

AMBITI REGIONALI DI BACINO 12 e 13

PIANI DI BACINO STRALCIO PER LA TUTELA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO (ai sensi dell'art. 1, comma1, del D.L. 180/1998 convertito in L. 267/1998)

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

RELAZIONE GENERALE



APPROVAZIONE DEL PIANO	Delibera del Consiglio Provinciale di Genova n. 65 del 12/12/2002
ULTIMA MODIFICA DELL'ELABORATO	Approvata con DSG n. 90 del 25/10/2021
ENTRATA IN VIGORE	Pubblicazione sul BURL n. 47 del 24/11/2021 - parte II

SOMMARIO

PREMESSA.....	4
SUDDIVISIONE DEL TERRITORIO STUDIATO	5
1. QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO.....	6
1.1 QUADRO ISTITUZIONALE, NORMATIVO E AMMINISTRATIVO DI RIFERIMENTO	6
1.2 STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE VIGENTI	8
1.2.1 ANALISI DEL PIANO DELLE CAVE	8
1.3 DATI UTILIZZATI	10
2. CARATTERISTICHE DEI BACINI.....	11
2.1 GEOGRAFIA	11
2.2 GEOLOGIA	16
2.2.1 METODOLOGIA DI STUDIO.....	16
2.2.2 TETTONICA E ASSETTO STRUTTURALE DEGLI AMBITI 12-13	17
2.2.3 DEPOSITI ALLUVIONALI	17
2.2.4 COLTRI ELUVIALI E COLLUVIALI	18
2.2.5 DEPOSITI MORENICI E CRIONIVALI.....	18
2.2.6 UNITÀ E FORMAZIONI GEOLOGICHE DELL' AMBITO.....	19
2.2.7 DESCRIZIONE LITOLOGICA DELLE AREE (1,2,3,4,5,6).....	22
2.3 GEOMORFOLOGIA	38
2.3.1 AREA 1 – BACINI ARRESTRA, RUMARO E AREA SCOLANTE DI COGOLETO.....	38
2.3.2 AREA 2– BACINO LERONE.....	41
2.3.3 AREA 3 – BACINI MINORI E AREE SCOLANTI DI ARENZANO.....	43
2.3.4 AREA 4 – BACINO TORRENTE CERUSA	47
2.3.5 AREA 5 – BACINO TORRENTE LEIRO	52
2.3.6 AREA 6 – BACINI MINORI E AREE SCOLANTI DEL PONENTE GENOVESE	56
2.4 RETICOLO IDROGRAFICO	58
2.5 ACCLIVITÀ	66
2.6 IDROGEOLOGIA	67
2.7 USO DEL SUOLO.....	70
2.8 DESCRIZIONE DELLA RETE IDROGRAFICA	82
2.8.1 AREA 1 – BACINI TORRENTI ARRESTRA E RUMARO E AREE SCOLANTI DI COGOLETO	82
2.8.2 AREA 2 – BACINO TORRENTE LERONE	88
2.8.3 AREA 3 – BACINI MINORI E AREE SCOLANTI DI ARENZANO	90
2.8.4 AREA 4 – BACINO TORRENTE CERUSA.....	97
2.8.5 AREA 5 – BACINO TORRENTE LEIRO	99
2.8.6 AREA 6 – BACINI MINORI E AREE SCOLANTI DEL PONENTE GENOVESE	102
2.9 IDROLOGIA DI PIENA	111
2.9.1 PREMESSA	111
2.9.2 METODO C.I.M.A.	111
2.9.3. AREE 1, 3 E 6	113
2.9.4 AREA 2: TORRENTE LERONE	115
2.9.5 AREA 4: TORRENTE CERUSA.....	118
2.9.6. AREA 5: TORRENTE LEIRO.....	118
2.9.7 CONFRONTO TRA LE PORTATE CALCOLATE.....	124
3. PROBLEMATICHE E CRITICITA' DEL BACINO.....	150

3.1	EVENTI ALLUVIONALI	150
3.1.1.	EVENTO 4 OTTOBRE 2010	150
3.1.2.	EVENTO 15 NOVEMBRE 2014	152
3.1.3.	EVENTO 24-26 NOVEMBRE 2019	156
3.2	DESCRIZIONE DELLA PROCEDURA UTILIZZATA PER IL CALCOLO DELLA SUSCETTIVITÀ AL DISSISTO DEI VERSANTI.....	157
3.3	PROBLEMATICHE DI TIPO GEOMORFOLOGICO.....	163
3.3.1	AREA 1- BACINI DEI TORRENTI ARRESTRÀ, RUMARO ED AREE SCOLANTI DI COGOLETO	163
3.3.2.	AREA 2 (BACINO TORRENTE LERONE).....	163
3.3.3.	AREA 3 BACINI MINORI E AREE SCOLANTI DI ARENZANO.....	164
3.3.4.	AREA 4 (BACINO TORRENTE CERUSA).....	164
3.3.5.	AREA 5 (BACINO TORRENTE LEIRO).....	164
3.3.6.	AREA 6 (BACINI MINORI E AREE SCOLANTI DEL PONENTE GENOVESE)	166
3.4	PROBLEMATICHE DI TIPO IDRAULICO	167
3.4.1	AREE STORICAMENTE INONDATE.....	167
3.4.2	VERIFICHE IDRAULICHE.....	168
3.4.3	FASCE DI INONDABILITÀ.....	180
3.5	PRINCIPALI CRITICITÀ DEI BACINI	182
3.5.1.	PRINCIPALI CRITICITÀ GEOMORFOLOGICHE DEI BACINI.....	182
3.5.2	PRINCIPALI CRITICITÀ IDRAULICHE DEI BACINI	186
4.	<u>RISCHIO IDROGEOLOGICO.....</u>	<u>216</u>
4.1	PREMESSA.....	216
4.2	DETERMINAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO	217
4.3	CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO	218
5.	<u>AREE SOTTOPOSTE A VINCOLO IDROGEOLOGICO.....</u>	<u>220</u>

PREMESSA

Il presente piano per gli ambiti regionali di bacino n. 12 e 13 (in parte) è stato redatto quale piano di bacino stralcio sul rischio idrogeologico in adempimento all'art.1, comma1, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180, convertito, con modificazioni, nella legge 3 agosto 1998 n. 267 e costituisce parte del piano di bacino stralcio per la difesa idrogeologica, nonché del piano di bacino completo, di cui alla legge 18 maggio 1989, n.183 e sue modificazioni ed integrazioni.

Il presente piano di bacino stralcio è stato sviluppato utilizzando i dati forniti dall'Amministrazione Provinciale di Genova relativi agli studi propedeutici ai piani di bacino stralcio redatti da personale interno dell'Ente al fine di individuare le caratteristiche di base del territorio in esame.

L'Amministrazione Provinciale di Genova ha incaricato della redazione del presente elaborato e dei suoi allegati cartografici per gli aspetti geologico ed idraulico il seguente gruppo di professionisti: Dott. Geol. Luigi TORRIANO, Dott. Geol. Marcello BRANCUCCI, Dott. Geol. Roberto PEDONE, Dott. Geol. Paolo LOMBARDO, Dott. Ing. Marco CREMONINI, Dott. Ing. Claudio MORDINI, Dott. Ing. Alessandro ALIOTTA, Dott. Ing. Gianpaolo VASSALLO, Dott. Ing. Massimiliano MONETTI, Geom. Salvatore GARIBALDI.

Il presente piano di bacino stralcio approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n. 65 del 12/12/2002, è stato integrato ed aggiornato, come richiesto nella D.G.R. 995/2002, dall'Amministrazione Provinciale di Genova che si è avvalsa, oltre che del personale interno, le seguenti professionalità: Dott. Geol. Michela RACCOSTA, il Dott. Geol. Riccardo SILVESTRI, il Dott. Ing. Enrico POLLAROLO, la Dott. Ing. Elisabetta BROGI, la Dott. Ing. Elisa CIRRI, la Dott. Arch. Milena FERRANDO, la Dott. Arch. Mariangela PERSANO, collaboratori dell'Amministrazione Provinciale.

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

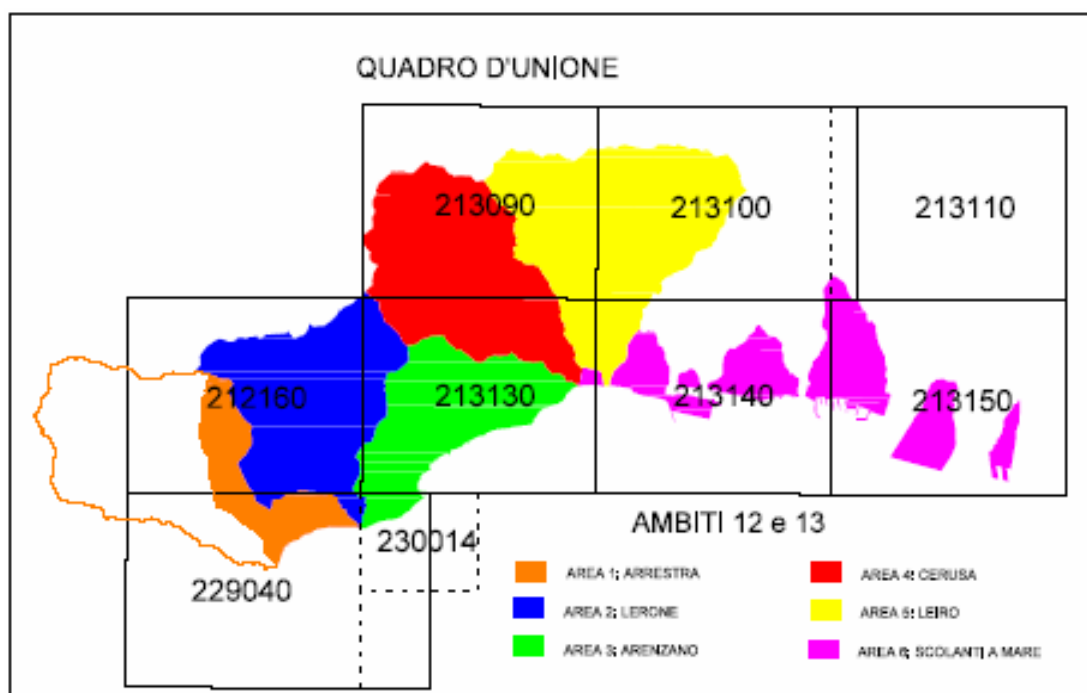
SUDDIVISIONE DEL TERRITORIO STUDIATO

Il territorio preso in considerazione in questo studio di piano copre una vasta area (circa 140 Km²) che comprende parte dell'ambito regionale di bacino n.11, l'intero ambito n. 12 e parte del n. 13. Dell'intera superficie studiata circa 14 Km² ricadono nella Provincia di Savona mentre i rimanenti 126 Km² appartengono alla Provincia di Genova.

Il bacino del torrente Arrestra è situato infatti a cavallo delle due Province ed il corso d'acqua ne segna per un tratto il confine.

Per una migliore chiarezza nell'esposizione, nelle parti seguenti dello studio, l'intero territorio sarà suddiviso in 6 aree omogenee dal punto di vista territoriale identificate come da tabella seguente.

N. Area	Identificazione geografica	Superficie	Comune di appartenenza
1	Bacini Arrestra, Rumaro e area scolante di Cogoleto	27.8 Km ²	Cogoleto
2	Bacino Lerone	21 Km ²	Cogoleto e Arenzano
3	Bacini minori e aree scolanti di Arenzano	18 Km ²	Arenzano e Genova
4	Bacino Cerusa	23 Km ²	Genova
5	Bacino Leiro	27.6 Km ²	Genova e Mele
6	Bacini minori e aree scolanti del Ponente genovese	13.5 Km ²	Genova



1. QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO

1.1 Quadro istituzionale, normativo e amministrativo di riferimento

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

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

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

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

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

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

In adempimento al comma 1, art. 1, del suddetto D.L. 180/98, l'Autorità di Bacino di rilievo regionale ha approvato il 12 Dicembre 2002, con D.C.P. n.65, il Piano di bacino stralcio (ai sensi del comma 6ter, art. 17. L.183) sul rischio idrogeologico per la zona in

esame, costituiti essenzialmente dalle due tematiche relative al rischio idraulico e rischio geomorfologico (susceptività al dissesto e rischio di frana).

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

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

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

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

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

- raccomandazione n.1 *"Metodologie per la mappatura delle aree soggette a rischio di inondazione"*
- raccomandazione n. 3bis *"Documento propedeutico all'informatizzazione dei dati e delle cartografie di base per la redazione dei piani di bacino"*
- raccomandazioni n. 4 *"Standard cartografici relativi in particolare alle legende per la carta di copertura e d'uso del suolo, carta di dettaglio dei movimenti franosi, censimento dei movimenti franosi"*
- raccomandazione *"Valutazione della pericolosità e del rischio idraulico e idrogeologico-Carte derivate"*
- raccomandazione *"Definizione delle fasce di inondabilità e di riassetto fluviale"*
- nota CTR *"Rischio idraulico residuale nell'ambito della pianificazione di bacino regionale"*
- raccomandazione *"Redazione della carta del rischio idrogeologico nei piani stralcio di bacino"*
- linea guida *"Indicazioni metodologiche per la costruzione della carta di susceptività al dissesto dei versanti"*.

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

caso di contrasto, della pianificazione territoriale di livello regionale, provinciale e comunale.

In vigore dall'8 aprile 2014, la Legge n. 56 del 7 aprile 2014 "Disposizioni sulle città metropolitane, sulle province, sulle unioni e fusioni di comuni"(c.d. legge Delrio) ridisegna confini e competenze dell'amministrazione locale.

Tale legge prevede che a partire dal 1° gennaio 2015 la Città Metropolitana di Genova subentra alla Provincia di Genova e ne esercita le funzioni. Il territorio della Città metropolitana coincide con quello della provincia omonima.

Gli organi della Città metropolitana sono il sindaco metropolitano, il consiglio metropolitano e la conferenza metropolitana. Il sindaco metropolitano è di diritto il sindaco del comune capoluogo.

Il 1° luglio 2015 entra in vigore la L.R. n.15 del 10 aprile 2015 che ridisegna il quadro delle competenze e delle funzioni in materia di difesa del suolo relativamente a Regione, Città Metropolitana e Province.

Pertanto, a partire da tale data, il presente Piano è aggiornato, ai sensi della suddetta L.R.15/2015, dal Dipartimento Territorio – Settore Assetto del Territorio della Regione Liguria.

1.2 Strumenti di pianificazione vigenti

Nell'ambito della pianificazione di bacino occorre tenere in considerazione i diversi strumenti di pianificazione territoriale già esistenti per le aree considerate (bacini ed aree scolanti). Nel seguito vengono riportate le considerazioni salienti, a livello di bacino, contenute nel Piano Territoriale Regionale delle Attività di Cava, ritenute le più utili per le finalità del piano:

1.2.1 Analisi del Piano delle Cave

Le sei aree considerate (ambiti di bacino 12 e 13) ricadono negli ambiti di seguito indicati del Piano Territoriale Regionale delle Attività di Cava, per ciascuno di questi si riportano le indicazioni contenute nel Piano:

Ambito 16 – Costa Varazzina (comprende le aree denominate 1, 2 e 3)

“Vi sono localizzate due cave di serpentinite, una in Comune di Arenzano, “Lupara”, ed una in comune di Cogoleto, “Molinetto”.

La cava “Lupara” risulta sospesa da alcuni anni ed è stata utilizzata principalmente per il riempimento del porto di Voltri.

La cava “Molinetto” ha cessato l'attività nel 1991”.

Proposta:

“Nell'ambito in argomento, in considerazione della particolarità del territorio interessato, non è stato previsto l'inserimento di alcun polo estrattivo. I poli esistenti in passato, riferiti alle cave di serpentino denominate “Lupara” in Comune di Arenzano e “Molinetto” in Comune di Cogoleto, sono stati depennati in quanto, per quanto riguarda il primo, lo stesso risulta inserito in un contesto ambientale di pregio e in vista dell'autostrada Genova-Savona; i versanti presentano situazioni di instabilità ed inoltre il Comune di Arenzano ha realizzato marginalmente all'area discariche provvisorie di rifiuti

solidi urbani che compromettono in parte la definitiva realizzazione del progetto di coltivazione autorizzato, mentre l'area della cava "Molinetto" è prevista come sito di alloggiamento dei materiali di risulta provenienti dall'attività della fabbrica Stoppani".

Situazione attuale per la zona esaminata:

Attualmente le attività di cava in entrambi i siti risultano cessate. La cava "Molinetto", in sponda sinistra del torrente Arrestra risulta adibita a deposito di scorie di lavorazione della fabbrica chimica Stoppani.

Ambito 18 – Genova Ponente (comprende le aree denominate 4, 5 e 6)

"In questo ambito insistono le cave ... del Monte Gazzo, note per le varie problematiche che le stesse determinano sul territorio. ..."

Proposta:

"Tale ambito è caratterizzato da formazioni ofiolitiche del Gruppo di Voltri e dalla presenza di affioramenti di calcari e dolomie liassico-triassiche che, stante anche la vicinanza con la città di Genova, sono state intensamente interessate da attività di cave per la produzione di inerti necessari ad opere edili-stradali, opere di difesa costiera e realizzazione di infrastrutture varie (porti, autostrade, ferrovie, ecc.).

Per quanto riguarda le attività estrattive presenti sul Monte Gazzo le stesse non vengono considerate nel particolare del presente Piano in quanto:

- considerata la necessità di pervenire ad una maggiore fruibilità delle aree urbane così come previsto dalla Linee Guida del Progetto Ambiente di cui alla deliberazione del Consiglio regionale n°138/1993, si rende necessaria l'ipotesi di un progetto di riqualificazione e recupero dell'area del Monte Gazzo;
- quest'area di grande impatto paesistico e con presenza di importanti fenomeni carsici, risulta interessata storicamente da numerose attività di cava quattro delle quali ancora attive, che hanno generato gravi compromissioni sotto il profilo paesistico e ambientale;
- il P.T.C.P., approvato con deliberazione della Giunta Regionale n° 6 del 26 febbraio 1990, ha sottoposto le pendici del monte Gazzo al regime normativo di trasformazione (TRZ) che prevede la predisposizione di uno specifico progetto di sistemazione corredato da un programma di intervento che ne definisca le condizioni di fattibilità ed i tempi di realizzazione;
- tale programma di intervento ad oggi non è ancora predisposto in quanto il tipo di attività ad oggi insediata, la grande estensione dell'area, la molteplicità dei soggetti interessati e delle tematiche da affrontare, ha reso estremamente complessa e difficoltosa la sua elaborazione;
- la Regione ha ritenuto di assumere un ruolo di coordinamento tra i vari soggetti interessati al fine di pervenire alla definizione di proposte e progetto che garantiscano la trasformazione della situazione in atto per pervenire ad un più equilibrato rapporto tra l'area in oggetto ed il contesto nella quale si colloca.

A tal fine con propria deliberazione n° 8292 dell'1 dicembre 1994 la Giunta regionale ha dato avvio a tale iniziativa, costituendo un apposito gruppo di Lavoro per la formulazione di proposte volte al recupero dell'area del Monte Gazzo".

Situazione attuale per la zona esaminata:

Il versante Ovest del monte Gazzo ricade, con una delle sue cave, nell'area 6 (bacino del Cantarena a Sestri Ponente) indagata in questo Piano. Tale cava risulta attualmente non più sfruttata anche se il piazzale è attualmente utilizzato per altri scopi (accumulo e smistamento del materiale).

1.3 Dati utilizzati

Il presente studio di pianificazione prende in considerazione un'ampia zona che si estende dal confine tra le Province di Savona e Genova e la città di Genova (Sestri Ponente).

La redazione del Piano, nella versione attualmente vigente, si è basata sugli studi propedeutici esistenti al momento dell'affidamento dell'incarico:

Area	Situazione Studi Progressi	Anno
1 - parte del bacino del torrente Arrestra, bacini del Beuca e Rumaro e aree scolanti della zona di Cogoleto	Area non indagata	
2 - bacino del torrente Lerone	Area indagata da Studi propedeutici al Piano di Bacino Stralcio	1999
3 - bacini minori e aree scolanti della zona di Arenzano	Area non indagata	
4 - bacino del torrente Cerusa	Area indagata da Studi propedeutici al Piano di Bacino Stralcio	1999
5 – bacino del torrente Leiro	Area indagata da Studi propedeutici al Piano di Bacino Stralcio	1996
6 – bacini minori e aree scolanti del Ponente genovese	Area non indagata	

I dati di tali studi sono stati resi omogenei con quelli rilevati nelle aree non indagate, comportando, quindi, una serie di operazioni di valutazione critica, sistemazione e integrazione dei dati e delle cartografie contenuti nei suddetti studi propedeutici.

I dati contenuti negli Studi Propedeutici derivavano infatti da elaborazioni eseguite da diversi gruppi di professionisti in tempi diversi, contenevano quindi metodologie diverse, diversa sensibilità nell'interpretazione di fenomeni naturali legati al dissesto dei versanti ed inoltre (in particolare per il torrente Leiro) rispondevano ad indicazioni diverse da quelle attuali.

Nella fase attuale il Piano è stato interamente rielaborato ed il territorio indagato nella sua completezza al fine di produrre elaborati più omogenei tra di loro.

La base cartografica utilizzata è la carta tecnica regionale in scala 1:5.000 (in formato vettoriale) e la carta tecnica regionale in scala 1:10.000 (in formato raster): fogli n° 212150, 229030, 212160, 229040, 213090, 213130, 213100, 213140, 213110, 213150.

2. CARATTERISTICHE DEI BACINI

2.1 Geografia

L'ambito Regionale di bacino n. 12 (Leiro) e la parte considerata del n. 13 (Polcevera) ricadono dal punto di vista amministrativo nei territori dei Comuni di Cogoleto, Arenzano, Mele e Genova. Come già indicato i due ambiti sono stati suddivisi per praticità in 6 aree identificabili in linea di massima con i bacini principali o con i maggiori insiemi di aree scolanti.

Si rammenta che il bacino del Torrente Arrestra è compreso dal punto di vista amministrativo nei comuni di Varazze e Cogoleto (Province di Savona e Genova) e quindi negli ambiti Regionali di bacino n. 11 e 12.

Area 1 – Bacini Arrestra, Rumaro e area scolante di Cogoleto

La superficie del Torrente Arrestra risulta di circa 20.8 Km² di cui 6.8 Km² in Provincia di Genova (Comune di Cogoleto) e 14 Km² in Provincia di Savona (Comune di Varazze).

Il suo asse principale è orientato grosso modo in direzione NW-SE ed il bacino presenta una conformazione a “ventaglio”, stretto nella sua parte terminale e più ampio nei settori mediano e montano.

Le cime principali che identificano il suo spartiacque sono il M. Beigua (1286 m), Cima Frattin (1146 m), Cima Fontanaccia (1145 m) a Nord, Bric dell'Orso (752 m), Bricco delle Fosse (253 m) ad Est, M. Cavalli (1114 m), Bric Montebe (962 m), M. Priafala (964 m), M. Greppino (679 m), Rocca da Noce (452 m), Bric della Costata (302 m), Bric San Giacomo (149 m) ad Ovest.

Il Torrente Arrestra nasce dalle pendici del M. Beigua ed i suoi affluenti principali: Rio Prialunga, Rio Malanotte e Rio Acquabona, tutti in sponda sinistra, conferiscono alla geometria del reticolo un carattere asimmetrico.

Il Torrente Arrestra sfocia in mare all'estremità occidentale dell'abitato di Cogoleto.

Procedendo verso Est, tra i bacini dei Torrenti Arrestra e Rumaro, si incontra una piccola area scolante occupata dal Rio Beuca.

La superficie del Rio Beuca risulta di circa 0.35 Km² interamente nel Comune di Cogoleto.

Il rio si presenta come una asta unica, senza affluenti degni di nota, e orientato in direzione approssimativa NW-SE. Il rio nasce a quota 150 m e dopo un breve percorso di circa 1200 m, sfocia in mare in corrispondenza dell'abitato di Cogoleto.

La superficie del Torrente Rumaro risulta di circa 4.5 Km² interamente nel Comune di Cogoleto.

L'asse principale del bacino è orientato approssimativamente in direzione N-S ed il bacino è caratterizzato da una forma stretta ed allungata (la larghezza massima del bacino è circa 1.5 Km).

Le cime principali che identificano il suo spartiacque sono la Cima Fontanaccia (1145 m) e il M. Rama (1150 m) a Nord, il Bric Camula (817 m), Colla Scoraci (192 m) ad Est, Bric dell'Orso (752 m) e Bricco delle Fosse (253 m) a Ovest.

Il Torrente Rumaro, data la conformazione del bacino, presenta affluenti di ridotta lunghezza, tra i più importanti il Fosso Luego e il Fosso Scorza, alla confluenza dei quali nasce il Rumaro. Il Rumaro sfocia in mare in corrispondenza dell'abitato di Cogoleto, nei pressi della fabbrica ex ILVA.

L'area scolante di Cogoleto (circa 2 Km² di superficie totale) è costituita da una serie di bacini di ridotte dimensioni (dell'ordine dei 0.5 Km² di superficie), con reticoli idrografici piuttosto elementari che giungono in mare dopo aver attraversato il centro abitato di Cogoleto sovente per mezzo di tombinature.

Tutti questi rii nascono dalle pendici di un tratto di spartiacque (di circa 200 m di quota) parallelo alla costa e posto a circa 1 Km in linea d'aria da questa.

Area 2 – Bacino Lerone

La valle del Torrente Lerone, ubicata sul versante tirrenico delle Alpi Liguri, costituisce l'immediato entroterra dei centri urbani di Arenzano e Cogoleto. Il bacino è attraversato dal limite amministrativo dei due comuni che dal mare, segue il corso del basso T. Lerone fino alla confluenza con il Rio Lerca, per poi seguirne il tracciato fino alla Sorgente Carbonea e da qui raggiungere il crinale sulla vetta di Cima del Pozzo (1093 m).

La superficie complessiva occupata dal bacino è di circa 21 Km². Lo spartiacque confina a Sud-Ovest con il Torrente Rumaro, a Nord ed a Nord-Est con il bacino del Torrente Orba, ad Est con il corso d'acqua che attraversa il centro abitato di Arenzano, denominato Torrente Cantarena; a Nord-Est lo spartiacque costeggia le valli del Rio Gava e Secco.

La definizione dello spartiacque risulta critica solo nella zona compresa fra Loc. Moggio, Colle Scorsi e Sciarborasca, condizionata, oltre che dalla particolare conformazione morfologica, dalla presenza, in corrispondenza di tale limite di numerosi manufatti, sia abitativi che stradali, che hanno in parte alterato il percorso naturale di numerose linee di drenaggio secondarie.

Il torrente Lerone, prima di sfociare in mare, percorre una profonda incisione erosiva, occupata in gran parte dall'insediamento industriale Stoppani con i suoi stabilimenti e zone di discarica. Subito a monte dello stretto corridoio, ai piedi della muraglia costituita dai maggiori rilievi montuosi, si apre un'ampia fascia di territorio a dolce morfologia, con asse principale di circa 4 Km di lunghezza, disposto in direzione Ovest – Est, coincidente, in gran parte, con la valle del Rio Loaga. L'area, compresa fra Sciarborasca (Cogoleto) e Terralba (Arenzano), ha ubicato al centro l'antico insediamento urbano di Lerca (Cogoleto) e subito ad Ovest di Terralba (Arenzano), un insediamento industriale-artigianale che ha modificato ed alterato profondamente le caratteristiche morfologiche naturali della zona: in particolar modo, l'ultimo tratto del Rio Lisola, si presenta completamente tombinato fra quota 50 m s.l.m- e l'immissione nel T. Lerone.

Sono stati inoltre effettuati numerosi riporti e sterri per creare spazio a nuove aree edificabili.

All'altezza di Terralba, il Torrente Lerone taglia, in direzione NO-SE, i sedimenti di un piccolo bacino sedimentario pedemontano, fino a raggiungere in Loc. Motta, i piedi delle rocce del substrato cristallino che si ergono verso Nord. In questo punto il Torrente riceve da Ovest-Nord-Ovest, le acque del Rio Lerca, per poi arrampicarsi lungo la sua valle in direzione del M. Reixa (1183 m). La parte alta della Valle del Torrente Lerone, ha un asse rettilineo di direzione SSO-NNE, perfettamente parallelo all'asse della valle minore del Rio Lisola. La valle del Rio Lerca è invece caratterizzata da un'asse a direzione Est-Ovest per il tratto compreso fra C. Motta e C. Valconara, per assumere poi andamento SE-NO, perturbato solo a monte, dall'ostacolo costituito dal massiccio del M. Rama (1148 m).

Si riportano di seguito delle brevi descrizioni dei sottobacini a monte del tratto terminale del Torrente Lerone caratterizzato da morfologia propria:

Il bacino del Rio Lerca si estende per circa 5.7 Km², con asse principale a direzione NO-SE, occupa per metà (sponda destra) il territorio del Comune di Cogoleto. Il suo spartiacque sale, procedendo in senso orario, dalla Punta Colletta (549 m), al Bric Camulla (815 m) fino alla Cima del Monte Rama (1148 m), per raggiungere la massima quota di 1160 m s.l.m. in corrispondenza del Bric Damè, passando per il Bric Resunnou (1147 m). Il dislivello discende in sponda sinistra, verso Cima del Pozzo (1104 m) per raggiungere le pendici del Monte Argentea (1082 m) e scendere poi verso la confluenza con il Torrente Lerone, attraverso Roccanegra ed il Bric Framosche (701 m), costeggiando ad Est l'ampia valle dell'alto Lerone.

Il bacino dell'alto Rio Lerone, di forma ellittica simmetrica si estende per circa 9.1 Km², con asse principale a direzione NE-SO, compreso completamente nel territorio del Comune di Arenzano. Il suo spartiacque è delimitato, procedendo in senso orario, a partire dalla Punta del Monte Argentea, dal Monte Reisa che con i suoi 1182 m s.l.m. rappresenta il punto topograficamente più elevato di tutto il bacino. Da questa cima lo spartiacque discende attraverso il Passo della Gava (752 m) alla cima del Monte Tarda di Ponente (928 m), sino al Bric Gavetta (781) e giù attraverso la Cima Rama (610 m). Attraversando il Bric Cravo e il Bric Pian di Crocale (330 m), ci si affaccia direttamente su Case Motta, alla confluenza fra il Lerone ed il Lerca.

Il bacino del Rio Lisola, posto a SE della valle dell'alto Lerone, presenta una superficie di soli 1.8 Km², di forma stretta ed allungata (pennata), ed asse principale perfettamente parallelo a quello dell'alto Lerone (NE-SO), delimitato ad Est ed a Sud-Est dal crinale compreso fra il Bric Gavetta, il Monte Stigia (605 m), la Cima Bruca (524 m), fino a scendere in Loc. Pecorara. Anche questo bacino fa parte del Comune di Arenzano.

Il bacino del Rio Loaga si estende ai piedi dei maggiori rilievi, per una superficie di 2.9 Km², con asse principale perpendicolare ai bacini dell'alto Lerone e del Lisola, interessando morfologie decisamente più dolci e di elevazione media inferiore rispetto agli altri bacini. Il suo territorio è completamente compreso nel Comune di Cogoleto. Il massimo altitudinale viene raggiunto sulla Punta Colletta, ad una quota di 549 m: da questo punto il crinale scende ad est verso la piana di S. Anna e ad ovest verso Sciarborasca e Colle Corsi per poi correre parallelamente alla costa, quasi a delimitare il

ripido crinale che costituisce la sponda destra dell'ultimo tratto del rio, prima della confluenza con il T. Lerone.

Area 3 – Bacini minori e aree scolanti di Arenzano

L'area scolante di Arenzano (circa 18 Km² di superficie totale) è costituita da numerosi bacini minori tra i quali ricordiamo i rii Cantarena, Martino, Lupara, Laega, Vesima e Fontanelle con superfici comprese tra 1.4 e 4.9 Km².

L'intera area scolante di Arenzano ricade nei Comuni di Arenzano e Genova e si presenta con una forma grosso modo triangolare la cui base è costituita dal tratto di costa che va da da spiaggia Marina Grande - Torretta Pallavicini a Punta del Molino di Crevari.

Questa area scolante risulta compresa tra i bacini del Torrente Lerone ad Ovest, e del Torrente Cerusa, ad Est, con i quali condivide la linea degli spartiacque identificata dalle vette Bric Bardella (246 m), Punta Goetta (302 m), M. Stigia (600 m), Bric Gavetta (780 m), M. Tardia di Ponente (925 m), Bric Pigheuggiu (813 m), M. Pennone (787 m), Bric degli Uccelli (450 m), Bric del Carmo (235 m).

Tutti i corsi d'acqua di questa area si sviluppano prevalentemente in direzione Nord-Sud. All'interno di questa area il Rio Cantarena, che sfocia ad Arenzano nei pressi del parco Figoli, spicca per le dimensioni del suo bacino (4.9 Km²).

Area 4 – Bacino Torrente Cerusa

L'area complessiva del bacino del torrente Cerusa è pari a circa 24 Km²; interamente compresa all'interno del territorio del Comune di Genova.

Area 5 – Bacino Torrente Leiro

L'area complessiva del bacino del torrente Leiro è pari a circa 28 Km²; la sua superficie comprende l'intero territorio del Comune di Mele e parte del Comune di Genova.

La sua forma è assimilabile ad un triangolo con il vertice rivolto verso il basso, il lato di base sullo spartiacque appenninico e altezza pari a 7 Km circa. Lo sbocco a mare dell'asta principale è ubicato nel punto più settentrionale del golfo ligure.

Il bacino del torrente Leiro è ubicato sul versante tirrenico dell'Appennino Ligure, a monte dell'abitato di Voltri, circa 15 Km a Ovest del centro di Genova.

Esso risulta compreso tra le coordinate geografiche 44°25' e 44°30' di latitudine Nord e 8°42' e 8°49' di longitudine Est.

E' delimitato dal bacino del torrente Cerusa a Ovest, dalla parte montana del bacino del Torrente Stura, sul versante padano, a Nord, dalla parte montana del bacino del torrente Varenna a Nord-Est, dal bacino del torrente Branega a Est e dal Mar Ligure a Sud.

Lo spartiacque si sviluppa, partendo dalla foce e proseguendo in senso orario, secondo una direttrice SE-NO al confine del bacino del torrente Cerusa; in prossimità del Bric Geremia (817 m s.l.m.) si innesta sulla dorsale appenninica sviluppandosi secondo una direttrice O-E di separazione con la parte montana del bacino del torrente Stura, sul versante padano, attraverso il Bric Busa (699 m s.l.m.), il Monte Turchino (671 m s.l.m.) e il Bric Marino 780 m s.l.m.). Piegando verso sud lo spartiacque separa il bacino del torrente Leiro dalla parte montana del bacino del torrente Varenna attraverso il Monte Pennello (995 m s.l.m.) e il Monte Fontana Buona (965 m s.l.m.). Infine prosegue secondo una direttrice NE-SO di separazione con il bacino del torrente Branega passando attraverso il Monte Cuccio (883 m s.l.m.), per scendere poi progressivamente sino al livello del mare.

La cima più alta del bacino è la Punta Martin (1001 m s.l.m.), situata all'interno del bacino, nella zona nord-orientale, tra il Monte Pennello e il Monte Fontana Buona, sullo spartiacque dei bacini dei rii Martino e Baiardetta.

Il torrente Leiro propriamente detto si forma immediatamente a valle dell'abitato di Mele dalla confluenza dei due torrenti principali Gorsexio (con un bacino di circa 8 km²) , nella parte occidentale, e Acquasanta (con un bacino di circa 18 Km²), nella parte centrale e orientale. L'affluente più importante del torrente Acquasanta è il torrente Ceresolo (con un bacino di circa 5 Km²) che si sviluppa in direzione N-S nella parte centrale del bacino.

Il reticolo drenante è di tipo dendritico o a forma d'albero, caratterizzato dalla presenza di numerose ramificazioni in più direzioni.

Area 6 – Bacini minori e aree scolanti del Ponente genovese

Questa serie di aree scolanti coprono la fascia costiera che va dalla foce del Torrente Leiro, a Voltri, fino a Sampierdarena. In particolare quelle prese in considerazione sono le aree scolanti tra i bacini dei Torrenti Leiro, Branega, San Pietro, Varenna, Chiaravagna e Polcevera.

Le aree scolanti sono tutte di dimensioni ridotte, anche se con alcune apprezzabili differenze:

- Area scolante tra bacini Leiro e Branega in località Palmaro: circa 2 Km²;
- Area scolante tra bacini Branega e San Pietro in località Sapello: circa 0.2 Km²;
- Area scolante tra bacini San Pietro e Varenna, Pegli zona casello autostradale: circa 3.1 Km²;
- Area scolante tra bacini Varenna e Chiaravagna, Sestri Ponente: circa 5.4 Km²;
- Area scolante tra bacini Chiaravagna e Polcevera, Cornigliano: circa 1.5 Km²;
- Area scolante ad Est del bacino del Polcevera: circa 1.3 Km².

Tutte queste aree sono formate da una serie di bacini di dimensioni estremamente ridotte (il più grande è quello del rio Molinassi di 2 Km²) con corsi d'acqua molto spesso tombinati e caratterizzati dal fatto di scorrere in un ambiente quasi completamente urbanizzato. Anche per questa ragione l'esatta identificazione delle linee di spartiacque tra bacini adiacenti risulta spesso difficoltosa, in particolare nelle parti più prossime alla costa (le più modificate da interventi urbanistici).

Tutti i rii hanno un andamento Nord-Sud perpendicolare alla costa.

Le vette principali degli spartiacque di queste aree scolanti sono il M. Contessa (546 m), il Bric Ferra (371 m) e il M. Amandola (342 m).

2.2 Geologia

2.2.1 Metodologia di studio

La cartografia geologica è stata realizzata tramite l'analisi dei dati derivanti dagli studi propedeutici di bacino per i territori già indagati, forniti dall'Area 06 della Provincia di Genova (bacini del Lerone, Cerusa e Leiro). Per le aree non ancora indagate (aree 1,3 e 6) sono state prese in considerazione le cartografie tematiche degli studi propedeutici ai Piani Regolatori Generali dei Comuni di Varazze, Cogoleto ed Arenzano e le indagini geologiche per il Piano Regolatore Generale della città di Genova (cartografia geologica alla scala 1:5.000, aggiornata al 1996).

A seguito di un rilievo di controllo sull'intero territorio di studio (a campione per i bacini già indagati) si è proceduto, per quanto possibile, ad una omogeneizzazione dei dati sui bacini confinanti in maniera da ottenere un quadro litologico continuo. In alcuni casi, allo scopo di seguire nel modo migliore la legenda proposta dalla Regione Liguria alcune tipologie litologiche (differenziate nelle cartografie originali) sono state accorpate.

2.2.2 Tettonica e assetto strutturale degli Ambiti 12-13

Il settore ligure compreso tra Varazze e Genova è geologicamente caratterizzato da enormi masse rocciose, chiamate falde o Unità tettoniche che, in seguito alle deformazioni orogeniche, sono state dislocate dalla loro posizione originaria ed appilate una sull'altra.

Questo eterogeneo e complesso quadro strutturale è ben rappresentato nel settore di studio che presenta, prevalentemente, elementi litologici del Dominio Piemontese-Ligure (oceanico). Si tratta di falde ofiolitifere pre-cenomaniane che iniziano con la classica associazione ofiolitica a peridotiti, gabbri e basalti trasformati dal metamorfismo in serpentiniti, metagabbri e metabasalti.

A tetto delle ofioliti si trova una copertura sedimentaria di età giurassica superiore - cretacea inferiore, composta da depositi pelagici silicei e carbonatici trasformati durante l'orogenesi in quarzoscisti e calcescisti.

Partendo da ponente verso levante coesistono a contatto tra loro, le formazioni del Bacino Terziario Piemontese e le rocce appartenenti a diverse Unità del Gruppo di Voltri che, a loro volta, sono collegate tettonicamente a quelle del sistema strutturale della zona della "Linea Sestri-Voltaggio" che soggiace ad Est alle falde dell'areale del Flysch di M. Antola.

Localmente lungo tutto il settore esaminato vi sono, inoltre, lembi pliocenici rappresentati da depositi sedimentari di mare aperto, costituiti da litotipi marnoso-argillosi e conglomeratici.

2.2.3 Depositi alluvionali

Per quel che riguarda i depositi alluvionali rilevati negli ambiti oggetto del presente studio sono state distinte e cartografate, le seguenti tipologie:

Le **alluvioni mobili (am)**, che corrispondono agli alvei attuali e attivi in materiale sciolto, rimaneggiato e ampliato dalle piene e dalle divagazioni stagionali dei corsi d'acqua. Le alluvioni mobili attuali sono formate da materiale generalmente grossolano.

Le **alluvioni terrazzate recenti (ar)**, che rappresentano le aree pianeggianti lungo i principali corsi e lungo la costa alle pendici dei primi contrafforti dei rilievi.

Detti terrazzi, rilevati qualche metro rispetto l'alveo attuale, sono ampiamente antropizzati rivelandosi favorevoli per gli insediamenti e l'agricoltura, seppure sovente possano essere interessate dalle piene dei corsi d'acqua. Queste aree sono costituite in prevalenza da materiale argillo-sabbioso e sabbioso-ghiaioso con prevalente frazione fine; localmente sono presenti concentrazioni di ghiaie anche grossolane disposte in lenti e in orizzonti che possiedono buone caratteristiche come acquiferi.

I **terrazzi fluviali di età antica (aa)**, rappresentati da piccoli lembi residuali situati a quote decisamente elevate rispetto al fondovalle attuale.

Essi presentano materiale molto elaborato; si tratta di elementi a granulometria variabile con prevalenza delle parti fini, argillo-sabbiose ben classate e talora con lenti ghiaiose.

2.2.4 Coltri eluviali e Colluviali

Le **coperture detritiche (dt)** cartografate nella carta geologica costituiscono le coltri di alterazione eluviali-colluviali di potenza superiore ai 3 metri.

Le caratteristiche litologiche, unitamente alle intense vicissitudini geologiche che hanno determinato un'accentuata fratturazione e laminazione delle formazioni rocciose, hanno permesso una intensa azione di alterazione ed erosione dei versanti da parte degli agenti esogeni con formazione di estese zone di copertura eluviale e colluviale. L'intensa fratturazione, diffusa nelle varie rocce costituenti i rilievi del bacino, è responsabile di fenomeni di erosione e crollo che danno origine a estesi e potenti accumuli detritici alle diverse quote dei versanti, nei quali si rinvencono trovanti di volume spesso superiore al metro cubo. La composizione dei detriti eluviali e colluviali è legata a quella dell'ammasso roccioso di origine. La composizione risulta generalmente sabbioso-siltosa, con presenza di materiali fini ed abbondanza di scheletro e clasti di natura eterogenea.

Le coperture detritiche (dt) comprendono anche gli accumuli di frane, frane antiche e/o paleofrane

Nella zona indagata, come in altre valli della Liguria, ai più comuni effetti del processo di peneplanizzazione per alterazione ed erosione dei versanti (agevolate dalla acclività e dalle particolari caratteristiche di erodibilità delle formazioni presenti per litologia e fratturazione, quali le coltri eluviali e colluviali precedentemente descritte) si aggiungono gli effetti di instabilità dei versanti prodotti da una intensa dinamica quaternaria connessa ai sollevamenti tettonici dell'area, allo sviluppo di lineazioni tettoniche ed alle variazioni del livello di base dei fiumi legati all'eustatismo di carattere glaciale (Brancucci et al., 1985; Fanucci e Nosengo, 1977).

Questi effetti sono rappresentati dagli accumuli di frana antica o paleofrana rilevati in tutto l'ambito territoriale di riferimento, sia nella parte alta sia nella parte terminale della valle, sia alle quote basse sia alle quote alte dei versanti.

Come per le coltri eluviali e colluviali, la composizione litologica degli accumuli di frana antica o paleofrana è determinata dalla formazione coinvolta nella frana.

Prevalgono pertanto le componenti sabbiose, data la notevole distribuzione di litotipi a carattere arenaceo.

Frazioni più grossolane si riscontrano negli accumuli di frane antiche che hanno interessato rocce maggiormente massive, come quelle del Gruppo di Voltri.

Rispetto alle coltri eluviali e colluviali, tuttavia è presente una maggiore percentuale della componente grossolana e di blocchi, tenuto conto della dinamica del fenomeno generativo.

2.2.5 Depositi morenici e crionivali

I depositi morenici e crionivali (dm) sono principalmente depositi di natura glaciale (risalenti in genere alle ultime glaciazioni quaternarie) consistenti in un conglomerato di ciottolami non selezionati in una matrice di argilla e sabbia a cui si associano materiali detritici di natura eluvio-colluviale e crioclastica.

I processi crionivali o crioclastici sono provocati da variazioni di temperatura che comportino, in presenza d'acqua, passaggi sopra e sotto il punto di congelamento.

Il meccanismo è dato dalle pressioni che nella roccia esercita il ghiaccio che cristallizza (con aumento di volume) dentro pori o fessure.

La pressione della coltre di ghiaccio può contribuire alla disaggregazione della roccia sottostante.

All'interno del bacino gli affioramenti principali sono localizzati in prossimità degli spartiacque settentrionali del bacino a quote piuttosto elevate (oltre i 1000 m) nei pressi del complesso Monte Beigua.

Questi depositi, citati da alcuni Autori come morenici, sono piuttosto da considerarsi come di origine crionivale o periglaciale derivanti cioè da accumuli di ghiaccio localizzati, in assenza quindi di una vera propria meccanica di ghiacciaio con relativo trasporto.

2.2.6 Unità e formazioni geologiche dell'ambito.

Unità Plioceniche

Argille di Ortovero (Orv)

I lembi pliocenici sono allungati secondo allungamenti all'incirca paralleli alla costa e sono presenti in tre principali corpi, tra i comuni di Arenzano e Cogoleto, a nord dell'abitato di Sestri ed il terzo si estende dal porto antico fino a Sturla.

Sono depositi marnoso-argillosi di mare aperto limitati da sottili livelli conglomeratici o, in corrispondenza delle principali linee tettoniche da accumuli caotici di frana sottomarina.

I principali corpi sedimentari seguono la disposizione delle linee tettoniche distensive costituite da faglie disposte circa E-W e N-S, mentre i lembi sommitali colmano insenature che dovevano costituire le foci dei corsi d'acqua pliocenici.

Bacino Terziario Piemontese

Formazione di Molare (Oligocene)

Presente nell'estremo ponente dell'area considerata (territorio di Varazze) dove forma delle splendide falesie e con un lembo di modeste dimensioni che interessa il bacino minore del T. Fagaggia; è costituito da conglomerati e brecce poligenici ad elementi di grandezza variabile, spesso superiore ai 10cm, costituiti prevalentemente da elementi ofiolitici, ben cementati, rossastri.

Il litotipo è caratterizzato dalla presenza di marne grigiastre localmente intercalate a più fini livelli arenacei mediamente cementati e conglomerati poligenici sabbiosi più o meno cementati, con ciottoli arrotondati di dimensioni da centimetrica a decimetrica alternati a marne.

Unità di M. Antola (Paleocene-Cretaceo)

Costituita dal Flysch di M. Antola e dalle Argilliti di Montoggio, poggia tettonicamente sulla Formazione di Ronco mediante l'interposizione del complesso di base argillitico (Argilliti di Montoggio).

Sovrastanti a queste giacciono i Calcari dell'Antola che si estendono, arealmente, dalla parte sommitale della sponda sinistra della Val Polcevera fino al confine orientale del Comune di Genova.

Formazione delle Argilliti di Montoggio

Caratterizzate da un assetto caotico, un ridotto grado metamorfico e la presenza, a tetto, di un orizzonte di argilliti policrome, verdastre o rosso vinaccia.

Flysch di M. Antola

Formazione con caratteristiche di un flysch originatosi in seguito a torbide marnoso-calcaree di facies distale, costituita da una sequenza ritmica di calcari marnosi, marne calcaree ed argillose, con gli interstrati argillitici volumetricamente subordinati a quelli calcareo-marnosi; talora sono presenti intercalazioni di arenarie compatte.

Zona Sestri-Voltaggio

Si intende quella fascia a sviluppo N-S allungata per circa 17km e larga circa 4km, confinante ad W con il Gruppo di Voltri ed a E con l'areale del M. Antola.

La Sestri-Voltaggio rappresenta quindi un sistema tettonico, elemento di sutura tra le unità alpine da quelle a vergenza appenninica.

In essa si riconosce una faglia maestra a direzione N-S ed un sistema di faglie ad essa parallele, sovrascorrimenti N-S, e faglie E-W che hanno dislocato i contatti formazionali.

Si possono distinguere tre principali Unità tettoniche sovrapposte, dalla più bassa:

Unità Cravasco-Voltaggio (Malm - Cretaceo), non affiorante nel territorio considerato

Unità Gazzo-Isoverde (Trias Sup. - Giurassico)

Costituita da tre serie litostratigrafiche riferibili a situazioni evolutive del margine del continente europeo.

Si riconoscono: una porzione inferiore in facies dolomitica (Norico); una intermedia di torbiditi calcaree del Retico e lias Inferiore; una superiore costituita da torbiditi medio fini del Giurassico.

Unità Timone-Tejolo (Malm-Cretaceo Inf.)

Costituita da serpentiniti, oficalciti, basalti e brecce basaltiche, diaspri argillosi e scisti diasprigni, calcari marnosi ed argilloscisti.

Nell'areale considerato sono cartografate due Unità principali:

Unità di M. Figogna (Cretaceo-Giurassico) e **l'Unità della Val Polcevera** (Liassico-Triassico)

L'Unità di M. Figogna comprende dall'alto: la Formazione di Ronco, il Complesso degli argilloscisti e calcari a palombini, le Calcareniti gradate molto ricristallizzate, Diaspri e ftniti, Metabasalti a pillows e brecce basaltiche e Serpentiniti spesso cataclastiche

L'Unità Triassico-Liassica della Val Polcevera comprende invece dall'alto: Argilloscisti, Calcari, calcari marnosi, calcari selciferi e Dolomie e calcari dolomitici.

Gruppo di Voltri (Cretaceo-Giurassico)

Il Gruppo di Voltri è un complesso di metaofioliti e metasedimenti e costituisce l'estrema porzione meridionale delle Alpi Occidentali. Strutturalmente è definito come un sistema composito di falde metamorfiche, situato in posizione interna rispetto all'arco alpino occidentale e corrisponde, nella catena alpino - appenninica, all'emersione di un livello crostale profondo (G. Capponi, 1994).

Quest'elemento strutturale è costituito da scaglie di litosfera oceanica e relativa copertura sedimentaria, originate nel bacino oceanico Piemontese - Ligure, a partire dal Giurassico medio e successivamente coinvolte nell'orogenesi Alpina e tardivamente associate a porzioni di mantello subcontinentale Insubrico.

L'evoluzione strutturale, piuttosto complessa, è composta da diversi (almeno tre) eventi plicativi, espressi da strutture duttili sovrapposte. Ad occidente viene a contatto con la "Linea Celle-Sanda" ed ad oriente con quella della "Sestri-Voltaggio".

Nel Gruppo di Voltri si trovano appilate unità originatesi in diversi ambienti della litosfera: crosta oceanica e relativi sedimenti pelagici; sedimenti di fossa, di margine continentale, frammenti di mantello superiore sottocontinentale.

Si tratta di unità giurassiche metamorfiche ad alta pressione, riconducibili a:
Metaofioliti: indistinte in ammassi caotici e/o scaglie tettoniche

Unità dei Calcescisti

Quarzoscisti, micascisti, calcescisti (cs)

I calcescisti s.l. sono rocce a tessitura marcatamente scistosa, localmente molto pervasiva: il litotipo è caratterizzato da colore grigio-verde o bruno con abbondanti carbonati, miche e subordinato quarzo; localmente sono rilevabili livelli nerastri spesso contorti rappresentati da allineamenti di sostanze carboniose e graffitiche; presenti soprattutto come micascisti e calcescisti s.s., occupano mediamente le porzioni medio basse delle vallate. Si presentano per lo più in strati verticalizzati sul fondo valle, talvolta in grosse bancate, e in stile a pieghe sui fianchi.

Unità delle Metabasiti

Metabasiti indifferenziate a scisti verdi (mb)

Le metabasiti sono rappresentate da lembi di dimensioni minori sia rispetto ai calcescisti che alle ultramafiti. Come metabasiti indifferenziate, compatte o scistose, a prevalente paragenesi a scisti verdi (clorite, anfiboli attinolitici, prasiniti), si riscontrano spesso nelle fasce di contatto tra calcescisti e serpentinoscisti.

Metagabbri a scisti verdi, metabasalti

Si tratta di roccia a grana medio-grossa generalmente assai compatta, benché localmente risulti intensamente fratturata o localmente, specie in corrispondenza dei contatti tettonici, possa assumere facies scistosa.

I metagabbri sono rappresentati da metabasiti ad evidenti strutture e tessiture e/o relitti paragenetici di originarie rocce gabbriiche ed in particolare: Metagabbri a Scisti Verdi, a prevalente paragenesi di tipo Scisti Verdi (albite + clorite + epidoto + anfiboli come paragenesi principale).

Metagabbri eclogitici e/o glaucofaniti, eclogiti

Metagabbri eclogitici e lo glaucofanici, a prevalente paragenesi di alta pressione, derivanti da originari Mg-Al gabbri (troctoliti, gabbri olivinici e gabbri a clinopirosseno); Eclogiti o glaucofaniti, a prevalenti paragenesi di alta pressione derivanti da originari Fe-Ti gabbri (gabbri e dioriti a clinopirosseno);

Unità delle Ultramafiti

Serpentinoscisti antigoritici, cloritoscisti, talcoscisti (sr - sns)

I serpentinoscisti occupano mediamente i settori vallivi più alti a costituire i rilievi massicci che si spingono fino a 1000m slm. Lì loro aspetto è più massivo e genera forme morfologiche aspre ed acclivi. I litotipi prevalenti sono serpentinoscisti antigoritici, da scistosi a molto scistosi, e cloritoscisti s.l. Lungo le fasce di contatto sono spesso riscontrabili orizzonti di talcoscisti, per lo più impregnati d'acqua.

Spesso sono accompagnati da masse metagabbri che hanno un aspetto decisamente più massivo.

Sono rappresentate da due formazioni:

a) serpentinoscisti antigoritici, rocce ultrafemiche caratterizzate da minerali del serpentino nettamente prevalenti; serpentiniti e scisti serpentinosi con relitti strutturali e paragenetici delle originarie rocce ultrafemiche (peridotiti l.s.). Comprendono filoni e bande di metabasiti (metagabbri e metabasalti) a paragenesi prevalente di alta pressione, di scisti verdi e spesso profondamente rodingitizzate a granato dominante;

b) Cloritoscisti s.l., comprendenti scisti cloritici, talcoscisti e scisti attinolitici, frequenti sia all'interno delle masse serpentinitiche che al contatto con metabasiti e calcescisti.

Lherzoliti (lh)

Sono rocce ultrafemiche a olivina prevalente, con pirosseni e spinello, serpentinitizzate a vario grado fino a passare a rocce francamente serpentinosi. Sono subordinate litologie harzburgitiche e dunitiche; sono a volte presenti bande pirossenitiche, filoni gabbri e basaltici più o meno rodingitizzati.

2.2.7 Descrizione litologica delle aree (1,2,3,4,5,6)

Data l'estensione del territorio considerato e le numerose formazioni litologiche coinvolte i diversi terreni verranno descritti sulla base della suddivisione in 6 aree fin qui utilizzata. Tale metodologia di esposizione si rende necessaria considerando che la medesima formazione litologica può presentarsi con caratteristiche anche molto diverse in bacini distanti tra loro.

2.2.7.1. Area 1 – Bacini Arrestra, Rumaro e area scolante di Cogoleto

o Inquadramento.

I bacini dei torrenti Rumaro ed Arrestra sono, geograficamente collocati il primo all'interno del territorio del Comune di Cogoleto mentre il secondo limita il confine del comune genovese con quello savonese di Varazze. All'Area 1 appartiene anche una serie di piccoli bacini denominata "area scolante di Cogoleto", posta ad est del T. Rumaro, con reticolo idrografico piuttosto elementare.

Il contesto geologico-strutturale in cui si inseriscono i due bacini e l'area scolante di Cogoleto è simile e piuttosto complesso.

Caratterizzato dalla presenza di termini litologici rappresentativi di periodi compresi tra l'era Mesozoica (ca 250 M.A.) ed il Pliocene (ca 60 M.A.) sono presenti terreni appartenenti al complesso ofiolitifero del "Gruppo di Voltri", costituito da un sistema composito di falde metamorfiche situate in posizione interna rispetto all'arco alpino occidentale, unitamente a termini di piattaforma carbonatica triassici e da rocce "più recenti" rappresentate da alcuni litotipi oligo-pliocenici appartenenti Al Bacino Terziario Piemontese.

Le litologie dominanti all'interno dell'area di studio sono quelle appartenenti al Gruppo di Voltri la cui pertinenza paleogeografica risulta essere l'oceano ligure-piemontese, dalla cui chiusura sarebbe derivato l'edificio a falde tettoniche che costituisce le Alpi.

I frammenti di crosta oceanica sono generalmente caratterizzati da ultramafiti e da rocce basiche che risultano metamorfosate e trasformate in metaofioliti e metasedimenti dagli eventi tettonici alpini che ne hanno cancellato o trasposto le relazioni originarie.

o **Tettonica.**

Numerosi sono i sistemi di lineazioni fragili individuati sul territorio in esame; con direzioni variabili ed interagenti tra loro con frequenti dislocazioni e disassamenti.

Tre, ad ogni modo, sono le famiglie di fratturazione e fessurazione principali:

1. NW-SE: il più recente in ordine cronologico interessa sia le formazioni precenozoiche che la formazione di Molare.
2. E-W; ENE-WSW: questo sistema sebbene più antico del precedente presenta locali fenomeni di riattivazione con conseguente dislocazione del sistema NW-SE;
3. N-S: sembra interessare solo i terreni appartenenti all'Unità di Varazze, ed appare dislocato da tutti gli altri sistemi è pertanto risulta il più antico.

o **Descrizione dei litotipi.**

Di seguito sono esposte le litologie affioranti all'interno dell'area di studio:

- o **Marne (ma -MOR):** si tratta di marne grigiastre localmente intercalate a livelli arenacei fini, mediamente cementati, e da conglomerati poligenici sabbiosi più o meno cementati, con ciottoli ben arrotondati di dimensioni da centimetrica a decimetrica alternati a marne. Sono rocce piuttosto tenere e facilmente degradabili. Le coperture detritiche associate a questo litotipo appaiono diversificate tra le due facies conglomeratica e marnosa: la prima determina materiali prevalentemente granulari, la seconda depositi a granulometria più fine (argillosa, limoso-argillosa). Dal punto di vista cartografico, come da indicazione della "Amministrazione Provinciale" si è ritenuto di individuarle con un unico simbolo "ma" relativo al litotipo dominante. Affiorano con continuità lungo una fascia compresa fra Lerca e Sciarborasca, visibile solo in corrispondenza di rari affioramenti, a causa della presenza di una continua copertura vegetale e di potenti coperture detritiche. Sono localizzate a cavallo del Bacino dell'Arrestra e del Rumaro in località Sciarborasca. (Formazione di Molare –Oligocene.)
- o **Serpentiniti e serpentinoscisti (sr, sns, BEI)** costituiscono i litotipi prevalenti e più rappresentativi dell'area indagata. Il carattere strutturale delle serpentiniti è generalmente compatto, a banchi, ma sempre caratterizzato da una intensa

fratturazione. All'esame macroscopico alcune di esse risultano composte da un fitto ed irrisolvibile aggregato di minerali serpentinosi; altre presentano in questo aggregato relitti più o meno abbondanti di pirosseni ed olivina che possono spiccare anche nelle superfici alterate della roccia. Le serpentiniti massicce descritte in precedenza presentano frequentemente fenomeni di cataclasi che localmente si intensificano fino a produrre una breccia ad elementi spigolosi in una matrice polverulenta, talora permeata da un cemento siliceo o carbonatico. In corrispondenza dei contatti tettonici la tessitura scistosa può divenire assai penetrativa ed il litotipo assume i caratteri del serpentinoscisto, la scistosità è inoltre spesso associata ed evidenziata da letti di minerali fillosilicati (talcoscisti o cloritoscisti). Sono frequenti le intercalazioni filoniane di rocce a prevalenti silicati di calcio che da molti anni sono note soprattutto per la bellezza dei minerali di litoclasti in esse contenute. Descritte comunemente come granatiti, tali rocce sono state ridefinite come rodingiti (Dal Piaz – 1967). La loro composizione è dominata da granato, diopside, vesuviana e clorite di tipo proclorite o clinocloro. Il maggior numero di filoni rodingitici si trova lungo il versante meridionale del M.Rama-M.Reisa. (vedi cava del Molinetto). Dal punto di vista geomeccanico sono soggetti entrambi ad una alterazione fisica indotta da fenomeni termoclastici e crioclastici con conseguente formazione di manti detritici grossolani per il litotipo serpentinitico, mentre i serpentinoscisti, disgregandosi, determinano manti eluvio-colluviali a granulometria fine con abbondante frazione clastica generalmente subdecimetrica. Detti litotipi, come ben evidente nella cartografia allegata, caratterizzano la porzione iniziale, centrale e nord orientale del Bacino dell'Arrestra, il tratto iniziale e terminale del Bacino del T. Rumaro, nonché il settore nord-occidentale dell'area delle "aste scolanti di Cogoleto". I serpentinoscisti appaiono generalmente al margine delle maggiori masse serpentinitiche, soprattutto al contatto con calcescisti, prasiniti e metagabbri. (Ofioliti del M.te Beigua)

- o **Metagabbri (mg-VAR):** alle serpentiniti si accompagnano spesso masse metagabbri che hanno un aspetto decisamente più massivo e compatto. La grana è variabile anche entro spazi limitati, da fine a pegmatitica. Localmente si presentano anche con una marcata lineazione e fogliazione fino a presentare una vera e propria facies scistosa. Associati ai metagabbri possono rinvenirsi brecce serpentinitiche a cemento carbonatico o lenti di serpentiniti compatte. Questo tipo di roccia, come la prasinite, è particolarmente soggetta a disgregazione da parte degli agenti atmosferici, formando ai piedi dei versanti, importanti accumuli detritici di tipo eluviale. Affiorano nel tratto terminale delle Valli del T. Arrestra e del T. Rumaro in località Pian delle Forche, Bricco delle Fosse, Beffa Dosso, Villaggio Olandese. (Unità di Varazze).
- o **Calcescisti. (cs-ALP)** Sono rocce a tessitura marcatamente scistosa, localmente molto pervasiva: il litotipo è caratterizzato da colore grigio-verde o bruno con abbondanti carbonati, miche e subordinato quarzo; localmente sono rilevabili livelli nerastri spesso contorti rappresentati da allineamenti di sostanze carboniose e graffitiche; presenti soprattutto come micascisti e calcescisti s.s. Le paragenesi sono prevalentemente in Facies Scisti Verdi. L'elevata alterabilità del litotipo favorisce la formazione di potenti manti eluvio-colluviali a granulometria generalmente fine. I calcescisti affiorano diffusamente nel settore orientale del Bacino del T. Arrestra e in piccoli lembi nel tratto più settentrionale in prossimità

del M.te Beigua. Altri affioramenti sono localizzati sia nel settore centrale a cavallo dello spartiacque che separa il bacino del T. Arrestra dal Bacino del T. Rumaro in località Sciarborasca, sia nel settore a monte dell'abitato di Cogoleto. (Unità di Alpicella).

