



**AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE**

**AMBITO REGIONALE DI BACINO 17**

**Torrenti BISAGNO e SAN LORENZO – MONEGLIA**

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

## **RELAZIONE GENERALE**



PRIMA APPROVAZIONE DEL PIANO	Delibera del Consiglio Provinciale di Genova n. 68 del 12/12/2002
ULTIMA MODIFICA DELL'ELABORATO	Decreto digitale del Direttore Generale n. 123 del 04/10/2017
ENTRATA IN VIGORE	BURL n. 43 del 25/10/2017 – parte II

# SOMMARIO

<b>PREMESSA</b> .....	<b>1</b>
<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>2</b>
<b>1 QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>3</b>
1.1 QUADRO ISTITUZIONALE, NORMATIVO E AMMINISTRATIVO DI RIFERIMENTO.....	3
1.2 BASE CARTOGRAFICA .....	5
<b>2 CARATTERISTICHE DEL BACINO</b> .....	<b>6</b>
2.1 GEOGRAFIA.....	6
2.2 GEOLOGIA.....	7
2.2.1 <i>Litostratigrafia e tettonica</i> .....	7
2.2.2 <i>Tettonica e assetto strutturale</i> .....	11
2.2.3 <i>Considerazioni relative allo stato della roccia</i> .....	12
2.3 GEOMORFOLOGIA .....	13
2.3.1 <i>Geomorfologia quantitativa</i> .....	14
2.3.2 <i>Reticolo idrografico</i> .....	18
2.3.3 <i>Caratterizzazione delle coperture</i> .....	22
2.3.4 <i>Movimenti franosi</i> .....	23
2.3.5 <i>Erosione superficiale ed elementi morfologici</i> .....	26
2.3.6 <i>Riporti artificiali</i> .....	27
2.3.7 <i>Terrazzi</i> .....	27
2.3.8 <i>Acclività</i> .....	27
2.4 IDROGEOLOGIA .....	28
2.5 USO DEL SUOLO .....	30
2.5.1 <i>Caratteri generali</i> .....	30
2.5.2 <i>Carta di uso del suolo</i> .....	30
2.6 DESCRIZIONE DELLA RETE IDROGRAFICA.....	36
2.6.1 <i>Bacino del Torrente Bisagno di Moneglia</i> .....	37
2.6.2 <i>Bacino del torrente San Lorenzo</i> .....	39
2.7 IDROLOGIA DI PIENA .....	40
<b>3 PROBLEMATICHE E CRITICITA' DEL BACINO</b> .....	<b>47</b>
3.1 PREMESSA.....	47
3.2 PROBLEMATICHE DI TIPO GEOMORFOLOGICO.....	49
3.2.1 <i>Suscettività al dissesto dei versanti</i> .....	49
3.2.2 <i>Sintesi dei relativi rapporti tra i fattori considerati</i> .....	54
3.2.3 <i>Commento alla carta della suscettività al dissesto dei versanti</i> .....	54
3.3 PROBLEMATICHE DI TIPO IDRAULICO .....	55
3.3.1 <i>Aree storicamente inondate</i> .....	55
3.3.2 <i>Verifiche idrauliche</i> .....	55
3.3.3 <i>Aree inondabili</i> .....	60
3.3.4 <i>Determinazione delle fasce fluviali</i> .....	60
3.4 PRINCIPALI CRITICITÀ DEL BACINO .....	61
<b>4 RISCHIO IDROGEOLOGICO</b> .....	<b>63</b>
4.1 PREMESSA.....	63
4.2 DETERMINAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO .....	64
4.3 CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO.....	66
<b>5 AREE SOTTOPOSTE A VINCOLO IDROGEOLOGICO</b> .....	<b>68</b>

## PREMESSA

Con Delibera della Giunta Provinciale n. 283/36439 del 31/5/2000, la Provincia di Genova ha affidato al Raggruppamento Temporaneo di Imprese ENEL.HYDRO-CGM Imprese la "redazione del Piano stralcio di Bacino per il rischio idrogeologico, ai sensi del D.L. 180/98 dei bacini afferenti a tutti i corsi d'acqua e delle aree scolanti all'interno degli Ambiti 16 e 17, esclusi i bacini già coperti da pianificazione ai sensi della legge 183/89" (Disciplinare di incarico del 6/7/2000).

L'area di studio oggetto dell'incarico comprende diversi bacini ed aree scolanti, alcuni dei quali già indagati con studi preliminari. La suddivisione in zone dell'area di studio è la seguente:

### Territori non indagati precedentemente

Ambito 16 - Rupinaro e aree scolanti tra Rupinaro e ambito 15

Ambito 16 - Aree scolanti tra Entella e Ambito 17

Ambito 17 - Aree scolanti Ambito 17

Ambito 17 - Bisagno di Moneglia e Rio S. Lorenzo

### Territori già indagati con studi preliminari precedenti:

Ambito 16 - Entella - Sturla (escluso T. Lavagna e T. Graveglia)

Ambito 16 - Graveglia

Per ognuna delle sei aree sopra elencate si è proceduto alla redazione del Piano stralcio di bacino per il rischio idrogeologico.

Il presente documento si riferisce alla zona denominata "Ambito 17 - Bisagno di Moneglia e Rio S. Lorenzo".

Si evidenzia che, nella strutturazione del presente documento, si è fatto specifico riferimento al *Piano di bacino stralcio sul rischio idrogeologico del T. Sturla*, redatto a cura del Settore Assetto del Territorio e Controllo Tecnico della Regione Liguria. Di tale "Piano Pilota", per esigenze di uniformità, sono state riprese integralmente alcune parti descrittive di inquadramento generale e di impostazione metodologica.

Il presente piano di bacino stralcio è stato redatto da un gruppo interdisciplinare di lavoro con il coordinamento dei funzionari dell'Area 06 "Difesa del suolo, Opere ambientali e Piani di Bacino" della Provincia di Genova. In particolare il gruppo di lavoro è formato dai seguenti professionisti: Ing. Paola De Lotto, responsabile tecnico e coordinatore delle attività, Ing. Pier Giuseppe Fenaroli responsabile degli studi idrologici-idraulici, coadiuvato nelle attività di sopralluogo dal Dott. Geologo Paolo Vendrame, Dott. Geologo Fabio Berra, responsabile degli studi relativi alla suscettività e rischio geologico, con la collaborazione del Dott. Geologo Roberto Pescia e della Dott. Francesca Battini, Arch. E. Marino e Arch. S. Grandolfi per l'analisi della pianificazione esistente, Ing. Alberto Frassoni, Ing. Giulio Chiarlo, per la pianificazione degli interventi, Dott. Agronomo Stefano Piroli responsabile delle analisi di uso del suolo e di interventi di ingegneria naturalistica, i tecnici informatici Enrico Bonacina, Gianluigi Ubiali, che hanno curato la cartografia numerica. Ha inoltre collaborato il tecnico informatico Marco Belotti per le elaborazioni GIS.

## **INTRODUZIONE**

Il presente piano è stato redatto quale piano di bacino stralcio sul rischio idrogeologico in adempimento all'art. 1, comma 1, del D.L. 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 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, comma 1 e 2 del D.L. 11 giugno 1998 n. 180" pubblicato sulla G.U. del 5 gennaio 1999.

Il percorso di formazione e adozione del piano è quello attualmente previsto per i piani di bacino dalla normativa vigente, con particolare riferimento alla Legge Regionale 21 giugno 1999 n°18.

## 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, adottino, ove non si sia già provveduto, piani stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico redatti ai sensi del comma 6-ter dell'art.17 della L.183/89 e successive modificazioni che contengano in particolare l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico e le relative misure di salvaguardia.

I criteri relativi agli adempimenti di cui al comma 1 dell'art. 1 del suddetto D.L. 180/98, sono stati forniti, come previsto dal comma 2 dell'art.2 del D.L. 180/98, nell' "*Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2*", pubblicato sulla G.U. del 5.1.99. Esso, in particolare, pur ribadendo la necessità che le Autorità di Bacino compiano ogni sforzo per accelerare i tempi per l'adozione dei piani stralcio, stabilisce come termine ultimo per l'adozione dei piani stralcio per il rischio idrogeologico il 30 giugno 2001 (anticipato al 30 Aprile 2001 dall'art. 1-bis della Legge 365/2000), e quello per l'approvazione il 30 giugno 2002. Specifica inoltre che le attività relative all'individuazione e alla perimetrazione delle aree a rischio di inondazione e a rischio di frana dovranno essere articolate nelle seguenti 3 fasi: 1) individuazione aree soggette a rischio idrogeologico; 2) perimetrazione, valutazione dei livelli di rischio e definizione misure di salvaguardia; 3) programmazione della mitigazione del rischio.

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

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.

Trattandosi di uno stralcio funzionale non esaurisce chiaramente tutte le tematiche previste dal piano di bacino completo. Peraltro è uno stralcio più limitato rispetto allo stralcio per la difesa idrogeologica così come impostato dall'Autorità di bacino di rilievo regionale

della Liguria a seguito della L.R. 9/93 e precedentemente al D.L. 180/98. Questo tipo di piano, che viene elaborato prioritariamente come adempimento al D.L. 180/98, è uno stralcio funzionale, che rappresenta una parte del piano stralcio per la difesa idrogeologica del quale risulterà quindi parte integrante, così come del piano di bacino completo.

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

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

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

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

- Criteri per la redazione dei piani di bacino - Raccomandazione n.1 "*Metodologie per la mappatura delle aree soggette a rischio di inondazione*" (Comitato Istituzionale seduta 17/7/1995);
- Raccomandazioni n. 3 e 3 bis "*Documento propedeutico all'informatizzazione dei dati e delle cartografie di base per la redazione dei piani di bacino*" (in riferimento ai moduli M ed L dei "Criteri per l'elaborazione dei piani di bacino") - CTR seduta 14/12/1995);
- "*Standard cartografici per l'elaborazione dei piani di bacino al fine dell'informatizzazione dei dati*" 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" seduta CTR 8/11/1996;
- Criteri per la redazione dei piani di bacino - Modulo C Problematiche e criticità di bacino - Raccomandazione "*Valutazione della pericolosità e del rischio idraulico e idrogeologico- Carte derivate*", seduta CTR 29/11/1996;
- Raccomandazione "*Definizione delle fasce di inondabilità e di riassetto fluviale*" , Comitato Istituzionale 30/4/1999;
- "*Rischio idraulico residuale nell'ambito della pianificazione di bacino regionale*" nota CTR 24/3/99;
- Appendice alla raccomandazione n. 3bis del CTR "*Sigle delle principali unità tettoniche e locuzioni formazionali della Liguria*", Marzo 1999;
- linea guida "*Indicazioni metodologiche per la costruzione della carta di suscettività al dissesto dei versanti*", O.d.G. n. 4;
- *Programma di lavoro per adempimento al Art. 1 comma 1 del D.L. 180/98 convertito in L. 267/98 e secessive modifiche - Appendice 1: Contenuti, elaborati essenziali e specifiche del Piano 180 sul rischio idrogeologico*, Regione Liguria - Dipartimento Ambiente e Territorio, Luglio 1999.
- Raccomandazione "*Standard di primo livello di informatizzazione dei piani di bacino stralcio D.L.180*", Regione Liguria, 25/2/2000;

- Raccomandazione *"Schema di struttura e dei contenuti essenziali di un piano di bacino stralcio sul rischio idrogeologico - Indice tipo*, Regione Liguria Dipartimento Ambiente e Territorio, 10/5/2000;
- Raccomandazione *"Redazione della carta del rischio idrogeologico nei piani stralcio di bacino"*, seduta CTR 10/4/2000, aggiornata il 5/6/2000;
- Raccomandazione *"Indicazioni metodologiche per la redazione del piano di interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nei piani stralcio di bacino"* seduta CTR del 14/6/2000.

