



AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO

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

Caratteristiche idrauliche e geologiche del territorio

Valutazione del rischio idraulico e geomorfologico

RELAZIONE

Ambito di Bacino di rilievo regionale:

CENTA

Bacino:

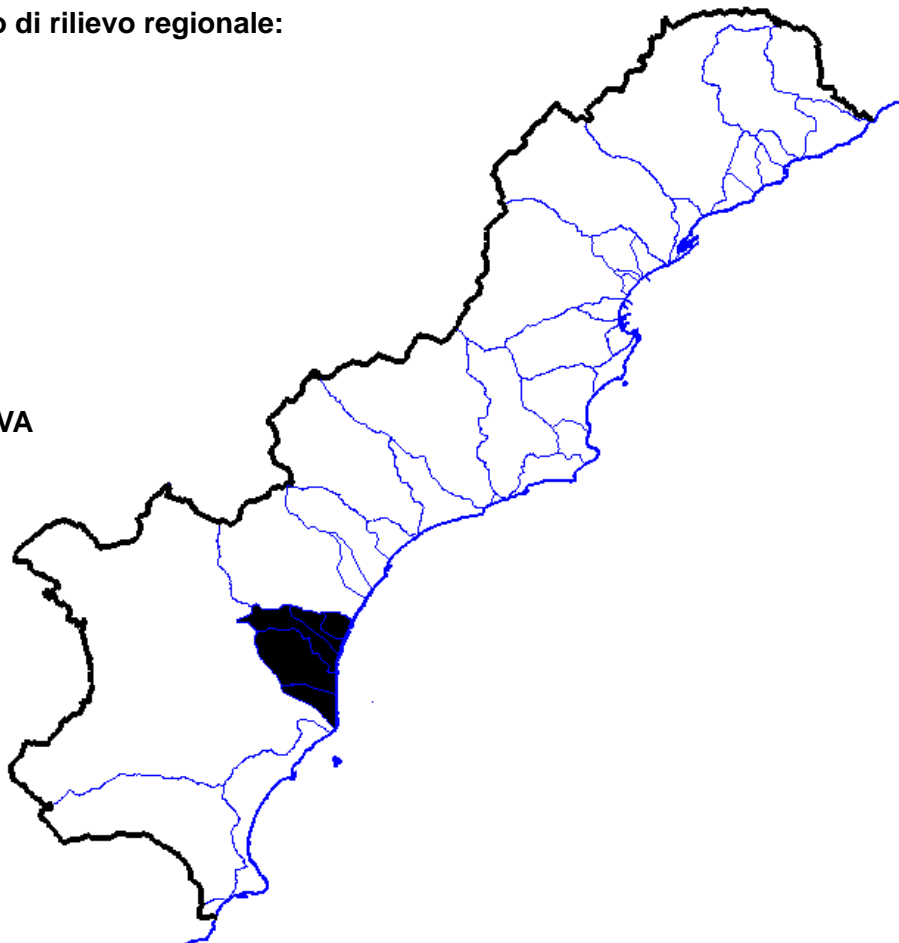
CARENDA

Comuni:

ALBENGA

CERIALE

CISANO SUL NEVA



APPROVAZIONE	Delibera del Consiglio Provinciale di Savona n. 47 del 25/11/2003
ULTIMA MODIFICA DELL'ELABORATO	Delibera di Giunta Regionale n. 1324 del 30/12/2016
ENTRATA IN VIGORE	Pubblicazione sul BURL n. 5 parte II del 01/02/2017

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

PREMESSA	4
1 QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO	5
1.1 Quadro istituzionale, normativo e amministrativo di riferimento	5
1.2 Strumenti di pianificazione vigenti	7
<i>1.2.1 Altri strumenti di pianificazione</i>	<i>7</i>
1.3 Dati utilizzati	7
2 CARATTERISTICHE DEL BACINO	8
2.1 Geografia	8
2.2 Geologia.....	8
<i>2.2.1 Metodologia di studio</i>	<i>8</i>
<i>2.2.2 Litostratigrafia</i>	<i>9</i>
<i>2.2.3 Tettonica e assetto strutturale.....</i>	<i>11</i>
2.3 Geomorfologia	11
<i>2.3.1 Metodologia di studio</i>	<i>12</i>
<i>2.3.2 Considerazioni relative allo stato della roccia.....</i>	<i>12</i>
<i>2.3.3 Caratterizzazione delle coperture.....</i>	<i>12</i>
<i>2.3.4 Movimenti franosi.....</i>	<i>12</i>
<i>2.3.5 Franosità diffusa e fenomeni erosivi</i>	<i>12</i>
<i>2.3.6 Fenomeni carsici</i>	<i>13</i>
<i>2.3.7 Riporti artificiali e discariche</i>	<i>13</i>
<i>2.3.8 Cave</i>	<i>13</i>
<i>2.3.9 Acclività</i>	<i>13</i>
2.4 Idrogeologia	14
<i>2.4.1 Reticolo idrografico</i>	<i>15</i>
<i>2.4.1.1 Reticolo idrografico principale (tav. 13)</i>	<i>15</i>
2.5 Uso del suolo	15
2.5.1. Territori modellati artificialmente	16
<i>2.5.1.1 ZONE URBANIZZATE.....</i>	<i>16</i>
<i>2.5.1.2 ZONE INDUSTRIALI, COMMERCIALI, RETI DI COMUNICAZIONE.....</i>	<i>16</i>
<i>2.5.1.4 AREE VERDI ARTIFICIALI NON AGRICOLE</i>	<i>16</i>
2.5.2 Territori agricoli	16
<i>2.5.2.1 SEMINATIVI :</i>	<i>16</i>
<i>2.5.2.2 COLTURE PERMANENTI ARBOREE</i>	<i>16</i>
<i>2.5.2.3 PRATI, PASCOLI</i>	<i>17</i>
<i>2.5.2.4. EX COLTIVI.....</i>	<i>17</i>
2.5.3 Territori boscati ed ambienti seminaturali.....	17
<i>2.5.3.1 PRATERIE</i>	<i>17</i>
<i>2.5.3.2 ZONE BOScate</i>	<i>17</i>
<i>2.5.3.3 ZONE CARATTERIZZATE DA VEGETAZIONE ARBUSTIVA</i>	<i>17</i>
<i>2.5.3.4 ZONE CON VEGETAZIONE</i>	<i>17</i>
2.6 Descrizione della rete idrografica	17

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

2.6.1 T. Carenda - Asta principale	17
2.6.1.1 <i>Torrente Carenda allo sbocco a mare</i>	18
2.6.1.2 <i>Torrente Carenda a monte del Ponte dell'Aurelia</i>	19
2.6.1.3 <i>Rio Fasceo e Carendetta di Rapalline</i>	20
2.6.2 T. Torsero - Asta principale	21
2.6.3 RIO ANTOGNANO E RII MINORI DELLA PIANA DI ALBENGA	24
<i>Rio presso Camping Lionetta</i>	24
2.6.4 RII MINORI DEL COMUNE DI CERIALE	33
<i>Rio Largo</i>	33
2.7 Idrologia di piena	35
2.7.1 Premessa	35
2.7.2 Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri. Valori di portata al colmo di piena, con assegnato tempo di ritorno, per i bacini idrografici con foce al mar Tirreno – luglio 1999 - (C.I.M.A.) Università degli Studi di Genova. .	36
2.7.3 Determinazione delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica.....	40
2.7.4 Portate di piena	43
2.7.4.1 <i>La curva inviluppo delle portate al colmo di piena (CATI 1970).....</i>	43
2.7.4.2 <i>Determinazione delle portate al colmo di piena (CIMA 1999).....</i>	44
2.7.4.2.1 <i>Piccoli bacini con dimensioni da 2 a 10 Km² (CIMA 1999)</i>	46
2.7.4.2.2 <i>Piccoli bacini con dimensioni minori di 2 Km² (CIMA 1999).....</i>	47
2.7.4.2.3 <i>- Tabelle riepilogative dei valori di portata (C.T.P. seduta del 11/09/2003)</i>	48
2.7.5 Portate di piena di progetto per il bacino Carenda (Rif. Normativa di Piano)	51
3 PROBLEMATICHE E CRITICITA' DEL BACINO	54
3.1 Premessa.....	54
3.2 Problematiche di tipo geomorfologico.....	56
3.2.1 Suscettività al dissesto dei versanti	56
3.3 Problematiche di tipo idraulico	61
3.3.1 Aree storicamente inondate.....	61
3.3.2 Verifiche idrauliche.....	61
3.3.2.1 <i>Individuazione dei tratti di studio</i>	62
3.3.2.2 <i>Metodologia di calcolo</i>	62
3.3.2.3 <i>Schematizzazione di calcolo</i>	63
- <i>Parametri di scabrezza</i>	64
- <i>Condizioni al contorno</i>	65
3.3.2.4 <i>Profili di moto permanente.....</i>	66
3.3.2.5 <i>Analisi della capacità di smaltimento delle opere in alveo</i>	67
3.3.3 Fasce di inondabilità	68
3.3.5 Evento alluvionale autunno 2014	70
3.3.4 Fascia di riassetto fluviale	71
3.4 Principali criticità del bacino	71

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

3.4.1 Criticità puntuali.....	72
3.4.1.1 <i>Insufficienza urbana presso S.S. Aurelia – loc. Pontelungo.....</i>	72
3.4.1.2 <i>Strada Provinciale, attraversamento Rio Antognano</i>	74
3.4.1.3 <i>Strada Regione Antognano presso Prae.....</i>	76
3.4.1.4 <i>Insufficienza urbana presso Pineo.....</i>	79
3.4.1.5 <i>Incrocio stradale presso cimitero S.Giorgio</i>	81
3.4.1.6 <i>Rio S. Rocco presso Loc. Peagna</i>	83
3.4.1.7 <i>Rio Recozzolo a Ceriale</i>	84
A	87
D	87
3.4.1.8 <i>Rio Carino a Ceriale</i>	89
92.....	92
87.....	92
75.....	92
67.....	92
3.5 Considerazioni sul trasporto solido	93
3.5.1 Premessa.....	93
4 RISCHIO IDROGEOLOGICO	95
4.1 Premessa.....	95
4.2 Determinazione del rischio idrogeologico	96
- Elementi a rischio.....	97
- Rischio geomorfologico.....	98
- Rischio idraulico.....	98
4.2.1 Carta del rischio idraulico.....	99
4.2.2 Carta del rischio geomorfologico.....	99

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

PREMESSA

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

Il presente piano è stato redatto quale piano di bacino stralcio sul rischio idrogeologico in adempimento all'art.1, comma1, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180, convertito, con modificazioni, nella legge 3 agosto 1998 n 267 e costituisce parte del piano di bacino stralcio per la difesa idrogeologica, nonché del piano di bacino completo, di cui alla legge 18 maggio 1989, n.183 e sue modificazioni ed integrazioni. Esso è di conseguenza un primo stralcio funzionale che risponde nei contenuti prioritariamente a quanto richiesto dal citato D.L. 180/98 e dal relativo "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180/98", pubblicato sulla G.U. del 5.1.1999.

Il percorso di formazione e adozione del presente piano è quello attualmente previsto in generale per i piani di bacino dalla normativa vigente, con particolare riferimento alla legge regionale 21 giugno 1999, n.18.

Il presente piano di bacino stralcio si è valso degli studi propedeutici generali relativi alle caratteristiche del territorio e alle problematiche del bacino a suo tempo affidati dalle Amministrazioni ed Enti operanti sul territorio in esame.

1 QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO

1.1 Quadro istituzionale, normativo e amministrativo di riferimento

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- raccomandazione n.1 *"Metodologie per la mappatura delle aree soggette a rischio di inondazione"*
- raccomandazione n. 3bis *"Documento propedeutico all'informatizzazione dei dati e delle cartografie di base per la redazione dei piani di bacino"*,
- raccomandazione n. 4 *"Standard cartografici relativi in particolare alle legende per la carta di copertura e d'uso del suolo, carta di dettaglio dei movimenti franosi, censimento dei movimenti franosi"*
- raccomandazione n. 4 *"Valutazione della pericolosità e del rischio idraulico e idrogeologico-Carte derivate"*
- raccomandazione n. 7 *"Definizione delle fasce di inondabilità e di riassetto fluviale"*
- raccomandazione n. 8 *"Redazione della carta del rischio idrogeologico nei piani stralcio di bacino"*
- Linea guida n. 1/1999 *"Nota sul rischio idraulico residuale nell'ambito della pianificazione di bacino regionale"*
- linea guida 2/2000 *"Indicazioni metodologiche per la costruzione della carta di suscettività al dissesto dei versanti"*
- linea guida 3/2000 *"Schema di struttura e dei contenuti essenziali di un piano di bacino stralcio sul rischio idrogeologico (ai sensi del comma 1, art.1, del DL180/98 e ss.mm.ed ii, convertito il Legge 267/98)"*

Si sottolinea, infine, che ai sensi della L. 183/89 il piano di bacino, così come i suoi stralci funzionali, è uno strumento sovraordinato per le parti prescrittive agli altri strumenti di

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

pianificazione settoriale ed urbanistica, con effetto di integrazione e di prevalenza, in caso di contrasto, della pianificazione territoriale di livello regionale, provinciale e comunale.

1.2 Strumenti di pianificazione vigenti

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

1.2.1 Altri strumenti di pianificazione

Relativamente alla Direttiva CEE 92/43/ CEE istitutiva dei siti "bioitaly", si osserva che nell'ambito del bacino Carenda è presente il seguente sito individuato come "SIC" (siti di importanza comunitaria):

IT 1324910 M.Acuto – Poggio Grande

1.3 Dati utilizzati

Per quanto riguarda la parte geologica per la cartografia di base del piano vengono utilizzati gli studi disponibili presso i vari Enti Pubblici. Tali dati sono stati integrati da verifiche sul terreno ed in base all'esperienza lavorativa maturata dai professionisti nella zona di studio.

I dati e le elaborazioni a carattere idrologico sono stati tratti dallo studio "Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri" redatto dal C.I.M.A. per conto della Regione Liguria. Per quanto riguarda il rilievo delle sezioni idrauliche si è proceduto con rilievi effettuati in modo speditivo dal Cima nel luglio 2000.

La base cartografica utilizzata è la carta tecnica regionale in scala 1:5.000 e scala 1:10.000 (in formato raster e vettoriale), che riporta il bacino nei fogli n° 245060, 245070, 245100, 245110.

2 CARATTERISTICHE DEL BACINO

2.1 Geografia

Il bacino denominato Carenda comprende i seguenti bacini idrografici:

- rio Antognano (sup. 2.9 km²),
- torrente Carenda (sup. 8 km²)
- torrente Torsero (sup. 6 km²)
- rio San Rocco (sup. 2.4 km²)
- rio Fontane o Cuore (sup. 1 km²)
- altre rii minori lungo la fascia costiera afferenti direttamente a mare nel tratto compreso tra la foce del Centa e Capo Santo Spirito.

Lo spartiacque del comprensorio Carenda, partendo dalla costa al margine di ponente e risalendo in senso orario, segue la linea di separazione idrografica tra Centa e rio Antognano, per poi risalire lungo il crinale al M. Pesalto (686,4 m), Croce Ceresa (710,2 m), Poggio Grande (812,7 m), Monte Acuto (748 m), M. Croce (541,4 m), Monte Piccaro (280,3 m).

Il bacino del comprensorio Carenda confina con quello del Fiume Centa a sud e a ovest (T. Neva), a nord con il bacino del torrente Varatella.

Per quanto riguarda i dati climatici all'interno del Bacino è presente una stazione di monitoraggio termo-pluviometrico: Isolabella (cod. 2046, quota 40 m).

Dal punto di vista climatico in analogia con i territori circostanti il comprensorio rientra nella zona climatica mediterranea ed in particolare nella sottoregione mesomediterranea, con una distribuzione bimodale delle precipitazioni, con massimo principale autunnale e secondario primaverile, e unimodale delle temperature che registrano il massimo in agosto ed il minimo in gennaio.

All'incirca il 56 % delle precipitazioni annue è mediamente distribuito nei mesi invernali ed autunnali, manifestandosi spesso sotto forma di bruschi rovesci concentrati in autunno, periodo nel quale si sono in genere avute le principali piene e i gli episodi alluvionali.

2.2 Geologia

La parte settentrionale del bacino è caratterizzata geologicamente dalla presenza di litotipi calcareo-dolomitici appartenenti all'Unità Arnasco-Castelbianco.

La parte pedemontana è costituita da depositi pliocenici e alluvionali antichi, mentre la porzione subpianeggiante del territorio è caratterizzata da depositi alluvionali o recenti ed attuali.

2.2.1 Metodologia di studio

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

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

Pertanto in questo elaborato sono state verificate e raggruppate le formazioni ed i vari membri delle stesse, in funzione della litofacies dominante; allo stesso tempo sono stati inseriti gli acronimi

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

formazionali, riportati negli standards di inserimento dei tematismi geologici nel sistema informativo regionale di bacino. I terreni alluvionali sono stati primariamente suddivisi per tipologia.

Sono state cartografate le giaciture, i sovrascorrimenti fra le unità principali e le discontinuità tettoniche principali.

I dati bibliografici di partenza sono costituiti da varie pubblicazioni scientifiche, e dalla consultazione di lavori precedenti (P.R.G. Comunali ove disponibili). I dati di base, ove necessario, sono stati integrati e verificati dal rilevamento geologico sul terreno.

2.2.2 Litostratigrafia

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

ALLUVIONI MOBILI - Aree occupate dall'idrografia attuale, alluvioni per lo più ghiaiose degli alvei attivi dei principali corsi d'acqua ed i depositi ghiaiosi e sabbiosi delle spiagge attuali.

ALLUVIONI NON TERRAZZATE (Olocene) – Alluvioni non alterate in superficie, e depositi di spiaggia correlati, alluvioni di fondovalle (all'interno del fluviale recente dove questo è terrazzato, mal delimitabili da esso dove non lo è), per lo più ghiaioso-sabbiose, solo localmente limose o argillose.

ALLUVIONI RECENTI (Pleistocene) – Alluvioni, per lo più ghiaioso-sabbiose, costituenti dei terrazzi il cui dislivello rispetto al fondovalle attuale, piuttosto forte a distanza dalla costa, va progressivamente diminuendo da monte a valle sino ad annullarsi in prossimità della costa stessa; alterazione superficiale molto ridotta.

ALLUVIONI ANTICHE (Pleistocene antico – Pliocene superiore) – Ghiaie talora molto grossolane, poligeniche (anche con ciottoli di cristallino) e sabbie, localmente molto alterate in superficie, costituenti i terrazzi fluviali più antichi - Pleistocene antico ? Pliocene superiore.

CONGLOMERATI DI MONTE VILLA (Pliocene sup. - medio) – Conglomerati a ciottoli prevalentemente calcarei, più o meno cementati; localmente sabbie debolmente coerenti". Dalla "*Carta Geologica dei terreni compresi tra il Brianzonese ligure ed il Flysch ad Elmintoidi s.s.*", A. Boni e M. Vanossi, 1972.-

Conglomerati di M. Villa s.s. – Stratificazione piuttosto massiccia, verso la base sottolineata da alternanze di livelli sabbiosi ed argillosi. I livelli conglomeratici sono costituiti da ciottoli assai arrotondati, con un buon grado di sfericità. La taglia è variabile da qualche mm fino a 50 cm di diametro; forte prevalenza di ciottoli provenienti dalle formazioni fliscioidi, mancano del tutto gli elementi a "facies verrucana", (caratteristici della "Pietra di Cisano"); matrice alla base argilloso-sabbiosa, quindi, salendo, più ricca in carbonati, più cementata". Da "*Nuovi dati e considerazioni sulla stratigrafia del bacino pliocenico di Albenga*", P. Boni, G.F. Peloso, P.L. Vercesi, Mem.Soc. Geol. It., 1984.

Sono stati successivamente suddivisi, da altri autori, in più orizzonti, differenti per caratteristiche sedimentologiche e morfologiche.

Pietra di Cisano – Costituita da un conglomerato assai compatto e tenace, formato da ciottoli a pezzatura medio-piccola, ben arrotondati e con elevato grado di sfericità; i costituenti di questo conglomerato sono in maggioranza ciottoli di dolomie, calcari e quarziti triassici e calcari liassici; la diffusione di ciottoli quarziti "variegati" a facies verrucana distingue la Pietra di Cisano dai

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

contigui Conglomerati di M. Villa s.s.; il cemento è calcareo. Caratteristica dominante della Pietra di Cisano è il fatto che, essendo particolarmente abbondante la componente calcarea, in superficie il deposito si presenta molto alterato e spesso trasformato in un sedimento a matrice argillosa rossastra che riempie tasche di erosione.

Brecciole di S. Giacomo – Affiorano tra la chiesa di S. Giacomo e l'abitato di Salea; depositi conglomeratici grigiastri, costituiti da ciottoli di quarzo e calcare, ben cementati, alquanto grossolani nei livelli più bassi, e a pezzatura assai minuta in quelli mediani e superiori; la morfometria dei ciottoli è assai varia anche se prevalgono gli elementi arrotondati su quelli a spigoli vivi e quelli sferici su quelli appiattiti.

Sabbie grossolane di Costa del Maglio-Ceriale – Deposito di sabbie grossolane ricoperte da sedimenti quaternari per lo più colluviali.

Da "*Nuovi dati e considerazioni sulla stratigrafia del bacino pliocenico di Albenga (Alpi Marittime)*", P. Boni, G.F. Peloso, P.L. Vercesi, Mem. Soc. Geol. It., 1984.

I depositi sopra descritti sono diffusamente ricoperti da materiali alterati, di color rosso nelle varie tonalità e costituiti da una matrice argillosa azoica che ingloba ciottoli spesso decalcificati, e da sabbie per lo più grossolane. Lo spessore dei suddetti materiali è estremamente variabile, ma, di norma, decresce procedendo dal centro verso la periferia del bacino.