- o **Metabasiti indifferenziate a scisti verdi (mb -ALP)** Sono rocce metamorfiche scistose a grana minuta di colore variabile dal verde blastro al bruno; una facies particolarmente ben rappresentata è quella compatta dove lo stato di conservazione del litotipo è mediamente buono. Come metabasiti indifferenziate, compatte o scistose, a prevalente paragenesi a scisti verdi (clorite, anfiboli attinolitici, prasiniti), si riscontrano spesso nel settore nord occidentale del bacino del T. Arrestra nelle fasce di contatto tra calcescisti e serpentinoscisti.
- o **Quarzoscisti, micascisti, (sq):** sono rocce a tessitura finemente scistosa e composizione petrografica simile ai calcescisti. Sono presenti solo nel Bacino del T. Arrestra nel settore nord-occidentale del bacino in prossimità del M.te Priafaja e del M.te del Vento.
- o **Dolomie (do).** Sono **dolomie** calcaree talora marnose grigie e brune con possibili livelli calcarei cristallini bruno-nocciola. (Dolomie di Cogoleto - Trias).
- o **Quarziti (qz -ARZ).** Le quarziti (qz) sono scaglie incluse alla base delle Dolomie di Cogoleto. Sericitiche e cloritiche lastroidi bianco-verdi presentano, in genere, una evidente stratificazione piano-parallela, un colore verde chiaro o bianco, con una tessitura da massiccia a scistosa (Quarziti di fosso Angassino).

2.2.7.2. Area 2 – Bacino Lerone

La costituzione geologica del bacino del T. Lerone è molto complessa, comprendendo formazioni litologiche fortemente differenziate sia come età, sia come genesi, sia come evoluzione strutturale.

Il principale elemento strutturale è costituito dal “Gruppo di Voltri” che rappresenta l'ossatura rocciosa del Beigua, con formazioni rocciose composte da termini prevalentemente ofiolitici giurassico-cretacei.

La parte più meridionale del bacino è interessata da rocce cristalline appartenenti al “Lembo sialico del promontorio di Arenzano”, costituito da rocce più antiche, premesozoiche fino a triassiche.

Una fascia di territorio disposta lungo una direttrice E-O, circa coincidente con la valle del Rio Loaga, ospita un complesso sedimentario terziario, depositatosi in corrispondenza di una struttura tettonica recente assimilabile ad un “graben”.

I rilievi collinari in prossimità della costa fino ai piedi delle pareti rocciose serpentينية, sono stati interessati, fino a quote anche superiori ai 100 metri, da terrazzamenti causati dalle oscillazioni eustatiche delle ultime glaciazioni pleistoceniche, accompagnate da strutture neotettoniche prevalentemente distensive.

Il territorio del bacino è costituito da terreni appartenenti a diverse unità paleogeografiche, accostatesi in prossimità della giunzione fra la catena alpina ed appenninica, in seguito alla chiusura del bacino marino terziario ligure-piemontese.

Successivi accavallamenti crostali hanno interessato il margine interno del dominio pennidico, all'interno del quale il Gruppo di Voltri assume un ruolo fondamentale dal punto di vista geodinamico.

Nell'ipotesi di Haccard et alii (1972), la struttura è caratterizzata da importanti traslazioni della crosta oceanica ligure sulla zona piemontese che va a costituire la falda ofiolitica, rappresentata da diverse unità (Chiesa et alii, 1975) comprendenti:

- elementi di crosta continentale prealpini ("cristallino" del Promontorio di Arenzano);
- sequenze mesozoiche di quarziti, calcari dolomitici e peliti (Trias) associate alle precedenti;
- sequenze mesozoiche di crosta oceanica (ofioliti) costituite da termini femici ed ultrafemici con subordinate sequenze vulcanico-sedimentarie metamorfiche (calcescisti). Le metamorfici ultrafemiche sono rappresentate da serpentinoscisti e serpentiniti prevalenti con relitti paragenetici e strutturali di lherzoliti. Le metamorfici femiche sono metagabbri e rocce eclogitiche. Le metamorfici vulcano-sedimentarie sono calcescisti con livelli di calcari cristallini ed intercalazioni di metagabbri, prasiniti e quarzoscisti, brandelli di mantello lherzolitico con tettoniti, harzburgiti e duniti parzialmente serpentizzate.

Il cosiddetto "Cristallino di Arenzano" (o lembo sialico di Arenzano) è una scaglia addossata al margine meridionale del Gruppo di Voltri, ma da esso separata da una evidente discontinuità tettonica con presenza di miloniti e di sottili lame quarzitiche e calcareo dolomitiche (Chiesa et alii, 1975).

Studi specifici condotti da Cortesogno e Forcella (1978) indicano trattarsi di un complesso con metamorfismo pre-alpino di alta pressione e temperatura medio-alta cui si sovrappone un metamorfismo alpino a scisti verdi.

È durante l'ultima fase tettonica, iniziata con l'oligocene, che avviene la deposizione delle sequenze sedimentarie del "Bacino terziario Piemontese" al margine meridionale del "Gruppo di Voltri", con sprofondamento del golfo ligure e formazione di strutture a horst e graben orientate circa parallelamente alla costa, occupate da bracci di mare sul cui fondo vanno a depositarsi sedimenti terrigeni costituiti da marne, argille sabbie e conglomerati (pliocene inferiore). Questa attività tettonica è di stile rigido-distensivo con formazione di faglie dirette a componente trasversale ed andamento E-O, che scompongono il preesistente edificio strutturale in blocchi, condizionando anche la morfologia attuale.

Gli affioramenti oligo-pliocenici sono presumibilmente a contatto per faglia con le unità ofiolitiche sia a Nord che a Sud. I sedimenti sono costituiti da prevalenti marne grigio-azzurre con livelli arenaceo marnosi. La loro Giacitura è uniforme con immersione verso Sud ed inclinazione che va da 10° a 15°, con lievi ondulazioni.

Altri sistemi di faglie distensive plio-quadernarie, intersecano le strutture più antiche, (Cortesogno et alii, 1977) generando fenomeni di cattura e deviazione di corsi d'acqua quali il Lerone e la porzione terminale del Loaga.

Le litologie prevalenti rilevate nel bacino del T. Lerone sono:

Coperture detritiche (dt)

Le coltri di copertura che interessano il bacino del T. Lerone saranno suddivise sia con un criterio temporale che in base ai meccanismi sedimentari di messa in posto.

Le coperture più recenti (Olocene) derivano dallo smantellamento del substrato roccioso tramite diversi meccanismi fisico-meccanici che distinguono in più categorie questi tipi di sedimenti.

Le alluvioni recenti (ar) sono messe in posto tramite trasporto e sedimentazione nelle principali valli fluviali, ai lati dei principali corsi d'acqua, ove costituiscono bassi terrazzi. Sono generalmente formate da ciottolame arrotondato con granulometria decrescente da monte verso valle, con zone di sedimentazione a bassa energia ove la granulometria si riduce a fine e molto fine, con passaggio laterale, non molto distinto, ai sedimenti eluvio-colluviali di piede versante (Vedi a Sud di C. Motta). Verso monte i sedimenti, come detto più grossolani, si dispongono in forma di conoidi alluvionali, depositate e poi rierose, a causa di fenomeni comandati da eventi paleogeografici, neotettonici o eustatici (vedi a Nord di C. Motta).

Nelle zone ad elevata acclività ove affiora il substrato roccioso ofiolitico, sono frequenti gli accumuli di detrito di falda (dt2) situati alla base dei canali provocati dall'erosione superficiale oltre che dalla combinazione litologia-tettonica. Sono generalmente coltri costituite da pietrame dilavato ad angoli vivi e con elevato angolo di attrito interno. A parte qualche eccezione, questi corpi sedimentari sono sempre in movimento, spesso innescato per erosione dei corsi d'acqua, al piede della colonna detritica. Le coltri detritiche a granulometria fine (dt1) sono localizzate principalmente nella parte meridionale del bacino, derivate da accumuli gravitativi e/o colluviali, costituite da materiali provenienti principalmente dai sedimenti terziari e/o quaternari. Non mancano all'interno di tali sedimenti livelli e/o lenti molto grossolane.

Un'ampia zona situata fra il Monte Argentea ed il Monte Rama costituisce un ampio anfiteatro a debole pendenza ricoperto da un'estesa coltre detritica di origine glaciale e/o crionivale (dm), caratterizzata da una granulometria grossolana disomogenea, immersa in una matrice più fine che va da sabbioso-limoso a ghiaioso. Numerosi sono i veri e propri massi erratici denominati, in dialetto, "grascin".

Depositi di tipo eluviale si rinvengono talora in piccoli lembi non cartografabili lungo le sommità pianeggianti dei crinali, costituiti da materiali profondamente alterati, ossidati ed argillificati, di colore rosso bruno, formati in posto a spese delle rocce sottostanti.

Le coltri detritiche più antiche (Pleistocene) sono costituite da depositi terrazzati dello spessore massimo affiorante di qualche metro. Questi sedimenti affiorano in alcuni lembi di limitata estensione ad Est di Sciarborasca, nei dintorni di Lerca (loc. S. Anna) e a Terralba. La quota degli affioramenti è compresa fra 60 e 190 m. I sedimenti sono costituiti da ghiaie e ciottoli di dimensioni molto variabili, talora cementati, spesso misti a sabbia più o meno abbondante. I ciottoli sono generalmente serpentine, a cui si associano altri elementi quali i calcescisti, con grado di arrotondamento molto variabile. In qualche caso (Sciarborasca e Terralba) il deposito contiene una abbondante matrice terrosa rossastro-giallastra. Questi sedimenti giacciono in discordanza erosiva sui termini inferiori.

Argilliti di Ortovero (ma-ORV)

Sono i sedimenti che testimoniano la trasgressione marina avvenuta all'inizio del Pliocene, costituiti da depositi marnosi ed argillosi di mare aperto, con al tetto facies arenacee e conglomeratiche, resti di apparati deltizi di non piccole dimensioni. Frequenti, all'interno delle marne, sono i livelli sabbiosi ricchi di lamellibranchi ed alcuni livelli detritici molto grossolani di materiali ofiolitici a spigoli vivi, con tutta probabilità provenienti da versanti di rilievi sottomarini. Verso l'alto questi livelli diventano più frequenti fino a confondersi con ciottolami ricchi in ostracodi. Durante la realizzazione di uno sbancamento in prossimità dell'ospedale di Arenzano, in località Terralba, è stato possibile documentare fotograficamente, per un considerevole spessore, l'interessante successione stratigrafica di questa formazione. Sono stati inoltre prelevati dei campioni di materiale trattati successivamente in laboratorio, per effettuare una ricostruzione paleo-climatica della zona. Dalle prime analisi risulta confermata l'ipotesi di condizioni deposizionali di mare aperto, data l'abbondante presenza di dinoflagellati. Sono attualmente in corso le analisi sui grani pollinici ritrovati nel sedimento, per effettuare una ricostruzione climatica e vegetazionale dell'area durante il pliocene inferiore.

Questi litotipi, pur non essendo di tipo lapideo hanno delle ottime caratteristiche litotecniche. In alterazione generano un suolo spesso e fertile soggetto, in caso di eccessiva imbibizione e di sfavorevoli condizioni di acclività, a fenomeni superficiali di colate di fango.

Intercalati alle marne sopradescritte e cartografati con la medesima sigla e simbologia, elementi con una componente arenacea più marcata affiorano con continuità lungo una fascia compresa fra Lerca e Sciarborasca, visibile solo in corrispondenza di rari affioramenti, a causa della presenza di una continua copertura vegetale e di suolo.

Si tratta di arenarie torbiditiche e sabbie grigio-giallastre, gradate, a matrice marnoso-argillosa in strati di spessore vario o in potenti banchi marnoso argillosi con frequenza di orizzonti conglomeratici lenticolari, limitati sovente alla base da superficie d'erosione. Si intercalano calcari bioclastici grossolani e marne sabbiose in giunti o strati sottili.

Questi ultimi elementi marnoso-arenacei sono talvolta considerati come lembi di Bacino Terziario Piemontese (**ma-MOR**).

Complesso serpentinitico del M. Beigua (BEI)

Questa unità tettonica occupa la parte occidentale del Gruppo di Voltri con banchi ofiolitici a giacitura periclinale sul crinale meridionale dei monti Beigua-Rama-Bric del Dente. Il nucleo della struttura è occupato dalla fitta intercalazione di banchi e lenti eclogitici mentre il fianco occidentale è parzialmente ricoperto da lembi calcescistoso-prasinistici. Un fascio di faglie sub-verticali di direzione Est-Ovest si sviluppa lungo il fianco meridionale della struttura tra Ellera ed Arenzano, separandola dall'Unità Varazze.

Questa formazione occupa tutta la parte settentrionale del bacino del Torrente Lerone. Il litotipo dominante è dato da **serpentiniti (sr)** a banchi, compatte, scheggiose alla frattura, intensamente fessurate. All'esame macroscopico alcune di esse risultano composte da un fitto ed irrisolvibile aggregato di minerali serpentinosi; altre presentano in questo aggregato relitti più o meno abbondanti di pirosseni ed olivina che possono spiccare anche nelle superfici alterate della roccia. Frequentemente le serpentiniti

assumono una tessitura orientata ed una scistosità fogliacea. Questi serpentinoscisti appaiono generalmente al margine delle maggiori masse serpentinitiche, soprattutto al contatto con calcescisti, prasiniti e metagabbri. Le serpentiniti massicce descritte in precedenza presentano frequentemente fenomeni di cataclasi che localmente si intensificano fino a produrre una breccia ad elementi spigolosi in una matrice polverulenta, talora permeata da un cemento siliceo o carbonatico. Sono frequenti le intercalazioni filoniane di rocce a prevalenti silicati di calcio che da molti anni sono note soprattutto per la bellezza dei minerali di litoclasti in esse contenute. Descritte comunemente come granatiti, tali rocce sono state ridefinite come rodingiti (Dal Piazz – 1967). La loro composizione è dominata da granato, diopside, vesuviana e clorite di tipo proclorite o clinocloro. Il maggior numero di filoni rodingitici si trova lungo il versante meridionale del M.Rama-M.Reisa.

Metagabbri (mg) – Si tratta di una roccia granulare a tessitura ora massiccia, ora orientata con marcata lineazione e fogliazione. La grana è variabile anche entro spazi limitati, da fine a pegmatitica. Nella nostra zona si presentano in genere o costituiti da grossi corpi cupoliformi (Bric Pian di Crocale) o sottoforma di corpi lenticolari con modificazioni metamorfiche decise assumendo una facies intermedia tra quella di metagabbro e prasinite (SE M.Argentea). Questo tipo di roccia, come la prasinite, è particolarmente soggetta a disgregazione da parte degli agenti atmosferici, formando ai piedi dei versanti, importanti accumuli detritici di tipo eluviale (vedi Sud-Ovest di Loc. Chicchelli, fra C. Motta e Terralba).

Calcescisti (cs - TUR) La successione dei calcescisti del Gruppo di Voltri è una formazione che va distinta dalle Ofioliti del M. Beigua per la sua completa indipendenza genetica, stratigrafica e strutturale rispetto alle ofioliti stesse. I calcescisti, con alla base i livelli quarziticci e calcareo-dolomitici di Cogoleto, presentano una successione stratigrafica abbastanza ben definita, passando da calcescisti e calcemicascisti a banchi di prasiniti microgranulari zonate. Prima di arrivare al contatto con i corpi serpentinitici, troviamo una successione di importante spessore formata da calcescisti con intercalazioni di calcari cristallini più o meno micacei e qualche livello prasinitico.

Lembo sialico di Arenzano (ARZ)

Il litotipo dominante è uno **gneiss (gn)** minuto a due miche con biotite più o meno cloritizzata, generalmente ricco in quarzo e passante a gneiss quarziticci ed a micascisti quarzitico-cloritici. Un litotipo presente in quantità subordinata è un micascisto ricco di grossi individui arrotondati e cloritizzati di granato e pirosseno.

Le **quarziti (qz)** sono scaglie incluse alla base delle **Dolomie** di Cogoleto (**do**). Litologicamente presentano una evidente stratificazione piano-parallela, un colore verde chiaro o bianco, una tessitura da massiccia a scistosa

Metaarenarie e metaconglomerati, rappresentano con tutta probabilità livelli milonitici presenti al contatto fra il cristallino di Arenzano ed i calcescisti.

2.2.7.3 Area 3 – Bacini minori e aree scolanti di Arenzano

I bacini minori e le aree scolanti di Arenzano si inseriscono in un contesto geologico strutturalmente piuttosto complesso, caratterizzato dalla presenza di termini litologici

rappresentativi di periodi compresi tra l'era Paleozoica (ca 500 M.A.) ed il Pliocene (ca 60 M.A.).

Si trovano quindi nello stesso ambito territoriale rocce appartenenti al complesso litologico ofiolitifero del "Gruppo di Voltri", costituito da un sistema composto di falde metamorfiche situate in posizione interna rispetto all'arco alpino occidentale, unitamente a rocce "antiche" che costituiscono il Cristallino di Arenzano e rocce "più recenti" rappresentate dai litotipi oligo-pliocenici delle Argille di Ortovero.

Le **Argille di Ortovero**, occupano la parte basale del bacino, attualmente rappresentata dalla fascia compresa all'incirca tra Terralba e la zona del Santuario del Bambin di Praga, sono costituite da litotipi marnoso argillosi e talvolta arenacei derivanti da deposizioni di sedimenti pelitici all'interno delle zone di basso strutturale venutesi a creare a seguito della tettonica distensiva quaternaria.

Il tratto litoraneo compreso tra il porto di Arenzano ed il T. Lerone è, invece, caratterizzato dal Promontorio di Arenzano, costituito da litotipi antichi appartenenti geologicamente al cosiddetto **Cristallino di Arenzano**.

Sono rocce polimetamorfiche molto alterate e friabili tra le quali si possono distinguere termini che caratterizzano un basamento cristallino e le relative coperture permo-carboniche e mesozoiche; troviamo così anfiboliti, micascisti, gneiss, blastmiloniti con associati calcari dolomitici, dolomie e quarziti.

I contatti con le altre unità paleogeografico-strutturali, saldati dal metamorfismo alpino, sono evidenziati da fasce milonitizzate, scaglie serpentinitiche cataclasate.

Le litologie dominanti sono quelle appartenenti al Gruppo di Voltri.

La pertinenza paleogeografica del Gruppo di Voltri risulta essere l'oceano ligure-piemontese, dalla cui chiusura sarebbe derivato l'edificio a falde tettoniche che costituisce le Alpi.

Nel **Gruppo di Voltri** prevalgono così litologie riconducibili ad una serie ofiolitica di fondo oceanico (peridotiti, gabbri e basalti), seguita, a tetto, dalla copertura sedimentaria pelagica sia carbonatica sia silicea.

Tutta la serie è stata metamorfosata e trasformata in metaofioliti e metasedimenti dagli eventi tettonici alpini che ne hanno cancellato o trasposto le relazioni originarie.

In particolare l'area in esame è compresa nella porzione centrale del Gruppo di Voltri al contatto tra le **Unità Beigua**, costituita prevalentemente da **rocce gabbriche e serpentinitiche**, e la **Voltri-Rossiglione** a dominanza di **calcescisti e prasiniti**.

Le serpentiniti ed i calcescisti sono i litotipi più rappresentati all'interno del bacino; in pratica la parte occidentale del bacino è occupata dalle serpentiniti, quella orientale ed una ristretta fascia centrale, dai calcescisti.

Il carattere strutturale delle serpentiniti, comunque sempre caratterizzato dall'intensa fratturazione, varia da facies massicce con relitti moderatamente metamorfici (Lherzoliti di M. Pennone, Bric Pigheggiu) a facies marcatamente scistose (zona a sud di Bric Brigna).

Nelle rocce serpentinitiche non sono rare le intercalazioni di lenti eclogitiche e rodingitiche.

I calcescisti presentano anch'essi una marcata scistosità evidenziata dalla presenza di più o meno sottili bande generate dalle riequilibrature mineralogiche successive al metamorfismo.

Al contatto tra serpentiniti e calcescisti si trovano spesso interposte le metabasiti, o raramente piccoli affioramenti, non cartografabili, di metagabbri, i cui affioramenti più importanti si trovano nella fascia alle spalle del viadotto autostradale tra galleria Castello e Terralba e nei pressi di Bric Negrixia, nella parte più alta del bacino.

I rapporti primitivi tra i vari litotipi sono stati modificati e trasposti dall'intensa attività tettonica legata agli eventi alpini.

Tale situazione è evidenziata soprattutto ai contatti tra le litologie dove si riscontrano una serie di lineazioni principali con direzione N-S e NE-SW.

In corrispondenza di tali lineazioni tettoniche si rilevano rocce estremamente fratturate ed alterate, a volte con evidente struttura cataclastica e i maggiori spessori delle coperture.

In particolare si può notare la fascia di coltri e coperture detritiche che occupa gran parte della porzione centrale del bacino.

I sedimenti quaternari sono inoltre caratterizzati da alluvioni antiche, recenti ed attuali, sedimenti marini e depositi eluvio-colluviali presenti nella parte bassa del territorio considerato.

I depositi di falda sono presenti particolarmente ai piedi dei versanti serpentinitici mentre quelli colluviali soprattutto sui rilievi di calcescisti.

Le litologie presenti nell'area esaminata sono:

Argille di Ortovero (ma -ORV)

Sono depositi marnoso-argillosi di mare aperto limitati da sottili livelli conglomeratici o, in corrispondenza delle principali linee tettoniche da accumuli caotici di frana sottomarina.

I principali corpi sedimentari seguono la disposizione delle linee tettoniche distensive costituite da faglie disposte circa E-W e N-S, mentre i lembi sommitali colmano insenature che dovevano costituire le foci dei corsi d'acqua pliocenici.

Massiccio di Arenzano (ARZ)

Anfiboliti (an - ARZ)

Limitati al margine sud-occidentale, sono di colore verde-bruno e presentano una marcata scistosità.

Complesso gneissico-micascistoso (gn -ARZ)

Sono litotipi molto eterogenei ed appaiono implicati in pieghe; sono i termini maggiormente diffusi.

Complesso blastomilonitico (bc -TUR)

Affiora in corrispondenza di Punta S. Martino ed è rappresentato da rocce di sequenza di crosta continentale deformate dal ciclo alpino, eterogenee.

Dolomie e calcari dolomitici (do)

Affiorano nella parte nord-orientale del Promontorio e hanno colore dal grigio al giallastro; di aspetto massiccio, ma fortemente fratturate.

Gruppo di Voltri (Cretaceo-Giurassico)

Metaofioliti: indistinte in ammassi caotici e/o scaglie tettoniche

Unità dei Calcescisti

Quarzoscisti, micascisti, calcescisti (cs -TUR)

I **calcescisti** s.l. sono rocce a tessitura marcatamente scistosa, localmente molto pervasiva: il litotipo è caratterizzato da colore grigio-verde o bruno con abbondanti carbonati, miche e subordinato quarzo; localmente sono rilevabili livelli nerastri spesso contorti rappresentati da allineamenti di sostanze carboniose e grafitiche; presenti soprattutto come micascisti e calcescisti s.s., occupano mediamente le porzioni medio basse delle vallate. Si presentano per lo più in strati verticalizzati sul fondovalle, talvolta in grosse bancate, e in stile a pieghe sui fianchi.

Unità delle Metabasiti

Metabasiti indifferenziate a scisti verdi (mb -TUR)

Le metabasiti sono rappresentate da lembi di dimensioni minori sia rispetto ai calcescisti che alle ultramafiti. Come metabasiti indifferenziate, compatte o scistose, a prevalente paragenesi a scisti verdi (clorite, anfiboli attinolitici, prasiniti), si riscontrano spesso nelle fasce di contatto tra calcescisti e serpentinoscisti.

Metagabbri (mg) – Si tratta di una roccia granulare a tessitura ora massiccia, ora orientata con marcata lineazione e fogliazione. La grana è variabile anche entro spazi limitati, da fine a pegmatitica. Nel settore di studio si rinvengono in piccoli affioramenti non cartografabili alla scala di lavoro da eccezione di due ristretti lembi posti in loc. Galleria Castello e scoglio dell'Agugia. Questo tipo di roccia, come la prasinite, è particolarmente soggetta a disgregazione da parte degli agenti atmosferici, formando ai piedi dei versanti, importanti accumuli detritici di tipo eluviale.

Unità delle Ultramafiti

Serpentinoscisti antigoritici, cloritoscisti, talcoscisti (sr – sns - BEI)

I serpentinoscisti occupano mediamente i settori vallivi più alti a costituire i rilievi massicci che si spingono fino a 1000m slm. Lì loro aspetto è più massivo e genera forme morfologiche aspre ed acclivi. I litotipi prevalenti sono serpentinoscisti antigoritici, da scistosi a molto scistosi, e cloritoscisti s.l. Lungo le fasce di contatto sono spesso riscontrabili orizzonti di talcoscisti, per lo più impregnati d'acqua.

Spesso sono accompagnati da masse metagabbriche che hanno un aspetto decisamente più massivo.

Sono rappresentate da due formazioni:

a) serpentinoscisti antigoritici, rocce ultrafemiche caratterizzate da minerali del serpentino nettamente prevalenti; serpentiniti e scisti serpentinosi con relitti strutturali e paragenetici delle originarie rocce ultrafemiche (peridotiti l.s.). Comprendono filoni e bande di metabasiti (metagabbri e metabasalti) a paragenesi prevalente di alta pressione, di scisti verdi e spesso profondamente rodingitizzate a granato dominante;

b) Cloritoscisti s.l., comprendenti scisti cloritici, talcoscisti e scisti attinolitici, frequenti sia all'interno delle masse serpentinitiche che al contatto con metabasiti e calcescisti.

Lherzoli (lh -BEI)

Sono rocce ultrafemiche a olivina prevalente, con pirosseni e spinello, serpentinitizzate a vario grado fino a passare a rocce francamente serpentinosi. Sono subordinate litologie harzburgitiche e dunitiche; sono a volte presenti bande pirossenitiche, filoni gabbri e basaltici più o meno rodingitizzati.

2.2.7.4 Area 4 – Bacino Torrente Cerusa

Il bacino idrografico del T. Cerusa si sviluppa in un'area caratterizzata dalla presenza di terreni appartenenti al complesso litologico ofiolitifero noto come "Gruppo di Voltri", costituito da un complesso sistema di falde metamorfiche situate in posizione interna rispetto all'arco alpino occidentale.

La pertinenza paleogeografica di tale complesso risulta essere l'oceano Ligure-Piemontese, dalla cui chiusura sarebbe derivato l'edificio a falde tettoniche che oggi costituisce le Alpi.

Nel Gruppo di Voltri prevalgono litologie riconducibili, in prima approssimazione, ad un'unica primitiva serie stratigrafica costituita dalla classica successione ofiolitica (peridotiti, gabbri, basalti) seguita, al tetto, da una copertura sedimentaria costituita da depositi pelagici silicei e carbonatici.

Tale serie è stata più o meno completamente trasformata in metaofioliti e metasedimenti dalla complessa serie di eventi metamorfici legati alla tettonica alpina, che ne ha trasposto o cancellato le relazioni originarie.

Le numerose Unità che sono state distinte nel Gruppo di Voltri possono essere riunite in due insiemi principali, di cui il primo è costituito principalmente da rocce gabbri e serpentinitiche mentre il secondo da prevalenti calcescisti e prasiniti.

In particolare, l'area in esame è compresa nella porzione centrale del Gruppo di Voltri al contatto tra le Unità Beigua e Voltri-Rossiglione, riferibili rispettivamente alla prima ed alla seconda delle tipologie di sistemi suindicati.

Le litologie prevalenti rilevate nel bacino del T. Cerusa sono:

- **Serpentiniti e serpentinoscisti (69.8% dell'area del bacino):** ultramafiti a tessitura massiccia o foliata, a prevalente antigorite, con riequilibratura metamorfica dominante in Facies Scisti Verdi. Sono incluse lenti eclogitiche e filoni e bande di rodingiti (Passo

del Faiallo, Rio Cerusa). La presenza di rari relitti strutturali ne mostrano la derivazioni da peridotiti per lo più lherzolitiche di origine mantellica.

(Formazione delle Ofioliti di Monte Beigua, Membro delle serpentine di Capanne Marcarolo);

- **Calcescisti e micascisti (25.4% dell'area del bacino)**: metasedimenti caratterizzati da alternanze di livelli pelitici a prevalenti miche bianche e clorite ovvero livelli quarzo-carbonatici con subordinate miche bianche. Le paragenesi sono prevalentemente in Facies Scisti Verdi. (Formazione dei Calcescisti del Turchino);
- **Mg-gabbri e gabbri intermedi (1.6% dell'area del bacino)**: metagabbri a tessitura da occhiadina a listata con paragenesi prevalentemente in Facies Scisti verdi. (Formazione delle Ofioliti di Monte Beigua, Membro dei metagabbri di Varazze);
- **Metabasiti indifferenziate (0.8% dell'area del bacino)**: metabasiti con tessitura listata (livelli a prevalenti albite e clorite) spesso parzialmente obliterata dallo sviluppo di ocelli di albite, nelle quali non si riconosce il protolito. Le paragenesi sono prevalentemente in Facies Scisti Verdi. (Formazione dei Calcescisti del Turchino, Membro delle prasiniti di Campo Ligure).

Le serpentiniti ed i calcescisti sono le litologie maggiormente presenti all'interno bacino in esame. Tra queste preponderanti sono le rocce di natura serpentinitica che interessano estesamente i settori settentrionale e centro-occidentale del bacino cui conferiscono caratteri peculiari sotto l'aspetto geomorfologico e vegetazionale.

Il loro carattere strutturale, ovunque dominato dall'intensa fratturazione, varia da facies massicce con relitti moderatamente metamorfici (Bric Castelnegro), a facies marcatamente scistose (Sambuco, Bric del Dente).

Nelle rocce serpentinitiche non sono rare le intercalazioni di lenti eclogitiche e rodingiti (strada Passo del Turchino – Passo del Faiallo).

I calcescisti sono presenti soprattutto nei settori meridionali del bacino ed a tratti più o meno estesi nelle porzioni nord-orientali del bacino stesso.

Il loro aspetto, in affioramento, è caratterizzato dalla marcata scistosità evidenziata dalla presenza di più o meno sottili bande generate dalla riequilibratura ed isorientazione mineralogica legate alle vicissitudini metamorfiche che hanno interessato i sedimenti originari.

Le restanti litologie (metagabbri e metabasiti) hanno nel bacino una diffusione limitata e localizzata soprattutto in prossimità dei contatti tra serpentiniti e calcescisti.

Essi sono raramente visibili e cartografabili ad eccezione di un grosso corpo metagabbrico osservabile a nord dell'abitato di Fabbriche.

I rapporti primari tra i vari litotipi sono stati, come già accennato, modificati e trasposti dall'intensa attività tettonica legata alle vicende alpine.

Tale tettonica è particolarmente evidente nel settore centrale del bacino, al contatto tra litologie serpentinitiche e metasedimentarie, dove si riscontrano una serie di lineazioni principali con direzione N-S e NE-SW. In corrispondenza di tali lineazioni si riscontra la presenza di rocce particolarmente fratturate ed alterate, talora con evidente struttura cataclastica.

I sedimenti quaternari sono caratterizzati da alluvioni (2.4% dell'area del bacino) antiche, recenti ed attuali, visibili soprattutto nella parte bassa del bacino e da detriti di falda e depositi eluvio-colluviali.

I depositi di falda sono presenti particolarmente ai piedi dei versanti serpentinitici, mentre depositi colluviali si riscontrano soprattutto sui rilievi in calcescisti.

2.2.7.5 Area 5 – Bacino Torrente Leiro

L'area del bacino del Torrente Leiro è caratterizzata dalla presenza di terreni appartenenti al complesso litologico noto come "Gruppo di Voltri".

Il Gruppo di Voltri è un sistema composito di falde metamorfiche, situato in posizione interna rispetto all'arco alpino occidentale. In esso prevalgono litologie provenienti da diversi ambienti litosferici: mantello continentale, ofioliti mesozoiche e coperture sedimentarie.

Le relazioni originarie tra le diverse litologie sono generalmente cancellate e trasposte a causa dell'intensa tettonica alpina.

Nell'area in esame le litologie prevalenti sono riferibili a frammenti di crosta oceanica (Unità Ofiolitiche: Unità M.te Beigua - Carta Geologica d'Italia, Foglio n° 82) ed a metasedimenti di fossa (Unità dei Calcescisti del Turchino - Carta Geologica d'Italia, Foglio n° 82).

I frammenti di crosta oceanica sono caratterizzati generalmente da **ultramafiti** e da **rocce basiche** che, rispetto alla primitiva composizione, risultano metamorfosate.

Nell'area in esame le ultramafiti metamorfiche occupano diffusamente il settore nord-orientale mentre sono presenti in scaglie e lembi nelle altre zone del bacino.

Le serpentiniti sono il litotipo dominante nell'ambito delle ultramafiti. Esse presentano un andamento generalmente compatto e appaiono intensamente fratturate.

Le rocce basiche metamorfiche sono rappresentate generalmente da **metagabbri (mg)** e **metabasiti (mb)** distribuiti nel bacino in affioramenti discontinui.

In particolare le metabasiti, rappresentate da prasiniti a tessitura a bande con epidoti ed anfiboli, si riscontrano prevalentemente in associazione con metasedimenti e sono da interpretarsi come intercalazioni di originari livelli di vulcaniti basiche.

I **metasedimenti** sono caratterizzati da un complesso di litotipi derivanti prevalentemente dal metamorfismo di sedimenti calcareo-pelitici: preponderante è la presenza di calcescisti e micascisti.

In misura minore sono rilevabili metasedimenti in cui i livelli quarziticci diventano predominanti (quarzoscisti); si tratta in genere di piccole lenti e scaglie difficilmente cartografabili.

All'interno della sequenza metasedimentaria si riscontra, infine, la presenza di quarziti con tessitura detritica, localizzabili in un'area ristretta del bacino (alta valle del Torrente Ceresolo).

I rapporti primari tra i vari litotipi sono stati, come già detto, trasposti e cancellati dall'intensa tettonica alpina.

Le diverse fasi deformative hanno determinato raccorciamenti e smembramenti delle litologie originarie che si presentano attualmente fortemente tettonizzate e deformate con marcata variabilità locale.

Nell'area in studio si riscontra inoltre la presenza di sedimenti plio-quadernari. In particolare terreni marnosi di età pliocenica si rilevano in corrispondenza in un areale limitato nella parte meridionale del bacino.

I sedimenti quadernari sono caratterizzati da alluvioni antiche, recenti ed attuali, visibili soprattutto lungo le aste nella parte bassa del bacino e da detriti di falda e depositi eluvio- colluviali.

I detriti di falda sono presenti particolarmente ai piedi dei versanti serpentinitici, mentre depositi colluviali si riscontrano soprattutto sui rilievi nei calcescisti.

2.2.7.6 Area 6 – Bacini minori e aree scolanti del Ponente genovese

o **Inquadramento.**

I bacini minori e le aree scolanti del ponente Genovese si inseriscono in un contesto geologico strutturalmente piuttosto complesso. Si trovano infatti nello stesso ambito territoriale, rocce appartenenti alle Unità metamorfiche di alta pressione del Gruppo di Voltri, della zona Sestri Voltaggio e delle Unità della Val Polcevera.

o **Descrizione dei litotipi.**

Di seguito sono esposte le litologie affioranti all'interno dell'area di studio:

- o **Argille di Ortovero (ma -ORV).** Sono depositi marnoso-argillosi grigio-azzurri di mare aperto con livelli arenaceo-marnosi di giacitura suborizzontale o debolmente inclinati e limitati da sottili livelli conglomeratici o, in corrispondenza delle principali linee tettoniche da accumuli caotici di frana sottomarina. I principali corpi sedimentari seguono la disposizione delle linee tettoniche distensive costituite da faglie disposte circa E-W e N-S, mentre i lembi sommitali colmano insenature che dovevano costituire le foci dei corsi d'acqua pliocenici. Affiorano in due piccole aree a nord-est dell'abitato di Pegli (area scolante tra i bacini S. Pietro e Varenna) e a nord-est dell'abitato di Sestri (area scolante tra i bacini Varenna e Chiaravagna). (Formazione delle Argille di Ortovero).
- o **Argilliti (ag APA).** Metaargilliti con intercalazioni di strati isolati di spessore da metrico a submetrico di calcari microcristallini, per lo più scistosi. Affiorano in tutto il settore orientale dell'area scolante compresa tra i bacini del torrente Chiaravagna e i bacini del Torrente Polcevera. (Argille a Palombini del passo della Bocchetta).
- o **Calcari Marnosi (cm ROC).** Calcari marnosi, marne calcaree e marne grigie, alternate ad arenarie, calcareniti ed argilliti scistose. Si presenta in alcuni punti in eteropia con la Formazione degli "Argilloscisti della Val Lavagna" e proprio per questo motivo da alcuni autori viene considerata come un suo membro. Nell'ambito in oggetto caratterizza tutta l'area scolante ad Est del bacino del Polcevera. (Formazione di Ronco, litozona marnoso-calcareo).

- o **Calcari arenacei (car -TOR).** Calcari microcristallini e finemente arenacei di spessore fino a pluridecimetrico, talora foliati, con giunti pelitici. Lo spessore massimo della formazione è di qualche metro. In alcuni strati sono evidenti tracce di una gradazione torbiditica. Di colore grigie o bianche sono ricche di detrito quarzoso; sono presenti intercalazioni argillitiche. Affiorano nell'area scolante tra bacini del Chiaravagna e del Polcevera, sulla sella di Borzoli. La giacitura è costantemente N-S, rovesciata e inclinata verso ovest di circa 65 gradi. (Formazione di Torbi).
- o **Serpentiniti e serpentinoscisti (sr, sns -BEI)** Il carattere strutturale delle serpentiniti è generalmente compatto, a banchi, ma sempre caratterizzato da una intensa fratturazione. All'esame macroscopico alcune di esse risultano composte da un fitto ed irrisolvibile aggregato di minerali serpentinosi; altre presentano in questo aggregato relitti più o meno abbondanti di pirosseni ed olivina che possono spiccare anche nelle superfici alterate della roccia. Presentano frequentemente fenomeni di cataclasi che localmente si intensificano fino a produrre una breccia ad elementi spigolosi in una matrice polverulenta, talora permeata da un cemento siliceo o carbonatico. In corrispondenza dei contatti tettonici la tessitura scistosa può divenire assai penetrativa ed il litotipo assume i caratteri del **serpentinoscisto**. La scistosità è spesso associata ed evidenziata da letti di minerali fillosilicati dando origine ai talcoscisti o ai cloritoscisti. Questi ultimi sono frequenti sia nelle masse serpentinitiche che al contatto con metabasiti e calcescisti. Sono localizzati in diverse zone dell'area di studio; nell'area scolante tra bacini Leiro e Branega a monte del casello autostradale di Voltri in contatto con i calcescisti; nell'area scolante tra i bacini San Pietro e Varenna a monte della località Pegli 2; nell'area scolante tra i bacini Varenna e Chiaravagna in contatto tettonico con le Dolomie del M.te. Gazzo. (Ofioliti del M.te Beigua)
- o **Lherzoliti (lh-BEI)** Sono rocce ultrafemiche a olivina prevalente, con pirosseni e spinello, serpentinitizzate a vario grado fino a passare a rocce francamente serpentinosi. Sono subordinate litologie harzburgitiche e dunitiche; sono a volte presenti bande pirossenitiche, filoni gabbrici e basaltici più o meno rodingitizzati. Sono localizzate in un ristretto lembo all'interno dell'area scolante tra il T. Varenna e il T. Chiaravagna nel settore più settentrionale nei pressi del M.te Contessa. (Ofioliti del M.te Beigua)
- o **Basalti a Pillows (DB -FIG)** Si tratta di un litotipo molto variabile dal punto di vista petrografico, costituito da basalti spilitici metamorfosati; affiorano nell'area scolante compresa tra il T. Chiaravagna e il T. Polcevera. Si tratta di colate a cuscini (pillows) brecciate e rimaneggiate; Sono frequenti i filoni basaltici (loc. Erzelli); localmente si passa a Basalti massicci intersecati da filoni porfirici. Il metamorfismo che interessa la formazione si manifesta in facies albite-epidoto e pumpellyite, con occasionale manifestazione di lawsonite. (Formazione del M.te Figogna):
- o **Metagabbri (mg - BEI):** sono stati raggruppati con il medesimo simbolo i seguenti litotipi appartenenti entrambi all' "Unità delle metabasiti":
 - ✓ **Metagabbri a scisti verdi, metabasalti.** Si tratta di roccia a grana medio-grossa generalmente assai compatta, benché localmente risulti intensamente fratturata o localmente, specie in corrispondenza dei contatti tettonici, possa assumere facies scistosa. I metagabbri sono rappresentati da

- metabasiti ad evidenti strutture e tessiture e/o relitti paragenetici di originarie rocce gabbriiche ed in particolare: Metagabbri a Scisti Verdi, a prevalente paragenesi di tipo Scisti Verdi (albite + clorite + epidoto + anfiboli come paragenesi principale).
- ✓ B) **Metagabbri eclogitici e/o glaucofaniti, eclogiti.** Metagabbri eclogitici e lo glaucofanici, a prevalente paragenesi di alta pressione, derivanti da originari Mg-Al gabbri (troctoliti, gabbri olivini e gabbri a clinopirosseno); Eclogiti o glaucofaniti, a prevalenti paragenesi di alta pressione derivanti da originari Fe-Ti gabbri (gabbri e dioriti a clinopirosseno); (Ofioliti del M.te Beigua)
 - **Calcescisti. (cs-TUR).** Occupano in genere le porzioni medio basse delle vallate. Si presentano per lo più in strati verticalizzati sul fondovalle, talvolta in grosse bancate e in stile a pieghe sui fianchi. Sono rocce a tessitura marcatamente scistosa, localmente molto pervasiva: il litotipo è caratterizzato da colore grigio-verde o bruno con abbondanti carbonati, miche e subordinato quarzo; localmente sono rilevabili livelli nerastri spesso contorti rappresentati da allineamenti di sostanze carboniose e graffitiche; presenti soprattutto come micascisti e calcescisti s.s. Le paragenesi sono prevalentemente in Facies Scisti Verdi. Affiorano con continuità nelle aree scolanti tra i bacini Leiro e Branega, Branega e San Pietro, San Pietro e Varenna e tra i bacini Varenna e Chiaravagna. (Formazione dei Calcescisti del Turchino)
 - **Metabasiti indifferenziate a scisti verdi (mb -TUR)** Sono rocce metamorfiche scistose a grana minuta di colore variabile dal verde bluastrò al bruno; una facies particolarmente ben rappresentata è quella compatta dove lo stato di conservazione del litotipo è mediamente buono. Si riscontrano in due piccoli lembi il primo nell'area scolante ad est del T. Branega l'altro in prossimità del M.te Gazzo.
 - **Dolomie (do -DPR).** Dolomie e calcari dolomitici grigi, da microcristallini a saccaroidi, ben stratificati, talora con giunti pelitici di colore giallo verde; localmente sono presenti orizzonti di brecce intraformazionali e verso l'alto della formazione rari strati marnosi, nella parte alta, e resti fossili relativamente frequenti. (Formazione delle Dolomie del M.te Gazzo)
 - **Calcari (ca -GZI).** Si tratta di calcari marnosi neri e marne scistose a base calcareo-arenacea che verso l'alto della formazione passano a calcari puri e dolomie. (Unità del M.te Gazzo Isoverde. -GZI)

2.3 Geomorfologia

Al pari della descrizione litologica anche gli elementi relativi alla geomorfologia del territorio studiato vengono descritti nel seguito separatamente per ciascuna delle sei aree individuate.

2.3.1 Area 1 – Bacini Arresta, Rumaro e area scolante di Cogoleto

Depositi alluvionali

I depositi alluvionali cartografati sono stati suddivisi utilizzando sia un criterio temporale sia un criterio finalizzato alla descrizione dei meccanismi di sedimentazione.

Si sono pertanto individuate le seguenti tipologie:

Depositi alluvionali fluviali:

“mobili ed attuali (am)”: localizzati all’interno dell’alveo dei torrenti e nelle immediate vicinanze risultano rimaneggiati e ampliati dalle piene e dalle divagazioni stagionali dei corsi d’acqua. Le alluvioni mobili attuali sono formate da materiale generalmente grossolano. Di limitata estensione non è stato possibile cartografarle alla scala grafica utilizzata.

“recenti (ar)”: poste al lato dei corsi d’acqua generalmente costituiscono in genere bassi terrazzi (1-2m) rispetto all’attuale altezza dell’alveo. Anch’essi poco diffusi sono presenti in dimensioni e potenze cartografabili sono nel bacino del T. Arrestra, e precisamente nel settore centrale tra il Convento del Deserto e la confluenza del T. Acquabuona, e nella zona terminale dalla zona poco più a monte del viadotto autostradale fino alla foce.

“antiche (aa)”: costituiscono dei lembi residuali di depositi terrazzati fluviali riconoscibili in piccole aree lungo il torrente Arrestra poco più a sud della zona del Convento del Deserto e nella zona della confluenza del rio Acquabuona.

Si segnala, inoltre, che molte delle coltri cartografate nella carta geomorfologica e localizzate sulle superfici di raccordo tra le ultime propaggini dei rilievi e il fondovalle dei torrenti, risultano nella loro porzione terminale, costituite da depositi colluviali commisti a depositi fluviali antichi e recenti.

Depositi misti e marini:

“depositi alluvionali indistinti (a)” caratterizzano tutta la fascia costiera da ovest ad est, dal bacino del T. Rumaro fino alla fine dell’ambito in prossimità dello spartiacque del bacino del T. Lerone. Sono depositi piuttosto eterogenei formati dalla coalescenza di coltri detritiche colluviali commiste a depositi fluviali e marini.

Coperture detritiche

Le coperture detritiche possono essere distinte in tre tipologie principali: coltri detritiche eluvio-colluviali, falde di detrito e coltri miste detritico-alluvionali. Per l’elaborazione della cartografia tematica si sono differenziate ove possibile, la granulometria prevalente (fine o grossolana) e lo spessore (maggiore di 3 m o compreso tra 1-3 m).

Dove l’informazione è risultata di difficile acquisizione la caratterizzazione è stata comunque effettuata in base a considerazioni empiriche che tenessero conto della litologia di origine e della tipologia del fenomeno.

Le coltri eluvio-colluviali con spessori compresi tra uno e tre metri sono prevalentemente localizzate nel settore centrale dei bacini dell’Arrestra e del Rumaro. Localmente raggiungono spessori maggiori di tre metri soprattutto in corrispondenza dei litotipi marnosi e marnoso-arenacei (loc. Sciaborasca).

In detta località la letteratura geologica attribuisce alla porzione di questi depositi sommitale (1-2 m max) una genesi marina, definendoli come “alluvioni antiche terrazzate” (Pleistocene). Vengono descritti come ghiaie e ciottoli di dimensioni molto variabili, talora cementati, spesso misti a sabbia più o meno abbondante. I ciottoli sono generalmente serpentinitici e in minor misura derivanti dai calcescisti, con un grado di arrotondamento molto variabile. Sono di solito immersi in una matrice terrosa rossastro-giallastra. Questi sedimenti giacciono in discordanza erosiva sui termini inferiori.

Sono state cartografate sempre con la simbologia “dt “ anche quelle coltri miste detritico-alluvionali situate lungo le superfici di raccordo morfologico tra i fondovalle ed i versanti dei rilievi. Detti materiali derivano in parte dal colluvio proveniente dalla disgregazione dei versanti in parte da sedimenti alluvionali o dai terrazzi fluviali delle aste torrentizie. Questa configurazione morfologica è piuttosto comune lungo alcuni tratti del torrente Arrestra.

I detriti di falda, assimilati in cartografia alle coltri detritiche, presentano elementi clastici eterogranulari a spigoli vivi e comportamento eminentemente granulare. Geneticamente sono il prodotto della detrizione termoclastica del substrato roccioso generalmente serpentinitico e serpentinoscistoso. I detriti di falda sono piuttosto frequenti alla base dei canali e ai piedi dei ripidi versanti dei rilievi che caratterizzano la porzione centro settentrionale del bacino dell'Arrestra (zona del M.te Beigua e zona del Santuario del Deserto); l'acclività dei versanti e la scarsa copertura vegetale favoriscono un ruscellamento superficiale ad alta velocità di deflusso che determina l'erosione selettiva superficiale di parte dei costituenti granulometricamente medio-fini, con formazione di falde di ghiaioni ad elevato angolo di attrito e coefficiente di permeabilità variabile in funzione della frazione residua dell'intasante fine. Detti corpi sedimentari sono quasi sempre in lento movimento (fenomeno indicato nella cartografia con la simbologia “direzione di mobilizzazione dei materiali sciolti”), a causa, di solito, dell'erosione al piede dell'accumulo indotta dai corsi d'acqua stagionali.

Roccia affiorante o subaffiorante.

Rientrano in questa definizione tutte le porzioni di territorio nelle quali le coperture dei materiali detritici sono inferiori al metro. La perimetrazione di tali aree è basata su criteri di fenomenologia prevalente alla scala grafica di rappresentazione (1:10.000) è possibile, pertanto, che al loro interno possano rientrare situazioni particolari a valenza locale quali piccole conoidi, accumuli detritici di ridotte dimensioni ecc.

Gli affioramenti di metabasiti e marne si presentano con un grado di alterazione e fratturazione inferiore rispetto ai precedenti litotipi. Si è ritenuto pertanto di ricomprendere dette litologie all'interno della classe Rs, intesa come comprendente ammassi rocciosi con caratteristiche geomeccaniche meno sfavorevoli rispetto alle condizioni di stabilità.

Dall'analisi della cartografia appare evidente come più del 70% del territorio appartenente all'ambito in oggetto sia caratterizzato da roccia affiorante o subaffiorante.

Frane attive erosione superficiale

Nell'ambito dei rilievi di campagna si è proceduto, mediante apposite schede, alla catalogazione dei movimenti franosi e alla valutazione del loro stato di attività.

Valutazioni di merito sulla tipologia delle frane e sulla loro diffusione nel territorio hanno evidenziato come la tipologia più diffusa sia quella delle frane in roccia (per crollo, ribaltamento, o rotolamento) con modesti corpi detritici. In genere si tratta di cigli attivi, su versanti ad elevata acclività modellati in rocce serpentinitiche che hanno come fattori predisponenti l'intensa tettonizzazione della roccia e le elevate pendenze e come fattori innescanti eventi pluviometrici di significativa intensità e fenomeni termoclastici.

Di sicuro rilievo, per l'assetto idrogeologico del comparto in esame sono inoltre i processi e le forme derivanti dall'erosione idrica.

Praticamente lungo tutti i versanti sono evidenziati fenomeni di erosione areale con asportazione da parziale a totale della risorsa suolo. Inoltre, sono stati segnalati i tratti d'alveo con evidenti incisioni di fondo o spondali .

Riporti artificiali

I principali riporti sono presenti nel tratto terminale del T. Arrestra, dove in sponda sinistra poco prima del viadotto autostradale è stata realizzata una grande superficie pianeggiante che attualmente ospita due campi sportivi ed altre attrezzature sportive. Sempre in sponda sinistra in prossimità della foce è localizzata l'ampia zona dell'ex lva. Sono stati inoltre cartografati tutti i riporti autostradali.

Cave

Numerose sono le piccole cave "storiche" ormai abbandonate o dismesse; da segnalare le cave in sponda destra del torrente Arrestra e la più grande dell'intero ambito, la cava "Molinetto" il cui piazzale di cava è ora adibito a discarica dei materiali di risulta della lavorazione della Stoppani.

2.3.2 Area 2– Bacino Lerone

Coltri detritiche

Nella carta geomorfologica, con questo termine ci si riferisce ai prodotti della detritazione del substrato roccioso di qualunque tipo e natura esse siano e qualunque sia stata la loro storia senza distinzioni di sorta.

Si è data evidenza soprattutto agli spessori mediamente superiori ad un metro di tali coperture poiché il comportamento meccanico dei materiali che le costituiscono non è tanto determinato dalla loro origine, quanto dalla pendenza della superficie topografica e da quella del substrato roccioso, nonché dalla presenza o meno di acque di infiltrazione e, in ultimo dalla composizione litologica.

Sono state inoltre evidenziate rilevati e discariche, zone urbanizzate e fortemente rimaneggiate.

I dati forniti, completano il quadro morfogeologico soprattutto per quanto attiene la "geologia del quaternario" cui la carta geologica, in genere, accorda scarsa attenzione, in modo da fornire un contributo alla identificazione delle tendenze evolutive dei versanti mettendo a disposizione l'elemento discriminativo, a parità di pendenze, nella valutazione del grado di rischio di instabilità più probabile.

Riguardo ai versanti in roccia non sono state fatte valutazioni sulla disposizione favorevole o meno dei giunti né sullo stato di conservazione perché la discontinua esposizione degli affioramenti e la disposizione fortemente irregolare delle strutture e dei pendii non consente una corretta determinazione. Inoltre, occorre considerare che la complessità geologica che caratterizza il territorio compreso nel bacino, non consente estrapolazioni attendibili sotto il profilo applicativo: le deformazioni superficiali e le traslazioni piccole o grandi degli ammassi rocciosi possono indurre facilmente in errore.

Le informazioni prodotte in questa sede sono comunque sufficienti a descrivere, con l'ausilio degli altri tematismi, quantomeno il complesso dei fenomeni concernenti la dinamica del territorio e delle loro tendenze evolutive

Per i versanti in materiali sciolti è stato impossibile distinguere intervalli di spessore, tenendo conto che, salvo scarse misure dirette puntuali, le stime sono fatte su base morfologica e che, oltre il metro, la "reattività" delle coltri ai fenomeni di modellamento non è sufficientemente differenziata per poter discriminare classi di spessore più elevato.

Le distinzioni dimensionali delle coltri sono molto difficoltose. In ogni caso, prevalgono coperture a scheletro molto grossolano derivanti anche dalla frantumazione in sito dei blocchi rocciosi. Non è valutabile con efficacia la componente fine dei detriti che, in ogni caso, ne determina il comportamento meccanico qualora superi il 20-30%. Solo le coperture del substrato pliocenico possono definirsi "eluviali" ed a granulometria fine quando non siano a loro volta interessate da coltri ciottolose e sabbiose quaternane.

Dinamica dei versanti

L'ambiente geomorfologico è generalmente in evoluzione rapida a causa dello stretto rapporto di reciprocità intercorrente fra fenomeni erosivi e fenomeni franosi specie nelle zone non insediate, quindi prive di opere di contenimento o di regimazione delle acque.

La maggior parte delle frane antiche e recenti trae la sua origine prima dalle discontinuità presenti nella roccia a tutte le scale, dalla storia dello stato tensionale degli ammassi rocciosi e dall'attività neotettonica che appare decisamente intensa e responsabile, in particolare, dell'elevata energia del rilievo che consente il verificarsi di fenomeni gravitativi di grandi dimensioni, con scorrimento e traslazione di grosse masse rocciose, a volte in blocco, senza frammentazione.

Le frane attuali, si innescano generalmente in concomitanza o a seguito di precipitazioni particolarmente intense che costituiscono però, generalmente l'agente scatenante del fenomeno, che si innesca comunque in zone già rese fragili dall'azione dell'insieme di tutti gli altri fattori di dinamica esogena o da interventi non congrui.

Il loro verificarsi e le successive riattivazioni e rimodellamenti portano, in generale, a frane di tipo misto. Si individuano comunque, seguendo Varnes (1978), i seguenti tipi principali di frane in roccia:

- crolli
- ribaltamenti
- scorrimenti rotazionali e traslativi
- espansioni laterali
- "colamenti" e movimenti complessi di ammassi rocciosi
- colate e valanghe di detrito
- L'azione di demolizione e di degradazione superficiale degli ammassi rocciosi - già affetti dalle conseguenze degli stress tettonici - è prevalentemente da collegarsi a fenomeni termoclastici e crioclastici che si manifestano con particolare intensità frequenza e visibilità nella porzione settentrionale del bacino
- La carta riporta anche

- concavità dei pendii e nicchie di distacco attive e quiescenti
- direzioni di movimento traslativo delle coltri di pendio
- direzioni di movimento per frana in genere.

I fenomeni erosivi sono stati specificamente rilevati con particolare attenzione poiché tutto il territorio non urbanizzato appare soggetto in particolar modo. Fanno eccezione i pendii a scarsa acclività, le aree pianeggianti e quelle dotate di buona copertura vegetale che sono ovviamente meno sensibili all'azione delle acque superficiali.

L'erosione diffusa in genere prevale laddove la copertura vegetale è particolarmente degradata, nelle aree agricole abbandonate e nelle aree interessate da incendi.

Le attività antropiche possono, ed hanno, dato luogo a fenomeni definibili col termine di erosione accelerata in corrispondenza di scavi, sbancamenti, denudamenti, contribuendo così ad alterare i meccanismi naturali di modellamento.

Le coltri detritiche maggiori sono soggette ad erosione e trasporto in massa da acque incanalate, ovviamente soprattutto in condizioni di piena dei corsi d'acqua. Ai fenomeni erosivi si accompagnano quelli franosi minori, alimentando una sorta di ciclo alternato (l'erosione genera dissesti con i quali viene alimentato il trasporto solido e viene denudato il substrato roccioso che si espone all'erosione e a nuovi dissesti).

2.3.3 Area 3 – Bacini minori e aree scolanti di Arenzano

Come “area 3” si intende l'insieme del territorio del Comune di Arenzano e Genova compreso tra la foce del T. Lerone a ponente, e quella del T. Cerusa a levante.

Anche dal punto di vista geomorfologico, come per quello geologico, si riscontra un'insieme di paesaggi e morfologie eterogeneo, passando da tratti costieri sia di spiaggia bassa (centro abitato di Arenzano) sia di falesia rocciosa (scogliera di Torretta Pallavicini - Punta S. Martino e tratto da Arenzano a Voltri) a morfologie collinari dolci fino a quelle aspre e molto acclivi delle vette rocciose che coronano il territorio.

All'interno di quest'ambito si sviluppano i bacini di numerosi rii; partendo da ponente di una certa importanza è il Rio S. Martino, il cui alveo scorre in direzione grossomodo Est-Ovest, all'interno della depressione quaternaria di Terralba compresa tra i rilievi delle rocce del Gruppo di Voltri a monte e il massiccio del Cristallino di Arenzano a Sud; la zona presenta deboli pendenze, dovute ad un contesto geologico di terreni facilmente erodibili, testimoniati, inoltre, dalla rilevante presenza di coperture che ne hanno favorito l'accentuata antropizzazione.

La parte centrale del territorio delle aree scolanti di Arenzano è occupata dal bacino idrografico di maggior rilievo, quello del Rio Cantarena che si sviluppa, nonostante i poco più di 4 km di lunghezza dell'asta principale, in un'area di brusco passaggio da zone periurbane a caratteristiche ancora rurali fino alla zona a spinta urbanizzazione rappresentata dall'abitato di Arenzano.

La valle del rio Cantarena può essere, pertanto, distinta in tre differenti areali geomorfologici:

- una zona prettamente urbana situata nella parte bassa del bacino;
- una parte mediana della valle che, sebbene stretta e acclive, ha consentito ancora l'instaurarsi di attività agricole, silvicole e pastorali;
- una parte alta della valle dove un aspro paesaggio e la forte acclività, dovuta alle caratteristiche geolitologico-geomorfologiche, non ha permesso rilevanti azioni antropiche.

La parte più alta della valle ha, quindi, subito una razionalizzazione dell'uso del suolo, con mantenimento del bosco (anche se in buona parte snaturato rispetto alla configurazione spontanea), il controllo delle aree destinate a pascolo, la parziale preservazione delle tradizionali coltivazioni terrazzate che si spingevano anche nei versanti più acclivi (se ben esposti). Per contro vi è il grave rischio che l'abbandono di parte delle coltivazioni tradizionali (purtroppo povere) origini erosione accelerata e dissesto gravitativo, in assenza di manutenzione dei presidi idraulico-agrari.

Complessivamente, il reticolo idrografico è più sviluppato ed articolato nella parte nord-occidentale del bacino dove sono presenti i maggiori rii tributari.

Partendo dal basso i principali affluenti di un certo rilievo: il rio Verde Gioia, il rio Cucu il Rio Rama ed il rio Bazzane.

Generalmente i corsi d'acqua tributari del Cantarena, brevi e poco ramificati, sono tutti in erosione, in genere forte, con alvei molto incisi e frequenti fenomeni di scalzamento della base dei versanti e conseguenti dissesti gravitativi più o meno significativi.

Nello sviluppo e nell'articolazione del reticolo idrografico è evidente il controllo litologico e tettonico-strutturale. Il bacino presenta, così, un tratto più aperto a monte sul suo lato occidentale; il corso d'acqua in questa zona segue una direzione N-S e presenta un andamento sostanzialmente rettilineo, ed è impostato sul contatto tettonico tra serpentiniti e calcescisti, nascosto dalla rilevante presenza di potenti coltri detritiche caratterizzate dalla presenza di massi anche metrici. Nel tratto mediano del bacino l'andamento diviene NE-SW, la valle assume una configurazione abbastanza incassata con meandri a curvature anche molto accentuate, risentendo di lineazioni tettoniche minori, per poi ridivenire N-S fino alla rottura di pendio del tratto terminale.

In questa fascia prevalentemente deposizionale il rio giunge alla foce deviando verso Est.

Per quanto riguarda gli affluenti laterali è possibile evidenziare che quelli di destra hanno un maggiore sviluppo sia areale che lineare ed un andamento prevalente NW-SE circa perpendicolare al torrente principale, mentre quelli di sinistra hanno un andamento più vicino alla direzione E-W.

Sia l'andamento delle aste dei torrenti, sia la morfologia dei meandri della zona centrale, evidenziano un reticolo idrografico strettamente controllato da lineazioni tettoniche a direzioni N-S, NW-SE e secondariamente NE-SW.

Nell'ultimo tratto il rio scorre all'interno dell'area urbanizzata e pertanto è protetto da argini in muratura fino alla foce sita nella parte più a levante del centro cittadino.

La forma del Bacino e il modellamento dei versanti risultano influenzati, oltre che dalla tettonica, dall'assetto strutturale e dalla litologia, in particolare dall'erosibilità dei

diversi litotipi e delle coltri detritiche. Le pendenze comunque restano elevate per quasi tutto il bacino, solo nella parte bassa l'acclività si riduce.

A levante del Rio Cantarena i corsi d'acqua si fanno più brevi, incassati in bacini stretti e tortuosi, quasi sempre scavati nella roccia seguendo lineazioni tettonico-strutturali.

E' il caso di Rio Laega che dalle pendici meridionali di Bric del Vento scende velocemente al mare scavandosi il corso nei serpentinoscisti.

Di maggior estensione è il Rio Lupara, completamente "controllato" dalla tettonica (faglie e contatti litologici tra serpentinoscisti e calcescisti) che lo porta a numerosi cambi di direzione in un alveo ricco di ripide gole rocciose dove si sono creati spettacolari salti e cascate come quelle visibili dall'autostrada nei pressi della Cava Lupara.

Ancora a levante si entra in un territorio dalle caratteristiche omogenee: il litotipo principale è costituita dai calcescisti, che formano, tra l'altro, una bellissima falesia rocciosa.