Si ricorda inoltre che, nella strutturazione del presente documento, si è fatto specifico riferimento al *Piano di bacino stralcio sul rischio idrogeologico del T. Sturla*, redatto a cura del Settore Assetto del Territorio e Controllo Tecnico della Regione Liguria.

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

## **1.2 Base cartografica**

La base cartografica utilizzata è la carta tecnica regionale in scala 1:5.000 in formato raster, che riporta il bacino nei fogli n° 232102, 232113, 232141, 232153 e 232154.

## 2 CARATTERISTICHE DEL BACINO

### 2.1 Geografia

Le aree oggetto del seguente piano ricadono nell'ambito di bacino regionale n. 17 e comprendono i bacini del rio S. Lorenzo e del rio Bisagno di Moneglia più due aree scolanti a mare localizzate nelle porzioni più orientali e occidentali della fascia costiera. L'area di studio è delimitata a Nord dal bacino del torrente Petronio, ad Ovest da aree scolanti a mare dell'ambito 17, ad Est dal confine con la Provincia di La Spezia e a Sud dalla linea di costa.

La superficie totale, di circa 12,7 Km<sup>2</sup>, è formata dal bacino del Torrente S.Lorenzo (4,25 Km<sup>2</sup>; 33% della superficie totale), dal bacino del torrente Bisagno di Moneglia (6.8 Km<sup>2</sup>; 54%) e da due piccole aree scolanti direttamente a mare che coprono la restante superficie dell'area di studio (1.65 Km<sup>2</sup>; 13%).

A Nord, lo spartiacque segue i crinali di Monte Moneglia (521,4 m), Rocche delle Cantene (456,5 m) e di costa Buttiglione; ad Ovest scende fino al mare lungo i crinali di Monte Comunaglia e della sua omonima cresta; ad Est passa per le vette di M. Salto del Cavallo (608 m), Monte Pian del Lupo (641 m), Monte Mezzema (506 m), Monte Incisa (615 m), Monte Crocetta (446,91 m) per poi seguire la cresta Castagnola sino al mare; a Sud infine è delimitato dalla linea di costa.

Come si desume da quanto sopra esposto, si tratta di un'area di ridotte dimensioni, caratterizzata da classi di acclività elevate lungo le testate dei torrenti e influenzata dall'assetto tettonico tipico dell'Appennino Ligure, con le aste dei torrenti e dei loro affluenti orientati E-W e N-S, come, per esempio, per la valle del rio Litorno, affluente di sinistra del Torrente Bisagno, che si è impostato lungo lineazioni E-W, o come Rio Caldo, affluente di destra sempre del T. Bisagno, che si è impostato lungo lineazioni N-S.

Il torrente San Lorenzo nasce dalle pendici di Costa Buttiglione, e ha una lunghezza d'asta di 1,9 Km, mentre il rio Bisagno di Moneglia misura una lunghezza di 3,1 Km. Entrambi presentano un andamento rettilineo, a testimonianza di un'energia cinetica importante che si trasforma in un'azione erosiva del fiume nella parte alta del versante. I principali affluenti del torrente San Lorenzo sono il Rio Sorba, affluente di destra, che possiede una lunghezza d'asta di 2,1 Km, e il Rio Campo, affluente di sinistra, che misura una lunghezza di 1,6 Km; i principali affluenti del Rio Bisagno di Moneglia, invece, sono il Rio Caldo, con lunghezza d'asta di 1,4 Km, il Rio della valle Pistolino, 1 Km, il Rio Breume, 1,1 Km, il Rio Campo, 1,8 Km e il Rio Litorno, che si sviluppa per 1,8 Km.

Il centro di Moneglia sorge sui depositi alluvionali dei suoi principali torrenti, S.Lorenzo e Bisagno; essendo tale area l'unica zona pianeggiante, circondata da montagne e valli molto strette, è facile intuire come sia stata completamente antropizzata. L'entroterra di Moneglia è invece contraddistinto da agglomerati storici (Litorno, Comeglio, Tessi, Crova, Casale) che, in questi ultimi anni, sono stati oggetto di un nuovo sviluppo urbanistico, con la costruzione di abitazioni residenziali estive. Questa zona è caratterizzata da un substrato argillitico e presenta quindi pendenze non elevate con una copertura detritica di spessore in genere compreso da uno a tre metri; è stata sfruttata dall'uomo per coltivazioni olivicole con rimodellamento dei versanti in fasce terrazzate. Tutta la zona rimane infine delimitata dai monti circostanti, che presentano versanti con pendenze elevate declinanti fino a mare, e sono contraddistinti da una maggiore suscettività al dissesto, con fenomeni d'erosione e processi di denudazione.

## 2.2 Geologia

Le Alpi Liguri sono un edificio a falde di ricoprimento con struttura a doppia vergenza, all'interno del quale si riconoscono domini paleogeografici contraddistinti da differente grado metamorfico ma con una storia geodinamica coerente con quella dei domini contigui.

L'area in esame è caratterizzata geologicamente dall'appartenenza al dominio Ligure, corrispondente ad un'area oceanica evolutasi in facies di flysch ed infine sovrappostasi, nel corso dell'orogenesi, a settori di crosta continentale. In particolare si rinvencono gli affioramenti dell'Unità Gottero e dell'Unità Bracco-Val Graveglia. Per la prima unità, si tratta di una successione scollata, in genere in corrispondenza delle Argille a palombini, costituita dal succedersi di queste ultime, della Formazione della Val Lavagna (a partire dal Santoniano), delle Arenarie di Monte Gottero (Campaniano sup.-Maastrichtiano) e infine delle Argilliti di Giaiette (Paleocene), mentre per l'Unità Bracco Val Graveglia si tratta di una successione ofiolitica che partendo dalle rocce più antiche, le serpentiniti, derivate per idratazione, durante processi metamorfici a temperatura piuttosto bassa (inferiore a 500°), dalle peridotiti (harzburgiti e lherzoliti), passa ai gabbri (intrusione di magmi basici a composizione basaltica raffreddatisi lentamente in condizioni profonde e di temperatura elevata), ai basalti (fusi penetrati durante le fasi di risalita), alle breccie ofiolitiche, per poi finire con la copertura di sedimenti silicei a livelli radiolaritici (diaspri del Malm), e di fanghi calcarei più o meno silicei, in banchi regolari (Calcari a Calpionella del Malm - circa 140 milioni di anni).

Il territorio è formato per più del 90% dall'Unità del Gottero. Le arenarie affiorano ad Est e ad Ovest del bacino e caratterizzano i versanti a pendenza più elevata; le argilliti della Formazione della Val Lavagna e le argille del Lago di Giacopiane sono situate, invece, nella parte centrale del bacino. Su di esse si sono impostate i principali centri urbani. L'Unità Bracco-Val Graveglia è presente con locali affioramenti di piccole estensioni di Serpentiniti (alla testata del Rio Bugia e alla confluenza del Rio Caldo con il Rio Maggiolo) e di Gabbri (a Sud dell'abitato di Tessi).

### 2.2.1 Litostratigrafia e tettonica

Le formazioni geologiche affioranti nel bacino appartengono all'Unità tettonica del Monte Gottero e all'Unità Bracco - Val Graveglia, facente parte del Dominio paleogeografico Ligure; ovvero di quel bacino oceanico sviluppatosi, a partire dal Giurassico superiore, tra le placche europea e africana.

Per meglio comprendere la litostratigrafia degli affioramenti e l'assetto strutturale che contraddistingue tutto il versante appenninico, si riporta una breve sintesi dell'evoluzione delle Alpi Occidentali durante l'ultima orogenesi.

Si possono distinguere e schematizzare i seguenti periodi:

- 1) Trias-Dogger, caratterizzato da fasi di rifting continentale accompagnate da un'accelerazione della distensione e da uno smembramento (pre-oceanico) della crosta lungo faglie listriche
- 2) Malm, apertura del bacino Ligure oceanico e distinzione di due nuove placche; quella Europea e quella Adriatica
- 3) Cretaceo-Paleocene. Caratterizzato da un'inversione del moto relativo delle placche con conseguente inizio della fase di collisione. Tale periodo, denominato "evento eoalpino" corrisponde alla lunga evoluzione pre-collisionale del margine convergente, caratterizzata dalla formazione di una prima catena a falde (orogenesi cretacea), costituita da sedimenti scollati e scaglie ofiolitiche. In questa fase si verifica, nelle unità ofiolitiche e nelle falde penniniche e austroalpine, un metamorfismo di AP-BT (alta pressione-bassa temperatura)

- 4) Eocene-Oligocene inf. E' contraddistinto da una fase di riequilibratura pressochè adiabatica (Fase Mesoaplina) con P decrescenti e s'instaurano gradienti di AT(alta temperatura).
- 5) Miocene-attuale. Fase nealpina, si sviluppa la struttura a doppia vergenza. Le deformazioni piu' importanti avvengono tra il miocene e il pliocene.

L'unità del Gottero è presente nel territorio con le seguenti formazioni:

- 1) Argille a Palombini del Lago di Giacopiane (Cretacico inf. - Santoniano), originario livello di base dell'unità lungo cui è avvenuto lo scollamento;
- 2) Formazione della Val Lavagna (Campaniano - Maastrichtiano), che include, oltre alla caratteristica alternanza di argilliti scistose grigio-nerastre, tipica di questa formazione, la falda delle Ardesie del Monte Verzi, potenti successioni caratterizzate dalla predominanza di elementi più arenacei e, talvolta, olistotromi (classico è quello del Passo della Forcella);
- 3) Arenarie del M.te Gottero, rappresentate da arenarie torbiditiche, quarzoso-feldspatiche (Cretaceo superiore-Paleocene);

Le *argille a palombini del lago di Giacopiane* (ag GIC), sono argilloscisti scuri con intercalazioni di calcari per lo più silicei e straterelli di arenarie siltose. Verso l'alto dominano i litotipi argillitici ed aumenta progressivamente la frazione quarzaarenitica. (Neocomiano-Cenomaniano).

Dal punto di vista geodinamico, questa facies rappresenta la transizione fra le fasi di espansione oceanica, cui si lega l'ofiolitismo, e l'inizio della "chiusura" del bacino oceanico, testimoniata da apporti di tipo terrigeno (quarzaareniti) e dalle brecce (olistotromi l.s.)

Gli *scisti della Val Lavagna* sono definibili genericamente come argilloscisti siltosi, talvolta ardesiaci, con sottili strati di arenarie e marne (Cretaceo superiore-Paleocene).

In realtà l'estensione areale della formazione (che si sviluppa lungo la val Lavagna, la valle Sturla, la val Graveglia e la val Petronio, interessando anche vaste porzioni del versante litoraneo ad est di Chiavari), evidenzia contestualmente una forte eterogeneità litologica, soprattutto nelle percentuali con cui si alternano e si intercalano le componenti fondamentali.

La formazione degli Scisti di val Lavagna è sostanzialmente costituita da:

- 1) argilloscisti manganesiferi - ag LVG
- 2) ardesie (di M. Verzi) - ma LVG

*Argilloscisti manganesiferi con lenti di scisti rossi e strati di arenaria quarzosa.*

Si tratta essenzialmente di scisti argillosi lamellari sottili, talora brillanti, di colore grigio verde prevalente, con tonalità giallognola per alterazione, generalmente manganesiferi, spesso intensamente qua e là arrossati sulle superfici di scistosità ed in corrispondenza delle fratture.