La loro genesi è da ricollegarsi, essenzialmente, all'alterazione pedogenetica della componente carbonatica dei sedimenti pliocenici iniziata, verosimilmente, in epoca villafranchiana; il passaggio tra il deposito pliocenico ed il materiale di alterazione che lo ricopre è, per lo più, assai graduale, a volte risulta assai difficile distinguere i depositi in oggetto dai livelli

ARGILLE DI ORTOVERO (Pliocene medio – inferiore) - Alternanze stratificate di argille sabbiose sovrastanti argille azzurre fossilifere, affioranti nelle incisioni torrentizie nella fascia pedemontana.

FORMAZIONE DI ALBENGA (Eocene – Paleocene) - Suddivisibili in:

Membro di Leuso: "Areniti da grossolane a fini, quarzoso-feldspatiche, molto micacee, a cemento calcitico, di colore grigio, in strati di spessore variabile (10-50 cm), alternate a siltiti fini quarzoso-micacee, in strati sottili (2-15 cm); verso la base, intercalazioni di calcari quarzosi...". Dalla "*Carta Geologica dei terreni compresi tra il Brianzonese ligure ed il Flysch ad Elmintoidi s.s.*", A. Boni e M. Vanossi, 1972.-

Arenarie di Leuso-Quartarole: "Torbiditi arenaceo-pelitiche massicce, riferibili ai lobi di una conoide sottomarina...;".

Da "*Alpi Liguri*" - *Guide Geologiche Regionali* - BE-MA Ed.- 1991.

Membro (o Calcari) di Curenna: "Calcari chiari, (localmente rossastri-verdastri),...in strati sottili, di aspetto scistoso, separati da livelli millimetrici grigi o verdini; verso la sommità ... banchi di areniti quarzoso-micacee ... " (Paleocene- Eocene inf.); dalla "*Carta geologica dei terreni compresi tra il brianzonese ligure s.l. ed il Flysch ad Elmintoidi s.s.*" (A. Boni, M. Vanossi, 1972).

RADIOLARITI DI ARNASCO (Malm) - "Diaspri, radiolariti e scisti silicei, di colore rosso, verde o grigio, in strati sottili". Dalla "*Carta Geologica dei terreni compresi tra il Brianzonese ligure ed il Flysch ad Elmintoidi s.s.*", A. Boni e M. Vanossi, 1972.-

BRECCIE DI M. GALERO (Lias medio – Dogger) - Dal basso (alto geometrico nella successione ribaltata):

Membro A - Breccie carbonatiche a ciottoli e blocchi di dolomie prevalentemente noriche, calcari retici, e spongoliti liassiche; caratterizzato da accentuata eterometria dei clasti e da un assetto caotico; ...stratificazione di norma assente, tranne che nei termini di passaggio ai calcari liassici.

Membro B - Breccie poligeniche con elementi in gran parte provenienti da terreni permo-triassici.

Membro C - Arenarie quarzoso-micacee con granuli calcarei fini ("**Arenarie di Nasino**").

Da "*Rilevamento geologico ed analisi strutturale del settore meridionale dell'Unità di Arnasco*-

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

Castelbianco (Alpi Marittime)", G. Dallagiovanna e S. Seno, Mem. Soc. Geol. It., 28, 1984.

CALCARI DI ROCCA LIVERNA' (Lias) – Calcari grigi, in strati evidenti, quasi sempre con frequenti e potenti lenti e bande di selce chiara, porosa, a patina giallo-rossastra; talora con belemniti; locali intercalazioni di microbrece, passaggi laterali e verso l'alto alle Brece di M. Galero; spessore medio degli strati si aggira sui 10-15 cm; passano eteropicamente verso l'alto alle Brece di M. Galero; livelli lentiformi di brece, di spessore variabile, si trovano inoltre entro i calcari stessi nei quali sfumano lateralmente attraverso zone a microbrece..."- Dalle *"Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia, Foglio Albenga-Savona"*, A. Boni et alii, 1971.-

Nell'ambito di questa formazione sono distinguibili, dal basso, due litofacies principali:

- calcari grigi, spongolitici, ben stratificati, in strati decimetrici, con o senza lenti e liste di selce, talora con belemniti e lamellibranchi;
- calcari spongolitici nerastri, con selce dispersa e marne a patina di alterazione rossastra, passanti anche lateralmente alle Brece di M. Galero..."

Da *"Rilevamento geologico ed analisi strutturale del settore meridionale dell'Unità di Arnasco-Castelbianco (Alpi Marittime)"*, G. Dallagiovanna e S. Seno, Mem. Soc. Geol. It., 28, 1984.

CALCARE DI VERAVERO (Retico-Hettangiano) – Calcari e calcari marnosi grigio-scuro, calcari a lumachelle e a coralli, peliti grigio-nerastri e dolomie a patina olivastro, in banchi di spessore variabile.

DOLOMIE DI M- ARENA (Carnico ?- Norico) – Dolomie cristalline, da grigio chiare a biancastre, talora grigio scure e rosate, ben stratificate, in banchi dello spessore medio di 40 cm, con rare intercalazioni pelitiche.

2.2.3 Tettonica e assetto strutturale

Il comprensorio del Carenda è caratterizzato da formazioni rocciose appartenenti all'Unità tettonica prepiemontese Arnasco-Castelbianco cui si sovrappongono in discordanza stratigrafica i depositi pliocenici ed alluvionali.

L'assetto strutturale delle formazioni rocciose è caratterizzato da variabilità delle giaciture con sviluppo di pieghe sia a grande che a piccola scala. Sono presenti numerose faglie sulle quali spesso è impostato il reticolo nella zona montana.

Per quanto riguarda i lembi pliocenici, nei conglomerati è riconoscibile una giacitura monoclinale con immersione sud est a moderata inclinazione.

2.3 Geomorfologia

Il comprensorio Carenda presenta nella sua estensione aspetti assai diversificati dal punto di vista morfologico:

- la vasta pianura alluvionale, in parte urbanizzata in parte coltivata intensivamente,
- la fascia pedemontana, con nuclei abitativi sparsi e diffusa coltivazione ad uliveto, vigneti etc.
- la zona montana (q max. Poggio Grande 812,7 m).

Il paesaggio morfologico è in gran parte determinato dalle condizioni geologiche e dipende dalla litologia, dallo stato di conservazione della roccia e dalle strutture tettoniche.

La zona montana è caratterizzata da forti pendenze con substrato roccioso affiorante o subaffiorante, il litosuolo calcareo non permette un consistente sviluppo di vegetazione.

La fascia pedemontana è caratterizzata da moderate pendenze, risulta fortemente incisa dai corsi d'acqua.

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

2.3.1 Metodologia di studio

Per la redazione della carta geomorfologica e di quella della franosità ad essa legata ci si è avvalsi della consultazione dei P.R.G. Comunali e segnalazioni da parte di Comuni e Comunità Montana, della consultazione del Piano Territoriale delle Attività di Cava, della Carta Inventario dei Fenomeni Franosi della Regione Liguria e del Catasto Regionale delle Cavità Carsiche. Il rilevamento è stato effettuato tramite la visione delle foto aree disponibili presso la Provincia di Savona, integrato e completato dal rilevamento sul terreno.

La cartografia è stata redatta secondo le specifiche regionali.

2.3.2 Considerazioni relative allo stato della roccia

La suddivisione del substrato è stata effettuata in quattro classi in base dello stato della roccia.

- Rf roccia in cattive condizioni di conservazione
- R0 roccia subaffiorante e/o con caratteristiche strutturali non ben rilevabili
- R roccia in buone condizioni di conservazione e giacitura favorevole al pendio
- Rs roccia in buone condizioni di conservazione e giacitura sfavorevole al pendio

2.3.3 Caratterizzazione delle coperture

Le coltri eluvio-colluviali sono scarse e limitate alle zone di versante.

Sulla carta geomorfologica vengono cartografate distintamente le coltri significative di potenza stimata fino a 3 m e le coperture detritiche di potenza stimata superiore ai 3 m. La carta geologica riporta le sole coperture di potenza superiore ai 3 m.

In assenza di dati sulla caratterizzazione geotecnica dei materiali non è stato possibile operare una distinzione in base alla granulometria.

Durante i sopralluoghi effettuati per l'aggiornamento dei dati del 2004 (aggiornamenti geologici ex D.G.R.1592/03), è stato modificato il perimetro di alcuni corpi detritici

2.3.4 Movimenti franosi

Nell'ambito del comprensorio Carenda non sono presenti frane già censite ai sensi del D.L. 180/98 e contraddistinte sulla "Carta inventario" e nei relativi "Estratti".

Dallo studio effettuato non si sono rilevate frane di livello areale: solo dall'esame della cartografia GEOMAP fornita dalla regione Liguria è stato possibile cartografare una paleofrana a carattere areale immediatamente a valle della Località Poggio Castellano.

2.3.5 Franosità diffusa e fenomeni erosivi

Sono estesamente rappresentati i processi erosivi superficiali ed i movimenti franosi di ridotte dimensioni prevalentemente impostati nei suoli o nei livelli di maggiore alterazione del substrato roccioso, localmente interessato da "rocce tenere".

Sono rappresentati anche fenomeni di erosione spondale e di erosione profonda lungo i corsi d'acqua, che spesso innescano franamenti di dimensioni variabili, da piccole a medio grosse.

In particolare la gran parte dei fenomeni franosi interessa le scarpate spondali dei principali corsi d'acqua nella fascia pedemontana con particolare evidenza nel rio Torsero, in cui si assiste al crollo

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

a partire dal ciglio di blocchi di materiale con effetti negativi sul deflusso delle acque e sul trasporto solido.

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

- in sponda orografica sinistra del rio Iba (nel comune di Ceriale): alcune aree con fenomeni di ruscellamento diffuso, un ciglio di distacco attivo (sponda destra del rio serbatoio), frana non cartografabile, rottura di pendio attiva;
 - nel comune di Ceriale in località Largo (campo da calcio): una frana puntuale e un ciglio di distacco attivo;
 - nel comune di Albenga lungo il rio Gruppin, lungo entrambe le sponde, in prossimità della confluenza con il rio dei Rubini rotture di pendio attive;
- nel comune di Ceriale in località Prelanino a monte della strada: una frana puntuale.

2.3.6 Fenomeni carsici

Con un bacino caratterizzato da una rilevante presenza di substrato calcareo o dolomitico le cavità carsiche sono diffuse. Nella carta geomorfologica, ove noto, si è distinto tra le varie forme carsiche. Ove questi dati non erano disponibili si riporta il simbolo generico di cavità carsica con coordinate tratte dal relativo catasto.

2.3.7 Riporti artificiali e discariche

I **riporti** segnalati nella cartografia del Piano sono per lo più di piccole dimensioni e riferibili alla costruzione dell'autostrada e per la realizzazione di spazi verdi (attrezzati) o aree sportive.

Nel comune di Ceriale in località Peagna è attualmente in attività una **discarica** di materiali provenienti da terre di scavo e da demolizioni. Tale area risulta sottoposta, pertanto, ad un regime normativo speciale previsto per le discariche.

Durante i sopralluoghi effettuati per l'aggiornamento dei dati del 2004 (aggiornamenti geologici ex D.G.R.1592/03), sono stati rilevati e cartografati i seguenti riporti:

- nel comune di Albenga in località Ciappe a monte dell'autostrada: un'area interessata da riporto/sbancamento;
- nel comune di Albenga in località san Giacomo Maggiore: riporto in corrispondenza del cimitero.

2.3.8 Cave

Non vi sono cave attive.

Nel bacino è segnalata una cava dismessa ("Fontana") nel comune di Albenga in loc. Salea. Vi si estraeva argilla per usi chimico-industriali.

Per quanto riguarda le cave dismesse o abbandonate la perimetrazione è stata indicata tramite rilevamento visivo o visione di foto aeree.

2.3.9 Acclività

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

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

Il procedimento seguito ha impiegato il modello digitale del terreno, con maglia 20 x 40 m.
Il grid di campionamento utilizzato è di 10 x 10 m tramite il software Terrain Analyst di Intergraph.
Dopo l'elaborazione sono stati eliminati i poligoni elementari aventi un'area minore di 50 m² al di sotto della tolleranza accettabile con maglia di tale ampiezza.

Il bacino è stato suddiviso nelle seguenti classi di attività:

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

2.4 Idrogeologia

La carta idrogeologica è stata derivata dalla sovrapposizione delle carte geologica e geomorfologica integrate dalle informazioni relative alle fonti di prelievo idrico disponibili (Comuni e studio Italgas).

Sulla carta è stata definita la permeabilità dei vari settori di bacino in riferimento al substrato.

Alle coperture detritiche potenti e alle alluvioni corrisponde *permeabilità per porosità*.

Ai conglomerati pliocenici e ai litotipi della Formazione di Albenga è stata assegnata *permeabilità per fratturazione*.

Ai calcari e dolomie *permeabilità per fratturazione e carsismo*

Le Argille di Ortovero sono state classificate come *impermeabili*.

La carta idrogeologica elaborata evidenzia per il bacino Carenda un territorio caratterizzato pressoché interamente da rocce permeabili.

Gli unici affioramenti di rocce impermeabili sono localizzati in brevi tratti lungo l'alveo del rio Carenda e del rio Torsero.

Nel settore settentrionale del bacino si sviluppano rilievi collinari costituiti prevalentemente da rocce calcaree permeabili per fratturazione e carsismo e subordinatamente da rocce conglomeratiche e brecce permeabili per fessurazione.

La permeabilità relativa delle formazioni è mediamente buona e nelle rocce calcaree è attiva una circolazione idrica sotterranea che si manifesta in superficie con emergenze a carattere sorgivo localizzate lungo gli alvei del rio Torsero, del rio San Rocco e del rio Fontana.

Nel settore meridionale e centrale del bacino si sviluppa la piana costiera e di fondovalle caratterizzata da depositi detritici di natura alluvionale permeabili per porosità.

La permeabilità relativa è mediamente buona o elevata tuttavia, nel sottosuolo sono presenti variazioni laterali e verticali di permeabilità prodotte dalla presenza di lenti o livelli di materiali fini semipermeabili o impermeabili.

La circolazione idrica sotterranea è attiva e si manifesta con la presenza di un acquifero multifalda da cui attingono, per uso irriguo e per uso potabile, i numerosi pozzi distribuiti sul territorio.

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

2.4.1 Reticolo idrografico

Sulla carta idrogeologica è evidenziato lo sviluppo della rete idrografica.

Tale sviluppo può essere caratterizzato attraverso la gerarchizzazione del reticolo che permette di definire l'ordine del bacino, ossia l'ordine dell'asta fluviale terminale. La classificazione del reticolo idrografico è stata condotta secondo la metodologia proposta da Horton-Strahler, pertanto l'ordine delle varie aste si determina in base al seguente schema:

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

La gerarchizzazione è stata condotta sulla base CTR raster alla scala 1:10.000

Per quanto riguarda i corsi d'acqua principali si rileva:

- rio Antognano lunghezza asta principale del 2° ordine 3 km
- torrente Carenda lunghezza asta principale del 4° ordine 5.7 km
- torrente Torsero lunghezza asta principale del 3° ordine 7,2 km
- rio San Rocco lunghezza asta principale del 3° ordine 3,6 km
- rio Fontane o Cuore lunghezza asta principale del 3° ordine 1,5 km

2.4.1.1 Reticolo idrografico principale (tav. 13)

La Carta del Reticolo Idrografico non costituisce elaborato contenente le previsioni di Piano ma è da considerarsi parte degli elaborati di analisi al Piano stesso. La tavola 13 comprende i corsi d'acqua già iscritti negli elenchi delle acque pubbliche, (fermo restando che il valore di ufficialità può essere attribuito unicamente all'elenco delle acque pubbliche del territorio della Provincia di Savona pubblicato sulla G.U. n. 244 del 15/10/1941 ed integrato con D.P.R. del 30/06/1954), gli ulteriori tratti che rivestono significativa rilevanza idraulica nonché tutti i tratti individuati dalla base topografica della cartografia della Carta Tecnica Regionale.

2.5 Uso del suolo

La composizione cartografica deriva da una serie di indagini di campagna atte ad individuare il tipo di destinazione del territorio o di porzioni di esso, in rapporto a delle classi di individuazione prestabilite.

Si sono così distinti territori agricoli, superfici con caratteristiche naturali (boschi e vegetazione spontanea), aree urbane, aree produttive (industriali e commerciali), reti di comunicazione (autostrade e ferrovie) e corpi idrici.

Le informazioni ricevute sulle diverse destinazioni dei suoli, si rilevano fondamentali ai fini di una corretta gestione del territorio anche in relazione alle trasformazioni esercitate dall'uomo nel corso del tempo.

Le aree individuate sono state catalogate in base alla legenda del piano.

La carta realizzata in scala 1:10000 è stata elaborata sia sulla fotointerpretazione sia tramite rilievi diretti di verifica in campo.

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

2.5.1. Territori modellati artificialmente

2.5.1.1 ZONE URBANIZZATE

2.5.1.1.1 Tessuto urbano continuo è rappresentato dalle concentrazione litoranea degli abitati compresi tra le propaggini nord di Albenga e Cerial.

2.5.1.1.2 Tessuto urbano discontinuo è formato da piccoli agglomerati e da case sparse.

2.5.1.2 ZONE INDUSTRIALI, COMMERCIALI, RETI DI COMUNICAZIONE

2.5.1.2.1 Aree industriali o commerciali comprendono piccole porzioni del territorio concentrate nei pressi della fascia litoranea e della ferrovia.

2.5.1.2.2 Reti autostradali, ferroviarie e spazi accessori: si identificano nell'asse autostradale Genova - XX Miglia, nella Strada Statale Aurelia che corre all'interno della ampia pianura del comprensorio albanese e nella rete ferroviaria (Ferrovie dello Stato) lungo la fascia marina.

2.5.1.4 AREE VERDI ARTIFICIALI NON AGRICOLE

2.5.1.4.1 Aree verdi urbane: rappresentano piccoli spazi verdi pubblici o privati destinati a giardini e zone di sosta, sono per lo più concentrate nel tessuto urbano e molte volte sono difficilmente cartografabili per le modeste dimensioni, sono in ogni modo insignificanti ai fini dell'uso del suolo.

2.5.1.4.2 Aree sportive e ricreative: si identificano negli impianti sportivi quali i campi di calcio e sono generalmente ben visibili.

2.5.2 Territori agricoli

2.5.2.1 SEMINATIVI :

2.5.2.1.2. Seminativi irrigui: comprendono porzioni della Piana di Albenga posta nella fascia dell'immediato entroterra tra gli abitati di Albenga e Cerial. Per la maggiore importanza sono unificati tutti nei seminativi irrigui.

2.5.2.1.2.2. Seminativi, vivai, colture in serra: nella piana di Albenga tra Albenga e Cerial e nelle zone ad essa limitrofe sono presenti molte serre con coltivazioni specializzate e assumono il significato di aziende agricole principali.

L'assetto produttivo della pratica agricola si presenta diversificato con dominanza dell'indirizzo orto-floricolo sia in pieno campo sia in serra.

2.5.2.2 COLTURE PERMANENTI ARBOREE

2.5.2.2.1 Oliveti terrazzati: la coltivazione è praticata sulle pendici meglio esposte dei rilievi dell'entroterra del bacini. Vi sono sia oliveti coltivati, sia oliveti in stato di abbandono. L'impianto olivicolo terrazzato con muretti a secco è sempre ben leggibile, anche laddove il bosco e gli incendi boschivi hanno determinato la ricolonizzazione della flora spontanea.

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

Tuttavia la sistemazione ad oliveto terrazzato determina un fitto sistema capillare per la regimazione delle acque meteoriche.

2.5.2.3 PRATI, PASCOLI

Comprendono esigue porzioni di territorio localizzate nelle zone alte del bacino.

Trattasi in genere di formazioni naturali ricavate in zone pseudopianeggianti, ove è praticato il pascolo libero da parte di allevatori dei comuni limitrofi dell'entroterra che sfruttano le zone dell'alta collina nei mesi primaverili-estivi. Assai limitata ed in disuso è la pratica dello sfalcio per la fienagione.

2.5.2.4. EX COLTIVI

In molti casi l'abbandono dell'attività sta favorendo l'instaurarsi di una vegetazione spontanea di tipo arbustivo, per cui molte di queste aree possono essere inserite negli ex coltivi.

2.5.3 Territori boscati ed ambienti seminaturali

2.5.3.1 PRATERIE

Comprendono aree limitate ove è in corso un processo di rinaturalizzazione verso forme più stabili. A causa delle caratteristiche edafiche, climatiche tali areali rimarranno comunque come situazioni di passaggio tra ecosistemi diversi come ad esempio i prati-pascoli, sfruttati dall'uomo e dagli animali, e gli arbusteti, forma di passaggio verso popolazioni più evolute.

2.5.3.2 ZONE BOScate

Comprendono una percentuale limitata del territorio, occupata da cedui misti invecchiati, cedui semplici da fustaie di latifoglie e da conifere termofile derivanti da impianti artificiali con un buon grado di copertura (dal 50 al 100%) con funzione principalmente protettiva.

2.5.3.3 ZONE CARATTERIZZATE DA VEGETAZIONE ARBUSTIVA

Rappresentano zone di transito da coltivi - prativi, zone comunque sfruttate, a forme naturali quali il bosco: comprendono nocioleti, calluna, sorbo, cisto e ginestre. Sono per altro molto estese formazioni arbustive di macchia o gariga, correlate alla povertà del suolo ed al ripetersi degli incendi.

2.5.3.4 ZONE CON VEGETAZIONE

2.5.3.4.1 Spiagge, dune.

2.5.3.4.2 Rocce nude.
Comprende superfici assolutamente limitate per estensione.

2.5.3.4.3 Aree con vegetazione rada è limitata tra le formazioni rocciose affioranti ove l'esiguo spessore del suolo non permette la crescita di vegetazione importante.

2.6 Descrizione della rete idrografica

2.6.1 T. Carenda - Asta principale

I sopralluoghi effettuati sul Torrente Carenda, nel luglio 2000, hanno permesso di individuare le principali caratteristiche del corso d'acqua che, abbinata ai rilievi topografici delle sezioni, formano un quadro completo per la successiva modellazione idraulica.

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

2.6.1.1 *Torrente Carenda allo sbocco a mare*

Nel tratto subito a monte dello sbocco a mare il Torrente Carenda attraversa gli abitati e le campagne di regione Rapalline e Carenda.