Le pendenze sono quindi sempre rilevanti e questo si ripercuote sulle coltri, che presentano spesso segni d'instabilità: la fascia compresa tra Vesima e Crevari è, infatti sede di numerose frane, che riattivano anche antichi movimenti gravitativi.

I principali corsi d'acqua sono il Rio Vesima ed il Fontanelle, che, talmente immorsati nella roccia e tortuosi, non hanno più caratteri di un ambiente costiero, ma decisamente montuoso.

Coperture detritiche

Le coperture detritiche presenti nell'ambito delle aree scolanti di Arenzano, possono essere distinte in due tipologie principali: accumuli originati da fenomeni franosi di vario tipo e coltri detritiche eluvio-colluviali; per l'elaborazione della cartografia tematica sono state considerate, ove possibile, la granulometria prevalente (fine o grossolana) e lo spessore (maggiore o minore di 3 m). Dove l'informazione è risultata di difficile acquisizione la caratterizzazione è stata comunque effettuata in base a considerazioni empiriche che tenessero conto della litologia di origine e della tipologia del fenomeno.

Le coltri eluvio-colluviali sono ampiamente diffuse in tutta l'area e derivano dall'alterazione e disfacimento dei vari litotipi.

Queste litologie, quando sono particolarmente alterate, come nei pressi di lineazioni tettoniche o contatti, assumono di fatto le caratteristiche di una copertura per cui la distinzione fra roccia e coltre non è sempre agevole ed il passaggio fra l'una e l'altra risulta sfumato. In talune zone, questa coltre ha una potenza superiore ai tre metri. Spesso le coltri di questo tipo presentano fenomeni di attivazione e morfologie che possono far pensare a movimenti gravitativi, pertanto risulta talvolta sfumata la distinzione fra coltre potente e corpo di frana. Nella zona mediana e generalmente dove possibile, tali coperture sono state regolarizzate con terrazzamenti agricoli che per lo più appaiono ancora in discrete condizioni.

Dinamica dei versanti

Come già evidenziato, in relazione alla dinamica dei versanti assume grande importanza il particolare assetto geologico caratterizzato dai numerosi contatti tettonico-

stratigrafici ed i relativi stati giaciturali e di tettonizzazione. In tale contesto nell'areale considerato sono stati rilevati i fenomeni franosi più significativi. Alcuni già censiti ai sensi del D.L. 180/98 e s.m. nell'ambito del "Piano Straordinario volto alla mitigazione del rischio" come da D.G.R. 1411/99, contraddistinti sulla "*Carta inventario*" e nei relativi "*Estratti*", rispettivamente, come 025 – 152 – R4 (zona Crevari), 025 – 010 – R3 e 025 – 009 – R3 (zona Palazzetto, S.S. Aurelia), 010 – 015 – R3 (zona Cava Lupara) e 001 – 001 – R3 (zona del Pizzo).

Gli altri sono stati cartografati e censiti mediante apposite schede.

Da segnalare inoltre come in tutto il territorio di interesse siano stati rilevati processi erosivi superficiali e movimenti franosi di ridotte dimensioni prevalentemente impostati nei suoli o nei livelli di maggiore alterazione del substrato roccioso. Sono diffusamente presenti sia lungo i bacini dei principali corsi d'acqua come quello del Cantarena sia lungo la falesia costiera (area del campo sportivo alla foce del T. Lerone e di Torretta Pallavicini).

Altri fenomeni erosivi di una certa rilevanza sono costituiti dai processi di erosione collegati al reticolo idrografico; in particolare sono evidenti fenomeni di scalzamento ed approfondimento di alveo nelle parti alte delle valli e di erosione di fondo ed incanalata specialmente nei tratti centrali e terminali dei rii minori come il Laega, il Lupara, il Vesima ed il Fontanelle.

Riporti artificiali

I principali riporti sono presenti nell'area dello svincolo e del casello autostradale della Colletta, nella parte a NE della Pineta, il riempimento del parcheggio a mare nei pressi della foce del rio Cantarena e nella fascia a valle della cava Lupara.

Cave

Nell'area non sono attualmente presenti cave attive. Le aree di cava abbandonate sono invece sparse un po' ovunque sul territorio sia sulle litologie calcareo-dolomitiche sia, prevalentemente su quelle ofiolitiche.

La cava di maggiori dimensioni è rappresentata dalla cava in serpentiniti della Lupara sita in sponda destra del rio Lupara.

La problematica maggiore è legata alla stabilità dei fronti che presentano cigli attivi ed alla presenza di materiale sciolto facilmente mobilizzabile durante gli eventi estremi (c'è anche discarica alla base)

Altre cave di dimensioni minori sono situate nella zona appena a valle della cava Lupara, tre nella fascia dolomitica a Nord della Pineta ed una nei pressi del Carbo del pizzo.

Terrazzi marini

Il territorio del Comune di Arenzano è inoltre caratterizzato dalla presenza di alcuni terrazzi marini anche di rilevanti estensioni.

Il più esteso è infatti quello della Pineta, ma altri sono presenti nel settore compreso tra le località Castello e Pizzo.

I naturali terrazzamenti si trovano ad una quota intorno ai 100m.

2.3.4 Area 4 – Bacino Torrente Cerusa

L'assetto oro-idrografico del bacino del T. Cerusa è fortemente condizionato da fattori geodinamici endogeni la cui influenza appare evidente soprattutto in relazione ad una serie di indicatori geomorfologici che testimoniano la rilevante correlazione tra attività tettonica ed evoluzione morfologica del bacino stesso.

La morfologia della valle è molto articolata con profili trasversali quasi sempre asimmetrici e con bacini secondari molto più sviluppati in sponda orografica destra che in sinistra. Il profilo longitudinale del corso principale si configura come una spezzata con frequenti spostamenti dall'asse che evidenziano quanto l'andamento del torrente risulti influenzato dall'assetto strutturale dell'area.

Nel complesso la morfologia è caratterizzata da una elevata energia dei rilievi che determina, soprattutto nelle zone occidentali del bacino, dove prevalgono terreni di natura serpentinitica, un paesaggio molto simile a quello che si riscontra in ambiente tipicamente alpino.

Nel bacino, in relazione agli assetti litostrutturali ed ai caratteri morfologici presenti, è riconoscibile una configurazione morfostrutturale dominante caratterizzata da versanti principali frequentemente interrotti da impluvi minori e da versanti secondari di forma stretta ed allungata.

A tale configurazione è generalmente associata una ridotta estensione dei depositi detritici colluviali presenti alla base dei pendii stessi mentre particolare rilevanza assumono i processi di trasporto solido lungo gli impluvi secondari e principali.

Rilevante è, comunque, l'influenza sull'evoluzione geomorfologica del bacino del T. Cerusa dei fattori geodinamici endogeni che è testimoniata direttamente o indirettamente sia dalla presenza di movimenti di massa tipo DGPV connessi al sollevamento dell'area ovvero al ringiovanimento del ciclo di erosione sia dalla maggiore concentrazione di fenomeni franosi s.s. di medie e grandi dimensioni che si riscontra proprio in corrispondenza dei principali allineamenti tettonici (fascia di contatto serpentinito-calcescisti) dove frequentemente la roccia di substrato presenta una struttura cataclastica.

Elementi di instabilità geomorfologica

In relazione ai diversi aspetti morfologici che caratterizzano l'area in esame, visti gli obiettivi del presente studio, sono stati analizzati prevalentemente gli elementi caratteristici d'instabilità geomorfologica. In particolare sono stati analizzati e identificati nel dettaglio:

- l'andamento areale delle coperture detritiche superficiali e le caratteristiche generali di comportamento in relazione alle diverse litologie di substrato;
- le forme ed i processi geomorfologici connessi alla gravità;
- le forme ed i processi legati all'azione delle acque correnti superficiali;
- l'esame dei fenomeni antropici che determinano un'elevata influenza sulla stabilità dei versanti.

Per i diversi elementi si è analizzato lo stato d'attività individuando forme e processi attivi e quiescenti.

Sono stati considerati elementi attivi quelle forme e processi che erano in atto al momento del rilevamento, mentre sono stati considerati quiescenti quelle forme e processi

che, pur non risultando attivi, possono essere comunque suscettibili di riattivazione nell'ambito dell'attuale sistema morfoclimatico e morfodinamico.

Le indagini sono state condotte sia effettuando rilievi di campagna, sia utilizzando tecniche di telerilevamento su fotografie aeree.

L'indagine di telerilevamento è stata effettuata su fotogrammi d'epoca diversa; ciò ha permesso di individuare l'evoluzione del territorio in relazione ad una finestra temporale di circa 20 anni (1973-1992).

Roccia affiorante

Nel bacino del T. Cerusa, rilevante è l'estensione delle zone caratterizzate da roccia affiorante e subaffiorante ovvero interessate da una copertura detritica eluvio-colluviale sottile con spessori fino a $0.5 \div 1$ metro.

In particolare mentre nelle zone interessate da rocce serpentinitiche (zona centro occidentale del bacino) il substrato è affiorante o subaffiorante con coperture detritiche molto sottili, nelle aree caratterizzate dalla presenza dei calcescisti si osservano maggiori spessori della copertura eluvio-colluviale (spessori mediamente intorno ad 1 metro).

Il complesso dei litotipi presenti nel bacino è caratterizzato da un comportamento meccanico fortemente influenzato dal grado di fratturazione e dalle caratteristiche meccaniche presenti lungo tali discontinuità.

Frequentemente sugli affioramenti osservati si riscontra una evidente decompressione e rilascio degli ammassi rocciosi con rilevante apertura delle fratture.

Localmente soprattutto in corrispondenza del contatto serpentine-calcescisti il grado di alterazione e fratturazione risulta estremamente elevato talché la roccia presenta una struttura cataclastica che determina un comportamento meccanico dell'ammasso molto scadente.

In generale i rilievi geomeccanici effettuati a campione sugli ammassi rocciosi presenti hanno evidenziato indici di RMR (classificazione di Bieniawski) correlabili a classi di qualità dell'ammasso variabile da discreto a molto scadente nonché la presenza di più famiglie di fratture il cui orientamento (rispetto al pendio) determina situazioni di potenziali cinematismi di volumi di roccia assai variabili. Tale aspetto acquista particolare rilevanza in corrispondenza dei versanti a più elevata pendenza ovvero lungo i fronti di scavo artificiali.

In base alle diverse situazioni riscontrate gli ammassi rocciosi sono stati classificati come ammassi in "scadenti condizioni di conservazione, alterati e/o particolarmente fratturati rispetto al pendio".

Coperture detritiche superficiali

La presenza di depositi detritici superficiali è un parametro importante nella valutazione e caratterizzazione della stabilità dei versanti.

Sono stati, perciò, distinti i settori dove tale elemento discriminante risulta presente in modo esteso e continuo condizionando la stabilità potenziale dei versanti interessati. Le coperture detritiche sono state distinte, inoltre, sia in base agli spessori, evidenziando i

depositi con spessori medi compresi tra 1 e 3 metri e quelli di spessore superiore ai 3 metri, sia in base alla tessitura degli accumuli.

Alla campitura dei diversi settori interessati dalla presenza di copertura detritica si è giunti mediante valutazioni puntuali ed analisi su aree campione, dove si è individuato il comportamento prevalente dei diversi litotipi di substrato. Sono state eseguite, inoltre, valutazioni in rapporto alla pendenza dei versanti ed all'assetto vegetazionale.

L'informazione ottenuta ha permesso così una zonazione del territorio del Bacino del T. Cerusa in settori discreti ad andamento prevalente, significativa in rapporto alla scala del lavoro ma che presenta margini di incertezza elevata nel caso in cui le informazioni riportate siano utilizzate per una lettura a scala puntuale.

In particolare i depositi detritici di maggiore estensione rilevati sono verosimilmente correlabili ad antichi accumuli di frana che in relazione a successivi fenomeni di modellamento non rivelano, ad oggi, indicatori evidenti della genesi originaria.

Tali situazioni sono state genericamente classificate come depositi detritici eluvio-colluviali essendo spesso assai opinabile e soggettivo l'inquadramento di tali accumuli nell'ambito dei fenomeni franosi in senso stretto visto la rilevante incertezza associata all'individuazione, perimetrazione e classificazione dei diversi fenomeni originari.

Si riscontra nel bacino la presenza sia di coltri sottili che potenti. Una estesa coltre di potenza superiore a 3 m è stata cartografata nei pressi dell'abitato di Fiorino. Gli accumuli detritici di spessore rilevante sono stati frequentemente riscontrati in prossimità di movimenti franosi sia antichi che attuali e sono sempre stati cartografati con l'ausilio dell'analisi aerofotogrammetrica e con indagini dirette sul terreno.

Nell'area del bacino rilevante è la presenza di coperture superficiali rappresentate da conoidi e falde di detrito a tessitura grossolana che si rilevano alla base dei pendii ovvero ai piedi di pareti rocciose interessate da fenomeni di crollo e scivolamento. Tali situazioni si riscontrano soprattutto nelle zone interessate da rocce di natura serpentinitica ed in particolare nella zona centrale ed occidentale del bacino dove in modo pressoché continuo si rileva la presenza di tali accumuli.

Ulteriori depositi detritici, infine, sono rappresentati dalle coltri alluvionali presenti soprattutto lungo il fondovalle del torrente principale. Tali depositi, caratterizzati da una granulometria costituita prevalentemente da ciottoli e ghiaie-sabbiose, presentano una diffusione areale ridotta occupando l'alveo attuale e limitate aree adiacenti il tronco terminale del T. Cerusa.

I depositi alluvionali significativi, sono comunque presenti anche lungo il tratto medio-alto dell'alveo attuale del T. Cerusa e lungo i principali affluenti dove talora si riscontra la presenza anche di blocchi di importanti dimensioni. In tali tronchi d'alveo i depositi alluvionali riscontrati sono riconducibili a processi di trasporto di massa.

Forme e processi gravitativi

Nell'ambito dell'indagine geomorfologica sono state rilevate tutte quelle forme e processi il cui sviluppo ha come agente morfodinamico fondamentale la gravità.

L'indagine è stata condotta utilizzando tecniche di telerilevamento e rilievi di campagna effettuati da più rilevatori che hanno operato separatamente sul territorio in esame.

Ciò ha permesso di ridurre le "incertezze" connesse alla soggettività tipica dell'analisi geomorfologica che si registra soprattutto in presenza di forme convergenti ovvero in corrispondenza di elementi fortemente cicatrizzati.

Successivamente i risultati delle analisi sono stati confrontati e, laddove i risultati ottenuti dai rilevatori risultavano discordanti, sono stati attuati approfondimenti di indagine.

L'interpretazione aerofotogrammetrica è stata condotta su fotogrammi d'epoca diversa consentendo un'analisi dell'evoluzione del territorio negli ultimi 20 anni.

I dati così ottenuti sono integrati, infine, con informazioni derivanti da documenti specifici relativi a situazioni che hanno determinato particolari condizioni di franosità.

Particolare rilevanza è stata data soprattutto all'esame delle forme connesse ai fenomeni franosi: sono state in tal senso individuate scarpate di frana e cigli d'arretramento morfologico, accumuli franosi ed una serie di forme indicatrici di movimenti gravitativi di versante.

I Fenomeni franosi individuati sono stati classificati distinguendo i singoli "corpi franosi" ben individuabili e cartografabili alla scala di versante dalle "aree in frana" dove si rilevano concentrazioni di piccoli movimenti diffusi superficiali, non cartografabili singolarmente e riferibili a differenti eventi meteoidrologici innescenti.

Le diverse forme sono state classificate come attive o quiescenti tenendo conto delle evidenze dirette ed indirette più agevolmente osservabili nel corso delle attività di rilievo di campo [Lo stato di attività dei fenomeni è stato valutato secondo le indicazioni proposte dal GNGFG (1987) e dal Servizio Geologico Nazionale (1996)].

Ciò ha consentito di raggiungere un sufficiente livello informativo, sebbene, talvolta, il grado di attività di particolari fenomeni franosi può essere compiutamente analizzato solo attraverso studi specifici e specialistici del sottosuolo.

Solo per le situazioni classificate come "aree in frana" non sono state riportate distinzioni dell'attività dei fenomeni. In tali zone, infatti, prevalgono movimenti franosi di piccole dimensioni (scivolamenti associati a colamenti veloci) che interessano gli orizzonti più superficiali del suolo e che sono riferibili a diverse generazioni di frane.

Di fatto all'interno delle aree in frana sono presenti fenomeni che si sono attivati in relazione a diversi eventi meteo-pluviometrici e dove i singoli movimenti possono essere distinti in base al livello di cicatrizzazione ovvero riferiti ad eventi pluviometrici particolari qualora siano disponibili documenti ed informazioni specifiche. Va evidenziato, inoltre, che generalmente in relazione alla tipologia delle frane presenti in tali "aree in frana" i singoli movimenti risultano sostanzialmente esauriti allorché vengono meno le condizioni di saturazione anomale del suolo che si realizza in occasione di eventi pluviometrici particolarmente intensi. La campitura e perimetrazione di tali zone è, però, importante per predisporre un quadro sintetico dei settori di versante maggiormente vulnerabili da tali fenomeni.

Forme e processi connessi all'azione delle acque superficiali

Sono state analizzate forme e processi d'erosione idrica sia perché possono costituire importanti elementi di dissesto superficiale, sia per lo stretto rapporto che, talora, tali elementi hanno nel contesto dell'insacco e dell'evoluzione dei movimenti di massa.

In particolare si sono analizzati l'erosione laterale e di fondo lungo le aste torrentizie, nonché i fenomeni erosivi diffusi sui versanti.

Lungo i versanti sono state rilevate tutte quelle zone in cui si è riscontrata una propensione al denudamento, sia dei terreni di copertura sia dei materiali disaggregati derivanti da disfacimento del substrato roccioso.

Sostanzialmente sono state identificate quelle zone scarsamente vegetate presenti in corrispondenza di versanti ad elevata pendenza, di forma prevalentemente allungata che influenzano la concentrazione del ruscellamento.

In generale si è sostanzialmente osservato che l'azione erosiva e l'azione gravitativa sono in stretto rapporto e spesso i processi coesistono. Tale situazione è soprattutto evidente nel settore nord-occidentali del bacino dove si riscontra un'evoluzione dei versanti per fenomeni di crollo, scivolamento e debris avalanche associati a processi di erosione diffusa ed a processi di erosione a rivoli.

I processi di erosione spondale sono stati segnalati soprattutto in corrispondenza di zone in cui tale fenomeno risulta marcatamente evidente e per tratti d'alveo in curva dove l'azione dell'acqua può determinare scalzamenti di materiale lungo le sponde esterne ed influenzare il comportamento dei versanti sovrastanti.

Sono stati, infine, individuati, i tratti d'alveo con evidenti incisioni di fondo ovvero quei tratti dove, in rapporto ad un'evoluzione a lungo termine, si riscontra una prevalente erosione di fondo dell'alveo stesso che può influenzare l'evoluzione nel tempo dei versanti. In genere tale processo risulta evidente lungo i tronchi d'alveo dei torrenti minori ed è, comunque, associato a processi di erosione spondale, di trasporto solido al fondo ed a trasporto di *massa (debris torrent e debris flow)* di quantità rilevanti di materiali che si sviluppano in corrispondenza di piene torrentizie impulsive e violente.

Fenomeni antropici

E' noto come le attività antropiche, soprattutto di rilevante impatto, determinano forti interferenze con l'assetto dei versanti e l'evoluzione geomorfologica naturale del territorio.

Per alcuni elementi antropici si è, perciò, analizzata la rilevanza che questi hanno sul territorio esaminato; in particolare sono state analizzate le modificazioni connesse ad attività estrattive di cava ed alla realizzazione di sbancamenti e riporti di impatto significativo.

Nel territorio del bacino del T. Cerusa nulla o praticamente assente è l'attività estrattiva in atto per lo sfruttamento di materiale da costruzione né i rilievi di campo e le informazioni raccolte hanno evidenziato che nella zona fossero presenti, in passato, cave o miniere di interesse significativo.

Solo nel tratto terminale del torrente, in corrispondenza della fascia di transizione fondovalle-versante, si osservano pareti rocciose, attualmente completamente

antropizzate, che potrebbero anche essere ricollegate alla presenza di vecchie cave di prestito.

Per quanto riguarda la presenza di sbancamenti e riporti di importanza rilevante, sono stati individuati quelle situazioni in cui l'intervento artificiale ha determinato modifiche significative della morfologia originaria.

Nell'area esaminata non si sono individuati depositi di inerti e rilevati di dimensioni rilevanti; solo in corrispondenza del rio asino morto il tracciato autostradale è stato realizzato in rilevato. Modesti abbancamenti di smarino di galleria, inoltre, sono stati osservati in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie autostradali. Tali abbancamenti risultano fortemente cicatrizzati e talora non facilmente distinguibili nel contesto del paesaggio presente al contorno.

Una situazione di rilevante criticità determinata da attività antropiche è, invece, rappresentata dalla strada provinciale n° 73 del Faiallo.

La costruzione di tale strada lungo il limite nord del bacino del T. Cerusa ha prodotto un evidente impatto negativo sulle condizioni di stabilità dei versanti di tale settore.

In particolare i rilevanti tagli stradali di controripa hanno determinato condizioni fortemente predisponenti al dissesto dei tratti di versante presenti a monte di tali tagli; inoltre, lo sversamento di materiale effettuato durante la costruzione della strada a valle della strada stessa contribuisce ancora oggi ad alimentare i processi di trasporto di massa lungo le incisioni torrentizie afferenti a tale settore del bacino.

2.3.5 Area 5 – Bacino Torrente Leiro

L'analisi dei lineamenti morfologici ha avuto lo scopo di individuare le forme e la dinamica morfologica dell'area.

In rapporto alle finalità del lavoro, sono stati studiati gli elementi più caratteristici di instabilità geomorfologica.

In particolare sono stati analizzati:

- l'andamento areale delle coperture detritiche superficiali e delle caratteristiche generali di comportamento in relazione alle diverse litologie di substrato;
- le forme ed i processi geomorfologici connessi alla gravità;
- le forme ed i processi legati all'azione delle acque correnti superficiali;
- l'esame dei fenomeni antropici che determinano un'elevata influenza sulla stabilità dei versanti.

Per i diversi elementi si è analizzato lo stato di attività individuando forme e processi attivi e quiescenti. Sono stati considerati elementi attivi quelle forme e processi che risultavano in atto al momento del rilevamento, mentre sono stati considerati quiescenti quelle forme e quei processi che, pur non risultando attivi, sono suscettibili di riattivazione nell'ambito dell'attuale sistema morfoclimatico e morfodinamico.

Le indagini sono state condotte sia attraverso rilievi di campagna, sia utilizzando tecniche di telerilevamento su fotografie aeree.

L'indagine di telerilevamento si è svolta su fotogrammi di epoca diversa⁽¹⁾: ciò ha permesso di individuare l'evoluzione del territorio per una finestra temporale di circa 20 anni.

Coperture detritiche superficiali

La presenza di roccia affiorante ovvero di depositi detritici superficiali sono 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 ed alla tessitura.

Alla campitura dei diversi settori si è giunti mediante valutazioni puntuali ed analisi su aree campione dove si è individuato il comportamento prevalente dei diversi litotipi di substrato.

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

L'informazione ottenuta ha permesso così una discretizzazione del territorio del bacino del Torrente Leiro in settori ad andamento prevalente che si ritiene assai significativa in rapporto al livello di scala del lavoro .

In particolare, aree caratterizzate da roccia affiorante con copertura discontinua inferiore ad un metro, si riscontrano nel settore orientale del bacino, in corrispondenza del complesso serpentinitico ed in corrispondenza dei crinali posti al limite Nord.

Nell'ambito del complesso serpentinitico gli accumuli detritici con potenze importanti risultano localizzati a porzioni limitate di versante. Le coperture superficiali sono rappresentate prevalentemente da conoidi di falda pedemontana a tessitura grossolana che si rilevano ai piedi dei versanti interessati da fenomeni di crollo e scivolamento nelle parti medio-alte.

Tali accumuli sono particolarmente evidenti nella zona di Punta Martin ed in tutto il bacino del Torrente Baiardetta dove costituiscono un serbatoio importante di alimentazione al trasporto solido.

Nel settore centro-occidentale del bacino, caratterizzato dalla presenza del complesso dei calcescisti, gli areali classificati con prevalente roccia affiorante risultano di limitata estensione e sono situati soprattutto in corrispondenza dei crinali.

Generalmente, in tale settore, si rileva la presenza di una copertura eluvio-colluviale a tessitura fine prevalentemente argillosa.

Gli spessori risultano mediamente compresi tra 1 e 3 metri. Non si rilevano estese porzioni di aree, cartografabili alla scala del lavoro, con potenza superiore ai 3 metri.

⁽¹⁾ Riprese aeree scala 1:13000 - anno 1974 (fotogrammi in bianco e nero); Riprese aeree scala 1:13000 e 1:1000 - anno 1993 (fotogrammi a colori)

Di fatto, accumuli con potenze superiori ai 3 metri, si riscontrano localmente in corrispondenza di corpi di frana, di fasce e zone fortemente tettonizzate, ai piedi dei versanti ed in zone caratterizzate da livelli elevati di alterazione del substrato roccioso.

Va sottolineato, inoltre, che l'elevata predisposizione alla disgregazione ed alterazione dei calcescisti e micascisti spesso non permette una distinzione netta tra il terreno di copertura ed il substrato roccioso resistente.

Generalmente si riscontra, infatti, la presenza di uno strato intermedio di alterazione, talvolta di potenza elevata, le cui caratteristiche meccaniche risultano scadenti e paragonabili a quelle dei terreni di copertura.

Nell'ambito dell'analisi delle coperture superficiali è stata valutata, inoltre, la distribuzione delle alluvioni di fondovalle.

Le coltri alluvionali presentano una diffusione areale ridotta occupando l'alveo e limitate aree adiacenti i torrenti principali ed i loro maggiori affluenti.

Le alluvioni antiche e recenti risultano generalmente terrazzate e spesso miste a detrito di fascia pedemontana.

Forme e processi gravitativi

Nell'ambito dell'indagine geomorfologica sono state rilevate tutte quelle forme e processi il cui sviluppo ha come agente morfodinamico fondamentale la gravità.

L'indagine è stata condotta utilizzando tecniche di telerilevamento e rilievi di campagna effettuati da più rilevatori che hanno operato separatamente sul territorio in esame.

Ciò ha permesso di ridurre gli errori connessi alla soggettività tipica dell'analisi geomorfologica, errori che si registrano, in particolare, in presenza di forme convergenti, ovvero in corrispondenza di forme fortemente cicatrizzate.

Successivamente i risultati delle analisi sono stati confrontati e, laddove i risultati ottenuti dai rilevatori risultavano discordanti, sono stati attuati approfondimenti di indagine.

L'interpretazione su fotografie aeree è stata condotta su fotogrammi di epoche diverse consentendo un'analisi dell'evoluzione del territorio degli ultimi 20 anni.

Particolare rilevanza è stata data soprattutto alle forme connesse a fenomeni franosi.

Sono state in tal senso individuate falde detritiche pedemontane, scarpate di frana e cigli di arretramento morfologico, accumuli franosi.

Questi ultimi sono stati suddivisi in corpi di frana e zone in frana. In particolare sono state classificate come zone franose tutte quelle aree nelle quali si sono rilevate concentrazioni di movimenti diffusi superficiali, non cartografabili singolarmente, i quali assumono comunque rilevanza nell'ambito dell'evoluzione complessiva del versante.

Sono stati invece classificati come corpi di frana i singoli movimenti franosi ben individuabili e cartografabili in rapporto alla scala di versante.

Le diverse forme sono state classificate come attive tenendo conto delle evidenze dirette ed indirette più agevolmente osservabili nel corso delle attività superficiali di campagna.

Ciò ha consentito di raggiungere un sufficiente livello informativo, sebbene, talvolta, l'attività di particolari fenomeni franosi possa essere compiutamente analizzata solo attraverso studi specifici e specialistici del sottosuolo.

Forme e processi connessi all'azione delle acque superficiali

Sono state analizzate forme e processi di erosione idrica sia perché esse possono costituire importante elemento di dissesto, sia per lo stretto rapporto che, talora, tale elemento ha con i movimenti di massa.

In particolare si è osservata l'erosione lungo le aste torrentizie, laterale e di fondo, nonché i fenomeni erosivi diffusi sui versanti.

Lungo i versanti sono state rilevate tutte quelle zone in cui si è riscontrata una propensione al denudamento, sia dei terreni di copertura che dei materiali disgregati derivanti da disfacimento del substrato roccioso.

Sostanzialmente sono state identificate quelle zone scarsamente vegetate presenti in corrispondenza di versanti ad elevata pendenza, di forma prevalentemente allungata che influenzano la concentrazione del ruscellamento.

In alcune situazioni si è spesso rilevato che l'azione erosiva e l'azione gravitativa sono in stretto rapporto. In tali casi il termine erosione è stato utilizzato nel suo significato più ampio.

I processi di erosione spondale sono stati segnalati soprattutto in corrispondenza di zone in cui tale fenomeno risulta marcatamente evidente e per tratti d'alveo in curva dove l'azione dell'acqua può determinare scalzamenti di materiale lungo le sponde esterne.

Sono stati, infine, individuati, i tratti d'alveo con evidenti incisioni di fondo ovvero quei tratti dove, in rapporto ad un'evoluzione a lungo termine, si riscontra una prevalente erosione di fondo dell'alveo stesso.

Fenomeni antropici

E' noto come i fenomeni antropici determinano forti interferenze con l'assetto dei versanti e l'evoluzione geomorfologica naturale del territorio.

Per alcuni elementi antropici si è analizzata la rilevanza che questi hanno sul territorio esaminato; in particolare si sono individuate modificazioni connesse ad attività estrattive di cava ed alla realizzazione di sbancamenti e riporti di importanza rilevante.

Nel bacino del Torrente Leiro l'attività estrattiva di cava ha una ridotta incidenza: sono presenti, infatti, cave di dimensioni modeste attualmente non più in attività.

In corrispondenza di queste si rilevano situazioni locali di instabilità sia lungo i fronti di scavo sia lungo i cumuli detritici connessi all'attività estrattiva.

Per quanto riguarda la presenza di sbancamenti e riporti di importanza rilevante, sono stati segnalati i casi in cui l'intervento artificiale ha determinato modifiche significative della morfologia originaria. Tali modificazioni si riscontrano soprattutto in corrispondenza di opere realizzate nel corso della costruzione della rete autostradale.

2.3.6 Area 6 – Bacini minori e aree scolanti del Ponente genovese

Le aree scolanti e i bacini minori che compongono questo ambito coprono la fascia costiera che va dalla foce del Torrente Leiro, a Voltri, fino a Sampierdarena. In particolare

quelle prese in considerazione sono le aree scolanti tra i bacini dei Torrenti Leiro, Branega, San Pietro, Varenna, Chiaravagna e Polcevera.

Tutte di dimensioni ridotte, (tra i 0.2 e i 5.4 Km²) presentano caratteristiche geomorfologiche piuttosto simili: il regime dei corsi d'acqua è torrentizio con forti acclività, le distanze tra gli spartiacque e la linea di riva brevi, le piane costiere sono in genere strette. Ma il vero elemento dominante di tutta la fascia costiera è l'intensa antropizzazione dei tratti mediani e terminali dei bacini.

Detta antropizzazione relativa per lo più all'urbanizzazione associata all'espansione della città di Genova, ha completamente obliterato sia i caratteri morfologici dei versanti (aggrediti dall'edilizia residenziale ed industriale) sia quelli dei fondovalle (quasi tutti i corsi d'acqua risultano tombinati nei tratti più prossimi alla costa).

La complessità dell'assetto geologico che caratterizza tutto questo settore ha contribuito in maniera determinante a definirne il suo l'aspetto geomorfologico.

Partendo da ponente in tutta l'area interessata dalle rocce appartenenti al Gruppo di Voltri appare evidente come le linee degli spartiacque, gli assi vallivi, i corsi d'acqua, sia principali che secondari, siano quasi sempre impostati su faglie anche a scala chilometrica, con quattro direzioni principali: N-S, SW-NE, SE-NW, E-W.

Da Voltri fino Sestri tutte le porzioni medio basse dei bacini risultano interessate dal punto di vista geologico dai calcescisti. Le forme dei versanti sono in genere piuttosto acclivi, ma generalmente plastiche e duttili, con coperture diffuse di coltri eluvio-colluviali di potenza compresa tra 1 e 3 m, ma localmente anche >3m. In genere queste ultime si localizzano nelle porzioni basse dei versanti e di solito interessate dall'antropizzazione, sia di tipo agricolo sia edilizio.

Sensibilmente diverso è l'aspetto delle testate dei bacini modellati, in genere, in rocce serpentinitiche e lherzolitiche che si presentano sempre molto acclivi, aspri, con suolo esiguo od assente. Si tratta quindi di aree con il substrato roccioso affiorante o subaffiorante dove sono piuttosto diffusi fenomeni dovuti al dilavamento delle acque di scorrimento superficiale, che in occasione di forti e persistenti piogge, scavano solchi piuttosto incisi (rill erosion). Le acque di infiltrazione sottosuperficiali e profonde innescano frequenti fenomeni franosi (seppur di limitate dimensione nelle aree di studio). Nelle poche zone interessate dalle formazioni metagabbriiche, che risultano in genere in condizione di conservazione migliori rispetto alle precedenti litologie, si ha generalmente una buona condizione di stabilità dei versanti con rari episodi franosi.

Spostandosi a levante verso la zona denominata "Sestri-Voltaggio" si assiste ad un generale scadimento delle qualità degli ammassi rocciosi in funzione della intensa attività tettonica che ha interessato questo settore. Numerosi sono, infatti, i contatti tettonici che si succedono in spazi ridottissimi, accostando litologie differenti per qualità geomeccaniche ed idrogeologiche. Piuttosto accentuati sono i fenomeni di erosione areale. Le coltri, prevalentemente di origine colluviale, non presentano spessori molto elevati, tuttavia a causa della profonda alterazione del substrato, il cappellaccio di alterazione raggiunge sovente spessori considerevoli.

Da rilevare in questa zona come significativo elemento morfologico di origine antropica l'intensa attività di cava su entrambi i versanti del M.te Gazzo dove viene cavata la Dolomia.

2.4 Reticolo idrografico

Sulla base della cartografia tecnica in scala 1:10000 è stata eseguita la gerarchizzazione del reticolo idrografico (Strahler, 1957).

Il reticolo fluviale dei torrenti più significativi è stato suddiviso in singoli tratti, o segmenti fluviali, secondo una scala gerarchica di grandezza, assegnando una serie ordinata di numeri. Ogni ramo elementare (senza affluenti) è designato come segmento di primo ordine. Alla confluenza di due segmenti di primo ordine si origina un corso d'acqua di secondo ordine che si sviluppa fino al punto in cui incontra un altro corso d'acqua del secondo ordine, dopo di che si ha un segmento del terzo ordine e così via.

Se un segmento del primo ordine intercetta un segmento del secondo o del terzo ordine non si ha nessun incremento di ordine del segmento intercettato in quel punto di confluenza.

Il corso d'acqua principale di ogni bacino porta il numero d'ordine più elevato dell'intero sistema. I corsi d'acqua del primo e del secondo ordine normalmente presentano acqua corrente solo nei periodi di pioggia.

Nei bacini indagati si è proceduto al calcolo delle seguenti grandezze:

- u numero d'ordine.
- Nu numero dei segmenti fluviali di ordine u.
- Rb rapporto di biforcazione ossia il rapporto tra il numero dei segmenti fluviali di un dato ordine ed il numero dei segmenti dell'ordine immediatamente successivo.
- Ndu numero dei segmenti fluviali di un dato ordine che influiscono in segmenti dell'ordine immediatamente superiore.
- Rbd rapporto di biforcazione diretta ossia il rapporto tra il numero dei segmenti fluviali di un dato ordine che influiscono in segmenti dell'ordine immediatamente superiore ed il numero di questi ultimi.
- R indice di biforcazione ossia la differenza tra il valore del rapporto di biforcazione e quello del valore del rapporto di biforcazione diretto.

Il Rapporto di Biforcazione (Rb) offre una prima indicazione dell'organizzazione gerarchica del reticolo fluviale: a valori elevati dovrebbero corrispondere bassi gradi di gerarchizzazione dei reticoli; al valore 2 dovrebbe corrispondere una struttura del reticolo perfettamente gerarchizzata.

Il Rapporto di Biforcazione Diretta (Rbd) fornisce un'indicazione maggiormente rappresentativa dell'organizzazione gerarchica.

L'Indice di Biforcazione (R) permette di confrontare tutti i segmenti del reticolo con quelli collegati in regolare successione. Il parametro mette quindi in risalto l'importanza delle influenze anomale e si ricava dalla differenza Rb-Rbd. Valori prossimi allo 0 rappresentano bacini che hanno raggiunto un alto grado di organizzazione gerarchica.

Per il Rapporto di Biforcazione, il Rapporto di Biforcazione Diretta e l'Indice di Biforcazione sono stati calcolati sia la media aritmetica che la media ponderata: quest'ultima, secondo diversi Autori, sembra la più adatta a fornire una stima della situazione "media", poiché nel computo del parametro si tiene conto dell'incidenza quantitativa dei segmenti di diverso ordine che intervengono nel calcolo.

Oltre a tali grandezze, ai fini della caratterizzazione della rete idrografica, è stata calcolata la Densità di Drenaggio (D), espressa dal rapporto tra la lunghezza totale di tutti i segmenti fluviali, in chilometri, e l'area totale del bacino, in chilometri quadrati.

La gerarchizzazione non è stata eseguita nei bacini minori, poco significativi, e in quelli densamente urbanizzati, in cui l'identificazione della struttura del reticolo idrografico, non sempre possibile e comunque molto semplificata, risulta altresì scarsamente significativa.

Nel seguito viene commentata la situazione della gerarchizzazione effettuata per ciascuna delle sei aree:

Area 1 – Bacini Arrestra, Rumaro e area scolante di Cogoleto

Sono presentati i risultati della gerarchizzazione relativamente ai due bacini più rappresentativi dell'area in esame.

Bacino Torrente Arrestra

Il numero massimo d'ordine rilevato è pari a 5: nella seguente tabella sono riportati i valori delle grandezze significative.

Numero d'ordine	I	II	III	IV	V
Nu	150	37	7	2	1
Rb	4.05	5.29	3.5	2	-
Nu+(Nu+1)	187	44	9	3	-
Rb[Nu+(nu+1)]	758.1	232.57	31.5	6	-
Ndu	119	24	4	2	0
Rbd	3.22	3.43	2	2	-
Ndu+(Ndu+1)	143	28	6	2	-
Rbd[Ndu+(Ndu+1)]	459.92	96	12	4	-
R	0.84	1.86	1.5	0	-

Eseguendo un'operazione di media sono stati ricavati i valori, riferiti all'intero bacino, del Rapporto di Biforcazione:

$$\overline{Rb} = 3.71 \text{ (media aritmetica);}$$

$$\overline{Rb}^{\circ} = 4.25 \text{ (media ponderata),}$$

del Rapporto di Biforcazione Diretto:

$$\overline{Rbd} = 2.22 \text{ (media aritmetica);}$$

$$\overline{Rbd}^{\circ} = 3.20 \text{ (media ponderata),}$$

e dell'Indice di Biforcazione:

$$\overline{R} = 1.05 \text{ (media aritmetica);}$$

$$\overline{R}^{\circ} = 1.05 \text{ (media ponderata).}$$

Sono state riportate sia la media aritmetica che quella ponderata: quest'ultima, secondo diversi Autori, sembra la più adatta a fornire una stima della situazione "media", poiché nel computo del parametro si tiene conto dell'incidenza quantitativa dei segmenti di diverso ordine che intervengono nel calcolo degli Rb parziali.

Per quanto riguarda il Rapporto di Biforcazione, i due valori sopra riportati, che non si discostano molto l'uno dall'altro, indicano un reticolo mediamente gerarchizzato.

Più indicativo del precedente è il Rapporto di Biforcazione Diretta (Rbd): i due valori ottenuti, non particolarmente alti, esprimono un indizio di gerarchizzazione abbastanza sviluppata.

Per quanto riguarda l'Indice di Biforcazione (R), anche in questo caso i valori ottenuti sono da considerarsi nella media del parametro (che varia generalmente tra 0.2 e 2).

E' stata anche calcolata la densità di drenaggio:

$$D=3.98$$

Un tale valore è caratteristico di un'area mediamente drenata.

Bacino Torrente Rumaro

Il numero massimo d'ordine rilevato è pari a 4: nella seguente tabella sono riportati i valori delle grandezze significative.

Numero d'ordine	I	II	III	IV
Nu	28	8	2	1
Rb	3.5	4	2	-
Nu+(Nu+1)	36	10	3	-
Rb[Nu+(nu+1)]	126	40	6	-
Ndu	23	7	2	0
Rbd	2.87	3.5	2	-
Ndu+(Ndu+1)	30	9	2	-
Rbd[Ndu+(Ndu+1)]	86.25	31.5	4	-
R	0.62	0.5	0	-

I valori medi sono quindi pertanto:

$$\overline{Rb} = 3.17 \text{ (media aritmetica);}$$

$$\overline{Rb}^{\circ} = 3.53 \text{ (media ponderata)}$$

$$\overline{Rbd} = 2.79 \text{ (media aritmetica);}$$

$$\overline{Rbd}^{\circ} = 2.96 \text{ (media ponderata).}$$

$$\overline{R} = 0.37 \text{ (media aritmetica);}$$

$$\overline{R}^{\circ} = 0.55 \text{ (media ponderata).}$$

I valori sopra riportati denotano che, rispetto al bacino del Torrente Arrestra, il bacino del torrente Rumaro risulta maggiormente gerarchizzato; è particolarmente significativo il valore dell'Indice di Biforcazione (R).

Per quanto riguarda il valore della densità di drenaggio si è ottenuto che:

$$D= 3.02$$

Un tale valore è caratteristico di un'area mediamente drenata.

Area 2 – Bacino Lerone

Il reticolo idrografico riportato in cartografia è stato gerarchizzato secondo il metodo di Strahler.

La densità di drenaggio è discreta anche se irregolare e denuncia un'elevata capacità di drenaggio superficiale, connessa alle forti pendenze delle aste torrentizie. In ogni caso, la fratturazione degli ammassi rocciosi e la forte permeabilità dei principali accumuli detritici consentono una circolazione ipodermica o decisamente profonda assai importante da cui si originano numerose emergenze anche a regime perenne e zone di impregnazione.

Nella parte di territorio urbanizzata ed in quella utilizzata a scopo agricolo il drenaggio superficiale è quasi completamente stravolto: canalizzazioni, tombinature, coperture, impermeabilizzazioni e strade costituiscono, anche se limitatamente alla parte più meridionale del bacino, un sistema idraulico artificiale.

Nel seguito sono riportati i valori numerici delle grandezze considerate.

Numero d'ordine	I	II	III	IV	V
Nu	159	44	9	7	2
Rb	3.61	4.89	1.29	3.50	-
Ndu	124	30	9	7	2
Rbd	2.82	3.33	1.29	3.50	-
Rb/Rbd	1.28	1.47	1.00	1.00	-
R	0.80	1.56	0.00	0.00	-

I valori medi sono risultati essere:

$$\overline{Rb} = 3.32 \text{ (media aritmetica);}$$

$$\overline{Rb}^{\circ} = 3.74 \text{ (media ponderata)}$$

$$\overline{Rbd} = 2.73 \text{ (media aritmetica);}$$

$$\overline{Rbd}^{\circ} = 2.82 \text{ (media ponderata).}$$

$$\overline{R} = 1.19 \text{ (media aritmetica);}$$

$$\overline{R}^{\circ} = 1.25 \text{ (media ponderata).}$$

Per quanto riguarda il valore della densità di drenaggio è risultato:

$$D = 3.72$$

Tutti i parametri calcolati sono caratteristici di una media gerarchizzazione del reticolo e della densità di drenaggio.

Area 3 – Bacini minori e aree scolanti di Arenzano

L'area è caratterizzata da un unico bacino di rilevanti dimensioni, quello del torrente Cantarena, e da numerosi bacini di dimensioni molto ridotte, per i quali non è significativo procedere allo studio della gerarchizzazione del reticolo idrografico (aste scolanti direttamente a mare o di ordine massimo 3 o 4).

La seguente tabella è pertanto riferita al solo bacino del torrente Cantarena sfociante a mare in corrispondenza dell'abitato di Arenzano.

Numero d'ordine	I	II	III	IV
Nu	32	6	2	1
Rb	5.33	3	2	-
Nu+(Nu+1)	38	8	3	-
Rb[Nu+(nu+1)]	202.67	24	6	-
Ndu	18	5	2	0
Rbd	3	2.5	2	-
Ndu+(Ndu+1)	23	7	2	-
Rbd[Ndu+(Ndu+1)]	69	17.5	4	-
R	2.33	0.5	0	-

Eseguendo un'operazione di media sono stati ricavati i valori, riferiti all'intero bacino, del Rapporto di Biforcazione:

$$\overline{Rb} = 3.44 \text{ (media aritmetica);}$$

$$\overline{Rb}^{\circ} = 4.82 \text{ (media ponderata),}$$

del Rapporto di Biforcazione Diretto:

$$\overline{Rbd} = 2.50 \text{ (media aritmetica);}$$

$$\overline{Rbd}^{\circ} = 2.82 \text{ (media ponderata);}$$

e dell'Indice di Biforcazione

$$\overline{R} = 0.94 \text{ (media aritmetica);}$$

$$\overline{R}^{\circ} = 1.94 \text{ (media ponderata).}$$

Tutti i parametri calcolati sono caratteristici di una media gerarchizzazione del reticolo.

Per quanto riguarda la densità di drenaggio calcolata ($D=3.98$), essa risulta caratteristica di un'area mediamente drenata.

Area 4 – Bacino Torrente Cerusa

Per la descrizione del reticolo idrografico si rimanda agli studi propedeutici di bacino.

Area 5 – Bacino Torrente Leiro

La gerarchizzazione è stata effettuata mediante il metodo di Horton-Strahler: in base a tale metodologia il bacino del torrente Leiro è classificabile di ordine 6, mentre i sottobacini dei torrenti Gorsexio e Acquasanta risultano di ordine 5 e quello del torrente Ceresolo di ordine 4.

Il numero complessivo delle aste individuate è 555, di cui 421 di ordine 1, 107 di ordine 2, 18 di ordine 3, 6 di ordine 4, 2 di ordine 5 e 1 di ordine 6.

La schematizzazione è stata condotta suddividendo l'intero bacino in unità fisiografiche elementari che formano i sottobacini principali e secondari del torrente Leiro.

I sottobacini principali sono quelli dei torrenti Acquasanta e Gorsexio, i sottobacini secondari sono quelli del torrente Ceresolo e delle chiusure intermedie delle aste principali.

Le unità fisiografiche elementari sono state scelte in base a criteri di omogeneità con particolare riferimento all'ordine del reticolo, all'area drenata e alla lunghezza dell'asta principale. In particolare si è assunto il terzo quale ordine minimo di gerarchizzazione, un chilometro quadrato come riferimento areale e un chilometro quale lunghezza dell'asta.

I criteri di cui sopra sono stati applicati anche lungo le aste principali, dove sono stati inseriti nodi di chiusura intermedi, al fine di evitare aree scolanti e lunghezze del tronco d'asta superiori ai valori di riferimento assunti.

Per ciascuna delle chiusure individuate sono stati tracciati i limiti di bacino individuando i relativi spartiacque sulla cartografia tecnica regionale in scala 1:5000.

Sono state identificate 33 chiusure, a ciascuna delle quali è stato assegnato un numero di riferimento.

Con riferimento alla gerarchizzazione di Horton-Strahler i reticoli idrografici sottesi dalle 33 sezioni di chiusura hanno in 6 casi ordine 3, in 12 casi ordine 4, in 13 casi ordine 5 e in 2 casi ordine 6.

Nella seguente tabella sono riportati, per ciascuna sezione, numero d'ordine e rapporto di biforcazione.

Nodo	Corso d'acqua	Ordine	Rb	Nodo	Corso d'acqua	Ordine	Rb
1	Leiro	6	3.4	18	Acquasanta	5	3.5
2	Leiro	6	3.4	19	Martino	5	3.2
3	Gorsexio	5	3.3	20	Martino	5	3.1
4	Gorsexio	5	3.1	21	Panecaldo	4	2.8
5	Gorsexio	5	3.0	22	Martino	4	4.2
6	Gorsexio	5	2.7	23	Baiardetta	3	6.2
7	Turchino	4	2.4	24	Condotti	3	5.0
8	Acquafresca	4	3.4	25	Ceresolo	4	4.4
9	Acquafresca	4	3.4	26	Ceresolo	4	4.0
10	Reigiun	3	4.7	27	Incisa	4	3.3
11	Acquafresca	3	4.4	28	Campi	3	5.0
12	Ruea	4	2.7	29	Incisa	4	2.7
13	Acquasanta	5	4.3	30	Martino	4	3.9
14	Acquasanta	5	4.2	31	Baiardetta	3	4.9
15	Acquasanta	5	3.9	32	Gorsexio	5	2.9
16	Acquasanta	5	3.8	33	Ceresolo	4	4.2
17	Acquasanta	5	3.6				

Il bacino del torrente Leiro è caratterizzato da un rapporto di biforcazione pari a 3.4, valore relativamente basso, caratteristico di un bacino di forma allargata, con un numero elevato di ramificazioni.

L'analisi condotta per ciascuno dei sottobacini individuati ha portato a rilevare una sostanziale omogeneità nei valori del parametro Rb, tutti intorno al valore medio ricavato per l'intero bacino, soprattutto lungo le aste principali dei torrenti Gorsexio e Acquasanta.

Valori più elevati del parametro Rb si riscontrano negli affluenti caratterizzati in genere da un ordine di bacino inferiore, come nel caso del rio Baiardetta e del rio Condotti (nei quali $n=3$ ed Rb variabile da 5 a 6), che presentano una forma più allungata e meno tozza.

Area 6 – Bacini minori e aree scolanti del Ponente genovese

La gerarchizzazione dei vari bacini di questa zona non è stata eseguita in quanto tutti i rii sono di ridotte dimensioni (aste scolanti direttamente a mare o di ordine massimo 2 o 3); inoltre la maggior parte del reticolo idrografico si trova all'interno di territori densamente urbanizzati, in cui l'identificazione della struttura del reticolo, risulta difficilmente identificabile. Inoltre, il reticolo idrografico originario risulta fortemente modificato dalle numerose canalizzazioni e tombinate presenti.

2.5 Acclività

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:

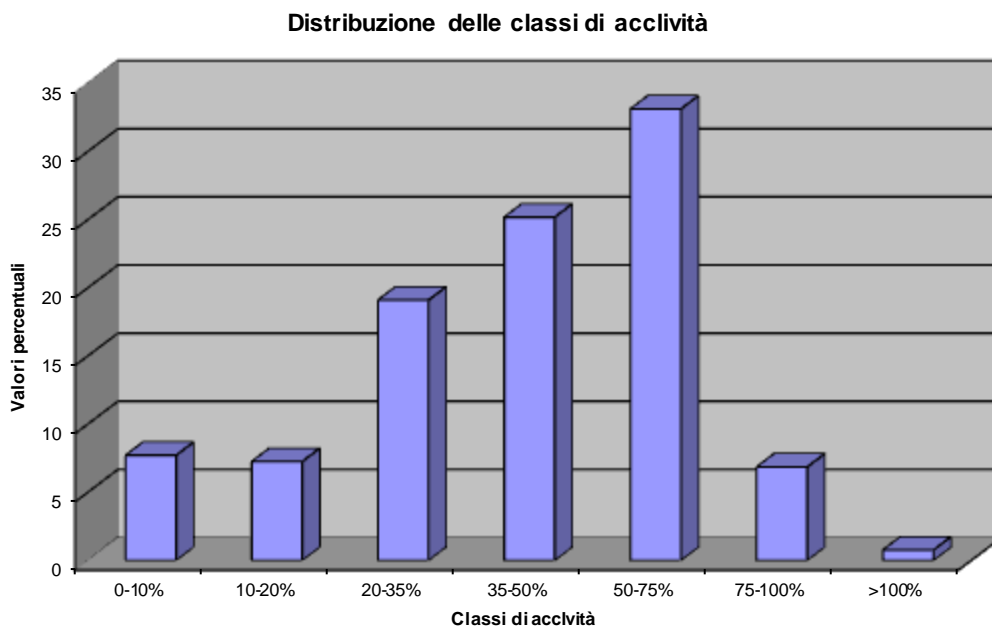
Classe 1	0-10%
Classe 2	10-20%
Classe 3	20-35%
Classe 4	35-50%
Classe 5	50-75%
Classe 6	75-100%
Classe 7	> 100%

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 in particolar modo nella parte alta dei bacini dei torrenti Lerone e Cerusa e nella parte nord orientale del bacino del torrente Leiro. Per quanto concerne le classi intermedie di acclività, queste sono distribuite in modo complessivamente omogeneo

Viene presentato nel seguito un istogramma rappresentativo la distribuzione delle classi di acclività per l'intero bacino.



2.6 Idrogeologia

La carta idrogeologica è stata derivata dalle carte geolitologica e geomorfologica. Nel seguito vengono descritte singolarmente le caratteristiche di permeabilità delle diverse aree

Area 1 Torrenti Arrestra e Rumaro e area scolante di Cogoleto

Gran parte del bacino, occupato da litotipi serpentinitici, è da considerarsi permeabile per fratturazione. Tale litologia infatti si presenta quasi sempre molto alterata e affetta da forte fratturazione e scistosità. In particolare i serpentinoscisti, che occupano parte dei versanti del settore mediano del Torrente Arrestra appaiono come fortemente fratturati.

Metagabbri e metabasiti, sono anche essi considerati come rocce permeabili per fratturazione anche se caratterizzati da una fratturazione meno intensa di quella riscontrabile nelle serpentiniti.

Marne e calcescisti sono stati nel complesso considerati come litologie impermeabili le prime e semipermeabili le seconde. Una certa fratturazione, peraltro poco pervasiva, è comunque presente sia negli scisti quarzosi che nei calcescisti; in questi ultimi le fratture possono essere colmate dalla deposizione di materiale di alterazione argilloso riducendone così la permeabilità.

Tutti gli accumuli detritici di spessore elevato e i depositi alluvionali sono stati indicati, per loro natura, come permeabili per porosità.

La maggior parte delle sorgenti cartografate sono localizzate nei settori montani del bacino, sui litotipi serpentinitici. In particolare nel settore Nord-Ovest la presenza di sistemi di faglie può aver contribuito a creare vie preferenziali per le emergenze idriche. Localmente si ritrovano sorgenti in zone di contatto tra litotipi a diversa permeabilità (pendici del M. Priafaia).

I pozzi cartografati sono localizzati lungo il medio corso dell'Arrestra, nelle vicinanze dell'alveo o di depositi alluvionali, dove la falda può risultare più superficiale, o in prossimità di sistemi di faglie.

Area 2 – Bacino Torrente Lerone

Le uniche aree giudicate completamente impermeabili sono quelle interessate da litotipi prettamente marnosi; il resto dei tipi litologici presenti, risultano permeabili per fratturazione o, al più, semipermeabili.

Le aree ad urbanizzazione compatta sono state classificate come completamente impermeabili ma nella loro rappresentazione in carta consentono il riconoscimento del substrato roccioso sottostante caratterizzato da una diversa permeabilità in funzione del litotipo di appartenenza.

Area 3 – Bacini minori e aree scolanti di Arenzano

La maggior parte del bacino, occupato da litotipi serpentinitici, è da considerarsi permeabile per fratturazione. Tale litologia infatti si presenta quasi sempre molto alterata e affetta da forte fratturazione e scistosità. In particolare i serpentinoscisti, che occupano parte dei versanti del settore mediano del Torrente Arrestra appaiono come fortemente fratturati.

Metagabbri e metabasiti anche se caratterizzati da fratturazione meno intensa di quella riscontrabile nelle serpentiniti, sono stati considerati comunque come rocce permeabili per fratturazione.

Tutti gli accumuli detritici di spessore elevato e i depositi alluvionali sono stati indicati, per loro natura, come permeabili per porosità.

Area 4 – Bacino Torrente Cerusa

Le valutazioni in merito alle caratteristiche idrogeologiche dei terreni presenti nell'area del bacino del T. Cerusa sono state anche in questo caso dedotte dall'esame della permeabilità relativa delle diverse litologie presenti.

Il territorio è stato così suddiviso in settori a diverso grado di permeabilità correlabili a diversi comportamenti idrogeologici.

Sono state individuate tre classi fondamentali di permeabilità associate ai complessi litologici principali presenti nell'area: le metabasiti e i metagabbri, il complesso dei calcescisti, i depositi eluvio-colluviali ed alluvionali quaternari.

I metagabbri e le metabasiti sono stati classificati come permeabili per fratturazione, con circuiti idrici anche profondi fortemente condizionati dall'andamento (orientazione e densità) e dalla persistenza delle diverse discontinuità presenti.

Il complesso dei calcescisti è stato classificato come semipermeabile. Il ridotto grado di permeabilità relativa è fortemente connesso ai fenomeni di alterazione che interessano tali materiali.

Tutti gli accumuli detritici di spessore elevato e i depositi alluvionali sono stati indicati, per loro natura, come permeabili per porosità.

Al verificarsi di eventi intensi e concentrati gli strati più superficiali dei terreni di copertura vengono, generalmente, a trovarsi in condizioni di elevata saturazione.

I terreni più recenti di età quaternaria, oltre che dalle coperture detritiche, sono rappresentati da alluvioni di fondovalle che risultano caratterizzate da elevata permeabilità primaria per porosità dove l'alimentazione dell'acquifero è tipicamente connessa al deflusso presente nel torrente stesso (sistema acquifero-fiume).

Area 5 – Bacino Torrente Leiro

Il territorio è stato così suddiviso in settori a diverso grado di permeabilità associati a diversi comportamenti idrogeologici.

Nel definire il diverso grado di permeabilità non si è tenuto conto dell'influenza di parametri quali la pendenza, l'uso del suolo, lo stato di saturazione del terreno e l'intensità pluviometrica che, a parità di litologia, determinano risposte idrogeologiche diverse e che risultano fondamentali, per esempio, nel calcolo delle portate di piena prevedibili derivate dall'analisi delle piogge efficaci. Tale aspetto è stato compiutamente affrontato nell'analisi idraulico-idrologica.

Sono state individuate due classi fondamentali di permeabilità associate ai due complessi litologici principali presenti nell'area: le ultramafiti in genere ed il complesso dei calcescisti.

Le ultramafiti, caratterizzate da elevata permeabilità per fratturazione, sono sede di circuiti idrici, anche profondi, fortemente condizionati dall'andamento (orientazione e densità) e dalla persistenza delle diverse discontinuità presenti.

In rapporto al tipo di circolazione (circolazione in mezzo non darcyano) è importante segnalare che il meccanismo e la dinamica d'infiltrazione influenzano la genesi di movimenti franosi in tali ammassi rocciosi. In particolare, mentre in condizioni di precipitazioni di normale entità si determina un'elevata infiltrazione d'acqua, in condizioni di piogge intense e concentrate la capacità di infiltrazione si riduce notevolmente e lungo le discontinuità si generano incrementi di pressione interstiziale che possono risultare causa scatenante di movimenti franosi.

Il complesso dei calcescisti è stato classificato invece come semipermeabile.

Il ridotto grado di permeabilità associato al complesso dei calcescisti, in rapporto al comportamento delle ultramafiti, è fortemente connesso ai fenomeni di alterazione che interessano tali materiali. I prodotti d'alterazione, infatti, tendono ad intasare le discontinuità presenti rallentando e limitando i processi di circolazione idrica.

Nell'ambito del bacino, quindi, l'infiltrazione nel complesso dei calcescisti va ad alimentare una circolazione idrica prevalentemente superficiale caratterizzata da una rete di flusso discontinua.

I litotipi marnosi sono classificabili come rocce impermeabili, mentre le alluvioni di fondovalle e le coperture detritiche, sono caratterizzate da elevata permeabilità per porosità.

Area 6 – Bacini minori e aree scolanti del Ponente genovese

Anche in questo caso si tratta di una cartografia derivata. A tal fine si è proceduto alla suddivisione in tre classi di permeabilità delle formazioni affioranti nelle porzioni di territorio indagate:

- o Formazioni permeabili per fessurazione:
 1. Calcareniti
 2. Serpentiniti e serpentinoscisti
 3. Basalti a pillows
 4. Formazione di Ronco
 5. Metabasiti
 6. Lherzoliti

- o Formazioni permeabili per porosità
 1. Depositi alluvionali
 2. Coltri detritiche con spessori >3 m

- o Formazioni semipermeabili
 1. Calcescisti
 2. Dolomie e calcari dolomitici

- o Formazioni impermeabili
 1. Argille di Ortovero
 2. Argilliti e argilloscisti

Come già descritto nella descrizione morfologica, le aree scolanti appartenenti a quest'ambito hanno bacini la cui estensione longitudinale risulta piuttosto limitata (da 0.2 a 5 Kmq) con vallate strette nel tratto mediano basso che si allargano in testata. Questa configurazione comporta tempi di corrivazione molto rapidi, cosicché in concomitanza con eventi pluviometrici significativi, i corsi d'acqua, che generalmente hanno portate molto basse, si trasformano in torrenti tumultuosi. Tale situazione è determinata da diversi fattori quali lo stato vegetazionale molto ridotto o del tutto assente nelle testate, lo stato di dissesto dei versanti e i notevoli ingombri prevalentemente di materiale lapideo negli alvei, la bassa permeabilità degli ammassi rocciosi.

2.7 Uso del suolo

La Carta di Copertura e d'Uso del Suolo rispecchia lo stato attuale di utilizzo e di destinazione d'uso del territorio dei bacini esaminati, non solo riferito alle sole componenti vegetazionali, boschive, arbustive od agricole, ma anche considerando i territori interessati da urbanizzazione, aree industriali, commerciali, estrattive e ricreative.

La carta dell'uso del suolo è stata redatta con riferimento ad una suddivisione tipologica, fornita dall'Amministrazione Provinciale, che individua una successione di 5 classi principali, all'interno delle quali è possibile definire un numero variabile di sottoclassi.

Nelle considerazioni nel seguito riportate si mantiene la medesima suddivisione, al fine di agevolare un eventuale confronto con il supporto cartografico la cui leggenda è riportata nel seguito (si lascia indicato pertanto anche il numero identificativo presente nell'elaborato cartografico).

LEGENDA CARTA USO SUOLO

- 1 TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE
 - 1.1 ZONE URBANIZZATE
 - 1.1.1 tessuto urbano continuo
 - 1.1.2 tessuto urbano discontinuo
 - 1.2 ZONE INDUSTRIALI COMMERCIALI E RETI DI COMUNICAZIONE
 - 1.2.1 aree industriali e 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 verdi sportive
- 2 TERRITORI AGRICOLI
 - 2.1 SEMINATIVI
 - 2.1.1 seminativi in aree non irrigue T Terrazzati
 - 2.1.2 seminativi in aree irrigue T Terrazzati
 - 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 PRATTI 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)
 - 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 (larghezza minima alveo 10 metri)
 - 5.1.2 bacini d'acqua
 - 5.2 acque marittime

Area 1 – Bacini Arresta, Rumaro e area scolante di Cogoleto

La distribuzione delle classi d'uso del territorio nell'area in esame è riportata nella seguente tabella.