Essi costituiscono potenti pacchi e strati più o meno continui, formati da fittissime successioni di straterelli, talora pellicolari, a volte minutamente pieghettati, con divisibilità in placche grossolane, in scaglie ed anche in forme prismatiche; altrove si tratta di strati argillosi massicci, di colore verde - giallo, nei quali non compare segno alcuno di scistosità.

Il manganese dà luogo generalmente a patine continue sulle superfici di scistosità ed in corrispondenza delle fratture; in questa facies argillosa esso impregna anche la pasta dando ad essa tonalità da bruna a nero-metallica.

Quanto al colore rosso, vi è da osservare che spesso si tratta semplicemente di patine di vivace arrossamento sulle superfici di scistosità, altre volte invece si è in presenza di una

impregnazione ematitica rossa della pasta argillosa, per cui ne risultano vere e proprie intercalazioni lentiformi di argilloscisti rossi.

Un'altra caratteristica fondamentale di questo orizzonte è rappresentata dalle intercalazioni di arenaria a grana finissima, prevalentemente quarzosa, massiccia e molto compatta, scheggiata al taglio, spesso mangesifera, in strati di potenza variabile ma generalmente non superiore ai 20 - 25 centimetri.

*Ardesie, scisti marnoso-ardesiacei e scisti argilloso-marnosi.*

Si tratta di una formazione caratterizzata, talora in maniera preponderante, dalla presenza della componente marnosa, e costituita da alternanze di strati formati dai seguenti litotipi.

- Ardesie, scisti marnoso-ardesiacei e scisti argilloso-marnosi, di colore grigio-nero al taglio e biancastro sulle superfici esposte, a grana molto fine o spesso privi di grana, taglienti alla rottura, dotati di fittissima scistosità per cui sono divisibili in lastre sottilissime. Essi formano strati di potenza assai variabile, da pochi centimetri a diversi metri, fino ad una decina di metri, nei quali i piani di scistosità sono generalmente obliqui rispetto ai piani di stratificazione, con valori angolari più frequenti intorno a 20°-30°, qualche volta superiori soprattutto in corrispondenza di zone particolarmente tettonizzate. L'ardesia può essere suddivisa in sottilissime lastre a superfici piano-parallele quando sia incisa secondo i piani di scistosità, si scompone invece in frammenti e scaglie a spigoli vivi e a bordi taglienti in direzione normale ai piani di scistosità; nelle facies massicce presenta anche una frattura grossolanamente concoide.
- Arenarie, costituite in grande prevalenza da quarzo e mica, con cemento argilloso e argilloso - siliceo, a volte debolmente marnoso; la grana è fine, talora finissima, soprattutto nei banchetti più sottili. Esse formano strati di potenza più frequente intorno ad alcuni decimetri, a volte superiore al metro. Il colore al taglio fresco è grigio biancastro, sulle superfici esposte assume invece tonalità grigio-brune fino a raggiungere una colorazione giallo-terrosa. Spesso l'arenaria contiene galets mous di argilla grigia e grigio-nera, di forma varia, a sezione circolare, ovale, a mezza luna. I vari strati di arenaria costituiscono regolarmente il letto ed il tetto delle bancate ardesiache, che nella terminologia locale delle cave sono chiamati rispettivamente "soglia" ed "agro".
- Scisti argillosi ed argilloso-arenacei, di colori grigio-nero e grigio-verde, a facies lamellare e grossolanamente lastroide i primi ed a facies prevalentemente prismatica i secondi (coltellini). La grana di questi ultimi è sempre finissima, spesso si risolve in una dispersione di minute lamelle di mica bianca brillante in una pasta argillosa grigio-verde. Formano strati di potenza molto variabile, da pochi centimetri, con il limite inferiore dato da veli millimetrici, a valori che superano il metro. La colorazione sulle superfici esposte non è molto diversa da quella al taglio fresco; generalmente il grigio ed i grigio-verde diventano grigio-bruno all'alterazione, talvolta rugginoso per la presenza di limonite. Si osserva come in taluni affioramenti lo scisto argilloso grigio, a grana finissima, simula perfettamente lo scisto ardesiaco, così che solo con un attento esame al taglio fresco, e spesso con l'aiuto dell'attacco con acidi, è possibile distinguerlo da quest'ultimo.
- Calcareniti massicce, di colore grigio-biancastro, interessate spesso da vene di calcite; formano strati di potenza variabile, talora superiore al metro, e si accompagnano talvolta con l'arenaria a costituire intercalazioni nell'ambito della formazione.

Le arenarie del M.te Gottero, rappresentano arenarie torbiditiche, quarzoso-feldspatiche (Cretaceo superiore-Paleocene);

Con questo termine si intende indicare la formazione di quelle arenarie ben note e diffuse nella Liguria orientale, ove costituiscono in particolare i monti Gottero, Zatta e Ramaceto.

La formazione è costituita da regolari alternanze tra i litotipi di seguito descritti.

- Arenarie a composizione predominante quarzoso-feldspatica-micacea a mica bianca; la grana è generalmente fine con granuli piuttosto elaborati; il cemento più frequente è argilloso e argilloso-siliceo.

Il colore al taglio fresco è grigio e grigio-biancastro, talvolta con aspetto vitreo, soprattutto ove l'arenaria è particolarmente ricca in quarzo; sulle superfici di alterazione è grigio bruno e talvolta rugginoso.

L'arenaria forma strati di potenza assai variabile, da bancate di diversi metri di potenza a straterelli di appena qualche decimetro; talora, soprattutto negli strati più potenti, si presenta chiaramente gradata.

Generalmente la bancata arenacea è ben differenziata a letto ed a tetto dagli strati di argilloscisto con i quali si alterna; si è osservato viceversa che a volte l'arenaria dà luogo, non tanto a veri e propri strati, quanto ad intercalazioni lentiformi negli argilloscisti, i quali ne costituiscono la continuazione lateralmente.-

Negli strati di arenaria massiccia è frequente la presenza di ciottoli molli di argilla grigio-nera, talora finemente micacea, che risaltano particolarmente sulla massa arenacea di colore grigio-biancastro.

- Argilloscisti Le facies argilloscistose che si alternano agli strati di arenaria nell'ambito della formazione sono essenzialmente di tre tipi diversi, e cioè argilloscisti grigio-verdi, finemente arenacei, manganesiferi, divisibili in scaglie piano-parallele; argilloscisti grigio-scuri fino a neri, talvolta micacei, divisibili in scaglie; scisti argilloso-arenacei e micacei, divisibili per fratturazione in forme prismatiche allungate, a sezione trasversale rettangolare o a losanga.

Il primo tipo ed il secondo si distinguono dagli scisti argillosi degli orizzonti che accompagnano i calcari palombini ed i calcari pseudopalombini (che sono invece lamellari e sottili) così che spesso è possibile individuare la formazione delle arenarie anche se localmente non compare, o è poco frequente il litotipo arenaria.

Il terzo tipo, cioè quello a facies prismatica, è il più tipico e caratteristico delle intercalazioni argilloscistose nell'ambito della formazione delle arenarie, e talvolta si presenta anche a costituire le intercalazioni argilloso-arenacee nella formazione delle ardesie.

- *Scisti argilloso-marnosi e ardesiaci* Sono argilloscisti leggermente marnosi o a facies marnosa di tipo decisamente ardesiaco, che si presentano raramente negli affioramenti delle arenarie, per cui costituiscono un litotipo avente ruolo decisamente subordinato rispetto ai due precedenti.

Si tratta generalmente di scisti argillosi aventi una debole componente marnosa, che può essere riconosciuta soltanto mediante saggi con gli acidi, oppure di scisti marnosi aventi le stesse caratteristiche delle ardesie.

Formano strati di potenza variabile da pochi decimetri ad alcuni metri, e sono riconoscibili per il colore di alterazione biancastro che risalta nettamente su quello grigio e rugginoso delle arenarie e degli argilloscisti ai quali sono associati.

L'Unità Bracco Val Graveglia è invece presente con le seguenti formazioni:

- 1) Serpentiniti
- 2) Gabbri

Le rocce peridotitiche (sr BVG) sono costituite in percentuali variabili da olivina, ortopirosseno, clinopirosseno, plagioclasio e spinello: la composizione chimica è analoga a quella attribuita al mantello da cui probabilmente esse hanno origine. In parte, alcune rocce peridotitiche possono derivare anche da un fuso di composizione originaria basaltica, per separazione gravitativa delle fasi prima solidificate (in particolare olivina).

La maggior parte delle rocce peridotitiche risulta più o meno completamente serpentizzata (*serpentiniti*) per la reazione



che avviene in presenza di vapor d'acqua a temperature attorno a 500°C.-

Le rocce gabbriche (gb BVG) risultano costituite da plagioclasio (An>50) con percentuali variabili di clinopirosseno, olivina e spinello. Esse sono dovute a differenziazione magmatica da un iniziale fuso a composizione basaltica cristallizzato in condizioni intrusive. Altri prodotti di differenziazione sono anche le ferrodioriti con plagioclasio meno basico (An < 50), clinopirosseno ed arricchite in magnetite.

Le rocce gabbriche si presentano all'affioramento sia sotto forma di masse isotrope, prive di qualsiasi struttura evidente, sia come gabbri stratoidi, con aspetto stratiforme prodotto da un banding granulometrico e composizionale che origina una ritmica alternanza di livelli centimetrici di diverso colore.

E' importante ricordare che tutte queste rocce, sia durante la loro risalita entro la crosta oceanica che durante gli eventi successivi collegati all'orogenesi alpina, responsabili dell'attuale posizione tettonica, hanno subito varie fasi di trasformazione metamorfica a temperatura relativamente bassa; così l'olivina è in generale completamente sostituita da serpentino e magnetite.

Analoga trasformazione ha subito l'ortopirosseno, mentre il plagioclasio, inizialmente con alto contenuto in anortite, è trasformato in albite e minerali di calcio come prehnite e pumpellyite.

Nelle serpentiniti si trovano talvolta intercalazioni di una roccia a composizione chimica molto particolare che ha preso il nome di rodingite: essa può contenere molte varietà di silicati essenzialmente ricchi di calcio.

Queste intercalazioni a chimismo particolare, di spessore generalmente inferiore al metro ed estese per qualche decina di metri, derivano da originarie intercalazioni di gabbro o basalto entro la roccia ultrafemica. Rappresentano il risultato di un processo metamorfico a bassa temperatura, associato con una migrazione del calcio contenuto, sia pur in piccole percentuali, nella peridotite: durante il processo di serpentizzazione infatti il calcio può trovare posto in strutture diverse da quella del serpentino, disponibili solo nelle intercalazioni gabbriche o basaltiche. I minerali del gabbro pertanto si trasformano in silicati di calcio come grossularia, epidoti, vesuvianite, prehnite, pumpellyite ed altri.