Il corso d'acqua ha qui andamento rettilineo e regolare. Come si può osservare dalla foto 2.6.1.1, scattata dal ponte della strada statale vecchia Aurelia, la sezione è rettangolare con pareti in calcestruzzo in buono stato.

Il fondo alveo è in condizioni discrete, con presenza di vegetazione arbustiva e canneti.



Foto 2.6.1.1 – Torrente Carenda: tratto terminale antistante il ponte della strada

Il ponte della vecchia Aurelia ha pile addossate alle sponde del corso d'acqua.

Pertanto nell'attraversamento la sezione non subisce significative diminuzioni in larghezza, la quale si assesta ad un valore di circa 17.4 m, mentre si abbassa lievemente in altezza nell'incontrare l'impalcato del ponte, in cemento armato dello spessore di circa $1\div 1,5$ m. di conseguenza si misura un'altezza tra fondo alveo e impalcato di 2.8 m (Foto 2.6.1.2).



Foto 2.6.1.2 – Torrente Carenda: ponte sulla vecchia Aurelia.

circa una decina di metri dal ponte di fig. 3 si trova la sezione di sbocco a mare, praticamente coincidente con l'attraversamento del ponte della ferrovia (Foto 2.6.1.3).

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



*Foto 2.6.1.3–Torrente Carenda: ponte della ferrovia e sbocco a mare.
.0.1*

Nonostante quest'ultimo presenti una pila in alveo larga circa $1\div 1.5$ m, le luci libere tra le sponde e la pila sono comunque dell'ordine di circa $7\div 8$ m, non determinando quindi una significativa riduzione di larghezza. (Foto 2.6.1.4).



Foto 2.6.1.4 – Torrente Carenda: particolare dello sbocco a mare, a sinistra della pila centrale del ponte della ferrovia.

E' da rilevare comunque che la geometria della pila, a pianta rettangolare, costituisce comunque un ostacolo per la corrente, che si trova uno sbarramento nello scorrimento a valle dall'impatto con il rilevato che tale configurazione viene a creare.

2.6.1.2 Torrente Carenda a monte del Ponte dell'Aurelia

Dal ponte a mare fino all'Aurelia, il rio si presenta con andamento rettilineo con sponde in calcestruzzo alte mediamente 4 m, con fondo in terra ricoperto da canneto e terra.

Il ponte dell'Aurelia ha una larghezza trasversale di circa 14.5 m e uno spessore di circa 1.20 m con altezza tra fondo e intradosso di circa 2.5 m. A monte del ponte dell'Aurelia, il rio si restringe e diventa largo circa 8.5 m con altezza sponde di circa 4 m.

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

Il tratto sistemato con muri d'argine in c.a. continua per circa 500 m a monte del ponte dell'Aurelia, interessando il territorio di regione Carenda. Ad un certo punto la sistemazione cessa per lasciar spazio all'alveo naturale con sponde alte 4 m e sezione larga 8 m, come si può vedere nella foto 2.6.1.5. La sistemazione riprenderà circa 1 km più a monte, dove le arginature sono state rinforzate dalla messa in opera di gabbioni, visibili nella foto 2.6.1.6 vicino ad un guado allagabile.



Foto 2.6.1.5 – Torrente Carenda: sezione in cui finisce la sistemazione poco prima di regione Rapalline.



Foto 2.6.1.6: sistemazione di monte con gabbionature del Torrente Carenda. In primo piano il guado allagabile.

L'alveo naturale percorre tutto il territorio di regione Rapalline con andamento curvilineo e larghezza sensibilmente minore del tratto sistemato a valle. Questo tratto, come riportato anche da testimonianze locali, rappresenta un fattore di rischio di inondazione, in quanto l'alveo si restringe fortemente soprattutto nei pressi delle curve, tracimando in caso di forti piene, nelle campagne circostanti.

2.6.1.3 Rio Fasceo e Carendetta di Rapalline

Dal ponte a mare fino all'Aurelia, il rio si presenta con andamento rettilineo con sponde in calcestruzzo.

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

2.6.2 T. Torsero - Asta principale

I sopralluoghi effettuati sul torrente Torsero, nel corso del periodo febbraio-marzo 2000, hanno permesso di individuare le principali caratteristiche del corso d'acqua che, abbinate ai rilievi topografici delle sezioni, formano un quadro completo per la successiva modellazione idraulica. L'asta presenta un andamento meandriforme nel tratto compreso tra l'autostrada e la via Aurelia, per poi presentarsi nell'ultimo tratto, tra la via Aurelia e il mare, con andamento rettilineo.

Osservando la foto 2.6.2.1, che mostra una ripresa dal ponte della vecchia Aurelia, guardando verso monte, si può notare che l'alveo è stato rivestito in calcestruzzo, con pareti in cemento armato. La larghezza è pari a 8.80 m e l'altezza tra fondo alveo e impalcato del ponte è pari a circa 2 m.



Foto 2.6.2.1 – Torrente Torsero: veduta del tratto terminale prima del ponte della vecchia Aurelia



Foto 2.6.2.2 Torrente Torsero: strada di accesso all'alveo (lato di levante)

L'alveo in questo tratto è stato reso carrozzabile da una stradina che consente l'accesso da entrambe le sponde a piedi, mentre ai veicoli è consentito solo dalla parte di ponente (Foto 2.6.2.2). Da evidenziare a questo la mancanza di una opportuna segnaletica che avvisi i cittadini degli eventuali rischi di allagamento in caso di piena della strada.

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

A valle della vecchia Aurelia, si incontra dopo circa 10 m il ponte della ferrovia (fig. 4) al di sotto del quale il torrente ha creato un forte scavo, che è stato rivestito con asfalto per consentire l'accesso ai fabbricati che sono sorti sulle sponde dello sbocco del torrente, dove la spiaggia si confonde con il materiale di alluvione trasportato nel corso delle piene.

E' naturalmente evidente la situazione di rischio idraulico a cui sono soggetti gli insediamenti abitativi di foto 2.6.2.3.



Foto 2.6.2.3 – Torrente Torsero: configurazione dello sbocco dopo il ponte della ferrovia

Prima di incontrare il mare vi sono ancora circa 15÷20 m di spiaggia ricoperti dai ciottoli del torrente, come si può vedere nella foto 2.6.2.4.



Foto 2.6.2.4 – Torrente Torsero: sbocco a mare.

- Torrente Torsero verso monte

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

Dallo sbocco a mare fino alla via Aurelia il Torsero ha andamento rettilineo con sezione sempre rettangolare e rivestita in calcestruzzo. Le sponde sono alte circa 2.50 m e la larghezza è pari a circa 9 m.



Foto 2.6.2.5 – T. Torsero: sezione a valle dell'Aurelia

Il ponte dell'Aurelia ha altezza all'estradosso di 3.10 m, mentre l'altezza all'intradosso è di circa 2.20 m.

Subito a monte dell'Aurelia la sezione ha altezza delle sponde pari a circa 2.2 m e larghezza identica a prima, ma è da rilevare la presenza di un dislivello di circa 1 m tra le due sezioni, che si raccordano con una forte discesa come si può osservare in figura, dalla quale si può anche vedere come nel tratto a monte il fondo è naturale e ricco di vegetazione.



Foto 2.6.2.6 – T. Torsero a monte dell'Aurelia

- Torrente Torsero - copertura di monte

Nei pressi dello svincolo della strada che porta alle parco acquatico "Le Caravelle" il Torsero è coperto per circa 30 m con sezione rettangolare larga circa 10 m e sponde alte circa 2.2 m. Lo spessore della copertura varia tra 50 cm a monte e 90 cm a valle.

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

Nel tratto a valle della copertura il torrente prosegue con sezione rettangolare, pensile rispetto alle campagne circostanti con altezza in sponda sinistra pari a 4.10 e in sponda destra pari a 3.2 m.



Foto 2.6.2.7 – T. Torsero: copertura a monte

2.6.3 RIO ANTOGNANO E RII MINORI DELLA PIANA DI ALBENGA

Si tratta di una serie di corsi d'acqua che scorrono nella piana di Albenga, cioè in quel tratto pianeggiante compreso tra il fiume Centa e l'abitato di Ceriale.

Il sopralluogo ha evidenziato che a grandi linee, essi presentano caratteristiche idrauliche simili: pendenza modesta, corrente a pelo libero, alveo rivestito in calcestruzzo, superficie drenata di modesta estensione e coincidente con zone prevalentemente agricole con abitazioni sparse. I danni che si hanno quindi in caso di forti piogge interessano quindi le zone agricole della piana o, eventualmente, i campeggi che si trovano in quei luoghi.

Rio presso Camping Lionetta

Nel tratto di costa compreso tra la foce del fiume Centa e quella del rio Antognano, l'unico scolo a mare che si incontra è quello del rio che sfocia a valle del Camping Lionetta, che drena un'area inferiore a mezzo km².

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



Figura 2.6.3.1 – Rio presso Camping Lionetta: tratto terminale. La sezione del corso d'acqua è di forma rettangolare, rivestita in calcestruzzo.

Il tratto antistante lo sbocco in spiaggia si presenta coperto da un telone sorretto da assi di legno e recintato da rete metallica tutt'intorno (fig. 2.6.3.1).

Lo sbocco a mare non è orientato nella direzione che ha il rio in fig. 2.6.3.1, ma forma un angolo di circa 90° con quest'ultima.

Di conseguenza lo sbocco si presenta come in fig. 2.6.3.2, con lo scarico che avviene direttamente sulla spiaggetta di ciottoli che si è venuta a formare.



Figura 2.6.3.2 – Rio presso camping Lionetta: sbocco a mare. Sullo sfondo si può notare la massicciata della ferrovia.

Rio Antognano

Il rio Antognano scorre a levante dell'abitato di Albenga, drenando una area di circa 2.5 km².

Osservando il corso d'acqua dal ponte della vecchia S.S. Aurelia che lambisce il rilevato ferroviario, si vede come la geometria del tratto terminale sia a sezione trapezia, con rivestimento in calcestruzzo. Lo stato di pulizia dell'alveo è buono (fig. 2.6.3.3).

In ingresso al ponte, il canale principale si restringe per poi allargarsi subito dopo prima di attraversare il ponte della ferrovia e sfociare in mare (fig. 2.6.3.4). Il tratto ristretto è protetto da

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

pareti in calcestruzzo larghe circa 40 cm, che formano una sezione a forma rettangolare larga 5 m e alta poco meno di 2 m (fig. 2.6.3.5).



Figura 2.6.3.3 – Rio Antognano: veduta dal ponte della vecchia Aurelia verso monte. Dimensioni sezione trapezia: altezza sponde 2.5 m, larghezza alla base 8 m, larghezza in sommità di 11 m. Pendenza sponde: 30° rispetto verticale.



Figura 2.6.3.4 – Rio Antognano: restringimento prima del ponte della vecchia Aurelia.

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



Figura 2.6.3.5 – Rio Antognano: particolare restringimento sotto il ponte della vecchia Aurelia. Il ponte ha un impalcato di circa 1,8 m X 15,8 m. Da notare i muretti in calcestruzzo che contraddistinguono il restringimento e portano la sezione a geometria rettangolare. L'altezza misurata dal fondo alveo all'impalcato è di circa 2 m.



Fig. 2.6.3.6 – Rio Antognano: sbocco a mare tra le pile del ponte della ferrovia.

Nello sbocco a mare la sezione si allarga notevolmente, ma come ostacolo la corrente si trova le pile del ponte della ferrovia, come si può vedere in figura 2.6.3.6.

Il materiale sedimentato è costituito da ciottoli di modeste dimensioni e sabbie.

Proseguendo verso monte la sezione per un breve tratto diventa rettangolare con larghezza dell'alveo di 8 m e altezza sponde di circa 1.5 m. La pendenza è molto bassa, dell'ordine del 0.4 %.

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

Circa 50 m più a monte la sezione ridiventa trapezoidale con larghezza di 7 m e altezza sponde di circa 1.5 m. La pendenza delle sponde è sempre di 30° rispetto alla verticale.

Proseguendo 600 m più a monte si incontra un ponte senza pile in alveo. Ivi la sezione ha sponde alte 2 m, con scarpate con pendenza di 35° rispetto alla verticale.

Il ponte, in c. a. prefabbricato in buone condizioni poggia direttamente sulle scarpate con spessore di 60 cm e larghezza di 5 m. L'alveo è rivestito in calcestruzzo in discrete condizioni, con presenza di modestissimi depositi limosi.

Dopo una ampia ansa di circa 300 m si incontra il ponte dell'Aurelia, costituito da una trave in c.a. immersata nelle sponde, che raggiungono i 2.4 m di altezza. La pendenza delle scarpate è debole, pari a circa 25° . La sezione ha larghezza alla base di 7.7 m e in sommità di 8.70 m.

Il ponte ha altezza all'intradosso di 1.8 m e spessore di circa 80 cm. La larghezza è pari a circa 20 m.



Figura 2.6.3.7 – Rio Antognano: ponte della statale per Campochiesa.

Circa 350 metri a monte, lungo la strada statale per Campochiesa si incontra un ponte ad arco con pila in alveo. come si può osservare in fig. 2.6.3.7. Gli archi sono larghi 5 m alti 3 m, mentre l'impalcato è spesso circa 90 cm e largo 5.7 m.

In questo tratto l'alveo ha larghezza alla base di 12.9 m con sponde alte circa 2 m e pendenza pressoché uguale a quella di valle.

Procedendo verso monte l'alveo mantiene sezione trapezia e andamento regolare, riducendo via via la larghezza della sezione, tanto che il rio nella parte di monte nei pressi dell'abitato di Leca si configura come scolo per le acque bianche, correndo lungo la parte destra della strada statale per Leca.

Il rischio idraulico connesso con il rio Antognano riguarda essenzialmente l'allagamento delle campagne e degli insediamenti rurali circostanti, che rappresentano il tessuto urbano tipico della piana di Albenga.

Rii minori dopo l'Antognano

Dopo aver attraversato il rio Antognano, proseguendo verso Ceriale, si incontrano ulteriori sbocchi a mare che drenano le acque provenienti dalle campagne circostanti.

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

Sono essenzialmente piccoli canali rivestiti in calcestruzzo di sezione regolare che non sono in grado di smaltire grandi portate.

Primo rio dopo Antognano

Si tratta di un canale rettangolare in calcestruzzo che attraversa i campi coltivati della zona (fig. 2.6.3.8).



Figura 2.6.3.8 – Primo rio dopo Antognano: visione del tratto a monte della vecchia Aurelia

L'attraversamento della vecchia Aurelia viene effettuato da due tubi in calcestruzzo di 60 cm di diametro, parzialmente interrati, che scaricano nel tratto terminale ancora a sezione rettangolare (fig. 2.6.3.9); quest'ultimo ha una larghezza di circa 2,5 .

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

Secondo rio dopo Antognano

Procedendo verso Ceriale, si incontra un ulteriore sbocco a mare.

Si tratta di un rio che, come gli altri, drena le acque dei campi circostanti.



Figura 2.6.3.9: Primo rio dopo Antognano: particolari dei tubi in calcestruzzo che collegano la sezione a monte della vecchia Aurelia, con il tratto terminale. Da notare l'ostruzione in terra di fronte ai tubi, che di fatto copre circa la metà della apertura disponibile.

L'attraversamento della vecchia Aurelia è permesso tramite una tubazione in calcestruzzo del diametro di 60 cm, che è stata parzialmente ostruita da un pannello in vetroresina posto intenzionalmente sullo sbocco (fig. 2.6.3.10).



Figura 2.6.3.10 – Secondo Rio dopo Antognano. inizio dello sbocco.

Subito dopo il rio procede per circa 10 m sezione rettangolare attraversando il rilevato ferroviario, come si può vedere in figura 2.6.3.11.

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



Figura 2.6.3.11 – Secondo rio dopo Antognano: sezione dello sbocco a mare sotto il rilevato ferroviario.

Lo sbocco a mare è protetto dal moto ondoso da un muro in cemento armato posto ortogonalmente alla corrente e da una gettata di massi posti di fronte e lato del muro (fig. 2.6.3.12).



Figura 2.6.3.12 – Secondo rio dopo Antognano: sbocco a mare. Sullo sfondo si può vedere il muro paraonde.

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

Terzo rio dopo Antognano

Poco prima di incontrare lo sbocco a mare del rio Carenda, si incontra un ulteriore sbocco a mare con caratteristiche analoghe ai precedenti.

Si tratta, infatti, di uno scolo per le acque delle campagne circostanti che, a monte della vecchia Aurelia si presenta con sezione rettangolare larga circa 80 cm e alta circa 1 m, con pareti di calcestruzzo armato (fig. 2.6.3.13).



Figura 2.6.3.13 – Terzo rio dopo Antognano: tratto a monte della vecchia Aurelia.

L'attraversamento della strada statale è effettuato tramite due tubazioni in calcestruzzo di 60 cm di diametro con bauletto di calcestruzzo di larghezza pari a 1.5 m (fig. 2.6.3.14).

Come si può vedere dalla foto le condizioni di manutenzione non sono buone e le condotte risultano parzialmente ostruite.



Figura 2.6.3.14 – Terzo rio dopo Antognano: sbocco sotto la strada statale.

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

Lo sbocco a mare è simile ai precedenti rii. La sezione procede rettangolare per un paio di metri sotto il rilevato ferroviario per poi piegare a sinistra per lo scarico in modo da fornire protezione alla bocca dall'ingresso del moto ondoso. Anche qui è presente la gettata di massi naturali a protezione del rilevato ferroviario e, in misura minore, dello sbocco stesso (fig. 2.6.3.15).



Figura 2.6.3.15 – Terzo rio dopo Antognano: sbocco a mare.

2.6.4 RII MINORI DEL COMUNE DI CERIALE

Nell'abitato di Ceriale, altri corsi d'acqua degni di nota per via della dimensione del loro bacino e di eventuali criticità idrauliche sono il rio Largo, il rio S. Rocco, il rio Fontane, ed il rio Corino.

Rio Largo

Si trova nella parte centro-occidentale dell'abitato di Ceriale e drena un'area inferiore al kmq.

Il rio è pressochè interamente intubato lungo via Nava e via Campo Sportivo, praticamente con sezione larga come il marciapiede.

Recentemente sono stati eseguiti lavori di bonifica idraulica con regimazione delle acque meteoriche che gli hanno fornito la configurazione attuale.

Rio S. Rocco (oggetto di studio idraulico integrativo luglio 2002 - allegato)

N.B.: a seguito dell'Apporto istruttorio della Regione Liguria e delle osservazioni secondo l'iter previsto dall'art.97 della L.R.18/99, questo paragrafo verrà stralciato dalla presente relazione ed integrato nella nuova relazione di Piano aggiornata. Lo studio idraulico integrativo contiene le verifiche idrauliche e la mappatura delle fasce di inondabilità e del rischio ed è allegato al Piano.

Drena un'area di circa 2.5 kmq lungo le pendici di località Sasso Campeseto. Nella parte terminale scorre con sezione visivamente insufficiente larga circa 2.5 m per 0.5 m di altezza, per un tratto a forte pendenza che immette poi dopo una brusca curvatura sulla via Aurelia.

Il fondo è interamente rivestito in calcestruzzo così come le pareti. A valle dell'Aurelia la sezione è larga mediamente 4 m e alta circa 80 cm sempre rivestita in calcestruzzo, come si può osservare dalla figura 2.6.4.1.

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



Figura 2.6.4.1 – Rio S. Rocco: tratto a valle dell'Aurelia.

Le criticità idrauliche del rio S.Rocco sono localizzate comunque nel tratto a monte dell'Aurelia, in forte pendenza, dove la limitata sezione non consente lo smaltimento delle portate al colmo di piena che si riversano in strada fino ad interessare la via Aurelia.

Rio Fontane (oggetto di studio idraulico integrativo luglio 2002 - allegato)

N.B.: a seguito dell'Apporto istruttorio della Regione Liguria e delle osservazioni secondo l'iter previsto dall'art.97 della L.R.18/99, questo paragrafo verrà stralciato dalla presente relazione ed integrato nella nuova relazione di Piano aggiornata. Lo studio idraulico integrativo contiene le verifiche idrauliche e la mappatura delle fasce di inondabilità e del rischio ed è allegato al Piano.

Situato nella parte orientale del comune di Ceriale, il bacino del rio Fontane drena un'area di circa 1.8 kmq. Il rio scorre a pelo libero in condizioni di sistemazione pessime, con presenza di abbondante vegetazione sia arborea che arbustiva, che rende praticamente irriconoscibile l'alveo. Il corso d'acqua si intuba nei pressi di Piazza XXV Aprile, presso il condominio Livia. La sezione di inizio copertura è rettangolare con larghezza di 3 m e altezza di 2.6 (fig. 2.6.4.2). In caso di esondazione vi è pericolo di allagamento in particolare nei parcheggi interrati presenti in zona.



Figura 2.6.4.2– Rio Fontane: ingresso copertura.

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

Rio Corino

Situato nell'estremo levante della città di Ceriale, ha un bacino inferiore al kmq.

Verso mare è completamente intubato al di sotto di un sottopassaggio dell'Aurelia, per poi scorrere verso mare sotto via Giacomo Moreno, come si vede dalla figura 2.6.4.3.



Figura 2.6.4.3 – Rio Corino: veduta di via Giacomo Moreno, al di sotto della quale scorre il rio Corino.

2.7 Idrologia di piena

2.7.1 Premessa

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

Al fine di descrivere in termini probabilistici le portate di piena la Regione Liguria ha stipulato con l'Università di Genova - Centro di Ricerca in Monitoraggio Ambientale (CIMA) una convenzione relativa alla "Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri (luglio 1999)"; lo studio fornisce i valori al colmo di piena relativi a diversi periodi di ritorno dei corsi d'acqua con foce sul litorale tirrenico, ed è la base dati su cui si fondano le successive analisi idrauliche di questo piano stralcio. Per bacini con superficie compresa tra 0 e 10 km², viene utilizzato il metodo semplificato come riportato nello studio suddetto e nella presente relazione di piano.

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

2.7.2 Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri.
Valori di portata al colmo di piena, con assegnato tempo di ritorno, per i bacini idrografici con foce al mar Tirreno – luglio 1999 - (C.I.M.A.) Università degli Studi di Genova.

