sono state individuate alcune sezioni di chiusura sulle aste del bacino (vedi fig. 7.2), scelte in base a:

- porzione di bacino drenata, che viene in ogni caso assunta inferiore a 1 km<sup>2</sup>.
- lunghezza del tronco di asta tra ogni sezione e la successiva, sempre inferiore ad 1 km.
- scelta della sezione di alveo, ubicata in corrispondenza di confluenze con aste secondarie (affluenti)<sup>10</sup>, di manufatti di rilievo in alveo e/o attraversamenti importanti (briglie, ponti, viadotti).

Tale scelta appare necessaria per poter valutare le portate di progetto, ipotizzando un comportamento "omogeneo" del tratto tra una sezione e la successiva: in ogni tronco verrà presa a riferimento la portata ricavata nella sezione di valle (chiusura) dello stesso.

---

nei calcoli seguenti può non coincidere con la misura della lunghezza dell stessa asta che compare tracciata sulle carte.

<sup>10</sup> In questo caso si prenderà in considerazione una sezione a monte e una a valle della zona di confluenza.

Fanno eccezione a tale imposizione le aste montane del rio Bianchetta (sez. C5.1.1) e del rio Cassinelle (sez. C5.2.1), che peraltro non rivestono una rilevante importanza ai fini delle verifiche idrauliche essendo entrambe praticamente prive di opere significative che interferiscano con l'alveo. Per alcuni punti intermedi in cui si rendesse necessario operare verifiche idrauliche si propone di considerare il medesimo contributo unitario desunto dalle portate e dalle superfici calcolate nel presente documento, utilizzando la superficie scolante reale.

Nelle tabelle 9.III.a-t sono riportate alcune schede sintetiche nelle quali, per ogni sezione di chiusura individuata sul bacino, si indicano i dati morfologici dell'area scolante, i tempi di corrivazione caratteristici e le conseguenti portate di piena per assegnati periodi di ritorno. Si ribadisce che a tali portate è associato lo stesso tempo di ritorno dell'evento pluviometrico che le ha generate.

A titolo di confronto si è riportato a margine il valore che la Curva Inviluppo fornirebbe per l'area in esame.

Dall'esame di tali dati emerge come la portata cinquecentennale per i bacini di una certa dimensione (superiore a 1 km<sup>2</sup>) sia di poco inferiore a quella fornita dalla Curva Inviluppo, avvicinandosi a tale valore al crescere della superficie drenata, tanto che alla foce la portata ricavata con la Curva Inviluppo (291,5 m<sup>3</sup>/s) è praticamente coincidente con quella avente tempo di ritorno 500 anni (307,4 m<sup>3</sup>/s).

Per i piccoli bacini invece, come nel caso del rio Negrone o del rio Ruscarolo a monte della tombinatura di Borzoli la Curva Inviluppo fornisce risultati in linea con le portate aventi tempi di ritorno variabili tra 50 e 100 anni.

### **2.7.5.3 Regionalizzazione delle portate (metodo CIMA per piccoli bacini A<2 km<sup>2</sup>)**

Onde evitare la tendenza a produrre precipitazioni di intensità tendente ad infinito in corrispondenza a durate tendenti a zero, il CIMA 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:

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

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  $m^3 \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$ , e  $K_T$  il fattore di frequenza delle portate fornito dalla tabella sopra riportata. Il coefficiente  $U_{A=2}$ , espresso in  $m^3 \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$ , è fornito, in funzione del tipo di bacino e della posizione geografica da tabelle.

Il metodo CIMA è stato adottato per stimare le portate del Rio Battestu, affluente del Rio Ruscarolo

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

#### **3.1 Premessa**

In un bacino densamente antropizzato come quello del Torrente Chiaravagna i problemi idrogeologici possono essere schematicamente ricondotti alla localizzazione delle aree soggette maggiormente a rischio di frana e di inondazione presenti sul territorio.

Perciò, se da un lato possono essere individuati numerosi elementi problematici legati alla pericolosità "naturale" del territorio e, in questo caso, a quella geomorfologica e idrogeologica, dall'altro è possibile limitare il campo delle criticità secondo una priorità definita a breve termine, in funzione degli effetti di queste ultime sulle popolazioni interessate.

Nella parte montana del bacino esiste, innanzitutto, il problema del mantenimento e miglioramento dell'attuale efficiente, seppur artificiosa, regimazione delle acque sulla discarica R.S.U. di Scarpino, anche quando dovesse venirne meno l'attuale destinazione. Non di secondaria importanza, inoltre, è la questione dell'inquinamento per i Torrenti Cassinelle e Chiaravagna, che ne determina la colorazione brunastra, attraverso il percolato.

Per quanto riguarda le frane, il versante orientale di M. Contessa e quelli sud-occidentali di Bric Teiolo danno le maggiori situazioni di erosione accelerata e disfacimento, tipiche delle ofioliti. Quasi il 50% del dissesto presente nel bacino si produce sulle ofioliti e, ritrovandosi relativamente poco materiale al piede, se ne ricava che esso forma una parte consistente del trasporto solido che si riscontra nei corsi d'acqua.

La tipologia di dissesto che si riscontra più frequentemente è quella complessa caratterizzata solitamente da crollo e conseguente scivolamento del materiale detritico, imputabile principalmente a carenza di copertura vegetale e di manutenzione che determinano una scarsa regimazione delle acque superficiali.

Occorre accennare che nella zona montana le problematiche elencate, sommate a quelle singolarmente meno significative e a quelle legate alla copertura vegetale, influiscono su fattori, come il tempo di corrivazione, il deflusso superficiale e il trasporto solido, importanti per le conseguenze che determinano sull'asta principale del corso d'acqua.

Più a valle, nelle aree interessate dalle attività estrattive sono presenti criticità di vario tipo riconducibili a interferenze idrauliche prodotte dagli impianti e dalle opere viarie di accesso delle stesse, scarsa regimazione delle acque, immissione di materiali fini nei corsi d'acqua, denudamento ed instabilità dei fronti, presenza di materiali sciolti e alto impatto visivo.

Per alcune attività si manifestano, oltre a quelle descritte, altre problematiche specifiche:

A Cava Gneo un colatore risulta interrotto con pregiudizio per la regimazione delle acque; i cumuli detritici in cava necessitano di essere rimossi e/o sistemati; i fronti consolidati e inerbiti man mano che procede la coltivazione; le vasche e gli impianti sono immediatamente a margine del Rio Bianchetta; il guado all'ingresso della cava risulta lesionato.

A Cava Giunchetto esistono problemi legati alla sistemazione e regimazione delle acque sui numerosi piazzali occupati da depositi temporanei di fanghi e di non completa sistemazione di un vecchio accumulo di materiali di discarica nell'estremità nord dell'area autorizzata.

A Cava ex Conte esistono problemi legati ai vecchi materiali di discarica, tra cui in particolare quelli che interferiscono con la sponda del torr. Chiaravagna in prossimità di alcune costruzioni abbandonate e di instabilità evidenziati da una fenditura nella porzione di versante soprastante il fronte superiore di cava .

I fronti della cava immediatamente a nord della Cava Panigaro II presentano colatori interrotti.

La Cava di Rio Zoagli mostra una zona in erosione sul fronte Sud, interferenze con il Rio e vari colatori intercettati dal fronte.

Considerazioni specifiche meritano i rischi di tipo idraulico, che riguardano principalmente le aree urbane potenzialmente inondabili.

Qui gli effetti delle criticità sopra elencate sono stati amplificati dalla diminuita capacità dei corsi d'acqua a smaltire le portate di piena. Su tale capacità, prescindendo da considerazioni di carattere meteo-climatico, ha senz'altro influito l'eccessiva edificazione, in zone di pertinenza strettamente fluviale. Il processo di urbanizzazione ha, infatti, portato a sezioni progressivamente più ridotte verso la foce.

Al problema insediativo sono legate le criticità relative allo smaltimento di acque sia meteoriche che fognarie.

In particolare va considerata la necessità di intervenire per salvaguardare la zona compresa tra la sponda sinistra del torrente Chiaravagna a ponente, la tombinatura del rio Negrone a levante e la linea ferroviaria a sud.

Le problematiche più strettamente legate all'esondazione dei corsi d'acqua sono i punti critici che riguardano l'asta principale del torrente Chiaravagna che, come in precedenza accennato, sono tutti a valle della passerella di via Leonardi, con sezioni decisamente insufficienti. Riguardano, in particolare, la copertura di via Giotto, sotto una casa di civile abitazione, i ponti ferroviari, il ponte di via Chiaravagna, i ponti a valle della confluenza col rio Ruscarolo, i bauletti fognari in alveo, le tubazioni ancorate con selle all'intradosso dei ponti, le travi sporgenti e i plinti di fondazione emergenti dal fondo alveo.

La questione delle sezioni riguarda anche tutto il Rio Ruscarolo; queste sono insufficienti a garantire il deflusso di portate già cinquantennali. Il Rio Zoagli, a monte del piazzale per container Derrick S.r.l., oltre a non essere arginato, risulta ingombro di opere in terra e, in corrispondenza del piazzale, la tombinatura è insufficiente. Altro manufatto che complica il deflusso delle portate di piena è la rampa della tombinatura "Rusca", mentre il ponticello carrabile di passo Ruscarolo risulta fortemente "imbarcato" ed flesso verso il centro.

Altri nodi riguardano, ad esempio, le curve a gomito, come quella in località Panigaro, fonte di notevoli turbolenze e sopraelevazioni del pelo libero, la parziale mancanza di arginature come sul Rio Ruscarolo, a valle del campo sportivo di Borzoli, dove un'ampia area in sponda destra, impiegata da un demolitore, ne è totalmente priva.

In prossimità del cimitero di Borzoli il manufatto di attraversamento SNAM costituisce ostacolo al deflusso di piena e al materiale trasportato che si accumula incastrandosi e chiudendo la luce libera.

Meritano un cenno altre tombature inadeguate per soglie di sicurezza minime come, ad esempio, quelle del rio Negrone e del suo affluente rio Senza Nome, artificialmente ad esso convogliato in tempi recenti.

La copertura vegetale del bacino del Torrente Chiaravagna si presenta nel complesso abbastanza degradata a causa del pesante impatto antropico e del substrato ofiolitico che interessa gran parte del territorio.

L'abbondanza di metalli e di magnesio nelle ofioliti, tossici per la maggior parte delle piante, rende difficile la diffusione di consorzi vegetali evoluti.

La scarsa copertura vegetale concorre a determinare, come già detto, la diminuzione del tempo di corrivazione, agevolando il verificarsi di fenomeni di dissesto e di rapido ruscellamento.

Gli effetti della pressione antropica sulla vegetazione del bacino del Torrente Chiaravagna si manifestano sovente attraverso la pratica del "debbio", ossia il periodico ringiovanimento della cotica erbosa dei pascoli con l'utilizzo del fuoco, al fine di ostacolare la naturale evoluzione della vegetazione. L'immediata conseguenza di tale pratica è la scomparsa di buone foraggiere e l'insediamento di specie coriacee.

Il carico eccessivo dovuto soprattutto al pascolo ovino provoca una frequente discontinuità della cotica erbosa con il conseguente verificarsi di fenomeni erosivi superficiali.

Tale problematica è evidente soprattutto sul versante orografico sinistro del Rio Cassinelle (dal crinale del Bric Teiolo fino al Bric dei Corvi) dove sono presenti anche praterie ad elevata copertura di felce aquilina (*Pteridium aquilinum*) a cui si alternano lembi di macchia a cisto (*Cistus salvifolius*) anch'essi indicatori del passaggio recente del fuoco.

Molto diffuse sono le formazioni di origine artificiale a pinastro (*Pinus pinaster*) con locale presenza di pino nero (*Pinus nigra*) che si estendono sul versante destro del Rio Bianchetta e sul versante sinistro del Rio Cassinelle.

Tali formazioni si presentano generalmente rade, con cattivo portamento e scarsa copertura del suolo, in zone con discreta acclività, suolo poco potente e diffusa pietrosità, presentano una scarsa e talvolta quasi assente copertura negli strati arbustivo ed erbaceo.

Lo stato fitosanitario è pessimo per gli attacchi parassitari da parte della processionaria (*Thaumetopoea pytiocampa*) sul pino nero. Si registra inoltre un'infestazione di *Matsucoccus feytaudi* su esemplari di pinastro sul versante E del M. Gazzo.

La pineta in prossimità di Scarpino presenta segni di recente incendio con un gran numero di piante morte in piedi e copertura compresa tra il 30 e il 50 %. Gli esemplari vivi, che hanno un'altezza media di 6-7 metri, assumono un portamento contorto e una chioma alquanto ridotta.

Nel complesso l'efficienza biologica di tali cenosi è scadente, fatta eccezione per quei popolamenti che presentano nel piano dominato il castagno.

Sui versanti esposti a N e W a destra del Rio Bianchetta e tra S. Pietro ai Prati e la discarica di Scarpino si riscontra la presenza di cedui di castagno che non essendo più coltivati hanno superato il turno di taglio e di conseguenza l'incremento corrente di massa legnosa ha ormai raggiunto il suo massimo. Ciò determina una situazione di crisi per la ceppaia. Venendo a mancare l'azione di taglio da parte dell'uomo, la concorrenza naturale tra i polloni provoca una selezione a vantaggio dei più vigorosi. I polloni morti restano in piedi per qualche tempo e sono soggetti all'attacco di insetti e funghi saprofiti: è questo il periodo più critico per il popolamento che tende in via autonoma a riprendere la struttura naturale tipica dei boschi mesofili ed è soggetto all'attacco di funghi parassiti come l'*Endothia parasytica*, agente del cancro corticale.

Occorre notare che l'ingresso di specie tipiche dei boschi misti è appena cominciato e fino a quando non si avrà una completa diversificazione della composizione specifica, il problema delle fitopatie resterà sempre grave.

In prossimità delle cave di Monte Gazzo e della discarica di Scarpino si registra la presenza di boschi misti sinantropici a dominanza di robinia (*Robinia pseudacacia*), bagolaro (*Celtis australis*) e ailanto (*Ailanthus altissima*) derivati da imboschimenti con funzioni di consolidamento ed estetica.

Tali formazioni possono considerarsi di basso valore naturalistico in quanto hanno una forte capacità di rinnovazione e tendono quindi ad invadere gli spazi limitrofi a scapito della vegetazione naturale, spesso alquanto degradata e perciò scarsamente competitiva.

Sono abbastanza diffuse fasce abbandonate con elevata copertura di vegetazione infestante continua (rovi e vitalba), che non è in grado di esercitare una efficace azione di regimazione delle acque meteoriche e rende difficile l'evoluzione verso formazioni vegetali climaciche.

Nella valle del Rio Bianchetta si possono osservare orti su fasce costruite da coltivatori occasionali, in zone coperte fino a non molto tempo fa da una fitta vegetazione autoctona alto arbustiva; vi sono presenti movimenti franosi.

### **3.1.1 Fattori naturali limitanti per le utilizzazioni potenziali**

Esistono situazioni naturali particolari che limitano fortemente o addirittura inficiano la possibilità di un utilizzo potenziale delle parti di territorio ove esse si manifestano; in generale si tratta di fenomeni legati alla instabilità attiva o potenziale dei versanti, situazioni di disequilibrio vegetazionale, incidenza di fenomeni meteorologici rilevanti e presenza di emergenze naturalistiche significative (endemismi faunistici, floristici e fitocenosi di elevato livello qualitativo).