Codice	Caratteristiche	Sup. (ha)
1	TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE	
1.1	ZONE URBANIZZATE	
1.1.1	Tessuto urbano continuo	97.0
1.1.2	Tessuto urbano discontinuo	101.1
1.2	ZONE INDUSTRIALI COMMERCIALI E RETI DI COMUNICAZIONE	
1.2.1	Aree industriali e commerciali	7.4
1.2.2	Reti autostradali, ferroviarie e spazi accessori	4.3
1.3	AREE ESTRATTIVE E DISCARICHE	
1.3.1	Aree estrattive	4.5
1.3.2	Discariche	2.1
1.4	AREE VERDI ARTIFICIALI NON AGRICOLE	
1.4.2	Aree sportive e ricreative	4.00
	<i>TOTALE TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE</i>	<i>220.5</i>
2	TERRITORI AGRICOLI	
2.2	COLTURE PERMANENTI ARBOREE	
2.2.3	Oliveti terrazzati	14.1
2.3	PRATI E PASCOLI	64.2
2.4	ZONE AGRICOLE ETEROGENEE	108.0
	<i>TOTALE TERRITORI AGRICOLI</i>	<i>186.2</i>
3	TERRITORI BOSCATI ED AMBIENTI SEMINATURALI	
3.1	PRATERIE	560.2
3.2	ZONE BOScate	1135.6
3.3	ZONE CARATTERIZZATE DA VEGETAZIONE ARBUSTIVA	624.8
3.4	ZONE CON VEGETAZIONE RADA O ASSENTE	
3.4.1	Spiagge e dune	12.6
3.4.2	Rocce nude	64.5
	<i>TOTALE TERRITORI BOSCATI ED AMBIENTI SEMINATURALI</i>	<i>2397.7</i>
5	CORPI IDRICI	
5.1	ACQUE CONTINENTALI	

5.1.1	Corsi d'acqua, canali (larghezza minima alveo 10 metri), bacini d'acqua	1.5
	TOTALE ZONE UMIDE	1.5

Nel seguito vengono descritte le principali caratteristiche d'uso del suolo dell'area in esame, distinguendo il bacino del torrente Arrestra dal bacino del torrente Rumaro e dell'area scolante di Cogoleto.

Bacino Arrestra

L'analisi della carta dell'uso del suolo rivela che, con riferimento ai **territori modellati artificialmente**, nel territorio del bacino del torrente Arrestra le zone urbanizzate sono estremamente ridotte, in quanto gli unici centri abitati presenti sono quelli della periferia di Cogoleto e di Sciarborasca (frazione appartenenti al comune di Cogoleto). Il tessuto urbano discontinuo, anch'esso presente in forma assai modesta, è presente essenzialmente nella zona che da Sciarborasca si protende verso il mare e da alcune piccole frazioni nella parte occidentale del bacino (Mogliazza, Le Faie, ...).

Anche le zone industriali e commerciali sono assai ridotte: l'unica zona industriale presente nel bacino, infatti, è costituita da alcuni insediamenti lungo il corso del torrente Arrestra, in località Mulinetto, caratterizzata dall'estensione di circa un ettaro; la sola rilevante rete di comunicazione è costituita dalla rete ferroviaria Genova-Savona.

Sono presenti alcune aree estrattive in prossimità della zona industriale sopra citata, lungo l'asta terminale del torrente Arrestra; nelle vicinanze è anche presente una discarica. Immediatamente a monte di queste aree è presente un impianto sportivo comprendente due campi da calcio.

Per quanto riguarda i **territori agricoli**, che occupano un'area di poco superiore a 100 ettari, la maggior parte di essi è costituita da prati e pascoli e da zone agricole eterogenee. Tali aree sono presenti nella parte bassa del bacino, prevalentemente in sponda sinistra, e nel settore occidentale, in prossimità di alcune piccole frazioni (Mogliazza, La Faie). Limitati e di modesta estensione risultano essere gli oliveti terrazzati, disposti a macchia di leopardo nel settore centro-occidentale del bacino. La loro estensione complessiva non è comunque superiore a 10 ettari.

Territori boscati e ambienti seminaturali costituiscono invece gli elementi maggiormente significativi d'uso del suolo del territorio, anche se non rappresentano elementi di accentuata naturalità. Complessivamente occupano una superficie di quasi 2000 ettari, di cui circa mille costituite da zone boscate. Gli altri mille risultano equamente divisi tra praterie e zone con vegetazione arbustiva. Limitata la presenza di zone con vegetazione rada o assente. Le praterie e le zone con vegetazione arbustiva risultano dominanti nella parte alta del bacino, mentre in quella centrale prevalgono le zone boscate. Le zone con vegetazione arbustiva sono molto diffuse anche nella parte più meridionale del bacino

Nella seguente tabella si riportano le estensioni superficiali dei diversi usi del suolo cartografati.

Codice	Caratteristiche	Sup. (ha)
1	TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE	
1.1	ZONE URBANIZZATE	
1.1.1	Tessuto urbano continuo	9.4
1.1.2	Tessuto urbano discontinuo	41.4
1.2	ZONE INDUSTRIALI COMMERCIALI E RETI DI COMUNICAZIONE	
1.2.1	Aree industriali e commerciali	1.0
1.2.2	Reti autostradali, ferroviarie e spazi accessori	0.1
1.3	AREE ESTRATTIVE E DISCARICHE	
1.3.1	Aree estrattive	4.5
1.3.2	Discariche	2.1
1.4	AREE VERDI ARTIFICIALI NON AGRICOLE	
1.4.2	Aree sportive e ricreative	4.00
	<i>TOTALE TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE</i>	<i>62.7</i>
2	TERRITORI AGRICOLI	
2.2	COLTURE PERMANENTI ARBOREE	
2.2.3	Oliveti terrazzati	8.5
2.3	PRATI E PASCOLI	52.1
2.4	ZONE AGRICOLE ETEROGENEE	49.9
	<i>TOTALE TERRITORI AGRICOLI</i>	<i>110.5</i>
3	TERRITORI BOSCATI ED AMBIENTI SEMINATURALI	
3.1	PRATERIE	496.6
3.2	ZONE BOSCADE	959.2
3.3	ZONE CARATTERIZZATE DA VEGETAZIONE ARBUSTIVA	419.6
3.4	ZONE CON VEGETAZIONE RADA O ASSENTE	
3.4.1	Spiagge e dune	1.6
3.4.2	Rocce nude	28.6
	<i>TOTALE TERRITORI BOSCATI ED AMBIENTI SEMINATURALI</i>	<i>1905.7</i>
5	CORPI IDRICI	
5.1	ACQUE CONTINENTALI	
5.1.1	Corsi d'acqua, canali (larghezza minima alveo 10 metri), bacini d'acqua	1.5
	<i>TOTALE ZONE UMIDE</i>	<i>1.5</i>

Bacino Rumaro e area scolante di Cogoleto

Il bacino del Torrente Rumaro e dell'area scolante di Cogoleto presentano caratteristiche d'uso del suolo differenti a quelle del bacino del Torrente Arrestra.

I **territori modellati artificialmente** risultano infatti, a differenza del bacino del torrente Arrestra, notevolmente diffuse: le zone urbanizzate occupano in modo continuo

la fascia costiera (Cogoleto) e sono presenti anche nella fascia collinare più prossima alla costa (frazione di Sciarborasca). In questa fascia collinare è significativamente presente anche il tessuto urbano discontinuo.

L'unica zona industriale e commerciale presente nel bacino è costituita da alcuni insediamenti in prossimità della fascia costiera (ex ILVA): tale area risulta compresa tra il tracciato ferroviario e quello autostradale e occupa una superficie complessiva di circa sei ettari. La sola rilevante rete di comunicazione che determina occupazione di suolo è costituita dalla rete ferroviaria Genova-Savona.

Non sono invece presenti aree estrattive e discariche, né aree verdi artificiali a destinazione non agricola.

I **territori agricoli** occupano un'area di circa 70 ettari, a fronte degli oltre 150 occupati dai territori modellati artificialmente, e sono prevalentemente costituiti da zone agricole eterogenee. Sono interessate le aree prossime alla costa e quelle circostanti l'abitato di Sciarborasca.

Territori boscati e ambienti seminaturali costituiscono anche in quest'area gli elementi maggiormente significativi d'uso del suolo del territorio, anche se in modo meno dominante rispetto al bacino del torrente Arrestra. Complessivamente occupano una superficie di circa 500 ettari, la maggior parte dei quali, circa 200 ettari, costituita da zone caratterizzate da vegetazione arbustiva, e sono significativamente presenti nella parte alta del bacino del Rumaro. Le praterie sono invece esclusivamente presenti in tale area, mentre le zone boscate occupano la parte centrale del bacino del Rumaro e dell'area scolante di Cogoleto. Una non trascurabile porzione dell'alto bacino del Rumaro è costituito da rocce nude, oltre trenta ettari, mentre le spiagge di Cogoleto si estende per oltre 10 ettari lungo la costa.

Nella seguente tabella si riportano le estensioni superficiali dei diversi usi del suolo cartografati.

Codice	Caratteristiche	Sup. (ha)
1	TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE	
1.1	ZONE URBANIZZATE	
1.1.1	Tessuto urbano continuo	87.6
1.1.2	Tessuto urbano discontinuo	59.7
1.2	ZONE INDUSTRIALI COMMERCIALI E RETI DI COMUNICAZIONE	
1.2.1	Aree industriali e commerciali	6.3
1.2.2	Reti autostradali, ferroviarie e spazi accessori	4.2
	<i>TOTALE TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE</i>	<i>157.8</i>
2	TERRITORI AGRICOLI	
2.2	COLTURE PERMANENTI ARBOREE	
2.2.3	Oliveti terrazzati	5.6
2.3	PRATI E PASCOLI	12.0
2.4	ZONE AGRICOLE ETEROGENEE	58.1
	<i>TOTALE TERRITORI AGRICOLI</i>	<i>75.7</i>

3	TERRITORI BOSCATI ED AMBIENTI SEMINATURALI	
3.1	PRATERIE	63.6
3.2	ZONE BOScate	176.4
3.3	ZONE CARATTERIZZATE DA VEGETAZIONE ARBUSTIVA	205.2
3.4	ZONE CON VEGETAZIONE RADA O ASSENTE	
3.4.1	Spiagge e dune	11.0
3.4.2	Rocce nude	35.9
	<i>TOTALE TERRITORI BOSCATI ED AMBIENTI SEMINATURALI</i>	<i>492.0</i>

Area 2 – Bacino Lerone

L'analisi della carta dell'uso del suolo rivela che, con riferimento ai **territori modellati artificialmente**, nel territorio del bacino del torrente Lerone le zone urbanizzate risultano particolarmente ridotte, in quanto gli unici centri abitati presenti sono quelli di Lerca e Sciarborasca (frazioni appartenenti al comune di Cogoleto), e di Terralba (in comune di Arenzano), mentre in collina prevale il tessuto urbano discontinuo.

Le zone industriali e commerciali sono rappresentate da alcuni insediamenti lungo il corso del torrente Lerone e da un'area industriale in prossimità della foce del torrente Lerone, area in cui trovano spazio attività propriamente industriali ed attività legate al terziario; le reti di comunicazione sono costituite dall'Autostrada A10 e dalla rete ferroviaria Genova-Savona.

Aree estrattive sono presenti all'interno dell'area industriale in vicinanza della foce del torrente Lerone, mentre nel confine sud-occidentale del bacino, con riferimento alla tipologia zone verdi artificiali non agricole, c'è il limite dell'area sportiva del "Golf Club" di Arenzano, i cui campi sono però situati per la maggior parte all'esterno del bacino.

Nell'ambito dei **territori agricoli** occorre osservare come il territorio del bacino, almeno sino alla metà del novecento, è stato interessato da un'intensa attività produttiva di carattere agricolo e zootecnico, legata allo sfruttamento dei prati e dei pascoli presenti su tutta la parte alta del bacino. Attualmente l'attività agricola è ancora molto diffusa, in modo particolare in tutta la parte bassa del bacino, soprattutto nella Valle del Rio Loaga, nella zona compresa tra gli abitati di Lerca e di Sciarborasca, dove risultano preminenti le "zone agricole eterogenee", rappresentate da terreni in cui prevalgono le colture orticole ed in cui sono presenti anche piccoli vigneti e oliveti.

Per quanto riguarda **territori boscati e ambienti seminaturali**, essi sono diffusi in buona parte del territorio, anche se non rappresentano elementi di accentuata naturalità.

Per quanto riguarda le aree boscate, negli ultimi cinquant'anni hanno subito un profondo cambiamento con l'aggravarsi del fenomeno degli incendi boschivi, in particolare nelle pinete. Attualmente i boschi occupano soprattutto la parte medio-alta del bacino, mentre nella parte più bassa tendono ad essere gradatamente sostituiti dalle coltivazioni agrarie. Nell'ambito del territorio in esame possiamo riscontrare una notevole varietà di condizioni ecologiche e stagionali: ciò comporta la presenza di

tipologie vegetazionali tipiche dell'ambiente mediterraneo a breve distanza da quelle tipiche di ambienti collinari e montani.

Zone a vegetazione arbustiva sono presenti nella parte bassa del bacino: si tratta soprattutto di erica arborea in evoluzione verso il bosco o, più frequentemente, da situazioni di degrado in seguito ad incendi. Nella parte alta sono invece presenti arbusti di carattere mesofilo (soprattutto nocciolo).

I pascoli risultano infine particolarmente diffusi nelle zone di crinale: essi tendono ad una progressiva colonizzazione da parte delle specie arbustive ed arboree laddove le condizioni pedogenetiche e la frequenza degli incendi lo consentano.

Nella seguente tabella si riportano le estensioni superficiali dei diversi usi del suolo cartografati.

Codice	Caratteristiche	Sup. (ha)
1	TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE	
1.1	ZONE URBANIZZATE	
1.1.1	Tessuto urbano continuo	71.2
1.1.2	Tessuto urbano discontinuo	76.6
1.2	ZONE INDUSTRIALI COMMERCIALI E RETI DI COMUNICAZIONE	
1.2.1	Aree industriali e commerciali	412.3
1.2.2	Reti autostradali, ferroviarie e spazi accessori	5.9
1.3	AREE ESTRATTIVE E DISCARICHE	
1.3.2	Discariche	34.7
	<i>TOTALE TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE</i>	<i>600.7</i>
2	TERRITORI AGRICOLI	
2.2	COLTURE PERMANENTI ARBOREE	
2.2.1	Vigneti	50.4
2.2.3	Oliveti terrazzati	24.9
2.3	PRATI E PASCOLI	520.6
2.4	ZONE AGRICOLE ETEROGENEE	1113.7
	<i>TOTALE TERRITORI AGRICOLI</i>	<i>1709.6</i>
3	TERRITORI BOSCATI ED AMBIENTI SEMINATURALI	
3.1	PRATERIE	2462.7
3.2	ZONE BOScate	10002.2
3.3	ZONE CARATTERIZZATE DA VEGETAZIONE ARBUSTIVA	3460.5
3.4	ZONE CON VEGETAZIONE RADA O ASSENTE	
3.4.2	Rocce nude	1500.3
	<i>TOTALE TERRITORI BOSCATI ED AMBIENTI SEMINATURALI</i>	<i>17425.2</i>
4	ZONE UMIDE	
4.1	ZONE UMIDE INTERNE	41.9
	<i>TOTALE ZONE UMIDE</i>	<i>41.9</i>

Area 3 – Bacini minori e aree scolanti di Arenzano

Le aree scolanti di Arenzano e i bacini minori, aree che interessano i comuni di Genova e di Arenzano, presentano un utilizzo del suolo ripartito come illustrato nel seguito.

Per quanto riguarda i **territori modellati artificialmente** risultano notevolmente diffuse le zone urbanizzate continue e discontinue: in particolare, sono presenti nella parte sud occidentale dell'area (abitato di Arenzano) e in quella più orientale (periferia di Genova Voltri). Il tessuto urbano discontinuo è anche presente nel basso corso del torrente Cantarena e in alcune aree prossime alla costa (frazioni di Terrarossa, Vesima).

Le poche aree industriali e commerciali presenti nel bacino sono costituite da insediamenti sparsi presenti all'interno del tessuto urbano di Arenzano e lungo il corso del torrente Cantarena, per un'estensione complessiva non superiore a 10 ettari. Le reti di comunicazione presenti sul territorio, come in tutte le aree indagate, sono costituite dalla rete ferroviaria Genova-Savona e dall'Autostrada A10. L'occupazione di suolo risulta comunque discontinua dal momento che entrambe le infrastrutture sono caratterizzate dalla presenza di lunghi tratti su viadotto o in galleria. Da rilevare infine la presenza del porto di Arenzano, che occupa un'area di circa tre ettari.

Nel territorio in esame non vi sono discariche, mentre è invece presente un'area estrattiva, dell'estensione di circa sette ettari, in prossimità della foce del rio Lupara. Infine, per quanto riguarda le aree verdi artificiali a destinazione non agricola, le aree verdi urbane sono estese e numerose in Arenzano (Parco Figoli, Villa Pallavicini, la Pineta), per un'estensione complessiva di circa 30 ettari, mentre le aree sportive e ricreative risultano decisamente più limitate.

I **territori agricoli** occupano un'area di circa 220 ettari, a fronte degli oltre 350 occupati dai territori modellati artificialmente, e sono prevalentemente costituiti da zone agricole eterogenee e oliveti terrazzati. Sono interessate le aree a ridosso dell'abitato di Arenzano e la zona più orientale del bacino, dalla costa fino a frazioni più interne (Case Porcelletto, Borgonuovo, ...).

Infine, come già rilevato per tutte le precedenti aree, i **territori boscati e gli ambienti seminaturali** sono le aree maggiormente diffuse: complessivamente occupano una superficie di quasi 1000 ettari, di cui circa 500 ettari costituiti da zone caratterizzate da vegetazione arbustiva, presenti prevalentemente nella parte alta e in quella centrale del territorio considerato. Le zone boscate si estendono a macchia di leopardo nella zona compresa tra la costa e il fondovalle e la parte alta dei bacini, estendendosi complessivamente per circa 400 ettari. Le zone con vegetazione rada o assente, se si eccettuano limitate estensioni di rocce nude presenti nella parte centrale del territorio esaminato, sono confinate nella fascia costiera, dove le spiagge si alternano a fasce rocciose.

Nella seguente tabella si riportano le estensioni superficiali dei diversi usi del suolo cartografati.

Codice	Caratteristiche	Sup. (ha)
1	TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE	
1.1	ZONE URBANIZZATE	
1.1.1	Tessuto urbano continuo	121.5
1.1.2	Tessuto urbano discontinuo	181.5
1.2	ZONE INDUSTRIALI COMMERCIALI E RETI DI COMUNICAZIONE	
1.2.1	Aree industriali e commerciali	6.6
1.2.2	Reti autostradali, ferroviarie e spazi accessori	17.4
1.2.2	Aree portuali	3.2
1.3	AREE ESTRATTIVE E DISCARICHE	
1.3.1	Aree estrattive	6.6
1.4	ZONE VERDI ARTIFICIALI NON AGRICOLE	6.6
1.4.1	Aree verdi urbane	28.7
1.4.1	Aree sportive e ricreative	4.3
	<i>TOTALE TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE</i>	<i>369.8</i>
2	TERRITORI AGRICOLI	
2.2	COLTURE PERMANENTI ARBOREE	
2.2.3	Oliveti terrazzati	85.5
2.4	ZONE AGRICOLE ETEROGENEE	136.6
	<i>TOTALE TERRITORI AGRICOLI</i>	<i>222.1</i>
3	TERRITORI BOSCATI ED AMBIENTI SEMINATURALI	
3.2	ZONE BOSCADE	407.6
3.3	ZONE CARATTERIZZATE DA VEGETAZIONE ARBUSTIVA	513.4
3.4	ZONE CON VEGETAZIONE RADA O ASSENTE	
3.4.1	Spiagge e dune	17.7
3.4.2	Rocce nude	16.4
	<i>TOTALE TERRITORI BOSCATI ED AMBIENTI SEMINATURALI</i>	<i>955.1</i>

Area 4 – Bacino Torrente Cerusa

Per quanto riguarda la descrizione della carta dell'uso del suolo del torrente Cerusa si rimanda agli studi propedeutici di bacino.

Area 5 – Bacino Torrente Leiro

I **territori modellati artificialmente**, nel territorio del bacino del torrente Leiro, occupano in modo continuo la fascia costiera, peraltro di ridotta estensione, dove è presente l'abitato di Voltri, e in modo quasi continuo l'asta terminale del torrente: in quest'ultima risultano dominanti gli insediamenti industriali e commerciali rispetto al tessuto urbano. Fino all'abitato di Mele il tessuto è sostanzialmente continuo. Zone di tessuto urbano continuo e discontinuo sono presenti anche lungo il corso del torrente Acquasanta e lungo la strada statale del Turchino.

Sul territorio sono presenti anche diverse reti di comunicazione: per quanto riguarda le reti autostradali sono presenti la A10 Genova Ventimiglia e la A26 Genova Alessandria, i cui tracciati sono però in gran parte su viadotto o in galleria, mentre per quanto riguarda le reti ferroviarie, è praticamente inesistente l'impatto della Genova Ventimiglia, mentre la Acqui – Ovada – Genova interessa maggiormente il territorio, in particolare nei pressi della stazione di Acquasanta.

Nell'ambito dei **territori agricoli** le aree coltivate, nelle quali si includono anche i prati a sfalcio per le cure agronomiche cui sono sottoposti, risultano interessare circa un quarto della superficie del bacino del Torrente Leiro. Geograficamente tali aree sono collocate in prevalenza nella parte valliva del bacino a monte degli insediamenti urbani, che si sono sviluppati sui terreni agricoli più fertili. Tra i coltivi, la coltura prevalente è quella dell'olivo esclusiva o consociata con colture orticole. Da notare, nelle aree più vicine al tessuto urbano, la presenza di numerose serre dove viene condotta un'agricoltura specializzata, in prevalenza di produzione di colture orticole ad alto reddito come il basilico oppure colture floricole.

Per quanto riguarda infine i **territori boscati e gli ambienti seminaturali**, i primi coprono quasi la metà del territorio, ma rilevante è anche la presenza, in particolare nelle parti più elevate del bacino, di incolti prativi e arbustati.

Nella seguente tabella si riportano le estensioni superficiali dei diversi usi del suolo cartografati.

Caratteristiche	Sup. (ha)
TESSUTO URBANO	104.4
BOSCHI	1279.3
INCOLTI ARBUSTATI	184.9
PASCOLI E INCOLTI PRATIVI	482.4
COLTIVI, PRATI A SFALCIO (OLIVETI)	586.7 (54.8)
EX COLTIVI	152.6
ROCCIA AFFIORANTE, AREE NON VEGETATE	49.7
TOTALE	2840.0
TERRAZZAMENTI	191.7

Area 6 – Bacini minori e aree scolanti del Ponente genovese

Rispetto alle aree precedentemente esaminate i **territori modellati artificialmente** occupano una rilevante parte del territorio: le zone urbanizzate, in particolare quelle continue, si estendono in modo pressoché ininterrotto lungo la fascia costiera. Procedendo da ponente verso levante, infatti, s'incontrano gli abitati di Voltri, Palmaro, Prà, Pegli, Multedo, Sestri Ponente, Cornigliano e Sampierdarena. In alcuni casi le zone urbanizzate si estendono sulle colline prossime allo costa: è il caso, in particolare, dei quartieri Voltri 2 e Pegli 2, dove il tessuto urbano si protende nelle zone più interne. Le aree industriali e commerciali spesso confinano con il tessuto urbano a carattere residenziale. Nella parte occidentale dell'area in esame, in particolare, è presente il porto di Voltri, mentre in quella orientale spiccano le infrastrutture del porto petroli e le acciaierie di Cornigliano. Notevole anche la presenza sul territorio delle reti di comunicazione: la ferrovia Genova – Savona spesso costituisce il confine tra il tessuto urbano e le aree industriali.

L'unica area estrattiva presente, dell'estensione di circa sette ettari, si trova alle spalle dell'abitato di Sestri Ponente, nelle vicinanze del Santuario di N.S. del Gazzo. Infine, per quanto riguarda le aree verdi artificiali a destinazione non agricola, le aree sportive e ricreative sono relativamente rare e di limitata estensione; il loro numero è maggiore nella parte centro-occidentale dell'area indagata. Le aree verdi urbane sono in numero ancora minore.

I **territori agricoli**, non particolarmente estesi, sono quasi esclusivamente costituiti da zone agricole eterogenee localizzate in prossimità degli insediamenti residenziali; da notare la presenza di numerose serre nella zona posta alle spalle dell'abitato di Prà.

Infine, per quanto riguarda i **territori boscati e gli ambienti seminaturali**, nella parte medio-alta delle area esaminate sono presenti aree boscate e zone caratterizzate da vegetazione arbustiva. Le zone con vegetazione rada o assente sono invece confinate nella fascia costiera, dove le spiagge occupano le poche aree non occupate da insediamenti industriali.

2.8 Descrizione della rete idrografica

Nella pagina seguente viene presentata una tabella riassuntiva di tutti i corsi d'acqua dell'ambito preso in considerazione con la relativa suddivisione in aree.

Seguirà, per ciascun corso d'acqua, la descrizione della rete idrografica.

2.8.1 Area 1 – Bacini torrenti Arrestra e Rumaro e aree scolanti di Cogoleto

TORRENTE ARRESTRRA

Il torrente Arrestra è sito nel territorio del Comune di Cogoleto e del Comune di Varazze ed è alimentato da un bacino imbrifero di superficie complessiva di circa 21 kmq.

Esso ha origine alle pendici del monte Beigua, a quota 1300 m. s.l.m. e, dopo un percorso di circa 8 km in direzione NO-SE, defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, sul confine tra il Comune di Cogoleto ed il Comune di Varazze.

Il bacino del torrente Arrestra è delimitato a levante dallo spartiacque con il bacino del torrente Rumaro, a settentrione dal versante padano, a occidente dallo spartiacque con il bacino del torrente Teiro.

Il suo affluente principale è il rio Acquabuona, in sponda sinistra, che sottende un bacino di circa 4.5 kmq, con una lunghezza complessiva dell'asta di circa 3 km.

Le pendenze dei versanti prossimi all'incisione del rio raggiungono in diversi punti valori del 100%.

Sempre in sponda sinistra il torrente Arrestra riceve il contributo di altri due affluenti, rispettivamente, procedendo da valle verso monte, il rio Malanotte ed il rio Prialunga. Il primo sottende una superficie di circa 1.7 kmq con una lunghezza complessiva dell'asta di circa 2 km. Il secondo drena una superficie complessiva di 3.5 kmq con una lunghezza d'asta di circa 2.7 km.

Le pendenze dei versanti dei bacini di questi due rii, piuttosto rettilinei e privi di piane o terrazzi alluvionali, sono mediamente del 50%

Il tratto a monte del tracciato autostradale è caratterizzato da un bassissimo grado di urbanizzazione con una totale assenza di elementi a rischio. Sempre in tale tratto il corso d'acqua si trova a scorrere in un'incisione naturale a tratti molto incisa.

Le pendenze dei versanti in questo tratto risultano sempre elevate, mediamente tra il 50 e il 75%. A valle della confluenza del Rio Acquabona sono presenti limitate porzioni di terrazzi alluvionali.

Nel tratto a valle del tracciato autostradale, a partire dai campi sportivi fino allo sbocco a mare, l'alveo è caratterizzato da una larghezza media di circa 20 m. Da una larghezza d'alveo di circa 40 m in prossimità dei campi sportivi si passa ad una larghezza di circa 10 m alla foce.

Anche in questo tratto terminale manca una vera e propria piana alluvionale e le aree a bassa acclività sono dovute principalmente a sbancamenti o riporti artificiali. I tratti

di versante in prossimità dell'alveo presentano pendenze piuttosto elevate, comprese tra il 35 e il 75%.

L'argine in sponda sinistra è stato ultimamente ripristinato con massi ciclopici cementati con l'obiettivo di evitare nel tempo lo scalzamento del sottofondo stradale della viabilità posta in adiacenza all'argine. Prima dello sbocco a mare il torrente incontra dapprima l'attraversamento ferroviario quindi quello della S.S. Aurelia.

Lo sbocco focivo a mare presenta un ulteriore restringimento dovuto al deposito di materiale alluvionale sulle sponde.

Il torrente Arrestra è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

RIO BEUCA

Il rio Beuca drena una superficie complessiva pari a 0.35 kmq alla foce.

Esso ha origine alle spalle dell'abitato di Cogoleto, in località Sciarborasca, a quota 145 m s.l.m. circa e, dopo un percorso di circa 1.2 km in direzione NO-SE, defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, in Comune di Cogoleto.

Il bacino del rio Beuca è delimitato a levante e a settentrione dallo spartiacque con il bacino del torrente Rumaro, a occidente dallo spartiacque con il bacino del torrente Arrestra.

A valle del tracciato autostradale il bacino del rio Beuca è caratterizzato da una forte urbanizzazione, pendenze dei versanti modeste, mentre a monte i versanti presentano acclività maggiori. La pendenza media dell'asta è pari a circa il 14% nel tratto a monte del tracciato autostradale e del 6% circa nel tratto a valle, fino allo sbocco a mare.

La pendenza media dei versanti è pari al 25% circa, con una pendenza maggiore nella parte centrale del bacino, caratterizzata da valori intorno al 30-35%, e una pendenza minore nella parte alta del bacino e in quella terminale, caratterizzate da pendenze medie dell'ordine del 10%.

A partire dalla ferrovia sino allo sbocco a mare il corso d'acqua si presenta tombinato per lunghi tratti. Nel tratto prossimo alla foce la tombinatura presenta una sezione di larghezza pari a 4 m e altezza pari a circa 2 m. Nel tratto a monte del tracciato ferroviario il corso d'acqua scorre in un'incisione naturale.

Il rio Beuca è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

TORRENTE RUMARO

Il torrente Rumaro drena una superficie complessiva pari a 4.5 kmq alla foce.

Esso ha origine alle spalle dell'abitato di Cogoleto, alle pendici del Monte Bello, a quota 1200 m s.l.m. circa e, dopo un percorso di circa 3.5 km in direzione NO-SE, defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, in Comune di Cogoleto.

Il bacino del torrente Rumaro è delimitato a levante e a settentrione dallo spartiacque con il bacino del torrente Lerone, a occidente dallo spartiacque con il bacino del torrente Arrestra.

La pendenza media dell'asta principale è circa pari al 25%

La zona risulta urbanizzata nella parte medio-valliva dove sono ubicati i centri urbani di Sciarborasca e Cogoleto.

Nella parte terminale l'asta del torrente è interessata, da monte verso valle, dall'attraversamento dell'Autostrada Genova - Savona, dalla linea ferroviaria Genova - Ventimiglia, e in prossimità della foce dalla Strada Statale Aurelia.

Nel tratto compreso tra il viadotto autostradale e l'attraversamento ferroviario, il torrente costeggia in sponda sinistra l'ansa dove ha sede lo stabilimento ILVA.

Il torrente Rumaro è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

(AREA SCOLANTE DI COGOLETO) RIO CAPUZZOLA

Il rio Capuzzola drena una superficie complessiva pari a 0.68 km² alla foce.

Esso ha origine alle spalle dell'abitato di Cogoleto, in località Pina delle Moggie, a quota 150 m s.l.m. circa e, dopo un percorso di circa 1.1 km in direzione N-S, defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, in Comune di Cogoleto.

Il bacino del rio Capuzzola è delimitato a levante dallo spartiacque con il bacino del rio Terroso a settentrione dallo spartiacque con il bacino del torrente Lerone, a occidente dallo spartiacque con il bacino del torrente Rumaro.

A valle del tracciato autostradale il bacino del rio Capuzzola è caratterizzato da una forte urbanizzazione, pendenze dei versanti modeste, mentre a monte i versanti presentano acclività maggiori. La pendenza media dell'asta è pari a circa il 15% nel tratto a monte del tracciato autostradale e a circa il 4% nel tratto a valle, fino allo sbocco a mare.

La pendenza media dei versanti è pari al 25% circa, con valori superiori nella parte medio alta del bacino, in cui si raggiungono pendenze medie intorno al 40-45%, e inferiori nella parte bassa, caratterizzata da valori di pendenza inferiori al 20%.

Il suo affluente principale è il rio Calano, in sponda destra, che sottende un bacino di circa 0.4 km², con una lunghezza complessiva dell'asta di circa 850 m ed una pendenza

media dell'asta pari al 15% circa. Il rio Calano nel suo tratto montano, presenta un alveo sostanzialmente roccioso, con una forte pendenza. Il tratto vallivo, a valle del tracciato autostradale risulta incassato su fondo roccioso con andamento sinusoidale ampio.

Il tratto dell'alveo del rio Capuzzola a valle del viadotto autostradale sino alla tombinatura esistente in corrispondenza di via Recagno, presenta una larghezza variabile tra 3 e 6 m circa. Nello stesso tratto l'alveo è attraversato da alcuni ponticelli con impalcato piano o ad arco ribassato.

Il tratto terminale del rio Capuzzola, a partire da 50 m a valle della confluenza con il rio Calano fino alla foce risulta coperto e pavimentato per lunghi tratti. Sono in corso di realizzazione (Marzo 2007) alcuni interventi di messa in sicurezza che consentiranno adeguatamente il deflusso della portata 200-ennale nell'intero tratto.

Il rio Calano risulta tombinato per un tratto della lunghezza di circa 130 m in prossimità del cimitero con una sezione a volta di larghezza 3 m ed altezza variabile tra 1.5 m all'imbocco e 2.2 m allo sbocco. L'ultimo tratto, prima della confluenza col rio Capuzzola, è anch'esso coperto con una sezione a volta di larghezza 2.5 m e altezza 1.8 m.

Il rio Capuzzola ed il rio Calano sono inseriti nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

RIO TERROSO

Il rio Terroso drena una superficie complessiva pari a 0.37 kmq alla foce.

Esso ha origine alle spalle dell'abitato di Cogoleto, alle pendici del monte Ciapin, a quota 170 m s.l.m. circa e, dopo un percorso di circa 0.9 km in direzione N-S., defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, in Comune di Cogoleto.

Il bacino del rio Terroso è delimitato a levante dallo spartiacque con il bacino del rio Centurioni, a settentrione dallo spartiacque con il bacino del torrente Lerone, a occidente dallo spartiacque con il bacino del rio Capuzzola.

La pendenza media dell'asta è pari a circa il 30% nel tratto a monte del tracciato autostradale e del 7% circa nel tratto a valle, fino allo sbocco a mare.

La pendenza media dei versanti è pari al 25% circa, con pendenze massime che raggiungono valori dell'ordine del 45%, localizzate nella parte centrale del bacino.

A partire dal tracciato autostradale sino allo sbocco a mare il corso d'acqua si presenta tombinato per lunghi tratti. Nel tratto compreso tra il viadotto autostradale e la ferrovia, il tombino ha una sezione scatolare di dimensioni 2.2 x 2.2 m. Alla foce il rio si presenta intubato con una sezione rettangolare di altezza pari a 2.2 m e larghezza pari a 3.2m.

Nel tratto a monte del tracciato autostradale il corso d'acqua scorre in un'incisione naturale.

Il rio Terroso è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

RIO CENTURIONI

Il rio Centurioni drena una superficie complessiva pari a 0.15 kmq alla foce.

Esso ha origine sulle pendici del Monte Ciapin, a quota 200 m s.l.m. circa e, dopo un percorso di circa 0.97 km in direzione N-S., defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, in comune di Cogoleto.

Il bacino del rio Centurioni è delimitato a levante dallo spartiacque con il bacino del rio Prino-Scandolaro, a settentrione dallo spartiacque col bacino del torrente Lerone, a occidente dallo spartiacque con il bacino del rio Terroso

A valle del tracciato autostradale il bacino del rio Centurioni è caratterizzato da una forte urbanizzazione, pendenze dei versanti modeste, mentre a monte i versanti presentano acclività maggiori.

La pendenza media dell'asta è pari a circa il 27% nel tratto a monte del tracciato autostradale e del 5% circa nel tratto a valle, fino allo sbocco a mare.

La pendenza media dei versanti è pari al 25% circa, con pendenze massime che superano il 50%, localizzate nella parte alta del bacino. Procedendo verso valle la pendenza diminuisce, attestandosi su valori dell'ordine del 15%, per poi risalire fino a raggiungere e superare valori del 35% nella parte medio bassa, per poi diminuire progressivamente sino alla foce.

A partire dal viadotto autostradale, fino alla foce il corso d'acqua si presenta tombinato per lunghi tratti con una sezione a volta di larghezza 1.7 m ed altezza 1.6 m alla foce. Nel tratto a monte del tracciato autostradale il corso d'acqua scorre in un'incisione naturale.

Il rio Centurioni è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

RIO PRINO SCANDOLARO

Il rio Prino - Scandolaro drena una superficie complessiva pari a 0.27 kmq alla foce.

Esso ha origine alle spalle dell'abitato di Cogoleto, alle pendici del monte Maxetti, a quota 150 m s.l.m. circa e, dopo un percorso di circa .0.9 km in direzione N-S., defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, in Comune di Cogoleto.

Il bacino del rio Prino - Scandolaro è delimitato a levante dallo spartiacque con il bacino del rio Bonaparte, a settentrione dallo spartiacque con il bacino del torrente Lerone, a occidente dallo spartiacque con il bacino del rio Centurioni.

A valle del tracciato autostradale il bacino del rio Prino - Scandolaro è caratterizzato da una forte urbanizzazione, pendenze dei versanti modeste, mentre a monte i versanti presentano acclività maggiori.

La pendenza media dell'asta è pari a circa il 19% nel tratto a monte del tracciato autostradale e del 6% circa nel tratto a valle, fino allo sbocco a mare.

La pendenza media dei versanti è pari al 25% circa. Solo localmente, nella parte medio alta e media del bacino, si supera la pendenza del 35%.

A partire dal viadotto autostradale sino allo sbocco a mare il corso d'acqua si presenta tombinato per lunghi tratti, con una sezione a volta di larghezza pari a 2 m e altezza pari a 1.3 m alla foce. Nel tratto a monte del tracciato autostradale il corso d'acqua scorre in un'incisione naturale

Il rio Prino - Scandolaro è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

RIO SENZA NOME

Il rio Senza Nome drena una superficie complessiva pari a 0.1 kmq alla foce.

Esso ha origine alle spalle dell'abitato di Cogoleto, alle pendici del monte Prino Superiore, a quota 100 m s.l.m. circa e, dopo un percorso di circa 0.5 km in direzione N-S., defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, in Comune di Cogoleto.

Il bacino del rio Senza Nome è delimitato a levante dallo spartiacque con il bacino del rio Bonaparte, a settentrione dallo spartiacque con il bacino del torrente Lerone, a occidente dallo spartiacque con il bacino del rio Prino – Scandolaro.

A valle del tracciato autostradale il bacino del rio SN è caratterizzato da una forte urbanizzazione, pendenze dei versanti modeste, mentre a monte i versanti presentano acclività maggiori.

La pendenza media dell'asta è pari a circa il 30% nel tratto a monte del tracciato autostradale e del 9% circa nel tratto a valle, fino allo sbocco a mare.

La pendenza media dei versanti è pari al 20% circa .e non supera mai il valore del 35%.

A partire dal viadotto autostradale sino allo sbocco a mare il corso d'acqua si presenta tombinato per lunghi tratti con una sezione a volta, di larghezza pari a 1.5 m e altezza pari a 1.3 m alla foce. Nel tratto a monte del tracciato autostradale il corso d'acqua scorre in un'incisione naturale

RIO BONAPARTE

Il rio Bonaparte drena una superficie complessiva pari a 0.28 kmq alla foce.

Esso ha origine alle spalle dell'abitato di Cogoleto, alle pendici del monte Maxetti, a quota 170 m s.l.m. circa e, dopo un percorso di circa 1 km in direzione N-S., defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, in Comune di Cogoleto.

Il bacino del rio Bonaparte è delimitato a levante e a settentrione dallo spartiacque con il bacino del torrente Lerone, a occidente dallo spartiacque con il bacino del rio Prino – Scandolaro.

A valle del tracciato autostradale il bacino del rio Bonaparte è caratterizzato da una forte urbanizzazione, pendenze dei versanti modeste, mentre a monte i versanti presentano acclività maggiori.

La pendenza media dell'asta è pari a circa il 20% nel tratto a monte del tracciato autostradale e dell'8% circa nel tratto a valle, fino allo sbocco a mare.

La pendenza media dei versanti è pari al 30% circa. I valori più alti si trovano nella parte meridionale del bacino, al confine col bacino del Rio Sn 2, dove vengono superati valori del 50%. La maggior parte del territorio è invece caratterizzata da pendenze comprese tra il 20 e il 35%.

A partire dal viadotto autostradale sino allo sbocco a mare il corso d'acqua si presenta tombinato per lunghi tratti con una sezione a volta di larghezza pari a 0.8 m e altezza pari a 1.3 m alla foce. Nel tratto a monte del tracciato autostradale il corso d'acqua scorre in un'incisione naturale

Il rio Bonaparte è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

RIO SENZA NOME 2

Il rio Senza Nome 2 drena una superficie complessiva pari a 0.1 kmq alla foce.

Esso ha origine alle spalle dell'abitato di Cogoleto, alle pendici del Pian della Madonnetta, a quota 100 m s.l.m. circa e, dopo un percorso di circa 0.5 km in direzione N-S., defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, in Comune di Cogoleto.

Il bacino del rio Senza Nome 2 è delimitato a levante e a settentrione dallo spartiacque con il bacino del torrente Lerone, a occidente dallo spartiacque con il bacino del rio Bonaparte.

La pendenza media dell'asta è pari a circa il 20%

La pendenza media dei versanti è pari al 30% circa. La parte centrale del bacino risulta la più pendente, con valori che superano il 50%. La parte alta e quella bassa sono invece caratterizzate da valori di pendenza compresi tra il 10 e il 20%.

A partire dalla Statale Aurelia sino allo sbocco a mare il corso d'acqua si presenta tombinato con una sezione a volta, di larghezza pari a 1.8 m e altezza pari a 0.7 m alla foce. Nel tratto a monte della Statale Aurelia il corso d'acqua scorre in un'incisione naturale.

2.8.2 Area 2 – Bacino Torrente Lerone

Il torrente Lerone trae origine dal Monte Reixa e drena una superficie di circa 21 km², appartenente amministrativamente ai Comuni di Cogoleto e, per una minima parte, di Arenzano.

Il rio Lerone ha un tracciato da Nord a Sud e la lunghezza complessiva dell'asta risulta pari a 5,6 km.

Il bacino del torrente Lerone è ubicato sul versante tirrenico dell'appennino Ligure e sfocia a mare in corrispondenza dell'abitato di Cogoleto, ultimo Comune all'estremo ponente della Provincia di Genova.

Il bacino imbrifero del Lerone confina a nord-est con il rio Malanotte ed il rio della Gava, affluenti di destra del torrente Cerusa, ad est con alcuni rivi minori che appartengono al bacino di Arenzano, a ovest con il torrente Rumaro e - nella parte più alta - con il torrente Arrestra; infine a nord con gli affluenti dell'Orba

La pendenza media dell'asta risente in maniera significativa della forte acclività dei versanti dell'alto bacino, soprattutto di quello che culmina sulla dorsale tra il monte Argentea ed il monte Reixa (costa del Mou e Costa Argentea), sul quale si raggiungono pendenze anche del 60%.

Tra gli affluenti più importanti c'è il rio Negrone, che confluisce da destra, raccoglie le acque che scendono dal passo della Gava e dal monte Tardia, su una superficie di circa 2,5 km². Esso confluisce nel rio Lerone in località ponte Negrone, dove esiste un'opera di presa di un vecchio acquedotto.

Altri affluenti di destra sono il rio Augea ed il rio Lerbin.

Il rio di Lerca, affluente di destra del Lerone, drena la parte più occidentale del bacino, per un totale di 5,8 km², con due affluenti minori, il rio Argentea che scende dalla cima omonima e il rio Carbonea, che trae origine dal monte Rama.

Il rio Loaga si immette nel Lerone a pochi km dalla foce in mare: la sua superficie risulta pari a circa 2,9 km².

Il rio Lissolo è l'unico affluente significativo del versante sinistro del torrente Lerone e segna il confine tra il comune di Cogoleto e quello di Arenzano. Confluisce nel Lerone in località Terralba, poco più a valle della confluenza del rio Loaga.

L'ultimo tratto prima dell'immissione è stato negli anni recenti tombinato per consentire l'edificazione dei alcuni edifici industriali.

Il bacino del torrente Lerone risulta urbanizzato soprattutto nella parte valliva per un tratto di circa 2 km a monte dello sbocco a mare; esistono poi nuclei urbani più rarefatti e sparsi, alle pendici dei rilievi appenninici: troviamo quindi Lerca e Sciarborasca. Soprattutto la valle del rio Loaga infine, in virtù della sua vicinanza al mare e della conformazione dolce dei suoi versanti, è interessata da insediamenti sparsi e numerosi agglomerati di case rurali isolate (cascine).

La parte più elevata e più settentrionale del bacino (in particolare le aree scolanti del rio Lerone e del rio di Lerca) sono pressoché scevre da qualsiasi insediamento umano di un qualche rilievo, anche per la morfologia dei luoghi, caratterizzata da versanti molto acclivi, copertura vegetale tipica della macchia mediterranea ed affioramenti rocciosi frequenti.

Non sono presenti inoltre arterie stradali di rilievo, né infrastrutture autostradali o ferroviarie che attraversano il territorio.

Il torrente Lerone è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

2.8.3 Area 3 – Bacini minori e aree scolanti di Arenzano

RIO TONINO

Il rio Tonino drena una superficie complessiva pari a 0.2 kmq alla foce.

Esso ha origine nell'abitato di Arenzano, in località La Pineta, a quota 100 m s.l.m. circa e, dopo un percorso di circa 0.35 km in direzione N-S., defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, in Comune di Cogoleto.

Il bacino del rio Tonino è delimitato a levante e a settentrione dallo spartiacque con il bacino del rio S. Martino, a occidente dallo spartiacque con il bacino del torrente Lerone.

La pendenza media dell'asta è pari a circa il 25%

La pendenza media dei versanti è variabile tra il 20 e il 50% con le pendenze massime concentrate nei tratti mediani dei versanti. Le parti alte dei bacini e la fascia più prossima al mare presenta invece modeste pendenze, mediamente inferiori al 20%.

Il corso d'acqua risulta tombinato in tutto il suo percorso. In prossimità della foce, presso la spiaggia di Marina grande, il rio si presenta tombinato con una sezione a volta di larghezza pari a 3.5 m e altezza pari a 3.5 m.

RIO FORNACI

Il rio Fornaci drena una superficie approssimativa di 0.3 Km² e si sviluppa lungo una direzione N-S. Il rio scorre interamente tombinato al di sotto dell'area urbanizzata a Sud della Pineta di Arenzano e non è stato possibile determinare con sicurezza alcuna misura o ubicazione dei punti di imbocco e sbocco.

RIO S.MARTINO

Il rio S.Martino drena una superficie complessiva pari a 2.7 kmq alla foce.

Esso ha origine in località Terralba, in prossimità dello svincolo autostradale A10 Ge-Ventimiglia, a quota 70 m s.l.m. circa e, dopo un percorso di circa 1.7 km in direzione E-O., defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, in prossimità del porto di Arenzano.

Il bacino del rio S.Martino è delimitato a levante dallo spartiacque con il bacino del torrente Cantarena, a settentrione e a occidente dallo spartiacque con il bacino del torrente Lerone e a meridione dal promontorio di Arenzano (Pineta). La sua superficie ricade interamente in comune di Arenzano.

Gli affluenti, quasi tutti in sponda sinistra, presentano una disposizione a ventaglio con direzioni variabili tra N-S (rio della Rovere) e NO-SE (rio Terralba).

L'affluente principale è il rio Della Rovere in sponda sinistra, che drena una superficie di 0.75 kmq con una lunghezza dell'asta principale di circa 2 kmq. Gli altri affluenti con superficie significativa sono il rio Sersa, che drena una superficie di 0.39 kmq ed il rio Fagiani che drena una superficie di 0.32 kmq.

La pendenza media dei versanti è pari al 30% circa: le aree a maggiore pendenza si trovano nel settore settentrionale del bacino e in quello meridionale, dove vengono

anche superati i 50%. La parte centrale del bacino è invece caratterizzata da pendenze generalmente inferiori al 10%.

A valle del tracciato autostradale il bacino del rio S.Martino è caratterizzato da una forte urbanizzazione, pendenze dei versanti modeste e, nella parte meridionale, da una forte vegetazione e aree coltivate, mentre a monte i versanti presentano acclività maggiori (50% circa) e sono perlopiù ricoperti da prati e macchia mediterranea.

Il tronco del rio S. Martino compreso tra lo svincolo autostradale e la confluenza col rio della Rovere, è caratterizzato dalla presenza di diversi tratti di copertura con sezioni a volta e rettangolari. Il fondo è sistemato con briglie e salti naturali ed ha una pendenza media pari al 3% circa. Il tratto terminale, della lunghezza di circa 400 m, scorre in alveo naturale, con pendenza media pari allo 0.8% circa e larghezze comprese tra 7 e 10 m.

Il rio della Rovere risulta tombinato a partire dal viadotto autostradale sino poco a valle della stazione ferroviaria, per una lunghezza complessiva di circa 450 m con una sezione scatolare delle dimensioni di 3.4x2 m; la pendenza è di circa l'1.5%. A valle della tombinatura il corso d'acqua scorre in alveo naturale fino alla confluenza con il rio S. Martino per una lunghezza di circa 250 m con larghezze variabili tra 3 e 4 m. In questo tronco è ubicato un breve tratto di copertura a volta con dimensioni interne di circa 3x3 m; la pendenza media è di circa il 2.5%.

Il rio Fagiani presenta a monte del viadotto autostradale un alveo inciso in roccia con pendenze elevate ed un breve tratto tombinato con sezione ad arco con altezza pari a 2.5 m e larghezza pari a 3 m. Il tratto di valle è costituito da un primo tronco in alveo naturale di circa 300 m con larghezza media di circa 2.5 m cui fa seguito un tronco tombinato della lunghezza di circa 100 m con sezione rettangolare di larghezza pari a 2.5 m ed altezza pari a 2m.

Il rio Sersa, circa 400 m a monte del tracciato autostradale, all'interno dell'area cimiteriale, presenta un tratto tombinato con sezione scatolare di altezza pari a 2 m, larghezza pari a 3 m e lunghezza complessiva pari a circa 300 m. Gli ultimi 150 m del tronco prima della confluenza col rio S. Martino, sono caratterizzati dalla presenza di edifici industriali adiacenti al corso d'acqua.

I corsi d'acqua pubblici all'interno del bacino sono il rio S. Martino, il rio della Rovere, il rio Fagiani e il rio Serse.

TORRENTE CANTARENA

Il torrente Cantarena drena una superficie complessiva pari a 4.9 kmq alla foce.

Esso ha origine alle spalle dell'abitato di Arenzano, alle pendici del Monte Tardia, a quota 850 m s.l.m. circa e, dopo un percorso di circa 4.1 km in direzione N-S., defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, in Comune di Arenzano.

Il bacino del torrente Cantarena è delimitato a levante dagli spartiacque con i bacini dei rii S. Sebastiano, Laega e Lupara, a settentrione dallo spartiacque con il bacino del torrente Lerone ed a occidente dallo spartiacque col bacino del rio S. Martino.

Il suo affluente principale è il rio Rama, in sponda destra, che sottende un bacino di circa 0.7 kmq, con una lunghezza complessiva dell'asta di circa 1 km

La pendenza media dell'asta principale è circa pari al 20%

Il bacino risulta densamente urbanizzato nella parte terminale dove è ubicato il centro urbano di Arenzano. Una urbanizzazione più rada è presente anche lungo l'asta principale fino ad una quota di circa 200 m.

Gran parte dei versanti appartenenti al medio e alto bacino presentano una pendenza elevata (anche maggiore del 50%). Pendenze minori si riscontrano in prossimità degli spartiacque. A valle del tracciato autostradale, in corrispondenza delle aree urbanizzate, le pendenze si riducono fino a meno del 10%.

A partire dall'attraversamento ferroviario il torrente risulta per lunghi tratti tombinato.

Il primo tratto tombinato ha inizio circa 150 m a valle dell'attraversamento ferroviario, in corrispondenza di Piazza Don A. Servetto, e si sviluppa per una lunghezza di circa 160 m con una sezione rettangolare di dimensioni 14 x 2.4 m all'imbocco e 14 x 1.8 m allo sbocco. Dopo un breve tratto a cielo aperto il torrente rientra in tombinatura fino a mare con una sezione rettangolare di dimensioni 17.5 x 2.7 m all'imbocco e 17.5 x 2.5 allo sbocco. Tale tombinatura si sviluppa per circa 50 m e attraversa la S.S. Aurelia e Piazza Toso.

Nel tratto terminale dell'asta, l'alveo risulta plateato con argini in cemento.

Il torrente Cantarena è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

RIO S. SEBASTIANO

Il rio S. Sebastiano drena una superficie complessiva pari a 0.4 kmq alla foce.

Esso ha origine alle spalle dell'abitato di Arenzano, alle pendici del Bric dell'Olmo, a quota 220 m s.l.m. circa e, dopo un percorso di circa 1 km in direzione N-S., defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, in Comune di Arenzano.

Il bacino del rio S. Sebastiano è delimitato a levante dallo spartiacque con il bacino del rio Giano e del rio Pizzo, a settentrione e a occidente dallo spartiacque con il bacino del torrente Cantarena.

A valle del tracciato autostradale il bacino del rio S. Sebastiano è caratterizzato da una forte urbanizzazione.

La pendenza media dell'asta è pari a circa il 22%

La pendenza media dei versanti è pari al 30% circa, con pendenze massime, nella parte settentrionale, nell'ordine del 50%.

A partire dalla ferrovia sino allo sbocco a mare il corso d'acqua si presenta tombinato per lunghi tratti con una sezione ad arco di larghezza pari a 4.9 m e altezza pari a 2.1 m alla foce. Nel tratto a monte del tracciato ferroviario il corso d'acqua scorre in un'incisione naturale.

Il rio S. Sebastiano è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

RIO GIANO

Il rio Giano drena una superficie approssimativa di 0.15 Km² e si sviluppa lungo una direzione N-S, in comune di Arenzano. Il rio risulta avere uno sviluppo assai modesto, e nel tratto terminale scorre tombinato al di sotto della S.S. Aurelia, con una sezione allo sbocco ad arco di 2.5 m di larghezza e 2.7 m di altezza.

RIO PIZZO

Il rio Pizzo drena una superficie approssimativa di 0.15 Km² e si sviluppa lungo una direzione N-S, in comune di Arenzano. Il rio risulta avere uno sviluppo assai modesto, e nel tratto terminale scorre tombinato al di sotto della S.S. Aurelia, con una sezione scatolare 1.2 x 1.2 m

RIO LAEGA

Il rio Laega drena una superficie complessiva pari a 1.36 km² alla foce.

Esso ha origine sulle pendici del Bric del Vecchio, a quota 375 m s.l.m. circa e, dopo un percorso di circa 1 km in direzione N-S, defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, senza mai attraversare centri abitati.

Il bacino del rio Laega è delimitato a levante, dallo spartiacque con il bacino del rio Lupara, a settentrione, dallo spartiacque col bacino del torrente Cantarena, a occidente dallo spartiacque con il bacino del rio Pizzo e del rio Giano.

La pendenza media dell'asta è pari a circa il 37%.

La pendenza media dei versanti è pari al 45% circa, con valori massimi di pendenza che localmente, nella parte meridionale del bacino, superano il 75%. Anche la parte settentrionale risulta a forte pendenza, con estese aree caratterizzate da valori compresi tra il 35 e il 50%.

Il corso d'acqua scorre interamente in alveo naturale fino all'attraversamento della statale Aurelia dove risulta intubato. La tombinatura si estende per 10 m circa passando da una sezione rettangolare di altezza pari a 2 m e larghezza pari a 3 m all'imbocco, ad una sezione a volta di altezza pari 3 e larghezza pari a 1.9 m allo sbocco. In questo tratto il fondo è sistemato con salti.

Il rio Laega è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

RIO LUPARA

Il rio Lupara drena una superficie complessiva pari a 1.4 km² alla foce.

Esso ha origine sulle pendici del Monte Pennone, a quota 490 m s.l.m. circa e, dopo un percorso di circa 2.5 km in direzione N-S, defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, senza mai attraversare centri abitati.

Il bacino del rio Lupara è delimitato a levante dallo spartiacque con il bacino del rio Casello e dallo spartiacque con il bacino del rio Vesima, a settentrione dallo spartiacque col bacino del torrente Cerusa, a occidente dallo spartiacque con il bacino del rio Laega e dallo spartiacque con il bacino del rio Cantarena.

La pendenza media dell'asta è pari a circa il 20%.

La pendenza media dei versanti è pari al 45% circa. La parte centro-meridionale del bacino presenta pendenze mediamente superiori al 50%, localmente superiori al 75%, mentre quella settentrionale è caratterizzata da pendenze leggermente inferiori e comprese tra il 35 e il 50%.

Il corso d'acqua scorre interamente in alveo naturale. Nel tratto focivo l'alveo del rio Lupara è attraversato dal ponte della S.S. Aurelia con sezione rettangolare di altezza pari a 5 m e larghezza pari a 10.5 m e dal ponte ferroviario con imbocco a sezione rettangolare di altezza pari a 5 m e larghezza pari a 7.3 m e sbocco con sezione ad arco di altezza pari a 5 m e larghezza pari a 7.3 m e costeggia, in sponda sinistra, un campeggio.

Il rio Lupara è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

RII CASELLO E AGUGIA

Questi due piccoli rii vengono trattati insieme per le caratteristiche comuni e per l'esiguità dell'area drenata (circa 0.15 Km²). I due rii si sviluppano grosso modo in direzione N-S per lunghezze dell'ordine dei 200 m. Essi attraversano versanti dotati di una certa acclività in condizioni di "fossi" (privi di un vero alveo) per poi sfociare direttamente a mare dopo aver attraversato, tramite brevi tombature, il tracciato ferroviario e la SS Aurelia. Le aste presentano una pendenza media del 30-40% e risultano prive di acqua per la maggior parte dell'anno.

RIO VESIMA

Il rio Vesima drena una superficie complessiva pari a 1.8 km² alla foce.

Esso ha origine sulle pendici del Bricco Grosso, a quota 435 m s.l.m. circa e, dopo un percorso di circa 2.5 km in direzione N-S, defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, in località Vesima.

Il bacino del rio Vesima è delimitato a levante dallo spartiacque con il bacino del rio Stefanina e dallo spartiacque con il bacino del rio Fontanelle, a settentrione dallo spartiacque col bacino del torrente Cerusa, a occidente dallo spartiacque con il bacino del rio Lupara e dallo spartiacque con il bacino del rio Casello.

La pendenza media dell'asta è pari a circa il 17%.

La pendenza media dei versanti è pari al 45% circa. La parte centro-settentrionale del bacino presenta estese aree caratterizzate da valori di pendenza superiori al 50%, localmente superiori al 75%. Minori pendenze si incontrano nella parte meridionale del bacino e in quella più orientale.

Il corso d'acqua scorre quasi interamente in alveo naturale. In corrispondenza del tracciato ferroviario, nel tratto sottostante la stazione di Vesima, il rio viene intubato fino alla foce. Questo tratto è caratterizzato da una sezione ad arco di altezza pari a 2.5 m e larghezza pari a 4.4 m all'imbocco e da una sezione ad arco di altezza pari a 1.6 m e larghezza pari a 4.4 m allo sbocco.

Il rio Vesima è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

RIO STEFANINA

Il bacino del Rio Stefanina occupa un'area di circa 0.15 Km². La direzione dell'asta è grosso modo N-S con un'ampia curva verso Ovest. La pendenza media dell'asta è pari al 30%.

Nel suo tratto alto il rio scorre su pendii a modesta pendenza in zone occupate prevalentemente da attività agricole miste, mentre nel tratto a valle, a Sud del tracciato autostradale, i versanti si presentano molto acclivi fino alla sede stradale della SS Aurelia.

Qui il rio viene intubato, fino al mare, al di sotto della sede stradale tramite un imbocco "a pozzo".

RIO CANA'

Il rio Canà drena una superficie complessiva pari a 0.28 km² alla foce.

Esso ha origine sulle pendici del Bric Indarbai, a quota 174 m s.l.m. circa e, dopo un percorso di circa 0.75 km in direzione N-S, defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, in località Vesima.

Il bacino del rio Canà è delimitato a levante dallo spartiacque con il bacino del rio Chiappa e dallo spartiacque con il bacino del rio Peschiera, a settentrione dallo spartiacque col bacino del rio Fontanelle, a occidente dallo spartiacque con il bacino del rio Vesima e dallo spartiacque con il bacino del rio Stefanina.

La pendenza media dell'asta è pari a circa il 23%.

La pendenza media dei versanti è pari al 30% circa, con pendenze massime, localizzate nella parte meridionale del bacino, localmente superiori al 75%. La parte settentrionale del bacino è invece caratterizzata da pendenze ovunque inferiori al 35%.

Il corso d'acqua scorre quasi interamente in alveo naturale. In corrispondenza della Statale Aurelia il rio viene intubato fino alla foce. Questo tratto è caratterizzato da una sezione a volta di altezza pari a 1.3 m e larghezza pari a 1.6 m all'imbocco e da una sezione a volta di altezza pari a 3.3 m e larghezza pari a 2 m allo sbocco.

Il rio Canà è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

RIO CHIAPPA

Il Rio Chiappa drena una superficie estremamente esigua (circa 0.05 Km²). Bacino e asta fluviale si sviluppano in direzione NW-SE, perpendicolari alla linea di costa.

La pendenza media dell'asta risulta leggermente inferiore al 50%. Il piccolo rio sfocia direttamente in mare tramite una tombinatura di sezione circolare al di sotto della SS Aurelia.

RIO PESCHIERA

Il Rio Peschiera drena una superficie di circa 0.2 Km². La pendenza media dell'asta è pari al 50%.

L'asta scorre lungo una direzione prevalente NW-SE in un ambito occupato da case isolate e fasce terrazzate. L'ultimo tratto, circa 100 m, risulta tombinato sfociando direttamente a mare con una sezione circolare nel muro di valle della SS Aurelia.

RIO FONTANA

Il Rio Fontana drena un bacino di circa 0.13 Km². La pendenza media dell'asta è pari a circa il 50% e la sua direzione principale risulta NW-SE e N-S nel tratto terminale. Anche in questo caso il tratto finale risulta tombinato sfociando direttamente a mare con una sezione circolare nel muro di valle della SS Aurelia.

RIO POZZETTI

Il rio Pozzetti drena una superficie complessiva pari a 0.16 km² alla foce.

Esso ha origine sulle pendici del Bric Campenave, a quota 235 m s.l.m. circa e, dopo un percorso di circa 0.72 km in direzione N-S, defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, tra Palazzetto e Scogli Merlini.

Il bacino del rio Pozzetti è delimitato a levante e a settentrione dallo spartiacque con il bacino del rio Fontanelle, a occidente dallo spartiacque con il bacino del rio Fontana.

La pendenza media dell'asta è pari a circa il 33%.

La pendenza media dei versanti è pari al 40% circa: le aree a maggiore pendenza sono quelle meridionali. .