## 2.2.2 Tettonica e assetto strutturale

Le Alpi Liguri sono un edificio a falde sovrapposte, formatesi durante l'ultima orogenesi alpina. Ogni fase dell'evoluzione orogenetica si è manifestata attraverso varie strutture geometriche significative. A seconda del comportamento meccanico della roccia si sono avuti fenomeni compressivi di tipo plastico accompagnati a fenomeni distensivi di tipo rigido. Molti sono gli studiosi che hanno cercato di riconoscere le principali fasi plicative, tra questi, Marini che nei suoi studi distingue tre fasi deformative principali:

- 1) una prima fase molto pervasiva, con pieghe fortemente isoclinali, cui segue una fase ancora pervasiva con pieghe sempre isoclinali ma più aperte, con assi N60-N90 e vergenza Sud;

- 2) una seconda fase, la più appariscente, con pieghe concentriche, scistosità di crenulazione, megacrenulazioni che hanno effetti di faglie dirette. Direzione dell'asse meridiana;
- 3) una terza fase, collegata all'evoluzione geodinamica del Mar Ligure. Si manifesta con Kink, scistosità subverticale e con décrochement NW-SE e NE-SW.

L'orogenesi alpina ha evidenziato il diverso comportamento delle varie formazioni rispetto alle deformazioni.

Mentre le argille hanno dato luogo a strutture a pieghe isoclinali a volte disarmoniche dovute all'intecalazioni di strati a resistenza meccanica maggiore, le arenarie evidenziano un comportamento più fragile originando pieghe con fratture in cerniera.

Per quanto riguarda la tettonica di tipo fragile, è da evidenziare come questa influenzi l'assetto orografico e l'impostazione del reticolo. Le principali lineazioni visibili in campagna di rilevamento ma specialmente dall'osservazione delle foto aeree, hanno orientamento N-S, NNW-SSE, NW-SE, E-W. Le prime sono da ricondurre al periodo Miocene medio-superiore, le ultime invece sono il risultato di fenomeni tettonici recenti, realizzatesi nel quaternario e che hanno condizionato l'evoluzione morfologica dell'Appennino.

Ad esempio si può osservare come il Torrente S.Lorenzo nel tratto terminale impostato lungo la lineazione N-S sia stato rigettato da lineazioni dirette NW-SE.

### 2.2.3 Considerazioni relative allo stato della roccia

Gli affioramenti presenti nell'area di studio, se si eccettua la zona costiera, non sono molti, in quanto il territorio presenta una copertura vegetale pressoché totale in funzione di una coltre eluvio-colluviale presente in spessore tra 1 e 3 metri di origine argillosa.

Secondo le ultime raccomandazioni della Regione la roccia affiorante e subaffiorante con coperture detritiche discontinue fino a 1 metro di spessore è suddivisa in quattro classi a seconda del suo assetto strutturale.

- **R<sub>F</sub>** con questo simbolo sono indicate quelle litologie che si presentano all'osservazione in affioramento in scadente stato di conservazione, particolarmente alterate e/o fratturate rispetto al pendio.
- **R<sub>S</sub>** con questo simbolo sono indicate tutte quelle litologie che all'affioramento si presentano in buone condizioni di conservazione, ma con disposizione sfavorevole rispetto al pendio delle strutture osservabili all'interno dell'ammasso roccioso.
- **R** con questo simbolo sono indicate tutte quelle aree in cui la roccia affiorante si presenta in buone condizioni di conservazione e/o con disposizione favorevole delle strutture rispetto la pendio.
- **R<sub>o</sub>** con questo simbolo si evidenziano quegli stati in cui le condizioni strutturali e tessiturali non sono visibili.

In classe **R<sub>F</sub>** sono state considerate le seguenti formazioni:

- Arenarie del Monte Gottero;
- Scisti della formazione Val Lavagna;
- le argille a Palombini del Lago di Giacopiane (dove prevale la componente argillitica e gli strati calcarei sono smembrati in blocchi isolati);

Bancate arenacee in scadenti condizioni di conservazione, con fessurazioni e fratturazioni evidenti, si possono osservare lungo la linea di costa. L'azione di erosione del mare, associata alla gravità, fa sì che molte aree risultino instabili, e quindi con una suscettività al dissesto elevata.

I litotipi argillitici, invece, sono generalmente caratterizzate da una accentuata propensione al dissesto, in quanto più facilmente erodibili e disgregabili dalle acque superficiali sia diffuse che incanalate.

Questo fattore, legato alla bassa acclività, fa sì che tali zone siano contraddistinte da uno strato iniziale di alterazione.

Con il simbolo **R<sub>S</sub>** sono state indicate quelle litologie in cui la stratificazione o i sistemi di frattura presentano una disposizione a franappoggio, o a traverpoggio con componente a franappoggio rispetto al pendio.

In questa classe ricadono pertanto quelle formazioni regolarmente stratificate, con una giacitura sfavorevole delle superfici di strato.

Come nel caso precedente, è stato possibile determinare una maggiore frequenza di queste situazioni per alcune litologie, ed in particolare nella formazione delle:

- *arenarie Monte Gottero*;

Tale formazione, dove si presenta all'affioramento con le caratteristiche di giacitura e/o di conservazione sopra citate, può essere sede di dissesti più o meno estesi, attivati da particolari fattori di innesco (erosione spondale, modificazione delle caratteristiche geotecniche dell'ammasso roccioso per imbibizione, ecc.). Le aree classificate con **R<sub>S</sub>** risultano arealmente meno estese e continue rispetto alla classe **R**.

Dette aree presentano generalmente scarse coperture detritiche poco potenti (1-3 m) e poco estese, salvo casi particolari in cui condizioni locali hanno favorito particolari condizioni di equilibrio del versante dando luogo così ad accumuli più potenti.

Nella classe indicata con il simbolo **R** sono invece raggruppate quelle zone ove affiorano le formazioni che si presentano in giacitura favorevole, a reggipoggio o a traverpoggio, poco alterate e/o fratturate.

All'interno di questa categoria ricade la seguente formazione:

- *arenarie Monte Gottero*;

La zona così classificata è caratterizzata da versanti acclivi; si tratta in genere di un'area complessivamente stabile ed interessata solo localmente da fenomeni di dissesto (generalmente crollo o scivolamento) a causa dell'azione degli agenti meteorici esterni che possono innescare situazioni di equilibrio gravitativo.

In queste aree appaiono generalmente coperture detritiche di spessore modesto, salvo locali accumuli prodotti per l'effetto di particolari situazioni locali.

Infine, nell'ultima classe **R<sub>0</sub>** si raggruppano quelle aree in cui non è stato possibile determinare, tramite rilevamenti di campagna, o da ricerche bibliografiche di sondaggi o stratigrafie, l'assetto strutturale della roccia.

In questa categoria può ricadere la formazione delle:

- *arenarie Monte Gottero*.

## 2.3 Geomorfologia

Nel descrivere la geomorfologia del territorio bisogna tenere presente, prima di ogni possibile considerazione e analisi, come esso sia sostanzialmente mutato a causa dell'intervento dell'uomo. L'azione di sistemazione e rimodellamento dei versanti nonché il progredire dell'urbanizzazione hanno fatto sì che, a scala locale, i principali motivi geomorfologici siano spesso mascherati e difficili da identificare.

Ad un primo esame l'assetto morfologico può essere distinto in tre settori che si differenziano per caratteristiche di omogeneità.

Il primo è l'area di pianura fluviale e marino-costiera ormai completamente urbanizzata e caratterizzata da diversi orizzonti granulometrici.

Il secondo settore è contraddistinto da suoli argillitici, con versanti coperti da un coltre detritica rimodellata dall'uomo in fasce terrazzate per la coltivazione di oliveti. Quest'area

può essere sede di locali movimenti gravitativi di medie e piccole dimensioni che interessano principalmente la copertura detritica.

L'ultimo settore è rappresentato da versanti acclivi con una forte energia di rilievo. Si ritrovano nelle zone ad Est e ad Ovest del bacino in cui affiorano le arenarie del Monte Gottero. Quest'area è sede dei principali movimenti gravitativi importanti, legati essenzialmente all'acclività, alla giacitura degli strati e al contatto litologico con le sottostanti argilliti, nonché, nel tratto di costa, all'azione erosiva del mare.

### **2.3.1 Geomorfologia quantitativa**

Nell'area oggetto di studio sono riconoscibili due bacini idrografici definibili come tali, il bacino del T. Bisagno di Moneglia ed il bacino del Rio S. Lorenzo, e due aree scolanti direttamente a mare. L'analisi di geomorfologia quantitativa è stata svolta per i due bacini. La delimitazione degli stessi è stata riferita allo scorrimento superficiale e quindi definita dall'individuazione sulla carta topografica delle linee spartiacque.

Esistono numerosi parametri morfometrici che possono essere utilizzati per descrivere quantitativamente le caratteristiche morfologiche di un bacino idrografico. Le principali caratteristiche planimetriche sono la misura dell'area proiettata su di un piano orizzontale (S), la lunghezza del perimetro del bacino (P), la lunghezza del bacino intesa come la distanza massima tra la foce e lo spartiacque (L). Per i bacini oggetto di studio tali grandezze sono di seguito riportate:

#### Rio S. Lorenzo:

Superficie:  $S = 4.25 \text{ km}^2$

Perimetro:  $P = 8.99 \text{ km}$

Lunghezza:  $L = 3.10 \text{ km}$

#### Bisagno di Moneglia:

Superficie:  $S = 6.80 \text{ km}^2$

Perimetro:  $P = 10.97 \text{ km}$

Lunghezza:  $L = 4.38 \text{ km}$

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

Per i bacini oggetto di studio tali grandezze sono di seguito riportate:

#### Rio S. Lorenzo:

$$R_c = \frac{4\pi S}{P^2} = 0.66$$

$$R_u = \frac{P}{2\sqrt{\pi S}} = 1.23$$

$$R_a = \frac{2\sqrt{S}}{\sqrt{\pi L}} = 0.75$$

T. Bisagno di Moneglia:

$$R_c = \frac{4\pi S}{P^2} = 0.69$$

$$R_u = \frac{P}{2\sqrt{\pi S}} = 1.21$$

$$R_a = \frac{2\sqrt{S}}{\sqrt{\pi L}} = 0.67$$

L'analisi ipsometrica è stata realizzata con il supporto del GIS a partire dalla carta delle fasce altimetriche (Fig. 2.3.1.1), prodotta a partire da un DTM (Digital Terrain Model) ottenuto digitalizzando i dati altimetrici della CTR (curve di livello ogni 25 m infittite in alcune zone e punti quotati).

Le curve ipsografiche dei due bacini sono riportate nelle Fig 2.3.1.2 e 2.3.1.3.