Altro fattore limitante l'utilizzo del territorio è la presenza di aree che sono state destinate nel passato alla coltura del castagneto da frutto e del ceduo; il progressivo abbandono di questa attività ha causato il degrado di vaste porzioni di territorio, causando anche il cedimento di parte dei terrazzamenti antropici ormai non più presidiati; il ripetersi inoltre degli incendi boschivi con cadenza molto ravvicinata ha favorito l'espansione massiccia di specie infestanti che impoveriscono ulteriormente il suolo.

Una menzione particolare meritano le emergenze naturalistiche che non rappresentano un fattore negativo ma al contrario un elemento da tutelare; in merito alle specifiche

caratteristiche di ogni singola emergenza deve essere individuata la porzione di territorio da tutelare e la relativa normativa.

Le emergenze significative, nel bacino in esame, possono essere individuate principalmente nella presenza di grotte e di biotopi specifici legati sia all'ambiente sotterraneo che a quello esterno; si elencano qui gli endemismi faunistici e gli animali significativi.

Endemismi faunistici nelle grotte di M. Gazzo

*Chthonius genuensis* Gardini (1990) (Pseudoscorpione)

*Parabathyscia genuensis* Zoia (1986) (Coleottero Idrofilide)

*Duvalius annae* Briganti (1986) (Coleottero carabide scoperto nella grotta del Rospo)

Anfibi e rettili da segnalare

*Speleomantes* sp., *Bufo bufo* nella zona di S. Pietro ai Prati

*Coluber viridiflavus* sul versante E di M. Gazzo

*Hyla meridionalis*, *Elaphe longissima* sul versante S di M. Gazzo

Infine il particolare regime climatico presente nella zona e comune a buona parte del versante marittimo della provincia, che ha assunto negli ultimi anni caratteristiche progressivamente peggiori con piogge particolarmente intense e concentrate, comporta la necessità di tutelare l'integrità e la qualità dell'alveo dei corsi d'acqua onde consentire lo smaltimento della massima piena.

### **3.1.2 Fattori artificiali di degrado ambientale**

Le cause di degrado ambientale prodotte da interventi antropici sono presenti in misura massiccia nel bacino del Torrente Chiaravagna, esistono infatti al suo interno, come già ampiamente detto precedentemente, la più grande discarica di rifiuti solidi urbani della Regione e un polo estrattivo composto da diverse cave sia attive che abbandonate.

Inoltre, gran parte della zona valliva del bacino presenta un intenso e caotico sviluppo dell'urbanizzato che si è strutturato anche a spese degli alvei dei corsi d'acqua, riducendone pesantemente le sezioni utili e le aree di smorzamento, e senza tener conto delle necessità della tutela idrogeologica dei versanti, con un forte incremento della percentuale del suolo impermeabilizzato e relativa diminuzione dei tempi di corrvazione.

Altro fattore importante è l'insufficiente manutenzione delle strade secondarie nella parte alta del bacino e la mancanza di un'adeguata rete di raccolta e regimazione delle acque meteoriche gravanti su queste che innescano fenomeni di erosione e di trasporto solido contribuendo a peggiorare il dissesto generalizzato del bacino.

### **3.1.3 Disfunzioni delle modalità di utilizzazione delle risorse naturali**

Spesso i fattori di degrado sopraesposti derivano da scorrette modalità di utilizzazione delle risorse naturali o dal loro eccessivo sfruttamento; nel caso specifico si possono individuare, tra i fattori principali, il mantenimento della gestione del castagneto ceduo, l'eccessiva espansione delle attività estrattive che di fatto hanno asportato gran parte del versante orientale del M. Gazzo, un accentuato emungimento delle acque sorgive effettuato senza tener

conto del deflusso minimo vitale e con relativo impoverimento delle falde, infine il forte inquinamento delle acque superficiali causato dal percolato della discarica di Scarpino, dalle attività di cava e da altre attività industriali che compromette gravemente la qualità delle acque e quindi tutto quanto da esse dipendente in tutto il tratto mediano e terminale del Chiaravagna.

## 3.2 Problematiche di tipo geomorfologico (susceptività al dissesto di versanti)

### 3.2.1 Metodologia applicata

Nell'ambito della revisione del presente Piano si è proceduto ad un aggiornamento che ha comportato modifiche sostanziali alle carte di analisi, in particolare a quelle geomorfologiche; in conseguenza di ciò, vista la difficoltà oggettiva di aggiornare la carta derivata della susceptività al dissesto, si è deciso di "rigenerarla" completamente ottemperando così alle seguenti esigenze:

- aggiornare il tematismo "susceptività" alle carte di base modificate;
- uniformare i criteri di calcolo della susceptività tra un bacino idrografico e l'altro, in quanto in una prima fase erano stati usati criteri differenti;
- adeguare detti criteri alle raccomandazioni e alle indicazioni di Regione Liguria.

I documenti che sono stati presi come riferimento per la strutturazione della procedura di generazione della carta sono i seguenti:

- Linea guida relativa alle "indicazioni metodologiche per la redazione della carta della susceptività al dissesto dei versanti" (redatta da Regione Liguria);
- Piano pilota ex-D.L. 180/98 del torrente Sturla (realizzato da Regione Liguria);
- Piani di bacino stralcio per il rischio (Ambiti ex D.L. 180/98 e s.m.i.) aggiornati in seguito al recepimento dei pareri vincolanti espressi da Regione Liguria

Dall'insieme di queste indicazioni è nata una procedura informatica in ambiente GIS che, tramite l'assegnazione di "pesi" ad ogni elemento giudicato "influyente" ai fini del calcolo della susceptività, porta alla "somma algebrica" di tali pesi e alla realizzazione di una "gradazione di susceptività" che copre l'intero territorio analizzato; tramite la definizione di range si ricava la Carta della susceptività al dissesto alla quale vanno sovrimposte alcune categorie tra le quali le frane "quiescenti" e quelle "attive" rispettivamente nelle classi "elevata" e "molto elevata"; i pesi utilizzati non sono stati ricalcolati sul presente bacino idrografico ma sono stati presi direttamente dalla procedura già collaudata sui Piani di bacino stralcio per il rischio (Ambiti ex D.L. 180/98 e s.m.i.); questa scelta è dovuta sostanzialmente a due motivazioni:

- *i pesi precedentemente calcolati erano riferiti all'intera superficie dei cinque ambiti regionali (12/13, 14, 15, 16 e 17) e pertanto già sufficientemente rappresentativi dell'intero territorio provinciale per il versante tirrenico;*
- *mantenendo gli stessi pesi, range di riferimento e classi sovrainposte, si è ottenuto un livello informativo omogeneo e confrontabile.*

La procedura informatizzata si basa sui dati di base georiferiti e strutturati su file Microstation J mediante l'utilizzo del software GIS Intergraph Mge e del database Microsoft

Access '97 seguendo le raccomandazioni emanate da Regione Liguria; rispetto a dette raccomandazioni si sono rese necessarie alcune variazioni.

La procedura utilizzata ha diversi pregi e alcuni innegabili limiti che brevemente si elencano:

*pregi:*

- *Risulta la procedura più "oggettiva" tra quelle sino ad ora utilizzate;*
- *Consente di uniformare i calcoli svincolandosi dalle considerazioni soggettive e quindi non omogenee dei rilevatori;*
- *Consente di collegare direttamente il dato di sintesi "susceettività" con i dati di analisi ed è quindi facilmente rigenerabile in caso di aggiornamento;*

*limiti:*

- *Tiene conto di pochi parametri rispetto ai molteplici fattori che influiscono sulla suscettività al dissesto;*
- *I fattori di cui si tiene conto sono riferibili alla "scala di bacino"; non sono considerati pertanto i fattori locali, come ad esempio opere antropiche di taglio dei versanti, opere di regimazione delle acque, ecc.*
- *Essendo una procedura automatizzata opera una "generalizzazione" piuttosto spinta e non consente di trattare i casi singolarmente;*
- *essendo una procedura che analizza contemporaneamente l'intero territorio in questione rende complessa qualsiasi verifica sul territorio che non sia a campione.*

### **Assegnazione dei pesi**

Per i criteri utilizzati per l'assegnazione dei pesi si riporta per completezza la procedura utilizzata nella redazione dei già citati "Piani per il rischio".

#### **■ Formazioni litologiche**

I pesi relativi all'influenza delle differenti tipologie litologiche sono stati calcolati mediante la formula proposta da Regione Liguria che mette in relazione la superficie di affioramento con la totalità della superficie in frana sull'affioramento medesimo.

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

dove:

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

$$\varphi = A^n / A^n$$

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

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

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

Si precisa che per rendere più significativi i calcoli sulle superfici sono stati "ipotizzati" i limiti litologici anche al di sotto delle coltri potenti (con spessore maggiore di metri 3), dato non presente nel livello informativo della carta geolitologica; questo espediente si è reso necessario per non trascurare l'incidenza di tutti quei fenomeni geomorfologici coltri potenti.

I pesi ottenuti mediante la formula di cui sopra sono stati “normalizzati” per ogni Ambito di Bacino di Rilievo Regionale della provincia di Genova e successivamente mediati tra tutti i 5 Ambiti.

Il risultato finale è stato successivamente modificato su tre pesi:

- la litologia **sns – serpentiniti scistose** è stata equiparata alla **sr – serpentiniti** per analogia di comportamento geomeccanico e per la scarsità areale dell’affioramento;
- per la litologia **cg – conglomerati** si è deciso di alzare il punteggio da 0 a 1 in considerazione dello stato di fratturazione dei conglomerati di Portofino.
- Per la litologia **gn – gneiss** è stato alzato il punteggio da 0 a 4 in considerazione del limitato affioramento e per analogia con i metagabbri

**I pesi finali utilizzati nella procedura sono riportati in Tabella 2.4.**

<b>LITOLOGIA (GXX_DLT.DGN)</b>	<b>sigla</b>	<b>peso</b>
Argilliti	ag	10
Brecce	bc	7
Argilloscisti	as	6
Calcari	c	5
Serpentiniti	sr - sns	4
Calcescisti	cs	4
Metagabbri	mg	4
Gabbri	gb	4
Calcari marnosi	cm	4
Gneiss	gn	4
Diabasi e basalti	db	3
Marne	ma	3
Metabasiti	mb	2
Arenarie	ar	1
Conglomerati	cg	1
Diaspri	d	0
Calcari arenacei	car	0
Dolomie	do	0
Lherzoliti	lh	0
Quarziti	qz	0
<b>COPERTURE DETRITICHE (G056_DLT.DGN)</b>		
Coltri detritiche potenti (sup. 3 mt)	dt dt1 dt2	10
Depositi alluvionali terrazzati rec.	ar	5
Depositi alluvionali terrazzati ant.	aa	3
Depositi alluvionali mobili attuali	am	0
Grossi riporti	gr	10

**Tabella 2.4**

### ■ **Acclività dei versanti**

Per il calcolo della suscettività è stata utilizzata la Carta dell’Acclività Regionale in scala 1:10.000 derivata dal modello digitale del terreno generato nell’ambito del progetto IT2000. I pesi assegnati ad ogni classe sono quelli già utilizzati per il torrente Polcevera e sono riportati in Tabella 2.5

*Piano di Bacino Stralcio del Torrente Chiaravagna*  
Relazione generale

<b>CLASSE DI ACCLIVITÀ (GXX_ACL.DGN)</b>	<b>sigla</b>	<b>peso</b>
Classe 1 (0 - 10 %)	<b>1</b>	<b>0</b>
Classe 2 (10 - 20 %)	<b>2</b>	<b>0</b>
Classe 3 (20 - 35 %)	<b>3</b>	<b>3</b>
Classe 4 (35 - 50 %)	<b>4</b>	<b>4</b>
Classe 5 (50 - 75 %)	<b>5</b>	<b>10</b>
Classe 6 (75 - 100 %)	<b>6</b>	<b>12</b>
Classe 7 (>100 %)	<b>7</b>	<b>13</b>

**Tabella 2.5**

■ **Usa del suolo**

E' stato utilizzato un peggiorativo per la classe "ex-coltivi"; sono stati inoltre inseriti i pesi per i diversi indici di efficienza idrogeologica, lasciando a zero il peso dell'alta efficienza e attribuendo un peggiorativo alle altre due classi (Tabella 2.6).

<b>CLASSE DI USO DEL SUOLO (GXX_USO.DGN)</b>	<b>sigla</b>	<b>peso</b>
Ex coltivi	<b>2.5</b>	<b>3</b>
<b>INDICE DI EFF. IDROGEOLOGICA (GXX_USO.DGN)</b>		
Efficienza idrogeologica alta	<b>1</b>	<b>0</b>
Efficienza idrogeologica media	<b>2</b>	<b>1</b>
Efficienza idrogeologica bassa	<b>3</b>	<b>2</b>

**Tabella 2.6**

■ **Geomorfologia**

Oltre allo stato della roccia ed alle coltri "sottili", sono state prese in considerazione, ove presenti, le ex-cave, le ex-discariche e le aree caratterizzate da ruscellamento diffuso areale e da erosione diffusa areale(Tabella 2.7).

<b>STATO DELLA ROCCIA (GXX_MOR.DGN)</b>	<b>sigla</b>	<b>peso</b>
Roccia in buone cond. fav. al pendio	<b>R</b>	<b>0</b>
Roccia in buone cond. sfav. al pendio	<b>RS</b>	<b>2</b>
Roccia in scadenti condizioni	<b>RF</b>	<b>5</b>
Roccia non rilevabili	<b>R0</b>	<b>5</b>
<b>COLTRI SOTTILI (INF. 3 MT) (GXX_MOR.DGN)</b>		
Granulometria indifferenziata	<b>c</b>	<b>6</b>
Granulometria grossolana	<b>cg</b>	<b>6</b>
Granulometria fine	<b>cf</b>	<b>7</b>
<b>AREE SPECIALI</b>		
Ex-cave		<b>3</b>
Ex-discariche		<b>3</b>
<b>FENOMENI EROSIVI (GXX_MRF.DGN)</b>		
Ruscellamento diffuso	<b>rusc</b>	<b>5</b>
Erosione diffusa	<b>eros</b>	<b>5</b>

**Tabella 2.7**

## ■ **Buffer**

Sono stati creati dei buffer per tutti quegli elementi lineari e puntuali che possono incidere sulla suscettività al dissesto; l'ampiezza dell'area è stata fissata in base ai possibili effetti morfologici causati dagli stessi elementi, tenendo conto anche della scala alla quale il calcolo restituisce i risultati. Per tutti gli elementi lineari si è usato un buffer simmetrico, cioè si è costruita un'area di uguale ampiezza da una parte e dall'altra dell'elemento, ad eccezione dell'erosione spondale il cui buffer è calcolato sul solo lato esterno. Per gli elementi puntuali il buffer è rappresentato da un cerchio (Tabella 2.8).

TIPOLOGIA DI BUFFER	<i>buffer</i>	<i>peso</i>
Limite formazionale ( <i>gXX_dlt.dgn</i> )	25+25	1
Faglia ( <i>gXX_str.dgn</i> )	25+25	2
Erosione concentrata di fondo ( <i>gXX_mrf.dgn</i> )	25+25	7
Erosione spondale ( <i>gXX_mrf.dgn</i> )	0+25	7
Orlo di terrazzo ( <i>gXX_mrf.dgn</i> )	15+15	3
Rottura di pendio ( <i>gXX_mrf.dgn</i> )	15+15	3
Frana puntuale attiva ( <i>gXX_fra.dgn</i> )	r. 25	25
Frana puntuale quiescente ( <i>gXX_fra.dgn</i> )	r. 25	20
Conoide detritica puntuale ( <i>gXX_fra.dgn</i> )	r. 25	10
Ciglio di frana attivo ( <i>gXX_fra.dgn</i> )	25+25	10
Ciglio di frana quiescente ( <i>gXX_fra.dgn</i> )	25+25	2

**Tabella 2.8**

### Classi di suscettività al dissesto

La sommatoria dei pesi applicati alle singole classi è stata suddivisa in range per la definizione delle classi di suscettività al dissesto, come da Tabella 2.9.