Il corso d'acqua scorre quasi interamente in alveo naturale e attraversa le località di Crevari e Pozzetti. In corrispondenza della Statale Aurelia, il rio viene intubato fino alla foce. Questo tratto è caratterizzato da una sezione scatolare di altezza pari a 1 m e larghezza pari a 1 m all'imbocco (in corrispondenza di Villa Pallavicini) e da una sezione rettangolare di altezza pari a 6 m e larghezza pari a 1 m allo sbocco. In questo tratto il fondo è sistemato con salti.

RIO FONTANELLE

Il rio Fontanelle drena una superficie complessiva pari a 1.48 km² alla foce.

Esso ha origine sulle pendici del Bric Brigna, a quota 436 m s.l.m. circa e, dopo un percorso di circa 2.8 km in direzione O-E, defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, in località Molino di Crevari.

Il bacino del rio Fontanelle è delimitato a levante e a settentrione dallo spartiacque con il bacino del torrente Cerusa, a occidente dallo spartiacque con il bacino del rio Vesima e dallo spartiacque con il bacino del rio Pozzetti.

La pendenza media dell'asta è pari a circa il 16%.

La pendenza media dei versanti è pari al 35% circa. Le aree a maggiore pendenza sono localizzate nel settore orientale del bacino, dove comunque non si riscontrano aree caratterizzate da valori di pendenza superiori al 75%.

Il corso d'acqua scorre quasi interamente in alveo naturale in una valle piuttosto incisa. A valle dell'ultimo viadotto autostradale il rio risulta caratterizzato da sponde artificiali in cemento e alveo plateato. In corrispondenza della Statale Aurelia il rio risulta coperto fino alla foce. Questo tratto è caratterizzato da una sezione rettangolare di altezza pari a 5.4 m e larghezza pari a 8.6 m all'imbocco e da una sezione ad arco di altezza pari a 6 m e larghezza pari a 4 m allo sbocco.

Il rio Fontanelle è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

2.8.4 Area 4 – Bacino Torrente Cerusa

Il torrente Cerusa drena una superficie complessiva pari a 23.1 kmq alla foce.

Esso ha origine sulle pendici del Bric del Dente, a quota 1050 m s.l.m. circa e, dopo un percorso di circa 10.7 km in direzione NO-SE, defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, a Voltri in Comune di Genova.

Il bacino del torrente Cerusa è delimitato a levante dallo spartiacque con il bacino del torrente Leiro, a occidente dallo spartiacque con il bacino del torrente Lerone e dallo spartiacque con il bacino del rio Fontanelle e a settentrione col versante padano.

I suoi affluenti principali sono il rio Gava e il rio Secco entrambi in sponda destra.

La pendenza media dell'asta è pari a circa il 9%.

Nell'ambito del bacino, elevata è l'energia dei rilievi con pendenze che generalmente sono comprese tra i 26° ed i 45°.

Nelle zone occidentali (bacino del rio Gardonea, rio Secco e rio Gava) , dove affiorano rocce di natura serpentinitica, sono presenti estesi settori di versante con pendenze > di 45° in evidente evoluzione geomorfologica.

Nelle zone orientali del bacino, invece, dove affiorano i calcescisti, i versanti presentano differente pendenza prevalente, con settori caratterizzati da acclività compresa fra 19° e 25°, mentre risultano praticamente assenti settori con pendenza > di 45°.

Valori di acclività più contenuti (pendenza 5°÷19°) si rilevano localmente in relazione all'assetto tettonico ed evolutivo dei versanti, in corrispondenza di zone interessate dalla presenza di estesi accumuli colluviali ed in corrispondenza dello spartiacque del bacino dove verosimilmente le minori pendenze sono correlabili a relitti di paleosuperfici morfologiche.

Lungo la parte montana dell'asta del torrente non sono presenti né viabilità spondale né centri abitati.

Nel tronco d'alveo, compreso tra la confluenza del torrente Cerusa con il rio Gava e la briglia ubicata presso l'abitato di Fiorino caratterizzato da lunghezza complessiva di circa 1500 m con direzione prevalente N-S e andamento leggermente curvilineo, le sezioni sono assimilabili alla forma rettangolare con larghezze al fondo variabili tra 15 e 40 m circa; la pendenza media del tratto è pari allo 7%; il fondo alveo è costituito prevalentemente da ciottoli di medie e grosse dimensioni; entrambe le sponde sono delimitate dal versante naturale e non risultano pertanto arginate.

Il torrente Cerusa in questo tratto non presenta affluenti significativi, oltre al rio Gava, affluente di destra all'estremità di valle.

Le aree adiacenti alle sponde non risultano urbanizzate, se non per la sporadica presenza di qualche edificio di modeste dimensioni; la viabilità principale è costituita da via Fiorino, che si sviluppa lungo l'argine sinistro del corso d'acqua a quote superiori di oltre 20 m.

Il tronco d'alveo compreso tra la confluenza fra il torrente Cerusa e il rio Asino Morto, in prossimità dell'abitato di Fabbriche e la confluenza fra il torrente Cerusa e il rio Gava, poco più a valle della strada per Sambuco, ha una lunghezza complessiva di circa 650 m con andamento pressoché rettilineo in direzione NO-SE. Le sezioni sono assimilabili alla forma rettangolare con larghezze al fondo variabili tra 20 e 40 m circa; la pendenza media del tratto è pari allo 3.3%. Il fondo alveo è costituito prevalentemente da ciottoli di medie e grosse dimensioni. Risulta arginata solo la sponda sinistra per un breve tratto. Oltre al rio Asino Morto, affluente di destra all'estremità di valle del tratto, e al rio Gava, affluente di destra all'estremità di monte, non sono presenti altri affluenti significativi. Le aree adiacenti alle sponde non sono urbanizzate; la viabilità principale non si sviluppa lungo gli argini del corso d'acqua.

Il tronco d'alveo compreso tra il ponte per la località Case Tanella e la confluenza con il rio Asino Morto, in prossimità dell'abitato di Fabbriche ha una lunghezza complessiva di circa 1900 m e presenta un andamento sostanzialmente rettilineo nel tratto vallivo e curvilineo nel tronco di monte, con direzione prevalente NO-SE; le sezioni sono di forma regolare assimilabili alla rettangolare, con larghezze variabili tra 20 e 40 m circa; la pendenza media del tratto è pari al 2% circa. Il fondo alveo è costituito prevalentemente da ciottoli, ghiaia e massi di notevoli dimensioni.

La sponda sinistra è quasi completamente arginata con muri costituiti prevalentemente da blocchi di pietra e cemento e per brevi tratti in c.a. con relativo parapetto; la sponda destra è costituita per la maggior parte dal versante naturale e risulta arginata solo per brevi tratti in prossimità dei manufatti di attraversamento. L'unico affluente significativo risulta il rio Asino Morto, affluente di destra all'estremità di monte. Le aree adiacenti alle sponde sono poco urbanizzate: in sponda sinistra sono presenti alcuni edifici industriali con le relative aree di pertinenza, mentre in sponda destra sono evidenti due soli tratti caratterizzati dalla presenza di edifici, il primo in prossimità del ponte per la località Chiale, il secondo in corrispondenza dell'abitato di Villa Grande. La viabilità principale si sviluppa lungo l'argine sinistro del corso d'acqua ed è costituita da Via delle Fabbriche.

Il tratto terminale del torrente Cerusa, compreso tra lo sbocco a mare e la passerella pedonale che conduce alla località Case Tanella, ha una lunghezza

complessiva di circa 1800 m, con andamento pressoché rettilineo nel tratto terminale e curvilineo nel tratto a monte, con direzione prevalente NO-SE; le sezioni dell'alveo sono di forma sostanzialmente rettangolare con larghezza mediamente pari a 30 m, che aumenta sino a 70 m circa in prossimità dello sbocco a mare; la pendenza media del tratto è pari all'1.5% circa. Il fondo alveo è costituito prevalentemente da ciottoli di medie dimensioni e risulta inciso nella sua parte centrale con presenza ai lati di depositi, in alcuni tratti anche di consistente entità.

Entrambe le sponde sono arginate con muri in blocchi di pietra e calcestruzzo e parapetto in muratura piena. Lungo il tratto non sono presenti affluenti significativi. Le aree adiacenti alle sponde sono in parte urbanizzate, caratterizzate per la maggior parte da insediamenti produttivi; la viabilità principale si sviluppa lungo l'argine sinistro del corso d'acqua ed è costituita da Via delle Fabbriche, che unisce Voltri con l'abitato di Fabbriche.

Il Cerusa è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

2.8.5 Area 5 – Bacino Torrente Leiro

Il torrente Leiro drena una superficie complessiva pari a 28.9 kmq alla foce.

Esso ha origine sulle pendici del Monte Pennello, a quota 920 m s.l.m. circa e, dopo un percorso di circa 11 km in direzione N-S, defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, a Voltri in Comune di Genova.

Il bacino del torrente Leiro è delimitato a levante dallo spartiacque con il bacino del torrente Branega e dallo spartiacque con il bacino del torrente Varenna, a occidente dallo spartiacque con il bacino del torrente Cerusa e a settentrione col versante padano.

La pendenza media dell'asta è pari a circa il 8.5%.

I suoi affluenti principali sono il rio Gorsexio, il rio Acquasanta ed il rio Ceresolo, che drenano rispettivamente una superficie di 8.6 kmq, 17.8 kmq e 4.9 kmq.

Le aste dei torrenti Gorsexio, Acquasanta e Ceresolo, hanno una lunghezza rispettivamente pari a 6.3 km, 8.7 km e 4.9 km.

La pendenza media dei versanti del bacino del torrente Leiro è 52% circa, quelle dei torrenti Gorsexio, Acquasanta e Ceresolo risultano rispettivamente pari a 54%, 52% e 50%.

Le pendenze medie maggiori si riscontrano nella parte di bacino del torrente Acquasanta a monte dell'abitato di Acquasanta con valori massimi intorno al 65% dei rii Martino e Baiardetta.

Anche nella parte montana del torrente Gorsexio si riscontrano valori elevati della pendenza media sino ad un massimo di circa il 62% del rio Turchino.

I centri abitati più importanti all'interno del bacino sono Voltri nel tratto finale del torrente Leiro, Mele, il cui territorio comunale si estende su tutta la parte settentrionale del

bacino, e Acquasanta, alla confluenza tra il rio Martino ed il rio Condotti, nella parte orientale del bacino.

Il ponte a monte della confluenza con il torrente Ceresolo è in c.a. a due campate con una pila centrale in alveo: la sua larghezza complessiva è di circa 19.8 m; la luce libera delle campate è pari a circa 9.5 m. La pila è costituita da un setto in c.a. dello spessore medio di 0.65 m con fronte sagomato a triangolo nella parte inferiore. La luce libera è di 4.5 m circa in sponda destra, mentre in sponda sinistra è variabile tra 2.3 m e 3.7 m, l'impalcato ha uno spessore di 0.8 m circa.

Il ponte a valle della confluenza è costituito da una passerella in struttura reticolare metallica a campata unica con larghezza totale di 25.6 m e altezza libera di circa 6 m.

Il tronco del torrente Acquasanta in corrispondenza della confluenza col rio Ceresolo è caratterizzato da un primo tratto rettilineo della lunghezza di circa 50 m dal ponte di monte sino ad una briglia di derivazione (sezione 2) dell'altezza di circa 2 m; il tratto presenta sezioni di forma approssimativamente rettangolare con larghezze al fondo pari a circa 20 m, delimitate su entrambe le sponde da muri d'argine in c.a. di altezza media di 4.5 m circa; la pendenza del tratto è di circa l'1.5%.

Il secondo tratto, della lunghezza di 60 m circa, è compreso tra la briglia di derivazione sopra menzionata (sezione 2) e la passerella ubicata circa 30 m a valle della confluenza; esso presenta un andamento curvilineo con la confluenza ubicata sul lato esterno della curva; in tale tratto l'alveo scorre sulla roccia affiorante con una pendenza media del 4% circa.

Il tratto terminale del torrente Ceresolo è interamente arginato con muri in c.a. di altezza media 2.5 m, con fondo regolarizzato mediante una serie di briglie di altezza mediamente pari ad 1 m circa; la larghezza di sistemazione è 12 m circa, la pendenza di sistemazione 1.8%. L'angolo di incidenza tra gli assi dei torrenti Acquasanta e Ceresolo in corrispondenza della confluenza è pari a circa 60 gradi.

In corrispondenza della confluenza del torrente Gorsexio, l'asta principale (asse Acquasanta-Leiro) ha un andamento rettilineo con sezioni di forma sostanzialmente rettangolare di larghezza compresa tra 16 m circa subito a valle del ponte della statale del Turchino (sezione 2.5) e circa 20 m in corrispondenza della briglia posta a valle della confluenza (sezione 3).

L'alveo è delimitato su entrambe le sponde da muri d'argine in c.a. di altezza media di 4.5 m circa in sponda sinistra e 2.5 m circa in sponda destra, la pendenza del tratto è dell'1.6% circa.

Il ponte della statale del Turchino sul torrente Acquasanta è del tipo ad arco ribassato in pietra e mattoni disposto secondo una direttrice inclinata di circa 20 gradi rispetto alla sezione trasversale del corso d'acqua.

La larghezza alla base è 17 m (18.2 m in asse ponte) l'altezza libera in chiave 8.1 m.

Il tratto terminale del torrente Gorsexio (circa 120 m) è caratterizzato dalla presenza di due briglie di sistemazione in c.a. dell'altezza di 1 m e 2 m rispettivamente ad interasse

di 35 m e, più a monte, da una copertura in c.a. di 12 m di larghezza e oltre 6 m di altezza, della lunghezza complessiva di circa 30 m.

La copertura è stata realizzata immediatamente a valle di un vecchio ponte ad arco ribassato in pietra e mattoni con larghezza alla base 11.3 m e altezza libera in chiave 6 m circa.

Il tratto compreso tra le due briglie è caratterizzato dalla presenza su entrambe le sponde di edifici e manufatti in stato di degrado.

L'asta terminale del torrente Leiro da località Chiappa allo sbocco a mare ha una lunghezza complessiva di 700 m circa. Il tratto di monte, della lunghezza di circa 380 m, è caratterizzato dalla presenza in alveo della pila del viadotto dell'Autostrada Ventimiglia-Genova che costituisce una sensibile ostruzione al deflusso e, poco a monte, di una passerella pedonale con due pile in alveo.

Il tratto presenta un andamento rettilineo e risulta completamente arginato con muri d'argine in c.a. e fondo costituito da una platea in c.a., salvo il primo tratto a monte della lunghezza di circa 200 m (da sezione 1 a sezione 5) escluso dall'intervento di sistemazione generale e comunque arginato con muri in c.a. su entrambe le sponde ma non plateato.

Il tratto a valle è caratterizzato dalla presenza di una curva verso destra e dei due attraversamenti ferroviari della linea Genova-Ventimiglia e Ventimiglia-Genova.

Anch'esso si presenta arginato e plateato con strutture in c.a. In tale tratto l'altezza dei muri d'argine risulta mediamente pari a 5 m con quota sommità superiore di 3 m circa alla quota del piano viabile su entrambe le sponde.

La pendenza media è pari all'1.1%.

La copertura è costituita da tre forniche di larghezza media pari a 10 m circa e altezza variabile tra 3.9 m e 4.5 m circa. La quota di fondo platea allo sbocco è pari a -1.4 m s.l.m.

Il bacino è attraversato in senso longitudinale dalla strada statale n° 456 che collega Voltri a Ovada attraverso il passo del Turchino e dall'Autostrada A26 Voltri-Alessandria che si sviluppa prevalentemente lungo il crinale di separazione tra i bacini dei torrenti Gorsexio e Ceresolo con una serie di viadotti e gallerie.

Il bacino è caratterizzato inoltre dalla presenza, lungo le aste dei principali corsi d'acqua, di numerosi opifici, principalmente cartiere, molte delle quali attualmente in disuso.

Tali edifici sono sorti fin dai secoli scorsi in adiacenza ai corsi d'acqua in virtù della disponibilità della risorsa idrica superficiale utilizzata nel ciclo produttivo e come fonte di energia, come testimoniano le numerose opere di derivazione.

Il Leiro è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

2.8.6 Area 6 – Bacini minori e aree scolanti del Ponente genovese

RIO S.GIULIANO

Il rio S. Giuliano drena una superficie complessiva pari a 1.1 kmq alla foce.

Esso ha origine alle spalle dell'abitato di Voltri, in località Quartiere Canova, alle pendici del monte Amandola, a quota 275 m s.l.m. circa. Dopo un percorso di circa 1.85 km in direzione N-S, defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, a Voltri, in Comune di Genova.

Il bacino del rio S. Giuliano è delimitato a levante dallo spartiacque con il bacino del rio Madonnette a settentrione ed a occidente dallo spartiacque con il bacino del torrente Leiro.

La pendenza media dell'asta è pari a circa il 15%.

La pendenza media dei versanti è pari al 25% circa. La parte settentrionale è caratterizzata da pendenze generalmente superiori, mentre quella meridionale presenta pendenze modeste, sempre inferiori al 20%.

Il bacino del rio S. Giuliano è caratterizzato da una forte urbanizzazione e pendenze dei versanti modeste.

A partire dal Quartiere Canova sino allo sbocco a mare il corso d'acqua si presenta quasi sempre tombinato. Solamente nel tratto compreso tra il tracciato autostradale e via Voltri il rio risulta scoperto con sponde arginate.

A partire dall'attraversamento di via Voltri sino allo sbocco a mare il corso d'acqua si presenta tombinato con una sezione ad arco di larghezza pari a 4.5 m e altezza pari a 2.8 m.

Il rio S.Giuliano è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

RIO MADONNETTE

Il rio Madonnette drena una superficie complessiva pari a 0.9 kmq alla foce.

Esso ha origine alle spalle dell'abitato di Voltri, alle pendici del monte Amandola, a quota 275 m s.l.m. circa. Dopo un percorso di circa 2.25 km in direzione N-S, defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, a Voltri, in Comune di Genova.

Il bacino del rio Madonnette è delimitato a levante ed a settentrione dallo spartiacque con il bacino del torrente Branega ed a occidente dallo spartiacque con il bacino del rio S. Giuliano.

La pendenza media dell'asta è pari a circa il 12%.

La pendenza media dei versanti è pari al 20% circa. La parte settentrionale del bacino è caratterizzata da pendenze generalmente comprese tra il 20 e il 50%, mentre la

parte meridionale risulta pressoché pianeggianti, con pendenze quasi ovunque inferiori al 10%.

Ad esclusione dei primi 400 m. dove il rio scorre in un'incisione naturale, il corso d'acqua si presenta interamente tombinato.

Nel tratto focivo il corso d'acqua si presenta tombinato con una sezione ad arco di larghezza pari a 5 m e altezza pari a 2.2 m

Il rio Madonnette è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

RIO S.MICHELE

Il rio S.Michele drena una superficie complessiva pari a 0.6 kmq alla foce.

Esso ha origine alle spalle dell'abitato di Prà, in località Vignolo, a quota 120 m s.l.m. circa. Dopo un percorso di circa 1.4 km in direzione N-S., defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, a Prà, in Comune di Genova.

Il bacino del rio S. Michele è delimitato a ponente ed a settentrione dallo spartiacque con il bacino del torrente San Pietro ed a levante dallo spartiacque con il bacino del rio Grillè - S.Antonio.

La pendenza media dell'asta è pari a circa il 9%.

Il bacino del rio San Michele è caratterizzato da una forte urbanizzazione. Nella parte a monte del tracciato autostradale, le pendenze medie dei versanti variano generalmente tra il 20% ed il 50%. Nella parte a valle del tracciato le pendenze si riducono generalmente al di sotto del 20%.

Ad esclusione dei primi 400 m. dove il rio scorre in un'incisione naturale, il corso d'acqua si presenta generalmente tombinato. A valle dell'incrocio tra via Ungaretti e via Quasimodo, il rio percorre un breve tratto a cielo aperto e poi rientra in tombinatura sotto via G. Ratto per proseguire tombinato fino a mare. La tombinatura interessa via G. Ratto, S.S. Aurelia, la linea ferroviaria Genova-Ventimiglia e l'area portuale Terminal container.

Le dimensioni della tombinatura all'imbocco sono di circa 3 m di larghezza e di 2 m di altezza.

Il rio S.Michele è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

RIO GRILLE' - S.ANTONIO

Il rio Grillè drena una superficie complessiva pari a 0.6 kmq alla foce.

Esso ha origine alle spalle dell'abitato di Prà, alle pendici del Bric Cabania, a quota 200 m s.l.m. circa. Dopo un percorso di circa 1.55 km in direzione N-S., defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, a Prà, in Comune di Genova.

Il bacino del rio Grillè è delimitato a levante dallo spartiacque con il bacino del rio Rexello, a settentrione dallo spartiacque con il bacino del torrente San Pietro e ponente dallo spartiacque con il bacino del rio San Michele.

La pendenza media dell'asta è pari a circa il 12%.

Le pendenze dei versanti nella testata valliva del bacino raggiungono il 50%. Il tratto centrale dell'asta è invece caratterizzato da pendenze dei versanti inferiori (10%-20%). Nella parte urbanizzata a mare, le pendenze dei versanti, si mantengono basse in sponda destra mentre possono raggiungere anche valori superiori al 50% in sponda sinistra.

Il suo affluente principale è il rio S. Antonio in sponda sinistra, che sottende un bacino di circa 0.1 kmq, con una lunghezza complessiva dell'asta di circa 0.5 km.

Ad esclusione dei primi 400 m. dove il rio scorre in un'incisione naturale, il corso d'acqua si presenta generalmente tombinato. In corrispondenza dell'inizio di via Laviosa il rio torna a scorrere a cielo aperto fino a Piazza Lido di Pegli, dove rientra in tombinatura fino a mare.

Il rio Grillè S. - Antonio è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

RIO REXELLO

Il rio Rexello drena una superficie complessiva pari a 1.4 kmq alla foce.

Esso ha origine alle spalle dell'abitato di Pegli, alle pendici del Bric Ferro, a quota 300 m s.l.m. circa. Dopo un percorso di circa 1.15 km in direzione N-S, defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, a Pegli, in Comune di Genova.

Il bacino del rio Rexello è delimitato a levante dallo spartiacque con il bacino del rio Archetti. a settentrione dallo spartiacque con il bacino del torrente Varenna e dallo spartiacque con il bacino del torrente San Pietro, a occidente dallo spartiacque con il bacino del rio Grillè.

La pendenza media dell'asta è pari a circa il 26%.

Il bacino si presenta con pendenze mediamente basse nella parte maggiormente urbanizzata. Nella parte più settentrionale le pendenze dei versanti variano tra il 20% e il 50%. Fa eccezione l'area centrale del bacino, interessata dalla nuova urbanizzazione di Pegli 2 con i relativi sbancamenti e riporti e regimazione dei corsi d'acqua.

Il suo affluente principale è il rio Armaggio in sponda sinistra, che sottende un bacino di circa 0.3 kmq, con una lunghezza complessiva dell'asta di circa 1 km.

Il rio Rexello riceve, sempre in sponda sinistra, anche il contributo del rio Lupo, che sottende un bacino di circa 0.2 kmq con una lunghezza complessiva dell'asta di circa 0.9 km.

Ad esclusione dei primi 400 m. dove il rio Rexello scorre in un'incisione naturale, il corso d'acqua si presenta per lunghi tratti tombinato.

In corrispondenza della confluenza col rio Armaggio il Rexello torna a scorrere a cielo aperto fino alla confluenza col rio Lupo, dove rientra in tombinatura fino a mare

attraversando l'intero abitato di Pegli. Il tombino nella sezione di imbocco ha una larghezza di 2.3 m ed una altezza di 3 m.

Allo sbocco a mare, il tombino presenta una sezione a volta di larghezza 6.5 m ed altezza 5.5 m.

Il rio Rexello è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

RIO ARCHETTI

Il rio Archetti drena una superficie complessiva pari a 0.47 kmq alla foce.

Esso ha origine alle spalle dell'abitato di Pegli, alle pendici del Bric Grimaldi, a quota 200 m s.l.m. circa. Dopo un percorso di circa 2.25 km in direzione N-S., defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, a Pegli, in Comune di Genova.

Il bacino del rio Archetti è delimitato a levante ed a settentrione dallo spartiacque con il bacino del torrente Varenna, a occidente dallo spartiacque con il bacino del rio Rexello.

La pendenza media dell'asta è pari a circa l'8%.

La pendenza media dei versanti è pari al 25% circa. La parte settentrionale del bacino è caratterizzata da pendenze generalmente comprese tra il 20% e il 50%, mentre nella parte meridionale le pendenze risultano ovunque modeste.

A valle del tracciato autostradale il bacino del rio Archetti è caratterizzato da una forte urbanizzazione.

Ad esclusione dei primi 400 m. dove il rio Archetti scorre in un'incisione naturale, il corso d'acqua si presenta interamente tombinato.

Nel tratto compreso tra l'incrocio di via Fanciulli con via Opisso e la foce, il corso d'acqua si presenta tombinato con una sezione rettangolare di larghezza pari a 2 m e altezza pari a 1.15 m.

Il rio Archetti è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

RIO ROSTAN

Il rio Rostan drena una superficie complessiva pari a 0.54 kmq alla foce.

Esso ha origine alle spalle dell'abitato di Multedo, in località Gara, a quota 140 m s.l.m. circa. Dopo un percorso di circa 1.7 km in direzione N-S., defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, a Multedo, in Comune di Genova.

Il bacino del rio Rostan è delimitato a occidente ed a settentrione dallo spartiacque con il bacino del torrente Varenna, a levante dallo spartiacque con il bacino del rio Marotto.

La pendenza media dell'asta è pari a circa l'8%.

La pendenza media dei versanti è pari al 20% circa. Solo localmente vengono raggiunte pendenze dell'ordine del 50%, mentre risultano estese le zone con pendenze inferiori al 20%.

A valle del tracciato autostradale il bacino del rio Rostan è caratterizzato da una forte urbanizzazione.

Ad esclusione dei primi 500 m. dove il rio Rostan scorre in un'incisione naturale, il corso d'acqua si presenta interamente tombinato.

Nel tratto compreso tra il tracciato ferroviario e la foce, il corso d'acqua si presenta tombinato con una sezione a volta di larghezza pari a 2 m e altezza pari a 1.7 m.

RIO ZANINA MAROTTO

Il rio Marotto drena una superficie complessiva pari a 0.67 kmq alla foce.

Esso ha origine alle spalle dell'abitato di Multedo, in località Costa dei Pini Storti, a quota 200 m s.l.m. circa. Dopo un percorso di circa 1.85 km in direzione N-S., defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, a Multedo, in Comune di Genova.

Il bacino del rio Marotto è delimitato a occidente dallo spartiacque con il bacino del rio Rostan, a settentrione dallo spartiacque con il bacino del torrente Varenna, a levante dallo spartiacque con il bacino del rio Molinassi.

La pendenza media dell'asta è pari a circa il 10%.

I versanti del bacino si presentano con pendenze variabili tra il 20% e il 50% a monte del tracciato autostradale. Più a valle, nella zona maggiormente urbanizzata, la pendenza risulta bassa.

Il suo affluente principale è il rio Zanina in sponda sinistra, che sottende un bacino di circa 0.18 kmq, con una lunghezza complessiva dell'asta di circa 0.9 km.

Ad esclusione dei primi 500 m. dove il rio Marotto scorre in un'incisione naturale, il corso d'acqua si presenta interamente tombinato fino al viale Villa Gavotti. In corrispondenza di tale viale infatti il rio scorre per un breve tratto a cielo aperto per poi tornar in tombinatura fino a mare.

Il primo tratto fino a Via Merano è costituito da una sezione ad arco ribassato di larghezza 3.5 m circa e altezza di 1.70 m, con presenza di alcune strozzature in prossimità di Via Merano. Più a valle la tombinatura è costituita da uno scatolare a sezione rettangolare di larghezza 4 m circa e altezza variabile tra 1 e 2 m. A valle di Via Merano il rio sottopassa il fabbricato ex Datasiel e i piazzali antistanti, con una sezione di esigue dimensioni.

Circa 70 m a valle dell'attraversamento di Via Merano il rio Marotto riceve in sponda sinistra il rio Monferrato, anch'esso tombinato.

La tombinatura prosegue verso valle con larghezze maggiori (5.5 m circa) sino a raggiungere la sede ferroviaria della linea Genova - Ventimiglia, che sottopassa con una sezione ad arco.

A valle della ferrovia un nuovo scatolare passa sotto la strada di collegamento alle aree portuali (Via Ronchi). Il restante tratto fino a mare è a cielo aperto.

Lungo tutto il tratto tombinato del rio Marotto, oltre a diverse tubazioni di diametro minore visibili sui lati della tombinatura, al di sotto della platea di fondazione sono presenti i tubi dell'oleodotto della IPLOM.

Il rio Monferrato è tombinato per un lungo tratto sotto le strutture sportive di Villa Gavotti e sotto Via Insurrezione 23-25 Aprile 1945 ed è visibile a cielo aperto solo in un brevissimo tratto a monte del distacco del civ. 49 di Via Merano.

Dopo un salto di fondo di circa 2 metri, in corrispondenza del distacco del civico 49, il rio è stato recentemente sistemato a seguito dell'evento alluvionale del 4 ottobre 2010 con una sezione in c.a. di larghezza 2.5 m, altezza variabile tra 2 e 2.5 m e grigliato di copertura.

Il tracciato prosegue verso Sud sino al capannone di Tecnocittà dove compie una brusca variazione di direzione a 90° e, con bassissima pendenza del fondo (0.25%), si immette nella tombinatura del rio Marotto.

In base al Regolamento il rio Marotto è classificabile come corso d'acqua di secondo livello (bacino sotteso compreso fra 0.25 e 1.0 km²) mentre il rio Monferrato è classificabile come corso d'acqua di terzo livello (bacino sotteso compreso fra 0.1 e 0.25 km²).

Il rio Marotto è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

RIO MOLINASSI

Il rio Molinassi drena una superficie complessiva pari a 1.98 kmq alla foce.

Esso ha origine alle spalle dell'abitato di Multedo, in località Contessa, a quota 450 m s.l.m. circa. Dopo un percorso di circa 4 km in direzione N-S, defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, a Multedo, in Comune di Genova.

Il bacino del rio Molinassi è delimitato a occidente dallo spartiacque con il bacino del torrente Varenna e dallo spartiacque con il bacino del rio Marotto, a settentrione dallo spartiacque con il bacino del torrente Chiaravagna, a levante dallo spartiacque con il bacino del rio Cantarena.

La pendenza media dell'asta è pari a circa l'11%.

La pendenza media dei versanti è pari al 40% circa. La parte centro settentrionale del bacino è caratterizzata dalle maggiori pendenze, che in vaste aree, in prossimità del fondovalle, superano il 50%. Quasi pianeggiante risulta invece la parte meridionale del bacino.

A valle del tracciato ferroviario il bacino del rio Molinassi è caratterizzato da una forte urbanizzazione e pendenze dei versanti modeste, mentre a monte i versanti presentano acclività maggiori.

Nel tratto a monte di Via Merano il rio scorre dapprima in un'incisione naturale, quindi ha sezione pressoché rettangolare con alveo plateato e sponde arginate.

Nel tratto compreso tra Via Merano ed il tracciato ferroviario Genova-Ventimiglia il corso d'acqua si presenta tombinato con una sezione prima rettangolare e poi ad arco di larghezza pari a 6 m circa e altezza pari a 2 m circa.

Il rio Molinassi è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

RIO CANTARENA

Il rio Cantarena drena una superficie complessiva pari a 1.58 kmq alla foce.

Esso ha origine nell'abitato di Sestri Ponente, alle pendici del monte Spassoia, a quota 350 m s.l.m. circa. Dopo un percorso di circa 3.1 km in direzione N-S., defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, a Sestri Ponente, in Comune di Genova.

Il bacino del rio Cantarena è delimitato a levante e a settentrione dallo spartiacque con il bacino del torrente Chiaravagna, a occidente dallo spartiacque con il bacino del rio Molinassi.

La pendenza media dell'asta è pari a circa il 10%.

Il suo affluente principale è il rio Maltempo in sponda sinistra, che sottende un bacino di circa 0.5 kmq, con una lunghezza complessiva dell'asta di circa 1.5 km.

Il bacino è caratterizzato da pendenze dei versanti inferiori al 20% nella sua parte maggiormente urbanizzata, grossomodo a sud del tracciato ferroviario Genova – Ovada. A nord, i tratti a monte dei rii Cantarena e Maltempo, risultano piuttosto incisi presentando porzioni di versante che raggiungono pendenze del 75%. Sul versante sinistro del rio Maltempo l'acclività superiori al 100% si riscontrano in corrispondenza del fronte di cava appartenente al complesso del monte Gazzo.

Nel tratto a monte del tracciato ferroviario Genova-Ovada, il rio scorre in un'incisione naturale. A valle l'alveo si presenta plateato e con sponde arginate.

L'alveo risulta tombinato solamente nel tratto sottostante il tracciato autostradale e nel tratto terminale dell'asta a partire da via Menotti fino a mare, dove il tombino ha sezione ad arco di larghezza 11 m e altezza 0.4 m.

Nel tratto compreso tra queste due tombature, il corso d'acqua passa all'interno del centro urbano di Sestri Ponente, dove l'asta del rio è interessata da numerosi attraversamenti. Lungo tutto questo tratto l'alveo risulta plateato e con sponde in cemento.

Il rio Cantarena è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale No. 199 del 21 Luglio 1979.

RIO MAGGIORE

Il rio Maggiore drena una superficie complessiva pari a 0.6 kmq alla foce.

Esso ha origine nell'abitato di Sestri Ponente, in prossimità dell'ospedale S. Giovanni Battista, a quota 50 m s.l.m. circa. Dopo un percorso di circa 1 km in direzione N-S., defluisce in mare, perpendicolarmente alla linea di costa, a Sestri Ponente, in Comune di Genova.

Il bacino del rio Maggiore è delimitato a occidente e a settentrione dallo spartiacque con il bacino del torrente Cantarena, a levante dallo spartiacque con il bacino del torrente Chiaravagna.

Il bacino è caratterizzato da una forte urbanizzazione e pendenza dell'asta modesta (5% circa).

Il corso d'acqua si presenta tombinato per tutta la sua lunghezza passando da una sezione rettangolare di larghezza pari a 0.8 m e altezza pari a 1 m in prossimità dell'ospedale, ad una sezione rettangolare di larghezza pari a 2 m e altezza pari a 1.55 m nel tratto terminale. Non è stato possibile identificare con certezza l'ubicazione dello sbocco a mare.

RIO NEGRONE E RIO SENZA NOME

Il rio Negrone, insieme al Rio Senza Nome, drena una superficie complessiva pari a 0.45 kmq alla foce .

Questi rii hanno origine alle spalle dell'abitato di Cornigliano, presso la spianata degli Erzelli, a quota 110 m s.l.m. circa. Dopo un percorso di circa 0.8 km in direzione approssimativa N-S, le loro acque vengono raccolte da un collettore sottostante l'area portuale che confluisce nel Torrente Chiaravagna in prossimità della foce.

Recentemente, per evitare i ripetuti allagamenti nella zona dello stabilimento Marconi, è stato realizzato un tratto di collettore parallelo a via Siffredi che drena parte della portata del rio Senza nome nel Negrone.

Il bacino del rio Negrone è delimitato a occidente ed a settentrione dallo spartiacque con il bacino del torrente Chiaravagna, a levante dallo spartiacque con il bacino del rio Secco.

La pendenza media dell'asta de Negrone è pari a circa il 10%.

Il bacino è caratterizzato da insediamenti residenziali e industriali delle zone tra Sestri e Cornigliano.

Il rio Negrone, ad esclusione dei primi 400 m, dove scorre in una incisione naturale, risulta completamente tombinato al di sotto di via Siffredi fino all'immissione nel collettore.

Il rio Negrone è inserito nel 5° elenco delle acque pubbliche pubblicato sulla gazzetta ufficiale no. 199 del 21 luglio 1979.

RIO SECCO

Il rio Secco drena una superficie complessiva pari a 0.59 kmq alla foce (esclusa la zona di riempimento portuale).

Esso ha origine alle spalle dell'abitato di Cornigliano, a quota 125 m s.l.m. circa. Dopo un percorso di circa 1.75 km in direzione N-S, il rio confluisce in un collettore principale al di sotto dell'area dell'aeroporto.

Il bacino del rio Secco è delimitato a occidente spartiacque con il bacino del torrente Chiaravagna e a levante dallo spartiacque con il bacino del rio Roncallo.

La pendenza media dell'asta è inferiore al 10%.

Il bacino è caratterizzato da una geometria stretta ed allungata con pendenze dei versanti mediamente elevate (30-50%). Il fondo del bacino è essenzialmente occupato da infrastrutture autostradali.

Il rio ad esclusione dei primi 300 m, scorre completamente tombinato al di sotto dei riempimenti realizzati a servizio degli svincoli autostradali.

RIO RONCALLO

Il rio Roncallo drena una superficie complessiva pari a 0.64 kmq alla foce (esclusa la zona di riempimento portuale).

Esso ha origine alle spalle dell'abitato di Cornigliano, in località San Pietro, a quota 135 m s.l.m. circa. Dopo un percorso di circa 1.6 km in direzione N-S, confluisce nel collettore "Italsider", parallelo alla linea ferroviaria e che sfocia in mare al di sotto dell'area aeroportuale.

Il bacino del rio Roncallo è delimitato a occidente dallo spartiacque con il bacino del Secco, a settentrione e a levante dallo spartiacque con il bacino del torrente Polcevera.

La pendenza media dell'asta principale è pari a circa l'8%.

La pendenza media dei versanti è modesta e pari al 15% circa. Raramente si riscontrano pendenze superiori al 35%, mentre decisamente più diffuse sono le aree con pendenze inferiori al 20%.

Il bacino è caratterizzato da una forte urbanizzazione fino a quota 50 m s.l.m.

Nel tratto compreso tra quota 65 m s.l.m. fino alla confluenza con il collettore, il corso d'acqua si presenta totalmente tombinato.

In corrispondenza della confluenza col rio Calone (affluente di destra del rio Roncallo), il rio si presenta tombinato con una sezione rettangolare di larghezza pari a 3 m e altezza pari a 1.75 m.

Si passa quindi, in corrispondenza di piazza Rizzoli, ad una sezione ad arco di larghezza pari a 2 m e altezza pari a 2.1 m.

Il tombino nel tratto compreso tra via Capo d'Istria e il tracciato ferroviario è a sezione ad arco di larghezza pari a 1.7 m e altezza pari a 2.1 m.

Il tronco successivo, fino alla confluenza col collettore costiero dell'Italsider, ha sezione ad arco di larghezza pari a 2.3 m e altezza pari a 1.5 m.

2.9 Idrologia di piena

2.9.1 Premessa

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

Al fine di descrivere in termini probabilistici le portate di piena la Regione Liguria ha stipulato con l'Università di Genova - Centro di Ricerca in Monitoraggio Ambientale (CIMA) una convenzione relativa alla "Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri. Lo studio (nel seguito indicato come CIMA) che è attualmente in fase di inchiesta pubblica, fornisce i valori al colmo di piena relativi a diversi periodi di ritorno dei corsi d'acqua con foce sul litorale tirrenico.

Con riferimento al presente piano, per i bacini idrografici appartenenti alle aree 1.3 e 6, il calcolo delle portate al colmo, per i tempi di ritorno di maggior interesse applicativo (50, 200 e 500 anni) è stato inoltre effettuato attraverso l'applicazione della *Formula Razionale*

Per i bacini appartenenti alle aree 2, 4 e 5, rispettivamente del Lerone, Cerusa, e Leiro i valori ottenuti nell'ambito dello "studio CIMA" sono stati confrontati con i valori delle portate desunti dai rispettivi studi propedeutici di bacino stralcio, che verranno in seguito illustrati.

2.9.2. Metodo C.I.M.A.

Per la determinazione della portata di piena, per tempi di ritorno 5, 10, 30, 50, 100, 200 e 500 anni, si è utilizzata la seguente formula:

$$Q = K_T \cdot c(T_{\text{indice}}) \cdot A^{0.75}$$

dove:

Q = portata [m³s⁻¹]

c(T_{indice}) = coefficiente in funzione di T_{indice} [m³s⁻¹km^{-0.75}]

A = superficie del bacino [km²]

K_T= fattore di frequenza, dato nella seguente tabella:

Tempo di ritorno	K_T
5 anni	1.295
10 anni	1.788
30 anni	2.9
50 anni	3.47
100 anni	4.25
200 anni	5.02

500 anni	6.04
----------	------

Per i bacini aventi superficie compresa tra 2 e 5 kmq, la portata di massima piena associata a diversi periodi di ritorno è stata calcolata utilizzando il metodo dei piccoli bacini proposto da CIMA. La formula per la determinazione della portata di piena con il metodo indicato, si basa sul calcolo della portata con tempo di ritorno 2.9 anni che, moltiplicata per un coefficiente funzione del tempo di ritorno, permette di ottenere la portata di piena a periodo di ritorno desiderato, secondo le seguenti formule:

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

$$Q_{2.9} = C_Q \cdot A \cdot (0.25 + 0.27 \cdot A^{1/2})^{-0.48} \quad [m^3s^{-1}]$$

dove:

A = superficie del bacino

C_Q = coefficiente tabellato in funzione della longitudine del baricentro del bacino e del CN medio

K_T = fattore di frequenza, dato nella precedente tabella

Il valore di CN, variabile teoricamente tra 0 e 100, esprime la capacità di assorbimento del suolo secondo lo schema proposto dal Soil Conservation Service; il CIMA propone una classificazione dei bacini regionali in quattro principali tipologie in funzione del diverso grado di urbanizzazione e dell'estensione delle aree impermeabili:

- o CN = 92 per bacini di tipo A (elevato grado d'urbanizzazione ed estensione delle aree impermeabili superiore al 60%)
- o CN = 87 per bacini di tipo B (medio grado d'urbanizzazione ed estensione delle aree impermeabili compresa tra 30% e 60%)
- o CN = 75 per bacini di tipo C (basso grado d'urbanizzazione ed estensione delle aree impermeabili comprese tra 5% e 30%)
- o CN = 67 per bacini di tipo D (estesa copertura arborea ed estensione delle aree impermeabili inferiore al 5%).

Per i bacini aventi superficie minore di 2 kmq, la portata di massima piena associata a diversi periodi di ritorno è stata calcolata adottando un contributo unitario, funzione del tipo di bacino e della sua posizione geografica, pari a quello ottenuto con riferimento a superfici scolanti aventi un'area drenata pari a 2 km², secondo la seguente formula:

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

nella quale:

A = superficie del bacino

$U_{A=2}$ = contributo unitario per area pari a 2 km² [$m^3s^{-1}km^{-2}$], in funzione della longitudine del baricentro del bacino e del CN medio

K_T = fattore di frequenza, illustrato nella tabella precedente.

2.9.3. Aree 1, 3 e 6

Il calcolo delle portate al colmo per diversi periodi di ritorno, per i bacini appartenenti alle aree 1, 3 e 6 è stato effettuato mediante la formula "razionale":

$$Q(T) = \frac{C \cdot A \cdot h(T, t_c)}{t_c}$$

dove t_c (ore) rappresenta il tempo di corrivazione del bacino, h (mm) l'altezza critica di precipitazione che nella formulazione del metodo corrisponde al tempo di corrivazione t_c , A (km^2) la superficie del bacino, C il "coefficiente di deflusso".

Data la forte pendenza dei versanti dei rii presi in considerazione il tempo di corrivazione è valutabile mediante la semplice formula sperimentale di Viparelli:

$$t_c = \frac{L}{v}$$

dove L rappresenta la lunghezza dell'asta e v la velocità media di percorrenza dell'asta.

Per i bacini appartenenti alle aree 1 e 3 è stato assunto un coefficiente di deflusso C pari a 0.8 e una velocità media di percorrenza dell'asta v pari a 1 m/s.

Per i bacini appartenenti all'area 6, caratterizzati da una forte urbanizzazione e da lunghi tratti d'alveo tombinati, è stato assunto un coefficiente di deflusso C pari a 1. Per il tempo di corrivazione è stata invece assunta la seguente relazione:

$$t_c = \frac{L}{v} + \Delta t_c$$

dove Δt_c rappresenta il tempo di introduzione in rete, assunto in questo caso pari a 10 minuti, mentre la velocità media di percorrenza dell'asta v [m/s] è stata assunta pari a 1.5 m/s.

Nel caso dei torrenti Arrestra e Rumaro, la stima del tempo di corrivazione è stata condotta secondo la formula di Giandotti.

La relazione proposta da Giandotti è la seguente:

$$T_c = \frac{(4A^{0.5} + 1.5L)}{(0.8H^{0.5})}$$

dove:

T_c = tempo di corrivazione [ore]

A = area del bacino [km^2]

L = lunghezza dell'asta principale [km]

H = quota media del bacino riferita alla sezione di chiusura [km]

Quali valori di riferimento per le precipitazioni sono stati assunti quelli risultanti dalle curve di probabilità pluviometrica delle stazioni di Sciarborasca e di Lerca per i bacini appartenenti alle aree 1 e 3, della stazione di N.S. delle Grazie e della stazione di Genova Università, per i bacini appartenenti all'area 6.

Le tabelle seguenti riportano i valori dei parametri delle curve in esame.

Sciarborasca: parametri della curva di possibilità pluviometrica $h(d,T)=ad^n$ per durate inferiori a 1 h

T [anni]	5	10	25	50	100	200	500
a	9.50	9.84	10.36	10.79	11.24	11.71	12.34
n	0.42	0.46	0.49	0.51	0.53	0.55	0.56

Sciarborasca: parametri della curva di possibilità pluviometrica $h(d,T)=ad^n$ per durate superiori a 1 h

T [anni]	5	10	25	50	100	200	500
a	53.9	62.3	72.8	80.6	88.3	96.0	106.2
n	0.37	0.37	0.37	0.38	0.38	0.38	0.38

Lerca: parametri della curva di possibilità pluviometrica $h(d,T)=ad^n$ per durate inferiori a 1 h

T [anni]	5	10	25	50	100	200	500
a	13.5	15.5	17.9	19.7	21.5	23.3	25.7
n	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.29	0.30

Lerca: parametri della curva di possibilità pluviometrica $h(d,T)=ad^n$ per durate superiori a 1 h

T [anni]	5	10	25	50	100	200	500
a	48.6	57.8	69.4	78.0	86.6	95.1	106.3
n	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35

N.S. delle Grazie: parametri della curva di possibilità pluviometrica $h(d,T)=ad^n$ per durate superiori a 1 h

T [anni]	5	10	25	50	100	200	500
a	49.8	61.1	72.1	86.1	96.5	107.2	120.8
n	0.35	0.36	0.38	0.39	0.40	0.40	0.43

Genova Università: parametri della curva di possibilità pluviometrica $h(d,T)=ad^n$ per durate superiori a 1 h

T [anni]	5	10	25	50	100	200	500
a	15.16	17.85	21.28	23.83	26.38	28.92	32.78
n	0.376	0.385	0.392	0.396	0.399	0.402	0.402

2.9.3.1 Portate di progetto

Il confronto tra le portate ottenute col “metodo razionale” e quelle ottenute col “metodo C.I.M.A.”, relativamente alle sezioni di foce, appare generalmente soddisfacente. Pertanto, relativamente alle aree 1, 3 e 6, si è deciso di utilizzare per le verifiche idrauliche le portate calcolate col “metodo C.I.M.A.”

2.9.4 Area 2: Torrente Lerone

2.9.4.1. Pluviometria.

Si riporta di seguito quanto descritto negli studi propedeutici del piano di bacino torrente Lerone.

Si è innanzitutto condotta una ricerca dei dati storici più numerosi e più attendibili nel bacino oggetto di studio e al suo immediato contorno. Le misurazioni più adatte alle elaborazioni necessarie al nostro scopo sono quelle raccolte dal Servizio Idrografico Nazionale e pubblicate sugli Annali Idrologici.

Le stazioni pluviometriche del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale risultate più significative per il bacino del torrente Lerone sono quelle di Sciarborasca, Lerca e Arenzano

Le stazioni di Sciarborasca e Arenzano sono poste poco oltre il limite esterno del bacino, mentre Lerca è posizionata all'interno dello stesso.

Si sono individuate le aree di influenza di ogni stazione, utilizzando il metodo dei poligoni di Thiessen corretto sulla base della configurazione orografica del bacino.

Dalla applicazione di tale metodo risulta come la stazione più rappresentativa del bacino del Lerone, in quanto ne copre la maggior parte del territorio, è quella di Sciarborasca.

I valori delle precipitazioni intense così raccolti hanno fornito la base dell'analisi probabilistica, finalizzata alla determinazione delle curve di probabilità pluviometrica per durate da 1 a 24 ore per assegnati periodi di ritorno.

Le elaborazioni sono state condotte regolarizzando le altezze di pioggia massime annuali per ciascuna durata utilizzando la *legge probabilistica asintotica del massimo valore del tipo I (di Gumbel)*.

Per le serie di dati pluviometrici di ciascuna durata si sono dedotte le stime dei parametri caratteristici utilizzando per la stima della media e dello scarto quadratico medio il metodo dei momenti. Successivamente sono state ricavate le stime delle funzioni di probabilità cumulata $P(h)$.

Si è quindi passati a costruire le curve di probabilità pluviometrica per diversi periodi di ritorno nella forma:

$$h = a \cdot t^n$$

dove h [mm] rappresenta l'altezza di pioggia per la durata t [ore] dell'evento, mentre a ed n sono parametri rappresentativi della stazione.

I valori di a e di n sono stati ricavati per tutte le stazioni analizzate, per i tempi di ritorno di 5, 10, 25, 50, 100, 200 e 500 anni mediante interpolazione ai minimi quadrati, su piano logaritmico, dei valori di h [mm] al variare della durata t [ore] per ciascun valore del tempo di ritorno T [anni].

Sono state considerate, come detto, le piogge di durata pari a 1, 3, 6, 12 e 24 ore, trascurando le piogge di durata inferiore all'ora, in quanto i dati ad esse relativi sono risultati scarsamente attendibili, sia per la brevità della serie, sia per il tipo e la qualità di restituzione della striscia pluviografica.

Le curve di probabilità pluviometrica forniscono la base per la determinazione degli ietogrammi da adottare nelle successive fasi di calcolo delle portate di piena.

Il calcolo della precipitazione efficace al fine dello scorrimento superficiale è stato effettuato depurando gli ietogrammi dalle perdite per infiltrazione e per immagazzinamento nelle depressioni superficiali.

Si è adottato il metodo di depurazione della pioggia noto come *Curve Number* proposto dal Soil Conservation Service basato sul modello Hortoniano di descrizione del fenomeno dell'assorbimento.

Come noto tale procedura consente di calcolare il volume di pioggia defluito nella sezione di chiusura sulla base dell'espressione:

$$h_n = \frac{(h_r - I_a)^2}{h_r - I_a + S}$$

dove h_n [mm] è il volume specifico complessivamente defluito durante l'evento, S [mm] è il potenziale specifico massimo di assorbimento del terreno, cioè il volume immagazzinabile a saturazione nello stesso, mentre I_a [mm] rappresenta la quota parte del volume affluito che si infila prima che il deflusso abbia inizio.

La determinazione di S viene effettuata sulla base della relazione:

$$S = 254 \cdot \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

Il Curve Number (CN) è un parametro adimensionale decrescente in funzione della permeabilità intesa come caratteristica globale del tipo e dell'uso del suolo.

La sua determinazione è ottenuta in base al grado di umidità del terreno prima dell'evento meteorico esaminato, alla tipologia pedologica e litologica dei suoli ed all'uso del suolo.

Il suo valore è compreso tra 0 e 100 ed è diffusamente tabulato specialmente nella letteratura scientifica americana come frutto dell'analisi di molti esempi applicativi.

Quale valore di I_a , al posto della relazione suggerita dal Soil Conservation Service ($I_a = 0,2 \cdot S$), si è adottato un valore pari a 2 mm, come consigliato da diversi autori nelle applicazioni pratiche, al fine di non sottostimare eccessivamente il volume di piena.

2.9.4.2. Portate di piena.

La modellazione degli afflussi è stata effettuata ipotizzando un evento di pioggia fittizio, avente durata pari a 4 volte il tempo di corrivazione del bacino sotteso:

$$\tau = 4 \cdot t_c$$

Il tempo di corrivazione t_c [minuti] di ciascun bacino è stato stimato attraverso la formulazione di Giandotti:

$$t_c = 60 \cdot \frac{4A^{0,5} + 1,5L}{0,8 \cdot (H_{med} - H_0)^{0,5}}$$

Il tempo di corrivazione totale del bacino del torrente Lerone è stato assunto pari a 103 minuti.

Come distribuzione della pioggia è stato adottato uno ietogramma sintetico che, pur garantendo la quantità di pioggia cumulata nel periodo assegnato τ , abbia un andamento crescente, nei sottoperiodi.

Procedendo pertanto ad invertire le altezze di pioggia per i diversi intervalli di tempo - avendo assunto uno step temporale pari al tempo di corrivazione ($d\tau = t_c$) - e operando la depurazione sui valori di precipitazione così ottenuti, si ottiene uno "ietogramma netto" più cautelativo rispetto al caso in cui si fosse ipotizzato uno ietogramma lordo decrescente.

La differenza che si ottiene tra le due diverse elaborazioni è significativa e varia da un minimo del 20% sino ad un massimo del 50%, a seconda dei bacini considerati (quindi al variare di CM) e del tempo di ritorno assunto.

Il metodo razionale fornisce il valore della portata di piena Q [m^3/s] nelle varie sezioni di chiusura in funzione del tempo di ritorno T [anni], a partire dal volume specifico dei deflussi (pioggia netta) h_n [mm], note la superficie del bacino sotteso A [km^2] e il tempo di corrivazione t_c [ore].

La formula utilizzata ha la seguente espressione:

$$Q = \frac{\varphi \cdot h \cdot A \cdot K}{t_c}$$

dove φ è 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 ed è pari a 0,277.

In questo caso, la h_n rappresenta già l'altezza di pioggia depurata $\varphi \cdot h$, pertanto si può riscrivere:

$$Q = \frac{h_n \cdot A \cdot K}{t_c}$$

Il valore di h_n rappresenta la misura dell'apporto meteorico che cade in un tempo uguale alla durata della pioggia τ , assunta pari a 4 volte il tempo di corrivazione. 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, tutto il bacino defluirà contemporaneamente nel tempo ($\tau - t_c$), periodo in cui la portata resterà costante.

I valori delle altezze di pioggia sono quelli desunti dalle curve di possibilità pluviometrica elaborate per la stazione di Lerca.

Le portate assunte alla base delle successive valutazioni ed adottate e impiegate per l'esecuzione delle verifiche idrauliche sono quelle desunte dall'elaborazione delle piogge della stazione di Lerca, secondo la procedura tradizionale di modellazione degli afflussi secondo la formula razionale.

Si è scelto di non considerare i valori ottenuti dal metodo proposto dal CIMA, in quanto ritenuti sovrastimati ed inattendibili.

Si è analizzato inoltre lo "Studio finalizzato ad interventi di ripristino ambientale di alcune aree fluviali di corsi d'acqua in regione Liguria – Torrente Lerone –" e messo a confronto con il Piano. I due studi, nonostante differiscano per quanto riguarda la superficie del Bacino, giungono a risultati in accordo in quanto se rapportate alla stessa area (quella calcolata nel piano, pari a 21 Km²), le portate coincidono.

2.9.5 Area 4: torrente Cerusa

Per il bacino del torrente Cerusa, i valori delle portate per assegnati tempi di ritorno, ottenuti nell'ambito dello "studio CIMA" sono stati confrontati con i valori delle portate desunti dagli studi propedeutici del piano di bacino stralcio del torrente Cerusa.

Da tale confronto si è scelto di non considerare i valori ottenuti dal metodo proposto dal CIMA, in quanto ritenuti sovrastimati e meno attendibili.

Lo studio propedeutico di bacino, infatti, dispone di uno studio idrologico realizzato appositamente per il territorio esaminato.

2.9.6. Area 5: torrente Leiro

2.9.6.1. Pluviometria

Al fine di raccogliere tutti gli elementi necessari alla determinazione delle portate di piena lungo il reticolo idrografico del bacino è stata effettuata un'indagine conoscitiva volta alla determinazione delle fonti e della disponibilità dei dati pluviometrici all'interno del bacino e/o in aree limitrofe.

L'indagine è stata condotta con riferimento ai dati di precipitazione massima annuale con durate inferiori alle 24 ore.

Le stazioni pluviometriche del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale tuttora in funzione e ricadenti all'interno del bacino del torrente Leiro sono quelle di *Stazione di Mele* (numero di codice 560) e *Santuario di Nostra Signora delle Grazie* (n. 570).

La prima è ubicata presso la stazione ferroviaria di Mele alla quota di 278 m s.l.m. nella parte Nord occidentale del bacino, la seconda è ubicata presso il Santuario di Nostra Signora delle Grazie (S.Nicolò), alla quota di 159 m s.l.m. nella parte Sud occidentale del bacino circa un chilometro a monte della fascia costiera di Voltri.

Fra i dati storici disponibili per entrambe le stazioni sono stati individuati e analizzati quelli delle precipitazioni massime annuali con durate 1, 3, 6, 12, 24 ore e quelli delle precipitazioni di forte intensità e breve durata (inferiore all'ora).

Tale scelta è giustificata da una parte dalle finalità dell'indagine idrologica, che riguarda l'individuazione delle portate di piena con assegnato periodo di ritorno in diverse sezioni del reticolo idrografico, dall'altra dalla limitata estensione dei bacini esaminati i cui tempi di risposta sono certamente contenuti al di sotto delle 24 ore.

I valori delle precipitazioni intense così raccolti hanno fornito la base dell'analisi probabilistica, finalizzata alla determinazione delle curve di probabilità pluviometrica per durate da 1 a 24 ore e inferiori ad un'ora per assegnati periodi di ritorno.

Le elaborazioni sono state condotte regolarizzando le altezze di pioggia massime annuali per ciascuna durata utilizzando diverse leggi probabilistiche ed individuando quella che meglio si adatta a rappresentare il fenomeno.

In particolare, sono state utilizzate la distribuzione asintotica del massimo valore del tipo I (di Gumbel), la distribuzione log-normale a due parametri (di Galton) e la distribuzione Gamma a due parametri (di Pearson).

Per le serie di ciascuna durata e per ognuna delle tre distribuzioni di probabilità si sono dedotte le stime dei parametri caratteristici utilizzando per la stima della media e dello scarto quadratico medio il metodo dei momenti. Successivamente sono state ricavate le stime delle funzioni di probabilità cumulata $P(h)$.

Per il calcolo delle frequenze osservate è stata utilizzata la formula di Gringorten per la stima della "plotting position":

$$F(i) = \frac{i - 0.44}{N + 0.12}$$

dove i è il numero d'ordine delle osservazioni e N il numero totale delle osservazioni.

Dovendo identificare la distribuzione teorica che porge globalmente la miglior regolarizzazione dei campioni sperimentali si è eseguito il test di adattamento del chi-quadro (o di Pearson).

In particolare per ciascuna stazione e per ciascuna durata si è suddiviso il campo di esistenza della variabile altezza di precipitazione in un numero di intervalli tali da rispettare

il principio dell'equiprobabilità, in modo che ogni classe individuata contenesse almeno cinque osservazioni sperimentali.

Verificata la bontà dell'adattamento delle suddette leggi di probabilità ai valori storici osservati sono state costruite per ciascuna stazione le curve di probabilità pluviometrica per diversi periodi di ritorno nella forma:

$$h = a \cdot t^n$$

dove $h[mm]$ rappresenta l'altezza di pioggia per la durata $t[ore]$ dell'evento, mentre a ed n sono parametri rappresentativi della stazione.

I valori di a e di n sono stati ricavati per i tempi di ritorno di 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 anni mediante interpolazione ai minimi quadrati dei valori di $h[mm]$ al variare della durata $t[ore]$ per ciascun valore del tempo di ritorno $T[anni]$.

L'andamento dei valori massimi di precipitazione presenta, per qualunque valore del tempo di ritorno, una discontinuità all'incirca in corrispondenza della durata di 1 ora tipica del regime pluviometrico dell'area

Per rappresentare al meglio tale comportamento sono stati ricavati due diversi valori n_1 e n_2 del parametro n validi per durate rispettivamente inferiori e superiori ad 1 ora, mantenendo inalterato il valore del parametro a .

Una volta determinate le curve di probabilità pluviometrica per le due stazioni, si sono individuate le porzioni di bacino di competenza di ciascuna attraverso la metodologia dei poligoni di Thiessen.

La linea di separazione delle aree di influenza dei due strumenti passa approssimativamente per la località Gallinea nel bacino del torrente Gorsexio, per la località Gattegasca nel bacino del torrente Ceresolo e per l'abitato di Acquasanta nel bacino del torrente Acquasanta.

La scelta della curva di riferimento per le sezioni di chiusura dei bacini che si sviluppano a cavallo di tale linea è stata effettuata valutando la quota parte di area influenzata da ciascuno strumento e costruendo la relativa curva di probabilità pluviometrica.

Quest'ultima è stata ottenuta effettuando per ciascuna delle durate considerate (15, 30, 45 minuti, 1, 3, 6, 12, 24 ore) la media pesata dei corrispondenti valori di precipitazione e ricavando successivamente i valori di a , n_1 , n_2 mediante interpolazione ai minimi quadrati per ciascun valore del tempo di ritorno $T[anni]$.

Le curve di probabilità pluviometrica forniscono la base per la determinazione degli ietogrammi da adottare nelle successive fasi di calcolo delle portate di piena.

Nel caso in esame si sono adottati ietogrammi di tipo Chicago la cui caratteristica saliente è costituita dal fatto che per ogni durata l'intensità media della precipitazione è congruente con quella definita dalla curva di probabilità pluviometrica da cui è stato generato.

Lo ietogramma Chicago è costituito da due rami (ascendente e discendente) e da un picco di intensità; i parametri caratteristici dello ietogramma sono la durata totale t dell'evento e la posizione del picco definita dal parametro r variabile da 0 a 1 e calcolato come il rapporto tra il tempo prima del picco di intensità e la durata totale dell'evento.

Tale ietogramma presenta il vantaggio di essere poco sensibile alla variazione della durata di base t poiché la parte centrale rimane la stessa per durate progressivamente maggiori aggiungendosi solo due code all'inizio e alla fine dell'evento.

I valori di r e di t devono essere individuati sulla base delle osservazioni degli eventi pluviometrici intensi relativi alla zona in esame.

Per entrambe le stazioni sono stati esaminati diversi ietogrammi di eventi intensi ricavati dalla lettura diretta delle strisce.

Dall'analisi condotta è emerso che gli eventi di pioggia più significativi hanno durata di base variabile fra le 4 e le 6 ore con posizione del picco massimo di intensità nella prima metà dell'evento ($r= 0.3-0.5$).

Sulla base dell'analisi così condotta per gli ietogrammi di progetto si è assunto un tempo base pari a 400 minuti e un valore di r pari a 0.5.

Una volta determinato il tipo di ietogramma si è provveduto alla sua particolareggiatura in funzione dei diversi tipi di curva di probabilità precedentemente individuate.

2.9.6.2. Portate di piena

Le elaborazioni e le metodologie di calcolo di seguito riportate sono state finalizzate alla determinazione delle portate di piena, con assegnato periodo di ritorno, in ciascuna sezione individuata nell'ambito della schematizzazione del reticolo idrografico.

Quali tempi di ritorno di riferimento sono stati scelti quelli relativi a 50, 200 e 500 anni.

Non essendo disponibile all'interno del bacino alcuna stazione idrometrica, la portata di piena è stata calcolata attraverso l'uso di un modello seriale di trasformazione afflussi-deflussi.