In sintesi il metodo per la valutazione delle portate al colmo di piena in sezioni non strumentate può essere descritto nei seguenti punti:

- attraverso un'analisi statistica regionale, che fa uso di tutta l'informazione fornita dalle stazioni pluviometriche dislocate sull'intero territorio Regionale e su alcuni bacini limitrofi, sono state definite le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per ogni sito non strumentato all'interno della regione;
- dalle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica è stato derivato l'evento di precipitazione critico per assegnato periodo di ritorno. La durata e la forma di quest'ultimo sono state dedotte attraverso l'applicazione della modellazione afflussi-deflussi, da considerazioni sulla meteorologia della regione, desunte da osservazioni satellitari degli eventi intensi del 1992, da risultati riportati su alcune pubblicazioni su rivista internazionale [Deidda et al., 1999] e dall'analisi di serie storiche di precipitazione ad alta risoluzione, quali quelle della stazione del Dipartimento di Ingegneria Ambientale (DIAM) dell'Università di Genova;
- dalle osservazioni di portata disponibili per l'intero territorio ligure è stata determinata, con procedura regionale analoga a quella utilizzata per le piogge, la forma adimensionale della distribuzione di probabilità delle portate al colmo di piena;
- le curve adimensionali sono state dimensionalizzate attraverso la portata indice, definita attraverso la trasformazione afflussi-deflussi dell'evento di precipitazione critico per periodo di ritorno $T=2.9$ anni. Il modello afflussi-deflussi utilizzato è un modello molto avanzato basato sulle più moderne conoscenze riguardo le interazioni tra la morfologia e la risposta dei bacini ad eventi meteorologici intensi. Tale modello risulta descritto in atti di convegni internazionali e su una pubblicazione su rivista internazionale [Giannoni et al., 1998, Giannoni et al., 1999a, 1999b];
- dalle curve opportunamente rese dimensionali per le sezioni di interesse sono stati desunti i valori di portata al colmo di piena per differente periodo di ritorno T .

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

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

	STAZIONE	Lat.	Long.	Quota	N
1	GENOVA CASTELLACCIO	44.26	3.31	379	24
2	GENOVA SERV. IDROGRAFICO	44.24	3.31	2	27
3	NERVI	44.23	3.24	45	16
4	GENOVA PONTECARREGA	44.26	3.29	26	31
5	PRATO	44.27	3.26	89	22
6	SCOFFERA	44.29	3.2	678	29
7	S. EUSEBIO	44.27	3.28	240	21
8	S. ILARIO	44.23	3.24	210	27
9	VIGANEGO	44.26	3.23	400	34
10	ALASSIO	44	4.17	10	47
11	ALBENGA	44.03	4.14	5	39
12	ALTO	44.06	4.27	630	33
13	CALICE LIGURE	44.12	4.1	70	22
14	CASTELVECCHIO DI ROCCA BARBENA	44.08	4.2	350	50
15	COLLE DEL MELOGNO	44.14	4.16	1000	37
16	FEGLINO	44.13	4.07	160	26
17	MANIE	44.12	4.05	297	19
18	MONTAGNA	44.17	4.05	256	43
19	PIEVE DI TECO	44.03	4.32	240	25
20	POGLI DI ORTOVERO	44.04	4.23	90	48
21	RIALTO	44.14	4.12	976	31
22	FIORINO	44.28	3.45	236	29
23	MADONNA DELLE GRAZIE	44.26	3.42	159	25
24	MELE	44.28	3.43	278	24
25	COLONIA ARNALDI	44.25	3.17	600	37
26	CASSAGNA	44.21	3	432	19
27	CHIAVARI	44.19	3.08	5	57
28	CICHERO	44.25	3.08	480	21
29	GIACOPIANE	44.28	3.03	1016	60
30	NEIRONE	44.28	3.16	332	30
31	PANESI	44.21	3.06	25	46
32	PIANA DI SOGLIO	44.24	3.1	75	40
33	SAN MICHELE	44.26	3.03	170	57
34	SAN PIETRO DI NOVELLA	44.22	3.15	13	32
35	STATALE	44.21	2.59	570	47
36	TIGLIOLO	44.27	3.05	293	55
37	BESTAGNO	43.56	4.27	300	42
38	COLLE S.BARTOLOMEO	44.01	4.3	621	21

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

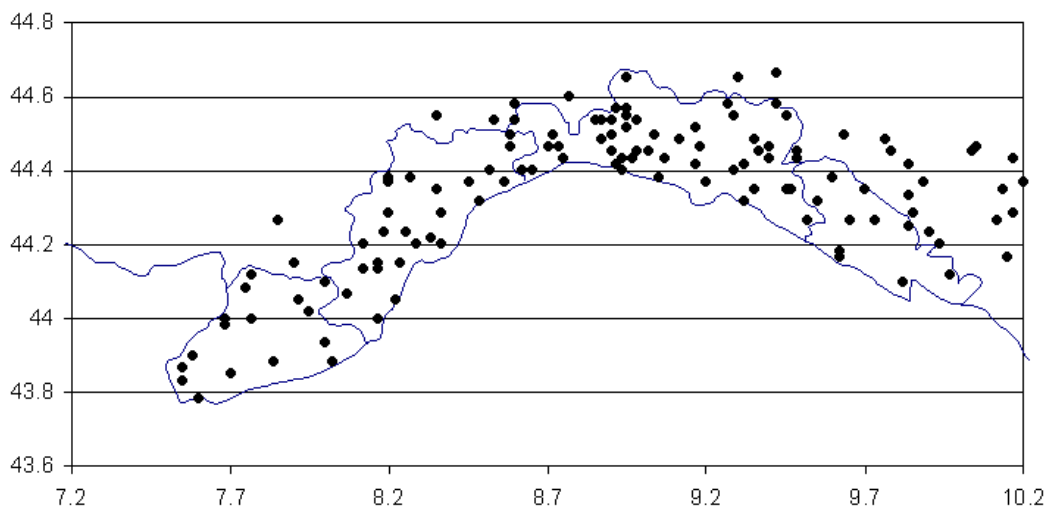
39	IMPERIA	43.53	4.26	15	50
40	SAVONA	44.19	3.58	5	36
41	SELLA DI SAVONA	44.21	4.06	473	14
42	ARLIA	44.16	2.2	385	53
43	BOLA DI TRESANA	44.14	2.33	400	47
44	CALICE AL CORNOVIGLIO	44.15	2.37	402	24
45	CHIUSOLA	44.21	2.45	630	42
46	EQUI TERME	44.1	2.18	300	40
47	GUINALDI (Presa Verde)	44.25	2.37	371	31
48	LA SPEZIA	44.06	2.38	5	48
49	LEVANTO	44.1	2.5	2	33
50	MATUCASO	44.17	2.17	581	34
51	MONTALE DI LEVANTO	44.11	2.5	149	35
52	NOVEGINO (già Aulla)	44.12	2.31	55	34
53	PARANA	44.17	2.36	695	29
54	ROCCHETTA (già Tarassola)	44.2	2.37	426	50
55	SARZANA	44.07	2.29	26	54
56	SERO' DI ZIGNAGO	44.16	2.43	630	46
57	S. MARGHERITA VARA	44.16	2.48	200	39
58	S.S. ANNUNZIATA DI PONTREMOLI	44.22	2.34	215	51
59	TAVARONE	44.19	2.54	603	44
60	VARESE LIGURE	44.23	2.51	347	43
61	COLLA MELOSA	43.59	4.46	1600	21
62	COLLE BELENDIA	43.45	4.45	1350	31
63	ROCCHETTA NERVINA	43.54	4.52	225	32
64	VALLE TANE	44	4.46	1405	30
65	CASTIGLIONE CHIAVARESE	44.16	2.56	300	39
66	CROCETTA D'ORERO	44.32	3.28	460	31
67	GENOVA UNIVERSITA'	44.25	3.32	21	59
68	ISOVERDE	44.32	3.35	270	57
69	MADONNA DELLA GUARDIA	44.29	3.35	814	35
70	MIGNANEGO	44.32	3.33	250	53
71	MONTE CAPELLINO	44.33	3.3	660	33
72	AIROLE	43.52	4.54	103	38
73	CALVO (gia Torri)	43.5	4.54	57	26
74	VENTIMIGLIA	43.47	4.51	9	32
75	ELLERA	44.22	4	75	15
76	CENTRALE ARGENTINA	43.53	4.37	70	36
77	TRIORA	44	4.41	780	27
78	LERCA	44.24	3.48	110	33
79	SCIARBORASCA	44.24	3.5	112	34
80	STELLA S. MARTINO	44.24	3.56	330	29

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

81	VARAZZE	44.22	3.53	22	37
82	BALESTRINO	44.08	4.17	370	43
83	CARPE	44.09	4.17	400	22
84	VERZI LOANO	44.09	4.13	95	46
85	ISOLA DI PALANZANO C.LE	44.26	2.17	575	46
86	PADULI DIGA	44.21	2.19	1139	33
87	SELVANIZZA C.LE	44.26	2.13	468	40
88	SUCCISO	44.22	2.15	911	13
89	BOSCO DI CORNIGLIO	44.27	2.25	842	49
90	MARRA C.LE	44.28	2.24	635	50
91	BUSALLA	44.34	3.3	360	17
92	CHIAPPARI	44.34	3.32	535	8
93	VAL NOCI DIGA	44.3	3.25	544	33
94	ISOLA DEL CANTONE	44.39	3.3	300	42
95	TORRIGLIA	44.31	3.17	764	25
96	BARDINETO	44.12	4.2	711	29
97	CAIRO MONTENOTTE	44.23	4.11	328	36
98	OSIGLIA (Diga Cavallotti - Osiglia)	44.17	4.15	620	41
99	CENGIO	44.23	4.15	450	30
100	CORSAGLIOLA (C.LE MOLLINE)	44.16	4.36	620	45
101	LAVAGNINA C.LE	44.36	3.41	245	51
102	LAVEZZE LAGO	44.32	3.36	652	38
103	MASONE	44.3	3.44	433	36
104	MILLESIMO	44.22	4.15	427	47
105	ORMEA C.LE	44.09	4.33	730	39
106	ORTIGLIETO	44.35	3.51	300	8
107	PIAGGIA	44.05	4.42	1310	39
108	PIAMPALUDO	44.28	3.52	857	32
109	PIANCASTAGNA	44.32	3.55	732	34
110	SPIGNO MONFERRATO	44.33	4.06	476	52
111	TIGLIETO	44.32	3.51	500	15
112	URBE	44.3	3.52	500	24
113	VIOZENE	44.07	4.41	1248	22
114	BEDONIA	44.3	2.49	544	44
115	BORGO VAL DI TARO	44.29	2.41	411	21
116	S. MARIA DEL TARO	44.26	2.58	744	37
117	STRINABECCO	44.27	2.58	800	27
118	VALDENNA C.LE	44.27	2.4	611	24
119	BOSCHI D'AVETO DIGA	44.35	3.02	630	51
120	BRUGNETO	44.4	3.02	903	19
121	CABANNE	44.29	3.06	812	33
122	LOCO CARCHELLI C.LE	44.33	3.1	610	51

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

123	LOSSO C.LE	44.39	3.09	416	37
124	ROVEGNO	44.35	3.11	660	16
125	SANTO STEFANO D'AVETO	44.33	3	1014	24



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

2.7.3 Determinazione delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica

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

La forma più comune delle LSPP è:

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

con:

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

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

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

con:

- $E[H_{d_1}]$ valore atteso della altezza di precipitazione massima annuale per la durata di riferimento d_1

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

K_T coefficiente moltiplicativo dipendente dal periodo di ritorno.

Inoltre è stato messo in luce che le differenze tra i diversi valori assunti da $\frac{E[H_{d_1}]}{d_1^n}$ sono riconducibili alla variabilità campionaria e che per congruenza con il metodo di valutazione delle portate al colmo di piena si è scelto come pioggia indice $E[H_{12}]$. La forma da utilizzare della LSPP risulta quindi:

$$Q = K_T \cdot E[H_{12}] \cdot \left(\frac{d}{1}\right)^n$$

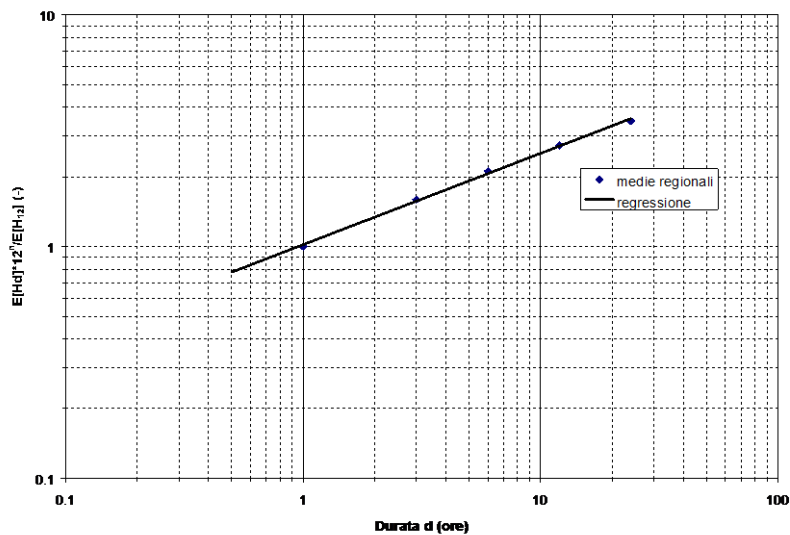
Il valore dell'esponente n si ricava tenendo conto del fatto che per i valori attesi l'equazione precedente assume la forma:

$$Q = E[H_{12}] \cdot \left(\frac{d}{1}\right)^n$$

con:

d durata di interesse in ore.

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



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

Una volta valutato l'esponente n, il valore di $E[H_{12}]/12^n$ può essere valutato per qualsiasi sito nella regione, essendo noto $E[H_{12}]$, valutato secondo le modalità esposte al paragrafo precedente. In

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

Tabella 1 sono riportati i valori del parametro pioggia indice ~~$W_A = W_T / 1.02$~~ da inserire nell'espressione della LSPP. Il parametro legato al tempo di ritorno K_T può essere letto direttamente dal grafico della curva di crescita in figura precedente. Entrando con il tempo di ritorno T sulle ordinate si incrocia la curva e si legge sulle ascisse il valore cercato del parametro. Per comodità di lettura, in Tabella 2 sono riportati i valori di K_T per i periodi di ritorno più comunemente utilizzati nella progettazione di opere idrauliche. A questo punto la LSPP risulta completamente caratterizzata, in quanto sono noti tutti i parametri che entrano nell'espressione (1). Di seguito si riporta un esempio di applicazione della procedura per la stima delle LSPP.

Si procede come segue:

1. sulla cartografia regionale si individua la zona di bacino di interesse oppure, se si opera a scala di bacino, la posizione x del suo baricentro, in longitudine est da Greenwich;
2. con il valore di x si entra nella Tabella 1 cui corrispondono i rispettivi valori di $E[H_1]$, eventualmente ricavati per interpolazione tra i due valori (si omettono, ovviamente, le cifre oltre la prima decimale, non significative);
3. si definisce il valore del periodo di ritorno di interesse e dai valori riportati in Tabella 2 si ricava il valore K_T ;
4. la LSPP assume quindi la forma:

$$LSPP = \frac{K_T \cdot E[H_1]}{100} \quad (1)$$

Longitudine		$E[H_1]$
Gradi	primi	mm
8	7.5	36.6
8	10	37
8	12.5	37.4
8	15	37.8

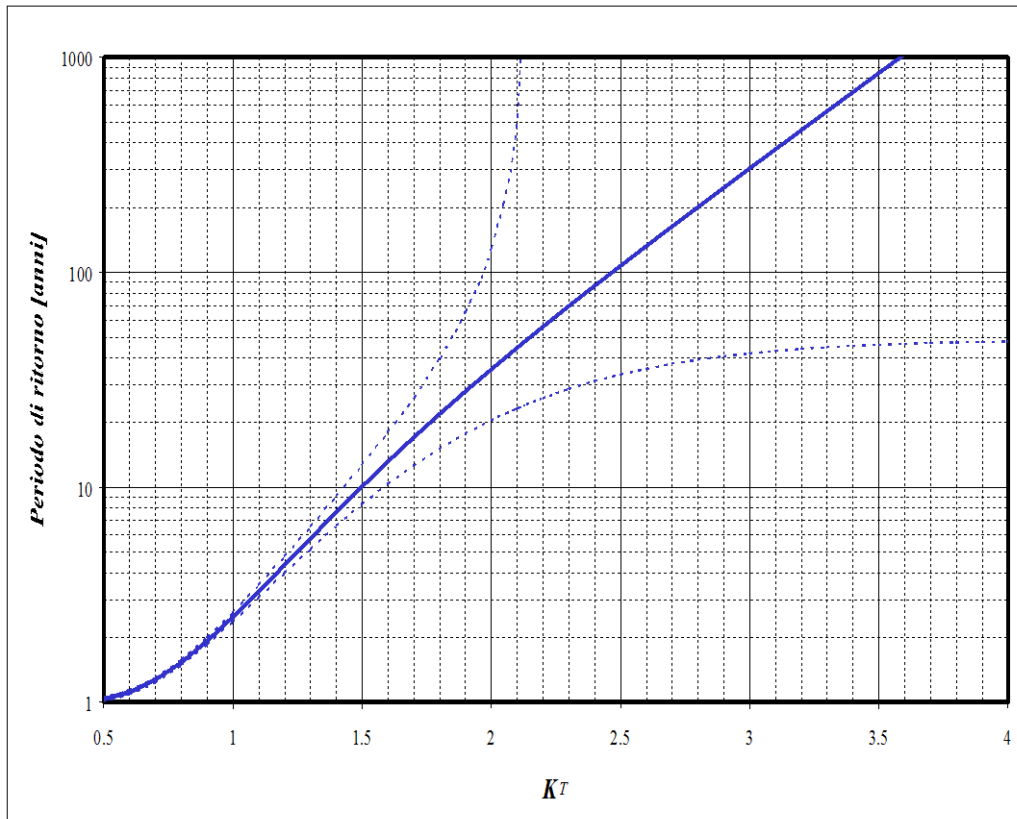
Tabella 1: valore del parametro pioggia indice per il Bacino Carenda Esso è tabellato in funzione della longitudine. Per valori di longitudine intermedi il valore pioggia indice si può ottenere per interpolazione lineare.

T [anni]	K_T
30	1.88
50	2.10
100	2.43
200	2.78
500	3.28

Tabella 2: valori del parametro moltiplicatore funzione del periodo di ritorno T . Per i periodi di ritorno differenti il valore K_T si può leggere sull'asse delle ascisse nell'apposito grafico, entrando sulle ordinate con il valore del periodo di ritorno

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

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



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

2.7.4 Portate di piena

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

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

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

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

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

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

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

dove:

q: contributo unitario	$[m^3/s \square km^2]$
A: superficie del bacino	$[km^2]$

Per bacini di estensione minore di 2 Km² si applica il massimo contributo unitario pari a 40 $[m^3/s \square km^2]$

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

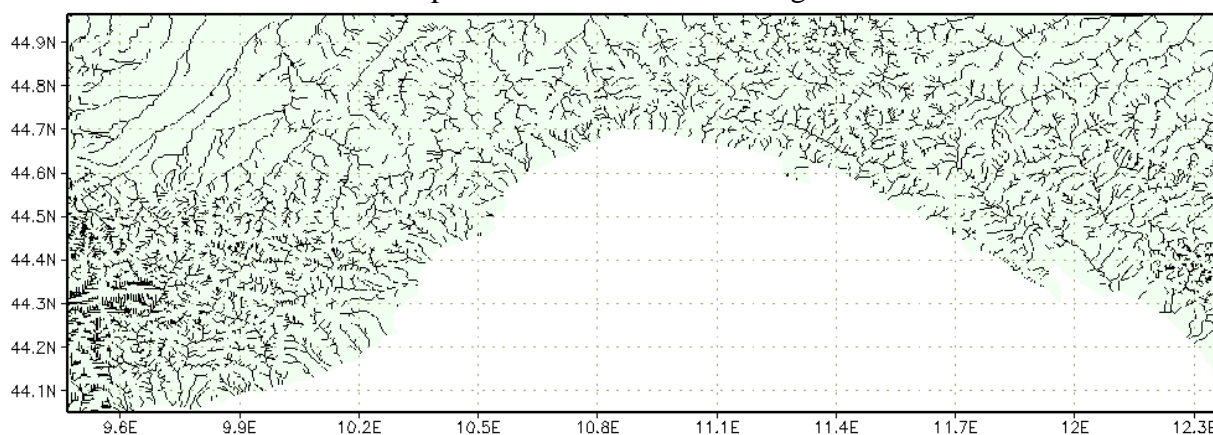
Il modello afflussi deflussi, chiamato DRiFt (Discharge River Forecast), utilizzato nello studio "C.I.M.A." è stato sviluppato nell'ambito dell'analisi della risposta idrologica a scala di bacino, incentrata principalmente sulla simulazione e previsione di idrogrammi di piena. La tendenza attuale della modellazione è indirizzata verso modelli sempre più complessi il cui intento è quello di riprodurre con maggiore accuratezza i processi fisici di interesse; spesso però una sofisticata descrizione di tali processi porta a benefici non paragonabili alla complessità dei modelli. D'altra parte bisogna riconoscere che l'eccessiva semplificazione di alcuni metodi tradizionali (formula razionale) e i metodi usualmente utilizzati per la progettazione (curva inviluppo dei contributi unitari delle portate al colmo di piena) non tengono in conto aspetti importanti quali la variabilità spaziale delle piogge, delle caratteristiche del suolo e della struttura topografica del sistema. Il modello si propone come uno strumento di semplice utilizzo, in grado comunque di interpretare le caratteristiche ritenute di principale importanza nella regione ligure, per la modellazione al colmo di piena. Il modello è stato sviluppato dal CIMA per soddisfare alle esigenze di alcuni ambienti naturali quali quello dell'arco alpino-appenninico caratterizzati da particolari strutture drenanti di dimensioni spaziali ridotte, la cui parte montana risulta preponderante nei processi di formazione della piena rispetto a quella con caratteristiche spiccatamente vallive.