CLASSE DI SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO	<i>sigla</i>	<i>range</i>
Molto bassa	Pg0	Pg0<7
Bassa	Pg1	7<=Pg1<14
Media	Pg2	14<=Pg2<20
Elevata	Pg3b	Pg3b>=20

**Tabella 2.9**

### Classi sovrainposte

In ottemperanza alle raccomandazioni della Regione Liguria ed in conformità con la Normativa del Piano, in considerazione del fatto che la Carta della suscettività al dissesto ha anche ricadute normative, sono state sovrainposte le classi elencate in Tabella 2.10.

Si precisa che alle aree speciali "cave attive, miniere attive e discariche in esercizio" non è stata attribuita alcuna classe di suscettività in quanto dette aree sono normate da specifici Piani di Settore; per quanto riguarda le altre aree speciali (es. ex cave, ecc.), la classe sovrainposta è stata resa "trasparente" per lasciare visibile anche la suscettività calcolata.

<b>CLASSE SOVRAIMPOSTA</b>	<b>Classe di suscettività</b>	<b>sigla</b>
Frana attiva	<b>Molto elevata</b>	<b>Pg4</b>
Frana quiescente	<b>elevata</b>	<b>Pg3a</b>
Frana relitta o stabilizzata	<b>elevata</b>	<b>Pg3b</b>
DGPV	<b>elevata</b>	<b>Pg3b</b>
Area a franosità diffusa attiva	<b>elevata</b>	<b>Pg3a</b>
Area a franosità diffusa quiescente	<b>elevata</b>	<b>Pg3b</b>
Frana superficiale – Soil Slip quiescente	<b>elevata</b>	<b>Pg3b</b>
Cave attive, miniere attive e discariche in esercizio	<b>Area speciale</b>	<b>Tipo A</b>
Ex cave, ex miniere	<b>Area speciale</b>	<b>Tipo B1</b>
Ex discariche e riporti antropici	<b>Area speciale</b>	<b>Tipo B2</b>

**Tabella 2.10**

### 3.2.2 Commento alla carta della suscettività al dissesto dei versanti

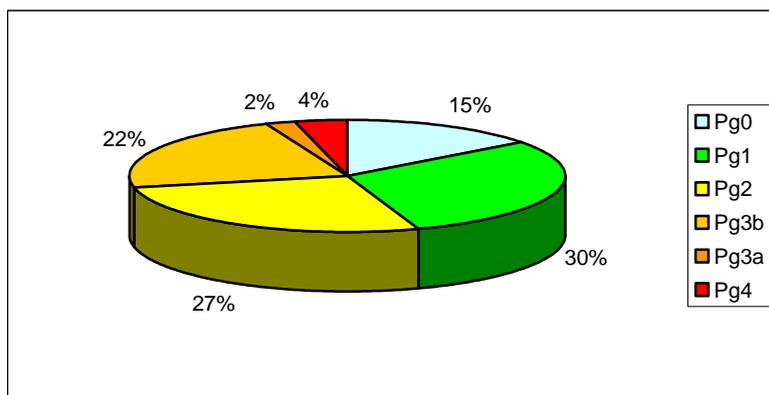
Il bacino del Torrente Chiaravagna è caratterizzato da una suscettività al dissesto bassa o molto bassa (circa il 45%), principalmente in quelle aree ad acclività estremamente ridotta e concentrate solitamente lungo la fascia costiera urbanizzata. Si riconoscono zone a suscettività al dissesto media (27%) distribuite equamente su tutto il territorio del bacino, principalmente in zone con acclività moderata, ad es. nel bacino del rio Ruscarolo.

Le zone che sono invece contraddistinte da classi di suscettività al dissesto alta, si concentrano principalmente nel bacino del fosso Bianchetta, come lungo il versante orientale del Monte Contessa e quello occidentale di Bric Teiolo, caratterizzati da rocce fortemente alterate e fratturate e dove sono concentrati un numero elevato di movimenti franosi. Altre zone a suscettività alta si riconoscono lungo la strada che collega Timone a case Tuio superiore, mentre nell'areale dell'ex-cava Serra, in sponda sinistra al Fosso Cassinelle, sono individuate tre frane attive.

La maggior parte delle frane attive sono individuate nel bacino del fosso Bianchetta, molte delle quali si sono verificate in conseguenza dell'evento alluvionale del 4/10/2010.

L'intero comprensorio delle cave attive o dismesse del monte Gazzo è caratterizzato dalla previsione di uno specifico programma di riqualificazione.

<b>Classi di suscettività al dissesto</b>	<b>Superficie in kmq</b>	<b>Superficie in %</b>
pg0	1,6	15
pg1	3,3	30
pg2	3,1	27
pg3b	2,4	22
pg3a	0,3	2
pg4	0,4	4
totale	11	100



### 3.2.3 Descrizione criticità dei dissesti geomorfologici

- **Località Case Tuio superiore (Intervento n°1)**

In località Case Tuio superiore, nell'area immediatamente ad ovest della discarica di Scarpino, sono presenti alcuni fenomeni franosi di ridotte dimensioni (frane n° 038018-038019-038020-038021-038022). Si tratta, principalmente, di "frane non cartografabili" innescatesi indicativamente nel 1994 e sono conseguenza di una cattiva regimazione delle acque.

- **Strada per Case Tuio inferiore (Intervento n°2)**

Lungo la strada carrabile non asfaltata che porta a Case Tuio inferiore, si riconosce una frana complessa attiva caratterizzata da crollo e scivolamento (frana n° 038017).

Tale movimento franoso risale al 1994 e coinvolge oltre alla coltre di copertura, il substrato roccioso costituito da serpentiniti altamente fessurate e fratturate nella porzione più superficiale.

- **Nord-est di Bric Barduso (Intervento n°3)**

A nord-est di Bric Barduso si riconosce una frana attiva di scivolamento di modeste dimensioni che si è attivata nel 1995 (frana n° 038044). Nell'area in oggetto non è ancora stato realizzato alcun intervento anche se si ritiene opportuno dover intervenire per ripristinare la stabilità della zona.

- **Bric dei Corvi Nord (Intervento n°4)**

Ad ovest di Bric dei Corvi Nord si riconosce una frana attiva complessa caratterizzata da crollo e scivolamento che si è attivata negli anni '70 (frana n° 038023). L'area si trova in prossimità della discarica di Scarpino lungo un affluente sinistro del Rio Cassinelle.

- **Cresta Timone (Intervento n°5)**

A valle della strada che porta a Case Tuio superiore è presente una frana attiva complessa caratterizzata da crollo del substrato roccioso alterato e conseguente scivolamento (frana n° 038061). La frana coinvolge una porzione di versante costituita da zone boscate ed arbusteto senza interessare però, ad oggi, la sede viaria.

- **Colletto** (Intervento n°6)

A monte della strada che porta a Colletto si riconosce una frana attiva complessa caratterizzata da crollo e scivolamento. Tale movimento franoso che coinvolge sia la coltre di copertura che il substrato roccioso intensamente fratturato ed alterato (frana n° 038046) si è innescato negli anni '90.

- **San Pietro ai Prati** (Intervento n°7)

Immediatamente a monte dell'abitato di San Pietro ai Prati sono presenti due frane attive di dimensioni estremamente ridotte (frana n° 038013 e 038014) che coinvolgono una porzione superficiale di coltre di copertura.

- **Bric Teiolo** (Interventi n°8-9-10-11)

Il settore di versante compreso tra Bric dei Corvi Nord e Bric Teiolo è interessato da diversi movimenti franosi attivi (ad esclusione della frana quiescente n°33 alla quale è riferito l'intervento n°038011), verificatisi negli anni '70 e caratterizzati da crollo e conseguente scivolamento del materiale detritico (frana n°038030-038031-038032, cui si riferiscono rispettivamente gli interventi n° 9-10 e 8).

- **Contessa** (Intervento n°12)

In Località Contessa si riconosce un movimento franoso verificatosi negli anni '70 e ad oggi quiescente di tipo complesso, caratterizzato dal crollo e conseguente scivolamento del materiale detritico. (frana n° 038028).

- **Contessa** (Intervento n°13)

In Località Contessa si riconosce un movimento franoso attivo di tipo complesso, caratterizzato dal crollo e conseguente scivolamento del materiale detritico. La frana in roccia si è attivata negli anni '70 e ad oggi non è ancora stata messa in sicurezza (frana n°038029); il substrato roccioso coinvolto nel dissesto si presenta spesso fratturato ed alterato nelle sue porzioni superficiali.

- **Contessa** (Intervento n°14)

In Località Contessa si riconosce un movimento franoso attivo di tipo complesso, caratterizzato dal crollo e conseguente scivolamento del materiale detritico. La frana in roccia si è originata negli anni '70 e si è poi aggravata durante l'evento alluvionale di ottobre 2010. E' stato realizzato un intervento di somma urgenza da parte del Comune di Genova che ha riguardato la rimozione del materiale detritico accumulatosi sulla sede viaria, un parziale disaggancio delle pareti rocciose ed un adeguamento del tombino stradale (frana n°038027). Il substrato roccioso serpentinitico coinvolto nel dissesto si presenta spesso fratturato ed alterato nelle sue porzioni superficiali. Tale evento alluvionale ha interessato anche la frana n° 038051, comportando un ulteriore intervento di somma urgenza.

- **Località Picozzino** (Intervento n°15)

In Località Picozzino si riconosce un movimento franoso attivo di scorrimento e scivolamento (frana n°038049): la frana, si sviluppa in una porzione di versante caratterizzata da arbusteti e zone boscate.

- **Monte Contessa** (intervento n°16)

A seguito dell'evento alluvionale del 4/10/2010 si verificarono due movimenti franosi (frana n° 038076 e 038055) che causarono l'interruzione del transito da e per la loc. Pian Gneo. Il Comune di Genova si attivò con interventi di somma urgenza, "ricostruendo" la sede stradale che era franata in alcuni tratti. E' necessario completare gli interventi.

- **Bric Teiolo** (Intervento n°17)

In prossimità di Bric Teiolo si riconosce una frana attiva che interessa una porzione di versante posta in sponda sinistra al Fosso Bianchetta. Tale movimento franoso innescatosi nel 1994 insiste su terreno prevalentemente incolto o boscato (frana n°038008).

- **Cassinelle** (Intervento n°18)

A Cassinelle si riconosce un ampio movimento franoso complesso quiescente.

Il fenomeno innescatosi negli anni '70 si sviluppa principalmente su un versante incolto o boscato e coinvolge solamente due piccoli manufatti escludendo però l'edificio di grosse dimensioni (frana n°03842).

- **Cassinelle** (Intervento n°19)

Tra il Fosso Cassinelle e l'omonimo abitato si imposta un corso d'acqua lungo le cui sponde si riconosce una frana complessa attiva caratterizzata da crollo e conseguente scivolamento del materiale sciolto (frana n°038047). Il movimento franoso innescatosi negli anni '70 interessa porzioni di versante incolto o con vegetazione rada.

- **Case Granella** (Intervento n°20)

In prossimità di Case Granella si riconoscono lungo il versante tre differenti movimenti franosi di scivolamento superficiale; quello di dimensioni maggiori, quiescente (frana n° 038011), risale agli anni '70 mentre le altre due frane (n°038007 e n°038010), non cartografabili in scala 1:10.000, sono attive ed innescatesi nel 1994.

L'area in esame, è caratterizzata da porzioni di versante boscate o incolte ed altre, più prossime alle abitazioni, sistemate a terrazze (frana stabilizzata)

- **Contessa** (intervento n°21)

In Località Contessa a monte della strada per Pian Gneo si riconosce un movimento franoso attivo di tipo complesso caratterizzato da crollo e successivo scivolamento del materiale detritico (frana 038025). La frana in oggetto attivatasi indicativamente negli anni '70 coinvolge una porzione di versante incolta e caratterizzata da un substrato roccioso fortemente alterato e fratturato nelle sue porzioni superficiali.

Poiché il settore in frana coinvolge anche la strada carrabile ed asfaltata si ritiene necessario programmare interventi di sistemazione dell'area.

- **Contessa** (intervento n°22)

In Località Contessa a monte della strada per Pian Gneo si riconosce un movimento franoso attivo di tipo complesso caratterizzato da crollo e successivo scivolamento del materiale detritico (frana 038026). La frana in oggetto attivatasi indicativamente negli anni '70, si è poi aggravata durante l'evento alluvionale di ottobre 2010 e coinvolge una porzione di versante incolta e caratterizzata da un substrato roccioso fortemente alterato e fratturato nelle sue porzioni superficiali.

Poiché il settore in frana coinvolge anche la strada carrabile ed asfaltata si ritiene necessario programmare interventi di sistemazione dell'area.

Tra l'autunno 2010 e l'inverno 2011 è stato completato un intervento, non di somma urgenza ma già programmato, di sistemazione passivo simile a reti paramassi, a difesa della viabilità comunale. E' stato realizzato anche un adeguamento del tombino stradale.

- **Nord di Case Gherfa** (intervento n°23)

A Nord di Case Gherfa, in sponda destra al Fosso Bianchetta si riconosce un movimento franoso attivo di crollo. La frana che insiste su una porzione di versante con vegetazione rada o assente, coinvolge il substrato roccioso serpentinitico altamente fessurato e fratturato nelle sue porzioni superficiali (frana n°038012). Il dissesto in oggetto risale indicativamente agli inizi degli anni '90

- **Strada Serra-Timone** (intervento n°24)

Lungo la strada che collega Serra a Timone si riconosce un grosso movimento franoso quiescente che coinvolge anche la strada carrabile (frana n°038084). All'interno di questa frana quiescente complessa sono individuate due porzioni attive, la cui attivazione è da far risalire agli anni '70, ma che nel corso dell'evento alluvionale del 4/10/2010 hanno subito un aggravamento coinvolgendo la strada carrabile. E' stato necessario un intervento di somma urgenza (frane n°038060 e 038003 ).

- **Nord di Casarossa** (intervento n°25)

Immediatamente a Nord dell'abitato di Casarossa si riconosce un movimento franoso attivo di scivolamento e scorrimento che si è innescato negli anni '70.

La frana, che coinvolge per lo più porzioni di versante boscate, interessa anche la strada comunale (frana n°038004).

- **Sud di Casarossa** (intervento n°26)

A Sud dell'abitato di Casarossa si riconosce un movimento franoso quiescente di scivolamento e scorrimento che si è innescato negli anni '70.

La frana, che coinvolge per lo più porzioni di versante boscate, interessa anche la strada comunale (frana n°038005).

- **Costa di Serra** (intervento n°27)

In prossimità di Costa di Serra si riconosce un movimento franoso attivo che risale agli anni '80 (frana n°038043). La frana di tipo complesso, interessa principalmente un versante con vegetazione rada.