Il modello è costituito da una prima parte di trasformazione della pioggia di progetto in volume specifico di ruscellamento, basato sull'interpretazione Hortoniana (non lineare) del processo di assorbimento e da una seconda parte caratterizzata da un modello lineare di formazione della piena attraverso la rete idrografica basato sul modello di Nash.

Il calcolo della precipitazione efficace al fine dello scorrimento superficiale è stato effettuato depurando gli ietogrammi precedentemente individuati dalle perdite per infiltrazione e per immagazzinamento nelle depressioni superficiali.

Si è adottato il metodo di depurazione della pioggia noto come *Curve Number* proposto dal Soil Conservation Service basato sul modello Hortoniano di descrizione del fenomeno dell'assorbimento.

Come noto tale procedura consente di calcolare il volume di pioggia defluito nella sezione di chiusura sulla base dell'espressione:

$$h_n = \frac{(h_r - I_a)^2}{h_r - I_a + S}$$

dove h_n [mm] è il volume specifico complessivamente defluito durante l'evento, h_r [mm] è il volume specifico affluito, S [mm] è il potenziale specifico massimo di assorbimento del terreno, cioè il volume immagazzinabile a saturazione nello stesso, mentre I_a [mm] rappresenta la quota parte del volume affluito che si infiltra prima che il deflusso abbia inizio.

La determinazione di S viene effettuata sulla base della relazione:

$$S = 254 \cdot \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

La stima del parametro CN è stata effettuata secondo le procedure già descritte al paragrafo precedente.

Quale valore di I_a , al posto della relazione suggerita dal Soil Conservation Service ($I_a=0.2S$), si è adottato un valore pari a 3 mm come consigliato da diversi autori nelle applicazioni pratiche al fine di non sottostimare eccessivamente il volume di piena.

L'idrogramma unitario è stato calcolato con il modello di Nash che simula il comportamento del bacino con una cascata di n serbatoi posti in serie; l'IUH del modello assume la forma:

$$I(t) = \frac{1}{K \cdot (n-1)!} \cdot \left(\frac{t}{K} \right)^{n-1} \cdot e^{-\frac{t}{K}}$$

dove k è la costante caratteristica dei serbatoi e n il numero degli stessi. Nel caso in esame si è assunto:

$$n = 3$$

$$K = 0.5 \cdot t_c / (n-1).$$

Una volta disponibili gli ietogrammi di progetto e l'idrogramma unitario, sono stati calcolati gli idrogrammi di piena per ciascuna sezione considerata attraverso l'integrale di convoluzione:

$$Q(t) = S \cdot \int_0^t I(t-u) \cdot p(u) \cdot du$$

il quale, noti lo ietogramma di riferimento e l'idrogramma unitario istantaneo del bacino in esame, permette di legare la portata uscente $Q(t)$ all'intensità della pioggia netta $p(t)$.

2.9.6.3 Portate di progetto

Per il bacino del torrente Leiro, i valori delle portate per assegnati tempi di ritorno, ottenuti nell'ambito dello "studio CIMA" sono stati confrontati con i valori delle portate desunti dagli studi propedeutici del piano di bacino stralcio del torrente Leiro.

Da tale confronto si è scelto di non considerare i valori ottenuti dal metodo proposto dal CIMA, in quanto ritenuti sovrastimati e meno attendibili.

Lo studio propedeutico di bacino, infatti, dispone di uno studio idrologico realizzato appositamente per il territorio esaminato.

2.9.7 Confronto tra le portate calcolate

Nelle tabelle seguenti sono illustrati, bacino per bacino, i valori delle portate per periodi di ritorno assegnati, desunti dall'applicazione del "metodo C.I.M.A.", confrontati, coi valori delle portate, desunti dagli studi idrologici precedentemente illustrati.

Per i torrenti Arrestra, Lerone, Cerusa e Leiro sono riportati anche i valori di piena dedotti dalla Curva di Inviluppo delle portate di piena dei corsi d'acqua liguri con versante tirrenico.

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

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

dove:

q: contributo unitario [m³/s·km²]

A: superficie del bacino [km²]

Ad eccezione dei bacini dei torrenti Arrestra, Lerone, Leiro e Cerusa, per i quali sono state calcolate le portate in diverse sezioni di chiusura, riportate nelle tabelle seguenti, per tutti gli altri bacini sono state calcolate le portate considerando il rispettivo bacino chiuso alla foce.

Si ricorda infine che per i bacini dei torrenti Lerone, Cerusa e Leiro, alle portate derivanti dall'applicazione del metodo CIMA, frutto di una regionalizzazione, sono state preferite quelle ottenute nei rispettivi studi propedeutici ai piani stralcio di bacino già esistenti, derivanti da studi idrologici di dettaglio mirati sui territori in esame.

Per i bacini appartenenti alle aree 1, 3 e 6, dove non esistevano studi propedeutici, sono state adottate come portate di progetto quelle derivanti dall'applicazione del metodo C.I.M.A., che risultavano più attendibili di quelle calcolate utilizzando il metodo "razionale" essendo i suddetti bacini di superficie inferiore ai 2 km².

Nella tabella conclusiva sono riportati per ogni bacino, i valori delle portate con periodo di ritorno cinquantennale, duecentennale e cinquecentennale, adottati nel piano, e le superfici dei bacini nelle rispettive sezioni di chiusura.

TABELLA RIASSUNTIVA DELLE PORTATE UTILIZZATE PER OGNI SINGOLO BACINO NELLE RISPETTIVE SEZIONI DI CHIUSURA						
Area	Torrente	Sezione di chiusura	Superficie drenata [km ²]	Q ₅₀ [m ³ s ⁻¹]	Q ₂₀₀ [m ³ s ⁻¹]	Q ₅₀₀ [m ³ s ⁻¹]
Area 1	Arrestra	Mar Tirreno	21	270	390	460
	Arrestra	Rio Acquabuona	13	150	220	260
	Rio Beuca	Mar Tirreno	0.35	10	14	17
	Rumaro	Mar Tirreno	4.5	108	156	188
	Rio Capuzzola	Mar Tirreno	0.68	19	27	32
	Rio Terroso	Mar Tirreno	0.37	10	15	18
	Rio Centurioni	Mar Tirreno	0.15	4	6	7
	Rio Prino-Scandolaro	Mar Tirreno	0.27	7	11	13
	Senza Nome 1	Mar Tirreno	0.1	3	4	5
	Rio Bonaparte	Mar Tirreno	0.28	8	11	13
	Senza Nome 2	Mar Tirreno	0.17	5	7	8
Area 2	Lerone	Mar Tirreno	21	299	372	419
	Lerone	rio Loaga	17.6	279	347	392
	Lerone	rio Lissolo	15.7	259	322	363
	Loaga	Lerone	2.9	50	63	71
Area 3	Rio Tonino	Mar Tirreno	0.2	8	12	15
	Rio Martino	Mar Tirreno	2.7	71	102	123
	Cantarena	Mar Tirreno	4.9	117	169	203
	Rio S.Sebastiano	Mar Tirreno	0.4	11	16	19
	Rio Laega	Mar Tirreno	1.36	37	54	65
	Rio Lupara	Mar Tirreno	1.421	30	43	52
	Rio Vesima	Mar Tirreno	1.846	39	56	68
	Rio Canà	Mar Tirreno	0.282	8	11	13
	Rio Pozzetti	Mar Tirreno	0.161	4.4	6	8
Rio Fontanelle	Mar Tirreno	1.485	31	45	54	
Area 4	Cerusa	Mar Tirreno	23	271	416	544
	Cerusa	Rio Gava	9.8	141	216	283
Area 5	Leiro	Mar Tirreno	27	362	453	521
	rio Acquasanta	rio Gorsexio	18	275	341	391
	Rio Gorsexio	rio Acquasanta	8	154	192	220
Area 6	Rio S.Giuliano	Mar Tirreno	1.1	36	53	63
	Rio Madonnette	Mar Tirreno	0.9	30	43	52
	S. Michele	Mar Tirreno	0.618	20	30	36
	Grillè-S.Antonio	Mar Tirreno	0.639	21	31	37
	Rexello (**)	Mar Tirreno	1.413	47	68	81
	Rexello (***)	Mar Tirreno	1.413	27	43	56
	Rio Archetti (**)	Mar Tirreno	0.47	16	23	27
	Rio Archetti (***)	Mar Tirreno	0.47	9	16	20
	Rio Rostan	Mar Tirreno	0.547	18	26	32
	Zanina-Marotto	Mar Tirreno	0.676	22	32	39
	Molinassi	Mar Tirreno	1.982	66	95	114
	Cantarena	Mar Tirreno	1.58	52	76	91
	Rio Maggiore	Mar Tirreno	0.6	20	29	35
	Rio Roncallo	Mar Tirreno (*)	0.643	21	31	37

NOTA: (*) la sezione di chiusura del bacino si considera ubicata a monte del riempimento portuale

(**) i valori di portata calcolati senza scolmatore

(***) I valori di portata calcolati con scolmatore in funzione

CALCOLO DELLE PORTATE PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO

CONFRONTO TRA "METODO C.I.M.A." E "METODO RAZIONALE"

Area 1 – Bacini Torrenti Arrestra e Rumaro ed Area Scolante di Cogoleto

BACINO DEL TORRENTE ARRESTRA (alla foce)

Bacino del torrente Arrestra		
Area	Km ²	21
Longitudine		8°38'
Lunghezza	Km	7.2
Pendenza media	%	13
CN		87
Coeff. Di deflusso		0.8

	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	99	-	m ³ s ⁻¹
Q10	137	-	m ³ s ⁻¹
Q30	220	-	m ³ s ⁻¹
Q50	270	260	m ³ s ⁻¹
Q100	330	-	m ³ s ⁻¹
Q200	390	312	m ³ s ⁻¹
Q500	460	346	m ³ s ⁻¹
Qinviluppo	420		m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO ARRESTRA (a monte della confluenza con il rio Acquabuona)

Bacino del torrente Arrestra			
Area	Km ²	13	
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q50	150	200	m ³ s ⁻¹
Q200	220	240	m ³ s ⁻¹
Q500	260	266	m ³ s ⁻¹
Qinviluppo	310		m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO BEUCA

Parametri del bacino del rio Beuca		
Area	Km ²	0.35
Longitudine		8°38'
Lunghezza	Km	1.2
Pendenza media	%	12
CN		87
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	7.86

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	4	-	m ³ s ⁻¹
Q10	5	-	m ³ s ⁻¹
Q30	8	-	m ³ s ⁻¹
Q50	10	11	m ³ s ⁻¹
Q100	12	-	m ³ s ⁻¹
Q200	14	13	m ³ s ⁻¹
Q500	17	15	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO RUMARO

Bacino del torrente Rumaro		
Area	Km ²	4.5
Longitudine		8°38'
Lunghezza	Km	6.2
Pendenza media	%	16
CN		87
Cq		6.3
Q2.9	m ³ s ⁻¹	31

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	40	-	m ³ s ⁻¹
Q10	56	-	m ³ s ⁻¹
Q30	90	-	m ³ s ⁻¹
Q50	108	80	m ³ s ⁻¹
Q100	132	-	m ³ s ⁻¹
Q200	156	95	m ³ s ⁻¹
Q500	188	105	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO CAPUZZOLA

Bacino del Capuzzola		
Area	Km ²	0.68
Longitudine		8°38'
Lunghezza	Km	1.1
Pendenza media	%	13
CN		87
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	7.86

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	7	-	m ³ s ⁻¹
Q10	10	-	m ³ s ⁻¹
Q30	15	-	m ³ s ⁻¹
Q50	19	25	m ³ s ⁻¹
Q100	23	-	m ³ s ⁻¹
Q200	27	29	m ³ s ⁻¹
Q500	32	32	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO CALANO (affluente del RIO CAPUZZOLA)

Bacino dell'affluente Calano		
Area	Km ²	0.4
Longitudine		8°38'
Lunghezza	Km	0.85
Pendenza media	%	15
CN		87
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	7.86

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	4	-	m ³ s ⁻¹
Q10	6	-	m ³ s ⁻¹
Q30	9	-	m ³ s ⁻¹
Q50	11	17	m ³ s ⁻¹
Q100	13	-	m ³ s ⁻¹
Q200	16	20	m ³ s ⁻¹
Q500	19	22	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO TERROSO

Bacino del Rio Terroso		
Area	Km ²	0.37
Longitudine		8°38'
Lunghezza	Km	0.9
Pendenza media	%	20
CN		87
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	7.86

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	4	-	m ³ s ⁻¹
Q10	5	-	m ³ s ⁻¹
Q30	8	-	m ³ s ⁻¹
Q50	10	15	m ³ s ⁻¹
Q100	12	-	m ³ s ⁻¹
Q200	15	17	m ³ s ⁻¹
Q500	18	19	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO CENTURIONI

Bacino del rio Centurioni		
Area	Km ²	0.15
Longitudine		8°40'
Lunghezza	Km	0.97
Pendenza media	%	20
CN		87
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	7.89

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	2	-	m ³ s ⁻¹
Q10	2	-	m ³ s ⁻¹
Q30	3	-	m ³ s ⁻¹
Q50	4	6	m ³ s ⁻¹
Q100	5	-	m ³ s ⁻¹
Q200	6	6.6	m ³ s ⁻¹
Q500	7	7.2	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO PRINO-SCANDOLARO

Bacino del rio Prino Scandolaro		
Area	Km ²	0.27
Longitudine		8°40'
Lunghezza	Km	0.9
Pendenza media	%	16
CN		87
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	7.89

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	3	-	m ³ s ⁻¹
Q10	4	-	m ³ s ⁻¹
Q30	6	-	m ³ s ⁻¹
Q50	7	11	m ³ s ⁻¹
Q100	9	-	m ³ s ⁻¹
Q200	11	13	m ³ s ⁻¹
Q500	13	14	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL "RIO SENZA NOME 1"

Bacino del sn 1		
Area	Km ²	0.1
Longitudine		8°40'
Lunghezza	Km	0.55
Pendenza media	%	20
CN		87
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	7.89

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	1	-	m ³ s ⁻¹
Q10	1	-	m ³ s ⁻¹
Q30	2	-	m ³ s ⁻¹
Q50	3	4	m ³ s ⁻¹
Q100	3	-	m ³ s ⁻¹
Q200	4	4.7	m ³ s ⁻¹
Q500	5	5	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO BONAPARTE

Bacino del rio Bonaparte		
Area	Km ²	0.28
Longitudine		8°40'
Lunghezza	Km	1
Pendenza media	%	17
CN		87
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	7.89

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	3	-	m ³ s ⁻¹
Q10	4	-	m ³ s ⁻¹
Q30	6	-	m ³ s ⁻¹
Q50	8	10	m ³ s ⁻¹
Q100	9	-	m ³ s ⁻¹
Q200	11	12	m ³ s ⁻¹
Q500	13	13	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL "RIO SENZA NOME 2"

Bacino del sn2		
Area	Km ²	0.17
Longitudine		8°40'
Lunghezza	Km	0.55
Pendenza media	%	20
CN		87
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	7.89

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	2	-	m ³ s ⁻¹
Q10	2	-	m ³ s ⁻¹
Q30	4	-	m ³ s ⁻¹
Q50	5	7	m ³ s ⁻¹
Q100	6	-	m ³ s ⁻¹
Q200	7	8	m ³ s ⁻¹
Q500	8	9	m ³ s ⁻¹

Area 2 – Bacino Torrente Lerone

BACINO DEL TORRENTE LERONE

Bacino del torrente Lerone		
Area	Km ²	21
Longitudine		8°40'
Lunghezza	Km	5.6
Pendenza media	%	18
CN		89.3

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q50	340	299	m ³ s ⁻¹
Q100	410	336	m ³ s ⁻¹
Q200	480	372	m ³ s ⁻¹
Q500	580	419	m ³ s ⁻¹
Qinviluppo		437	m ³ s ⁻¹

Area 3 – Bacini minori ed Aree Scolanti di Arenzano**BACINO DEL RIO TONINO**

Bacino del rio Tonino		
Area	Km ²	0.2
Longitudine		8°40'
Lunghezza	Km	0.4
Pendenza media	%	25
CN		87

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO

	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	3	-	m ³ s ⁻¹
Q10	4	-	m ³ s ⁻¹
Q30	7	-	m ³ s ⁻¹
Q50	8	7	m ³ s ⁻¹
Q100	10	-	m ³ s ⁻¹
Q200	12	10	m ³ s ⁻¹
Q500	15	11	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO S. MARTINO

Bacino del Martino		
Area	Km ²	2.7
Longitudine		8°40'
Lunghezza	Km	1.7
Pendenza media	%	15
CN		87
Cq		6.33
Q2.9	m ³ s ⁻¹	20.371289

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO

	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	26	-	m ³ s ⁻¹
Q10	36	-	m ³ s ⁻¹
Q30	59	-	m ³ s ⁻¹
Q50	71	71	m ³ s ⁻¹
Q100	87	-	m ³ s ⁻¹
Q200	102	86	m ³ s ⁻¹
Q500	123	96	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO ROVERE (affluente del RIO S. MARTINO)

Affluente Rovere		
Area	Km ²	0.83
Longitudine		8°40'
Lunghezza	Km	2.1
Pendenza media	%	14
CN		87
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	7.89

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	8	-	m ³ s ⁻¹
Q10	11	-	m ³ s ⁻¹
Q30	17	-	m ³ s ⁻¹
Q50	23	18	m ³ s ⁻¹
Q100	25	-	m ³ s ⁻¹
Q200	33	22	m ³ s ⁻¹
Q500	39	24	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO FAGIANI (affluente del RIO S. MARTINO)

Affluente Fagiani		
Area	Km ²	0.32
Longitudine		8°40'
Lunghezza	Km	1.11
Pendenza media	%	18.5
CN		87
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	7.89

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	3	-	m ³ s ⁻¹
Q10	5	-	m ³ s ⁻¹
Q30	7	-	m ³ s ⁻¹
Q50	8	11	m ³ s ⁻¹
Q100	11	-	m ³ s ⁻¹
Q200	12	13	m ³ s ⁻¹
Q500	14	15	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO SERSA (affluente del RIO S. MARTINO)

Affluente Sersa		
Area	Km ²	0.39
Longitudine		8°40'
Lunghezza	Km	1.14
Pendenza media	%	15
CN		87
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	7.89

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	4	-	m ³ s ⁻¹
Q10	6	-	m ³ s ⁻¹
Q30	9	-	m ³ s ⁻¹
Q50	11	13	m ³ s ⁻¹
Q100	13	-	m ³ s ⁻¹
Q200	15	16	m ³ s ⁻¹
Q500	19	18	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL T. CANTARENA (ARENZANO)

Bacino del T. Cantarena		
Area	Km ²	4.9
Longitudine		8°41'
Lunghezza	Km	4.1
Pendenza media	%	20
CN		87

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	44	-	m ³ s ⁻¹
Q10	60	-	m ³ s ⁻¹
Q30	98	-	m ³ s ⁻¹
Q50	117	90	m ³ s ⁻¹
Q100	143	-	m ³ s ⁻¹
Q200	169	107	m ³ s ⁻¹
Q500	203	120	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO S. SEBASTIANO

Bacino del rio S. Sebastiano		
Area	Km ²	0.4
Longitudine		8°41'
Lunghezza	Km	1
Pendenza media	%	22
CN		87
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	7.89

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	4	-	m ³ s ⁻¹
Q10	6	-	m ³ s ⁻¹
Q30	9	-	m ³ s ⁻¹
Q50	11	15	m ³ s ⁻¹
Q100	13	-	m ³ s ⁻¹
Q200	16	19	m ³ s ⁻¹
Q500	19	21	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO LAEGA

Bacino del Rio Laega		
Area	Km ²	1.36
Longitudine		8°42'
Lunghezza	Km	1
Pendenza media	%	37
CN		87
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	7.91

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	14	-	m ³ s ⁻¹
Q10	19	-	m ³ s ⁻¹
Q30	31	-	m ³ s ⁻¹
Q50	37	52	m ³ s ⁻¹
Q100	46	-	m ³ s ⁻¹
Q200	54	63	m ³ s ⁻¹
Q500	65	70	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO LUPARA

Bacino del Rio Lupara		
Area	Km ²	1.421
Longitudine		8°42.5'
Lunghezza	Km	2.52
Pendenza media	%	19
CN		75
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	6.06

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	11	-	m ³ s ⁻¹
Q10	15	-	m ³ s ⁻¹
Q30	25	-	m ³ s ⁻¹
Q50	30	28	m ³ s ⁻¹
Q100	37	-	m ³ s ⁻¹
Q200	43	34	m ³ s ⁻¹
Q500	52	38	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO VESIMA

Bacino del rio Vesima		
Area	Km ²	1.846
Longitudine		8°43'
Lunghezza	Km	1.8
Pendenza media	%	17
CN		75
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	6.07

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	15	-	m ³ s ⁻¹
Q10	20	-	m ³ s ⁻¹
Q30	32	-	m ³ s ⁻¹
Q50	39	46	m ³ s ⁻¹
Q100	48	-	m ³ s ⁻¹
Q200	56	56	m ³ s ⁻¹
Q500	68	62	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO CANA'

Bacino del rio Canà		
Area	Km ²	0.282
Longitudine		8°43'
Lunghezza	Km	0.755
Pendenza media	%	23
CN		87
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	7.92

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	3	-	m ³ s ⁻¹
Q10	4	-	m ³ s ⁻¹
Q30	6	-	m ³ s ⁻¹
Q50	8	11	m ³ s ⁻¹
Q100	9	-	m ³ s ⁻¹
Q200	11	13	m ³ s ⁻¹
Q500	13	15	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO POZZETTI

Bacino del rio Pozzetti		
Area	Km ²	0.161
Longitudine		8°43'
Lunghezza	Km	0.725
Pendenza media	%	33
CN		87
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	7.92

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	2	-	m ³ s ⁻¹
Q10	2	-	m ³ s ⁻¹
Q30	4	-	m ³ s ⁻¹
Q50	4	7	m ³ s ⁻¹
Q100	5	-	m ³ s ⁻¹
Q200	6	8	m ³ s ⁻¹
Q500	8	9	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO FONTANELLE

Bacino del rio Fontanelle		
Area	Km ²	1.485
Longitudine		8°43'
Lunghezza	Km	2.8
Pendenza media	%	15
CN		75
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	6.075

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	12	-	m ³ s ⁻¹
Q10	16	-	m ³ s ⁻¹
Q30	26	-	m ³ s ⁻¹
Q50	31	29	m ³ s ⁻¹
Q100	38	-	m ³ s ⁻¹
Q200	45	35	m ³ s ⁻¹
Q500	54	39	m ³ s ⁻¹

Area 4 – Bacino Torrente Cerusa

IDENTIFICAZIONE DELLA SEZIONE			VALORI DI Q [m ³ s ⁻¹]						
Torrente	Sezione a monte della confluenza con	Area Drenata [km ²]	T = 50 anni C.I.M.A.	T = 50 anni PDB	T = 200 anni C.I.M.A.	T = 200 anni PDB	T = 500 anni C.I.M.A.	T = 500 anni PDB	Curva inviluppo
Cerusa	Mar Tirreno	23	390	271	560	416	670	544	440
Gava	torrente Cerusa	6,8	130	114	190	175	220	230	224
Cerusa	Rio Gava	9,8	160	141	240	216	290	283	270

Sezione	Corso d'acqua	A [Kmq]	T = 50 anni		T = 200 anni		T = 500 anni		Curva Inviluppo	
			q [mc/s Kmq]	Q [mc/s]	q [mc/s Kmq]	Q [mc/s]	q [mc/s Kmq]	Q [mc/s]	q [mc/s Kmq]	Q [mc/s]
CER 6	Cerusa	9,8	14,4	141	22,1	216	29,0	283	27,7	270
CER 7	Cerusa	8,3	13,9	116	21,4	178	28,0	233	29,9	249
CER 8	Cerusa	7,1	14,5	103	22,2	158	29,0	206	32,3	230
CER 5	Cerusa	16,3	12,8	209	19,7	321	25,7	419	22,0	359
GAV 1	Gava	6,8	16,8	114	25,8	175	33,9	230	33,0	224
GAV 2	Gava	6,3	17,0	108	26,2	166	34,4	218	34,2	217
SEC 1	Secco	2,6	19,5	51	29,8	78	39,3	103	55,0	144
GAV 3	Gava	3,7	19,6	73	30,1	112	39,2	146	45,2	168
CER 4	Cerusa	17,2	12,6	217	19,4	333	25,4	436	21,5	370
CER 3	Cerusa	18,9	12,3	233	18,9	358	24,8	469	20,7	391
ASM 1	Asino Morto	1,8	19,4	34	29,7	52	38,9	68	69,1	121
CER 2	Cerusa	21,7	11,9	259	18,3	398	24,0	521	19,6	425
CER 1	Cerusa	23,0	11,8	271	18,1	416	23,7	544	19,1	440

Area 5 – Bacino Torrente Leiro

IDENTIFICAZIONE DELLA SEZIONE			VALORI DI Q [m ³ s ⁻¹]						
Torrente	Sezione a monte della confluenza con	Area Drenata [km ²]	T = 50 anni C.I.M.A.	T = 50 anni PDB	T = 200 anni C.I.M.A.	T = 200 anni PDB	T = 500 anni C.I.M.A.	T = 500 anni PDB	Curva inviluppo
rio Gorsexio	rio Acquasanta	8	90	154	130	192	160	220	250
rio Acquasanta	rio Gorsexio	18		275		341		391	
Leiro	a valle confl. Acquasanta-Gorsexio	26		359		447		513	
Leiro	Mar Tirreno(foce)	27	320	362	470	453	560	521	490

Area 6 – Bacini minori ed Aree Scolanti del Ponente genovese

BACINO DEL RIO S.GIULIANO

Bacino del rio S.Giuliano		
Area	Km ²	1.1
Longitudine		8°45'
Lunghezza	Km	1.85
Pendenza media	%	14
CN		92
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	9.51

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	14	-	m ³ s ⁻¹
Q10	19	-	m ³ s ⁻¹
Q30	30	-	m ³ s ⁻¹
Q50	36	30	m ³ s ⁻¹
Q100	44	-	m ³ s ⁻¹
Q200	53	37	m ³ s ⁻¹
Q500	63	42	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO MADONNETTE

Bacino del rio Madonnette		
Area	Km ²	0.9
Longitudine		8°45'
Lunghezza	Km	2.25
Pendenza media	%	12
CN		92
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	9.51

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	11	-	m ³ s ⁻¹
Q10	15	-	m ³ s ⁻¹
Q30	25	-	m ³ s ⁻¹
Q50	30	27	m ³ s ⁻¹
Q100	36	-	m ³ s ⁻¹
Q200	43	33	m ³ s ⁻¹
Q500	52	38	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO S.MICHELE

Bacino del rio S. Michele		
Area	Km ²	0.618
Longitudine		8°48'
Lunghezza	Km	1.4
Pendenza media	%	8
CN		92
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	9.53

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	8	-	m ³ s ⁻¹
Q10	11	-	m ³ s ⁻¹
Q30	17	-	m ³ s ⁻¹
Q50	20	18	m ³ s ⁻¹
Q100	25	-	m ³ s ⁻¹
Q200	30	22	m ³ s ⁻¹
Q500	36	25	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO GRILLE'-S.ANTONIO

Bacino del rio Grillè S. Antonio		
Area	Km ²	0.639
Longitudine		8°48'
Lunghezza	Km	1.55
Pendenza media	%	11
CN		92
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	9.53

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	8	-	m ³ s ⁻¹
Q10	11	-	m ³ s ⁻¹
Q30	18	-	m ³ s ⁻¹
Q50	21	19	m ³ s ⁻¹
Q100	26	-	m ³ s ⁻¹
Q200	31	23	m ³ s ⁻¹
Q500	37	26	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO REXELLO

Bacino del rio Rexello		
Area	Km ²	1.413
Longitudine		8°49'
Lunghezza	Km	1.15
Pendenza media	%	26
CN		92
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	9.54

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	17	-	m ³ s ⁻¹
Q10	24	-	m ³ s ⁻¹
Q30	39	-	m ³ s ⁻¹
Q50	47	44	m ³ s ⁻¹
Q100	57	-	m ³ s ⁻¹
Q200	68	54	m ³ s ⁻¹
Q500	81	61	m ³ s ⁻¹

Le portate calcolate alla foce, con l'ipotesi di scolmatore funzionante, sono:

Q50=27 m³/s

Q200=43 m³/s

Q500=56 m³/s

BACINO DEL RIO ARCHETTI

Bacino del rio Archetti		
Area	Km ²	0.47
Longitudine		8°49'
Lunghezza	Km	2.25
Pendenza media	%	8
CN		92
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	9.54

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	6	-	m ³ s ⁻¹
Q10	8	-	m ³ s ⁻¹
Q30	13	-	m ³ s ⁻¹
Q50	16	14	m ³ s ⁻¹
Q100	19	-	m ³ s ⁻¹
Q200	23	17	m ³ s ⁻¹
Q500	27	20	m ³ s ⁻¹

Le portate calcolate alla foce, con l'ipotesi di scolmatore funzionante, sono:

Q50=9 m3/s

Q200=16 m3/s

Q500=20 m3/s

BACINO DEL RIO ROSTAN

Bacino del rio Rostan		
Area	Km ²	0.547
Longitudine		8°49'
Lunghezza	Km	1.7
Pendenza media	%	8
CN		92
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	9.54

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	7	-	m ³ s ⁻¹
Q10	9	-	m ³ s ⁻¹
Q30	15	-	m ³ s ⁻¹
Q50	18	26	m ³ s ⁻¹
Q100	22	-	m ³ s ⁻¹
Q200	26	33	m ³ s ⁻¹
Q500	32	38	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO ZANINA-MAROTTO

Bacino del rio Zanina-Marotto		
Area	Km ²	0.676
Longitudine		8°50'
Lunghezza	Km	1.85
Pendenza media	%	10
CN		92
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	9.55

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	8	-	m ³ s ⁻¹
Q10	12	-	m ³ s ⁻¹
Q30	19	-	m ³ s ⁻¹
Q50	22	32	m ³ s ⁻¹
Q100	27	-	m ³ s ⁻¹
Q200	32	40	m ³ s ⁻¹
Q500	39	46	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO MOLINASSI

Bacino del rio Molinassi		
Area	Km ²	1.982
Longitudine		8°50'
Lunghezza	Km	4.05
Pendenza media	%	11
CN		92
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	9.55

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	25	-	m ³ s ⁻¹
Q10	34	-	m ³ s ⁻¹
Q30	55	-	m ³ s ⁻¹
Q50	66	67	m ³ s ⁻¹
Q100	80	-	m ³ s ⁻¹
Q200	95	84	m ³ s ⁻¹
Q500	114	96	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO CANTARENA (GENOVA)

Bacino del rio Cantarena		
Area	Km ²	1.58
Longitudine		8°50'
Lunghezza	Km	3.1
Pendenza media	%	10
CN		92
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	9.55

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	20	-	m ³ s ⁻¹
Q10	27	-	m ³ s ⁻¹
Q30	44	-	m ³ s ⁻¹
Q50	52	63	m ³ s ⁻¹
Q100	64	-	m ³ s ⁻¹
Q200	76	80	m ³ s ⁻¹
Q500	91	92	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO MAGGIORE

Bacino del rio Maggiore		
Area	Km ²	0.6
Longitudine		8°50'
Lunghezza	Km	1
Pendenza media	%	5
CN		92
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	9.55

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	7	-	m ³ s ⁻¹
Q10	10	-	m ³ s ⁻¹
Q30	17	-	m ³ s ⁻¹
Q50	20	36	m ³ s ⁻¹
Q100	24	-	m ³ s ⁻¹
Q200	29	46	m ³ s ⁻¹
Q500	35	52	m ³ s ⁻¹

BACINO DEL RIO RONCALLO

Bacino del rio Roncallo		
Area	Km ²	0.643
Longitudine		8°51'
Lunghezza	Km	1.65
Pendenza media	%	8
CN		92
UA	m ³ s ⁻¹ km ⁻²	9.55

PORTATE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO			
	<i>CIMA</i>	<i>Razionale</i>	
Q5	8	-	m ³ s ⁻¹
Q10	11	-	m ³ s ⁻¹
Q30	18	-	m ³ s ⁻¹
Q50	21	33	m ³ s ⁻¹
Q100	26	-	m ³ s ⁻¹
Q200	31	42	m ³ s ⁻¹
Q500	37	48	m ³ s ⁻¹

3. PROBLEMATICHE E CRITICITA' DEL BACINO

3.1 Eventi alluvionali

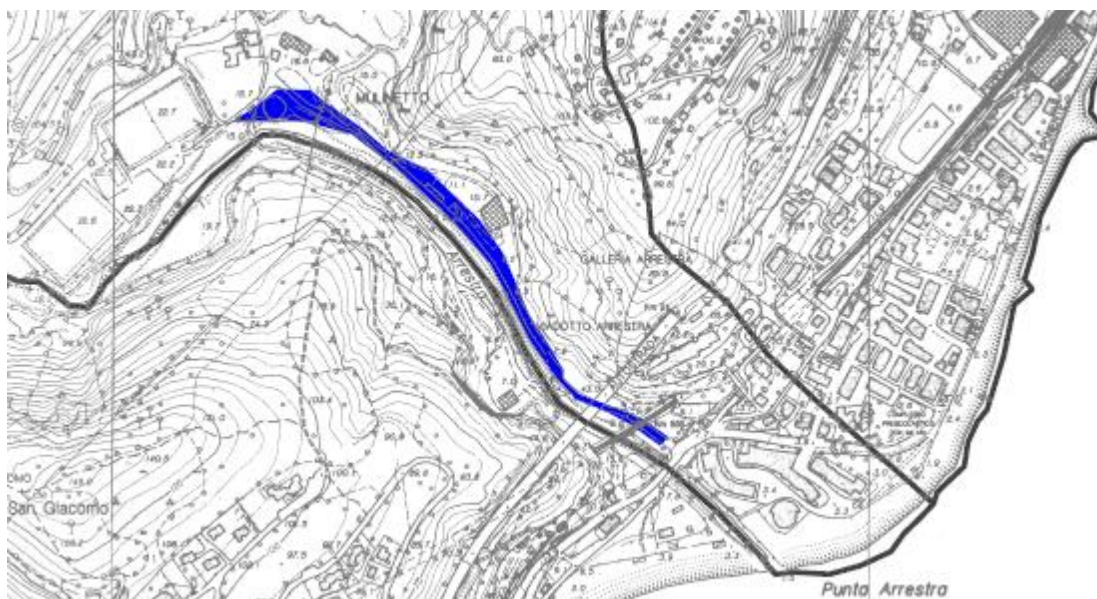
3.1.1. Evento 4 ottobre 2010

Il quadro delle criticità geologiche ed idrauliche presenti nel territorio dell'“Ambito di bacino 12 e 13” è stato aggiornato a seguito dell' evento alluvionale che ha colpito il territorio delle province di Genova e Savona il 4 ottobre 2010. 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.

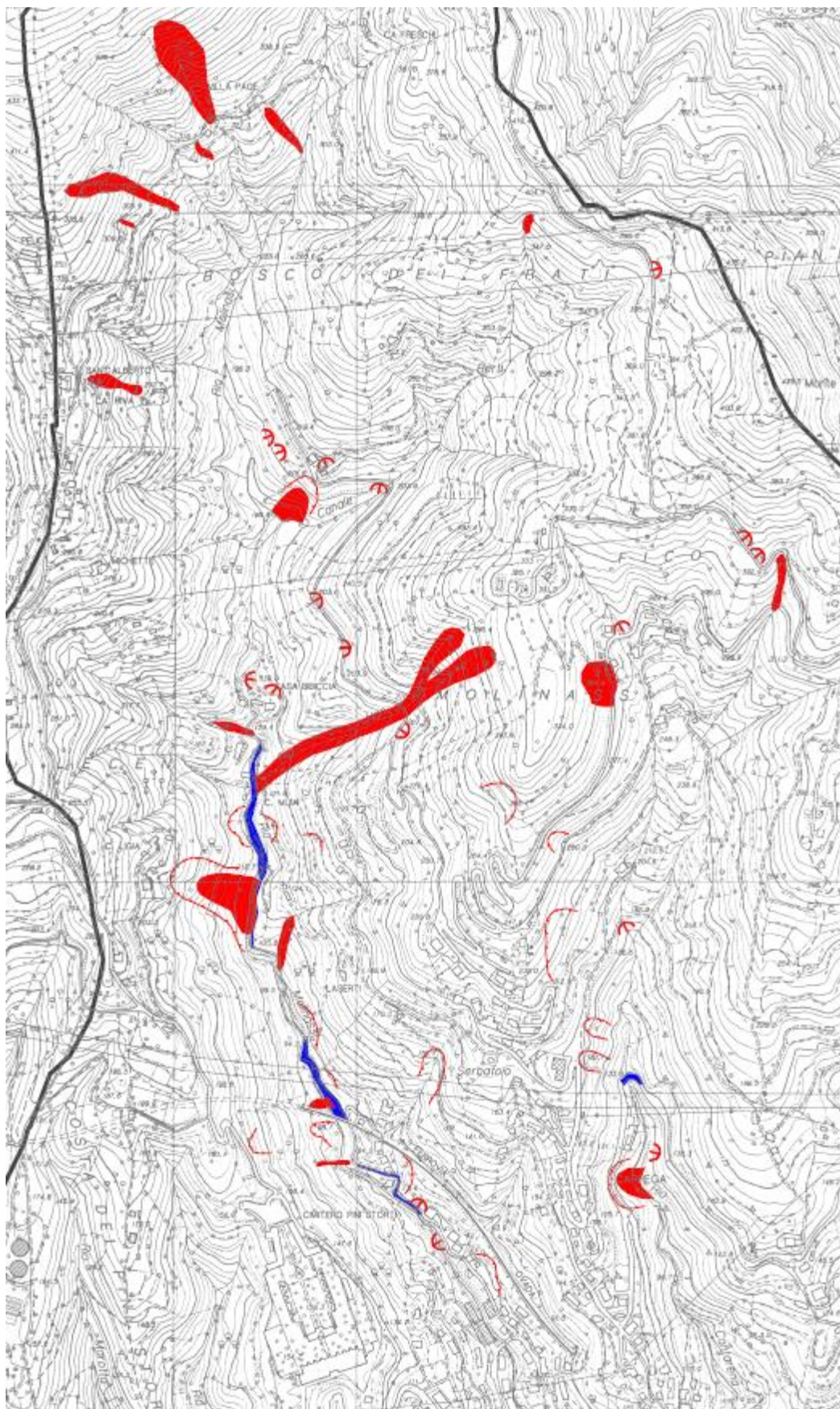
A Cogoleto le aree che hanno subito maggiori danni sono localizzate lungo la sponda sinistra del t. Arrestra, mentre ad Arenzano il più colpito è stato il bacino torrente Lerone.

A Sestri Ponente, i bacini più segnati dall'alluvione sono stati quelli del Rio Molinassi, del Rio Cantarena e del Torrente Chiaravagna. In particolare, nel bacino del t. Molinassi si sono verificati veri e propri fenomeni di debris flow che hanno originato un accumulo di enormi quantità di materiale alluvionale in corrispondenza dell'imbocco della tombinatura del Rio, provocando lo straripamento dello stesso rivo, con il conseguente allagamento di tutte le vie circostanti.

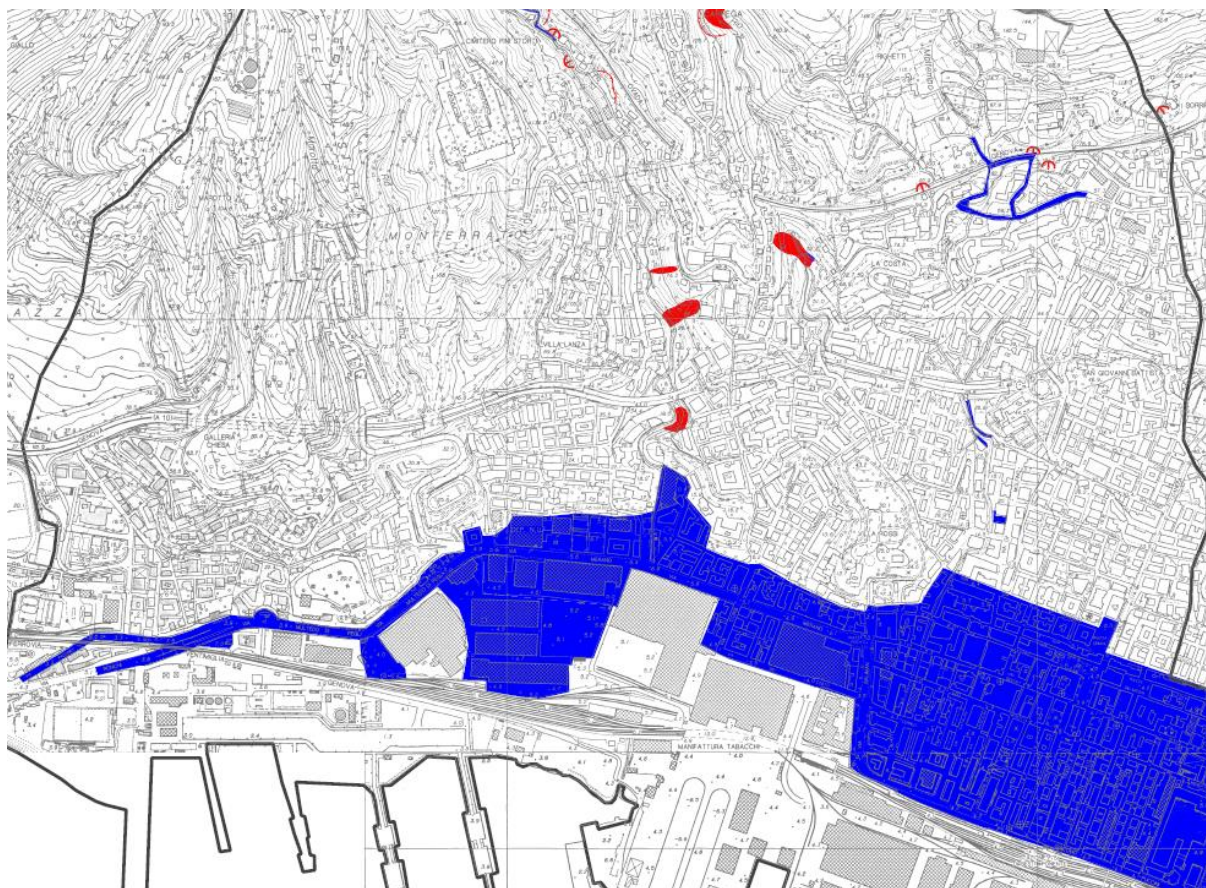
Nella mappa sottostante, sono riportati i principali fenomeni franosi ed alluvionali.



Comune di Cogoleto, il T. Arrestra.



Comune di Genova, bacini del Rio Molinassi e del Rio Cantarena



Comune di Genova, bacini del Rio Molinassi e del Rio Cantarena

Legenda

Evento 4 ottobre 2010	
	Aree inondate
	Aree interessate da movimenti franosi

3.1.2. Evento 15 novembre 2014

Nei mesi di ottobre e novembre 2014 sono occorsi eventi alluvionali sul territorio della Provincia di Genova che hanno provocato danni materiali ingentissimi, oltre alla perdita di alcune vite umane. Tali eventi hanno interessato sia i bacini tirrenici sia quelli padani. I dati censiti dai sopralluoghi diretti sul terreno sono stati integrati, laddove disponibili, con quelli emersi dal censimento dei fenomeni franosi elaborato dai ricercatori del CNR-IRPI Geohazard Monitoring Group di Torino.

Durante la mattinata del 15 novembre, il territorio compreso tra il comune di Arenzano, di Mele e quello di Genova fino al quartiere di Prà, è stato interessato da precipitazioni molto intense che hanno provocato l' esondazione del T. Cerusa oltre a numerose frane e smottamenti localizzati un po' ovunque causando molti danni e

lasciando isolate molte località. Si è trattato principalmente di debris flow e di frane superficiali. I Comuni più colpiti sono stati Arenzano, Mele ed il ponente di Genova.

- Arenzano

Ad Arenzano, si sono verificati alcuni smottamenti nei pressi di Torretta Pallavicini, sul versante che si affaccia sul mare. Altre due frane di maggiori dimensioni si sono verificate nel bacino del Rio Cucu, affluente di destra del t. Cantarena. Una di queste frane ha causato l'interruzione dell'unica via di accesso ad alcune case, in loc. Cinque Edifici. Un'altra frana nel piccolo scolante a mare denominato Rio Egua. Infine, si sono individuati alcuni movimenti all'interno dell'areale di Cava Lupara.



Loc. Cinque Edifici

- Genova, areale intorno a Crevari

Zona compresa tra Vesima e Crevari, a monte dell'autostrada A10 "direzione Genova", si è verificata una frana superficiale. A nord di Crevari, in loc. Case Porcelletto e nei pressi di Case Cerusa si sono individuate altre frane.



Case Porcelletto

- T. Cerusa

Durante l'evento del 15 novembre, il bacino del t. Cerusa è stato uno dei più colpiti dalle precipitazioni che hanno innescato numerosi movimenti franosi provocando l'interruzione di moltissime strade carrabili (es. via della Brigna, via alla Soria, via Costa d'Erca, via Costa del Vento, via ai Soggi, via dei Giovi Superiore, via Brusinetti) lasciando isolati numerosi centri abitati. Le località più direttamente colpite sono state quelle comprese tra Fabbriche e Fiorino, interessate da imponenti debris flow che hanno letteralmente sommerso alcuni edifici. Ad esempio, il civico n. 18 di via delle Fabbriche è stato evacuato. La conseguenza immediata è stato l'interruzione di ogni via di comunicazione per buona parte della Val Cerusa, che è rimasta "isolata" per molti giorni.



Via della Brigna



Via Costa d'Erca e
Via delle Fabbriche



- T. Leiro

In questo bacino, e più precisamente nel sotto-bacino del t. Ceresolo, è da segnalare la frana in loc. Biscaccia, in comune di Mele che ha interessato la viabilità e che di fatto ha provocato l'isolamento della località stessa per alcuni giorni. Altre frane di dimensioni simili a quella di loc. Biscaccia, nei pressi di C. Leitte di Sotto ed a Gattegasca.



Nel sotto-bacino del t. Gorsexio, sempre in comune di Mele, i movimenti più importanti si sono verificati nella zona della Stazione ferroviaria in loc. Fado e nei pressi di loc. C. Barbona.

Infine, è da segnalare, in comune di Genova, la frana in continua evoluzione in loc. Villa La Serrara, che coinvolge anche un piccolo rivo, affluente di sinistra del t. Leiro.

- Aree scolanti

Tra i bacini del t. San Pietro o Foce e Branega, subito a monte dell'Autostrada A10, si è verificato un lento ma progressivo movimento franoso che ha inizialmente interessato il terreno su cui sorgono alcune serre di basilico per poi raggiungere il limite della carreggiata dell'autostrada, causando in via precauzionale la chiusura dell'autostrada stessa per alcuni giorni. (intervento di sistemazione ancora in corso, nov. 2015)



Alla luce delle nuove criticità geologiche individuate nel territorio dell'“Ambito di bacino 12 e 13”, il Piano è stato aggiornato con il DDG n.91/2016 (relativamente alla fase di pubblicità) e con il successivo atto di approvazione la DGR 109 del 13/02/2017.

La suddetta DGR 109 stabilisce che:

- nella “carta della franosità reale” e nella “carta geomorfologica” del Piano, i dissesti con superficie superiore a 200 mq sono indicati come “fenomeni idrogeologici conseguenti agli eventi alluvionali 2014” a tonalità fucsia, a prescindere dalla loro tipologia, al fine di mantenere memoria storica degli eventi alluvionali. Le frane attive sono indicate come “Pg4” nella “carta della suscettività al dissesto”,

- i dissesti con superficie inferiore a 200 mq sono indicati con la simbologia delle “frane non cartografabili” a tonalità fucsia; di conseguenza, in base alla metodologia utilizzata nel calcolo della suscettività al dissesto, tali frane sono cartografate come “Pg3b” nella “carta della suscettività al dissesto”,

- i dissesti individuati lungo gli alvei torrentizi e perimetrati nella “carta della franosità reale” e nella “carta geomorfologica” a tonalità fucsia, nei casi dove gli stessi non sono riconducibili a veri e propri fenomeni franosi, sono indicati nella “carta della suscettività al dissesto” con simbologia “rigato nero trasparente” e a tali specifici dissesti non viene quindi associata una specifica classe di pericolosità,

- ai dissesti oggetto di intervento di sistemazione (o di somma urgenza), ove opportuno, è stata associata la classe di suscettività al dissesto Pg3b.

3.1.3. Evento 24-26 novembre 2019

Nel mese di novembre 2019 il passaggio di intense perturbazioni ha interessato principalmente i bacini idrografici liguri del centro-ponente, dando origine a numerosi fenomeni franosi, causando ingenti danni a edifici di civile abitazione, ma soprattutto alla viabilità, compresa la rete autostradale. I Comuni interessati dai dissesti sono stati Arenzano, Genova e Mele.

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

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

Le aree maggiormente colpite sono state individuate al confine tra i Comuni di Arenzano e Genova, nei pressi dell'ex-cava Lupara e del campeggio La Vesima, causando la chiusura dell'Aurelia e in comune di Genova in via Superiore dei Giovi, nel bacino del t. Cerusa, nell'areale sottostante il viadotto autostradale Canaletta dell'autostrada A26.



Campeggio La Vesima



Viadotto Canaletta

In comune di Mele, l'evento alluvionale ha causato danni nella zona del passo del Turchino e nell'areale compreso tra via Ronco e il torrente Ceresolo, ad est del campo sportivo in loc. Lorenzetti.



Lo studio fino a questo punto condotto sulle caratteristiche del bacino si pone alla base dell'elaborazione della carta della suscettività al dissesto dei versanti, degli elementi a rischio e del rischio idrogeologico totale.

Di seguito sono riportate le analisi e le elaborazioni per la redazione della carta di suscettività al dissesto dei versanti e di quella delle fasce di inondabilità, adottate per ciascuna delle 6 aree.

3.2 Descrizione della procedura utilizzata per il calcolo della suscettività al dissesto dei versanti

Nell'ambito della revisione dei Piani ex-D.L. 180/98 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 suscettività al dissesto, si è deciso di “rigenerarla” completamente ottemperando così alle seguenti esigenze:

- aggiornare il tematismo “suscettività” alle carte di base modificate;
- uniformare i criteri di calcolo della suscettività tra un ambito 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 suscettività al dissesto dei versanti” (redatta da Regione Liguria);
- Piano pilota ex-D.L. 180/98 del Torrente Sturla (realizzato da Regione Liguria);
- Piano di bacino del Torrente Polcevera (realizzato dalla Provincia di Genova e già valutato positivamente da Regione Liguria nell’iter di approvazione del stesso piano)

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 suscettività, porta alla “somma algebrica” di tali pesi e alla realizzazione di una “gradazione di suscettività” che copre l’intero territorio analizzato; tramite la definizione di range si ricava la carta della suscettività al dissesto alla quale vanno sovrimposte alcune categorie tra le quali le frane “quiescenti” e quelle “attive” rispettivamente nelle classi “alta” e “molto alta”; i pesi utilizzati, i relativi range e le classi sovrainposte sono riportati nel paragrafo successivo e sono validi, è importante ricordare, per tutti gli Ambiti in aggiornamento.

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 “suscettività” 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.
- Estremizza i limiti classici della carta della suscettività (valenza e correttezza dei pesi, coerenza dei dati di base utilizzati in riferimento al diverso ordine di grandezza considerato, rappresenta una stima della maggiore o minore probabilità di accadimento, corretta interpretazione del dato di valori di suscettività medio bassi, tale indicazione non esclude il verificarsi di movimenti franosi in tali aree).

Assegnazione dei pesi

Per l'assegnazione dei pesi relativi ad ogni singola classe ci si è riferiti principalmente, dove possibile, a quelli già collaudati per il Piano di Bacino del Torrente Polcevera. Tuttavia sono stati ricalcolati quelli relativi alle formazioni litologiche, sia per derivare il peso delle litologie non presenti nel bacino del Polcevera sia per utilizzare il più ampio spettro di dati rappresentato dalla totalità della superficie degli ambiti.

Nella classe "buffer" sono stati raggruppati tutti gli elementi non areali per i quali è stato necessario realizzare un'area di contorno.

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
[km²]

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

A_T = Area totale del bacino [km²]

Si 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 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 1.

LITOLOGIA (GXX_DLT.DGN)	sigla	peso
Argilliti	ag	10
Brecce	bc	7
Argiloscisti	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
COPERTURE DETRITICHE (GXX_DLT.DGN)		
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 1

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.

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

Tabella 2

Uso 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 3).

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

Tabella 3

Morfologia

Oltre allo stato della roccia e alle coltri "sottili" sono state prese in considerazione, ove presenti, le ex-cave, le ex-discardiche e le aree caratterizzate da ruscellamento diffuso areale (Tabella 4).

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

Tabella 4

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 5).

TIPOLOGIA DI BUFFER	buffer	peso
Limite formazionale (gXX_dlt.dgn)	25+25	1
Faglia (gXX_str.dgn)	25+25	2
Erosione concentrata di fondo (gXX_mrf.dgn)	25+25	7
Erosione spondale (gXX_mrf.dgn)	0+25	7
Orlo di terrazzo (gXX_mrf.dgn)	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 5

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 6.

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

Tabella 6

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 contenuti normativi, sono state sovrainposte le classi elencate in Tabella 7. Si precisa che alla classe 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 e dalla normativa di Piano stesso; per quanto riguarda le altre aree speciali (ex cave, ecc.), la classe sovrainposta è stata resa "trasparente" per lasciare visibile anche la suscettività calcolata.

CLASSE SOVRAIMPOSTA	Classe di suscettività	sigla
Frana attiva	Molto elevata	Pg4
Frana quiescente	elevata	Pg3a
Frana relitta o stabilizzata	elevata	Pg3b
DGPV	elevata	Pg3b
Area a franosità diffusa attiva	elevata	Pg3a
Area a franosità diffusa quiescente	elevata	Pg3b
Frana superficiale – Soil Slip quiescente	elevata	Pg3b
Cave attive, miniere attive e discariche in esercizio	Area speciale	Tipo A
Ex cave, ex miniere	Area speciale	Tipo B1
Ex discariche e riporti antropici	Area speciale	Tipo B2
Fenomeni idrogeologici lungo gli alvei torrentizi (conseguenti agli eventi alluvionali 2014)		rigato nero trasparente

Tabella 7

3.3 Problematiche di tipo geomorfologico

Nel seguito, per ciascuna delle sei aree, viene commentata la carta della suscettività al dissesto.

3.3.1 Area 1- Bacini dei Torrenti Arrestra, Rumaro ed aree scolanti di Cogoleto

3.3.1.1. Bacino del Torrente Arrestra

3.3.1.1.1. Commento alla carta della suscettività al dissesto dei versanti

Il bacino del Torrente Arrestra è prevalentemente caratterizzato, nel settore Sud, l'unico occupato da insediamenti e infrastrutture di rilievo, da una suscettività al dissesto bassa, le limitate porzioni a suscettività media o alta, sono solitamente caratterizzate da un'acclività più elevata.

Nella parte alta del bacino la grossa area classificata come area ad alta suscettività, coincide con una deformazione gravitativa profonda (DGPV).

Nel bacino dell'Arrestra si riconoscono inoltre due aree interessate da frane attive ed una porzione di territorio, in località Molinetto, classificata come "classe speciale" ossia un'area dove è presente una cava ormai dimessa sul piazzale della quale si trova una discarica in esercizio.

3.3.1.2 Torrente Rumaro e aree scolanti di Cogoleto

3.3.1.2.1 Commento alla carta della suscettività al dissesto dei versanti

La porzione nord orientale del bacino del Rumaro è caratterizzato da condizioni omogenee di suscettività al dissesto medie, mentre le aree ad alta suscettività sono principalmente lungo le aste fluviali.

La parte nord occidentale e quella medio-bassa del bacino, dove compaiono i primi insediamenti, si presenta prevalentemente con un grado di suscettività bassa, che diventa media o alta laddove aumenta l'acclività.

Nella zona di Cogoleto, tutta la fascia costiera a valle del tracciato autostradale, densamente urbanizzata, risulta a suscettività molto bassa o bassa. I depositi alluvionali di origine fluvio-marina e la modeste pendenze infatti non favoriscono l'innescarsi di movimenti gravitativi.

A monte del tracciato autostradale la zona viene classificata come Pg1, la suscettività aumenta principalmente lungo le aste fluviali.

3.3.2. Area 2 (Bacino Torrente Lerone)

3.3.2.1 Commento alla carta della suscettività al dissesto dei versanti

Gran parte del territorio compreso nel bacino del Torrente Lerone ricade in una classe di suscettività al dissesto medio-alta (Pg 2-Pg3b), le limitate zone a suscettività bassa sono quelle caratterizzate da una ridotta acclività.

Si riconoscono in questa porzione di territorio diverse frane attive di crollo.

3.3.3. Area 3 Bacini minori e aree scolanti di Arenzano

3.3.3.1. Commento alla carta della suscettività al dissesto dei versanti

L'area di Arenzano è mediamente caratterizzata da una suscettività al dissesto medio-alta; fa eccezione il settore Sud-Ovest, dove si concentra la maggiore urbanizzazione, dove la bassa acclività delle superfici di spianamento marino non favoriscono l'innescarsi di fenomeni gravitativi.

I versanti del settore occidentale, Bric Gavetta e M. Tardia, sono costituiti essenzialmente da serpentiniti con la presenza di estese coltri detritiche. La pendenza si mantiene quasi sempre elevata ed il reticolo idrografico risulta sempre molto inciso (compreso quello del T. Cantarena, la cui valle presenta versanti con segni di instabilità pregressi e attuali).

Il settore orientale del territorio dell'area, molto meno urbanizzato, è litologicamente costituito per la maggior parte da calcescisti e serpentinoscisti, molto scistosi o fratturati. I bacini dei rii Vesima e Fontanelle si presentano prevalentemente a suscettività medio alta.

I movimenti franosi maggiormente evidenti in questa zona sono la vasta frana quiescente che si estende fra Scoglio Nave e Scogli Merlini e le frane attive che si trovano in località Pizzo ed in prossimità del viadotto Lupara.

3.3.4. Area 4 (Bacino Torrente Cerusa)

3.3.4.1. Commento alla carta della suscettività al dissesto dei versanti

Il bacino del Torrente Cerusa è costituito prevalentemente da aree a suscettività al dissesto medio-alta; le aree classificate come Pg 1 (suscettività bassa) sono limitate a quelle zone con bassa acclività e lungo lo spartiacque tra il bacino del torrente Cerusa e quello del torrente Leiro.

Si riconoscono alcune frane attive di dimensioni significative in particolar modo tre nel settore Nord del bacino, una in prossimità di Bric Rocca dei Galli, una sopra alla galleria autostradale "Asino Morto", una di dimensioni ridotte in località Pero Grosso e due nel tratto terminale del torrente Cerusa, in sponda destra.

3.3.5. Area 5 (Bacino Torrente Leiro)

3.3.5.1. Commento alla carta della suscettività al dissesto dei versanti

Per quanto riguarda la litologia l'area del bacino è stata suddivisa in due complessi litologici ritenuti omogenei sia per le caratteristiche geologiche e strutturali, che per l'assetto geomorfologico, l'abbondanza e le tipologie dei movimenti franosi. Sono stati pertanto individuati:

- un complesso caratterizzato da ultramafiti (Area = 9 Km²)
- un complesso costituito prevalentemente da calcescisti e micascisti con intercalazioni di serpentiniti, serpentinoscisti e metabasiti (Area = 19 Km²)

Nel complesso delle ultramafiti le tipologie di frana sono riconducibili a movimenti di crollo e scivolamento, in cui i fenomeni di instabilità sono connessi alle caratteristiche dei parametri meccanici ed alle condizioni idrauliche lungo le discontinuità. Nella zona di Punta Martin e nel bacino del Rio Baiardetta; sono stati rilevati movimenti di piccole e medie dimensioni che si sviluppano senza soluzione di continuità e che interessano prevalentemente il substrato roccioso.

Nel complesso dei calcescisti, invece, la franosità interessa sia l'ammasso roccioso di substrato, sia i terreni di copertura eluvio-colluviali, con tipologie di movimenti riconducibili a meccanismi di scivolamento e colamento che generalmente nell'evoluzione dei fenomeni sono associati determinando cinematismi di tipo complesso. Particolare rilevanza assumono i contatti litologici e/o tettonici, e la copertura detritica eluvio-colluviale e/o il substrato alterato, in corrispondenza dei quali sono avvenuti numerosi dei movimenti franosi rilevati. Le aree in frana risultano distribuite in modo omogeneo su tutto l'areale del complesso ed interessano sia l'ammasso roccioso di substrato, caratterizzato da ridotte caratteristiche meccaniche e da elevata alterabilità, sia i terreni di copertura eluvio-colluviali.

In merito ai rapporti tra fattore pendenza e condizioni di instabilità, le analisi statistiche univariate effettuate hanno evidenziato che tale variabile risulta non particolarmente efficace nel distinguere zone caratterizzate da un diverso grado di stabilità. Il risultato comunque, anche se condizionato dalla scelta degli intervalli che caratterizzano le diverse classi, evidenzia che la propensione al dissesto non aumenta linearmente con l'acclività, ma che, in rapporto alle caratteristiche litotecniche del materiale, esiste un intervallo clivometrico nel quale i fenomeni franosi si registrano con maggior frequenza.

Il fattore uso del suolo, inoltre, è stato anche utilizzato per identificare la distribuzione spaziale di fenomeni superficiali tipo soil slip che si sviluppano soprattutto in corrispondenza di eventi pluviometrici intensi e concentrati. Anche in questo caso, in modo ancora più evidente, la classe d'uso del suolo dei coltivi in genere è risultata la più soggetta a tali fenomeni.

Per quanto riguarda il parametro orientazione dei versanti, infine, con riferimento alla sola classe d'uso del suolo dei coltivi in genere, è stato rilevato che, in prima approssimazione, esiste una correlazione significativa tra la distribuzione delle frane e l'orientazione del versante. In particolare l'effetto discriminante è soprattutto evidente per quelle aree esposte ai quadranti orientali; tuttavia, considerando la ridotta estensione dell'area di riferimento relativa alla classe Est, si ritiene di considerare con cautela questo risultato.

I risultati dello studio, in sintesi, evidenziano come le criticità idrogeologiche riscontrate nel bacino sono da riferirsi sostanzialmente a processi di riattivazione di fenomeni pregressi tipologicamente riconducibili a colamenti e scivolamenti ed all'insorgere di fenomeni superficiali di prima generazione tipo colamento rapido ovvero fenomeni di crollo.

La principale causa innescente dei fenomeni è connessa all'evenienza di fenomeni pluviometrici concentrati o ricorrenti su lungo periodo.

La riattivazione di movimenti pregressi ha come ulteriore causa innescante i fenomeni erosivi spondali che determinano rimobilizzazioni soprattutto in prossimità del piede degli accumuli.

In rapporto alle caratteristiche di urbanizzazione presenti all'interno del bacino non si osservano situazioni significative di attivazioni di fenomeni di importanti dimensioni che abbiano come causa innescante l'attività antropica. Solo a livello puntuale l'intervento dell'uomo determina ridotti fenomeni di squilibrio spesso ubicati lungo la rete viaria.