Il modello è costituito da tre moduli distinti:

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

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

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



Individuazione reticoli idrografici della Regione Liguria.

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

Il terzo modulo accetta come ingresso le piogge e i tempi di corrivazione determinati dal secondo modulo e, sfruttando le proprietà dei sistemi lineari, effettua la convoluzione degli idrogrammi istantanei unitari. La pioggia lorda viene trasformata in pioggia efficace attraverso la metodologia proposta dal Soil Conservation Service, attraverso il parametro sintetico detto Curve Number (CN) in grado di riassumere informazioni quali litologia, urbanizzazione e uso del suolo. Nell'effettuare la convoluzione si hanno alcune differenze fondamentali rispetto al metodo classico dell'IUH in quanto la variabilità temporale della pioggia in ingresso e spaziale delle caratteristiche del terreno conducono ad un idrogramma istantaneo variabile nel tempo anziché ad un idrogramma istantaneo tempo invariante: l'uscita di questo terzo modulo è l'idrogramma di piena nella prefissata sezione di chiusura.

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

L'approccio lineare è stato adottato in quanto, pur semplificando la modellazione, bene si presta a descrivere la realtà morfologica studiata. Il modello gestisce l'evento di piena focalizzando l'interesse sui valori di portata al picco e tempo in cui tale picco si manifesta e non tratta il moto sotterraneo di infiltrazione. Viene definito semi-distribuito in quanto accetta e gestisce

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

L'informazione in ingresso spazialmente distribuita sul territorio e fornisce il risultato concentrato in una sezione specifica. Il bacino in analisi viene grigliato con un reticolo georeferenziato a maglia quadrata e suddiviso pertanto in un certo numero di celle aventi dimensione corrispondente a quella del modello digitale di elevazione del terreno elaborato dal CNR e pari a 10 secondi di longitudine e 7.7 secondi di latitudine, corrispondenti a circa 225m per 225m. Tutti i dati necessari al modello sono contenuti in matrici di informazione: ogni elemento della matrice rappresenta l'informazione specifica relativa al cella in questione. Pertanto le informazioni in ingresso sono distribuite e hanno la stessa definizione della maglia della griglia.

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

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

2.7.4.2.1 Piccoli bacini con dimensioni da 2 a 10 Km² (CIMA 1999)

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

Si riportano di seguito i singoli elementi che concorrono alla definizione della stima della portata al colmo di piena per assegnato tempo di ritorno per le sezioni di corsi d'acqua che sottendono bacini imbriferi di ridotta dimensione areale, indicativamente compresa fra 2 e 10 km²:

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

Dei parametri necessari per l'applicazione pratica del metodo sopra sintetizzato, sembra di poter individuare, come passibile di valutazioni soggettive, il valore assegnato al coefficiente assunto a rappresentare la capacità del suolo di assorbire parte della precipitazione. Di stima più semplice, e sicuramente meno soggettiva, è la posizione del bacino in esame nell'ambito del territorio regionale e la dimensione areale del bacino sotteso dalla sezione per la quale si vuole calcolare il valore di portata per assegnato tempo di ritorno. Si suggerisce conseguentemente che la scelta del valore da assegnare al parametro assunto a rappresentare la capacità del suolo ad assorbire la precipitazione

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

sia ristretta ad un insieme estremamente limitato, in grado di rappresentare le caratteristiche estreme per quattro diverse possibili classi in cui suddividere i bacini regionali, come in *Tabella 1*.

tipo	Descrizione	CN
A	Bacini di tipo residenziale, industriale o commerciale caratterizzati da un elevato grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili superiore al 60%.	92
B	Bacini caratterizzati da un medio grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa fra 30% e 60%.	87
C	Bacini caratterizzati da un basso grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa fra 5% e 30%.	75
D	Bacini caratterizzati da estesa copertura arborea. Estensione delle aree impermeabili inferiore al 5%.	67

Tabella 1: classificazione dei bacini regionali per la stima del valore di CN.

Il riferimento alle condizioni standard sopra riportate consente di esprimere la portata con tempo di ritorno 2.9 anni come:



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

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

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

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

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

T [anni]	5	10	30	50	100	200	500
K_T	1.29	1.79	2.90	3.47	4.25	5.02	6.04

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

Longitudine		Bacino Tipo			
Gradi	primi	A	B	C	D
8	7.5	6.63	5.54	4.24	3.72
8	10	6.73	5.62	4.3	3.77
8	12.5	6.82	5.7	4.36	3.83
8	15	6.92	5.77	4.42	3.88

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

2.7.4.2.2 Piccoli bacini con dimensioni minori di 2 Km² (CIMA 1999)

Onde evitare la tendenza – legata alla descrizione matematica delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica – a produrre precipitazioni di intensità tendente ad infinito in corrispondenza a durate tendenti a zero, si suggerisce di adottare, per bacini aventi area minore di 2 km², un contributo unitario costante pari a quello ottenuto con riferimento a superfici scolanti aventi area drenata pari a 2 km².

In questo caso il valore di portata è pari a:

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

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

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

T [anni]	5	10	30	50	100	200	500
K_T	1.29	1.79	2.90	3.47	4.25	5.02	6.04

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

Longitudine		Bacino Tipo			
Gradi	primi	A	B	C	D
8	7.5	8.27	6.90	5.28	4.64
8	10	8.39	7.00	5.36	4.70
8	12.5	8.51	7.10	5.43	4.77
8	15	8.62	7.20	5.51	4.84

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

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

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

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

PORTATA AL COLMO DI PIENA, quantile 50% Q[m ³ s ⁻¹]									
IDENTIFICAZIONE DELLA SEZIONE			VALORI DI Q [m ³ s ⁻¹]						
Torrente	SEZIONE A MONTE DELLA CONFLUENZA CON	AREA DRENATA [Km ²]	Tindice	T=30 anni	T=50 anni	T=100 anni	T=200 anni	T=500 anni	Curva di inviluppo (CATI)
Carenda	Mar Tirreno	8	20	60	80	90	110	130	240

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

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

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

Per la determinazione delle portate al colmo di piena del torrente Carenda non si applica la metodologia “Piccoli Bacini”, ma si utilizza la procedura riportata nella seguente tabella:

$Q=c \cdot A^{0.75}$									
Q=portata al colmo di piena, quantile 50% [m³s⁻¹] A=superficie [Km²]									
IDENTIFICAZIONE DEL TRATTO				VALORI DI C [m ³ s ⁻¹ Km ^{-0.75}]					
Torrente	DALLA SEZIONE A MONTE DELLA CONFLUENZA CON	ALLA SEZIONE A VALLE DELLA CONFLUENZA CON	AREA DRENATA MASSIMA [Km ²]	Tindice	T=30 anni	T=50 anni	T=100 anni	T=200 anni	T=500 anni
Carenda	Mar Tirreno	Rio delle Cioppe	8	4.62	13.41	16.05	19.66	23.22	27.93

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

BACINI IDROGRAFICI CON FOCE AL MAR TIRRENO CON AREA TRA I 5 E 10 Km²									
PORTATA AL COLMO DI PIENA, Q[m³s⁻¹]									
IDENTIFICAZIONE DELLA SEZIONE			VALORI DI Q [m ³ s ⁻¹]						
Torrente	SEZIONE A MONTE DELLA CONFLUENZA CON	AREA DRENATA [Km ²]	Tindice	T=30 anni	T=50 anni	T=100 anni	T=200 anni	T=500 anni	
Torsero	Mar Tirreno	6	20	60	70	90	100	120	

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

Corso d'acqua	Sezione	Superficie bacino [Km. ²]	Classe bacino	Long. Gradi Sessagesimali	C _q	Portata [m ³ s ⁻¹]		
						T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Torsero	21	6	C	8°12'	4.36	95	137	165

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

PICCOLI BACINI IDROGRAFICI LOCALIZZATI IN PROVINCIA DI SAVONA								
PORTATA AL COLMO DI PIENA, Q[m ³ s ⁻¹]								
IDENTIFICAZIONE DELLA SEZIONE			VALORI DI Q [m ³ s ⁻¹]					
Torrente	SEZIONE A MONTE DELLA CONFLUENZA CON	AREA DRENATA [Km ²]	Tindice	T=30 anni	T=50 anni	T=100 anni	T=200 anni	T=500 anni
Rio S.Rocco	Mar Tirreno	3	10	40	50	60	70	80

Corso d'acqua	Sezione	Superficie bacino [Km. ²]	Classe bacino	Long. Gradi Sessagesimali	C _q	Portata [m ³ s ⁻¹]		
						T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Rio S.Rocco	1	2.4	C	8°12'	4.36	45	65	80

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

PICCOLI BACINI IDROGRAFICI LOCALIZZATI IN PROVINCIA DI SAVONA								
PORTATA AL COLMO DI PIENA, Q[m ³ s ⁻¹]								
IDENTIFICAZIONE DELLA SEZIONE			VALORI DI Q [m ³ s ⁻¹]					
Torrente	SEZIONE A MONTE DELLA CONFLUENZA CON	AREA DRENATA [Km ²]	Tindice	T=30 anni	T=50 anni	T=100 anni	T=200 anni	T=500 anni
Rio Antognano	Mar Tirreno	3	20	60	70	90	100	120

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

Corso d'acqua	Superficie bacino [Km. ²]	Classe bacino	Long. Gradi Sessagesimali	C _q	Portata [m ³ s ⁻¹]		
					T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Antognano	2.5	B	8°12'	5.70	60	85	105

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

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

2.7.5 Portate di piena di progetto per il bacino Carenda (Rif. Normativa di Piano)

Nelle tabelle sono riportati in corrispondenza di ogni sezione i valori di portata al colmo, relativi ai diversi periodi di ritorno, utilizzati nel calcolo del livello del pelo libero al passaggio dell'onda di piena.

La portata del rio Fasceo, alla confluenza con il Carenda, è stata valutata tramite il metodo Cima, per bacini di superficie compresa tra 2 e 10 kmq, assimilando il bacino alla classe di tipologia D (bacini con aree con basso grado di urbanizzazione complessivo ed estensione della superficie impermeabile inferiore al 5%).

Le portate relative al rio Fasceo, nella sezione a monte della confluenza con il Carendetta, e al rio Carendetta sono state valutate applicando il metodo Cima per i piccoli bacini (A < 2km²), classificati in classe D.

Corso d'acqua	Superficie bacino [Km. ²]	Classe bacino	Long. Gradi Sessagesimali	C _q	Portata [m ³ s ⁻¹]		
					T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Antognano	2.5	B	8°12'	5.70	60	85	105

Valori delle portate al colmo di piena per il rio Antognano

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

Corso d'acqua	Sezione (carta aree inondabili)	Superficie bacino [Km. ²]	Portata [m ³ s ⁻¹]		
			T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Carenda	22	8	80	110	130

Fasceo (a monte Carendetta)	22-1	1,5	25	36	44
Fasceo (a valle Carendetta)	1-0	2,4	38	55	57
Carendetta di Rapalline	15-1	0,8	13	19	22

Valori delle portate al colmo di piena per il torrente Carenda

Per il calcolo delle portate in sezioni intermedie si rimanda al capitolo 2.8.4.2.3 - Tabelle riepilogative dei valori di portata (C.T.P. seduta del 11/09/2003)

Corso d'acqua	Sezione (carta aree inondabili)	Superficie bacino [Km. ²]	Classe bacino	Long. Gradi Sessage simali	C _q	Portata [m ³ s ⁻¹]		
						T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Torsero	24	6	C	8°12'	4.36	95	137	165

Valori delle portate al colmo di piena per il torrente Torsero

Corso d'acqua	Sezione (carta aree inondabili)	Superficie bacino [Km. ²]	Classe bacino	Long. Gradi Sessage simali	C _q	Portata [m ³ s ⁻¹]		
						T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Rio S.Rocco	1	2.4	C	8°12'	4.36	45	65	80

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

Valori delle portate al colmo di piena per il rio S.Rocco

Corso d'acqua	Sezione (carta aree inondabili)	Superficie bacino [Km. ²]	Classe bacino	Long. Gradi Sessage simali	U _A	Portata [m ³ s ⁻¹]		
						T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Rio Fontane	1	1.0	D	8°13'	4.77	15	25	30

Valori delle portate al colmo di piena per il rio Fontane

3 PROBLEMATICHE E CRITICITA' DEL BACINO

3.1 Premessa

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

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

Nell'ambito del presente piano la pericolosità è stata valutata sulla base delle componenti idraulica e geomorfologica. Esse, allo stato attuale, sono state studiate separatamente, soprattutto in ragione della complessità delle metodologie di analisi necessarie per una loro più completa valutazione, complessità spesso non supportata da un'adeguata quantità e qualità dei dati disponibili: si fa riferimento, per esempio, a problematiche di trasporto solido che possono influire sulla determinazione di entrambi i tipi di pericolosità, o alle possibili conseguenze di un evento franoso anche su aree a contorno del dissesto stesso. Tale metodologia è compatibile con quanto richiesto dal D.L. 180/98 sulla perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico.

La carta di pericolosità nel presente piano viene determinata, quindi, come sovrapposizione delle due componenti idraulica e geomorfologica, costituite in sostanza dalla carta delle fasce di inondabilità e dalla carta della suscettività al dissesto di versante. Per tale ragione, oltre che per questioni di scala, si è ritenuto di non produrre una carta di pericolosità complessiva ma di far riferimento alle due carte citate.

A riguardo della pericolosità idraulica, la portata di massima piena con assegnato periodo di ritorno viene generalmente assunta come parametro rappresentativo e la probabilità annua di superamento di tale portata individua la pericolosità stessa. La carta di pericolosità idraulica consiste essenzialmente nella determinazione delle aree perifluviali che risultino inondabili per portate di massima piena caratterizzate da diversi tempi di ritorno. Sulla base dei criteri dell'Autorità di Bacino di rilievo regionale, la carta è rappresentata dalla carta delle fasce di inondabilità, nella quale sono perimetrate tre fasce corrispondenti al deflusso della massima piena con periodo di ritorno di 50, 200 e 500 anni. La pericolosità per portate superiori è ritenuta trascurabile. Vengono qui inoltre trascurati fenomeni diversi dalle esondazioni dai corsi d'acqua e altri fenomeni che potrebbero contribuire ad aumentare o aggravare le inondazioni oltre alla insufficienza idraulica strutturale.

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

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

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

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

Pericolosità = (suscettività x cinematica e dimensione del fenomeno)

Da questo ne discende che mentre nelle aree ad elevata suscettività al dissesto, o più ancora in quelle a molto alta suscettività, è immediatamente determinabile il grado di rischio associato, nelle aree a bassa suscettività può risultare errata una sua automatica associazione in quanto il grado di pericolosità territoriale non può prescindere dall'analisi delle condizioni al contorno e dalle caratteristiche delle aree limitrofe del territorio, oltreché da quelle locali. Ad esempio qualora, un'area a bassa suscettività si trovi a valle di un corpo di frana la sua reale pericolosità potrà essere determinata solo a seguito di un'analisi approfondita che riesca a ipotizzare la possibile evoluzione (in termini spaziali, volumetrici e di velocità di movimento) del dissesto.

L'analisi incrociata delle carte della suscettività al dissesto di versante, della franosità reale e delle fasce di inondabilità assieme alle considerazioni sui possibili valori dei tiranti idrici, permette, quindi, la ricostruzione di un quadro d'insieme delle caratteristiche del bacino sotto il profilo idrogeologico a cui deve far riferimento la pianificazione in termini sia normativi sia di linee di intervento a breve e medio-lungo termine.

In relazione agli approfondimenti opportuni per giungere ad una carta di pericolosità più approfondita nell'ambito di un piano di bacino più completo ai sensi della L. 183/89 si segnala, come già accennato, la necessità di tenere in debita considerazione le interazioni tra dinamica del versante ed evoluzione del corso d'acqua, caratterizzate da particolari complessità concettuali e metodologiche, ma, comunque, indispensabili per valutare le emergenze del bacino, per fornire delle linee di utilizzo del suolo e le eventuali tipologie di intervento. A tale scopo diviene necessario acquisire dati sperimentali di riferimento per le analisi geomorfologiche ed idrogeologiche.

Questa necessità di acquisizione di dati non è legata solo al bacino idrografico in considerazione, ma è un problema ricorrente per la gran parte dei bacini liguri. A tale proposito si possono evidenziare l'opportunità delle seguenti integrazioni a livello di ambito:

- una rete di misura pluviometrica razionalmente distribuita a scala di ambito e misuratori di portata per i principali corsi d'acqua
- un sistema di monitoraggio del trasporto solido (sia in sospensione che di fondo) per valutazioni quantitative circa l'effetto dei fenomeni erosivi superficiali e di perdita di suolo, particolarmente incidenti sul bacino ed in relazione anche alle interconnessioni con le criticità idrauliche

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

- una campagna geognostica e di monitoraggio dei fenomeni franosi di particolare rilevanza o rappresentatività (es. R4 e R3 ai sensi della D.G.R. 1444/99), al fine di estrinsecare compiutamente la pericolosità territoriale e quantificare il grado di rischio
- approfonditi rilevamenti geologico strutturali per una più accurata definizione delle condizioni giaciture e dello stato di fratturazione della roccia
- organizzazione di un piano di previsione della cartografia e delle banche dati che preveda in particolare un periodico aggiornamento della franosità reale anche attraverso appositi voli a seguito di eventi alluvionali di particolare intensità.

Di seguito sono riportate le analisi e le elaborazioni per la redazione della carta della suscettività al dissesto dei versanti e delle fasce di inondabilità, la cui unione in questo caso rappresenta la pericolosità. Sono inoltre riportati un commento alle carte derivate e le principali criticità puntuali riscontrate nel corso dei rilevamenti.

3.2 Problematiche di tipo geomorfologico

3.2.1 Suscettività al dissesto dei versanti

Nell'ambito dell'analisi del comprensorio Carenda è stata valutata la suscettività al dissesto dei versanti applicando la metodologia proposta dalla Autorità di Bacino. Oltre a questo metodo è stata effettuata una reinterpretazione del dato di sintesi, in funzione della approfondita conoscenza del territorio, da parte dei professionisti incaricati degli studi.

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

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

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

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

Tematismo	Variabile	Tipo
Carta geolitologica	Litologia	Principale
	Contatti tettonici	Aggravante
Carta geomorfologica	Coltri potenti	Principale
	Coltri sottili	Principale
	Stato della roccia	Principale
	Scarpate attive	Aggravante
	Coni detritici attivi	Aggravante
	Erosione concentrata di fondo	Aggravante
	Erosione spondale	Aggravante
	Ruscellamento diffuso	Aggravante
Carta dell'acclività	Classi di acclività	Principale
Carta idrogeologica	Permeabilità del substrato	Principale
Carta dell'uso del suolo	Uso del suolo	Principale
Carta della franosità reale	Frane attive	Principale
	Frane quiescenti	Principale
	Franosità diffusa	Principale
	D.G.P.V.	Aggravante

N.B.: le variabili di tipo "principale" sono definite come quelle ritenute determinanti, che devono essere sempre prese in considerazione ai fini della elaborazione della suscettività al dissesto di versante. Le variabili "aggravanti" rappresentano quelle la cui interferenza con le caratteristiche di stabilità dei versanti può variare sensibilmente in relazione al contesto territoriale esaminato e che pertanto presentano una variabilità sia tra bacini diversi sia all'interno del singolo bacino.

Nella fattispecie gli elementi di cui sopra rappresentano i parametri di tipo geografico-fisico, geologico geomorfologico ed ambientali s.l., fra quelli previsti negli attuali standard dei Piani di Bacino, che maggiormente condizionano la dinamica di versante nel comprensorio Carenda.

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

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

Di seguito si riporta lo schema procedurale della metodologia utilizzata.

L'attribuzione dei pesi alle litologie non è stata effettuata poiché nel comprensorio non sono presenti frane attive e/o quiescenti aventi estensioni cartografabili realmente, ad eccezione di una unica paleofrana immediatamente a valle della Località Poggio Castellano, per cui la differenziazione della suscettività al dissesto nei litotipi è riferita esclusivamente allo stato di consistenza della roccia in base alla personale conoscenza del territorio.

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

CARTA GEOMORFOLOGICA - STATO DELLA ROCCIA

Peso	Stato della roccia
0	R roccia in buone condizioni di conservazione con giacitura favorevole al pendio
1	Rs roccia in buone condizioni di conservazione con giacitura sfavorevole al pendio
1	Rs roccia subaffiorante e/o con strutture non ben rilevabili
2	Rf roccia fratturata in cattive condizioni di conservazione

CARTA GEOMORFOLOGICA - COLTRI

Peso	Tipo coltre
8	Coltri potenti (maggiori 3 m) su rocce semipermeabili o imp.
7	Coltri potenti (maggiori 3 m)
4	Coltri minori di 3 m di spessore su rocce semipermeabili o imp.
3	Coltri minori di 3 m di spessore

CARTA DELL'ACCLIVITA'

Peso	Classe di acclività
0	Acclività < 50% su substrato affiorante
1	Acclività > 50% su substrato affiorante
0	Acclività < 35% su coltre affiorante
1	Acclività > 35% < 50% su coltre affiorante
2	Acclività > 50% su coltre affiorante
0	Acclività < 35% su alluvioni
1	Acclività > 35% < 50% su alluvioni
2	Acclività > 50% su alluvioni

CARTA DELL'USO SUOLO

Peso	Classe uso del suolo
1	Urbanizzato continuo e discontinuo
1	Cave
1	Discariche
0	Terreni agricoli
1	Serre
0	Prati e pascoli
1	Vegetazione rada o assente
0	Boschi

FATTORI AGGRAVANTI

Peso	Fattore peggiorativo
2	Forte contrasto di permeabilità
2	Franosità diffusa e frane puntuali
2	Scarpate attive e quiescenti
2	Coni detritici attivi
2	Erosione concentrata di fondo
2	Ruscellamento diffuso
2	Contatti tettonici
2	Erosione spondale

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

I pesi attribuiti ai fattori di uso del suolo derivano da un'analisi delle fonti bibliografiche e dalla taratura effettuata in campagna sulla loro reale consistenza e rappresentatività. In particolare ci si è basati su una valutazione di massima dell'efficienza idrogeologica, per cui aree urbanizzate e fortemente alterate dall'uomo corrispondono ad un fattore negativo (impermeabilizzazione dei terreni, insufficienza nella rete di raccolta delle acque ecc.), aree coltivate o boscate sono da considerarsi maggiormente efficienti dal punto di vista idrogeologico.