- **Strada Serra-Timone** (intervento n°28)

Lungo la strada che collega Serra a Timone, poco prima di Casarossa, si riconosce un movimento franoso quiescente di scivolamento e scorrimento che si è innescato negli anni '70. La frana, che coinvolge per lo più porzioni di versante terrazzate e destinate a seminativi, interessa anche la strada comunale (frana n°038006).

- **Nord-ovest di Monte Spassoia** (intervento n°29)

A Nord di Monte Spassoia, a valle della strada asfaltata, si riconosce un movimento franoso attivo (frana n°038024). La frana, attivatasi negli anni '70, caratterizzata da crollo e conseguente scivolamento del materiale detritico, insiste su una porzione di pendio incolta o scarsamente vegetata.

- **Località Serra** (intervento n°30)

In Località Serra, in sponda sinistra al Fosso Cassinelle si trova una vecchia cava ormai dismessa mai sistemata ed interessata da diversi movimenti franosi attivi caratterizzati dal crollo e scivolamento del materiale proveniente dal fronte di cava (frana 038034A-B-C e D), oltre ad un intenso fenomeno di ruscellamento diffuso. Il piazzale dell'ex-cava è attualmente sede di un insediamento produttivo.

- **Bric dei Corvi (strada per Scarpino)** (intervento n°31)

In prossimità del Bric dei Corvi, lungo la strada che porta a Scarpino si riconoscono sul versante movimenti franosi di dimensioni ridotte e causati principalmente da ruscellamento diffuso. Le frane (frana n°038039-038040-038041-038059) sono da far risalire agli anni '90.

- **Via Panigaro (intervento n° 32)**

Durante l'evento alluvionale del 4/10/2010, si è verificato un piccolo colamento (frana n° 038070) che ha interessato una porzione di via Panigaro, in corrispondenza di un piccolo rivo senza nome, affluente sinistro del t. Chiaravagna. A causa delle dimensioni insufficienti dell'imbocco del tombino di via Panigaro, il materiale detritico misto ad arbusti ha invaso la sede stradale per poi rientrare nel rivo a valle della strada.

- **Fosso Battestu** (intervento n°33)

Lungo il Fosso Battestu, nel tratto a Nord della ferrovia Ovada – Genova, si riconoscono in sponda destra tre movimenti franosi, uno quiescente e due attivi (frana n°038036-038037-038038).

- **Presso Torre Sprinati** (intervento n°34)

Nei pressi di Torre Sprinati, a Nord del cimitero di Cornigliano, si riconosce un movimento franoso attivo caratterizzato da scorrimento e scivolamento (frana n°038035). Tale frana, che risale agli anni '80, è già stata in passato sistemata con la messa in posa di gabbioni, l'intervento però non risulta ad oggi sufficiente e deve essere completato.

- **Palazzo Doria – Sestri Ponente** (intervento n°35)

A Sestri Ponente, in prossimità di Palazzo Doria, si trova una vecchia cava ormai dismessa, si ritiene ad oggi di dover intervenire per la messa in sicurezza dei fronti.

- **Località Picozzino** (intervento n°36)

In prossimità di Località Picozzino, a valle della strada per Pian Gneo, si riconosce un movimento franoso attivo di tipo complesso (frana n° 038052); la frana, si sviluppa in una porzione di versante caratterizzata da arbusteti e zone boscate.

- **Località Timone** (intervento n°37)

Dopo il bivio per Timone, a valle della strada per San Pietro ai Prati, si riconosce un movimento franoso attivo di tipo complesso (frana n° 038050) caratterizzato da crollo e successivo scivolamento del materiale sciolto. La frana si sviluppa, nella porzione più a monte, coinvolgendo il substrato roccioso fratturato ed alterato nelle sue porzioni superficiali.

- **Via Cassinelle - loc. San Rocco** (intervento n°38)

Durante l'evento alluvionale del 4/10/2010, si è verificato un movimento franoso (frana n° 038071) che si è innescato dalla loc. San Rocco fino a raggiungere la loc. Panigaro, lungo il tracciato di un rivo senza nome, affluente sinistro del t. Chiaravagna. Tale colamento ha interessato vari tratti di via Cassinelle, impedendone il transito. A causa delle dimensioni insufficienti dell'imbocco di due differenti tombinature, si è verificato un accumulo di grosse dimensioni di materiale detritico misto ad arbusti in corrispondenza di alcuni edifici posti in loc. Panigaro. E' stato necessario un intervento di somma urgenza.

- **Zona ex-cava Conte (sponda destra)** (intervento n°39)

Durante l'evento alluvionale del 4/10/2010, si è verificato un movimento franoso (frana n° 038072) lungo il versante destro del t. Chiaravagna, in loc. Panigaro, innescatosi in corrispondenza di un tornante della pista di cantiere all'interno dell'ex-cava Conte e causato dalle infiltrazioni d'acqua superficiali provenienti dal versante sovrastante. Tale movimento è stato ulteriormente condizionato dall'erosione al piede da parte del t. Chiaravagna.

- **Zona ex-cava Conte (sponda sinistra)** (intervento n°40)

In via Panigaro, nella zona tra un edificio di civile abitazione e un edificio industriale, durante l'evento alluvionale del 4/10/2010 si verificò una frana (frana n° 038073). Il Comune di Genova realizzò un intervento di somma urgenza consistito in una barriera paramassi e nella pulizia del versante. Ad oggi (2012) il versante è già parzialmente rinverdito.

- **Loc. Serra** (intervento n°41)

In loc. Serra, in sponda destra del t. Chiaravagna, durante l'evento alluvionale del 4/10/2010 si verificò un fenomeno di debris flow (frana n° 038074) di dimensioni contenute, lungo un piccolo affluente destro de t. Chiaravagna.

- **A nord-ovest di loc. Timone** (intervento n°42)

A seguito dell'evento alluvionale del 4/10/2010 si verificò un movimento franoso (frana n° 038077) che causò l'interruzione del transito da e per le locc. San Pietro ai Prati e Colletto. Il Comune di Genova realizzò un intervento di somma urgenza posizionando una rete metallica sul versante a monte della strada e rifacendo il tombino stradale. Il tratto a valle della strada risulta ancora soggetto a fenomeni erosivi.

### **3.3 Problematiche di tipo idraulico (verifiche idrauliche ed aree inondabili)**

#### **3.3.1 Aree storicamente inondate**

Si può senz'altro affermare che, per la previsione degli eventi futuri e la tutela e la salvaguardia delle opere e delle vite umane, è indispensabile una "memoria storica" degli eventi già occorsi nel passato, accompagnata da una valutazione tecnica che ne elabori i dati riuscendo per quanto possibile a ricostruire la dinamica delle esondazioni, quantificandone i vari elementi dello scenario.

In altre parole, per la valutazione del rischio di inondazione e la vulnerabilità delle aree oggetto dell'indagine, è utilissimo conoscere gli eventi passati, cercando di scoprirne le cause, l'evoluzione e le conseguenze (danni).

Lo studio delle problematiche e la ricerca dei dati in merito alle aree soggette ad allagamenti in concomitanza di eventi meteorici di rilevante entità, si è articolata su due diversi percorsi che sono stati affrontati anche cronologicamente in successione l'uno rispetto all'altro.

Il primo ha riguardato la raccolta, di carattere più tecnico-scientifico, degli studi già effettuati e dei dati disponibili sull'argomento:

- studi effettuati per conto dell'Ufficio della Protezione Civile del Comune di Genova, specificamente mirato alla determinazione delle aree inondabili del territorio comunale urbanizzato (Stura S. e Rocchi F., 1987);
- uno studio commissionato alla Soc. MarConsult da un consorzio di Imprese <sup>11</sup>, in merito alla fattibilità di interventi di adeguamento della sezione di deflusso nell'asta terminale del t. Chiaravagna e del rio Ruscarolo (agosto 1992);
- la cartografia del Piano Urbanistico Comunale del Comune di Genova

Sono state inoltre esaminate testimonianze storiche su quotidiani (Il Secolo XIX, Il Lavoro, La Gazzetta di Genova, La Gazzetta di Sestri Ponente), e pubblicazioni particolari edite in concomitanza con gli eventi alluvionali occorsi negli ultimi 50 anni.

Il secondo tipo di ricerca ha riguardato la raccolta di testimonianze dirette, in particolare modo nei siti individuati dall'analisi precedente, al fine di riuscire, per quanto possibile, a ricostruire la "dinamica" dei singoli eventi, oltre che per verificare la veridicità di talune affermazioni.

In qualche caso è stato possibile acquisire materiale tecnico, quali fotografie, relazioni riguardanti perizie e richieste di danni subiti da privati, aziende e artigiani; in altri casi le testimonianze che sono state raccolte erano solo di carattere orale.

E' appena il caso di ricordare che entrambe le tipologie di indagine sono state accompagnate da frequenti sopralluoghi e visite in situ.

La raccolta dei dati, sopra descritta, ha permesso di perimetrare una serie di aree, per lo più limitrofe alle aste dei corsi d'acqua, in corrispondenza delle quali sono occorsi nel passato - in alcuni casi anche ripetutamente - eventi alluvionali di una certa entità, che hanno causato danni ingenti alle cose e forti disagi alle persone.

La maggior parte di tali allagamenti sono da imputarsi alla tracimazione della portata di piena al di sopra degli argini e dei ponti o allo scavalco e, talvolta, al crollo degli stessi.

Di seguito vengono analizzate le diverse aree cartografate nelle tavole allegate, indicando, per ciascuna quando possibile, le date alle quali si è verificato l'allagamento e le modalità e le caratteristiche del fenomeno.

### **3.3.1.1 Evento meteo del 4 ottobre 2010**

L'evento meteorologico che ha interessato la regione il 4 ottobre 2010 ha fatto registrare piogge con quantitativi particolarmente elevati sulle brevi durate ed intensità eccezionali sulle brevissime durate. Le precipitazioni più copiose si sono avute nelle prime ore del 4 ottobre sul Ponente e successivamente tra la mattinata ed il primo pomeriggio dello stesso giorno, sull'area genovese. Le cumulate su 6 ore hanno raggiunto localmente i 400 mm (Monte Gazzo) facendo registrare intensità straordinarie (Pero: 20mm in 5 minuti, Monte Gazzo: 140mm/ora).

Tali precipitazioni sono riconducibili alla formazione di intensi sistemi autorigeneranti (MCS) dovuti ad una configurazione favorevole ad una forte convergenza tra Sud e Sud-Est che ha insistito sul centro della regione, in particolare al confine tra le province di Genova e Savona. Il conseguente innalzamento dei livelli idrici dei corsi d'acqua è stato particolarmente

---

<sup>11</sup> Aeroporto di Genova S.p.A., ELSAG S.p.A., ILVA S.p.A., Rinaldo Piaggio S.p.A., Savio S.p.A.

significativo: si sono verificate esondazioni e danni consistenti sulle province di Genova e Savona. I torrenti usciti dagli argini nell'area genovese sono stati quattro: Chiaravagna, Cantarena, Torbella e Molinassi. Si rimanda alla Carta delle aree inondabili e delle aree storicamente inondate per il dettaglio delle zone colpite.

Al fine di attribuire un tempo di ritorno anche all'evento di piena, necessario per mappare correttamente le aree inondate, è stato ricostruito idrologicamente l'evento alluvionale tramite il metodo dell'evento critico, come riportato nei criteri regionali approvati con DGR 357/2008.

La durata critica per il bacino del Chiaravagna chiuso a valle della confluenza con il Ruscarolo risulta pari a circa 1,2 ore: per tale durata di pioggia il modello afflussi deflussi, impostato sulla base dei parametri estratti dal Piano di bacino, sollecitato con la pioggia registrata a Monte Gazzo, restituisce una portata al colmo pari a  $217 \text{ m}^3/\text{s}$ , corrispondente a un tempo di ritorno poco superiore ai 100 anni, valutato tramite la curva di crescita riportata nei criteri regionali.

Tale curva è differente rispetto a quella adottata nella modellazione idrologica del presente Piano e pertanto non risulta appropriato un confronto diretto con le portate di Piano al fine di attribuire il tempo di ritorno all'evento.

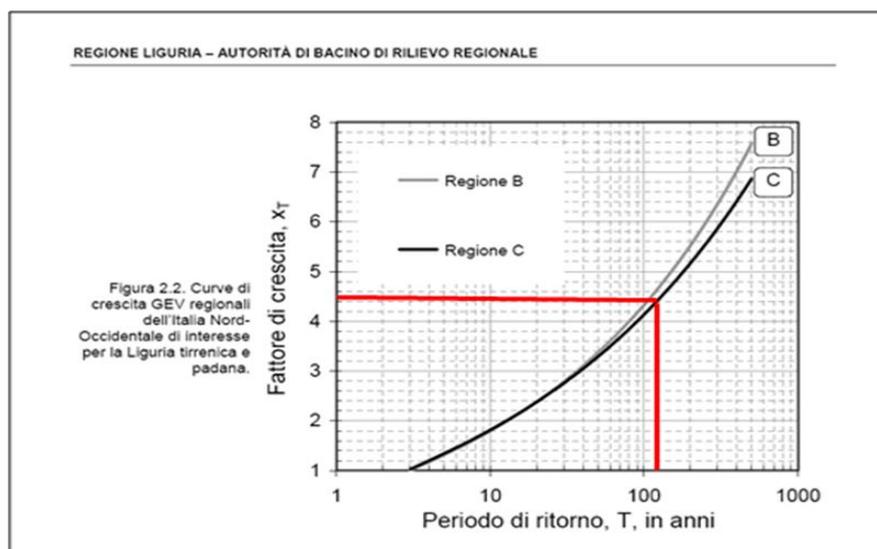


Figura 1: curva di crescita regionale

In ogni caso, appare utile evidenziare, a supporto della validità del procedimento seguito, che la portata con tempo di ritorno duecentennale stimata con lo stesso metodo risulta pari a  $253 \text{ m}^3/\text{s}$ , rispetto ai  $257 \text{ m}^3/\text{s}$  individuati dal piano di bacino per la stessa sezione di chiusura C2 e pertanto non vengono messi in dubbio i valori della portata di progetto individuati nel Piano.

Successivamente è stata sviluppata un'analisi idraulica a posteriori tramite modello realizzato con Hec-Ras in moto permanente e con l'inserimento degli stramazzi laterali per simulare le zone di esondazione; viene sostanzialmente confermato, in linea di massima, lo scenario di allagamento che si è verificato il 4 ottobre, con tirante dell'ordine di 1,5 m in via

Chiaravagna a monte del palazzo di via Giotto e superamento del ponte inclinato di via Chiaravagna con tiranti dell'ordine di 1,0 m.

Pertanto le aree interessate dall'evento del 4 ottobre 2010 verranno ricomprese, nella Carta delle fasce di inondabilità, all'interno della fascia B.

Infine si precisa che è in fase di affidamento da parte dell'Amministrazione provinciale un incarico di approfondimento finalizzato alla ricostruzione dell'evento alluvionale dell'ottobre 2010 volto, in particolare, all'analisi degli effetti del trasporto solido, sia flottante che sul fondo, sul deflusso della portata ed alla tendenza al deposito o erosione del fondo; gli esiti di tale studio saranno recepiti nei successivi aggiornamenti del Piano.

### **3.3.1.2 Rio Bianchetta a valle della località Fornace**

La strada che percorre la sponda destra sino al gruppo di case sparse (case Carugo) risulta molto bassa rispetto all'alveo del rivo, costituendo tra l'altro la parte esterna della curva: non sono presenti arginature, né opere di regimazione del corso d'acqua. In questo caso in concomitanza con eventi di non eccezionale entità la sede stradale è stata sommersa e danneggiata.