*Fig. 2.3.1.1 – Carta delle fasce altimetriche dei bacini del T. Bisagno e del Rio S. Lorenzo*

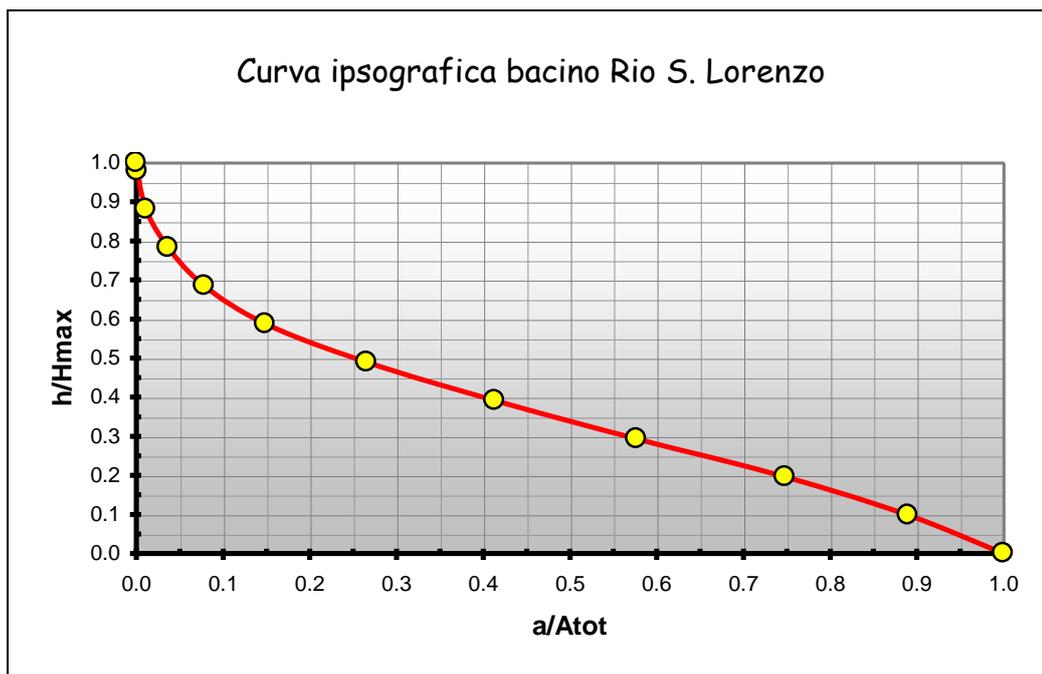


Fig. 2.3.1.2 – Curva ipsografica del bacino del Rio S. Lorenzo

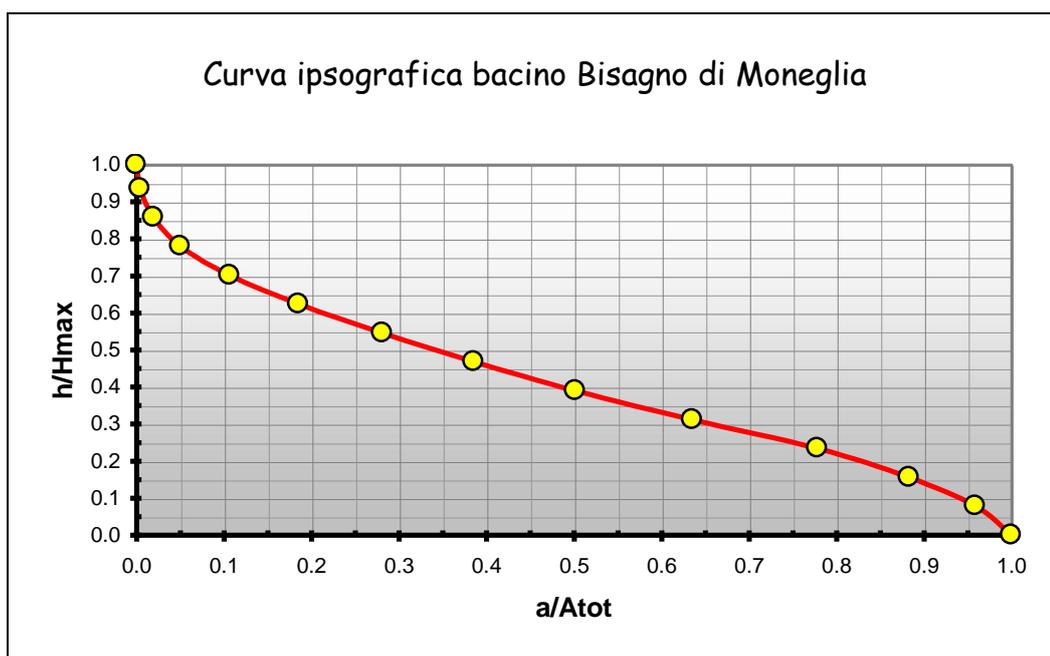


Fig. 2.3.1.3 – Curva ipsografica del bacino del T. Bisagno di Moneglia

Dall'analisi di tali curve si ottengono i seguenti valori dell'integrale I, inferiori al valore standard di equilibrio ( $I = 0.5$ ):

Rio S. Lorenzo:

$$I = 0.36$$

T. Bisagno di Moneglia:

$$I = 0.41$$

La curva ipsografica permette di individuare l'altezza media ( $h_m$ ) e l'altezza mediana ( $h_{med}$ ). L'altezza media corrisponde alla quota da cui è possibile tracciare la linea di compenso parallela all'asse delle ascisse, e la mediana corrisponde alla quota relativa alla metà della superficie del bacino.

I valori ottenuti sono i seguenti:

Rio S. Lorenzo:

$$h_m = 188 \text{ m slm}$$

$$h_{med} = 174 \text{ m slm}$$

T. Bisagno di Moneglia:

$$h_m = 262 \text{ m slm}$$

$$h_{med} = 251 \text{ m slm}$$

### 2.3.2 Reticolo idrografico

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  $(n+1)$ ;

Nel caso in esame la gerarchizzazione è stata condotta sulla base del reticolo idrografico prodotto dal SITAR opportunamente revisionato e corretto sulla CTR raster alla scala 1:10.000 (esso viene riportato nella tavola 7 – Carta del reticolo idrografico).

**Rio S. Lorenzo:**

Il bacino del Rio S. Lorenzo, con asta principale di ordine 5, è composto da due sottobacini principali con superfici molto simili: il sottobacino del Rio Sorba (ordine 4), che drena la porzione più occidentale, ed il bacino che raggruppa il torrente S. Lorenzo ed il T. Campo (ordine 4), che drena la porzione più orientale.

Il tratto di ordine 5 ha origine a valle della confluenza tra S.Lorenzo e rio Sorba ed è lungo soltanto 370 m. I principali parametri geomorfici descrittivi del reticolo idrografico sono riassunti nella seguente tabella.

$U$ N° ordine sottobacino	$N_u$ Numero di aste	$R_b$ Rapporto di biforcazione	$N_d$ n° di aste $N_u$ che si inseguono su aste $N_{u+1}$	$R_{bd}$ rapporto di biforcazione diretta	$R$ Indice di biforcazione
I	71		40		
II	16	4.4	14	2.50	
III	6	2.7	6	2.33	
IV	2	3.0	2	3.00	
V	1	2		2.00	
		<b>2.89</b>		<b>2.67</b>	<b>0.22</b>

Tab. 2.3.2.1 - parametri caratteristici dell'organizzazione del reticolo

L'analisi geomorfica quantitativa evidenzia una distribuzione piuttosto regolare del numero dei bacini in rapporto al loro ordine gerarchico (Fig. 2.3.2.1)

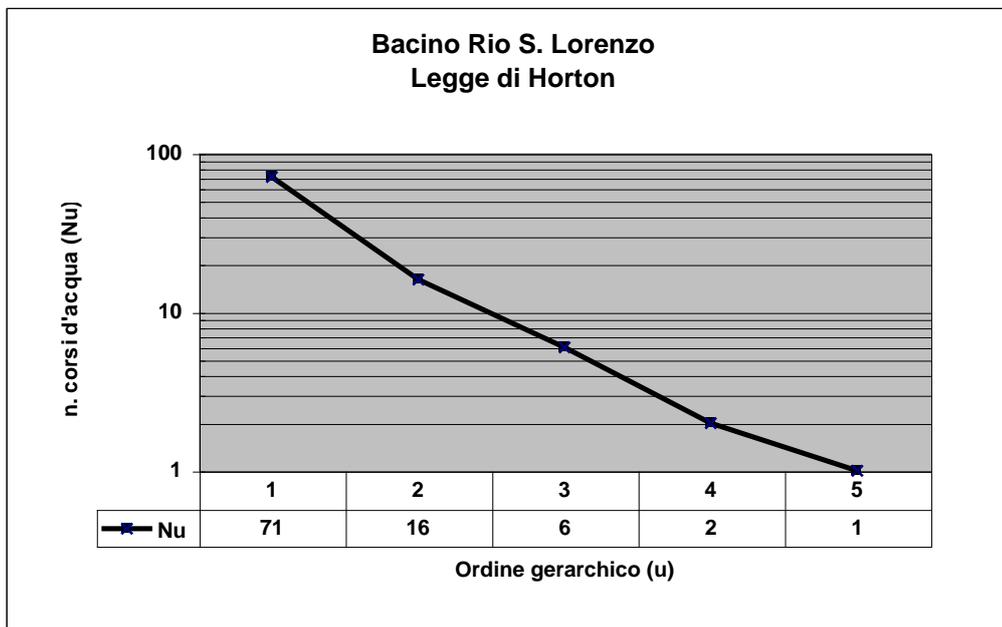


Fig. 2.3.2.1 – N° dei corsi d'acqua in rapporto al loro ordine gerarchico

Un parametro caratteristico è il rapporto di biforcazione ( $R_b$ ) che esprime il rapporto tra il numero di segmenti fluviali di un dato ordine e il numero dei segmenti dell'ordine successivo. Il valore di tale rapporto si può dedurre attraverso la regressione lineare tra  $\ln Nu$  ed  $u$ , secondo quanto illustrato in Fig. 2.3.2.2

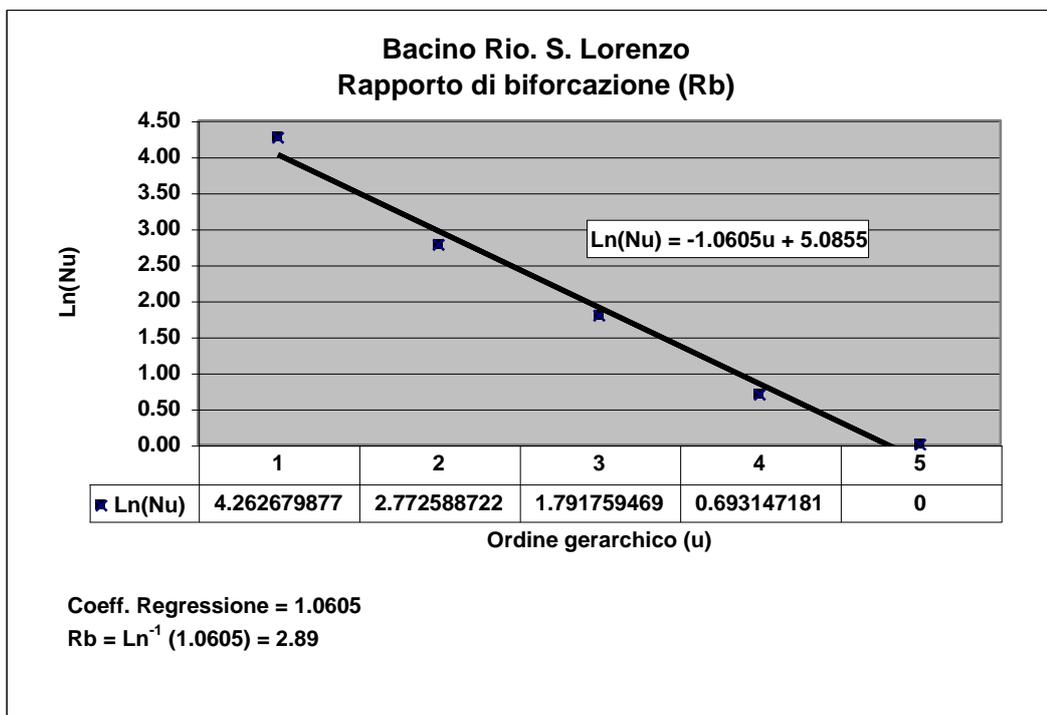


Fig. 2.3.2.2 – Regressione tra  $\ln(Nu)$  ed  $u$  (Strahler)

Il valore così ottenuto per il Rapporto di biforcazione ( $R_b=2.89$ ) risulta piuttosto basso, a significare una forma arrotondata del bacino, caratterizzato quindi da idrogrammi di piena tendenzialmente ripidi.