L'uso del suolo non appare un elemento preponderante nel determinare la franosità.

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

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

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

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

Nel caso di aree di cava, discariche e riporti ove non esista o non sia vigente una normativa "speciale" è stata attribuita la corrispondente classe di suscettività al dissesto mediante l'aggiornamento della legenda della cartografia tematica di Piano. Tale aggiornamento è avvenuto a seguito di osservazioni di carattere puntuale, esaminate caso per caso, in merito alle caratteristiche di pericolosità dei singoli areali (Rif. D.G.R. 1068/02 e 1158/02), così come riportato al Cap. 2.3.7 Riporti e discariche e Cap. 2.3.8 Cave.

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

CLASSI DI SUSCETTIVITA' AL DISSESTO DEI VERSANTI			
VALORE SOMMATORIA PESI ATTRIBUITA / AREE CON ASSOCIAZIONE DIRETTA CON CLASSE DI SUSCETTIVITÀ	SPECIFICHE	SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO	CLASSE
< 2	Aree prive di movimenti gravitativi e/o quiescenti sui versanti e lungo i corsi d'acqua in cui sono presenti indicatori indiretti di suscettività valutabili dalla combinazione di elementi geomorfologici, litologici, strutturali e di uso del suolo.	MOLTO BASSA	Pg0
2 - 4			BASSA
5 - 7			MEDIA
> 7	Aree prive al momento di movimenti gravitativi e/o quiescenti sui versanti e lungo i corsi d'acqua in cui sono presenti indicatori indiretti di elevata suscettività valutabili dalla combinazione di elementi geomorfologici, litologici, strutturali e di uso del suolo. Sono comprese in tali aree le frane stabilizzate e relitte (paleofrane) e le zone a franosità diffusa.	ALTA	Pg3 B
Per le seguenti tipologie di aree vi è una associazione diretta alla classe di suscettività:			
Aree di frana Quiescente	Comprende aree in cui vi è la presenza di indicatori geomorfologici diretti, quali le frane quiescenti o di segni precursori o premonitori di movimenti gravitativi sui versanti e sui corsi d'acqua.	ALTA	Pg3 A
Aree in Frana Attiva	Aree interessate da movimenti gravitativi in atto.	MOLTO ALTA	Pg4
Cave e miniere attive - Discariche in esercizio	Aree di cava attiva, miniera attiva e discarica in esercizio sulle quali è vigente una specifica norma di settore.		tipo A
Ex Cave, ex Miniere	Aree come individuate ai sensi della DGR 1208/2012 con la quale è stato approvato l'aggiornamento dei criteri per la redazione della normativa di attuazione dei piani di bacino a riguardo dell'assetto geomorfologico (individuate in Tav. 8 con retino trasparente).		Aree speciali
Ex Discariche e riporti antropici.	All'interno delle aree speciali di tipo B ₁ e B ₂ è rappresentata la classificazione di suscettività al dissesto (Pg0, Pg1, Pg2, Pg3A, Pg3B, Pg4) come da legenda.	tipo B2	

La CSDV del bacino Carenda evidenzia una condizione territoriale di distribuzione delle classi a diversa suscettività in cui le aree in classe Molto Bassa (MB) e Bassa (B) hanno una estensione che risulta preponderante rispetto a quella delle aree inserite in classe di suscettività al dissesto superiore.

La classe di suscettività al dissesto Molto Bassa è estesa a tutta la piana costiera attuale e marginalmente alle zone meno acclivi delle alluvioni terrazzate recenti ed antiche. Si tratta di territori a bassissima acclività caratterizzati da una dinamica geomorfologica molto lenta.

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

La classe di suscettività al dissesto Bassa comprende la fascia dei depositi alluvionali terrazzati antichi e recenti a maggiore acclività, interposta tra la piana costiera e i retrostanti rilievi collinari, e quindi i rilievi collinari fino alla sommità.

Le aree in classe di suscettività al dissesto Media si sviluppano lungo l'asta del rio Carenda e dei suoi affluenti, lungo le aste del rio Torsero e del rio San Rocco, lungo l'asta del rio Fontana e dei suoi affluenti.

Si tratta generalmente di porzioni di alveo e di aree limitrofe le cui condizioni di criticità sono dovute alla presenza di rotture di pendio attive, su sponde a pareti verticali o subverticali, ed a fenomeni di erosione concentrata di fondo su alluvioni antiche, conglomerati ed argille.

Localmente, entro il bacino idrografico del rio Carenda, ricadono in classe di suscettività media piccole aree in coltre detritica con spessore da uno a tre metri caratterizzate da elevata acclività e da fenomeni di ruscellamento diffuso.

Lungo l'asta del rio Torsero si segnala un'area ad Alta suscettività al dissesto che comprende le sponde della porzione di alveo sviluppata dalla zona immediatamente a monte del ponte della strada per Peagna fino alla località Casa Bruno.

L'elevata criticità dell'area risulta dalla contemporanea presenza di rotture di pendio attive su sponde subverticali sviluppate per altezze massime dell'ordine di 20-25 metri, di erosione concentrata di fondo su argille, di erosione spondale su depositi alluvionali antichi cui conseguono localmente fenomeni franosi del ciglio superiore delle sponde.

3.3 Problematiche di tipo idraulico

3.3.1 Aree storicamente inondate

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

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

Per quanto riguarda il bacino in oggetto, le principali problematiche che sono state riscontrate, procedendo da monte verso valle, sono, in sintesi, le seguenti.

3.3.2 Verifiche idrauliche

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

3.3.2.1 Individuazione dei tratti di studio

I tratti indagati nel presente studio sono i seguenti:

Corso d'acqua	Sezioni	Descrizione del tratto
Antognano	31-1	Da località Ariano alla foce (settembre 2004)
Carenda	22 - 1	Da località Rapalline alla foce (marzo 2001)
Fasceo	22-1	dalla S.P. 3 alla confluenza con il rio Carendetta di Rapalline (novembre 2016)
	1-0	dalla confluenza con il rio Carendetta di Rapalline alla confluenza con il torrente Carenda (novembre 2016)
Carendetta di Rapalline	15-1	dalla S.P. 3 alla confluenza con il rio Fasceo (novembre 2016)
Torsero	24 - 21	Da Loc. Campore alla Strada Provinciale (loc. Paramuro) (settembre 2003)
	21 - 1	Da località Paramuro alla foce (marzo 2001)
S. Rocco	1 - 19	Da località Sasso Campeseto (giugno 2002)
Fontana	1 - 14	Dal viadotto autostradale alla foce (giugno 2002)

Tabella 3.3.2.1..1: Tabella riassuntiva dei tratti d'alveo indagati nel bacino Carenda

3.3.2.2 Metodologia di calcolo

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

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

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

dove:

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

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

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

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

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

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

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

dove:

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

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

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

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

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

3.3.2.3 Schematizzazione di calcolo

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

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

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

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

I programmi utilizzati nella modellazione idraulica sono:

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

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

dove:

γ = peso specifico dell'acqua

Y = profondità

Il programma di calcolo richiede l'inserimento di alcune sezioni aggiuntive in corrispondenza di opere in alveo (ponti, passerelle e tombinature), nonché altre sezioni (indicate con il simbolo “*”) ottenute per interpolazione dalle sezioni rilevate qualora il loro passo spaziale risultasse troppo elevato ai fini dell'accuratezza del calcolo.

- MIKE 11 (del DHI Water & Environment) : il modello idrodinamico simula il flusso monodimensionale, stazionario e non, di fluidi verticalmente omogenei in qualsiasi sistema di canali o aste fluviali, descrivibile attraverso i diversi approcci dell'“onda cinematica”, dell'“onda diffusiva” e dell'“onda dinamica” e con la messa in conto principalmente delle seguenti condizioni: portate laterali, flusso libero o rigurgitato, differenti regole operative di funzionamento di serbatoi o invasi, resistenze localizzate e perdite di carico concentrate, aree d'espansione, nodi idraulici (biforcazioni e convergenti). La soluzione del sistema di equazioni è indipendente dall'approccio modellistico seguito (cinematico, diffusivo, dinamico). Le equazioni generali di De Saint Venant sono trasformate in un sistema di equazioni implicite alle differenze finite secondo una griglia di calcolo con punti Q e h alternati tra loro, nei quali la portata Q e il livello idrico h, rispettivamente, sono determinati ad ogni passo temporale (schema di Abbott a 6 punti). Nel caso di **moto permanente**, le equazioni complete del moto vengono risolte con condizioni al contorno invariante nel tempo.

- Parametri di scabrezza

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

Corso d'acqua	Sezioni	Descrizione del tratto	Coefficiente di scabrezza K_s [m ^{1/3} s]	Programma di modellazione idraulica utilizzato

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

Antognano	31-1	Da località Ariano alla foce (settembre 2004)	40	HEC RAS
Carenda	22 - 1	Da località Rapalline alla foce (marzo 2001)	35	HEC RAS
Fasceo	22 - 0	Dalla SP 3 alla confluenza con il Carenda (2016)	30-40	HEC RAS
Carendetta	15-1	dalla S.P. 3 alla confluenza con il rio Fasceo (2016)	30-40	HEC RAS
Torsero	24 - 21	Da Loc. Campore alla foce(settembre 2003)	40	HEC RAS
	21 - 1	Da località Paramuro alla foce (marzo 2001)	40	HEC RAS
S. Rocco	1 - 19	Da località Sasso Campeseto (giugno 2002)	25	MIKE 11
Fontana	1 - 14	Dal viadotto autostradale alla foce (giugno 2002)	25	MIKE 11

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

- Condizioni al contorno

Rio Antognano:

Le condizioni al contorno utilizzate sono state così assunte:

- a monte: profondità critica;
- a valle: profondità critica.

Rio Carenda:

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

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

Rii Fasceo e Carendetta

Le verifiche sono state condotte ipotizzando un regime di flusso misto (sub/supercritico). La condizione imposta per la prima sezione di monte è stata la profondità di moto uniforme, a cui ci si riconduce inserendo nel programma di calcolo la pendenza media dell'alveo in quel punto.

- Condizione di monte Rio Carendetta di Rapalline: $if = 0.081$
- Condizione di monte Rio Fasceo: $if = \mathbf{0.033}$

Rio Torsero da Loc. Campore alla foce:

Le condizioni al contorno utilizzate sono state così assunte:

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

- a monte: profondità di moto uniforme;
- a valle: profondità critica.

Rio S. Rocco - Rio Fontane:

Le condizioni al contorno utilizzate sono state così assunte:

- a monte: idrogramma di piena a portata costante per assegnato tempo di ritorno;
- a valle: livelli idrici ottenuti attraverso una scala di deflusso in moto uniforme.

3.3.2.4 Profili di moto permanente

Rio Antognano:

Dalle elaborazioni l'inadeguatezza delle sezioni di deflusso e dei relativi attraversamenti lungo il tratto indagato per tutti i tempi di ritorno.

Rio Carenda:

Dalle elaborazioni, per portate cinquantennali, si rileva l'inadeguatezza del ponte di Regione Rapalline (sez. 20-21), in prossimità del quale non viene rispettato neanche il franco di sicurezza. Il ponte provoca rigurgito nella zona a monte. Nel resto del corso d'acqua analizzato, la portata defluisce regolarmente all'interno dell'alveo, garantendo un sufficiente franco. Si può altresì desumere che, per il tratto d'asta considerato, una portata avente tempo di ritorno associato pari a 200 anni e a 500 anni provoca esondazioni significative nelle aree localizzate attorno al ponte di Regione Rapalline. Tale ponte risulta, infatti, notevolmente insufficiente per smaltire tali portate. Problemi analoghi si rilevano nei ponti posti più a valle, con l'esclusione dei ponti a valle della Strada Statale Aurelia (sez.11).

Rio Carendetta

La sezione del rio Carendetta non è in grado di smaltire la portata con tempo di ritorno $T = 50$ anni che, secondo la modellazione di moto permanente effettuata, sormonta le attuali arginature a partire dalla sezione n. 13 in destra idraulica. Tale comportamento deriva essenzialmente dal maggiore livello che si determina a valle in corrispondenza della confluenza con il Rio Fasceo.

Rio Fasceo

La sezione del rio Fasceo non è in grado di smaltire la portata con tempo di ritorno $T = 50$ anni che, secondo la modellazione di moto permanente effettuata, sormonta le attuali arginature a partire dalla sezione n. 21 in sinistra e destra idraulica. Tale comportamento deriva primariamente dalla presenza delle numerose tombinature insufficienti a garantire il passaggio di tale portata. Si verifica il rigurgito delle coperture con conseguente sormonto della portata defluente.

Rio Torsero:

Dalle elaborazioni si desume che, per il tratto d'asta considerato, una portata avente tempo di ritorno associato pari a 50 anni provoca il sormonto di tutti gli attraversamenti presenti nel tratto indagato: ponte FF.SS. (sez. 2.5), ponte della vecchia Aurelia (sez. 6.5), ponte a monte dell'Aurelia (sez. 9), copertura nei pressi dello svincolo che porta al Parco

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

Acquatico (sez. 19.5). Tutto il tratto a valle risulta idraulicamente a rischio per portate aventi tempo di ritorno maggiore di 50 anni. Non di rilevano particolari criticità nell'ultima parte del tratto analizzato sezz. 21-24.

Rio S.Rocco:

Dalle elaborazioni si desume come le due tombinature poste lungo il tratto studiato non consentano il deflusso della portata cinquantennale.

Rio Fontane:

Le elaborazioni evidenziano come la portata cinquantennale non riesca a defluire nella copertura in prossimità delle sezz. 9 – 10. Inoltre i diversi ponti posti lungo il tratto analizzato risultano insufficienti allo smaltimento della portata duecentennale.

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

3.3.2.5 Analisi della capacità di smaltimento delle opere in alveo

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

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

N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
1.5	Ponte FS	T > 500
3.5	Ponte carrabile Albenga-Ceriale	T > 200
11.5	Ponte carrabile	T < 50
13.5	Ponte carrabile	T < 50
17.5	Ponte Aurelia	T < 50
21.5	Ponte Strada Campochiesa	T < 50
24.5	Passerella carrabile	T < 50
27.5	Passerella carrabile	T < 50
29.5	Passerella carrabile	T < 50

Tabella 3.3.2.5.5: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo per il rio Antognano

N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
20.5	Ponte Regione Rapalline senza pile in alveo	T < 50
17.5	Ponte Villa S.Giorgio senza pile in alveo	T < 200
12.5	Ponte SS Aurelia senza pile in alveo	T < 200
9.5	Passerella carrabile senza pile in	T > 500

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

	alveo	
5.5	Ponte vecchia Aurelia senza pile in alveo	T < 200
1.5	Ponte FF.SS. con una pila in alveo	T > 500

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

N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
19.5	Copertura senza pile in alveo	T < 50
15.5	Ponte senza pile in alveo	T < 50
10.5	Ponte della S.S. Aurelia senza pile in alveo	T < 50
6.5	Ponte della vecchia Aurelia senza pile in alveo	T < 50
2.5	Ponte FF.SS senza pile in alveo	T < 50

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

N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
2	Attraversamento	T < 200
5	Attraversamento	T < 200
8	Imbocco tombinatura	T < 50
12	Imbocco tombinatura	T < 50
15	Imbocco tombinatura	T < 50
18	Imbocco tombinatura	T < 50

Tabella 3.3.2.5.4: Tabella riassuntiva della capacità di smaltimento della portata da parte delle opere in alveo per il rio S.Rocco

N.° Sezione	Tipologia dell'opera	Tempo di ritorno
3	Attraversamento	T < 200
7	Imbocco tombinatura	T < 200
9	Attraversamento	T < 50
13	Imbocco tombinatura	T < 50

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

3.3.3 Fasce di inondabilità

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

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

- una valutazione dei tratti e delle sezioni in cui il pelo libero ha quota superiore alla quota delle sponde come da profilo di rigurgito, determinato tramite

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

le precedenti verifiche idrauliche. Le verifiche condotte con il software utilizzato permettono di visualizzare oltre al livello di pelo libero, anche le linee indicative della sponda destra e sinistra, pertanto è possibile distinguere l'eventuale esondazione nelle due sponde. E' utile ribadire che, data la necessaria schematizzazione nel tracciamento dei limiti di sponda, nel definire le fasce si è tenuto in debito conto di quanto rilevato in occasione dei sopralluoghi effettuati in sito. La determinazione delle aree inondabili, cioè le superfici che vengono sommerse dal relativo ipotetico evento di piena, è stata condotta essenzialmente sulla base dei criteri per l'elaborazione dei piani di bacino, suggeriti dall'Autorità di Bacino di rilievo regionale della Regione Liguria al punto 3 della Raccomandazione n°1 "Metodologia per la mappatura delle aree soggette a rischio di inondazione" (1995). Si è inoltre proceduto all'individuazione dei tratti critici del corso d'acqua (quali ponti, tombinature, coperture, ecc.) e alla loro verifica con i dovuti franchi di sicurezza;

- qualora gli argini non fossero continui perché danneggiati, o perché costituiti da edifici inframmezzati da varchi, si è considerato il defluire delle acque attraverso di essi e di conseguenza l'inondabilità delle aree limitrofe;
- una analisi di verifica in campagna in modo tale da verificare la congruenza delle fasce tracciate con la morfologia dei luoghi (operazione importante per il controllo di particolari situazioni puntuali).

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

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

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

- Fascia A, aree perfluviali inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno $T=50$ anni.
- Fascia B, aree perfluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno $T=200$ anni.
- Fascia C, aree perfluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno $T=500$ anni o, se più estese, aree storicamente inondate.

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

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

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

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

3.3.5 Evento alluvionale autunno 2014

Nei mesi di ottobre e novembre 2014 sul territorio regionale si sono verificati rilevanti eventi alluvionali, con estese aree soggette ad esondazioni ed ingenti danni connessi. A seguito di tali eventi, con DGR 59 del 28/01/2015, ad oggetto "*L.r. 9/2000, artt. 3 e 17. Approvazione della cartografia delle aree interessate da inondazione negli eventi alluvionali dell'autunno 2014 e connesse disciplina di salvaguardia e misure di protezione civile*", come aggiornata con DGR 412/2015, sono state approvate le mappature delle aree inondate sul territorio regionale negli eventi alluvionali, sulla base delle segnalazioni degli enti competenti, congiuntamente a misure di salvaguardia per la tutela della pubblica e privata incolumità, e a indirizzi di protezione civile.

Per quanto riguarda il territorio relativo al presente Piano, in particolare, nella mattinata del giorno 14/11/2014 l'areale del bacino de La Liggia è stato colpito da un intenso evento meteorologico che ha fatto registrare, nei pluviometri dell'area, un'altezza complessiva di pioggia pari a circa 185 mm in 18 ore, con un'intensità massima di 144 mm/h concentratasi per la gran parte in circa mezzora nelle prime ore della mattinata.

L'altezza di precipitazione oraria massima è stata di 54 mm e quella di 3 ore pari a 92 mm. Le precipitazioni si sono concentrate lungo la costa ed in particolare hanno messo in crisi i corsi d'acqua minori presenti nella piana ingauna.

Le conseguenti elevate portate di piena hanno prodotto diffusi fenomeni di richiamo di materiali inerti lungo le sponde ed i versanti prospicienti i corsi d'acqua.

Le tipologie di dissesti che si sono manifestate comprendono fenomeni franosi sui versanti, fenomeni franosi incanalati, evolventi in colate detritiche, erosioni incanalate ed esondazioni coinvolgenti le piane di fondovalle.

In particolare l'intensità di precipitazione unita al trasporto solido hanno determinato la tracimazione ed il sovralluvionamento di diversi corsi d'acqua, ciò ha comportato diffusi allagamenti nella piana alluvionale di Albenga con il coinvolgimento di diverse aziende agricole e numerosi fabbricati con scantinati allagati.

A seguito dell'esame delle aree interessate, si è verificata la necessità di procedere ad approfondimenti e studi di tipo tecnico, circa le cause e gli effetti degli eventi alluvionali,

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

nonché la loro interpretazione in termini di classi di pericolosità idraulica, con eventuali aggiornamenti degli scenari di intervento.

Tenuto conto che tali approfondimenti richiedono, oltre al reperimento di adeguati finanziamenti, tempi piuttosto lunghi, le aree interessate da inondazione negli eventi alluvionali dell'autunno 2014, come desunte dalla perimetrazione approvata con DGR 59/2015, sono state inoltre recepite, ed indicate con apposito segno grafico nella cartografia, classificandole, nella cartografia delle fasce di inondabilità laddove non adeguatamente studiate con verifiche idrauliche, come fasce c.d. A* (cfr tav.9).

3.3.4 Fascia di riassetto fluviale

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

La sua determinazione non è stata ritenuta necessaria sulla base dell'esame degli interventi individuati nel presente Piano; tuttavia potrà essere prevista in fasi successive sulla base di approfondimenti in sede di aggiornamento di Piano o in fase progettuale.

3.4 Principali criticità del bacino

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

Data la natura del terreno oggetto di indagine, di tipo prevalentemente agricolo, si è ritenuto che i tiranti che si instaurano in caso di inondazione siano mediamente inferiori al mezzo metro, con velocità di trascinamento di circa 1 m/s come ordine di grandezza. Per tale motivo le portate esondate non giungono alla foce, ma trovano recapito nei campi circostanti.

Rio Antognano:

Il Rio Antognano rappresenta un'elevata criticità dovuta all'insufficienza delle sezioni d'alveo a smaltire le portate eccezionali. Anche per tale motivo, tutti gli attraversamenti risultano critici già per portate 50-li, ad esclusione dell'attraversamento FFSS posto alla foce.

Rio Carenda:

Per portate con tempo di ritorno cinquantennale, il fenomeno di inondazione inizia all'altezza del ponte di regione Rapalline (sez. 20-21) e interessa, viste le quote arginali, aree in sponda destra per un'estensione areale pari a circa 0.04 km².