I danni accertati non sono stati di entità rilevante, ad eccezione di erosioni e scorticamenti del piano viabile di sponda, imputabili al materiale solido (ciottoli) trascinato dalla corrente. L'acqua ha percorso per un breve tratto la strada, rientrando poi nell'alveo più a valle.

### **3.3.1.3 Rio Bianchetta in prossimità del bivio tra via Gneo e via monte Timone**

Anche in questo caso la strada che corre adiacente al corso d'acqua in sponda sinistra ne occupa per buona parte l'alveo naturale, restringendone in maniera sostanziale la sezione di deflusso. Durante i nubifragi del 23 settembre 1992 e 27 settembre 1993 la strada, allora molto più bassa di quella attuale, è stata invasa dall'acqua, in parte erosa e scalzata.

Nel 1994 la sede stradale è stata sopraelevata ed asfaltata e non sembra che sia stata più oggetto di fenomeni di esondazione.

### **3.3.1.4 Torrente Chiaravagna in località Panigaro**

Alcuni eventi localizzati di esondazioni sono stati registrati, nell'ottobre del 1970 in prossimità della confluenza tra il rio Cassinelle ed il rio Bianchetta, con conseguente allagamento dei piazzali di accesso delle cave, per un totale di circa 0,4 ha.

La copertura "Rusca" è dotata a valle di una rampa in cls., asservita all'accesso della stessa: tale manufatto risale sino alla quota del piano stradale collegandosi direttamente ad esso (vedi Catasto Opere Idrauliche scheda n° CH CH 040 TB 05). Proprio questa rampa è stata causa negli ultimi anni di fuoriuscite della portata di piena dal letto del torrente, con conseguente invasione della sede stradale in sponda sinistra (via Chiaravagna) per un tratto di circa 400 m, sino alla curva brusca verso sinistra, sotto le cave di dolomia del Monte Gazzo.

L'inondazione della sede stradale ha comportato l'allagamento di alcuni scantinati dei civici affacciati.

Oltre a ciò, è risultata area soggetta ad inondazioni una piccola porzione di terreno intorno ad una casa sulla sponda destra, in corrispondenza di una passerella pedonale metallica

(C.O.I. scheda n° CH CH 037 PT 23). Su quest'ultima area i livelli dell'acqua registrati sono stati rilevanti (circa 1 m).

### **3.3.1.5 Torrente Chiaravagna in località Carlineo**

Immediatamente a valle dell'attraversamento del viadotto ferroviario il torrente Chiaravagna si allarga e diminuisce bruscamente la propria pendenza media, assumendo un aspetto più "tranquillo", almeno in apparenza.

In prossimità della passerella pedonale "Carlineo" (C.O.I. scheda n° CH CH 028 PT 17), mentre la sponda destra, che costituisce l'esterno della curva che in tale tratto compie il torrente, è interamente arginata, a protezione della strada, la sponda sinistra si trova invece occupata da una zona golenale rialzata di poco più di un metro rispetto all'alveo di magra, sulla quale è sorta una costruzione su tre piani, che oggi risulta abbandonata: tale zona durante l'alluvione del 1970 è andata interamente sommersa. L'abitazione a oggi (2004) è stata demolita.

### **3.3.1.6 Torrente Chiaravagna dal ponte di Via Chiaravagna sino alla foce**

A valle della passerella di via Vittorio Leonardi l'alveo del torrente si restringe bruscamente da circa 40 m a poco meno di 20 m. La presenza successiva del ponte obliquo di via Chiaravagna e della copertura di via Giotto, contestualmente alla sezione ristretta, sono causa di innalzamenti del pelo libero che hanno innescato in passato numerosi casi di inondazione soprattutto in corrispondenza dell'argine in sponda sinistra a monte della copertura dell'incrocio tra via Giotto e via Chiaravagna. In tale zona infatti la quota della sede stradale risulta appena 2,50 m sopra il livello medio dell'alveo.

A valle di tale zona il torrente Chiaravagna riceve l'apporto da sinistra del rio Ruscarolo: tale confluenza avviene al di sotto della copertura dello stabilimento "ELSAG". Il successivo tratto di alveo è interamente arginato. Il rigurgito causato dalla presenza dei ponti ferroviari, un tempo bassissimi rispetto al fondo dell'alveo (la luce libera di deflusso era poco superiore al metro!), si risente verso monte, ha allagato i capannoni che, in passato, stringevano il corso d'acqua. La fascia di area inondata si è estesa, in passato, anche alle vie Hermada, Ciro Menotti e Giacomo Puccini: gli stabilimenti industriali in sponda destra sono stati invasi dalle acque anche per l'effetto del "canale" che si instaurava sulla sede stradale, divenuta una via preferenziale di scorrimento dell'acqua esondata a monte.

Anche la sede ferroviaria della linea Genova Ventimiglia è stata in parte allagata sia nel novembre 1951, che nell'ottobre 1970.

Le aree soggette ad inondazione del centro di Sestri Ponente risentono, oltreché del torrente Chiaravagna, anche delle piene del torrente Cantarena, a ponente, che risulta tombinato a valle di via Cerruti, con una sezione che, secondo studi recenti, è stata giudicata sufficiente a consentire il deflusso di portate con tempo di ritorno di appena 5 anni.

Per quanto riguarda la sponda sinistra gli allagamenti sono imputabili ad una serie di fattori concomitanti, tra i quali:

- la pendenza delle strade (via Giotto in particolare) accentua la tendenza alla confluenza verso valle delle acque tracimate più a monte;

- l'insufficienza del sistema di smaltimento delle acque fognarie bianche, in particolare del collettore di via Siffredi;
- la presenza di un esteso versante acclive densamente urbanizzato e con una disciplina delle acque assolutamente inadeguata, che incombe sull'area di cui trattasi;
- la convergenza di due rivi che si innestano bruscamente nel tratto pianeggiante con opere di copertura inadatte a contenere portate aventi tempi di ritorno (gradi di rischio) accettabili.

### **3.3.1.7 Rio Negrone e rio Senza Nome in prossimità di via Angelo Siffredi**

Il rio Negrone è tombinato nella parte alta del suo corso (a quota 70 m s.l.m.), in prossimità di un tornante di una strada poderale: in tale punto si sono manifestate tracimazioni con conseguente scorrimento sulla strada stessa, che, funzionando come "letto artificiale", ha permesso alla corrente di giungere sino al campo sportivo sito nella parte alta di via dell'Acciaio. Questa via è spesso diventata - e sovente è ancora - un vero e proprio torrente, il quale, coadiuvato dalla forte pendenza, dalla poca resistenza che offre il fondo asfaltato e dalla assoluta mancanza di collettori fognari che ne imbriglino l'irruenza, percorre tutto il tratto sino al tornante, in corrispondenza del quale per effetto centrifugo, abbandona la strada e ritorna nell'alveo sottostante, creando ancora inondazione nel piazzale adiacente e degradando in maniera pesante il manto asfaltato, oltre ai cordoli e i muretti di contenimento della sede stradale. Il tratto successivo, interamente tombinato al di sotto di via Siffredi, in passato è andato verosimilmente in pressione.

Il rio Senza Nome nasce dalla collina di Erzelli, in corrispondenza dell'arrivo sul piazzale della salita Campasso di San Nicola, che funziona da "scarico" di buona parte dell'area pavimentata che ospita containers, quando questa si allaga. Dopo un percorso in parte a cielo aperto ed in parte tombinato giunge a tergo dello stabilimento "Marconi", in corrispondenza del quale si immette, con un brusco cambio di pendenza, in un tombino di dimensioni insufficienti a contenere la portata di piena con un margine di rischio accettabile. Il collettore che ne segue è spesso stato causa (in particolare modo nel 1970, nel 1993 e 1994) di ingentissimi danni alle aziende con le quali interferisce, sia per messa in pressione e conseguente traboccamento dei chiusini, sia per allagamento indotto delle acque di scolo provenienti da zone limitrofe.

Ad oggi, il completamento dei lavori di messa in sicurezza dei rivi assicura, secondo la Relazione idraulica allegata al progetto, il transito della portata duecentennale "con franco di oltre 1 m".

### **3.3.1.8 Rio Ruscarolo tra la confluenza con il rio Borzoli e quella con il rio Fossa dei Lupi**

Il rio Borzoli, affluente di destra del rio Ruscarolo, dopo un tratto tombinato (CH BZ 099 TB 02) sotto la zona urbanizzata di via Cristo di Marmo e via P. Leva, percorre un tratto all'aperto interamente plateato "a cunettone", lungo il quale la corrente acquista un forte carico cinetico. A valle di tale tratto il sottopasso della ferrovia è costituito da un tombino, a volta in muratura e mattoni di dimensioni ristrette (CH BZ 095 TB 01), che costituisce un vero e proprio "tappo" al deflusso, causando quindi una forte sopraelevazione del pelo libero a monte: l'esondazione che ne è derivata ha lambito il piano del ferro, causando, l'8 ottobre 1970 l'interruzione della linea Genova - Ovada - Acqui.

Il rio Ruscarolo a valle della confluenza con il rio Borzoli percorre un tratto in curva in cui la sponda sinistra è costituita da un argine in c.a. molto alto, mentre la sponda destra è protetta da un argine in c.a. di modeste dimensioni, al di sopra del quale esiste una piccola ripa naturale coltivata ad orti: questa piccola porzione di terreno è stata in passato invasa dalle acque.

La zona più critica è costituita invece dal nodo di confluenza tra il rio Ruscarolo e il rio Fossa dei Lupi, in prossimità del cimitero di Borzoli. Qui la problematicità della confluenza stessa è aggravata dalla presenza di un manufatto in cls, contenente presumibilmente le tubazioni dell'oleodotto di proprietà della SNAM, che attraversa l'alveo occludendone per l'80 % la sezione di deflusso. L'altezza libera sotto l'intradosso del ponte è di soli 80 cm. Tutto ciò ha causato frequenti fenomeni di inondazione di forte entità nella zona, che tuttavia, considerata la conformazione piuttosto incassata del sito, sono rimasti localizzati e limitati all'area di pertinenza della SNAM, in sponda destra.

### **3.3.1.9 Zona di confluenza tra il fosso Battestu ed il rio Ruscarolo**

A valle della copertura del campo sportivo di Borzoli e della Scuola Edile, il Ruscarolo scorre in adiacenza a via Borzoli sino ad incontrare il fosso Battestu: tale tratto è caratterizzato in sponda destra dalla presenza di un piazzale usato come deposito di auto da un demolitore. L'intera area è stata in passato oggetto di inondazioni, con conseguente pericolo di crollo delle "cataste" di automobili e trasporto delle stesse in alveo; considerata la presenza a valle di ponti e coperture di dimensioni ristrette i rischi che ne derivano sono facili da immaginare.

Il secondo imputato di tale "processo" è il fosso Battestu che nel tratto di interesse, a valle della linea ferroviaria, ha una sezione insufficiente a smaltire piene ricorrenti: l'argine in sponda sinistra è costituito da muretti a secco spesso in pessimo stato e in alcuni punti crollati, quello in sponda destra è costituito dal muro di separazione con l'area occupata da alcune attività imprenditoriali (Centro del Ponente), che, almeno nella parte iniziale, risulta assolutamente inadeguato a contenere i livelli di piena. L'intera area per un totale di circa 2 ha è frequentemente oggetto di inondazioni.

Entrambi i corsi d'acqua sono stati oggetto di rilevanti interventi di sistemazione idraulica che, ad oggi, garantiscono il deflusso della portata cinquecentennale con franco adeguato.

### **3.3.1.10 Rio Ruscarolo a valle della confluenza con il fosso Battestu sino all'attraversamento autostradale**

A valle della confluenza con il fosso Battestu e con il rio Zoagli, il percorso del rio Ruscarolo si fa tortuoso e frequentemente interrotto dalla presenza di manufatti di attraversamento di dimensioni spesso inadeguate al deflusso delle portate di piena. In particolare il corso d'acqua compie un violento gomito a 90° verso sinistra all'altezza del mobilificio Bodrato, a cui segue un'altra brusco cambio di direzione verso destra, a valle del ponte di via Borzoli (CH RS 070 PT 11). Tutta la zona compresa tra le confluenze suddette ed il viadotto autostradale per una fascia di larghezza media pari a 35 (40 m sulla sponda destra e sinistra del rio Ruscarolo) è stata, in occasioni diverse, soggetta negli anni scorsi ad allagamenti per effetto di tracimazione del rio sulla sede stradale di sponda. Le attività produttive su entrambe le sponde del Ruscarolo hanno subito ingenti danni, così come le case di civile abitazione raggruppate in mezzo alla doppia curva sopra ricordata. La situazione in questo caso è

aggravata dalla presenza di un ingente ruscellamento superficiale proveniente dal soprastante costone che separa il bacino del Ruscarolo da quello del Chiaravagna.

### **3.3.1.11 Rio Ruscarolo a valle dell'attraversamento autostradale sino allo sbocco nel torrente Chiaravagna**

Il primo tratto, sino al passo Ruscarolo, dopo aver ricevuto il contributo di un piccolo impluvio da sinistra evolve in maniera tortuosa tra manufatti ad uso produttivo, alcuni dei quali fatiscenti. Gli operatori di tali attività hanno testimoniato come ancora nel 1993 abbiano subito allagamenti di forte entità imputabili da una parte all'alto livello del rio Ruscarolo in piena che impediva lo scarico delle fognature e dall'altro, in maniera molto maggiore, dall'ingresso dell'acqua che correva sulla sede stradale di Via Borzoli. Per i capannoni siti sulla sponda sinistra invece la causa maggiore degli allagamenti è stata l'ingente quantità d'acqua riversata in maniera "incontrollata" dal versante soprastante, dominato dal piazzale di Erzelli e dal cimitero di Coronata. A valle di passo Ruscarolo è risultata area inondata la piazza S. Nicolò da Tolentino ed il piazzale oggi adibito a parcheggio, a valle dei giardini Cassiani.

## **3.3.2 Verifiche Idrauliche**

L'obiettivo primario delle verifiche effettuate è stato quello di determinare il livello di criticità idraulica complessiva dei tratti esaminati, pertanto, pur mantenendo un elevato livello d'affidabilità, esse rivestono carattere qualitativo, finalizzato alla sola pianificazione di bacino.

Per ciascun tratto è stata effettuata una verifica idraulica di tipo globale con i tre valori di portata di massima piena 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale.

Per quanto riguarda le caratteristiche dimensionali dell'alveo e dei manufatti con esso interferenti, si è fatto riferimento ad una serie di rilievi topografici, effettuati da diversi Enti o soggetti proponenti, nell'ambito di studi (pianificazione territoriale, simulazioni idrauliche, esperienze su modello fisico, ecc.) e progetti (viabilità spondale, manufatti d'attraversamento, opere idrauliche, ecc.), nel corso degli ultimi anni.

Tali rilievi sono stati integrati con ulteriori informazioni estratte:

- dalla cartografia C.T.R. esistente in scala 1:5.000;
- dal rilievo del Genio Civile in scala 1:1.000;
- dalla Cartografia Tecnica Comunale in scala 1:1000;
- dai rilievi effettuati da vari studi per la sistemazione delle aste terminali, in particolare, COCIV per il terzo valico e Comune di Genova per il progetto di sistemazione del tratto terminale del T. Chiaravagna;
- da rilievi topografici eseguiti in proprio.