L'organizzazione gerarchica può essere definita anche con il rapporto di biforcazione diretta ( $R_{bd}$ ) inteso come rapporto tra il numero di segmenti di un dato ordine che affluiscono in segmenti di ordine superiore ed il numero di questi ultimi. Tale valore viene ottenuto attraverso un procedimento analogo a quello applicato per il calcolo di  $R_b$ , e si ottiene:

$$R_{bd} = 2.67$$

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

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

$$\text{Indice di biforcazione } R = R_b - R_{bd} = 0.21.$$

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

$$D = L_t / S = 6.22/\text{km}$$

dove:

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

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

Un tale valore denota secondo la bibliografia classica un'area con reticolo mediamente sviluppato.

### **Bisagno di Moneglia**

La testata del bacino del Bisagno di Moneglia è drenata da tre rami principali: il Rio Caldo (ordine 4) ad occidente, il Rio Quartiere (ordine 4) nella porzione centrale e che può essere considerato l'asta principale, ed il Rio Campo (ordine 3) nella porzione più orientale. A valle della confluenza di questi tre rami l'asta del Bisagno assume ordine 5 e riceve il contributo in sinistra del T. Valle di Cana - Rio Litorno (ordine 4) e del Fosso del Mandola (ordine 2); in destra riceve soltanto contributi di rii minori.

I principali parametri geomorfici descrittivi del reticolo idrografico sono riassunti nella seguente tabella.

<b><i>U</i></b> <i>N° ordine sottobacino</i>	<b><i>N<sub>u</sub></i></b> <i>Numero di aste</i>	<b><i>R<sub>b</sub></i></b> <i>Rapporto di biforcazione</i>	<b><i>N<sub>a</sub></i></b> <i>n° di aste N<sub>u</sub> che si inseriscono su aste N<sub>u+1</sub></i>	<b><i>R<sub>bd</sub></i></b> <i>rapporto di biforcazione diretta</i>	<b><i>R</i></b> <i>Indice di biforcazione</i>
I	92		66		
II	22	4.18	17	3.00	
III	7	3.14	7	2.43	
IV	3	2.33	3	2.33	
V	1	3.00		3.00	
		<b>3.02</b>		<b>2.76</b>	<b>0.25</b>

Tab. 2.3.2.1 - parametri caratteristici dell'organizzazione del reticolo

Anche per il bacino del T. Bisagno l'analisi geomorfica evidenzia una distribuzione regolare del numero dei bacini in rapporto al loro ordine gerarchico, come rappresentato in Fig. 2.3.2.3.

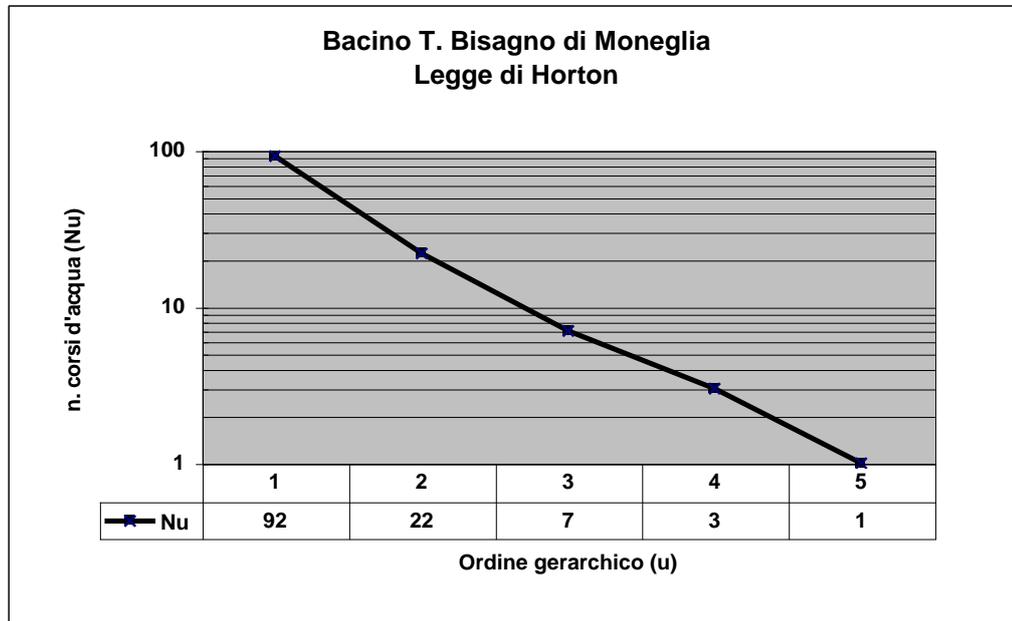


Fig. 2.3.2.3– N° dei corsi d'acqua in rapporto al loro ordine gerarchico

Con il procedimento descritto per il T. S. Lorenzo è stato ricavato il valore del Rapporto di biforcazione  $R_b$  (Fig. 2.3.2.4).

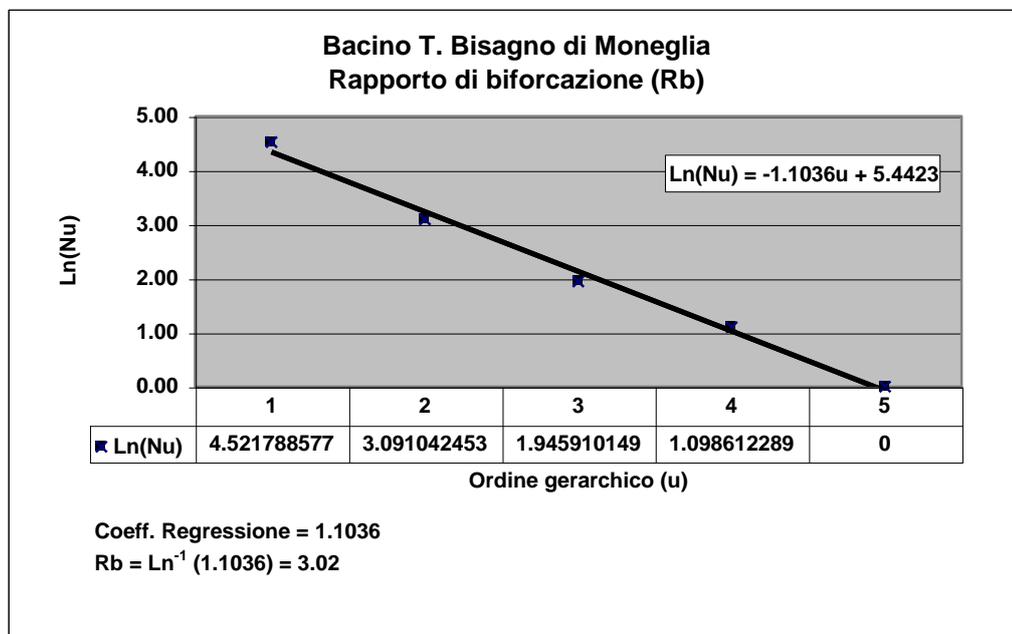


Fig. 2.3.2.4 – Regressione tra  $\text{Ln}(\text{Nu})$  ed  $u$  (Strahler)

In questo caso il valore di  $R_b$  (3.02) risulta compreso nel range (3-5) considerato caratteristico dei bacini nei quali la struttura geologica non esercita forti distorsioni del reticolo idrografico.

Sono stati quindi ricavati il rapporto di biforcazione diretta  $R_{bd}$  e l'indice di biforcazione  $R$ :

$$R_{bd} = 2.76$$

$$R = 0.25.$$

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

$$D = L_t / S = 5.37/\text{km}$$

dove:

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

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

Un tale valore denota secondo la bibliografia classica un'area con reticolo mediamente sviluppato.

### 2.3.3 Caratterizzazione delle coperture

Le coperture detritiche presenti, si possono raggruppare in tre distinte tipologie:

- accumuli a carattere alluvionale
- accumuli di origine eluvio – colluviale
- accumuli di origine franosa.

Gli *accumuli a carattere alluvionale*, a loro volta si distinguono in spiagge, alluvioni mobili, alluvioni terrazzate recenti e terrazzi alluvionali di età antica.

Le alluvioni mobili (am) corrispondono all'alveo attuale e attivo in materiale sciolto, rimaneggiato e ampliato dalle piene e dalle divagazioni stagionali dei corsi d'acqua. Le alluvioni mobili attuali sono formate da materiale generalmente grossolano.

Le alluvioni terrazzate recenti (ar) rappresentano le aree pianeggianti lungo il corso dei Torrenti, con ampio sviluppo nel tratto terminale ed, in misura minore, lungo il principale affluente del rio Sorba. Queste aree sono costituite in prevalenza da materiale argillo-sabbioso e sabbioso-ghiaioso con prevalente frazione fine. Lungo l'alveo, le alluvioni si ritrovano con continuità a partire dalla confluenza del Rio Litoro con il Torrente Bisagno e dalla confluenza del Rio San Lorenzo con il Rio Campo.

I depositi di spiaggia più comuni sono quelli di fondo di baia (tipici della Liguria), e caratterizzano le piccole insenature fra gli affioramenti arenacei in tutto il tratto litoraneo; spiagge aperte, invece, si rinvengono alla foce dei principali torrenti.

Per Spiaggia s'intende un accumulo lungo il litorale di materiali detritici di dimensioni maggiori a quelle dei costituenti i sedimenti lutitici.

Le *coltri eluvio-colluviali* sono dovute essenzialmente all'alterazione, fisica e chimica, della roccia in posto (eluvio) o rimossa e asportata dall'azione delle acque lungo zone depresse (colluvio). Lo spessore delle coltri varia a seconda dell'assetto geomorfologico: in genere è compreso tra uno e tre metri, ma si possono trovare accumuli anche superiori (in zone fortemente tettonizzate, ai piedi di versanti o in aree caratterizzate da alta alterazione del substrato). Questo tipo di coltre è espressamente diffusa sugli argilloscisti della formazione della Val Lavagna e sulle argille a palombini del lago di Giacopiane. Nella carta geomorfologica, a seguito del forte stato di alterazione di tali formazioni, si è deciso di associare ad esse una coltre a granulometria fine "cf", a matrice argillosa, di spessore

compreso tra 1 e 3 metri, in quanto per tali formazioni risulta molto difficile distinguere il passaggio fra una copertura e la roccia alterata.

Nel caso di eluvi e colluvi originati a partire da substrati contenenti litologie poco alterabili (per esempio intercalazioni calcaree o arenacee), la composizione delle coltri presenta sempre forti componenti medio-grossolane e scheletro detritico poco elaborato.

Le coltri appaiono, oggi, sistemate in fasce contenute da muri in pietrame lavorato a secco, di altezza variabile da uno a due metri, costruite dall'uomo nei secoli scorsi. Tali terrazzamenti sono destinati a colture d'essenze locali, soprattutto oliveto.

Le coltri di questo tipo, a seguito di eventi meteorologici intensi, possono presentare fenomeni di attivazione e movimenti gravitativi superficiali. Ciò è dovuto alla saturazione e imbibizione del materiale e al contrasto di permeabilità con le argilliti sottostanti. Frequenti sono poi i crolli dei muri di pietrame laddove le fasce sono in stato di abbandono.