L'esondatazione relativa a portate duecentennali presenta caratteristiche simili ma un'estensione areale maggiore (circa 0.09 km²), sempre prevalentemente in sponda destra.

Per quanto riguarda le portate con tempo di ritorno pari a 500 anni, il fenomeno risulta più rilevante e coinvolge il territorio compreso tra il ponte di regione Rapalline e le sezioni 16/17, visto il maggior contributo dei tiranti non contenuti in alveo. L'esondatazione colpisce, in questo caso, entrambe le sponde con un'area pari a circa 0.25 km².

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

Rii Fasceo e Carendetta:

La criticità diffusa già per portata cinquantennale provoca un'estesa area inondabile che interessa le zone pianeggianti limitrofe al corso d'acqua, in sponda sinistra del rio Carenda.

Rio Torsero:

Il Rio Torsero rappresenta un'elevata criticità dovuta all'insufficienza delle sezioni d'alveo a smaltire le portate eccezionali, ad esclusione del tratto terminale (sezz. 22-24) dove l'alveo presenta pendenze più marcate. Tutti gli attraversamenti presenti nel tratto indagato risultano critici già per portate 50-li

Rio S.Rocco:

Il tratto studiato presenta criticità praticamente costanti a partire dalla prima tombinatura (sez.8) fino alla foce con una fascia cinquantennale che occupa entrambe le sponde.

Rio Fontane:

Le aree contrassegnate da maggior criticità sono quelle poste in prossimità della sez.7, dove è perimetrata una vasta zona in fascia B, e quella all'altezza della sez.10 dove, a causa dell'insufficienza della tombinatura, si trova una zona in fascia A e B.

Rio Largo:

Il corso d'acqua è stato oggetto di esondazioni nell'ambito dell'evento alluvionale 2014, la cui perimetrazione è ricompresa in quelle approvate con DGR 59/2015. Il rio è stato pertanto studiato con verifiche idrauliche in moto permanente, che hanno mostrato la diffusa insufficienza delle sezioni, con presenza di fascia A, B e C.

3.4.1 Criticità puntuali

Nel presente paragrafo si analizzeranno quelle zone contenute all'interno della Carta delle aree storicamente inondate del Piano di Bacino del Torrente Carenda approvato con DCP 43/2002, per le quali in seguito al sopralluogo e ad opportune considerazioni di seguito sviluppate, è stata affrontata un'analisi idraulica puntuale, poiché uno studio idraulico di dettaglio non avrebbe fornito importanti informazioni aggiuntive.

3.4.1.1 Insufficienza urbana presso S.S. Aurelia – loc. Pontelungo

Oggetto di indagine è la strada che collega la loc. Ariano con il Santuario N.S. di Pontelungo. L'area è riportata nello stralcio cartografico sottostante (figura 3.4.1.1.1)

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

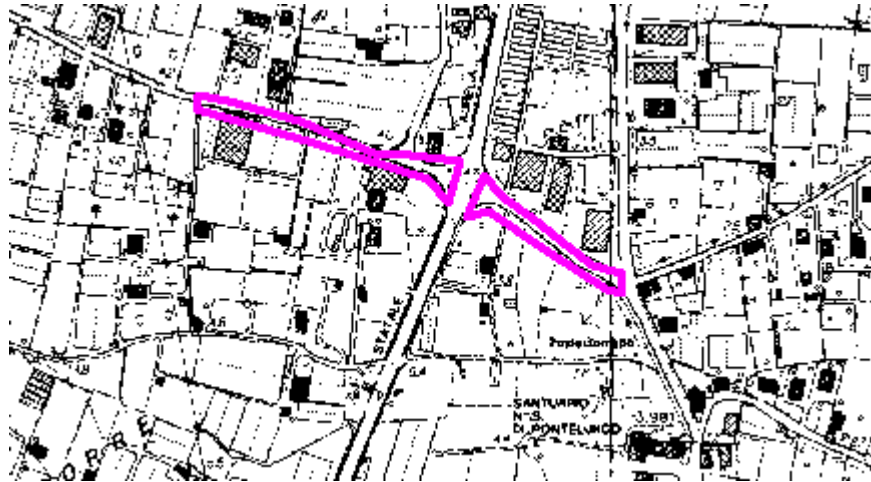


Figura 3.4.1.1.1 – Stralcio cartografico dell'area oggetto di studio.

La strada in oggetto interseca nei pressi della criticità la S.S.Aurelia che in tale tratto risulta a quota superiore rispetto alla strada secondaria ed ai campi coltivati circostanti. Il drenaggio è garantito da piccole canalette contigue alla strada di cui si riporta esempio in figura 3.4.1.1.2 relativamente al lato sud-ovest del tratto di strada a monte della S.S.Aurelia, che possono dare origine ad allagamenti localizzati in caso di piogge intense.

L'area in oggetto ricade già nella perimetrazione delle aree inondabili del fiume Centa ai sensi del Piano di Bacino approvato con DCP 43/2002, mentre non sono presenti nelle vicinanze altri corsi d'acqua ai quali siano riconducibili fenomeni di esondazione per la strada in esame.



Figura 3.4.1.1.2 – Canaletta di drenaggio contigua alla strada "storicamente inondata"

Sulla base delle evidenze fornite dal sopralluogo e di quanto presentato in questa sede, non risulta la necessità di inserire l'area in oggetto nella perimetrazione di aree inondabili ai sensi della pianificazione di bacino in aggiunta a quanto risulti già definito

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

dallo studio del Fiume Centa, oltre ad eventuali insufficienze localizzate della rete minore di drenaggio.

3.4.1.2 *Strada Provinciale, attraversamento Rio Antognano*

Il presente studio prende in analisi il Rio Antognano presso l'attraversamento della Strada Provinciale. La presunta criticità è evidenziata in figura 3.4.1.2.1, e comprende la Strada Provinciale e ad una strada secondaria.

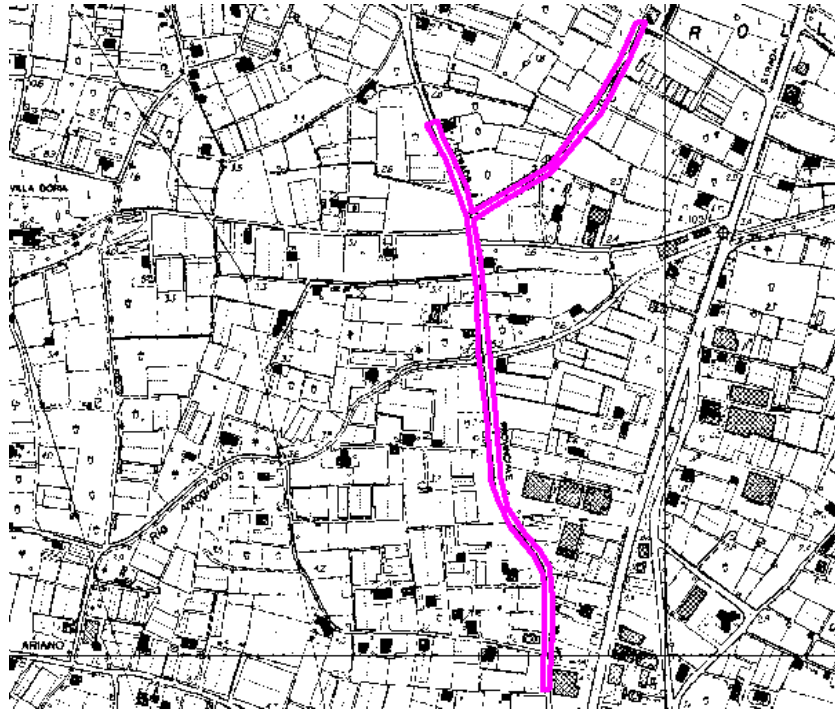


Figura 3.4.1.2.1 – Rio Antognano e relative “aree storicamente inondate”

Il Rio Antognano risulta essere un canale irriguo utilizzato per portare acqua alle aree coltivate della zona, principalmente adibite a serra, che ha origine nella zona di pianura, poco a monte della Strada Provinciale.

Il canale risulta ben arginato a sezione trapezia (base minore 3m; base maggiore 4m; h=2m) come si evidenzia in figura 4, scattata dal ponte della Strada Provinciale verso valle.

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



Figura 3.4.1.2.2 – Rio Antognano, vista verso valle.

La strada provinciale attraversa il rio con un ponte ad archi come evidenziato nella figura 5.

Nei pressi del ponte l'alveo presenta un forte allargamento della sezione (l=10 metri con pila unica larga 1m).

Il piano stradale, indicato come "storicamente inondato" a differenza delle aree circostanti, risulta essere, come evidenziato in figura, molto più alto rispetto alle aree stesse. Pertanto si esclude tale area dalla classificazione di area storicamente inondata.



Figura 3.4.1.2.3 – Rio Antognano, ponte della Strada Provinciale

La strada individuata come storicamente inondata è riportata nella figura 6, il piano stradale è in salita avvicinandosi al ponte.

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



Figura 3.4.1.2.4 - Strada provinciale indicata come storicamente inondata.

Parte della strada indicata come critica risulta rientrare nella perimetrazione delle aree inondabili del Fiume Centa.

In base alle risultanze del sopralluogo e di quanto sopra, non si evidenziano motivazioni che possano determinare l'inserimento delle aree mappate come "storicamente inondate" in fasce di inondabilità ai sensi della pianificazione di bacino.

La strada provinciale non solo non risulta critica per il deflusso delle acque, ma è anche posta a quota più alta di buona parte del territorio circostante, risultando pertanto in condizioni di sicurezza maggiore.

3.4.1.3 Strada Regione Antognano presso Prae

La presente analisi è relativa alla strada secondaria (definita Strada Regione Antognano) presso loc. Prae ad Albenga, compreso tra la S.S. Aurelia ed il mare .

L'area in oggetto è riportata nella seguente figura 3.4.1.3.1, ove si evidenzia come risulti perimetrata come "storicamente inondata" la sola strada che passa tra i campi e le serre caratteristiche della zona.

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

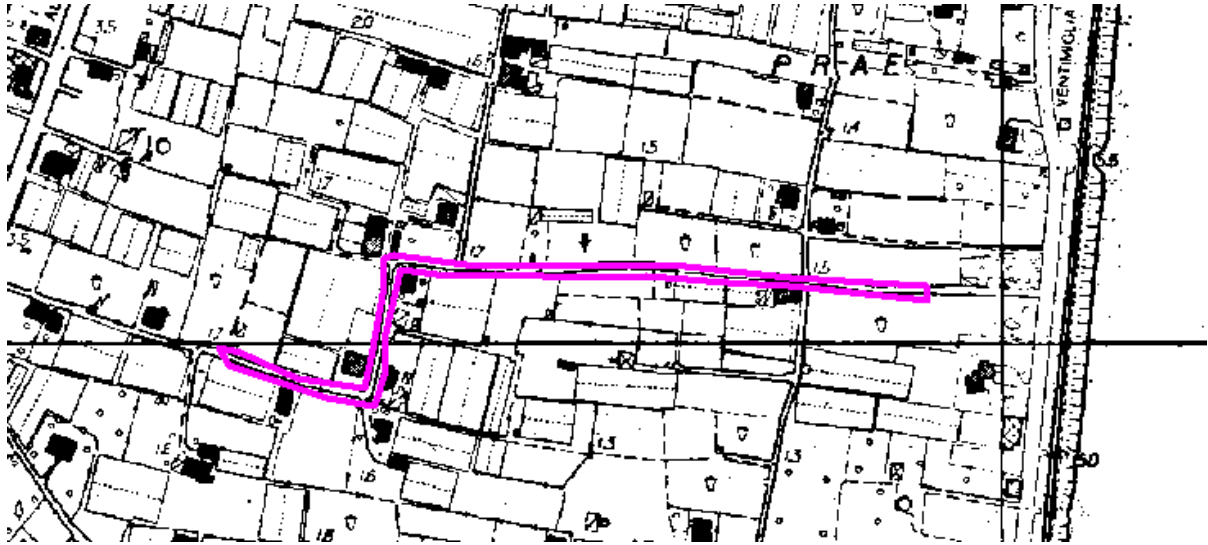


Figura 3.4.1.3.1 – Area indicata come “Storicamente inondata” presso Prae

Scorci della strada in questione sono riportati nelle seguenti figure 3.4.1.3.2, 3.4.1.3.3, 3.4.1.3.4 relative ad ogni tratto rettilineo della strada.



Figure 3.4.1.3.2 – Strada presso Prae

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



Figure 3.4.1.3.3 – Strada presso Prae



Figure 3.4.1.3.4 – Strada presso Prae

Le possibili cause che hanno portato all'inserimento di tale area nella attuale mappatura sono evidentemente da ricercarsi in fenomeni di mancato smaltimento da parte della rete minore di acque derivanti la fenomeni di pioggia intensi localizzati sull'area.

Il sopralluogo ha infatti evidenziato l'assenza di tombinature che possano drenare le acque di pioggia cadute sulla strada. A causa della presenza dei muretti che delimitano le proprietà private ai margini della strada, le acque di pioggia tendono ad accumularsi sulla carreggiata formando allagamenti localizzati.

Data l'assenza di corsi d'acqua ed altri elementi assoggettabili alla pianificazione di bacino, risulta che l'area in oggetto non deve essere inclusa nelle perimetrazioni di pericolosità idraulica definite dal Piano di Bacino.

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

3.4.1.4 *Insufficienza urbana presso Pineo*

La presente analisi è relativa all'area di Ceriale in loc.Pineo, di cui è riportato uno stralcio cartografico nella figura 3.4.1.4.1.

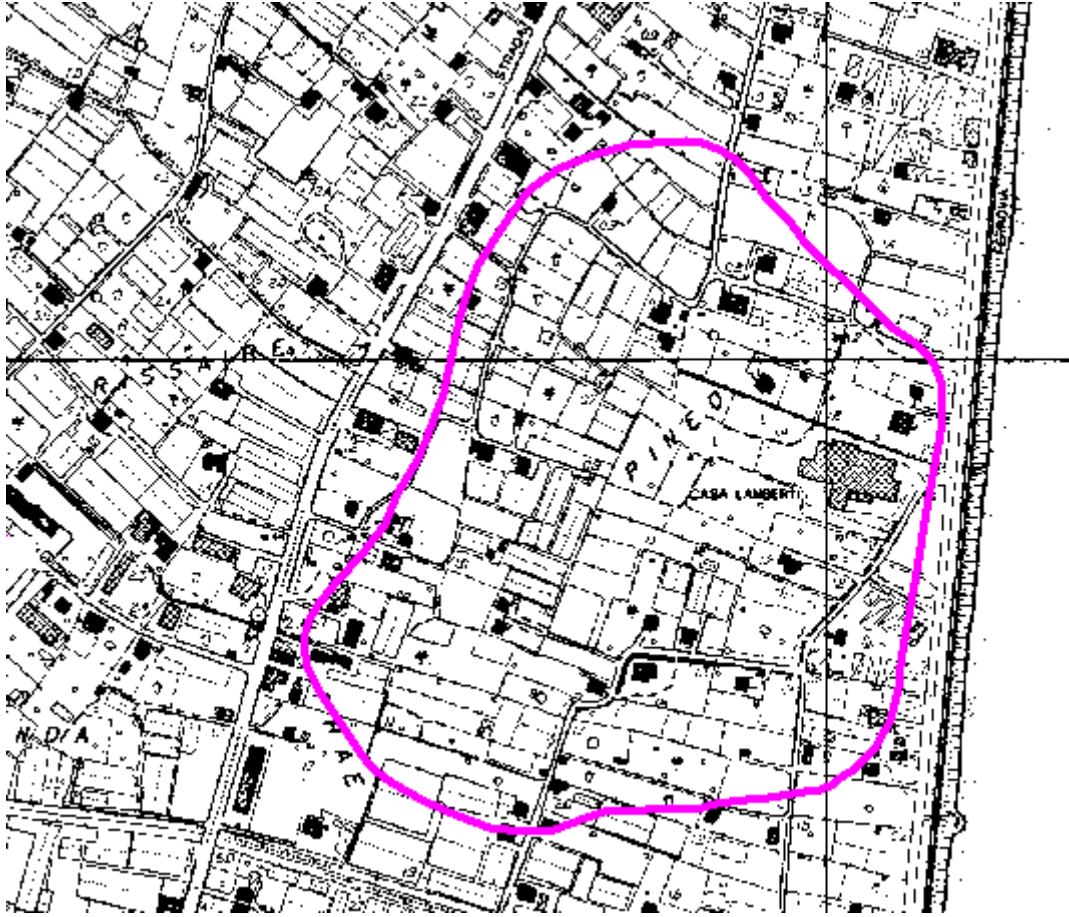


Figura 3.4.1.4.1 – Area oggetto di analisi

L'area, che risulta compresa tra la S.S.Aurelia ed il mare, in sponda sinistra del Rio Carenda, è attualmente utilizzata per coltivazioni agricole.

Dato il carattere prettamente agricolo per la destinazione d'uso del territorio, nn è presente una vera e propria rete di drenaggio; sono presenti piccoli fossi e canalette principalmente adiacenti le strade carrabili.

Alcuni particolari dell'area sono evidenziati nelle seguenti figure 3.4.1.4.2, 3.4.1.4.3, 3.4.1.4.4.

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



Figure 3.4.1.4.2, 3.4.1.4.3, 3.4.1.4.4 – Particolari dell'area in studio

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



Figura 3.4.1.5.2 – Strada senza nome che costeggia il cimitero di S.Giorgio



Figura 3.4.1.5.3 – Strada provinciale nei pressi dell'incrocio

Anche in quest'area il sopralluogo non ha evidenziato la presenza di rii che possano determinare esondazioni sulla zona.

In caso di forti piogge, anche in virtù della morfologia pianeggiante del territorio, sono possibili allagamenti localizzati riconducibili ad insufficienze della rete minore. Non sono infatti presenti tombini di drenaggio in tutta la strada che costeggia il cimitero verso il mare.

Sulla base delle considerazioni qui esposte si ritiene che l'area in esame debba essere esclusa dalla classificazione di pericolosità idraulica ai sensi del Piano di Bacino.

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

3.4.1.6 *Rio S. Rocco presso Loc. Peagna*

La presente analisi è relativa all'area loc. Peagna, a Ceriale.

L'area in oggetto, riportata nella seguente figura 3.4.1.6.1, è posta in sponda destra del Rio S. Rocco.

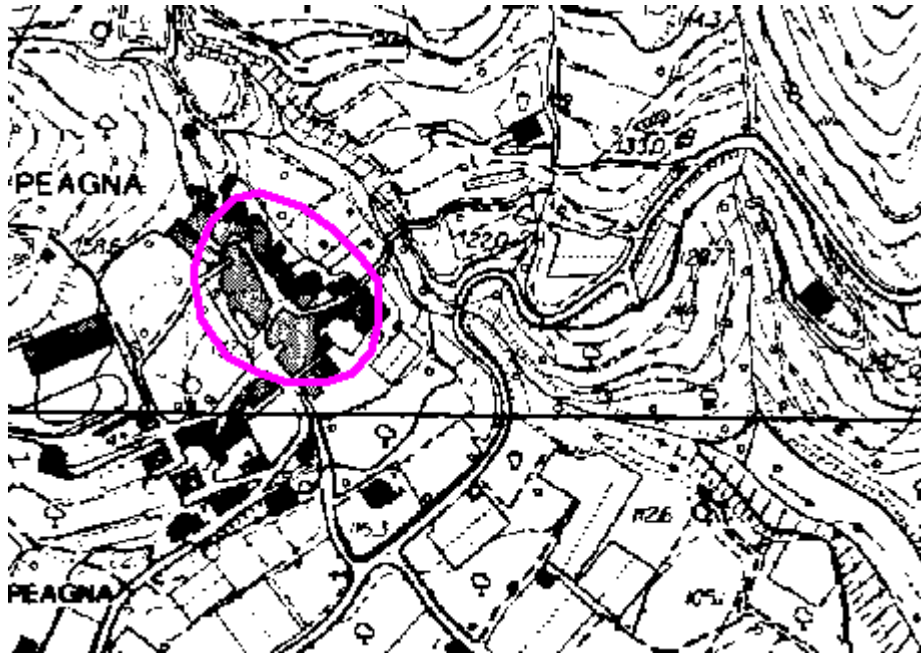


Figura 3.4.1.6.1 – Area in studio presso loc. Peagna.

Poiché l'area in oggetto risulta a quota notevolmente superiore rispetto all'alveo del S. Rocco, le fenomenologie che hanno portato all'inserimento dell'abitato di Peagna nelle "Aree Storicamente inondate" sono da ricercarsi al di fuori delle criticità del rio stesso e sono prevalentemente riconducibili ad insufficienze della rete minore od a problematiche di natura geomorfologica.

L'abitato si trova infatti in cima al versante, e le acque di pioggia defluiscono lungo la scarpata per raggiungere il rio sottostante.

La differenza di quota è ben visibile nelle seguenti figure 3.4.1.6.2 e 3.4.1.6.3 scattate dalla sponda sinistra del rio, già a quota molto più alta rispetto al fondo alveo che si intravede in basso tra la vegetazione.

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



Figure 3.4.1.6.2 e 3.4.1.6.3 – Si evidenzia la notevole differenza di quota tra il rio S. Rocco e l'abitato di Peagna.

Sulla base delle considerazioni qui esposte e delle informazioni acquisite durante il sopralluogo, si ritiene che l'area in esame debba essere esclusa dalla classificazione di pericolosità idraulica ai sensi del Piano di Bacino.

3.4.1.7 Rio Recozzolo a Ceriale

Il presente studio è relativo al tratto del Rio Recozzolo a Ceriale, a valle della S.S. Aurelia. L'area individuata come critica è riportata in figura 3.4.1.7.1.