### **3.3.2.1 Metodologie di calcolo**

Le verifiche idrauliche dei vari tronchi d'alveo esaminati sono state condotte secondo un modello monodimensionale in moto permanente, gradualmente variato.

Il tratto a valle del ponte autostradale del torrente Chiaravagna è stato invece indagato con un modello idraulico bidimensionale, che ha permesso l'individuazione di tiranti e velocità nelle aree inondabili.

Di seguito sono brevemente descritte le diverse metodologie di calcolo utilizzate.

### Verifiche monodimensionali

Le verifiche idrauliche di tipo globale sono state effettuate mediante l'ausilio di un *software*<sup>12</sup> per il calcolo dell'andamento dei profili di rigurgito in moto permanente gradualmente variato in alvei naturali o canali artificiali che consente anche la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombinature, briglie, stramazzi, aree golenali, ecc.

La determinazione del profilo teorico è ottenuta tramite l'applicazione del cosiddetto *Standard step method* che si basa sulla semplice equazione mono-dimensionale del contenuto energetico della corrente:

$$H_1 - H_2 = h_f + h_e$$

dove  $H_1[m]$  ed  $H_2[m]$  sono i carichi totali della corrente nelle sezioni di monte e di valle del tronco d'alveo considerato,  $h_f[m]$  sono le perdite di carico dovute all'attrito del fondo e delle sponde mentre  $h_e[m]$  è un termine che tiene conto degli effetti dovuti alla non cilindricità della corrente.

In particolare  $h_f$  dipende principalmente dalla scabrezza del tratto d'alveo considerato ed è esprimibile come:

$$h_f = j_f \cdot L$$

con  $j_f$  pendenza motrice nel tratto di lunghezza  $L[m]$ .

Il calcolo di  $j_f$  è effettuabile con diverse formulazioni in funzione della pendenza motrice  $J$  in corrispondenza delle sezioni d'inizio e fine di ciascun tratto.

Il calcolo del termine  $J$  nella singola sezione è effettuato mediante la:

$$J = \left[ \frac{Q}{K} \right]^2$$

dove  $Q[mc/s]$  è la portata di calcolo e  $K$  (denominato *conveyance*) è ricavabile attraverso la seguente espressione:

$$K = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}}$$

dove  $A[mq]$  l'area della sezione liquida,  $R[m]$  il raggio idraulico e  $n[m^{-1/3} s]$  è il parametro rappresentativo della scabrezza del fondo e delle sponde di Manning.

Il valore del coefficiente  $n$  è determinato secondo la procedura sviluppata da Cowan selezionando le caratteristiche più rilevanti ai fini della quantificazione dell'indice di resistenza.

In particolare, vista la natura e le caratteristiche dei corsi d'acqua in studio, si sono considerati come parametri preminenti il materiale del fondo alveo e delle sponde, l'irregolarità del fondo alveo e le variazioni della forma e delle dimensioni delle sezioni.

Ai fini del calcolo in tutte le verifiche è stato assunto un valore del coefficiente  $n$  pari a 0.03, corrispondente alla situazione di alveo naturale con presenza di ciottoli e ghiaia, sezioni di forma sostanzialmente regolare, presenza di ostruzioni in alveo quali pile di ponti, basamenti di tralicci ecc., scarsa presenza di vegetazione, andamento meandriforme non apprezzabile.

Il termine  $h_e$  dipende invece dalla variazione del carico cinetico della corrente tra le sezioni 1 e 2 dovuta al cambio di geometria delle sezioni stesse ed è a sua volta esprimibile come:

$$h_e = \beta \cdot \left| \alpha_1 \cdot \frac{V_1^2}{2 \cdot g} - \alpha_2 \cdot \frac{V_2^2}{2 \cdot g} \right|$$

---

<sup>12</sup> HEC-RAS 3.1.1, Hydrologic Engineering Center – U.S. Army Corps of Engineers

dove  $\beta$  è un coefficiente di contrazione o espansione dipendente dalle condizioni geometriche del tratto considerato,  $V_1$  e  $V_2$  [m/s] sono i valori delle velocità medie agli estremi del tronco e  $\alpha_1$  e  $\alpha_2$  sono i coefficienti correttivi dell'energia cinetica.

Il modello consente di suddividere la sezione in più zone in cui assegnare un valore diverso del parametro  $n$  di scabrezza; in particolare è possibile individuare tre zone principali: quella centrale dell'alveo inciso (denominata *main channel*) e due zone laterali golenali (denominate *right and left overbanks*).

Il programma consente la simulazione del deflusso attraverso ponti e tombinature (*culvert*) mediante la loro schematizzazione geometrica (impalcato, pile, setti, ecc.).

La procedura di calcolo utilizzata consente di simulare il deflusso a pelo libero al di sotto dell'impalcato, il deflusso in pressione al di sotto dell'impalcato e la combinazione del deflusso in pressione e del deflusso con scavalco dell'impalcato stesso (funzionamento a stramazzo).

Per il deflusso a pelo libero il modello utilizza il metodo dei momenti (*Momentum Balance*) che consiste nell'uguagliare i momenti fra la sezione di monte e di valle del manufatto attraverso tre passi successivi:

1) tra sezione esterna di valle (sezione 2) e sezione interna di valle (sezione D):

$$(my)_D + (mq)_D = (my)_2 - (my)_p + (mq)_2 + F_f - W_x$$

2) tra sezione interna di valle (sezione D) e sezione interna di monte (sezione U):

$$(my)_U + (mq)_U = (my)_D + (mq)_D + F_f - W_x$$

3) tra sezione interna di monte (sezione U) e sezione esterna di monte (sezione 1):

$$(my)_1 + (mq)_1 = (my)_U + (mq)_U + (my)_p + \frac{1}{2} \cdot C_D \cdot \left( \frac{Ap_1}{A_1} \right) \cdot (mq)_1 + F_f - W_x$$

avendo indicato con:

$my = A \cdot Y$  = prodotto dell'area per la distanza verticale tra il pelo libero e il centro di gravità delle sezioni di deflusso.

$$mq = \frac{Q^2}{g \cdot A}$$

$C_D$  = coefficiente di "drag" variabile in funzione della forma delle pile.

$F_f$  = forza dovuta all'attrito sul fondo e sulle pareti.

$W_x$  = forza peso nella direzione del flusso.

$p$  = pedice di riferimento della sola sezione bagnata delle pile.

Il funzionamento in pressione è simulato mediante la formulazione propria dell'efflusso da luce:

$$Q = C \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

dove  $Q$  [mc/s] è la portata defluita attraverso la luce di area  $A$  [mq],  $H$  [m] è il dislivello tra il carico totale di monte ed il pelo libero a valle e  $C$  è il cosiddetto coefficiente di efflusso.

Il programma prevede la messa in pressione della struttura quando, secondo la scelta dell'utente, il carico totale o la quota del pelo libero risultano superiori alla quota dell'intradosso dell'impalcato.

Il funzionamento a stramazzo è simulato attraverso la formulazione standard:

$$Q = C \cdot L \cdot H^{\frac{3}{2}}$$

dove  $Q[mc/s]$  è la portata defluita sulla soglia di larghezza  $L[m]$  e  $H[m]$  è il dislivello tra il carico totale di monte e la quota della soglia e  $C$  è il coefficiente di efflusso, variabile in funzione del tipo di stramazzo e del carico sopra la soglia.

Nel caso di funzionamento combinato di moto in pressione con scavalco del ponte (stramazzo) l'entità delle portate stramazze e defluite al di sotto dell'impalcato viene determinata attraverso una procedura iterativa combinando le equazioni che regolano i due fenomeni.

Alla base dei calcoli si è assunto un valore del coefficiente  $k_S$  variabile in funzione della tipologia degli alvei, delle caratteristiche del fondo (geometria e granulometria dei sedimenti) e dello stato di pulizia e manutenzione previsto. Sono pertanto stati adottati valori di  $k_S$  variabili in funzione delle caratteristiche locali degli alvei:

CARATTERISTICHE ALVEO	ESEMPIO	$k_S$ $m^{1/3} s^{-1}$
Alvei irregolari, fortemente dissestati, con presenza di massi e salti di fondo.	rio Cassinelle, rio Bianchetta.	25
Alvei con ciottoli, ricchi di vegetazione, con fondo regolare.	rio Ruscarolo a Borzoli.	28
Alvei naturali regolari con fondo in ciottoli e ghiaia, liberi da vegetazione a fusto rigido.	torrente Chiaravagna a valle dell'autostrada.	30
Tratti plateati o tominati con scatolari chiusi o con fondo regolare sabbioso e privo di vegetazione.	rio Ruscarolo nel tratto coperto o torrente Chiaravagna alla foce	40

### Modello idraulico bidimensionale

Il modello idrodinamico utilizzato è basato sul codice di calcolo MIKE FLOOD del Danish Hydraulic Institute. Tale modello combina dinamicamente l'approccio monodimensionale e quello bidimensionale. Gli alvei dei corsi d'acqua sono stati modellati con approccio monodimensionale attraverso l'inserimento delle sezioni trasversali disponibili, comprensive delle geometrie dei ponti interferenti con il deflusso di piena.

Gli alvei sono stati poi collegati dinamicamente alle aree laterali inondabili, sia in sponda destra che in sponda sinistra, mediante speciali funzioni di MIKE FLOOD, nel rispetto delle reali quote di sponda. La modellazione accurata della dinamica di piena, effettuata con approccio bidimensionale, è stata estesa all'intera zona in esame, sia in sponda destra che in sponda sinistra, rappresentata mediante un modello del terreno a celle quadrate, contenente gli edifici e tutte le strutture in grado di avere effetto nella propagazione della piena stessa sul territorio.

Per quanto concerne le modellazioni in alveo, i risultati delle simulazioni condotte sono forniti sotto forma di profili longitudinali di livello e tabelle contenenti i principali parametri idraulici sezione per sezione. Relativamente alle aree inondate, invece, i risultati ottenuti sono

forniti sotto forma di mappe di tiranti idrici e velocità di scorrimento riferite ai loro valori massimi e a diversi momenti della piena.

Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione tecnica dello studio di approfondimento, allegata al Piano

### **3.3.3 Aree inondabili**

La mappatura delle aree inondabili è attività complessa ed articolata che mira a simulare la propagazione dei volumi d'acqua esondati sulle aree prossime al corso d'acqua interessato e, seppur sviluppata attraverso metodologie "semplificate" che non si avvalgono di modelli matematici sofisticati di propagazione dei volumi esondati, deve comunque prefigurare scenari di evento in grado di definire le possibili dinamiche d'inondazione.

Per la redazione della carta delle aree inondabili si è fatto riferimento ai risultati delle già citate verifiche idrauliche, come meglio descritti nei paragrafi successivi, individuando, per ogni sezione o tratto d'argine soggetto ad esondazione, la relativa area di influenza attraverso il confronto fra la quota del pelo libero e le quote della viabilità e delle aree circostanti, applicando i franchi idraulici previsti dalla normativa.

Pertanto, a titolo di esempio, si evidenzia come tratti tombinati con correnti molto veloci – e quindi con elevato carico cinetico – possono comportare aree inondabili anche se il pelo libero risulta contenuto dalle sponde.

Ai fini dell'interpretazione dei risultati va sottolineato che la metodologia semplificata applicata è da considerarsi cautelativa in quanto non tiene conto degli effetti di laminazione dell'alveo e delle aree inondate e degli effetti dovuti alla propagazione del relativo idrogramma di piena.

Pertanto la mappatura effettuata consente l'individuazione dell'involuppo delle aree potenzialmente interessate da fenomeni di inondazione durante eventi di piena con tempo di ritorno assegnato; in pratica ciò significa che durante i singoli eventi l'inondazione non interessa contemporaneamente tutte le aree mappate.

Tale procedura è perciò da intendersi quale strumento conoscitivo di base del Piano Stralcio per quanto riguarda il rischio di inondazione, la valutazione dei risultati, debitamente integrati con gli opportuni studi di scenario e di vulnerabilità, è di fondamentale importanza per l'avvio delle azioni proprie della programmazione territoriale finalizzate alla mitigazione degli squilibri connessi al rischio idrogeologico ed idraulico in particolare.

Nel tratto di corso d'acqua interessato dalla modellazione bidimensionale, le aree inondabili sono ottenute in maniera diretta, come output del modello; tuttavia, al fine di verificare, in coerenza con i criteri dell'AdB regionale, la sensitività del modello alla carenza di "franco idraulico", qualora sia tale da non assicurare la capienza certa del deflusso in alveo, tenendo conto quindi della tolleranza con cui sono determinati i livelli idrici, è stata applicata dai progettisti una metodologia che prevede una parzializzazione della sezione idraulica utile al deflusso delle portate.

Si ricorda infatti che, con riferimento alla perimetrazione delle aree inondabili, con la dizione di "franco idraulico" ci si riferisce alla distanza tra il livello di piena stimato e la sommità delle opere di difesa presenti o l'intradosso delle strutture presenti, e la sua entità fornisce una

valutazione del grado di vulnerabilità e rischio corrispondente al passaggio di una portata di piena attraverso una determinata sezione. Tale parametro rappresenta, in generale, la stima di un "coefficiente di sicurezza" da assumere rispetto agli esiti delle mere modellazioni matematiche, e ha pertanto lo scopo di tenere conto di tutte le incertezze legate alla modellazione idrologico-idraulica (concettuale, matematica e numerica) e ai vari fenomeni che possono occorrere durante gli eventi di piena, dei quali la modellazione non tiene conto.

### 3.3.4 Descrizione criticità idrauliche

#### 3.3.4.1 Rio Bianchetta: tratto da monte della cava fino alla confluenza con il rio Cassinelle (da BIA 25 a BIA 1)

Le portate utilizzate per la verifica sono quelle della sezione di chiusura C5.1 e valgono:

Sez. di chiusura	Q <sub>50</sub>	Q <sub>200</sub>	Q <sub>500</sub>
C 5.1	72.4	93.1	107

Tabella 1: portate di piena tra BIA 25 e BIA 1

Il tratto più a monte è caratterizzato da vari salti di fondo e dalla presenza in alveo di massi di varie dimensioni: pertanto si è scelto un valore del coefficiente di Strickler pari a  $25 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ . Più a valle si è adottato  $30 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ . Come condizione al contorno di monte si è scelto di imporre il moto uniforme in una sezione fittizia posta a 100 m dall'ultima rilevata.

A monte della zona occupata dalla cava, la notevole pendenza del fondo mantiene la corrente veloce; tuttavia, a partire dalla BIA 21, si ha esondazione già per portata cinquantennale in sponda destra con allagamento della strada, posta in fregio all'argine senza alcuna protezione.

La zona bassa della cava si estende in pratica nell'alveo, costringendo il deflusso della portata di magra in un piccolo canale, ma rimanendo completamente allagata già con portata 50-ennale.

Le verifiche evidenziano la totale insufficienza idraulica del ponte BIA 6, posto in corrispondenza del bivio per via Gneo, e, in maniera più limitata, del ponte BIA 1. Si evidenzia comunque che il ponte è interessato dal rigurgito causato dalla confluenza con il Cassinelle.

#### 3.3.4.2 Torrente Chiaravagna: dalla confluenza Bianchetta Cassinelle al ponte FS (da CHI 66 a CHI 42)

Il rio Bianchetta ed il rio Cassinelle sottendono bacini imbriferi abbastanza simili e le portate di piena smaltite dalle aste sono confrontabili tra loro. Di seguito si riportano le portate di piena per assegnato periodo di ritorno alle rispettive sezioni di chiusura.