Le *coperture detritiche di origine franosa* rappresentano gli accumuli prodotti da locali fenomeni di dissesto antichi (*soliflusso*, *creeping*, scivolamenti planari e/o rotazionali ecc.), stabilizzati o quantomeno quiescenti, rimodellati e ricicatrizzati dagli agenti naturali esogeni, oppure da interventi antropici quali terrazzamenti agricoli. Si caratterizzano principalmente per una potenza in genere superiore ai tre metri e hanno una granulometria eterogenea e grossolana. Nella carta geologica con la sigla "dt" sono state riportate tutte quelle coperture di spessore > 3 metri di origine franosa e eluvio colluviale, compresi i riporti, i quali sono stati poi raggruppati a parte nella carta geomorfologica.

#### **2.3.4 Movimenti franosi**

I fenomeni di instabilità di versante sono processi di modificazione del territorio che si realizzano in rapporto a diversi fattori di ordine geologico, morfologico, climatico ed antropico. L'identificazione ed il raggiungimento di un adeguato livello di conoscenza della franosità reale è avvenuto attraverso una serie di passi operativi che hanno comportato l'analisi di fattori geologici, geomorfologici e vegetazionali, e l'analisi dei principali parametri morfometrici. In particolare, ad una prima fase di ricerca bibliografica, ha fatto seguito un'analisi diretta del territorio effettuata sia utilizzando tecniche di telerilevamento sia con rilievi di campagna.

Nella carta geomorfologica sono stati quindi riportati tutti i principali movimenti gravitativi evidenziando, laddove era possibile, i corpi attivi e quiescenti e le nicchie di distacco. Per corpo di frana s'intende quella porzione di territorio interessata da movimenti di versante in atto o quiescenti, che ha subito alterazione nell'assetto morfologico. Sono state inoltre cartografate come aree in frana quelle zone in cui si rilevano concentrazioni di movimenti diffusi superficiali, non cartografabili singolarmente, ma che assumono rilevanza nell'ambito dell'evoluzione complessiva del versante.

Le frane a volumetria ridotta e non cartografabili alla scala di bacino sono state ubicate e identificate con un apposito simbolo. Per quanto attiene i movimenti franosi, gli stessi sono stati estrapolati dalla carta geomorfologica su una apposita carta della franosità, in cui s'illustra la tipologia e lo stato della frana.

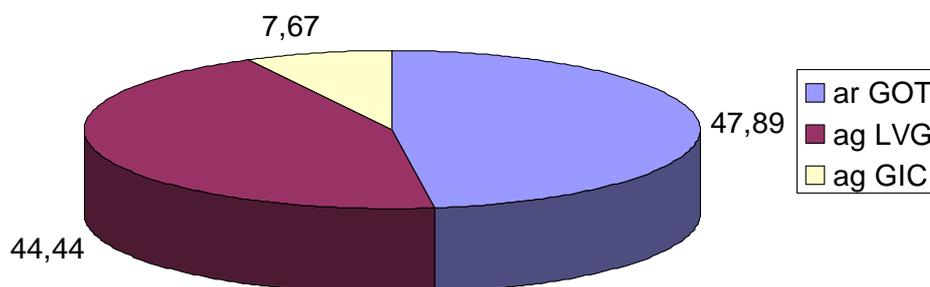
Per ognuno di questi dissesti, tra l'altro, è stata compilata una apposita scheda nella quale sono descritte dimensioni, cause, dinamica, ed interferenze tra la frana stessa e l'ambito circostante (allegato B).

In alcune zone si sono indicati solamente i cigli di frana attivi o quiescenti, in quanto l'accumulo non era presente o perché asportato dall'azione erosiva delle acque o perché impossibilitato a depositarsi a seguito della forte acclività del terreno o della sfavorevole giacitura della formazione rocciosa.

Sono state segnalate infine le principali direzioni di mobilitazione dei materiali sui versanti. L'apposita simbologia denuncia la presenza di detrizioni lungo canali di trasporto ed erosione nei quali i detriti appaiono temporanei e discontinui, proprio perché disposti su pendii acclivi e localmente incisi, dotati di continua dinamicità e quindi non perimetrabili.

Dall'analisi incrociata della carta geomorfologica con la carta geologica si riscontra come la maggior percentuale di aree in frana ricadono sulle ar GOT.

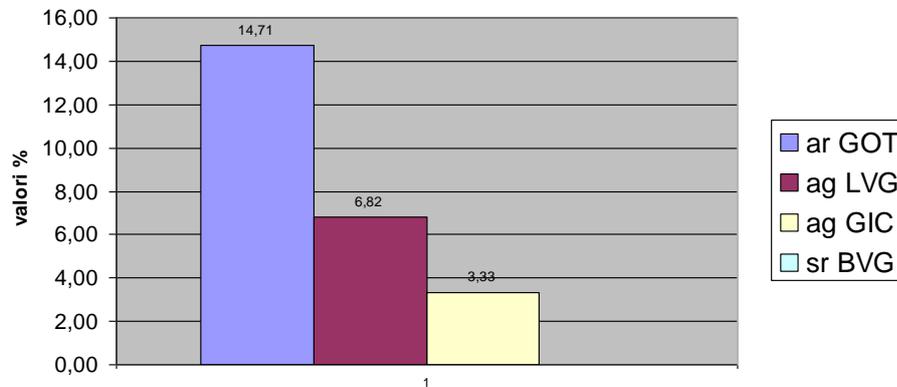
### Distribuzione in percentuale delle litologie nelle aree in frana



Questo è dovuto alla maggior predisposizione al dissesto dei litotipi arenacei rispetto alle altre formazioni. Le arenarie del Monte Gottero, infatti, sono una formazione costituita da regolari alternanze di arenarie, argillose e scisti argillo-marnosi ardesiaci, e pertanto, a seguito della loro natura eterotipica, si possono trovare all'interno soglie di permeabilità, differenti comportamenti meccanici, diversi gradi di alterazione ecc.

Una conferma di quanto enunciato si può trovare nell'analisi statistica dell'influenza della litologia sulla franosità.

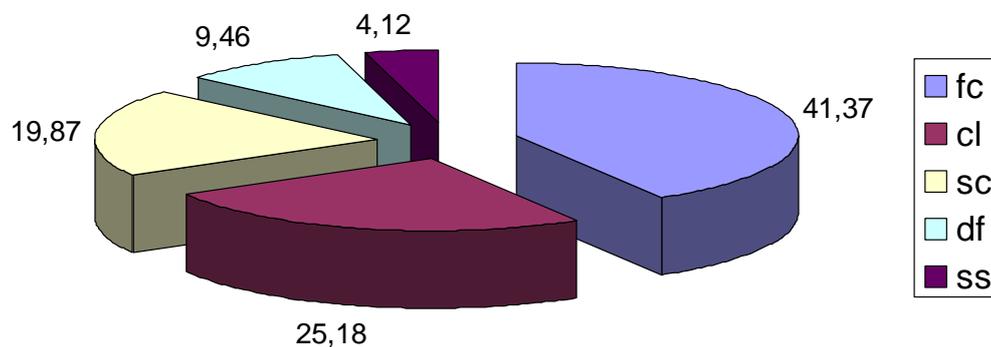
## Aree in frana per litologia



Come si evince dal grafico, sono sempre le arenarie del Monte Gottero ad avere una maggiore tendenza a franare rispetto alle altre litologie presenti nel bacino, con una percentuale vicino al 15%.

Dall'analisi della carta della franosità reale si può determinare invece la distribuzione delle tipologie di frane.

## Distribuzione in percentuale delle tipologie di frana



La simbologia usata in legenda è quella utilizzata nella carta della franosità reale.

FC= frana complessa

CL= frana per crollo

SC= frana per scivolamento

SS= frana superficiale

DF= colamento o debris flow

In quest'analisi sono stati raggruppati in un'unica voce gli scivolamenti planari e rotazionali. Dal diagramma si deduce che la tipologia più diffusa risulta essere quella denominata "frana complessa", seguita poi dalle frane di crollo. Per frana complessa s'intende una combinazione di una o più tipologie di movimento sia in settori diversi della massa in movimento sia in fasi diverse di sviluppo del movimento (Varnes). In questo tipo di frana rientrano sia il movimento gravitativo che ha coinvolto il paese di Lemeglio sia la paleofrana di Tessi.

La frana di Lemeglio è nota da tempo. Il suo accumulo è composto in prevalenza da spezzoni di arenaria e di pezzame argilloscistoso in abbondante matrice fine, ed al suo interno sono presenti più livelli idrici, anche in pressione. Nell'accumulo, infatti, sussistono zone in depressione a forti impregnazione idriche. Direttamente collegato alla frana di Lemeglio è un movimento franoso classificato come frana superficiale in località Fosso di Mandolà. E' già stata attivata una prima campagna di prospezioni geognostiche e sono stati stanziati £ 1.000.000.000 per la bonifica dell'area, con i quali si è realizzata la progettazione delle opere di consolidamento.

La paleofrana di Tessi è ubicata a monte del Rio Quartiere e interessa la porzione di versante attraversata dall'autostrada Genova-Livorno. Anche per questa frana è stata effettuata una piccola campagna geognostica e si sono realizzati alcuni interventi di consolidamento. La parte riattivata comunque non coinvolge nuclei insediativi o abitativi, ma potrebbe portare ad una ostruzione del corso d'acqua sottostante.

Gli scivolamenti comprendono la maggior parte delle frane di medie e piccole dimensioni, e sono sparsi su tutto il territorio, mentre le frane di crollo caratterizzano la linea di costa ad Est e ad Ovest dell'abitato di Moneglia. In questi tratti la costa è a falesia, e quindi, il fronte roccioso, a causa della sua verticalità e di una degradazione diffusa, con fratturazione e fessurazione dell'ammasso, favorisce il distacco accidentale dei blocchi e prismi lapidei maggiormente alterati.

Infine sono stati segnalati alcuni colamenti (debris flow) verificatisi in seguito a mobilitazione delle coltri esistenti (località Crova, lungo il rio della Bugia e località Litorno, in sponda destra dell'omonimo corso d'acqua). Quest'ultima frana ha coinvolto alcuni manufatti e parte della strada comunale. Si tratta di un movimento innescato dall'azione dell'acqua, che ha saturato la coltre di copertura e lubrificato l'interfaccia esistente tra i materiali sciolti ed il substrato lapideo intensamente alterato e fratturato.

### **2.3.5 Erosione superficiale ed elementi morfologici**

I fenomeni erosivi sui versanti all'interno del bacino risultano estremamente diffusi nella zona a più alta energia di rilievo.

I fenomeni di ruscellamento diffuso e di erosione concentrata di fondo lungo gli impluvi si manifestano spesso associati e portano ad un dilavamento dei versanti con l'asportazione della coltre di suolo superficiale. Questi fenomeni vengono in parte ridimensionati laddove il substrato è coperto da una vegetazione boschiva con un buon indice di efficienza idrogeologica. Il bosco infatti apporta una serie di azioni favorevoli nei confronti della stabilità. Esercita un'azione antierosiva dovuta soprattutto alla stabilità di struttura del suolo, ma anche alla funzione protettiva delle radici, ed esercita un'azione regimante in quanto intercetta dal 15% al 40% delle acque meteoriche.

Una zona del bacino dove questi fenomeni si evidenziano in maniera particolare è dal passo del Bracco e lungo i versanti delle principali montagne che delimitano ad Est e ad Ovest il bacino; comunque buona parte dei corsi d'acqua risultano in erosione concentrata di fondo, a testimoniare una loro fase di ringiovanimento.