Nell'ambito del bacino, se si escludono la frana in Località Serrara, non si rilevano fenomeni di "grandi" dimensioni e non sono presenti problematiche di instabilità che coinvolgano interi centri abitati.

Frane di prima generazione si manifestano soprattutto in corrispondenza di eventi pluviometrici intensi e concentrati. Localmente si determinano densità di innesco per unità di superficie estremamente elevate.

Si tratta soprattutto di collassi rapidi di piccole dimensioni che, in rapporto alla dinamica evolutiva, comportano un elevato grado di pericolosità (fenomeni a cinematica veloce).

Per questi fenomeni si rileva una evidente propensione all'innesco nelle aree caratterizzate da coltivi ed ex-coltivi terrazzati. In concomitanza con eventi meteorologici rari, anche le zone boscate non sono esenti dall'instaurarsi di simili movimenti.

3.3.6. Area 6 (*Bacini minori e aree scolanti del Ponente genovese*)

3.3.6.1. Commento alla carta della suscettività al dissesto dei versanti

L'area dei bacini minori e delle aree scolanti del Ponente genovese si presenta condizionata dal punto di vista della distribuzione della suscettività da tre fattori principali: le aree di colmata a mare, la fascia costiera a bassa acclività e l'intensa urbanizzazione.

La gran parte della fascia costiera, occupata da insediamenti portuali e industriali e dalle zone urbane di Voltri, Prà, Pegli, Sestri Ponente, Cornigliano e Sampierdarena risulta sostanzialmente a suscettività molto bassa dato la condizione pianeggiante.

Le restanti aree vengono classificate in modo omogeneo come Pg1, Pg2 e Pg 3b. Fa eccezione l'area della cava attiva del Monte Gazzo.

3.4 Problematiche di tipo idraulico

3.4.1 Aree storicamente inondate

Sulla base delle informazioni cartografiche reperite presso gli Enti Pubblici, ed in particolare le Amministrazioni Comunali interessate, le zone interessate in passato da fenomeni di esondazione, ricadenti nelle aree 1, 2, 3, 4, 5 e 6, sono state riportate sulla Carta delle Aree Storicamente Inondate redatta alla scala 1:25.000.

Per la redazione della carta si è fatto riferimento alla “Mappa del Rischio di inondazione presente nel Territorio Regionale” – Aree Storicamente Inondate – aggiornamento 15/7/98 (Bollettino Ufficiale regione Liguria 17/2/99 Supplemento Straordinario N. 7) realizzata alla scala 1:25.000 ed al suo aggiornamento (delib. 594/01) fornito da Provincia di Genova. Inoltre, per quanto riguarda il Rio Capuzzola (Area 1), si è tenuto conto anche delle Aree interessate dall'evento alluvionale del Settembre 2002.

Di seguito è brevemente riportato l'elenco, area per area, delle zone storicamente inondate.

Area 1

- ✓ Torrente Arrestra: tratto compreso tra il viadotto autostradale, in prossimità dei campi da calcio, fino allo sbocco a mare;
- ✓ Rio Beuca: tratto compreso tra la località Cuxu e lo sbocco a mare;
- ✓ Torrente Rumaro: tratto compreso tra il viadotto autostradale e lo sbocco a mare;
- ✓ Rio Capuzzola: tratto compreso tra il viadotto autostradale e lo sbocco a mare. Anche il suo affluente principale in sponda destra, il rio Calano, risulta storicamente esondato nel tratto compreso tra il viadotto autostradale e la sua confluenza col rio Capuzzola;
- ✓ Rio Terroso: tratto compreso tra il viadotto autostradale e lo sbocco a mare;
- ✓ Rio Prino – Scandolaro: tratto compreso tra il viadotto autostradale e lo sbocco a mare.

Area 2

- ✓ Torrente Lerone: tratto compreso tra località Lerca e lo sbocco a mare.

Area 3

- ✓ Torrente Cantarena: tratto compreso tra località Ronco, 100 m circa a monte del tracciato autostradale, e lo sbocco a mare.

Area 4

- ✓ Torrente Cerusa: zona fociva, tratto compreso tra viadotto autostradale e lo sbocco a mare.

Area 5

- ✓ Torrente Leiro: tratto compreso tra il Comune di Mele e lo sbocco a mare. Lungo il corso del rio Acquasanta, affluente di sinistra del torrente Leiro, vi sono aree storicamente inondate: in località Baiarda, Pezzuolo Crueia e Giardin.

Area 6

- ✓ Rio Rexello: tratto compreso tra Quartiere Giardino e lo sbocco a mare.
- ✓ Rio Zanina-Marotto: zona portuale. Tratto compreso tra via Muledo e il tracciato ferroviario.
- ✓ Rio Molinassi: zona portuale. Tratto compreso tra via Merano ed il tracciato ferroviario.
- ✓ Torrente Cantarena; tratto compreso tra Villa Rossi e la stazione ferroviaria di Sestri Ponente.
- ✓ Rio Roncallo: tratto compreso tra piazza Rizzoli ed il tracciato ferroviario.

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

3.4.2 Verifiche idrauliche

3.4.2.1 Premessa

Al fine principale dell'individuazione delle criticità idrauliche dei corsi d'acqua del bacino e delle aree soggette a rischio di inondazione è necessario lo svolgimento di un'indagine in merito alla dinamica dei fenomeni di piena.

L'analisi è stata condotta sulla base dei dati e delle informazioni raccolte durante lo svolgimento degli studi propedeutici precedentemente realizzati relativi alla caratterizzazione morfologica, all'idrologia di piena ed al Catasto delle opere interferenti con i corsi d'acqua.

L'indagine è stata completata attraverso una ricostruzione storica delle criticità idrauliche dei bacini che ha consentito di circoscrivere maggiormente i tratti di alveo e le sezioni significative

L'approccio metodologico dell'analisi delle criticità idrauliche si è svolto secondo due diverse linee di azione (verifiche per tratti locali e verifiche per tratti estesi), in funzione sia della conformazione morfologica e della complessità geometrica dell'alveo, sia della documentazione e dei rilievi disponibili.

Le verifiche per tratti estesi hanno riguardato i torrenti Arrestra, Rumaro, Lerone, Cantarena, Cerusa e Leiro e i rii Beuca, Capuzzola, Terroso, Senza Nome 1, San Martino, San Michele, Mulinassi, Cantarena e Grillé.

Secondo quanto descritto con maggior dettaglio nei paragrafi successivi, lungo tali tratti è stato effettuato il calcolo del profilo di rigurgito in moto permanente gradualmente variato con i valori di massima piena 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale.

Le verifiche per tratti locali hanno invece riguardato i soli manufatti di attraversamento e le numerose tombinature dei rii presenti nelle aree studiate, in particolare nell'area 6 Ponente Genovese. Per quest'area sono state utilizzate come integrazione dei rilievi speditivi effettuati sul terreno, dati sulle sezioni delle varie tombinature forniti da Genova Acque.

L'obiettivo primario delle verifiche è stato quello di determinare il livello di criticità idraulica complessiva dei singoli tratti o manufatti esaminati; pertanto, pur mantenendo un elevato livello d'affidabilità, esse rivestono carattere qualitativo, finalizzato alla pianificazione di bacino o di ambito e non tanto alla verifica o al progetto dei singoli manufatti o di sistemazioni di tratti di alveo.

Per quanto riguarda le caratteristiche dimensionali degli alvei e dei manufatti con essi interferenti, si è fatto riferimento ad una serie di rilievi topografici già esistenti o si è provveduto, nel caso di mancanza di dati, ad una serie di rilievi speditivi specificatamente effettuati in sito.

I rilievi speditivi sono stati integrati con la cartografia tecnica disponibile (Carta Tecnica Regionale in scala 1:5000, cartografia tecnica del Genio Civile in scala 1:1000 aggiornata al 1972) e con una serie di rilievi fotografici effettuati nel corso dei sopralluoghi.

3.4.2.2 Verifiche per tratti locali

In assenza di variazioni significative della forma e delle dimensioni dell'alveo e di restringimenti bruschi di sezione, le caratteristiche della corrente sono state determinate nelle ipotesi di moto uniforme ed in condizioni critiche in ciascuna delle sezioni di interesse.

Poiché le sezioni esaminate sono risultate prevalentemente di forma regolare, per semplicità di calcolo sono state assimilate a sezioni rettangolari equivalenti.

Sotto tali ipotesi sono state valutate la profondità critica Y_c [m] e la profondità uniforme Y_u [m] mediante le seguenti relazioni:

$$Y_c = \sqrt[3]{\frac{1}{g} \cdot \left(\frac{Q}{b}\right)^2}$$

$$Q = \frac{K_s \cdot \sqrt{i_f} \cdot (b \cdot y_u)^{5/3}}{(2y_u + b)^{2/3}}$$

dove Q [m^3/s] è la portata, b [m] la larghezza della sezione, g [m/s^2] l'accelerazione di gravità, K_s [$m^{1/3}s^{-1}$] il coefficiente di scabrezza ed i_f la pendenza del fondo.

La verifica idraulica dei manufatti è stata quindi effettuata utilizzando la profondità maggiore. Il singolo manufatto è stato definito sufficiente nel caso in cui presentasse un franco di sicurezza maggiore di 0.5 m

Vista la natura torrentizia degli alvei in studio, tale scelta risulta cautelativa in quanto la corrente indisturbata presenta nella maggior parte dei casi le caratteristiche di corrente veloce ($Fr > 1$). La verifica idraulica dei manufatti è stata effettuata pertanto utilizzando la profondità maggiore.

In presenza di restringimenti dovuti alla particolare conformazione dell'alveo o alla presenza di manufatti artificiali (quali pile, spalle, ecc.) si è ipotizzato il moto con transizione attraverso lo stato critico all'interno della sezione ristretta ed è stata calcolata la profondità nella sezione di monte dovuta al rigurgito in corrente lenta.

Il calcolo è stato eseguito mediante l'utilizzo della formula di Marchi, valida per sezioni rettangolari:

$$Y_m = K \cdot \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g \cdot b_m^2 \cdot F_L^2}}$$

dove K è un fattore di forma, b_m [m] è la larghezza della sezione di monte e F_L è il valore del numero di Froude limite tabulato in funzione del rapporto di restringimento.

Il valore di K è stato assunto per tutte le verifiche uguale a 1.14, corrispondente alla situazione più sfavorevole di pile con fronti squadriati.

3.4.2.3 Verifiche per tratti estesi

I profili di corrente per portate con tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni, dei torrenti Arrestra, Rumaro e dei rii Beuca, Capuzzola, Terroso, Senza nome 1, appartenenti all'area 1; del Torrente Lerone, appartenente all'area 2; del Rio San Martino e del Torrente Cantarena appartenenti all'area 3; del Torrente Cerusa, appartenente all'area 4 e del Torrente Leiro appartenente all'area 5, dei rii San Michele, Mulinassi, Cantarena e Grillé appartenenti all'area 6 sono stati calcolati mediante l'ausilio del programma di modellazione idraulica HEC-RAS basandosi sulle ipotesi di moto permanente.

3.3.2.3.1. Il moto permanente

La simulazione dei livelli idrici nelle verifiche per tratti estesi, è stata svolta inquadrando il problema nell'ambito dello schema di moto permanente.

Il moto permanente di una corrente a pelo libero quasi cilindrica prende anche il nome di moto gradualmente variato poiché è caratterizzato da variazioni di forma ed eventualmente di direzione così lente da mantenere nelle singole sezioni le linee di corrente sensibilmente rettilinee e parallele tra loro.

In ogni sezione normale all'asse della corrente, la pressione varia seguendo la legge idrostatica. La condizione di continuità prevede che la portata sia costante, mentre l'area della sezione Ω e la velocità media U variano gradualmente lungo l'asse s della corrente:

$$(1) \quad Q = \Omega U = \text{cost.}$$

L'equazione del moto è espressa mediante la formula:

$$(2) \quad j = -\frac{dH}{ds}$$

dove H , che rappresenta il carico totale o effettivo, è espresso dalla relazione:

$$(3) \quad H = z_f + \frac{p}{\gamma} + \frac{U^2}{2g}$$

Per quanto concerne la cadente j del carico effettivo, essa si valuta assumendo che gli sforzi tangenziali sul contorno dipendano solo dalle condizioni della parete, dalla forma della sezione e dalla velocità media. Si pone quindi:

$$(4) \quad j = \frac{U^2}{\chi^2 R} = \frac{U^2}{g C^2 R} = \frac{\lambda U^2}{4 R 2 g}$$

a seconda che venga utilizzato il coefficiente di Chèzy χ , oppure i coefficienti adimensionali di resistenza C o λ . Per la valutazione di tali coefficiente è necessario tenere conto del fatto che essi variano da sezione a sezione, dal momento che cambiano l'area della sezione ed il valore del perimetro bagnato (e di conseguenza il raggio idraulico e la scabrezza relativa). Il numero di Reynolds varia anch'esso ma la sua influenza sulle leggi di resistenza delle correnti a pelo libero è di norma trascurabile.

Il tracciamento del profilo della superficie libera di un corso d'acqua naturale in moto permanente richiede per la risoluzione, l'utilizzo di procedimenti di calcolo numerico.

3.3.2.3.2. Il software HEC-RAS

Le verifiche idrauliche dei torrenti Arrestra, Rumaro, Lerone, Cantarena, Cerusa e Leiro sono state condotte per portate con tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni in ipotesi di moto permanente, mediante l'utilizzo del software di modellazione idraulica HEC-RAS.

HEC – RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) è un programma che consente di calcolare i profili idraulici in condizioni di moto permanente e corrente monodimensionale (lenta, veloce o in regime misto). Il programma può trattare un vasto campo di situazioni reali, dalle reti di canali artificiali, ai corsi d'acqua a uno o più rami.

A tal fine si può stabilire a priori se la corrente è lenta o veloce, in modo da accelerare le procedure di calcolo qualora si sappia che non si realizzano passaggi della profondità critica.

La procedura iterativa di calcolo, conosciuta generalmente con il nome "Step Area Method", è basata sulla soluzione dell'equazione mono - dimensionale della quantità di moto, valutando mediante la relazione di Manning le perdite dovute ad attrito nello schema di moto localmente uniforme e con formule empiriche le perdite di carico concentrate.

Nelle situazioni in cui il profilo del pelo libero assume un andamento rapidamente variato, si usa l'equazione di conservazione della quantità di moto misto (risalti idraulici), l'idraulica dei ponti e la valutazione dei profili in corrispondenza delle confluenze fluviali. Inoltre il programma tiene conto delle varie ostruzioni quali coperture, traverse e strutture interne alle sezione di deflusso.

Le principali limitazioni del programma sono costituite dal fatto che i profili sono calcolabili per le sole correnti monodimensionali in condizioni di moto permanente, con il vincolo che la pendenza dei tratti studiati non possa superare il 10%.

Le seguenti due equazioni sono risolte mediante una procedura iterativa (standard step method) allo scopo di calcolare la quota del pelo libero incognita per una sezione:

- equilibrio energetico:

$$(1) \quad h_2 + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} = h_1 + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} + \Delta H$$

- perdite di carico:

$$(1) \quad \Delta H = \lambda L + c \cdot \left| \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \right|$$

in cui:

h_1, h_2 = quote del pelo libero nelle sezioni rispettivamente di monte e di valle

v_1, v_2 = velocità media nelle sezioni rispettivamente di monte e di valle

α_1, α_2 = coefficienti correttivi dell'energia cinetica nelle sezioni rispettivamente di monte e di valle

g = accelerazione di gravità

ΔH = perdite di carico nel tratto

L = lunghezza del tratto di riferimento (pesata sulle portate nel caso di alveo pluricursale)

λ = coefficiente di attrito per le perdite distribuite nel tratto

c = coefficiente di perdita di carico localizzata nelle eventuali variazioni di sezioni

La lunghezza del tratto di riferimento viene pesata sulle portate ed è ricavata dalla relazione:

$$(2) \quad L = \frac{L_{sx} \cdot \bar{Q}_{sx} + L_{ch} \cdot \bar{Q}_{ch} + L_{dx} \cdot \bar{Q}_{dx}}{\bar{Q}_{sx} + \bar{Q}_{ch} + \bar{Q}_{dx}}$$

in cui:

L_{sx}, L_{ch}, L_{dx} = lunghezza specifica per l'area, interessata al flusso, a sinistra, all'interno e a destra delle sponde

$\bar{Q}_{sx}, \bar{Q}_{ch}, \bar{Q}_{dx}$ = media aritmetica (sulle due sezioni) delle portate di competenza delle sotto - sezioni a sinistra, all'interno ed a destra delle sponde

Allo scopo di determinare la portata complessiva in una sezione, il flusso deve essere diviso in sotto - sezioni per le quali si possa considerare la distribuzione di velocità come uniforme, senza per questo incorrere in approssimazione eccessive.

La conduttanza di competenza di ogni sotto - sezione è ottenuta mediante la seguente equazione:

$$(3) \quad k = \frac{1}{n} ar^{2/3}$$

in cui:

k = conduttanza nella sotto - sezione

n = coefficiente di Manning per la sotto - sezione

a = area della sotto - sezione interessata al flusso

r = raggio idraulico della sotto - sezione

La conduttanza totale sarà data dalla somma delle conduttanze di competenza di ogni sotto - sezione.

Naturalmente è sufficiente dividere la sezione in tre aree con diverse caratteristiche rappresentate rispettivamente dal canale e dalle due aree golenali.

Anche il coefficiente correttivo dell'energia cinetica è ricavato tenendo conto della suddivisione della sezione, tramite la seguente equazione:

$$(4) \quad \alpha = A^2 \frac{\left(\frac{K_{sx}^3}{A_{sx}^2} + \frac{K_{ch}^3}{A_{ch}^2} + \frac{K_{dx}^3}{A_{dx}^2} \right)}{K^3}$$

in cui:

A = area totale interessata al flusso

K = conduttanza totale nella sezione

A_{sx} , A_{ch} , A_{dx} = area, interessata al flusso, rispettivamente per le sotto - sezioni a sinistra, all'interno ed a destra delle sponde

K_{sx} , K_{ch} , K_{dx} = conduttanze nelle sotto - sezioni, rispettivamente, a sinistra, all'interno e a destra delle sponde.

Le perdite distribuite nel tratto di lunghezza L (pesata sulle portate) è data dal prodotto di quest'ultima per il coefficiente di attrito λ .

$$(5) \quad \Delta H = \lambda L$$

Il programma consente di scegliere l'espressione di λ tra le seguenti alternative:

- coefficiente di attrito media aritmetica:

$$(1) \quad \lambda = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2}$$

- coefficiente di attrito media sulle portate:

$$(1) \quad \lambda = \left(\frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right)^2$$

- coefficiente di attrito media geometrica:

$$(1) \quad \lambda = \sqrt{\lambda_1 \cdot \lambda_2}$$

- coefficiente di attrito media armonica:

$$(1) \quad \lambda = \frac{2\lambda_1 \cdot \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}$$

in cui:

Q_1 , Q_2 = portata nelle due sezioni che limitano il tratto

K_1, K_2 = conduttanza nelle due sezioni che limitano il tratto

λ_1, λ_2 = coefficienti di attrito nelle due sezioni che limitano il tratto

Il calcolo delle perdite di carico dovute alla contrazione o espansione della corrente si basa sulla seguente relazione:

$$(2) \quad \Delta H = c \cdot \left| \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \right|$$

dove:

v_1, v_2 = velocità media nelle sezioni rispettivamente di monte e di valle

α_1, α_2 = coefficienti correttivi dell'energia cinetica nelle sezioni rispettivamente di monte e di valle

g = accelerazione di gravità

ΔH = perdite di carico concentrate nel tratto

c = coefficiente di perdita di carico localizzata nelle eventuali variazioni di sezioni

Secondo il programma si verifica una contrazione della corrente ogni volta che il carico cinetico a valle è maggiore di quello a monte; analogamente, quando il carico cinetico a monte è maggiore di quello a valle, il programma assume che vi sia un'espansione.

Il coefficiente c nel caso di espansione varia tra 0.3 e 0.8, mentre nel caso di contrazione varia tra 0.1 e 0.6.

La quota del pelo libero ad una sezione trasversale è determinata risolvendo iterativamente le equazioni (5) e (6) secondo la seguente procedura:

Passo 1 Assunzione di un valore (arbitrario) per la quota del pelo libero nella sezione più a monte, nel caso di corrente veloce, od a valle nel caso di corrente lenta.

Passo 2 Determinazione della portata totale e della velocità della corrente corrispondenti alla quota di cui al passo 1.

Passo 3 Calcolo del valore del coefficiente di attrito λ e determinazione delle perdite energetiche mediante la risoluzione dell'equazione (10).

Passo 4 Calcolo della quota del pelo libero h_2 mediante risoluzione dell'equazione 1 utilizzando i valori ottenuti con i passi 2 e 3.

Passo 5 Comparazione del valore della quota del pelo libero calcolata con il passo 4 con quella assunta al passo 1; ripetizione dell'intera procedura finché la differenza tra le due quantità è ridotta all'ordine di 1 cm.

Una volta ottenuta la quota del pelo libero “bilanciata” in una sezione, il programma verifica che questa sia in accordo con le ipotesi assunte sul regime della corrente; se ciò non avviene la quota del pelo libero verrà considerata coincidente con la profondità critica.

La profondità critica è la quota per la quale il carico specifico è minimo e viene calcolata con procedura iterativa basata sull'equazione che definisce il carico specifico in una data sezione.

La profondità critica per una sezione trasversale viene determinata ogni volta che si verifica una delle seguenti condizioni:

- La corrente è veloce;
- Il calcolo della profondità critica viene richiesto dall'utente;
- Il programma non è riuscito a bilanciare l'equazione dell'energia entro i limiti della tolleranza prestabilita al raggiungimento del numero massimo di iterazioni.

La quota del pelo libero iniziale per le sezioni al contorno può essere specificata in uno dei seguenti quattro modi:

- come profondità critica;
- come una elevazione nota;
- come profondità di moto uniforme con pendenza assegnata, ovvero come pendenza della linea dei carichi assegnata;
- da una scala di deflusso.

La portata viene specificata in una apposita variabile nella sezione di monte, ma può essere variata in una qualunque sezione e per tutte le sezioni a valle impostando una seconda variabile.

La geometria delle sezioni trasversali è specificata per punti rappresentati dalle posizioni rispetto ad un riferimento arbitrario e dalle elevazioni rispetto ad un dato, mentre la coordinata longitudinale (lungo l'asse della corrente) è individuata in base alla distanza tra una sezione e la successiva. Devono inoltre essere indicate le posizioni del limite dell'alveo inciso ed eventualmente le sommità arginali.

Tali sezioni dovrebbero comprendere tutte le aree golenali¹ ed essere perpendicolari alle linee di corrente previste. Essendo il modello monodimensionale si devono comprendere nella sezione solo quelle aree che risultano percorse dal deflusso prevalentemente unidirezionale, escluse quindi le aree inondabili che non

¹ Nel caso la sezione definita non sia sufficientemente ampia da contenere il profilo il programma simulerà automaticamente un argine infinitamente alto nel punto più esterno della sezione che risulterebbe quindi al di sotto del pelo libero.

siano propriamente golenali. Inoltre bisogna porre attenzione a definire le sezioni in modo coerente per evitare allargamenti e/o restringimenti che altererebbero il profilo di moto permanente.

E' necessario localizzare le sezioni trasversali in ubicazioni rappresentative per caratterizzare il corso d'acqua nella sua interezza ovvero dove si verificano cambiamenti di portata, pendenza del fondo o scabrezza, in corrispondenza delle sezioni al contorno ed in corrispondenza di ponti od altre opere idrauliche; è consigliabile considerare un numero maggiore di sezioni per unità di lunghezza laddove le variazioni graduali siano maggiori rispetto a tronchi caratterizzati da variazioni minori.

La spaziatura delle sezioni trasversali è anche funzione dell'ampiezza del corso d'acqua (circa una sezione ogni 5 – 10 lunghezze).

Ogni ponte è descritto da quattro sezioni: due a monte del ponte e due a valle, di cui le due centrali in corrispondenza del ponte e le altre ad una distanza sufficiente da poter ritenere la corrente indisturbata rispetto al ponte stesso.

- Sezione 1: deve trovarsi sufficientemente a valle della struttura cosicché la corrente non ne risente (cioè in modo che riesca a espandersi completamente). L'USGS (United States Geological Survey) ha stabilito un criterio secondo il quale la sezione deve essere posizionata ad una distanza, verso valle, pari alla larghezza dell'apertura del ponte;
- Sezione 2: deve trovarsi a breve distanza dal versante di valle del ponte. Questa sezione dovrebbe rappresentare la sezione di deflusso appena dopo il ponte;
- Sezione 3: deve trovarsi a breve distanza dal versante di monte del ponte. La distanza fra la sezione e il ponte dovrebbe riflettere solamente la lunghezza necessaria alla brusca accelerazione e contrazione della corrente che avviene nell'area nelle immediate vicinanze dell'apertura. Questa sezione rappresenta inoltre la sezione di deflusso appena a monte del ponte;
- Sezione 4: rappresenta la sezione dove le linee di deflusso sono approssimativamente parallele. L'USGS ha stabilito un criterio secondo il quale la sezione deve essere posizionata ad una distanza verso monte pari alla larghezza dell'apertura del ponte.

I dati relativi al ponte di cui la procedura necessita riguardano, oltre alla forma e alla larghezza delle pile, la posizione dell'asse nel riferimento trasversale ed una serie di punti incrementati lungo la sezione cui sono associate le quote dell'estradosso e dell'intradosso dell'impalcato.

Le perdite di carico causate da strutture quali ponti o coperture sono calcolate in due parti: in primo luogo vengono calcolate le perdite dovute all'espansione ed alla contrazione della sezione sui lati a monte ed a valle della struttura e secondariamente viene calcolata la perdita concentrata dovuta alla struttura stessa; a tal scopo sono disponibili due metodi:

- metodo “pelo libero” che si applica a ponti senza pile e a ponti ad arco interessati da una corrente il cui pelo libero abbia una quota inferiore a quella dell’imposta del ponte: consiste in una semplice sottrazione dell’area occupata dal ponte da quella definita dal contorno del terreno;
- metodo “in pressione²” che si applica in tutti gli altri casi, con particolare riguardo a condizioni di corrente che comportino l’attraversamento della profondità critica; con questo metodo viene ad essere diversificata la procedura e quindi il set di equazioni utilizzato a seconda delle caratteristiche del flusso in rapporto al ponte;

in particolare:

- se la quota del pelo libero è minore dell’imposta del ponte si distinguono i casi e le soluzioni proposte in funzione del regime della corrente
 - In caso di corrente veloce viene generalmente utilizzato il bilancio dei momenti (subito a monte e a valle del ponte) basato sull’equazione proposta da Koch e Carstanjen nel 1962:

$$(18) \quad m_1 - m_{p1} + \frac{Q^2}{gA_1^2} \left(A_1 - \frac{c_p}{2} A_{p1} \right) = m_2 + \frac{Q^2}{gA_2} = m_3 - m_{p3} + \frac{Q^2}{gA_3}$$

in cui:

A_1, A_3 = area interessata al flusso, rispettivamente nelle sezioni a monte ed a valle del ponte;

A_2 = area interessata al flusso, depurata dell’area delle pile ad una sezione compresa nel ponte;

A_{p1}, A_{p3} = aree ostruite rispettivamente nelle sezioni a monte e a valle;

y_1, y_2, y_3 = distanza del pelo libero dai centri di gravità di A_1, A_2, A_3

m_1, m_2, m_3 = rispettivamente A_1y_1, A_2y_2, A_3y_3

m_{p1}, m_{p3} = rispettivamente $A_{p1}y_{p1}, A_{p3}y_{p3}$

c_p = coefficiente di resistenza delle pile, compreso tra 2 (pile squadrate) e 1,33 (pile semicircolari);

y_{p1}, y_{p3} = distanza del pelo libero dai centri di gravità di A_{p1}, A_{p3}

Q = portata;

g = accelerazione di gravità;

² Questo metodo approssima sempre trapeziodalmente l’apertura del ponte

- Nel caso di corrente lenta, all'equazione (11), si preferisce l'espressione di Yarnell che consente di determinare il cambiamento di quota del pelo libero nell'attraversare il ponte:

$$(1) H_3 = 2K_f (K_f + 10\omega - 0,6) (\alpha + 15\alpha^4) \frac{v_3^2}{2g}$$

in cui:

H_3 = diminuzione della quota del pelo libero tra i lati di monte e di valle

K_f = coefficiente di forma delle pile del ponte

ω = rapporto tra il valore del carico cinetico e quello della profondità del pelo libero nella sezione di valle del ponte

α = rapporto tra la parte del di sezione ostruita dal ponte e quella libera

v_3 = velocità a valle del ponte

g = accelerazione di gravità

La quota del pelo libero nella sezione di monte verrà calcolata aggiungendo il valore così ottenuto alla quota del pelo libero nella sezione di valle (già nota per le precedenti elaborazioni).

- Se la quota del pelo libero è pari a quella dell'imposta del ponte si è nel caso di flusso in pressione e viene impiegata l'equazione per il flusso attraverso un orifizio, pubblicata sul Manuale di Ingegneria dell'U.S. Army Corps of Engineering:

$$(1) Q = A \sqrt{\frac{2gH}{K}}$$

in cui:

H = differenza tra il valore del carico a monte del ponte e la quota del pelo libero a valle

K = coefficiente totale di perdita di carico

A = area della luce libera del ponte

g = accelerazione di gravità

Q = portata defluente sotto il ponte

- Se la quota del pelo libero supera l'elevazione dell'imposta del ponte e la luce è ostruita si applica l'equazione (14):

$$(1) Q = C \cdot L \cdot H^{3/2}$$

in cui:

H = differenza tra il valore del carico a monte del ponte e la quota dell'estradosso

C = coefficiente di portata

L = larghezza effettiva dello stramazzo

Q = portata defluente sopra il ponte

Spesso il flusso reale è dato da una combinazione di questi casi. Il programma allora utilizza una procedura iterativa basata sulle equazioni suddette allo scopo di determinare le portate relative a tutti i distinti tipi di flusso.

La procedura consiste nell'assunzione di valori progressivi per il carico totale per determinare la portata totale finché questa non differisce di più dell'1% da quella del passo precedente o dal valore prefissato.

3.4.3 Fasce di inondabilità

Per mappatura delle aree a rischio di inondazione si intende la rappresentazione delle aree perifluviali soggette ad inondazione da parte delle acque non più contenute nell'alveo dei corsi d'acqua in corrispondenza di tratti insufficienti al deflusso per fissate probabilità di evenienza, corrispondenti cioè a specificati periodi di ritorno della portata di piena corrispondente.

Quindi nei tratti in cui la portata considerata non trova più capienza certa nell'alveo, si prevedono fenomeni di esondazione. In tali tratti sono state determinate le aree perifluviali contigue al corso d'acqua e inondabili di conseguenza. Sulla base delle portate al colmo di piena per i periodi di ritorno di 50, 200 e 500 anni, è stata individuata, con gli opportuni franchi di sicurezza, l'estensione areale delle possibili inondazioni, determinando così le seguenti tre fasce di inondabilità:

- $T = 50$ anni, al fine di individuare le aree soggette a inondazioni a seguito di piene ordinarie, e con frequenza quindi non socialmente accettabile.
- $T = 200$ anni, al fine di individuare le aree soggette a medio rischio di inondazione sulle quali attuare misure che garantiscano sia di non aumentare il rischio attuale per le popolazioni sia di non pregiudicare possibili sistemazioni definitive e l'attuazione delle indicazioni dei relativi piani di bacino.
- $T = 500$ anni o, se più estese, aree storicamente inondate: in linea con recenti provvedimenti ministeriali, al fine di individuare una fascia a rischio per eventi eccezionali.

Per tale mappatura è stato adottato il modello delle "curve di livello". La denominazione "Curve di livello" discende dal fatto che la conformazione della linea che delimita le aree soggette al medesimo rischio idraulico è del tutto simile ad una curva di livello che raccordi i punti aventi uguale probabilità di esondazione.

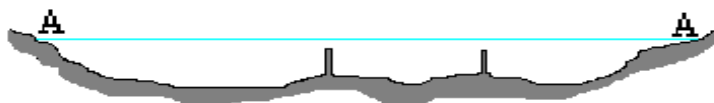
Il principio che sta alla base del modello è costituito dall'ipotesi che, in moto permanente e in un tempo potenzialmente infinito, si possa arrivare ad avere il livello del pelo libero orizzontale in tutta la sezione, dalla valle in corrispondenza del punto

di esondazione. In un moto permanente le caratteristiche del moto sono indipendenti dal tempo e quindi si può supporre che la corrente abbia il tempo sufficiente ad inondare tutte le aree circostanti il corso d'acqua fino a giungere ad una condizione di pelo libero orizzontale sezione per sezione, ipotesi senz'altro a favore di sicurezza.

Una volta valutato il profilo della corrente per ogni periodo di ritorno, supponendo gli argini infinitamente alti, la determinazione delle aree inondabili viene eseguita prolungando, orizzontalmente nel loro piano al di fuori degli argini fino ad incontrare il piano di campagna, la quota del pelo libero di quelle sezioni insufficienti ad un regolare deflusso della portata. Tale procedura viene ripetuta per tutte le sezioni in cui la portata non ha capienza certa nell'alveo. L'area compresa tra gli argini ed il raccordo di tutti i punti così calcolati definisce l'area soggetta ad inondazione.

Seguendo tale procedura di calcolo, con riferimento alla figura seguente, l'area inondata risulta essere quella definita dal raccordo di tutti i punti A - A.

Tale metodo, per la sua stessa concezione, tende evidentemente a sovrastimare l'estensione areale dell'inondazione. Esso, essendo comunque a favore di sicurezza, può in situazioni di alveo fortemente inciso fornire una valida approssimazione delle aree inondabili.



Metodo "curve di livello"

Il metodo utilizzato per determinare le fasce di inondabilità non permette inoltre una definizione quantitativa delle velocità di scorrimento, tuttavia, essendo le inondazioni particolarmente concentrate in tratti urbani, si può ragionevolmente ritenere che le maggiori velocità di scorrimento si realizzino lungo la viabilità posta in prossimità degli alvei che diventa naturalmente sede preferenziale di scorrimento delle acque esondate.

A fini di applicazione normativa, inoltre, le aree inondate approvate con DGR 59/2015, laddove più esterne alle vigenti aree di fascia A e non siano state adeguatamente approfondite sulla base di studi idraulici aggiornati, sono state classificate come *"aree individuate come a rischio di inondazione sulla base di considerazioni geomorfologiche o di altra evidenze di criticità, in corrispondenza delle quali non siano state effettuate nell'ambito del Piano le adeguate verifiche idrauliche"*, con normativa associata di tipo A* (cfr art. 12, c.2, lett a1, punto 4) delle NdA). Si tratta in particolare di aree lungo il t. Cerusa e la zona di Cornigliano.

Resta fermo che, sulla base di ulteriori studi ed approfondimenti, circa la cause e gli effetti delle inondazioni avvenute, possano essere apportati eventuali ulteriori aggiornamenti degli scenari di inondabilità in termini di tempo di ritorno.

3.5 Principali criticità dei bacini

3.5.1. Principali criticità geomorfologiche dei bacini

Le principali criticità di tipo geologico-geomorfologico emergono da una analisi delle carte della suscettività al dissesto e della franosità reale contemplando quelli che sono gli elementi a rischio presenti all'interno di ogni area/bacino.

Vengono quindi descritti nel seguito, suddivisi per aree, quali sono i risultati derivanti dall'analisi delle carte di suscettività al dissesto dei versanti, con particolare riferimento ai potenziali danni ed alle probabili cause innescanti.

AREA 1 (Bacini Torrenti Arrestra, Rumaro e aree scolanti di Cogoleto)

All'interno di quest'area, in particolare per la quasi assenza di elementi a rischio nel bacino del T. Arrestra, le criticità legate al dissesto dei versanti non sono numerose. Tutta l'area si presenta generalmente con pochi ed isolati casi di dissesto puntuale, mentre una suscettività medio-alta è comune nelle parti alte dei versanti soggette a erosione e alterazione superficiale della roccia.

Si citano soltanto due situazioni presenti in sponda sinistra sul tratto focivo del torrente Arrestra, dove sono presenti due aree a rischio molto elevato, una delle quali si trova in prossimità di un capannone industriale, dove uno sbancamento ha causato fenomeni di riattivazione.

Nel bacino del Torrente Rumaro l'area a rischio elevato di dimensioni più significative si trova in prossimità del campo sportivo, l'unica area a rischio molto elevato, di dimensioni assai ridotte, si trova in sponda destra del Torrente Rumaro, nel suo tratto focivo.

AREA 2 (Bacino Torrente Lerone)

Il bacino del Torrente Lerone, pur essendo classificato per una vasta porzione ad alta suscettività al dissesto, non presenta particolari criticità legate all'instabilità dei versanti.

Il bacino si presenta infatti scarsamente antropizzato, in particolare nei settori mediano e montano. Si evidenzia una concentrazione di attività produttive concentrate lungo le aree di fondovalle del tratto terminale del Lerone. I principali nuclei insediativi sono: Lerca e alcune frazioni nei pressi di Sciarborasca.

Le uniche aree, di dimensioni limitate, classificate all'interno del bacino del Torrente Lerone come aree a rischio molto elevato, si trovano nella zona insediata, unicamente in sponda sinistra.

AREA 3 (Bacini minori e aree scolanti di Arenzano)

L'area di Arenzano ed i suoi bacini si presentano a tratti densamente urbanizzati, in particolare ad Ovest (abitato di Arenzano e zone limitrofe) e lungo tutta la fascia costiera.

Nel complesso quindi le principali criticità legate al dissesto dei versanti si concentrano lungo la fascia costiera, per la presenza di versanti in roccia con elevata acclività, e localmente nell'entroterra.

Si segnalano una serie di aree a rischio molto elevato lungo la S.S. Aurelia interessate, direttamente o indirettamente, da fenomeni essenzialmente di crollo, e lungo il tratto autostradale compreso tra Scoglio Nave e Scogli Merlini; altre zone classificate come R4 si riconoscono nella pineta di Arenano.

Una ulteriore area a rischio molto elevato si trova in prossimità del Viadotto Lupara.

Nella parte mediana del bacino del Torrente Cantarena, a monte del viadotto autostradale, si riconosce un vasto areale caratterizzato da rischio elevato o molto elevato.

Gli abitati di Crevari, Pozzetti e Borgonuovo, localizzati all'interno di un vasto movimento franoso quiescente, sono classificati come aree ad alta suscettività al dissesto (R3).

AREA 4 (Bacino Torrente Cerusa)

Nell'area del bacino predominano movimenti caratterizzati da cinematismi veloci e sono riconoscibili tre ambienti geologici principali nei quali prevalgono diverse tipologie di fenomeni franosi.

In particolare sono riconoscibili tre zone di riferimento:

Settore occidentale, caratterizzato dalla presenza di rocce serpentinitiche, prevalgono di crollo, debris avalanche, debris flow e trasporto di massa lungo le aste principali;

Settore centrale del bacino in corrispondenza di una fascia ristretta posta lungo il contatto serpentiniti-calcescisti caratterizzato dalla presenza di una serie di lineazioni tettoniche principali, prevalgono fenomeni di scivolamento di medie e grandi dimensioni e fenomeni superficiali tipo soil slip. In tale zona fenomeni di crollo sono localizzati in zone più circoscritte;

Settore meridionale e nord-orientale del bacino, dove i calcescisti sono prevalenti, la franosità attuale è sostanzialmente rappresentata da piccoli movimenti superficiali che interessano la copertura detritica ovvero il substrato molto alterato mentre rare sono le situazioni riconducibili a frane di scivolamento di estese dimensioni ed a fenomeni di crollo.

Per le zone interessate da D.G.P.V. non si possono escludere a priori fenomeni evolutivi indirizzati verso fasi parossistiche a cinematismo veloce.

Le cause innescanti più comuni di riattivazione di movimenti preesistenti sono rappresentate dall'attività antropica, dall'erosione e dalle precipitazioni.

L'attività antropica costituisce causa principale di riattivazione soprattutto in aree periurbane ed in corrispondenza dei tagli stradali che localmente hanno pesantemente modificato, direttamente ed indirettamente, il comportamento evolutivo dei versanti e la dinamica torrentizia.

L'erosione incanalata costituisce un'importante potenziale causa innescante di rimobilizzazione in tutto il territorio esaminato. Lungo la rete idrografica di deflusso, inoltre, rilevanti sono i processi connessi al trasporto solido che soprattutto nelle zone alte del bacino si manifestano anche con processi di trasporto di massa.

Le precipitazioni, infine, costituiscono un ulteriore importante elemento diretto di potenziale mobilitazione; la determinazione del grado di influenza di tale fattore nel tempo è però ad oggi di non facile quantificazione.

Estesi sono inoltre sono i settori di versante che presentano caratteristiche che possono determinare la formazione di neofrane tipo soil slip e debris flow.

In termini puramente qualitativi si evidenzia che tali fenomeni risultano estremamente distribuiti e nel contempo influenzati da condizioni locali verificandosi in ampi intervalli di pendenza dei versanti e, più frequentemente, in zone non boscate sia in corrispondenza di versanti ad andamento regolare che terrazzato.

In relazione alle diverse situazioni di rischio individuate sono state selezionate quelle zone nell'ambito delle quali si evidenziano condizioni di rischio in atto o potenziali particolarmente significative.

Tali situazioni sono state selezionate funzionalmente alla gravità del dissesto osservato (in atto o potenziale) ed all'importanza degli elementi esposti al rischio, ovvero agli effetti producibili da movimenti franosi.

In particolare sono state osservate le seguenti situazioni di "rischio":

1. zona Fiorino;
2. strada per Sambuco;
3. tratto autostradale compreso tra "Galleria Villa Tassara" e "Galleria Pero Grosso";
4. zona Rio Asino morto;
5. zona Fabbriche;
6. zona Pero Grosso;
7. zona C. Tanella.

AREA 5 (Bacino Torrente Leiro)

La principale causa innescante dei fenomeni è connessa all'evenienza di fenomeni pluviometrici concentrati o ricorrenti su lungo periodo.

La riattivazione di alcune frane ha come ulteriore causa innescante i fenomeni erosivi spondali che determinano rimobilizzazioni soprattutto in prossimità del piede degli accumuli.

In rapporto alle caratteristiche di urbanizzazione presenti all'interno del bacino non si osservano situazioni significative di attivazioni di fenomeni di importanti dimensioni che abbiano come causa innescante l'attività antropica. Solo a livello puntuale l'intervento dell'uomo determina ridotti fenomeni di squilibrio spesso ubicati lungo la rete viaria.

Nell'ambito del bacino, non sono presenti problematiche di instabilità che coinvolgano interi centri abitati e l'unico fenomeno di "grandi" dimensioni riguarda la paleofrana localizzata in Località Serrara (bacino del t. Leiro), in comune di Genova. Tale paleofrana presenta ancora, in alcune porzioni di territorio, dei segni di instabilità, pertanto tali porzioni sono state indicate come "frana quiescente", in cui è presente anche un piccolo movimento franoso attivo.

Frane di prima generazione si manifestano soprattutto in corrispondenza di eventi pluviometrici intensi e concentrati. Localmente si determinano densità di innesco per unità di superficie estremamente elevate.

Per questi fenomeni si rileva una evidente propensione all'innesco nelle aree caratterizzate da coltivi ed ex-coltivi terrazzati. In concomitanza con eventi meteorologici rari, anche le zone boscate non sono esenti dall'instaurarsi di simili movimenti.

AREA 6 (Bacini minori e aree scolanti del Ponente genovese)

Nell'area in esame, per gran parte edificata o attraversata da importanti infrastrutture, quasi tutti gli eventi franosi interessano più o meno direttamente zone con elementi di una certa importanza.

Le frane, o le fenomenologie di dissesto, censite e maggiormente rilevanti nel quadro delle criticità, sono descritte nel seguito:

- alle spalle di Pegli e ad Ovest e a Nord di Pegli 2 si rilevano aree in erosione areale, piccole frane non cartografabili (spesso in relazione a tagli stradali);
- nei tratti mediani dei bacini dei rii Molinassi e Cantarena si rilevano numerose frane non cartografabili. In particolare i due eventi franosi di maggior rilevanza appaiono la frana complessa quiescente in sponda sinistra al Torrente Cantarena in località Carrega e quella sempre quiescente in prossimità del Cimitero. Le forti pendenze dei versanti appaiono la causa fondamentale di tali eventi.

3.5.2 Principali criticità idrauliche dei bacini

I risultati delle verifiche idrauliche, da cui emergono le principali criticità, sono riportate in Allegato. Per le verifiche idrauliche per tratti estesi, da cui sono state ricavate le fasce di inondabilità, sono state prodotte tavole specifiche in scala 1:5000. Per le verifiche per tratti locali, sono stati prodotti stralci topografici in scala 1:5000 riportanti le sezioni indagate. Vista l'impossibilità di mappare le aree inondabili laddove sono state eseguite verifiche per tratti locali, si è deciso di rappresentare le criticità dei singoli manufatti sulla "Carta delle fasce di inondabilità", mediante segnalazioni grafiche differenti, a seconda che il manufatto sia risultato dalla verifica insufficiente al deflusso della portata cinquantennale, duecentennale o cinquecentennale.

Nel seguito vengono elencate le varie criticità per i singoli bacini. In particolare, per quanto riguarda i manufatti risultati insufficienti dalle verifiche idrauliche per tratti locali, si assume che questi siano causa della criticità quando l'altezza del pelo libero tocca l'impalcato (creando quindi una situazione di rigurgito a monte) o quando questi funzionano in pressione, e che la subiscono quando questi risultano scavalcati dal pelo libero.

Tutte le tombinature risultate insufficienti alle verifiche per tratti locali sono state considerate comunque causa delle criticità.

Per il comune di Genova le informazioni riguardo la planimetria dei tratti tombinati e gli spartiacque tra i diversi bacini sono state ricavate dalle carte "Stato dei Corsi d'Acqua" del Piano Regolatore Generale del Comune di Genova.

AREA 1 (Torrenti Arrestra, Rumaro e aree scolanti di Cogoleto)

TORRENTE ARRESTRA

Il tratto esaminato è quello terminale, compreso tra i campi sportivi, in corrispondenza del viadotto autostradale e lo sbocco a mare, per una lunghezza complessiva di circa 1.2 Km.

Il tratto a monte non è stato studiato in quanto la morfologia fluviale (il corso d'acqua si presenta sempre inciso con versanti acclivi) e le situazioni al contorno (una sostanziale assenza di aree urbanizzate o edificate) ne riducono al minimo le situazione di rischio potenziale.

Per il calcolo dei profili di rigurgito, è stato adottato come parametro di scabrezza di Manning, il valore di $n=0.033 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ per l'alveo inciso e di $n=0.066 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ per le aree golenali.

Quale condizione al contorno è stata imposta la profondità critica sia a monte che a valle.

Il deflusso della portata 50-ennale avviene prevalentemente in condizioni critiche senza esondazioni; anche i ponti della linea ferroviaria Genova-Ventimiglia e della S.P. Aurelia risultano sufficienti al deflusso della portata 50-ennale.

Per portata 200-ennale, il restringimento causato dal ponte della S.P. Aurelia provoca un rigurgito verso monte che arriva ad interessare il ponte della ferrovia: il franco rispetto alla sponda sinistra subito a monte si riduce a pochi cm, per cui è stata mappata una fascia B. Procedendo verso monte la corrente si mantiene intorno alle condizioni critiche, ma senza provocare esondazioni.

RIO BEUCA

Il tratto analizzato è quello terminale per una lunghezza pari a 250 m.

Per il calcolo dei profili di rigurgito, è stato adottato come parametro di scabrezza di Manning il valore di $n=0.033 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$

E' stata imposta la profondità critica nell'ultima sezione di monte, BEU_S 14 ed in quella di valle, BEU_S1 (vedi "Carta delle tracce delle sezioni idrauliche"), che corrisponde all'ultima sezione arginata prima dello sbocco a mare

Il rio Beuca risulta tombinato nel tratto a monte della ferrovia Genova - Savona, con una sezione ad arco, di larghezza 3.4 m ed altezza 2.7 m. in conci di pietra squadrata e volta in muratura di mattoni. Il passaggio della portata 200-ennale attraverso la tombinatura avviene con un franco di sicurezza inadeguato inferiore a 0.5 m. Perciò il piazzale a monte del tracciato ferroviario risulta potenzialmente inondabile alla portata 200-ennale.

Procedendo verso valle, dopo un breve tratto a cielo aperto, il rio risulta nuovamente tombinato con una sezione rettangolare in calcestruzzo, di dimensioni 4 x 1.6 m all'imbocco e per gran parte della sezione centrale per poi allargarsi bruscamente verso la foce prima della via Aurelia con sezione più ampia (5 x 2 m). Tale tombinatura, nonostante i lavori di adeguamento recentemente conclusi, a causa dei sedimenti e utenze localizzati sotto il tracciato della S.S. Aurelia, risulta non essere sufficiente al defluire della portata 50-ennale

Lo sviluppo della tombinatura, dall'imbocco fino allo sbocco al mare, è di circa 50 m. In questo tratto il rio percorre longitudinalmente Via Arrestra interna, quindi attraversa la S.S. Aurelia per poi sfociare a mare.

Nei tratti a cielo aperto il deflusso delle tre portate avviene prevalentemente in corrente veloce con numeri di Froude che oscillano tra 1.1 e 2.23.

TORRENTE RUMARO

Il tratto esaminato risulta quello terminale del torrente: dalla foce fino a circa 200 m a monte del tracciato autostradale, per una lunghezza complessiva di circa 650 m.

Data la presenza di numerosi manufatti in alveo, e di brusche variazioni delle sezioni di deflusso e della pendenza del fondo, la verifica è stata eseguita, a favore di sicurezza, integrando il profilo nella sola condizione di corrente lenta da valle verso monte.

Per il calcolo dei profili di rigurgito, è stato adottato come parametro di scabrezza di Manning, il valore $n = 0.03 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$. E' stata imposta la profondità critica

nell'ultima sezione di monte, RUM_S 23 ed in quella di valle, RUM_S 1 (vedi "Carta delle tracce delle sezioni idrauliche"), che corrisponde all'ultima sezione arginata prima dello sbocco a mare

Il deflusso della portata 50-ennale avviene prevalentemente in corrente lenta con numeri di Froude variabili da 0.6 a 1.0 e velocità mediamente comprese tra 3 e 5 metri al secondo; le profondità del pelo libero risultano comprese tra 2 e 3 metri circa.

L'insufficienza dell'alveo a contenere l'intera portata di piena con tempo di ritorno 50-ennale dà luogo all'inondazione delle aree golenali su entrambe le sponde nel tratto a monte del viadotto autostradale. Nel tratto a valle il deflusso della portata 50-ennale dà luogo ad esondazione alla sezione RUM_S 13 in corrispondenza del ponte di accesso allo stabilimento Saint-Gobain sia in sponda sinistra che in sponda destra e per un breve tratto in sponda destra in prossimità del sottopasso della linea ferroviaria.

L'attraversamento della ss. n. 1 Aurelia avviene a pelo libero, con profondità variabili tra 2 m e 2.5 m e franchi rispetto all'intradosso variabili tra 0.2 m e 0.5 m.

Il deflusso attraverso il ponte ferroviario (sezione RUM_S 6) avviene a pelo libero, con franchi di oltre 1.6 m rispetto alla sommità della volta.

Nel tratto compreso tra il ponte ferroviario e il ponte di accesso allo stabilimento Saint-Gobain la profondità del pelo libero è variabile tra 1.8 m e 2.6 m con franchi di oltre 1 m rispetto alla sommità dell'argine in sponda sinistra, mentre l'argine in sponda destra viene sormontato, per un breve tratto, a monte del ponte ferroviario.

Il deflusso attraverso il ponte di accesso allo stabilimento Saint-Gobain avviene invece in pressione, con quote del pelo libero a monte prossime alla quota dell'estradosso, con un franco insufficiente.

Nel tratto compreso tra il ponte di accesso allo stabilimento Saint-Gobain ed il viadotto autostradale la profondità del pelo libero varia tra 2.5 m e 1.3 m, con franchi superiori a 2 m rispetto alla sommità degli argini su entrambe le sponde.

La passerella pedonale a monte del viadotto autostradale risulta sufficiente al deflusso della portata cinquantennale, ma con un franco inadeguato

Il deflusso della portata 200-ennale lungo tutto il tratto esaminato è simile al caso precedente, con quote del pelo libero mediamente superiori di circa 1 m.

L'alveo è insufficiente a contenere la portata di piena, con esondazioni localizzate su entrambe le sponde nel tratto compreso tra il ponte dell'Aurelia e il ponte ferroviario, in sponda destra a monte del ponte ferroviario e su entrambe le sponde in corrispondenza del ponte di accesso allo stabilimento Saint-Gobain.

Il deflusso attraverso il ponte della ss. n. 1 Aurelia avviene con la sua messa in pressione ma senza tracimazione.

Il deflusso attraverso il ponte ferroviario avviene a pelo libero, con un franco minimo di circa 0.8 m rispetto alla sommità della volta.

Il deflusso attraverso il ponte di accesso allo stabilimento Saint-Gobain avviene invece in pressione, con quote del pelo libero superiori di oltre 1 m rispetto alla quota del piano viabile, dando luogo ad esondazione su entrambe le sponde.

Nel tratto compreso tra il ponte di accesso allo stabilimento ed il viadotto autostradale la portata risulta interamente contenuta al di sotto delle quote di sommità arginale.

Il deflusso della portata 500-ennale lungo tutto il tratto esaminato è del tutto analogo al caso precedente, con quote del pelo libero mediamente superiori di circa 0.5 m.

L'alveo è insufficiente a contenere la portata di piena, con esondazioni diffuse su entrambe le sponde nel tratto a valle del ponte di accesso allo stabilimento, mentre nel tratto a monte la portata risulta contenuta, sia pure con franchi minimi, al di sotto delle quote di sommità arginale.

Il deflusso attraverso il ponte della ss. n. 1 Aurelia avviene con la sua messa in pressione e relativa tracimazione dell'impalcato.

Il deflusso attraverso il ponte ferroviario avviene ancora a pelo libero, con un franco minimo di 0.5 m rispetto alla sommità della volta.

Il deflusso attraverso il ponte di accesso allo stabilimento Saint-Gobain avviene invece in pressione, con quote del pelo libero superiori di oltre 1.5 m rispetto alla quota del piano viabile, dando luogo ad esondazione su entrambe le sponde.

RIO CAPUZZOLA

Il tratto esaminato comprende gli ultimi 460 m. del Rio Capuzzola e gli ultimi 300 m del rio Calano, affluente destro del Capuzzola. Tali tratti sono stati così suddivisi:

- A. Capuzzola valle: tratto sul Capuzzola che si estende dalla confluenza del Rio Calano fino alla foce.
- B. Capuzzola monte: tratto sul Capuzzola a monte della confluenza del Rio Calano
- C. Calano

Per il calcolo dei profili di rigurgito, si sono adottati come parametri di scabrezza di Manning i seguenti valori: $n=0.03 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ nel tratto a monte della copertura di via Isnardi (sezioni CAP_S 57-CAP_S 31; vedi "Carta delle tracce delle sezioni idrauliche") e di $n=0.02 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ nel tratto plateato fino alla foce. Sul Rio Calano (CAL_S 1-CAL_S 9) si è adottato il valore di $n=0.03 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$

A. Capuzzola valle:

Come condizione al contorno di questo tratto è stata imposta la confluenza a monte e la quota del mare nella sezione più a valle (1 m).

I recenti lavori di messa in sicurezza dell'intero tratto a valle della tombinatura di via Isnardi hanno comportato un notevole miglioramento del deflusso della portata 200-ennale che ora transita con franco adeguato quasi ovunque; rimangono due criticità minori, legate ad assenza di franco, allo sbocco della tombinatura FS (dovuto al restringimento in CAP_S18) e in corrispondenza della struttura a sbalzo in sponda destra a monte di via Colombo(sezione CAP_S12).

La portata cinquecentennale non riesce a defluire attraverso la tombinatura terminale, provocando un allagamento diffuso della zona a valle di via Colombo.

B. Capuzzola monte :

Le condizioni al contorno usate sono la confluenza a valle e l'imposizione del moto uniforme in una sezione fittizia posta a 100 metri dall'ultima rilevata nel tratto in esame.

Al di sotto del ponte ubicato in corrispondenza della sezione CAP_S57 le portate 50-ennale e 200-ennale transitano con franco ridotto, mentre la portata 500-ennale batte contro l'impalcato.

Il restante tratto in esame risulta sufficiente al deflusso delle portate 50-ennale e 200-ennale, non così per la portata 500-ennale che risulta non contenuta dall'argine destro a valle della sezione CAP_S 43.

Il ponte in prossimità del tracciato autostradale (CAP2M) risulta sormontato dalla portata cinquecentennale e presenta un franco di sicurezza inadeguato già al defluire della portata cinquantennale.

C. Calano:

Il tratto esaminato va dallo sbocco della tombinatura del cimitero fino alla confluenza.

Le condizioni al contorno utilizzate sono la critica a monte e la confluenza a valle.

Le portate calcolate per i tre tempi di ritorno risultano contenute in alveo con ampi franchi di sicurezza fino all'imbocco della tombinatura nei pressi della confluenza. Quest'ultima tombinatura lavora in pressione per tutte le portate e si ha esondazione della sola portata 500-ennale in sponda destra a monte dell'imbocco della tombinatura

- Copertura del rio Calano in zona cimiteriale (CAP1C): la sezione presenta un franco di sicurezza inadeguato al defluire della portata duecentennale.

RIO TERROSO

Il tratto studiato va dall'imbocco della copertura ferroviaria fino alla foce per una lunghezza pari a circa 260 m.

Lungo tale percorso il Rio Terroso presenta due tombinature separate da un breve tratto a cielo aperto.

Sia a monte, per la presenza di una briglia, che a valle, le condizioni al contorno utilizzate sono le profondità critiche.

Per il calcolo dei profili di rigurgito, è stato adottato come parametro di scabrezza di Manning il valore di $n=0.028 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$

Per la portata 50-ennale, la tombinatura a valle del tracciato ferroviario lavora in pressione, in particolar modo nel tratto terminale dove, per la presenza di 6 caditoie trasversali, si ha fuoriuscita d'acqua con conseguente allagamento della piazza del Comune di Cogoleto. Il transito della portata 50-ennale è contenuto in alveo nel tratto a cielo aperto a valle della ferrovia e defluisce con adeguato franco sotto la tombinatura ferroviaria.

Con portata duecentennale, entrambe le tombinature lavorano in pressione, ma senza provocare la tracimazione degli argini all'imbocco.

Il deflusso della portata 500-ennale non è contenuto dagli argini e provoca un allagamento diffuso dell'abitato di Cogoleto.

RIO CENTURIONI

Sul bacino del rio Centurioni è stata effettuata una verifica idraulica per tratti locali che riguarda lo sbocco della tombinatura che si sviluppa dal tracciato autostradale fino a mare.

- CEN1C: la sezione presenta un franco di sicurezza inadeguato al defluire della portata cinquecentennale

SENZA NOME 1

Sul Rio Senza Nome 1, sugli ultimi 120 m, è stata effettuata un verifica estesa utilizzando come condizioni al contorno le profondità critiche e come parametri di scabrezza di Manning i valori di $n=0.028 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ per il tratto scoperto e $n=0.033 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ per il tratto sottostante la tombinatura.

Le portate 50-ennale e 200-ennale defluiscono al di sotto della tombinatura con franco di sicurezza sufficiente, mentre tale tombinatura non è verificata per la portata 500-ennale. La natura però fortemente incisa dell'alveo all'imbocco della tombinatura fa sì che non si abbia esondazione per tale portata.

RII PRINO-SCANDOLARO, BONAPARTE, SENZA NOME 2

Sui bacini dei rii Prino-Scandolaro, Bonaparte, Senza Nome 2 è stata effettuata per ognuno una verifica idraulica per tratti locali che riguarda lo sbocco del tratto di tombinatura che attraversa la S.S. Aurelia:

- SCA1C: la sezione risulta gravemente insufficiente già al defluire della portata cinquantennale.

- SN1C: La sezione presenta un franco di sicurezza inadeguato al defluire della portata duecentennale
- BON1C: la sezione risulta gravemente insufficiente già al defluire della portata cinquantennale
- SN21C: La sezione risulta gravemente insufficiente già al deflusso della portata cinquantennale

In tutti questi casi, con diversi gradi di criticità, potrebbero verificarsi allagamenti della sede stradale e dei tratti immediatamente a monte.

AREA 2 (Torrente Lerone)

Le verifiche idrauliche sono state effettuate in corrispondenza delle sezioni giudicate a maggiore rischio, caratterizzate cioè:

- o da forme e andamenti plano-altimetrici particolari dell'alveo torrentizio (curve e bruschi cambi di direzione, salti di fondo, strettoie, forre);
- o dalla presenza di manufatti in grado di opporre resistenze al moto della corrente, causando rigurgiti e alterazioni significative del deflusso (ponti con opere di sostegno in alveo, tombinature, briglie);
- o da immissioni e confluenze tra corsi d'acqua di importanza non trascurabile.

Più in generale si è scelto di ricostruire il profilo di corrente associato a tre diversi valori di portata per tempi di ritorno di 50 ($299.7 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$), 200 ($371.8 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) e 500 ($419 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) anni lungo l'intero percorso vallivo dell'asta principale del torrente Lerone, partendo dalla sezione LER_S 27 (vedi "Carta delle traccia delle sezioni idrauliche"), che rappresenta in qualche modo il limite della parte urbanizzata di fondovalle.

Nel tratto a monte della zona urbanizzata sezione LER_S 27 la valle del Lerone è molto incisa con alveo in roccia. La sostanziale mancanza di opere d'arte ed il modesto livello di antropizzazione rendono minimo, se non nullo, il grado di rischio idraulico. Per tale motivo si è scelto di originare il profilo dalla sezione LER_S 27, in corrispondenza della quale è ubicata una passerella pedonale.

Per quanto riguarda le confluenze sono stati analizzati tre possibili scenari:

- Scenario 1:

Lerone in piena e portate sugli affluenti determinate come differenza

	Q₅₀	Q₂₀₀	Q₅₀₀
Lerone a monte del Lissolo	259	322	363
Lerone a monte del Loaga	279	347	392
Lerone a valle del Loaga	299	372	419
Loaga	20	25	27

Lissolo	20	25	29
---------	----	----	----

– Scenario 2: Loaga in piena

	Q ₅₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
Lerone a monte del Loaga	249	309	348
Lerone a valle del Loaga	299	372	419
Loaga	50	63	71

– Scenario 3: Lissolo in piena

	Q ₅₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
Lerone a monte del Lissolo	237	295	332
Lerone a valle del Lissolo	279	347	391
Lissolo	42	52	59

Lo scenario 1 è stato utilizzato per analizzare le eventuali criticità dell'asta principale, mentre gli scenari 2 e 3 sono stati utilizzati per studiare rispettivamente il Loaga e il Lissolo.