		T = 50 anni	T = 200 anni	T = 500 anni	C.I.
BC	C5.1	72,4	93,1	107	115
CS	C5.2	77,3	98,5	113	113
CH	C5	147	188	215	200
CH	C4	158	202	230	214

Tabella 2 portate di piena alla confluenza Bianchetta-Cassinelle.

Le verifiche idrauliche sono state condotte cautelativamente con il valore della sezione C4. I valori del coefficiente di Strickler adottati sono pari a  $33 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$  fino alla sezione CHI 38 e a  $35 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$  nel restante tratto.

Procedendo da monte verso valle, si è analizzata la confluenza in un'unica configurazione di portate di piena, prevedendo la portata massima a valle e sul rio Bianchetta; questa scelta è giustificata in quanto le due portate affluenti risultano pressoché uguali.

L'analisi sul rio Cassinelle è limitata al tratto fino alla cascata subito a monte della confluenza, in modo da avere una valida condizione al contorno; inoltre lungo il corso d'acqua non sono presenti strutture particolari interferenti con la corrente.

Il ponte subito a valle della confluenza (CH 042 PT 26), senza pile in alveo, non interferisce con il profilo di rigurgito, sebbene il franco sia ridottissimo (35 cm rispetto alla 200-ennale). La copertura "Rusca" risulta nel complesso sufficiente al deflusso della portata 200-ennale, mentre lavora in pressione con portata 500-ennale, formando un rigurgito verso monte che annega il ponte posto subito a monte dell'imbocco. Il ponte a valle della tombinatura risulta insufficiente al deflusso anche della 50-ennale, sebbene non si verifichi esondazione per  $Q_{50}$ . Inoltre, la rampa presente in sponda sinistra fornisce una via di uscita preferenziale per la corrente.

Nel tratto seguente, la corrente riesce a mantenersi veloce, fino alla zona in prossimità della CHI 55 dove si realizza una diminuzione localizzata della pendenza del fondo dovuta alla briglia in CHI 54; inoltre, in sponda destra sono localizzate alcune case a quota inferiore all'argine coinvolte dall'esondazione 200-ennale.

Nella zona più a valle non si evidenziano particolari problemi, fino alla CHI 45, dove un tubo dell'oleodotto SNAM attraversa l'alveo a bassa quota, appoggiato su due pile, provocando un rigurgito nella corrente che interessa le abitazioni in sponda sinistra di località Buxio, comunque non adeguatamente protette da un argine continuo.

### 3.3.4.3 Torrente Chiaravagna: dal ponte FS al viadotto autostradale (da CHI 41 a CHI 29)

Le portate utilizzate per la verifica sono quelle della sezione di chiusura a monte del Ruscarolo e valgono:

Sez. di chiusura	$Q_{50}$	$Q_{200}$	$Q_{500}$
C 2.1	161	204	233

Tabella 3: portate di piena tra CHI 41 e CHI 16

Il coefficiente di Strickler scelto è pari a  $35 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ .

Nell'intero tratto non si riscontrano particolari criticità.

### 3.3.4.4 Torrente Chiaravagna: dal viadotto autostradale alla foce (modello 2D)

In questo tratto, come già anticipato, è stato sviluppato un modello idraulico bidimensionale nell'ambito dell'incarico affidato al R.T.I. composto dal Consorzio DHI Italia, con sede a Torino, e da ART Ambiente Risorse Territorio s.r.l., con sede a Parma.

Nel dettaglio, la finalità dell'incarico è collegata alla verifica dell'adeguatezza dei contenuti del Piano di Bacino, con specifico riguardo all'assetto del territorio in relazione all'evento alluvionale verificatosi il 4 ottobre 2010.

In sintesi, le attività si sono sviluppate nelle seguenti fasi:

- aggiornamento del quadro conoscitivo, volto alla ricostruzione il più fedele possibile della geometria del corso d'acqua e delle aree golenali;
- allestimento del sistema modellistico integrato idrologico-idrodinamico, tramite un modello matematico-numerico che integra in un'unica piattaforma il calcolo della trasformazione afflussi-deflussi, la simulazione del deflusso della portata di piena in alveo e l'eventuale fase di esondazione sul territorio urbano;
- analisi dell'evento alluvionale del 2010, finalizzata in particolare alla calibrazione del modello idraulico;
- simulazione idrodinamica degli eventi di progetto con tempo di ritorno 50, 200, 500 anni;
- analisi di sensitività dei risultati del modello idraulico rispetto alla verifica della capienza certa in alveo del deflusso, attraverso ipotesi di riduzione della sezione idraulica per valutare i conseguenti effetti sull'estensione delle aree inondabili;
- predisposizione delle carte delle aree inondabili, dei tiranti e delle velocità massime e degli ambiti normativi.

Lo scenario geometrico di riferimento assunto quale configurazione di stato attuale per la definizione delle aree inondabili può sinteticamente riferirsi all'anno 2014 e comprende i lavori effettivamente conclusi e collaudati in tale data (fino alla demolizione degli edifici a monte e a valle dell'attraversamento di via Giotto); peraltro i nuovi interventi nel frattempo realizzati (demolizione ponticello Piaggio e vasca sedimentazione a monte) non influenzano significativamente la mappatura delle aree.

L'input di portata è costituito dagli idrogrammi per assegnato tempo di ritorno (pari a 50, 200 e 500 anni), costruiti in modo da rispettare il valore al colmo riportato nel Piano di bacino; in particolare sono stati inseriti nel modello monodimensionale due contributi puntuali, nella sezione di monte corrispondente al viadotto autostradale e in quella della confluenza con il Rio Ruscarolo, e due contributi distribuiti, relativi rispettivamente al tratto dal viadotto autostradale alla confluenza e dalla stessa alla foce.

La condizione di valle è stata definita tramite apposito studio del sovrizzo del livello medio mare alla foce del corso d'acqua, che ha portato ad assumere un valore di livello costante pari a 0,55 m s.l.m.

I risultati della modellazione dimostrano che la portata con tempo di ritorno 50 anni risulta nel complesso contenuta in alveo per tutta la lunghezza del tratto investigato, sebbene con franchi molto ridotti o addirittura negativi, in corrispondenza delle opere di attraversamento (moto in pressione). La portata con tempo di ritorno pari a 200 anni provoca, invece, sormonti delle sponde in più punti ed estesi allagamenti nell'area urbana circostante.

Per tale ragione, non essendo garantito il recapito certo in alveo della corrente, secondo le indicazioni contenute nei criteri regionali come riportate nei paragrafi precedenti, è stata applicata alla modellazione una parzializzazione diffusa sulla totalità delle sezioni, tradotta nel modello idraulico in un innalzamento costante della quota di fondo pari a 50 cm.

Definito il criterio di parzializzazione delle sezioni è stata poi condotta l'analisi idraulica nella configurazione attuale, impiegando una metodologia del tutto analoga con quanto svolto nei precedenti incarichi, in particolare in termini di definizione del modello idrodinamico accoppiato mono-bidimensionale MIKE FLOOD, con cui sono stati schematizzati il deflusso di piena in alveo e le conseguenti esondazioni nel territorio circostante per eventi di piena del torrente Chiaravagna con tempo di ritorno 50 e 200 anni, con la successiva individuazione degli ambiti normativi di fascia B, ai sensi della DGR 91/2013.

Si rimanda alla Relazione, allegata al Piano, "Valutazione degli ambiti normativi e delle fasce di pericolosità idraulica nell'abitato di Sestri Ponente (Genova)", nella revisione di maggio 2016, per maggiori dettagli sul metodo applicato e sui risultati ottenuti.

### 3.3.4.5 Tombinatura del rio Senza Nome e rio Negrone

A seguito del completamento dei lavori di sistemazione dei rii Senza Nome e Negrone da parte del Comune di Genova, è garantito lo smaltimento con franco adeguato, delle portate duecentennali.

### 3.3.4.6 Rio Ruscarolo: tratto a monte della confluenza con il fosso Battestu ed il rio Zoagli. (da RUS 35 a RUS 18)

Le sezioni di chiusura per il calcolo delle portate disponibili in questo tratto sono:

Sez. di chiusura	Q <sub>50</sub>	Q <sub>200</sub>	Q <sub>500</sub>
R 3	22.2	28.3	32.4
R 2.1	39.1	49.6	56.6
R 2.4	28.4	36.1	41.3

Tabella 4: portate di piena tra RUS 35 e RUS 18

La sezione R3 è posizionata subito a monte della tombinatura della Scuola Edile, pertanto i corrispondenti valori di portata sono stati utilizzati a monte della sezione RUS 25.

La sezione R2.1 è invece posizionata subito a valle della confluenza con il rio Battestu. Pertanto, per non utilizzare un valore di portata ingiustificatamente elevato, sono state ricalcolate le portate anche a monte della confluenza (R2.4), mediante l'utilizzo di un contributo unitario ricavato per interpolazione lineare tra quello di monte e quello di valle già definiti dal Piano, tramite la seguente formula:

$$Q_i = (A_m + dA) \cdot [q_m - (q_m - q_v) / (A_v - A_m) \cdot dA]$$

$$\text{con } q_m = Q_m / A_m, q_v = Q_v / A_v, dA = A_i - A_m;$$

dove  $Q_i, Q_m, Q_v$  = portata intermedia, di monte e di valle,  
 $A_m, A_v, A_i$  = area scolante di monte, di valle ed intermedia,  
 $q_m, q_v$  = contributi unitari di monte e di valle.

		Q50				Q200				Q500			
Am	0.743	Qm	22.2	qm	29.879	Qm	28.3	qm	38.089	Qm	32.4	qm	43.607
Av	1.478	Qv	39.1	qv	26.455	Qv	49.6	qv	33.559	Qv	56.6	qv	38.295
Ai	0.988	<b>Qi</b>	<b>28.4</b>			<b>Qi</b>	<b>36.1</b>			<b>Qi</b>	<b>41.3</b>		
dA	0.245												

Pertanto, nel tratto compreso dalla tombinatura della Scuola Edile alla confluenza con il Battestu sono state utilizzate le portate così calcolate nella sezione intermedia.

I valori del coefficiente di Strickler adottati sono pari a  $35 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$  e a  $40 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$  nei tratti plateati.

Il tratto a monte del cimitero non presenta particolari criticità, in quanto risulta profondo rispetto alla viabilità e alle costruzioni circostanti, tranne alcune fasce coltivate in sponda destra in corrispondenza di RUS 33. Più a valle la presenza di un manufatto in c.a. di proprietà della SNAM che attraversa l'alveo immediatamente a monte dell'imbocco della copertura del campo sportivo, determina un fortissimo restringimento di sezione.

Alcuni rilievi effettuati nel 1987 forniscono una sezione sottobattente di altezza pari a 1,20 m, mentre le misurazioni sul posto fatte recentemente hanno indicato in soli 80 cm l'altezza utile di deflusso: questa disparità di risultati, se si ammette l'attendibilità di entrambi i rilievi, è indice di un forte sovralluvionamento localizzato, causato dal deposito "forzato" dei materiali trasportati, per effetto dello sbarramento.

In effetti il tempo di ritorno della portata limite che non dà luogo ad interferenze con il manufatto è bassissimo (5 ÷ 10 anni): gli eventi di maggiore entità danno luogo ad esondazioni sulla strada di accesso sottostante il cimitero di Borzoli in sponda sinistra e successivamente sull'area di proprietà SNAM sulla sponda destra. Considerata la morfologia del sito, il fenomeno di inondazione rimane ristretto e limitato alla zona suddetta, dando luogo ad un allagamento con tiranti d'acqua di 50 cm al di sopra del piano di campagna, ma con energia cinetica della corrente pressoché nulla.

La tombinatura al di sotto del campo sportivo e della Scuola Edile Genovese è risultata sufficiente a smaltire le portate cinquecentennali con franchi adeguati.

A valle della tombinatura, in sponda destra nell'area compresa tra Ruscarolo e Battestu, trova posto un demolitore auto. Recentemente sono stati realizzati lavori di messa in sicurezza con la costruzione di un nuovo muro d'argine, sia sul Ruscarolo che sul Battestu, che contengono la portata cinquecentennale con il franco.

### 3.3.4.7 Fosso Battestu e confluenza con rio Ruscarolo

Il fosso Battestu, nella parte terminale, scorre lungo un'area fortemente antropizzata e sede di varie attività produttive. Per tale ragione è stato indagato un tratto del corso d'acqua di circa 200 m a partire dalla confluenza con il Ruscarolo.

Le portate utilizzate per la verifica idraulica sono state calcolate con il metodo CIMA per piccoli bacini (minori di 2 km<sup>2</sup>).

I valori del coefficiente di Strickler adottati sono pari a 35 m<sup>1/3</sup>s<sup>-1</sup> e a 40 m<sup>1/3</sup>s<sup>-1</sup> nei tratti plateati.

La confluenza tra il rio Ruscarolo e il fosso Battestu è stata analizzata nelle due configurazioni di portata di piena, come riportato nella tabella seguente:

	Scenario A				Scenario B			
		T = 50 anni	T = 200 anni	T = 500 anni		T = 50 anni	T = 200 anni	T = 500 anni
RUS monte	R2.4	28.4	36.1	41.3	diff	25.5	30.0	33.0
RUS valle	R2.1	39.1	49.6	56.6	R2.1	39.1	49.6	56.6
BAT	diff	10.7	13.5	15.3	R2.3	13.6	19.6	23.6

**Tabella 5: portate di verifica della confluenza tra Ruscarolo e Battestu**

Le verifiche idrauliche evidenziano la criticità della copertura a valle della confluenza, nella quale sbocca anche il rio Zoagli, già per portata 50-ennale: in realtà la sezione critica risulta soltanto quella dello sbocco dove la larghezza passa improvvisamente da 8 a 5 m per raccordarsi con il tratto a valle. Anche il ponte di accesso all'area produttiva "Centro del Ponente", risulta sormontato dalla corrente, proprio a causa della limitata larghezza della sezione di deflusso.

Il tratto terminale del fosso Battestu è stato recentemente (2017) oggetto di interventi idraulici, in particolare sulla sponda sinistra, dove è stato realizzato un argine di forma trapezia, costituito da una massiciata in massi a spigoli vivi di pezzatura variabile, completato da un muro in cemento armato posizionato lungo il lato del piazzale confinante con il fosso, a protezione dello stesso.

Anche la discontinuità presente sul muro in sponda destra è stata eliminata e il muro d'argine è dimensionato per contenere la portata cinquecentennale con franco adeguato. Si evidenzia, ad ogni buon conto, che non è stata condotta alcuna verifica statica sull'argine stesso, che si eleva rispetto al piazzale per qualche metro, e pertanto non si può garantire la sua tenuta idraulica, in caso di evento di piena significativo.

Pertanto, ad oggi, il fosso Battestu risulta adeguato allo smaltimento della portata cinquecentennale, con franco adeguato.

### **3.3.4.8 Rio Zoagli**

Il tratto tombinato del rio Zoagli che scorre a margine del piazzale adibito al rimessaggio container (Derrick S.r.l.), a monte della confluenza con il rio Ruscarolo, appare insufficiente. A monte di tale piazzale peraltro il rio è stato oggetto di discariche e rilevati, realizzati al margine dell'alveo: nella maggior parte dei casi tali opere in terra si presentano senza difesa spondale o opere che ne evitino l'erosione e il possibile scalzamento e conseguente scoscendimento in alveo con conseguenze prevedibili sul piazzale sottostante, ma soprattutto sulla tombinatura di sbocco sul Ruscarolo e sulla via Borzoli.