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

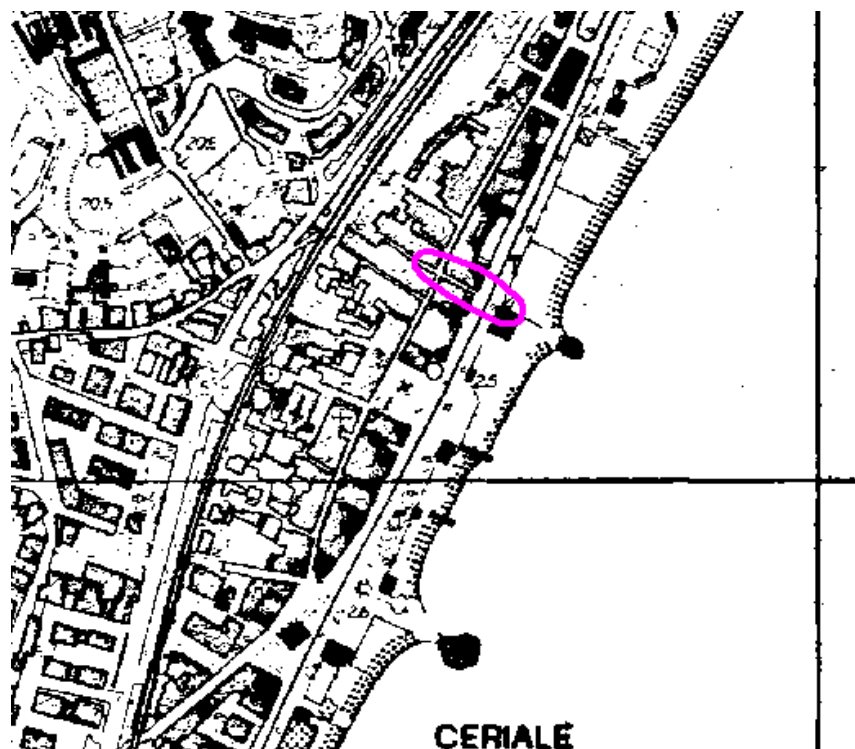


Figura 3.4.1.7.1 – Aree storicamente inondate per il Rio Recozzolo

Nel tratto in esame il rio scorre in uno scatolare di dimensioni rettangolari 120x100 cm interrato sotto Via Moreno (strada perpendicolare alla costa tra la S.S. Aurelia e Via 1°Maggio) e sotto il sottopasso di Via Vietta, fino alla spiaggia ove lo scatolare risulta visibile.

L'imbocco a monte cade in area privata non accessibile e comunque fuori dalle aree storicamente inondate.

Le seguenti figure 3.4.1.7.2, 3.4.1.7.3 e 3.4.1.7.4 evidenziano l'area ove passa il rio, indicata come storicamente inondata.



Figura 3.4.1.7.2 – sbocco dello scatolare sulla spiaggia libera

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



Figura 3.4.1.7.3 – Sottopasso di Via Vietta sotto cui scorre il Rio Recozzolo



Figura 3.4.1.7.4 – Via Moreno, a monte di Via Vietta, ove scorre il rio

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

La carta delle aree storicamente inondate del Piano di Bacino individua come critica l'intera Via Vietta e parte di Via Moreno a monte dell'incrocio con Via 1° Maggio.

In caso di forti piogge sono possibili allagamenti di tali aree dovute sia a fuoriuscita di acqua dai tombini, sia all'impossibilità di raccogliere ulteriori volumi da parte del rio.

Determinazione delle portate di progetto

In accordo con la normativa di piano, le portate per il Rio di Recozzolo sono state calcolate applicando la procedura 'piccolissimi bacini' proposta dal CIMA.

Per i bacini ricadenti in questa classe ($A < 2 \text{ Km}^2$) il valore di portata al colmo viene calcolato secondo l'espressione:

$$Q_T = K_T \cdot U_{A=2} \cdot A$$

dove:

- Q_T = portata in m^3/sec per assegnato periodo di ritorno T ;
- K_T = fattore di frequenza riportato in tabella;
- U = coefficiente di portata tabellato dal CIMA in funzione di classe del bacino e longitudine;
- A = area drenata dalla sezione di chiusura;

I fattori di frequenza proposti dal CIMA sono riportati nella seguente tabella:

T[anni]	50	200	500
K_T	3.47	5.02	6.04

Tabella 3.4.1.7.1 – Fattore di frequenza per la metodologia CIMA

Le classi idrologiche dei bacini sono così classificate:

Tipo	Descrizione	CN
A	Bacini di tipo residenziale, industriale o commerciale caratterizzati da un elevato grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili superiore al 60%.	92
B	Bacini caratterizzati da un medio grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa fra 30% e 60%.	87
C	Bacini caratterizzati da un basso grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa fra 5% e 30%.	75
D	Bacini caratterizzati da estesa copertura arborea. Estensione delle aree impermeabili inferiore al 5%.	67

Tabella 3.4.1.7.2 – Classificazione dei bacini secondo la metodologia del CIMA

Di seguito si riportano i parametri scelti per la sezione di chiusura interessata dallo studio ed i valori di portata risultanti.

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

BACINO	CLASSE	AREA	LONG. Gradi sessagesimali	UA	Q50 adottata	Q200 adottata	Q500 adottata
Rio Recozzolo	C	0.3	8°12.5'	5.43	6	8	10

Tabella 3.4.1.7.3 – Parametri e portate di progetto per il tratto indagato

Analisi idraulica

Al fine di verificare la capacità di smaltimento dello scatolare in questione, si è calcolata la portata massima defluibile attraverso lo stesso in condizioni di moto non in pressione.

Applicando per semplicità la formula del moto uniforme, semplificazione resa lecita dalla regolarità del tombino e dall'assenza di ingombri tali da condizionare il deflusso della corrente si ha:

$$Q = \Omega K_s R^{2/3} i_f^{0.5}$$

Con

$\Omega = b Y$ = area della sezione utile

b = larghezza della sezione

Y = profondità della corrente

K_s = Coeff.di Strickler(= 40 m^{1/3}/s)

R =Raggio idraulico

i_f = pendenza dell'alveo

Avendo il tratto a valle di via 1°Maggio una pendenza media di 0.01 m/m si trova una portata massima smaltibile con deflusso a pelo libero pari a 2.5 m³/s, molto inferiore rispetto alla portata di progetto cinquantennale.

All'occorrere degli eventi di progetto si hanno quindi allagamenti nell'area in esame dovuti sia ad esondazioni di volumi d'acqua dallo scatolare che risulta in pressione, sia all'impossibilità dello stesso di ricevere le acque di pioggia relative all'area di studio.

Perimetrazione delle aree inondabili

A valle delle verifiche puntuali e delle considerazioni sopra esposte si è proceduto alla perimetrazione delle aree inondabili nelle aree risultate critiche per le quali è doveroso sottolineare una parziale incertezza a causa delle complesse caratteristiche della tombinatura e dell'area in esame. Le aree sono state quindi tracciate principalmente sulla base del sopralluogo, sull'analisi delle tombinature stradali presenti e della verifica puntuale dalla quale si è potuto associare un tempo di ritorno specifico al primo evento critico.

Si evidenzia inoltre come la rete minore, qui non indagata, svolga un ruolo principale nel caratterizzare i fenomeni di allagamenti localizzati propri del tratto in esame e le relative aree interessate.

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

3.4.1.8 *Rio Carino a Ceriale*

Il presente studio è relativo al tratto del Rio Carino a Ceriale, a valle della S.S. Aurelia. L'area individuata come critica è riportata in figura 3.4.1.8.1.

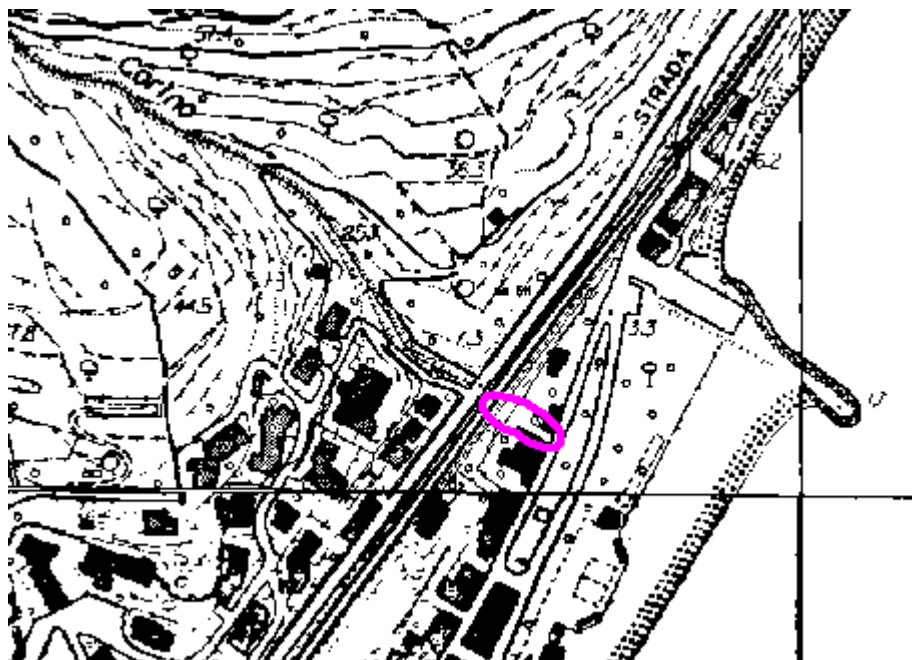


Figura 3.4.1.8.1 – Aree storicamente inondate per il Rio Carino

Il Rio scorre sotto copertura all'interno di un tubo per tutto il tratto compreso tra monte della S.S.Aurelia ed il mare.

L'imbocco dello stesso a monte della S.S.Aurelia (Figura 3.4.1.8.2) presenta dimensioni circolari di diametro pari ad 2 metri, presso Via Monviso.



Figura 3.4.1.8.2 – imbocco della copertura del rio Carino.

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

A valle della S.S. Aurelia e della linea ferroviaria il tubo presenta dimensioni ridotte (diametro 60 cm.) scorrendo sotto un giardino privato (fig.3.4.1.8.3), l'area adibita a parcheggio a valle di Via 1°Maggio (fig. 3.4.1.8.4) e la spiaggia (fig. 3.4.1.8.5) fino allo sbocco a mare.



*Figura 3.4.1.8.3 – area tra due abitazioni
coincidente con le aree storicamente inondate*

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



Figure 3.4.1.8.4 e 3.4.1.8.5 – Aree sotto cui scorre il rio viste verso monte e valle dalla passeggiata lungomare.

Le aree indicate come storicamente inondate nel Piano di Bacino risultano coincidenti con l'area provata tra i due edifici riportata in figura 3.4.1.8.3, sotto cui scorre il rio.

Si evidenzia come attualmente tutto il tubo risulti coperto ed interrato sotto la spiaggia, è stato necessario scavare diverse decine di centimetri per portare in parte alla luce il tubo presso lo sbocco.

Determinazione delle portate di progetto

In accordo con la normativa di piano, le portate per il Rio Carino sono state calcolate applicando la procedura 'piccolissimi bacini' proposta dal CIMA.

Per i bacini ricadenti in questa classe ($A < 2 \text{ Km}^2$) il valore di portata al colmo viene calcolato secondo l'espressione:

$$Q_T = K_T \cdot U_{A=2} \cdot A$$

dove:

- Q_T = portata in m^3/sec per assegnato periodo di ritorno T;
- K_T = fattore di frequenza riportato in tabella;
- U= coefficiente di portata tabellato dal CIMA in funzione di classe del bacino e longitudine;
- A = area drenata dalla sezione di chiusura;

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

I fattori di frequenza proposti dal CIMA sono riportati nella seguente tabella:

T[anni]	50	200	500
K_T	3.47	5.02	6.04

Tabella 3.4.1.8.1 – Fattore di frequenza per la metodologia CIMA

Le classi idrologiche dei bacini sono così classificate:

Tipo	Descrizione	CN
A	Bacini di tipo residenziale, industriale o commerciale caratterizzati da un elevato grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili superiore al 60%.	92
B	Bacini caratterizzati da un medio grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa fra 30% e 60%.	87
C	Bacini caratterizzati da un basso grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa fra 5% e 30%.	75
D	Bacini caratterizzati da estesa copertura arborea. Estensione delle aree impermeabili inferiore al 5%.	67

Tabella 3.4.1.8.2 – Classificazione dei bacini secondo la metodologia del CIMA

Di seguito si riportano i parametri scelti per la sezione di chiusura interessata dallo studio ed i valori di portata risultanti.

BACINO	CLASSE	AREA	LONG. Gradi sessagesimali	UA	Q50 adottata	Q200 adottata	Q500 adottata
Rio Carino	C	0.3	8°12.5'	5.43	6	8	10

Tabella 3.4.1.8.3 – Parametri e portate di progetto per il tratto indagato

Analisi idraulica

Al fine di verificare la capacità di smaltimento dello scatolare in questione, si è calcolata la portata massima defluibile attraverso lo stesso in condizioni di moto non in pressione.

La verifica è stata condotta sui due tratti del tubo, a monte ove ha diametro pari a 1.6 metri, ed a valle ove ha diametro pari a 60 cm.

Applicando per semplicità la formula del moto uniforme, semplificazione resa lecita dalla regolarità del tombino e dall'assenza di ingombri tali da condizionare il deflusso della corrente si ha:

$$Q = \Omega K_s R^{2/3} i_f^{0.5}$$

Con

$\Omega = b Y$ = area della sezione utile

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

b = larghezza della sezione
Y = profondità della corrente
K_s = Coeff.di Strickler
R =Raggio idraulico
I_f = pendenza dell'alveo

Per i due tratti le pendenze medie risultano essere pari a 0.05 a monte e 0.01 a valle. Il parametri di Strickler utilizzato è pari a 30 m^{1/3}/s.

La parte di monte risulta essere adeguata al deflusso delle portate di piena, mentre quella di valle presenta invece forte criticità, in accordo con quanto risulta perimetrato nelle aree storicamente inondate del Piano di Bacino del Carenda approvato con DCP 43/2002.

All'occorrere degli eventi di progetto si hanno quindi allagamenti nell'area di valle in esame dovuti sia ad esondazioni di volumi d'acqua dal tubo che risulta in pressione, sia all'impossibilità dello stesso di ricevere le acque di pioggia relative all'area di studio.

Perimetrazione delle aree inondabili

A valle delle verifiche puntuali e delle considerazioni sopra esposte si è proceduto alla perimetrazione delle aree inondabili nelle aree risultate critiche per le quali è doveroso sottolineare una parziale incertezza a causa delle complesse caratteristiche della tombinatura e dell'area in esame. Le aree sono state quindi tracciate principalmente sulla base del sopralluogo, sull'analisi delle tombinature stradali presenti e della verifica puntuale dalla quale si è potuto associare un tempo di ritorno specifico al primo evento critico.

Si evidenzia inoltre come la rete minore, qui non indagata, svolga un ruolo principale nel caratterizzare i fenomeni di allagamenti localizzati propri del tratto in esame e le relative aree interessate.

3.5 Considerazioni sul trasporto solido

3.5.1 Premessa

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

Le modalità con le quali il trasporto di sedimenti può interagire con il deflusso di una corrente sono varie. La valutazione dei livelli idrici attesi in un evento di piena, ad esempio, viene comunemente effettuata trascurando il fenomeno del trasporto di sedimenti da parte della corrente e quindi attraverso una modellazione idraulica a fondo fisso che può, tuttavia, fornire risultati anche significativamente sottostimati rispetto ad una soluzione a fondo mobile (fondo che, viceversa, si modifica in funzione del materiale

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

trasportato dalla corrente), molto più onerosa dal punto di vista della modellistica ma certamente più rappresentativa della realtà. Durante l'evento di piena, infatti, possono realizzarsi depositi localizzati che producono forti innalzamenti del livello della corrente. Durante la fase discendente della piena tali depositi possono venire rimossi ma i livelli raggiunti al colmo della piena sono comunque superiori a quelli prevedibili da una modellazione a fondo fisso.

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

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

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

Il fenomeno è strettamente legato alle caratteristiche geomorfologiche e geologiche del bacino ed è difficilmente quantificabile a meno di monitoraggi e di modellazioni complesse. A questo proposito, è utile sottolineare la sostanziale generale mancanza di dati di campagna sul trasporto solido; la necessità di una sua quantificazione fa emergere pertanto l'opportunità di realizzare stazioni di monitoraggio su alcuni bacini considerati maggiormente significativi per il territorio ligure, in modo da poter applicare i dati ricavati anche su bacini contigui e/o litologicamente simili.

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

Considerata la rilevanza dell'effetto indotto da interventi in alveo sul trasporto solido (quali gli allargamenti localizzati, restringimenti determinati dalle pile di un ponte, scavo in curva, ecc) che non vengono normalmente tenuti in conto nella usuale modellazione idraulica, la progettazione di opere idrauliche dovrà prevedere consoni franchi.

4 RISCHIO IDROGEOLOGICO

4.1 Premessa

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

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

dove:

P: pericolosità, intesa come la probabilità che si realizzino le condizioni di accadimento dell'evento calamitoso;

E: valore degli elementi a rischio, intesi come persone e beni;

V: vulnerabilità, intesa come la capacità degli elementi a rischio a resistere all'evento in considerazione.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.2 Determinazione del rischio idrogeologico

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

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

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

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

E_0 : aree disabitate o improduttive

E_1 : edifici isolati, zone agricole

E_2 : nuclei urbani, insediamenti industriali e commerciali e infrastrutture minori

E_3 : centri urbani, grandi insediamenti industriali e commerciali, principali infrastrutture e servizi

Secondo la definizione del Comitato Tecnico Regionale i diversi gradi di rischio si determinano attraverso una matrice nella quale vengono posti in relazione le classi di

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

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

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

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

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

- Elementi a rischio

La carta degli elementi a rischio è stata redatta sulla base della carta dell'uso del suolo attraverso la seguente classificazione:

Classe a rischio	Elementi	Sigle uso del suolo	Specifiche
E0		2.3 - 2.5 - 3.2 - 3.3 - 3.4 - 3.4.1 - 3.4.2 - 3.4.3	Prati e pascoli - Ex coltivi - Zone boscate - Zone caratterizzate da vegetazione arbustive - Rocce nude - Aree con vegetazione rada o assente
E1		1.3.1 - 1.4.1 - 1.4.2 - 2.1.2 - 2.2.3 - 3.4.1	Aree estrattive (dismesse) - Aree verdi urbane - Aree sportive - Seminativi in aree irrigue - Colture permanenti arboree - Oliveti - Spiagge
E2		1.1.2 1.3.1	Tessuto urbano discontinuo - Infrastrutture viarie principali (al di fuori del tessuto urbano continuo) - Aree estrattive minori
E3		1.1.1 - 1.2.1 - 1.2.2 - 1.2.2 1.3.2	Tessuto urbano continuo - Aree industriali e commerciali - Reti autostradali - Discariche

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

- il comprensorio Carenda presenta una significativa porzione di territorio ricadente in classe E0 nella zona montana e pedemontana.
- le classi E1 sono localizzate nella zona pedemontana e in alcune porzione della piana
- le classi E2 - E3 caratterizzano la maggior parte dell'estensione della piana alluvionale e costiera.

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

- Rischio geomorfologico

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

La matrice di intersezione utilizzata può essere così schematizzata:

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

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

- Rischio idraulico

La pericolosità, per quanto riguarda il rischio di inondazione, è legata al tempo di ritorno della portata di massima piena. Come già visto sono stati individuati essenzialmente tre livelli di pericolosità idraulica, uno elevato (T=50 anni), uno medio (T=200 anni) e uno basso (T=500 anni). Il rischio idraulico è stato determinato dalla sovrapposizione delle tre fasce suddette con gli elementi a rischio, secondo le intersezioni indicative riportati nella matrice seguente:

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

Si noti che nella matrice del rischio si ottengono classi di rischio elevato o molto elevato (R₃ ed R₄) solo per i tempi di ritorno duecentennale e cinquantennale; ciò è coerente con l'obiettivo postosi nella pianificazione di bacino di ridurre il rischio di inondazione a tempo di ritorno pari a 200 anni. La fascia C, infatti, ha lo scopo principale di individuare aree di attenzione e costituisce uno strumento soprattutto a livello di misure protezione civile.

4.2.1 Carta del rischio idraulico

Rio Antognano:

Lungo tutto il tratto indagato dalla foce a località Ariano, per una lunghezza di circa 2 km, emerge una situazione di rischio molto elevato (R4)

Rio Carenda:

Per quanto riguarda il rischio idraulico emerge che le situazioni di maggior rischio idraulico (R4) sono concentrate in corrispondenza di Regione Rapalline in particolar modo in sponda destra. Dall'analisi della Carta del Rischio Idrogeologico emerge un'estensione di rischio da medio a elevato solo nella parte più a monte del tratto studiato del Torrente Carenda.

Rio Torsero:

Le situazioni di maggior rischio idraulico (R4) sono concentrate nella zona compresa tra il ponte FF.SS. e l'Aurelia in una ristretta area che si estende in massima parte sulla sponda destra del Torrente Torsero. Aree a rischio elevato R3 si estendono per un'area più ampia nel tratto del corso d'acqua compreso tra il ponte FF.SS. e il ponte di Villa S.Giorgio.

In conclusione, dall'analisi della carta del rischio idraulico, nel tratto terminale del torrente Torsero, emerge un'estensione di rischio molto elevato abbastanza ridotta mentre risultano più estese condizioni di rischio minori (R2, R3).

4.2.2 Carta del rischio geomorfologico

La carta del rischio geomorfologico risultante dalla matrice di intersezione tra suscettività al dissesto ed elementi a rischio, evidenzia una condizione del territorio in cui oltre il 95% della superficie del bacino ricade in classe di rischio molto basso (R0) o basso (R1).

La piana costiera ed i versanti collinari a monte di Albenga e Ceriale risultano aree a rischio molto basso (R0).

Le aree a rischio basso (R1) si sviluppano lungo la fascia pedecollinare e comprendono la zona di Ciamboschi, Campochiesa, Campore, La fascia tra S. Eugenio e Peagna, la fascia tra il rio Fontana e il rio Corino.

Le aree a rischio medio coprono porzioni marginali del territorio in corrispondenza dell'incisione valliva del rio Torsero e sul versante sinistro del rio Fontana.

Le situazioni di rischio più elevato (R3-R4) ricadono in corrispondenza dei margini dell'incisione del rio Torsero nella fascia pedemontana ed interessano sia la viabilità e servizi che aree ad edilizia residenziale sparsa.