Quali condizioni al contorno nelle sezioni di estremità sono state utilizzate:

- le profondità critiche in presenza di briglie (LER_S 12, LER_S 21) o su sezioni (fittizie e non) a una distanza tale dalle successive da consentire al moto di svilupparsi
- le confluenze

Per il calcolo dei profili di rigurgito, è stato adottato come parametro di scabrezza di Manning, il valore di $n = 0.033 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ ovunque, tranne che nel tratto focivo dove è stato utilizzato il valore di $n = 0.028 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$

Tratto a valle della linea ferroviaria (Sez LER_S 1 – LER_S 12)

In questo tratto sono state utilizzate le sezioni ricavate dallo “Studio finalizzato ad interventi di ripristino ambientale di alcune aree fluviali di corsi d'acqua in regione Liguria – Torrente Lerone –“ Per quanto riguarda la portata con periodo di ritorno cinquantennale, il profilo che si genera dalla foce è inizialmente di corrente lenta con numeri di Froude compresi fra 0.45 e 0.6. Questo profilo di corrente lenta si propaga fino alla sezione LER_S 5 dove si raccorda con un profilo di corrente veloce originatosi alla sezione LER_S 9 generando un risalto che non causa però tracimazione degli argini. Tra le sezioni LER_S 9 e LER_S 10 si ha un nuovo passaggio in corrente lenta, quest'ultima si raccorda con un profilo di corrente veloce originatosi alla sezione LER_S 11; si crea così un risalto in corrispondenza del ponte di accesso all'area Stoppani, con conseguente tracimazione dello stesso e inondazione delle aree su entrambe le sponde. In particolar modo si rileva anche una insufficienza arginale dell'area in sponda sinistra a monte del ponte dove è presente

il piazzale di stoccaggio della Stoppani. Tale piazzale è protetto da un canale di gronda che drena i deflussi superficiali provenienti dal versante retrostante e, verso il torrente, da un argine in cemento armato; tutta la superficie è infine dotata di un complesso sistema di drenaggio costituito da griglie, canalette e tubazioni.

Il deflusso della portata 200-ennale è del tutto analogo al caso precedente, con quote del pelo libero mediamente superiori di circa 0.5 m; così anche per la 500-ennale con quote del pelo libero ulteriormente superiori di circa 0.3 m.

Tratto compreso tra le sezioni: LER_S 12 E LER_S 21

A valle della sezione LER_S 21 l'aumento della portata dovuto all'immissione del Rio Lissolo, la presenza di una briglia di derivazione della soc. "Stoppani" e l'esistenza di una piana in sponda destra posta a quota poco superiore a quella dell'alveo (loc. Loaga) sono causa di pericolo di esondazione già per la portata 50-ennale. Esiste un argine di limitata resistenza (pannelli prefabbricati), che svolge funzioni di barriera precaria; le quote del pelo libero per la portata 50-ennale presentano inoltre un franco insufficiente, ragione per cui si ritiene che sussista un significativo rischio. L'area è comunque occupata da attività produttive di non particolare vulnerabilità. E' inoltre da segnalare l'immissione da destra del rio Loaga.

Le portate 200 e 500-ennali creano profili di corrente pressoché simili con quote mediamente superiori alla 50-ennale di circa 40 cm per la 200-ennale e di circa 20 cm per la 500-ennale.

Tratto compreso tra le sezioni: LER_S 21 E LER_S 27

Nel tratto compreso tra le sezioni LER_S 27 e LER_S 26 la portata 50-ennale è contenuta all'interno dell'alveo con franchi ridotti in sponda destra. Il ponte ubicato in corrispondenza della sezione LER_S 27 risulta insufficiente per i tre valori di portata.

In corrispondenza della sezione LER_S 26 gli argini in sponda destra sono insufficienti al contenimento della portata cinquantennale. Tale insufficienza implica l'allagamento di un insediamento produttivo posto in fregio all'alveo.

In corrispondenza della sezione LER_S 25 la portata 200-ennale transita con franco ridotto rispetto alla sommità degli argini in sponda sinistra.

In corrispondenza della sezione LER_S 23 a valle del ponte stradale all'altezza della "Coop" la 200-ennale risulta lambire i piazzali di parcheggio degli stabilimenti della "Square d'Italia".

La piana ubicata in sponda destra in corrispondenza della sezione LER_S 21.1 risulta inondabile per la portata 50-ennale.

Loaga

Sono stati studiati gli ultimi 500 metri prima della sua immissione nel Torrente Lerone.

Il profilo di corrente per la portata 50-ennale si mantiene all'interno dell'alveo tranne in prossimità della confluenza dove risulta esondare in sponda sinistra. Così pure avviene per le portate 200 e 500-ennali con quote mediamente superiori alla 50-ennale di 0.4 m la prima e 0.2 la seconda. Lissolo

Il Rio Lissolo, esaminato nel suo ultimo tratto per una estensione di circa 400 m, non presenta nessuna criticità idraulica per le tre portate.

AREA 3 (Bacini minori e aree scolanti di Arenzano)

RIO S.MARTINO

Sul Rio S. Martino e sugli affluenti Sersa, Rovere e Fagiani sono state effettuate verifiche in moto permanente.

Quali condizioni al contorno nelle sezioni di estremità sono state utilizzate:

- le profondità critiche su sezioni (fittizie e non) a una distanza tale dalle successive da consentire al moto di svilupparsi
- le confluenze

San Martino

Il tratto analizzato del Rio S. Martino si estende dalla zona a monte della confluenza con il Sersa fino alla foce.

I parametri di scabrezza di Manning utilizzati sono i seguenti:

$n = 0.014 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ nel tratto in corrispondenza del tombino circolare in lamiera a monte della confluenza con il Sersa. (Sezione MAR_S 22, vedi "Carta delle tracce delle sezioni idrauliche")

$n = 0.022 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ sotto il ponte ferroviario (Sezione MAR_S 15)

$n = 0.028 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ al di sotto della tombinatura a valle del ponte ferroviario (Sezione MAR_S 14)

$n = 0.025 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ al di sotto dei ponti dell'Aurelia (Sezioni MAR_S 1–MAR_S 6)

$n = 0.03 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ in tutti i restanti tratti

Tratto a valle della confluenza con il Rio Rovere (Sez. MAR_S 1- MAR_S 10 bis)

Il deflusso della portata 50-ennale avviene con passaggio per la profondità critica alla sezione MAR_S 6 e successivo raccordo con la corrente lenta formatasi sotto il ponte dell'Aurelia dove si ha un ulteriore passaggio per la profondità critica.

Le profondità del pelo libero, che risultano comprese tra 1.5 e 2.5 metri circa, sono contenute entro gli argini con franchi adeguati tranne in sponda destra all'altezza di due interruzioni dell'arginatura (sez MAR_S 6 e MAR_S 8) che causano allagamento di parte del Piazzale S. Martino attualmente adibito a parcheggio.

Il deflusso della portata 200-ennale è del tutto analogo al caso precedente con altezze del pelo libero mediamente superiori di circa 0.6 m. Tra le sezioni MAR_S 10 bis e MAR_S 9 si evidenzia l'insufficienza dell'arginatura sinistra a contenere tale portata che va ad inondare parte del Parco di Villa Pallavicini. In sponda destra presso la sezione MAR_S 10 si ha esondazione con conseguente allagamento del Piazzale.

Il deflusso della portata 500-ennale avviene con altezze del pelo libero mediamente superiori di circa 0.4 m a quello della portata 200-ennale.

Tratto a valle della confluenza con il Rio Fagiani (Sez. MAR_S 11- MAR_S 17)

Il deflusso della portata 50-ennale avviene prevalentemente in corrente lenta con passaggio per la profondità critica alla sezione MAR_S 15 al di sotto del ponte ferroviario. Le profondità del pelo libero risultano comprese tra 1.2 e 2.6 metri circa.

La tombinatura che scorre parallela a Via di Francia risulta lavorare in pressione senza provocare esondazione a monte.

A monte del tracciato ferroviario l'insufficienza dell'alveo di morbida a contenere l'intera portata di piena dà luogo all'inondazione delle aree golenali, in particolar modo in sponda destra dove si rileva la presenza di un fabbricato.

Il deflusso della portata 200-ennale è del tutto analogo al caso precedente con altezze del pelo libero mediamente superiori di circa 1 m.

Il ponte ferroviario e la tombinatura a valle risultano non sufficienti al deflusso della portata 500-ennale con conseguente tracimazione e inondazione di parte del tracciato ferroviario, del parcheggio sovrastante la copertura e le zone limitrofe fortemente depresse

Tratto compreso tra le confluenze con i Rii Sersa e Fagiani (Sez. MAR_S 18- MAR_S 20)

Il deflusso della portata 50-ennale avviene in corrente lenta con passaggio per la profondità critica in corrispondenza della sezione MAR_S 19 dove è presente un considerevole salto di fondo. Non si ha esondazione in sponda sinistra, mentre i due edifici in sponda destra risultano soggetti ad inondazione.

Il deflusso delle portate 500 e 200-ennali sono del tutto analoghi al caso precedente con altezze del pelo libero mediamente superiori di circa 0.4 e 0.6 m rispetto alla 50-ennale.

Tratto a monte della confluenza con il Rio Sersa (Sez. MAR_S 21- MAR_S 23)

Il deflusso delle tre portate avviene in corrente veloce con quote del pelo libero ampiamente contenute negli argini

Rio Rovere

Il deflusso della portata 50-ennale avviene prevalentemente in corrente veloce per poi raccordarsi, a monte del ponte presso la sezione ROV_S 2, con un profilo di corrente lenta attraverso un risalto che non provoca però esondazione. Il transito al di sotto del suddetto ponte avviene con passaggio per la profondità critica, il profilo di corrente veloce che si genera a valle si raccorda con il profilo di corrente lenta formatosi dalla confluenza. Si forma così un risalto che causa però l'inondazione della sola area golenale in sponda destra.

Il deflusso della portata 200-ennale ha comportamento simile al precedente con altezze maggiorate di valori che vanno dai 0,3 ai 0.7 metri. Ciò comporta un'insufficienza arginale, per mancanza di franco di sicurezza, su entrambe le sponde subito a monte del ponte presso la sezione ROV_S 2 e in sponda sinistra nei pressi della confluenza.

Del tutto analogo l'andamento del profilo 500-ennale con altezze mediamente superiori di 0.4 m a quelle 200-ennali.

Rio Fagiani

Il deflusso delle tre portate avviene in corrente veloce con quote del pelo contenute nell'alveo, tranne presso la sezione FAG_S 3 dove la portata 200-ennale presenta franco ridotto in sponda sinistra

Rio Sersa

Il deflusso della portata 50-ennale avviene prevalentemente in corrente veloce per poi raccordarsi, presso la sezione SER_S 2, con un profilo di corrente lenta proveniente dalla confluenza: il risalto che si genera provoca esondazione in sponda sinistra subito a monte della confluenza. Al disotto del ponte presso la sezione SER_S 4 il transito avviene senza franco con conseguente possibile pericolo di tracimazione del ponte suddetto.

La portata 200-ennale transita con livelli liquidi superiori di circa 0.5 m con conseguente tracimazione del ponte presso la sezione SER_S 4 e insufficienza di franco in sponda sinistra presso la sezione SER_S 2

La portata 500-ennale, con livelli liquidi superiori di ulteriori 0.5 m, provoca l'inondazione di una zona più ampia coinvolgendo soprattutto la viabilità.

Sul bacino del rio S.Martino sono state effettuate 2 verifiche idrauliche per tratti locali:

- Copertura del rio Fagiani a valle del tracciato autostradale (MAR1C): la sezione presenta un franco di sicurezza sufficiente al defluire della portata cinquecentennale
- Copertura del rio Sersa in corrispondenza della zona cimiteriale (MAR2C): la sezione presenta un franco di sicurezza inadeguato al defluire della portata cinquecentennale.

TORRENTE CANTARENA

Il tratto esaminato risulta quello terminale del torrente: dalla foce fino a circa 300 m a monte del tracciato autostradale, in prossimità della cartiera, per una lunghezza complessiva di circa 1 Km.

Data la presenza di numerosi manufatti in alveo, le brusche variazioni delle sezioni di deflusso e della pendenza del fondo, la verifica è stata eseguita, a favore di sicurezza integrando il profilo, nella sola condizione di corrente lenta da valle verso monte.

Per il calcolo dei profili di rigurgito, è stato adottato come parametro di scabrezza di Manning, il valore di $n = 0.03 \text{ m}^{-1/3\text{s}}$, sia per le aree golenali che per

l'alveo inciso. E' stata imposta la profondità critica nell'ultima sezione di monte (sez. 15) ed in quella di valle (sez. 1), che corrisponde all'ultima sezione arginata prima dello sbocco a mare.

Il deflusso della portata 50-ennale avviene prevalentemente in corrente lenta con numeri di Froude variabili da 0.5 a 1.0 e velocità mediamente comprese tra 2.5 e 4 metri al secondo; le profondità del pelo libero risultano comprese tra 2 e 3 metri circa.

L'insufficienza dell'alveo a contenere l'intera portata di piena dà luogo all'inondazione delle aree golenali su entrambe le sponde. In particolar modo si evidenzia l'insufficienza di arginatura in sponda sinistra presso la briglia alla sezione 9

Tale situazione è aggravata dall'esigua pendenza del fondo oltreché dalla presenza dei manufatti di attraversamento.

A differenza dell'imbocco della copertura di Lungomare Kennedy che permette il deflusso della portata cinquantennale con un franco di sicurezza adeguato, la sezione d'imbocco della copertura di piazza Don A. Servetto presenta un franco di sicurezza insufficiente al defluire della portata cinquantennale.

Nonostante la tombinatura nei pressi di piazza A. Servetto vada in pressione per la portata 50-ennale, non si è ritenuto necessario considerare tale portata come esondante essendo comunque il franco pari a circa 80 cm. E' stata però inserita una piccola zona in fascia A in corrispondenza di un accesso all'alveo in sponda sinistra all'altezza della sezione 9.

Il deflusso della portata 200-ennale è del tutto analogo al caso precedente con altezze del pelo libero mediamente superiori di circa 0.5 m. L'insufficienza dell'alveo di morbida a contenere l'intera portata di piena dà luogo all'inondazione delle aree golenali su entrambe le sponde.

In questo caso, l'imbocco della copertura di Lungomare Kennedy presenta un franco di sicurezza insufficiente al deflusso della portata duecentennale mentre l'imbocco della copertura di piazza Don A. Servetto risulta sormontata della portata duecentennale, con un'altezza del tirante di circa 0.7 metri superiore alla quota dell'impalcato, provocando l'inondazione di parte del centro urbano di Arenzano.

Nonostante la tombinatura della Strada Statale Aurelia presenti un franco di sicurezza insufficiente al defluire della portata 200-ennale, non si è ritenuto necessario considerare tale portata come esondante, essendo comunque il franco pari a circa 40 cm. Inoltre, è stata mappata in fascia A la zona in sponda destra immediatamente a monte della copertura della Aurelia che risulta depressa rispetto al piano stradale. Questa depressione evita il rigurgito della tombinatura per le portate 50-ennali e 200-ennali.

Il deflusso della portata 500-ennale avviene con altezze del pelo libero mediamente superiori di circa 0.5 m a quello della portata 200-ennale.

In questo caso, l'imbocco della copertura di Lungomare Kennedy presenta un franco di sicurezza insufficiente al deflusso della portata cinquecentennale mentre

l'imbocco della copertura di piazza Don A. Servetto risulta sormontata dalla portata cinquecentennale, con un'altezza del tirante di circa 1.2 metri superiore alla quota dell'impalcato, provocando l'inondazione di parte del centro urbano di Arenzano.

Risulta evidente come, nel tratto compreso tra la cartiera ed il tracciato ferroviario, le aree calcolate non presentino grosse differenze al variare delle portate utilizzate. Infatti i rilevati e le alture che vengono così a costituire dei nuovi argini presentano dislivelli tali che, in pianta, l'estensione delle aree inondate in media una volta ogni 500 anni viene quasi a coincidere con quella delle aree inondate in media una volta ogni 50 anni. La differenza tra la quota del pelo libero nel profilo calcolato con la portata di periodo di ritorno 500 anni e la quota del pelo libero calcolato con la portata di periodo di ritorno 50 anni è infatti in media solo di 1 metro. L'altezza e la pendenza dei suddetti rilievi fanno sì che questi si trasformino in argini naturali per tutte e due le fasce di inondabilità.

Nel tratto compreso tra il tracciato ferroviario e la foce, ci sono estese aree inondabili per la portata duecentennale, soprattutto in corrispondenza del centro urbano limitrofo a via Vittorio Veneto, dove la maggiore criticità idraulica, è rappresentata dalle dimensioni insufficienti delle sezioni, e dalla presenza delle due coperture.

RIO LAEGA

Sul bacino del rio Laega è stata effettuata una verifica idraulica per tratti locali che riguarda il tratto di copertura sottostante la S.S Aurelia.

- Copertura sottostante la S.S.Aurelia (LAE1C): la copertura risulta sormontata già dalla portata cinquantennale.

In questo caso si possono verificare probabili allagamenti della S.S. Aurelia.

RIO LUPARA

Sul tratto terminale del Rio Lupara, per una lunghezza di circa 160 m, è stata effettuata una verifica in moto permanente

Per il calcolo dei profili di rigurgito, è stato adottato come parametro di scabrezza di Manning, il valore di $n = 0.03 \text{ m}^{-1/3\text{s}}$, Quali condizioni al contorno nelle sezioni di estremità sono state utilizzate le profondità critiche

Il deflusso delle portate associate ai tre tempi di ritorno avviene prevalentemente in corrente veloce.

Il tre livelli liquidi risultano ampiamente contenuti negli argini.

RII VESIMA, CANA', POZZETTI E FONTANELLE

Sui bacini dei rii Vesima, Cana', Pozzetti e Fontanelle è stata effettuata per ognuno una verifica idraulica per tratti locali che riguarda il tratto di copertura che attraversa la S.S. Aurelia. Ad esclusione della copertura del rio Fontanelle, che risulta verificata per le tre portate considerate, le altre coperture presentano criticità idrauliche:

- Imbocco della copertura del rio Vesima (VES1C): la sezione risulta sormontata dalla portata duecentennale
- Sbocco della copertura del rio Vesima (VES1C): la sezione risulta gravemente insufficiente già al defluire della portata cinquantennale.

- Imbocco della copertura del rio Canà (CAN1C): la sezione presenta un franco di sicurezza inadeguato già al defluire della portata cinquantennale.
- Imbocco della copertura del rio Pozzetti (POZ1C): la sezione risulta sormontata già dalla portata cinquantennale

In tutti questi casi, con diversi gradi di criticità, potrebbero verificarsi allagamenti della sede stradale e dei tratti immediatamente a monte.

AREA 4 (Torrente Cerusa)

TORRENTE CERUSA

Per quanto riguarda il torrente Cerusa le verifiche hanno interessato l'asta medio valliva dalla località Fiorino fino alla foce, per una lunghezza complessiva di circa 5.9 Km, lungo i quali è stata effettuata un'analisi per tratti estesi.

Le verifiche sono state completate con l'analisi per tratti locali di alcuni manufatti ubicati lungo l'asta del torrente a monte dell'abitato di Fiorino.

La scelta è giustificata dal fatto che l'asta terminale del torrente risulta la zona a più alta criticità idraulica, come confermano le mappature delle aree storicamente vulnerate e vulnerabili redatte nell'ambito del Piano stesso; essa si sviluppa in aree di fondovalle interessate da insediamenti abitativi e produttivi, con evidenti implicazioni sia per quanto riguarda la sicurezza delle persone sia per quanto riguarda la valenza economica dei potenziali danni materiali.

Ai fini delle verifiche per tratti estesi, l'asta terminale è stata divisa in quattro tratti distinti in funzione delle sezioni di calcolo e delle portate di piena con assegnato tempo di ritorno, riportate nello schema del reticolo idrografico allegato. I quattro tratti in cui è stata suddivisa l'asta terminale sono:

- Tratto I: dalla foce alla passerella per loc. Case Tanella1 (L \cong 1800 m). (Sezioni 1-39)
- Tratto II: dalla passerella per loc Case Tanella alla confluenza con il rio Asino Morto (L \cong 1900 m) (Sezioni 39-67)
- Tratto III: dalla confluenza con il rio Asino Morto alla confluenza con il rio Gava (L \cong 650 m).(Sezioni 67-76.2)
- Tratto IV:dalla confluenza con il rio Gava alla briglia in prossimità dell'abitato di Fiorino (L \cong 1500 m).(Sezioni 76.2-97.1)

Per ciascun tratto è stata effettuata una verifica idraulica di tipo globale con i tre valori di portata 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale riferiti al nodo di valle del tratto (vedi tabella riassuntiva delle portate di piena).

Tratto I

Dato il carattere torrentizio del corso d'acqua e la presenza di diversi ostacoli in alveo, la verifica è stata eseguita integrando il profilo per entrambe le condizioni di corrente lenta da valle verso monte e di corrente veloce da monte verso valle con i

tre valori di portata 50-ennale, 200-ennale, 500-ennale, pari rispettivamente a 271 mc/s, 416 mc/s, 544 mc/s.

Quali condizioni al contorno sono state assunte le condizioni critiche ($Fr=1$) nelle due sezioni di estremità .

Per il calcolo dei profili di rigurgito, è stato adottato come parametro di scabrezza di Manning, il valore di $n = 0.03 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$, sia per le aree golenali che per l'alveo inciso.

Le verifiche hanno messo in evidenza l'insufficienza dell'alveo al deflusso di portate di piena anche di modesta entità, dovuta principalmente ai numerosi manufatti di attraversamento presenti.

La portata massima smaltibile in tale tratto senza dare luogo ad esondazioni risulta pari a circa 250 mc/s, cui è associabile un tempo di ritorno inferiore a 50 anni.

Quasi tutti i ponti risultano insufficienti al deflusso della portata 200-ennale, con funzionamento in pressione e scavalco dell'impalcato. Il ponte alla sezione 28.4 non risulta sufficiente neanche al deflusso della portata 50-ennale

Da un punto di vista generale si segnala la maggior criticità delle aree in sponda destra, soprattutto nella zona dell'ex stabilimento Italsider, interessate perlopiù da insediamenti produttivi, con quote del piano campagna prossime al fondo alveo.

I tratti più critici per la portata 50-ennale sono rappresentati da quello compreso tra il ponte della SS. n. 1 Aurelia e il ponte ferroviario, con quote del pelo libero superiori alle quote dell'argine in sponda destra e il tratto a monte del ponte per Fulle con esondazione sempre in sponda destra.

Il deflusso della portata 200-ennale provoca la messa in pressione del ponte ferroviario con esondazione in sponda destra di un tratto della lunghezza di circa 200 m verso monte, con quote del pelo libero superiori di oltre 2 m al piano campagna; il ponte lesionato a valle del viadotto autostradale provoca l'esondazione su entrambe le sponde con altezze di circa 1 m sul piano campagna adiacente; risultano infine insufficienti i tratti in località Fulle e Case Tanella a causa della messa in pressione dei relativi ponti di attraversamento.

Il deflusso della portata 500-ennale provoca esondazione su entrambe le sponde da località Filanda fino alla foce; risultano inoltre insufficienti i tratti in località Fulle e Case Tanella a causa della messa in pressione dei relativi ponti di attraversamento.

Tratto II

Dato il carattere torrentizio del corso d'acqua e la presenza di diversi ostacoli in alveo, la verifica è stata eseguita integrando il profilo per entrambe le condizioni di corrente lenta da valle verso monte e di corrente veloce da monte verso valle con i tre valori di portata 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale, pari rispettivamente a 259 mc/s, 398 mc/s, 521 mc/s.

Quali condizioni al contorno sono state assunte per la sezione di valle (sez. 39) la profondità risultante nell'ultima sezione del tratto I e la profondità critica per quella di monte (sez. 67).

Per il calcolo dei profili di rigurgito, è stato adottato come parametro di scabrezza di Manning, il valore di $n = 0.03 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$, sia per le aree golenali che per l'alveo inciso.

La portata 50-ennale è contenuta all'interno dell'alveo senza dare luogo ad esondazioni, per quasi tutto il tratto, ad eccezione di un edificio in località Fabbriche e di una breve fascia di terreno occupata da orti in località Chiale, situate comunque entrambe in zone di pertinenza fluviale.

Il deflusso della portata 200-ennale provoca l'esondazione su entrambe le sponde in località Chiale a causa della messa in pressione del relativo ponte di attraversamento con scavalamento dell'impalcato; risulta inoltre insufficiente il tratto a monte del ponte carrabile presso l'abitato di Fabbriche a causa della messa in pressione del relativo ponte di attraversamento.

Il deflusso della portata 500-ennale è del tutto simile a quello della portata 200-ennale, con quote del pelo libero mediamente superiori di circa 0.5 m.

Tratto III

Dato il carattere torrentizio del corso d'acqua e la presenza di diversi ostacoli in alveo, la verifica è stata eseguita integrando il profilo per entrambe le condizioni di corrente lenta da valle verso monte e di corrente veloce da monte verso valle con i tre valori di portata 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale, pari rispettivamente a 217 mc/s, 333 mc/s, 436 mc/s.

Quali condizioni al contorno sono state assunte per la sezione di valle (sez. 67) la profondità risultante dall'applicazione dell'equazione dei momenti dovuta alla variazione di portata indotta dal rio Asino Morto, mentre è stata imposta la profondità critica nella sezione di monte (sez. 76.2).

Per il calcolo dei profili di rigurgito, è stato adottato come parametro di scabrezza di Manning, il valore di $n = 0.03 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$, sia per le aree golenali che per l'alveo inciso.

Il tratto non presenta criticità da un punto di vista idraulico in quanto anche la portata 500-ennale è contenuta all'interno dell'alveo senza dare luogo ad esondazioni.

Tratto IV

Dato il carattere torrentizio del corso d'acqua e la presenza di diversi ostacoli in alveo, la verifica è stata eseguita integrando il profilo per entrambe le condizioni di corrente lenta da valle verso monte e di corrente veloce da monte verso valle con i tre valori di portata 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale, pari rispettivamente a 141 mc/s, 216 mc/s, 283 mc/s.

Quali condizioni al contorno sono state assunte per la sezione di valle (sez. 76.2) la profondità risultante dall'applicazione dell'equazione dei momenti dovuta alla

variazione di portata indotta dal rio Gava, mentre è stata imposta la profondità critica nella sezione di monte (sez. 97.1).

Per il calcolo dei profili di rigurgito, è stato adottato come parametro di scabrezza di Manning, il valore di $n = 0.03 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$, sia per le aree golenali che per l'alveo inciso.

Il tratto non presenta criticità da un punto di vista idraulico in quanto anche la portata 500-ennale è contenuta all'interno dell'alveo senza dare luogo ad esondazioni.

Verifiche per tratti locali a monte dell'abitato di Fiorino

Sono state eseguite le verifiche di tipo puntuale relative ai due manufatti ritenuti più significativi da un punto di vista dell'impatto sul regime idraulico del corso d'acqua:

- Passerella pedonale – CECE PT27
- Passerella pedonale – CECE PT28

I codici dei ponti sono riferiti agli studi propedeutici del Piano stralcio di Bacino del torrente Cerusa.

I calcoli idraulici sono stati eseguiti con riferimento ai tre valori di portata 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale, pari a 116, 178 e 233 mc/s per il primo manufatto e 103, 158, 206 mc/s per il secondo

Di seguito per ciascun manufatto si riporta una breve sintesi dei risultati ottenuti:

Ponte CECE PT27: La passerella è ubicata presso l'abitato di Fiorino; è costituita da una struttura in acciaio a campata unica della larghezza di 15.2 m con luce libera di deflusso pari a 4.7 m. Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

Ponte CECE PT28: Si tratta di una passerella pedonale ubicata a monte dell'ultima cartiera, costituita da una struttura in acciaio a campata unica, con larghezza pari a 14.5 m e luce libera di deflusso pari a 3.1 m. Il manufatto risulta adeguato per le portate 50-ennale e 200-ennale, mentre per la portata 500-ennale il franco rispetto all'intradosso risulta minore di 0.5 m, senza tuttavia provocare la sua messa in pressione.

Verifiche Idrauliche Rio Gava

Sul rio Gava sono state eseguite le verifiche per tratti locali relative ai due manufatti ritenuti più significativi da un punto di vista dell'impatto sul regime idraulico del corso d'acqua:

- Ponte alla foce del rio – CEGA PT01
- Passerella pedonale – CEGA PT02

I codici dei ponti sono riferiti agli studi propedeutici del Piano stralcio di Bacino del torrente Cerusa.

I calcoli idraulici sono stati eseguiti con riferimento ai tre valori di portata 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale, pari a 114, 175 e 230 mc/s per il primo manufatto (in corrispondenza della confluenza del Rio Gava nel Cerusa), e 73, 112, 146 mc/s per il secondo (in corrispondenza della confluenza del Rio Gava con il Rio Secco).

Di seguito per ciascun manufatto si riporta una breve sintesi dei risultati ottenuti:

Ponte CEGA PT01 il ponte è ubicato immediatamente a monte della confluenza tra il rio e il torrente Cerusa; è costituito da una struttura in c.a. a campata unica della larghezza di 11.4 m e luce libera di deflusso pari a 5.15 m. Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

Ponte CEGA PT02 Si tratta di una passerella pedonale ubicata al termine della strada carrabile che collega il fondovalle con l'abitato di Brusinetti, costituita da una struttura ad arco in pietra a campata unica. La larghezza totale è di 10 m e la luce libera massima di 5.0 m. Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

Verifiche Idrauliche Rio Secco

Sul rio Secco sono state eseguite le verifiche di tipo puntuale relative ai due manufatti ritenuti più significativi da un punto di vista dell'impatto sul regime idraulico del corso d'acqua.

- Ponte in località Cavagni – CESE PT01
- Ponte in località Moscona– CESE PT02

I codici dei ponti sono riferiti agli studi propedeutici del Piano stralcio di Bacino del torrente Cerusa.

I calcoli idraulici sono stati eseguiti con riferimento ai tre valori di portata 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale, calcolati in corrispondenza della confluenza del Rio Secco con il Rio Gava, pari rispettivamente a 51, 78, e 103 mc/s.

Di seguito per ciascun manufatto si riporta una breve sintesi dei risultati ottenuti:

Ponte CESE PT01 Il ponte è ubicato a monte della località Cavagni ed è costituito da una struttura in c.a. a campata unica con larghezza pari a 7.0 m e luce libera pari a circa 5.8 m. Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate esaminate.

Ponte CESE PT02 Il ponte è ubicato a valle della località Moscona ed è costituito da una struttura a campata unica con larghezza pari a 7.8 m e luce libera pari a circa 5.2 m. Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate esaminate.

AREA 5 (Torrente Leiro)

Le verifiche idrauliche per tratti estesi hanno riguardato i seguenti tratti:

Torrente Acquasanta in corrispondenza del ponte del Santuario

Il tronco d'alveo oggetto di verifica è ubicato presso l'abitato di Acquasanta a cavallo del ponte di accesso al Santuario in corrispondenza della confluenza con il rio Condotti.

Esso ha una lunghezza complessiva di circa 200 m di cui circa 60 m a monte del ponte e 140 m circa a valle.

In questa zona sono stati ultimati recentemente i lavori di sistemazione idraulica per la messa in sicurezza del tratto complessivo.

Il ponte del Santuario è del tipo ad arco ribassato a doppia arcata in pietra e mattoni con larghezza al fondo di 19.5 m comprensiva della pila e altezza libera rispetto alla sommità dell'arco 5 m; l'area libera di deflusso è circa 72 mq.

In sponda destra il corso d'acqua è delimitato da una serie di edifici collegati tra loro con brevi tratti di muro in pietra, mentre la sponda sinistra è delimitata per un primo tratto dal versante naturale in roccia e più a valle dal muro di contenimento della rampa di accesso a due edifici adiacenti.

La portate utilizzate nella verifica, risultano $Q=179$ mc/s (T=50 anni) $Q=219$ mc/s (T=200 anni) e $Q=248$ mc/s (T=500 anni) per il tratto a monte del ponte e della confluenza con il rio Condotti e $Q=205$ mc/s (T=50 anni) $Q=250$ mc/s (T=200 anni) e $Q=282$ mc/s (T=500 anni) per il tratto a valle.

Si è assunto un valore medio del coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0.04 per il tratto di monte e 0.03 per il tratto di valle.

Come condizioni al contorno sono state utilizzate le profondità critiche (presenza di una briglia alla sezione di valle)

Il deflusso delle tre portate avviene in corrente lenta nel tratto a monte della confluenza del Rio Condotti per poi passare per le condizioni critiche e proseguire verso valle in corrente veloce.

Il transito della corrente nei tre casi attraverso il ponte avviene senza messa in pressione dello stesso con franco rispetto alle quote del piano stradale di 1.5 m già per la 500-ennale

I risultati hanno messo in evidenza come il tratto analizzato sia in grado di smaltire le tre portate senza rischio di tracimazione degli argini.

Torrente Acquasanta in Località Edifizi Nuovi

Il tronco d'alveo oggetto di verifica è ubicato presso la località Edifizi Nuovi per una estensione di circa 120 m a partire dalla briglia in corrispondenza della sezione ACQ_S 30 proseguendo verso monte.

Le portate utilizzate per il calcolo idraulico sono $Q=206$ mc/s (T=50 anni) $Q=254$ mc/s (T=200 anni) e $Q=289$ mc/s (T=500 anni) per tutto il tratto

Si è assunto un valore medio del coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0.028 per tutto il tratto.

Come condizioni al contorno sono state utilizzate le profondità critiche.

Il deflusso delle tre portate avviene in corrente veloce con livelli liquidi contenuti negli argini.

Torrente Acquasanta in corrispondenza della cartiera "S.V.I."

Il tronco d'alveo oggetto di verifica è ubicato tra la località Edifizi Nuovi a monte e la confluenza del torrente Ceresolo a valle ed è compreso tra una briglia di derivazione in prossimità della cartiera SVI ed una sezione posta circa 190 m a monte.

L'alveo è delimitato lungo tutto il tratto in sponda sinistra dal muro in calcestruzzo a sostegno della strada di altezza mediamente pari a 4.5 m e in sponda destra dal muro di recente fattura a protezione delle nuove edificazioni.

Le portate utilizzate nella verifica, risultano $Q=206$ mc/s (T=50 anni) $Q=254$ mc/s (T=200 anni) e $Q=289$ mc/s (T=500 anni) per tutto il tratto.

Si è assunto un valore medio del coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0.033 per tutto il tratto.

Come sezioni di controllo sono state assunte le profondità critiche.

I profili di corrente relativi alle portate riferite ai tre tempi di ritorno hanno un comportamento pressoché simile, con quote del pelo libero che si differenziano mediamente di 0.3 m circa l'uno dall'altro. Il deflusso avviene in corrente veloce fino a valle della briglia dove si raccorda con una corrente lenta attraverso un risalto. Il deflusso sotto il ponte avviene con attraversamento della profondità critica

Lungo il tratto i tre profili si mantengono ampiamente al di sotto degli argini.

Torrente Acquasanta in località Giardin

È stato esaminato un tratto del torrente Acquasanta della lunghezza complessiva di circa 60 m sito a monte della confluenza con il Ceresolo.

Le portate utilizzate nella verifica, risultano $Q=206$ mc/s (T=50 anni) $Q=254$ mc/s (T=200 anni) e $Q=289$ mc/s (T=500 anni) per tutto il tratto.

Si è assunto un valore medio del coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0.033.

I tre profili risultano ampiamente contenuti in alveo.

Da un punto di vista generale, inoltre, si osserva che la confluenza tra i torrenti Acquasanta e Ceresolo non presenta di per se stessa particolari criticità, viste sia le elevate difese spondali a monte della confluenza sia l'ampia morfologia della stessa.

Zona di confluenza tra i torrenti Acquasanta, Gorsexio e Leiro e tratto terminale del torrente Gorsexio

Il tronco d'alveo oggetto di verifica è costituito dalla confluenza tra i torrenti Acquasanta e Gorsexio che vanno a formare l'asta del torrente Leiro (nodi 13, 3 e 2 dello schema del reticolo idrografico) circa 2 km a monte dello sbocco a mare.

La zona esaminata comprende l'ultimo tratto del torrente Acquasanta e il primo tratto del torrente Leiro subito a valle della confluenza, per una lunghezza complessiva di circa 300 m, comprensivo del ponte della SS n. 456 del Turchino sul torrente Acquasanta.

L'analisi è stata estesa anche all'ultimo tronco del torrente Gorsexio, della lunghezza complessiva di circa 120 m compreso tra la copertura adibita a parcheggio e la confluenza con l'Acquasanta.

La verifica del tratto di confluenza è stata eseguita imponendo il deflusso attraverso lo stato critico in corrispondenza della briglia di valle; il calcolo della confluenza è stato eseguito mediante l'analisi di due possibili scenari:

Scenario 1: Acquasanta in piena e portate sul Gorsexio calcolate come differenza tra i valori di picco sul Leiro e Acquasanta

Corso d'acqua	Q ₅₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
Acquasanta	275	341	391
Gorsexio	84	103	122
Leiro	359	447	513

Scenario 2: Gorsexio in piena e portate sul Acquasanta calcolate come differenza tra i valori di picco sul Leiro e Gorsexio

Corso d'acqua	Q ₅₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
Acquasanta	205	255	293
Gorsexio	154	192	220
Leiro	359	447	513

Il primo scenario è stato utilizzato per lo studio del tratto terminale dell'Acquasanta, il secondo per il Gorsexio; la mappatura delle aree inondabile deriva dall'involuppo dei singoli scenari.

Per tutti i tratti indagati si è assunto un valore medio del coefficiente di scabrezza di Manning pari a $0.03 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$.

Come condizioni al contorno sono state assunte le profondità critiche nelle sezioni terminali; la confluenza è stata modellata imponendo la conservazione della quantità di moto.

La verifica del tratto di torrente Acquasanta a monte della confluenza ha posto in evidenza come il deflusso, per le tre portate considerate al di sotto del ponte della strada provinciale del Turchino avvenga con franco di sicurezza adeguato. Tuttavia sono presenti, sia in sponda destra che sinistra, alcune aree inondabili: si tratta, in particolare, dei giardini o dei cortili degli edifici in fregio che non presentano il franco adeguato rispetto al livello della piena cinquantennale.

A valle del ponte della Provinciale, l'area in sponda destra, sebbene posta a quota superiore rispetto alla piena duecentennale, non presenta franco sufficiente rispetto al carico cinetico.

Per quanto riguarda il torrente Gorsexio, il deflusso attraverso il ponte ad arco e sotto la copertura avviene con franchi di sicurezza adeguati; nel tratto terminale subito a monte della confluenza, il livello della piena cinquantennale raggiunge gli edifici fatiscenti in sponda destra, interessando anche la sommità della sponda subito a valle della confluenza.

Verifiche sul T. Leiro nel tratto a valle della confluenza tra i torrenti Acquasanta e Gorsexio fino allo sbocco a mare

Il torrente Leiro è stato indagato in un unico tratto compreso dalla confluenza tra i torrenti Acquasanta e Gorsexio fino allo sbocco a mare.

Per l'intero tratto si è assunto un valore medio del coefficiente di scabrezza di Manning pari a $0.03 \text{ sm}^{-1/3}$, tranne nell'ultimo tratto plateato ove si è posto $0.025 \text{ sm}^{-1/3}$. Nella rappresentazione della geometria delle sezioni, si è tenuto conto della consistente presenza dei sedimenti al di sotto della copertura, in attesa delle indicazioni che verranno fornite da uno studio sedimentologico di dettaglio in corso di realizzazione (Febbraio 2007).

Il tronco esaminato ha una lunghezza complessiva di circa 2100 m.

Le portate utilizzate nella verifica risultano pari a 359 mc/s per T=50 anni, 447 mc/s per T=200 anni e 513 mc/s per T=500 anni, per il tratto compreso tra le sezioni LEI_S55 e LEI_S28, e pari a 362 mc/s per T=50 anni, 453 mc/s per T=200 anni e 521 mc/s per T=500 anni per il rimanente tratto.

Le verifiche idrauliche sono state effettuate imponendo come condizioni al contorno la profondità critica nella sezione di monte ed il livello del mare nella sezione di valle, pari a 1 m s.l.m.

La verifica idraulica ha messo in evidenza come l'intero tratto sia caratterizzato da una certa instabilità con frequente alternanza di correnti veloci e lente, raccordate mediante risalti idraulici con notevoli dissipazioni energetiche; ciò è dovuto alla irregolarità del corso d'acqua, con pendenze e larghezze al fondo variabili in maniera discontinua senza gradualità.

A seguito dei vari interventi realizzati al fine della messa in sicurezza dell'intero tratto esaminato, il deflusso della portata duecentennale è contenuto dagli argini con adeguato franco. Rimangono alcune criticità localizzate, esaminate di seguito.

In corrispondenza della sezione LEI_S27.1 l'argine destro, a protezione di un edificio in evidente stato d'abbandono, risulta insufficiente al contenimento delle portate di piena. Tale manufatto ed il piazzale antistante risultano inondabile anche per la portata cinquantennale.

Il piazzale presente in sponda destra tra le sezioni LEI_S26 e LEI_S20 rimane inondabile per portata 50-ennale, sebbene con tiranti modestissimi.

In base alla risultanze della progettazione preliminare relativa al rifacimento dei due ponti ferroviari della linea Genova-Ventimiglia, si evince che, allo stato attuale, in condizioni di alveo sgombro da sedimenti, entrambe gli attraversamenti risultano inadeguati al deflusso della portata duecentennale soltanto per mancanza di franco idraulico.

Infine, viene evidenziato che la situazione più critica si verifica in prossimità della copertura, ubicata a valle dei ponti ferroviari, che risulta insufficiente per la Q200, a causa della presenza di un'ingente quantità di sedimenti che ingombrano i fornici. E' in corso di realizzazione uno studio sedimentologico di dettaglio che dovrà definire la capacità di autopulizia dai sedimenti della tombinatura stessa, in occasione di eventi di piena con diversi tempi di ritorno; in tal caso, la portata bicentenaria transita all'interno della tombinatura, sebbene con franchi ridottissimi.

AREA 6 (Bacini minori e aree scolanti del Ponente genovese)

RIO S.GIULIANO

Nel luglio 2019 è stata approvata una variante inerente la perimetrazione delle fasce di inondabilità del Rio San Giuliano.

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

Poiché le fasce di inondabilità del Rio San Giuliano sono risultate interferenti con un'area storicamente inondata, di cui alla DGR 594/2001, la carta delle fasce di inondabilità del Piano di Bacino è stata elaborata tenendo conto della presenza di tale area, con prevalenza del regime normativo più cautelativo.

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

Sul bacino del rio S. Giuliano sono state effettuate 3 verifiche idrauliche per tratti locali riguardanti tratti di copertura del rio. La sezione della copertura a valle del tracciato autostradale (GIU2C) e quella sottostante via ai Piani di Pra (GIU3C), presentano un franco di sicurezza sufficiente al defluire delle portate considerate.

La sezione della tombinatura sottostante via Voltri (GIU1C) risulta gravemente insufficiente al defluire della portata cinquecentennale e presenta un franco di sicurezza insufficiente al defluire della portata duecentennale. In questo caso quindi si potrebbero verificare allagamenti nella zona circostante via Voltri.

RIO DELLE MADONNETTE

Sul bacino del rio delle Madonnette è stata effettuata una verifica idraulica per tratti locali riguardante lo sbocco del tratto di copertura sottostante la linea ferroviaria (MAD1C). Tale sezione risulta gravemente insufficiente al defluire della portata duecentennale e presenta un franco di sicurezza insufficiente al defluire della portata cinquantennale. Si possono verificare quindi allagamenti della zona circostante la linea ferroviaria.

RIO S.MICHELE

Il Rio San Michele è stato indagato tramite una verifica in moto permanente nel suo tratto finale per una estensione di circa 450 m

Per il calcolo dei profili di rigurgito, sono stati adottati come parametri di scabrezza di Manning, i valori di $n=0.025 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ per il tratto plateato che si estende dall'imbocco della tombinatura fino alla sezione MIC_S 8 e $n=0.033 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ per i restanti tratti.

Come condizioni al contorno alle sezioni di estremità sono state utilizzate le profondità critiche

Il deflusso delle tre portate avviene prevalentemente in corrente veloce con livelli liquidi oscillanti mediamente tra 1 e 1.5 m. Si evidenzia come fonte di possibile criticità la zona subito a monte dell'imbocco della tombinatura sottostante Via Ratto dove la presenza di un guado rende possibile la fuoriuscita già della portata 50-ennale

La tombinatura sottostante Via Ungaretti risulta sufficiente al deflusso delle tre portate di piena.

RIO GRILLE'

Il Rio Grillé è stato indagato tramite una verifica in moto permanente nel suo tratto finale per una estensione di circa 140 m.

Per il calcolo dei profili di rigurgito, sono stati adottati come parametri di scabrezza di Manning, i valori di $n=0.026 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ per il tratto plateato che si estende dallo sbocco della tombinatura fino alla sezione GRI_5 e $n=0.028 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ per il restante tratto.

Come condizioni al contorno alle sezioni di estremità sono state utilizzate le profondità critiche

Il deflusso delle tre portate avviene in corrente veloce tra la sezione GRI-4.1 e lo sbocco a mare e in corrente lenta nel rimanente tratto.

La tombinatura risulta insufficiente al deflusso della portata 500-ennale. Il transito della portata 50-ennale avviene parzialmente in pressione con franchi sufficienti al deflusso della portata di piena nella sua parte terminale e nel tratto ubicato al di sotto di p.zza Lido. La portata 200-ennale transita in pressione fatta eccezione per il tratto di tombinatura posto al di sotto del tracciato ferroviario.

Al di sotto del ponte GRI-7 la portata 200-ennale transita con un franco di 70 cm, il ponte GR-9 è adeguato al transito della sola portata 50-ennale.

LUPO-REXELLO-ARCHETTI

Allo scopo di eliminare o, quanto meno, di ridurre i fenomeni di esondazione che interessano una parte dell'abitato di Genova-Pegli, sono state concluse, alla fine del 2003, alcune opere di sistemazione idraulica dei bacini del t. Rexello, del rio Lupo e del Rio Archetti consistite principalmente nella realizzazione delle opere di intercettazione delle portate di monte degli stessi e nell'esecuzione di una galleria scolmatrice che consente il trasferimento della maggior parte delle loro portate montane nel t. Varenna. La galleria ha una lunghezza complessiva di circa 900 metri

ed inizia immediatamente a valle della vasca di intercettazione del t. Rexello. Le acque dei rivi Lupo ed Archetti sono convogliate nella galleria attraverso pozzi verticali di lunghezza compresa tra 30 e 40 metri e diametro interno pari a circa 1,5 metri (il primo in via della Pineta alcune decine di metri a valle dell'inizio della tombinatura del rio Lupo, il secondo nell'area occupata da un campeggio), lo sbocco dello scolmatore è ubicato sulla sponda destra del t. Varenna, poco a monte della cosiddetta "piastra ENEL". Per quanto riguarda i valori delle portate duecentennali, emerge che la portata totale di piena contemporanea dei tre bacini confluenti nello scolmatore sia pari a 37 mc/sec, così suddivisi:

Rio Rexello: 25 mc/sec

Rio Lupo: 5 mc/sec

Rio Archetti: circa 7 mc/sec

Per quanto riguarda lo sbocco della galleria, è stata eliminata una parte del terrapieno presente sulla sponda destra del t. Varenna e questo ha consentito l'apertura di un nuovo fornace sulla sponda destra del t. Varenna, condizione necessaria alla messa in funzione dello scolmatore (fine anno 2004-inizio 2005). Allo stato attuale (dicembre 2007) lo scolmatore risulta in funzione.

REXELLO

Sul bacino del rio Rexello sono state effettuate 3 verifiche idrauliche per tratti locali riguardanti tratti di copertura del rio. La sezione della copertura sottostante via Pegli (REX1C) e quella sottostante Quartiere Giardino (REX 3C), verificate con portate calcolate considerando in funzione lo scolmatore ($Q_{50}=27 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{200}=43 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{500}=56 \text{ m}^3/\text{s}$ per REX1C e $Q_{50}=9 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{200}=17 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{500}=25 \text{ m}^3/\text{s}$ per REX 3C), risultano verificate al defluire delle portate per i tre tempi di ritorno.

Il tratto terminale della tombinatura, tra Via Martiri della Libertà e Via Argentina e fino allo sbocco a mare, risulta comunque insufficiente a contenere anche la portata cinquantennale. Tale criticità è evidenziata dalla verifica idraulica locale REX 2C anche con le portate calcolate considerando lo scolmatore funzionante ($Q_{50}=27 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{200}=43 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{500}=56 \text{ m}^3/\text{s}$).

RIO ARCHETTI

Sul bacino del rio Archetti sono state effettuate 3 verifiche idrauliche per tratti locali riguardanti i seguenti tratti di copertura del rio con portate calcolate per i tre tempi di ritorno con e senza la presenza dello scolmatore:

- Tombinatura sottostante incrocio tra via Opisso e via Lungomare di Pegli (ARC1C): la sezione risulta sufficiente al deflusso della portata cinquecentennale e presenta un franco di sicurezza insufficiente al defluire della portata duecentennale. Con la messa in funzione dello scolmatore il transito della portata duecentennale avviene in sicurezza.

- Tombinatura sottostante via Opisso (ARC2C): la sezione risulta insufficiente già al deflusso della portata cinquantennale. Con la messa in funzione dello scolmatore la portata cinquantennale transita con franco insufficiente.

- Tombinatura sottostante campeggio Villa Doria (ARC3C): la sezione presenta un franco di sicurezza insufficiente al defluire della portata duecentennale. Con la messa in funzione dello scolmatore la sezione non presenta criticità.

RIO ROSTAN

Sul bacino del rio Rostan è stata effettuata una verifica idraulica per tratti locali riguardante il tratto di copertura sottostante via Ronchi (ROS1C), che risulta gravemente insufficiente già al defluire della portata cinquantennale.

RIO ZANINA-MAROTTO e RIO MOLINASSI

L'analisi idraulica di questi corsi d'acqua è estratta dal '*Progetto preliminare delle opere di adeguamento idraulico dei tratti tombinati dei rivi Marotto e Monferrato*' predisposto dal Comune di Genova nel 2016

L'analisi di rischio è stata effettuata implementando un modello bidimensionale di simulazione dei fenomeni di allagamento che ha consentito la definizione dei tiranti e delle velocità di scorrimento per l'evento di piena 200-ennale e 50-ennale, accoppiato ad una modellazione monodimensionale classica dell'alveo.

Al fine di valutare l'estensione delle aree allagate è stato quindi implementato un modello idraulico bidimensionale, il cui input è costituito dagli idrogrammi delle portate esondate, che sono stati stimati dal modello monodimensionale attraverso l'applicazione di stramazzi laterali in corrispondenza dei tratti più critici.

La determinazione degli idrogrammi di piena è stata effettuata secondo le procedure previste dalla linee guida DGR 357/2008 *Criteri di verifica e valutazione delle portate al colmo e degli idrogrammi di piena nei bacini idrografici liguri*.

In particolare si è utilizzato il *metodo indiretto dell'evento idrometeorologico critico* finalizzato alla valutazione degli idrogrammi di riferimento condizionati dal valore della portata al colmo di progetto, assunta in questo caso pari a quella del Piano di Bacino.

La modellazione idraulica dell'area urbana indagata è stata fatta a partire da una base topografica adeguata alla tipologia di studio e alla scala di dettaglio del modello.

In particolare per la definizione del dominio di calcolo sono state utilizzate le seguenti basi topografiche opportunamente integrate ed omogeneizzate tra loro:

- DTM fornito dalla Regione Liguria prodotto da CTR 1:5000, caratterizzato da una maglia di 5x5 m, le cui informazioni topografiche appartengono ad un intervallo temporale tra gli anni 2006 e 2009.
- Carta Tecnica Regionale (C.T.R.), scala 1:5000, vettoriale tridimensionale (formato DWG).
- Carta Tecnica Comunale in scala 1:1000 fornita dal Sistema Informativo Territoriale (SIT) del Comune di Genova in formato vettoriale, relativa al tratto compreso tra Via Multedo di Pegli e Via Merano.
- Rilievo plano-altimetrico di dettaglio dell'area oggetto del presente progetto;
- Progetto di dettaglio dell'area interessata dalla sistemazione idraulica e dalla riorganizzazione degli edifici industriali/commerciali.

Lo studio relativo all'allagamento delle aree adiacenti ai rivi è stato effettuato implementando un modello idraulico bidimensionale con il software Infoworks ICM.

Il software consente il calcolo in moto vario monodimensionale e bidimensionale di alvei fluviali, reticoli di bonifica e fognature urbane utilizzando la metodologia dei volumi finiti.

La base topografica di partenza importata nel software è costituita dal DTM Regionale, integrato con il livello degli edifici presenti estratto dalla Carta Tecnica Regionale, a cui è stata assegnata la condizione di “poligoni vuoti” non attraversabili dal flusso della corrente.

Il DTM è stato poi integrato con la Cartografia Tecnica Comunale in scala 1:1000 e con il rilievo, definendo poi una serie di condizioni interne, quali arginature, rilevato ferroviario, muri perimetrali di edifici per rappresentare in modo più dettagliato e preciso la realtà urbana indagata.

Il dominio di calcolo è stato discretizzato generando una *mesh* triangolare a differente superficie, allo scopo di seguire più fedelmente possibile la geometria dei luoghi.

Le portate utilizzate per i calcoli idraulici sono quelle già individuate nei piani di bacino; in particolare, i valori delle portate di piena del rio Monferrato e del rio Marotto a monte della confluenza con il rio Monferrato, sono stati estrapolati utilizzando i contributi unitari della sezione terminale del rio Marotto pari a $32.8 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ per l'evento 50-ennale e $47.8 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ per l'evento 200-ennale.

MAROTTO E MONFERRATO

I profili sono stati integrati per entrambe le condizioni di corrente lenta da valle verso monte e corrente veloce da monte verso valle, assumendo quali condizioni al contorno le condizioni critiche ($Fr=1$) nella sezione di monte e la quota del livello massimo di marea nello specchio acqueo del porto di Genova per la sezione di valle: in analogia con quanto riportato nel progetto di sistemazione del rio Molinassi, si è adottato a favore di sicurezza un valore di 0.65 m per la condizione al contorno di valle.

Il coefficiente di scabrezza n di Manning è stato assunto pari a 0.03 (corsi d'acqua naturali con vegetazione e movimento di materiale sul fondo) per tutto il tratto a cielo aperto e pari a 0.025 (tratti urbanizzati di corsi d'acqua naturali con argini cementati) per i tratti tombinati.

Il tratto terminale del rio Marotto in ambito portuale e sotto il rilevato ferroviario consente il deflusso della portata 50-ennale e 200-ennale, sia pure con franchi ridotti.

Nel tratto a monte del rilevato ferroviario il deflusso avviene con la messa in pressione della tombinatura per entrambi i valori di portata.

Tenendo conto del funzionamento in pressione la portata 200-ennale esonda nel tratto a cielo aperto in corrispondenza di Viale Villa Gavotti, a monte del tratto terminale coperto, mentre il rigurgito della portata 50-ennale non raggiunge la sezione di imbocco della tombinatura.

La portata massima smaltibile a pelo libero è circa $6 \text{ m}^3/\text{s}$ per il tratto a monte della confluenza e $10 \text{ m}^3/\text{s}$ per il tratto a valle, pari a circa la metà del valore di portata 50-ennale.

La messa in pressione del rio Marotto provoca il contestuale funzionamento in pressione del rio Monferrato per tutto il tratto tombinato sino all'imbocco a monte di Via Merano, per entrambi i valori di portata.

In condizioni indisturbate il deflusso della portata 50-ennale avviene a pelo libero con franchi ridotti (0.4 m circa), mentre la portata 200-ennale defluisce in pressione.

La portata massima smaltibile a pelo libero è circa $4 \text{ m}^3/\text{s}$, pari a circa il 70% della portata 50-ennale.

MOLINASSI

La verifica idraulica è stata effettuata per un tratto del rio Molinassi compreso tra il viadotto autostradale e la foce per uno sviluppo complessivo di circa 900 m.

La geometria del tratto d'alveo indagato e dei manufatti interferenti è stata ricavata dai rilievi topografici realizzati nell'ambito del già citato progetto relativo al *Nuovo inalveamento copertura tratto terminale del rio Molinassi nell'ambito delle opere di ribaltamento a mare aree Fincantieri*.

Dato il carattere torrentizio del corso d'acqua il profilo è stato integrato per entrambe le condizioni di corrente lenta da valle verso monte e corrente veloce da monte verso valle, assumendo quali condizioni al contorno le condizioni critiche ($Fr=1$) nelle sezioni di estremità.

In accordo con le normative vigenti il coefficiente di scabrezza n di Manning è stato assunto pari a 0.03 lungo quasi tutto il tratto, corrispondente alla condizione di corsi d'acqua naturali con vegetazione e movimento di materiale sul fondo e pari a 0.025 per il tratto tombinato a valle di via Merano, corrispondente a tratti urbanizzati di corsi d'acqua naturali con argini cementati.

Le verifiche idrauliche mostrano come il tratto tombinato del rio Molinassi risulti insufficiente al deflusso della portata 50-ennale, con la messa in pressione del tratto terminale coperto e contestuale rigurgito in corrente lenta verso monte.

Il profilo interferisce con i manufatti esistenti e dà luogo a esondazione nel tratto a monte della copertura di Via Merano, che costituisce una via preferenziale per il deflusso.

La portata esondata defluisce progressivamente in Via Merano prima verso Sestri Ponente, essendo la viabilità costantemente in discesa e in un secondo momento (quando riesce a superare il dosso di Via Merano in corrispondenza di Via Sant'Alberto e Via Bressanone) verso ponente.

RIO CANTARENA

Sul Rio Cantarena è stata effettuata una verifica in moto permanente. Il tratto analizzato si estende dalla foce per una lunghezza di circa 1 km.

Per il calcolo dei profili di rigurgito, è stato adottato come parametro di scabrezza di Manning, il valore di $n=0.028 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$

Come condizioni al contorno alle sezioni di estremità sono state utilizzate le profondità critiche. Non essendo stato possibile individuare la sezione di sbocco del Rio Cantarena né tanto meno rilevarla, la tombinatura è stata modellata come costante a partire dallo sbocco e con una pendenza determinata dall'ipotesi che questo ultimo avvenga sotto il livello del mare. Per quanto riguarda la condizione al contorno di valle si è assunta la profondità critica in quanto tale condizione si è rilevata leggermente più cautelativa rispetto alla assunzione del livello del mare oltre l'intradosso.

Il deflusso delle tre portate avviene in corrente veloce fino alla sezione SEZ 9 dove avviene il raccordo con un profilo di corrente lenta. Si generano così una serie di risalti localizzati in corrispondenza dei tre ponti a monte della tombinatura. Il tutto, unitamente alla grave insufficienza di quest'ultima, crea un elevato rischio di esondazione già per la portata 50-ennale a partire dalla sezione SEZ 10.

RIO MAGGIORE

Sul bacino del rio Maggiore è stata effettuata una verifica idraulica per tratti locali riguardante il tratto di copertura sottostante via Biancheri (MAG1C), che risulta gravemente insufficiente già al defluire della portata cinquantennale

RIO RONCALLO

Sul bacino del rio Roncallo sono state effettuate 4 verifiche idrauliche per tratti locali riguardanti tratti di copertura del rio:

- Tombinatura sottostante la linea ferroviaria (RON1C): la sezione risulta gravemente insufficiente già al defluire della portata cinquantennale
- Tombinatura sottostante via Brighenti (RON2C): la sezione risulta gravemente insufficiente già al defluire della portata cinquantennale
- Tombinatura sottostante piazza Rizzoli (RON3C): la sezione risulta gravemente insufficiente già al defluire della portata cinquantennale
- Tombinatura a valle della confluenza col rio Carlone, affluente di destra del rio Roncallo (RON4C): la sezione risulta gravemente insufficiente già al defluire della portata cinquantennale.

4. RISCHIO IDROGEOLOGICO

4.1 Premessa

I piani di bacino stralcio per il rischio idrogeologico hanno come compito fondamentale quello di individuare le criticità del bacino e il conseguente grado di rischio idraulico e geomorfologico. Sulla conoscenza di tale criticità e rischio si basa la definizione delle linee di pianificazione e degli interventi di mitigazione del rischio.

Le linee di pianificazione hanno il compito di individuare, in ogni bacino, il ruolo delle misure non – strutturali e strutturali di mitigazione del rischio. Le misure non strutturali sono costituite da misure “passive” di prevenzione (tramite vincoli urbanistici, eventuali prescrizioni assicurative, etc.) e da misure “attive” di prevenzione protezione civile (tramite sistemi di informazione e allarme, etc.). Le misure di tipo strutturale, che potranno eventualmente essere realizzate anche a medio e lungo termine, devono essere individuate con l’obiettivo di raggiungere una situazione di rischio controllato.

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

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

dove:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.2 Determinazione del rischio idrogeologico

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

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

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

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

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

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

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

R₁: rischio moderato

R₂: rischio medio

R₃: rischio elevato

R₄: rischio molto elevato

4.3 Carta del rischio idrogeologico

La Carta del rischio idrogeologico, ottenuta con una procedura strutturata in ambiente GIS, rappresenta entrambi i rischi (idraulico e geomorfologico) riportando, ove coesistano, quello maggiore; è stata inoltre aggiunta l'informazione sulle infrastrutture viarie (strade statali e provinciali classificate come elementi a rischio E3, tutte le altre strade rilevabili dalla Carta tecnica regionale classificate come E2) incrociata anch'essa con le due pericolosità.

Si specifica, per la parte riguardante il rischio geomorfologico, che le distinzioni sono state ricavate dall'utilizzo della seguente matrice:

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

Considerate le finalità di questa carta occorre rilevare senza sorpresa come l'introduzione degli elementi a rischio "mitighi" in talune occasioni la pericolosità derivante da fattori ambientali (acclività, frane, vegetazione, ecc.)

La pericolosità, per quanto riguarda il rischio di inondazione, è legata al tempo di ritorno della portata di massima piena. Le raccomandazioni regionali individuano essenzialmente tre livelli di pericolosità idraulica, uno elevato (T=50 anni), uno medio (T=200 anni) e uno basso (T=500 anni).

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

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

Si noti che nella matrice del rischio si ottengono classi di rischio elevato o molto elevato (R₃ ed R₄) solo per i tempi di ritorno duecentennale e cinquantennale; ciò è coerente con l'obiettivo postosi nella pianificazione di bacino di ridurre il rischio di inondazione a tempo di ritorno pari a 200 anni. La fascia C, infatti, ha lo scopo principale di individuare aree di attenzione e costituisce uno strumento soprattutto a livello di misure protezione civile.

5. AREE SOTTOPOSTE A VINCOLO IDROGEOLOGICO

Le aree sottoposte a vincolo idrogeologico (Regio Decreto n. 3267/1923), originariamente perimetrate dal Corpo Forestale dello Stato su base cartografica I.G.M. in scala 1:25.000, sono state riportate su cartografia aggiornata C.T.R. alla scala 1:10.000 al fine di renderne più leggibili i contorni e ridurre il margine interpretativo.

A tale scopo si sono utilizzate le mappature originali e le *declaratorie* che descrivevano a parole i confini delle aree soggette a vincolo; per la trasposizione si è tenuto come obiettivo quello di appoggiare detti confini ad oggetti morfologici precisi, come corsi d'acqua o crinali, o a manufatti facilmente riconoscibili anche su cartografia, come strade o muri di contenimento.

In alcuni casi, ove non è stato possibile utilizzare un elemento di quelli citati, si sono seguite linee catastali, perlopiù strade vicinali, utilizzando come base la cartografia catastale.

Solo in limitate circostanze, in particolare in presenza di infrastrutture come nuove strade o autostrade, ci si è discostati sensibilmente dal tracciato originario per seguire un limite più definito e stabile.