### 3.3.4.9 Rio Ruscarolo nel tratto tra la confluenza con il rio Zoagli e il passo Ruscarolo (da RUS 17 a RUS 7)

Le portate utilizzate per la verifica sono quelle della sezione di chiusura a monte dello sbocco nel t. Chiaravagna e valgono:

Sez. di chiusura	Q <sub>50</sub>	Q <sub>200</sub>	Q <sub>500</sub>
R0	60.3	76.2	86.7

Tabella 6: portate di piena tra RUS 17 e RUS 7

La situazione dell'alveo in tale tratto è, come si è già accennato in precedenza, molto critica: a renderla tale concorrono una serie di fattori, tra i quali:

- la notevole densità di manufatti di attraversamento inadeguati a smaltire con adeguato franco le portate di piena sull'asta;
- la limitata altezza degli argini e in molti casi la loro assoluta mancanza;
- l'esistenza di bruschi cambi di direzione e di restringimenti di sezione;
- la debole pendenza media del fondo (raramente superiore al 1%);
- il forte trasporto solido.

Le esondazioni che si verificano già con portata 50-ennale invadono, a partire da RUS 11, la sede stradale di via Borzoli, trasformandola in un vero e proprio nuovo collettore, che scarica, quando ne ha la possibilità, in piazzali a quota più bassa, in scantinati, e capannoni causando danni ingentissimi ai beni e talvolta pericolo anche per le persone.

Le verifiche idrauliche hanno mostrato come la geometria dell'alveo dovrebbe essere adeguata a larghezze il più possibile costanti (almeno 8 m) e conformata planimetricamente in modo da ridurre la tortuosità. Non è inutile ribadire la necessità di una manutenzione frequente ed attenta del fondo alveo, che comprenda la pulizia da vegetazione, la rimozione di corpi ingombranti, che sono destinati ad intasare i punti più nevralgici. I manufatti di attraversamento vanno eliminati e/o ricostruiti con impalcati rispettosi delle quote del pelo libero, calcolate con deflussi che garantiscano un grado di rischio accettabile (tempi di ritorno almeno superiori a 200 anni).

### 3.3.4.10 Rio Ruscarolo nel tratto tra passo Ruscarolo e il Chiaravagna (da RUS 7 a RUS 1)

A valle di passo Ruscarolo, il rio attraversa due tombinature: la prima breve ma con luci ridotte, la seconda molto lunga (circa 350 m). Il tratto compreso presenta su entrambe le sponde argini molto bassi.

Per modellare correttamente il comportamento idraulico del corso d'acqua in questo tratto, si è adottata una soluzione particolare: è stato simulato uno stramazzone laterale sulle sponde a monte della tombinatura più lunga, in modo da valutare la laminazione al di sopra degli argini e avere una quota del pelo libero compatibile con la realtà fisica dei luoghi. E' così possibile avere anche una stima della portata esondante.

A partire dalla sezione RUS 6 il fondo risulta plateato, pertanto si è adottato un  $K_s = 40 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$  fino alla fine della tombinatura.

I risultati del modello dimostrano che, già con portata cinquantennale, si verificano piccole esondazioni a monte della tombinatura. Con portata duecentennale, la tombinatura

lavora in pressione e la portata che stramazza lateralmente sale a circa 10 m<sup>3</sup>/s. Tuttavia, per la conformazione orografica della zona di esondazione, depressa rispetto a via Borzoli e limitata dal versante, si prevede una zona allagata di superficie relativamente ridotta, ma con tiranti rilevanti.

La tabella seguente riassume la ripartizione delle portate nel tratto in esame.

		T = 50 anni	T = 200 anni	T = 500 anni
Q monte	R0	60.3	76.2	86.7
Q tomb.		59.7	67.3	68.8
Q stram.		0.6	8.9	17.9
Q% stram	%	1	12	21

**Tabella 7 portate smaltite ed esondate dalla tomlinatura tra RUS 5 e RUS 4.**

Il tratto a valle della tomlinatura è stato verificato, in via cautelativa, nuovamente con le portate massime temibili calcolate alla sezione R0, trascurando la laminazione a monte della tomlinatura.

### **3.3.5 Fascia di riassetto fluviale**

Tale fascia comprende le aree esterne all'alveo attuale necessarie per l'adeguamento del corso d'acqua all'assetto definitivo previsto dal Piano. La sua delimitazione è effettuata sulla base delle strategie e delle scelte pianificatorie del Piano e dell'insieme degli interventi strutturali individuati nell'ambito dello stesso. Comprende, in particolare, le aree necessarie al ripristino della idonea sezione idraulica, tutte le forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena e le aree da destinare alle opere di sistemazione idraulica previste. Può comprendere aree ritenute di pertinenza fluviale e/o di elevato pregio naturalistico-ambientale limitrofe al corso d'acqua.

Nel caso specifico, sul torrente Chiaravagna è stata individuata, in prima approssimazione negli studi propedeutici di questo Piano, una fascia di riassetto di larghezza costante, pari a 30 m a monte della confluenza con il Ruscarolo e a 40 m a valle della stessa; tali valori sono stati successivamente rivisti nel *Progetto preliminare di sistemazione idraulica del torrente Chiaravagna (2001)*, commissionato dal Comune di Genova, adattandoli allo stato reale dei luoghi, alla luce dei vincoli topografici esistenti.

In particolare, nel tratto a valle del ponte di via Chiaravagna, risulta impossibile raggiungere la larghezza ipotizzata di 30 m a causa della presenza della viabilità e degli edifici in fregio; pertanto si dovrà far ricorso essenzialmente alla soluzione rappresentata dall'abbassamento dell'alveo, unitamente alla rimozione degli ostacoli al deflusso della portata presenti in alveo.

Anche per quanto riguarda il tratto a valle di via Giotto, l'esame dei luoghi ha mostrato la presenza di preesistenze e vincoli tali da impedire il raggiungimento delle larghezze d'alveo di 30 metri a monte e 40 metri a valle della confluenza, indicate dagli studi propedeutici al Piano di Bacino; si ritiene invece possibile un ampliamento fino a circa 20 e 30 metri di larghezza,

rispettivamente a monte e a valle della confluenza, accompagnato da un abbassamento della quota di fondo alveo.

Con procedura del tutto analoga, per il rio Ruscarolo è stata individuata una fascia di riassetto di larghezza costante pari a circa 8 m, necessaria al deflusso della portata di progetto.

## 4 RISCHIO IDROGEOLOGICO

### 4.1 Elementi a rischio

Gli elementi a rischio sono rappresentati dalla popolazione, dalle abitazioni, dalle attività economiche e dai beni culturali che possono subire danni in conseguenza del verificarsi del fenomeno franoso o idraulico, pertanto per l'individuazione delle classi, ci si è basati sull'analisi della carta dell'uso del suolo, ottenendo quattro classi:

Classe Elementi a Rischio	Codici Uso del Suolo	Descrizioni
E0	2.3 – 2.5 – 3.1 – 3.2 – 3.3 – 3.4.2 – 5.1.1	Prati e pascoli – Ex coltivi – Praterie – Zone boscate – Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva – Rocce nude –
E1	1.4.1 – 1.4.2 – 2.1.1 – 2.1.2.1 – 2.2.1 – 2.2.2 – 2.2.3 – 2.4	Aree verdi urbane – Aree sportive e ricreative – Seminativi in aree non irrigue – Seminativi, vivai, ecc. in piena aria – Vigneti – Frutteti – Oliveti – Zone agricole eterogenee
E2	1.1.2 – 1.3.1	Tessuto urbano discontinuo – Aree estrattive
E3	1.1.1 – 1.2.1 – 1.2.2 – 1.3.1 – 1.3.2	Tessuto urbano continuo – Aree industriali o commerciali – Reti autostradali, ferroviarie e spazi accessori – Aree estrattive – Discariche

### 4.2 Rischio idrogeologico – metodologia applicata

Nell'ambito della pianificazione di bacino, è prevista la determinazione del grado di rischio idrogeologico, inteso come rischio di inondazione, o idraulico, e rischio geomorfologico. La carta del rischio deriva dalla sovrapposizione tra la pericolosità idraulica o geomorfologica e gli elementi a rischio, derivanti dall'analisi dell'uso del suolo, (rispettivamente, rischio idraulico e geomorfologico). Si ottengono, così, quattro classi di rischio:

R1 = rischio moderato

R2 = rischio medio

R3 = rischio elevato

R4 = rischio molto elevato

#### 4.2.1 Rischio idraulico

La carta del rischio idraulico è stata redatta dall'incrocio della carta degli elementi a rischio con la carta delle fasce fluviali, secondo la matrice seguente:

Elementi a rischio	Fasce fluviali		
	200<T<500 fascia C	50<T<200 fascia B	T<50 fascia A
E0	R0	R1	R1
E1	R1	R2	R3
E2	R2	R3	R4
E3	R2	R4	R4

#### 4.2.2 Rischio geologico

I diversi gradi di rischio di carattere geologico, sono stati determinati attraverso matrici nelle quali vengono posti in relazione le classi di suscettività con le classi degli elementi a rischio così come desunte dalla Carta dell'uso del suolo. La relativa carta del rischio geomorfologico ha perciò, come finalità principale, l'evidenziazione delle situazioni di maggior criticità che possono produrre danno all'uomo e/o ai suoi beni.

Il rischio geomorfologico è stato affrontato ponendo a confronto gli elementi a rischio con le aree del bacino caratterizzate da una certa suscettività al dissesto dei versanti.

Si tratta tuttavia di un approccio differente rispetto a quello adottato per il rischio idraulico per vari aspetti. Si consideri per esempio che le classi di suscettività al dissesto di versante non possono essere determinate in termini di tempi di ritorno di un evento, ma esclusivamente come probabilità che un dato evento si verifichi in un'area per la presenza di uno o più fattore innescanti. Per questo motivo, a differenza di quanto avviene per le fasce fluviali, le aree a minore suscettività geomorfologica sono aree del bacino in cui si prevede che il dissesto abbia la minore possibilità di scatenarsi, spesso a prescindere dalla dimensione del fenomeno e quasi sempre a fronte di assoluta indeterminatezza temporale. Inoltre il verificarsi di un evento franoso in un'area a media suscettività non implica automaticamente che se ne verifichino altri nelle zone a maggior suscettività.

Con le precisazioni e considerazioni appena esposte la carta della suscettività individua quattro classi di suscettività al dissesto dei versanti più una classe aggiuntiva rappresentata dalle aree di frana attiva. In queste aree il dissesto è in atto e quindi si può parlare di pericolosità conclamata, mentre le altre classi si riferiscono ad aree a crescente potenzialità stimata al dissesto.

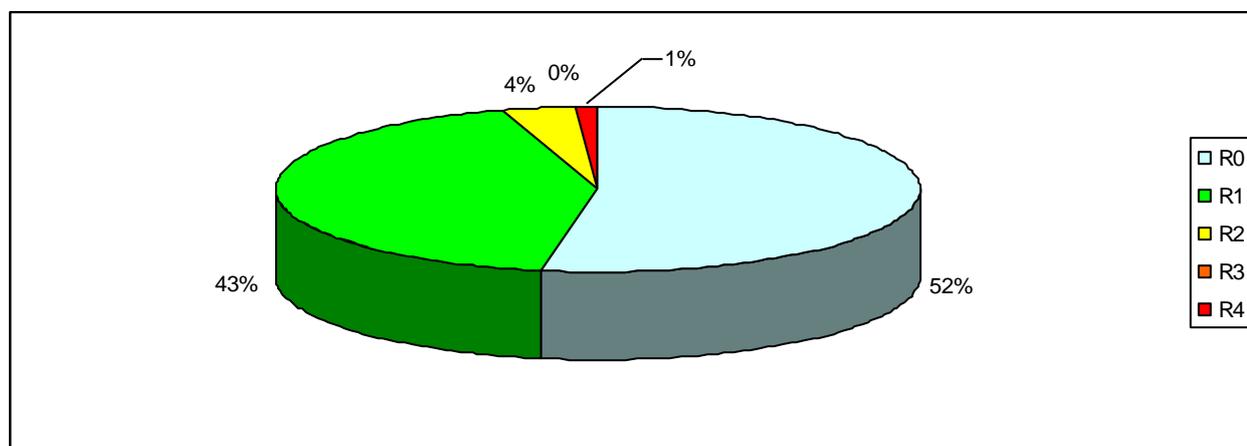
Per la redazione della carta del rischio geologico si è fatto riferimento alla seguente matrice:

Suscettività al dissesto dei versanti					
Elementi a rischio	Pg0 Suscettività molto bassa	Pg1 Suscettività bassa	Pg2 Suscettività media	Pg3a e Pg3b Suscettività elevata	Pg4 Suscettività molto elevata
<b>E0</b>	R0	R0	R0	R1	R1
<b>E1</b>	R0	R1	R1	R2	R3
<b>E2</b>	R0	R1	R2	R3	R4
<b>E3</b>	R0	R1	R2	R4	R4

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

La maggior parte del bacino ricade nelle classi di rischio R0 e R1, a causa della "mancanza" di elementi a rischio di una certa rilevanza, quasi inesistente è il rischio medio, mentre le zone in R3 ed R4 sono localizzate lungo la viabilità comunale nel bacino del fosso Bianchetta, a monte della linea ferroviaria, in corrispondenza di due ex-cave ed a nord del cimitero di Cornigliano.

Classi di rischio geologico	Superficie in kmq	Superficie in %
R0	5,9	52
R1	4,7	43
R2	0,4	4
R3	0,0	0
R4	0,1	1
totale	11	100



### **4.2.3 Sintesi delle interrelazioni e del rischio**

Dall'esame dei fattori sopra descritti appare evidente come le problematiche del bacino siano fortemente interconnesse tra loro, in quanto la somma dei fattori naturali e artificiali di degrado ambientale e il cattivo utilizzo delle risorse naturali disponibili comporta una diminuzione complessiva del grado di fruibilità del territorio con conseguente riduzione dei fattori di sicurezza.

In merito invece alle specifiche aree potenzialmente a rischio geomorfologico o idraulico, si possono riassumere i seguenti dati salienti:

- ♣ presenza di aree montane soggette a dissesti ed a fenomeni erosivi incrementanti il trasporto solido, ubicate prevalentemente sui versanti orientali di M. Contessa e su quelli occidentali di Bric Teiolo
- ♣ esistenza di due vasti fenomeni franosi ubicati rispettivamente sulle pendici occidentali di Bric Teiolo e in loc. Serra
- ♣ sostanziale insufficienza idraulica dell'asta principale del Chiaravagna a valle della passerella di via Leonardi e di buona parte dell'asta del rio Ruscarolo
- ♣ presenza di numerose sezioni insufficienti anche nel tratto montano del Chiaravagna ed in particolare dalla confluenza dei rivi Bianchetta e Cassinelle sino all'altezza della cava Panigaro II
- ♣ inadeguatezza della regimazione delle acque superficiali provenienti dalla spianata di Erzelli e delle tombinature del rio Negrone e del suo affluente rio senza nome, provenienti dalla spianata medesima
- ♣ generale inadeguatezza delle reti fognarie bianche e nere e dei sistemi di smaltimento delle acque superficiali dell'area urbana compresa nel bacino
- ♣ mancanza di un'adeguata condotta per il convogliamento del percolato di Scarpino da inviare, previo pre-trattamento, a depurazione.