Episodi di erosione spondale si sono manifestati lungo i principali corsi d'acqua del reticolo idrografico, in particolar modo nei loro tratti finali, laddove il letto dell'alveo tende ad un aspetto più sinuoso, legato, a volte, alle lineazioni tettoniche su cui si è impostato. Fenomeni di questo tipo possono ingenerare talvolta scalzamento al piede di versanti o di opere idrauliche con i conseguenti dissesti indotti.

Al fine di determinare la suscettività al dissesto, si è ritenuto opportuno segnalare le principali rotture di pendio, con le quali si è inteso rappresentare il ciglio di scarpate rocciose particolarmente acclivi, la presenza di pareti rocciose subverticali e lineamenti tettonici generanti specchi di faglia non configurabili in veri e propri cigli di distacco. In molti di questi casi si è osservato come l'elemento geomorfologico possa determinare detrizioni, locali e temporanee, non classificabili come frane; da qui la necessità di distinguere forme attive da forme quiescenti.

Tutti i fenomeni di erosione di una certa entità sopra descritti, diffusi o concentrati, sono riportati nella Carta Geomorfologica.

### **2.3.6 Riporti artificiali**

Nel corso dei rilevamenti effettuati all'interno del bacino sono stati individuati diversi siti caratterizzati da una forte modificazione delle originarie caratteristiche morfologico-naturalistico-ambientali: alcune di queste aree sono state indicate sulla carta geomorfologica come grossi riporti (la simbologia utilizzata per indicare tali aree sono dei triangoli pieni). I principali riporti sono: i rilevati dell'autostrada tra le Gallerie Roverano e San Saturnino e la costruzione di un campo da calcio nel litorale di Moneglia.

### **2.3.7 Terrazzi**

Sono stati distinti sia terrazzi marini che fluviali, distribuiti a varie quote lungo i versanti e ben conservati solo sui crinali. Essendo, infatti, i terrazzi fra le poche aree pianeggianti in un ambiente generalmente acclive, sono stati interamente occupati dall'espansione urbanistica e, nel tratto collinare, per scopi agricoli; conseguenza dello sfruttamento è stata la modificazione ed il mascheramento delle originarie caratteristiche morfologiche. Inoltre, la diffusa franosità che coinvolge la costa Ligure in generale ha qui certamente coinvolto e distrutto numerosi terrazzi. Alcuni ordini di terrazzi di origine marina si possono osservare a Sud di la Secca, a Santa Croce e sopra Lemoglio.

### **2.3.8 Acclività**

La carta dell'acclività, rappresentata in Tav. 1, è stata ricavata utilizzando il modello digitale del terreno, con maglia 25m x 25m, ricavato a partire dalla digitalizzazione dei dati altimetrici della CTR alla scala 1:5.000.

L'area di studio è stata quindi suddivisa nelle classi di acclività previste dalle Raccomandazioni regionali.

Nella tabella 2.3.8.1 vengono riassunte le caratteristiche di acclività dell'area di studio, elencando la superficie totale e percentuale delle zone caratterizzate dalle diverse classi di acclività.

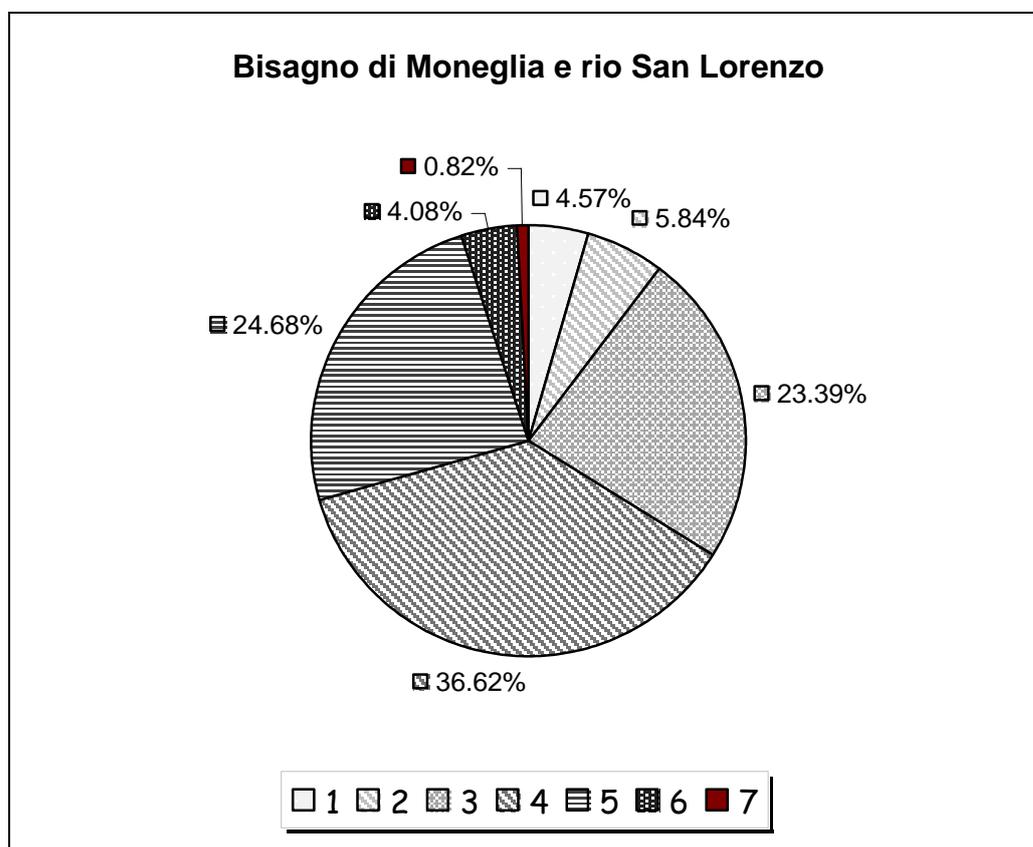
<i>Classi di acclività</i>		<i><math>\Sigma</math>aree m<sup>2</sup></i>	<i>Percentuale</i>
<b>1</b>	0%-10%	579375	4.57%
<b>2</b>	10%-20%	740625	5.84%
<b>3</b>	20%-35%	2965625	23.39%
<b>4</b>	35%-50%	4642500	36.62%
<b>5</b>	50%-75%	3129375	24.68%
<b>6</b>	75%-100%	516875	4.08%
<b>7</b>	>100%	104375	0.82%

Tab. 2.3.8.1 - Classi di acclività

Le classi 1 e 2 risultano presenti nella zona prossima alle foci dei torrenti Bisagno e S. Lorenzo in corrispondenza dell'area urbana di Moneglia e lungo il fondovalle degli stessi. In tali categorie ricadono anche alcune zone poste sui crinali dei rilievi. Oltre l'80% dell'intera zona presenta pendenze comprese tra il 20% ed il 75%.

La classe più frequente sul bacino è la 4 (35% – 50 %).

In Fig 2.3.8.1 viene riportato il grafico delle frequenze delle varie classi di acclività.



## 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.

Si sono differenziati i terreni secondo la loro permeabilità in: permeabili per porosità, permeabili per fessurazione, fratturazione e carsismo, semipermeabili e impermeabili. Questa

suddivisione si ispira alle caratteristiche idrogeologiche generali dei litotipi e non esclude quindi che, localmente, alcuni fattori, quali una intensa fratturazione, determinate condizioni giaciture o tettoniche, ecc., possano determinare variazioni di permeabilità.

#### Zone Permeabili per Porosità

Sono state considerate tali tutte le zone interessate da depositi alluvionali, attuali, recenti o antichi, di terrazzo alluvionale, spiagge e infine le coltri detritiche alluvionali e colluviali di una certa importanza.

Per quanto riguarda i grandi accumuli di frana, il materiale detritico presenta in genere buone caratteristiche di permeabilità soprattutto per porosità, grazie alla elevata eterogeneità dei clasti (spesso queste zone costituiscono dei serbatoi idrici significativi). Le sorgenti generalmente si manifestano in questo caso al contatto tra materiale detritico e roccia in posto; spesso la loro presenza indica l'ubicazione del piano di scivolamento. In taluni casi si ha invece una circolazione idrica limitata alle porzioni superficiali del materiale franato, con la falda idrica che interseca il piano topografico nella parte alta del corpo di frana.

#### Zone Permeabili per Fratturazione, Fessurazione

Vengono inserite in questa classe le arenarie del Monte Gottero.

#### Zone Semipermeabili per Fratturazione

Appartengono a questa categoria le argille a palombini del Lago di Giacopiane e il membro delle ardesie di Monte Verzi (formazione della Val Lavagna). Nonostante dal punto di vista litologico queste formazioni siano da considerarsi impermeabili, la presenza sia di fratturazioni in grande - dovute alle intense vicissitudini geologiche che hanno interessato i complessi rocciosi durante la loro storia evolutiva - sia di interstrati arenacei nelle ardesie e sia di inclusioni di svariate origini nelle argille a palombini, giustificano la loro collocazione in questa classe.

#### Zone Impermeabili

Sono qui compresi gli argilloscisti della formazione della Val Lavagna. Questi litotipi, a causa della elevata percentuale di minerali argillosi presenti, sono sostanzialmente impermeabili. Tali rocce, che si comportano e si sono comportate in modo sostanzialmente plastico nei confronti delle deformazioni meccaniche innescate dai meccanismi orogenetici che le hanno interessate, possono tuttavia manifestare localmente una certa permeabilità a causa della presenza sia di frequenti intercalazioni di altri litotipi, sotto forma di lenti, che possono assumere la funzione di serbatoi e sia, seppur in misura più modesta, dell'intensa fratturazione di origine tettonica; inoltre le variazioni nella granulometria dei depositi sedimentari possono determinare l'instaurarsi di una falda idrica circoscritta, di modesta entità. Per questo motivo le sorgenti rinvenute in questo litotipo sono generalmente localizzate o lungo le linee degli impluvi presenti, od alla base di coltri detritiche giacenti su tali rocce o lungo le fratture notevoli.

Sulla cartografia sono state inoltre segnalate le principali sorgenti, i pozzi e le derivazioni d'acqua, distinguendoli a seconda della loro principale utilizzazione, in quelli ad uso potabile (A), uso industriale (B), uso irriguo (C) ed uso misto (D). Diverse sono le derivazioni d'acqua e i pozzi richiesti, quasi tutte per uso irriguo. Le portate comunque emunte non sono significative. I dati sono stati raccolti presso le sedi dei Comuni e della Provincia di Genova "aera 08".

## **2.5 Uso del suolo**

### **2.5.1 Caratteri generali**

Nell'ambito degli studi relativi al Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico, ai sensi della Legge 267/98, la descrizione degli usi del suolo deve essere più che mai funzionale alla definizione delle classi di rischio attraverso l'incrocio con le altre carte tematiche.

Lo studio, pur essendo specificatamente indirizzato all'individuazione delle problematiche di carattere idraulico ed idrogeologico, non deve tuttavia trascurare gli aspetti naturalistici e produttivi (agricoli e/o forestali) dei bacini oggetto di indagine.

In questa ottica, la carta di uso del suolo, rilevando le utilizzazioni del territorio, si pone come uno dei principali strumenti per l'analisi dello stato attuale, nonché per l'individuazione delle più opportune soluzioni progettuali. Le attività umane interagiscono, direttamente o indirettamente, con l'ambiente e questo agire comporta, nella maggioranza dei casi una modificazione dell'assetto naturale.

La superficie delle aree comprese nel piano di bacino è rappresentata in gran parte da oliveti e zone forestali e l'estensione delle zone coltivate, in particolare ad oliveto, indica una considerevole utilizzazione antropica del territorio, passata e/o ancora in atto, che ha senza dubbio modificato la morfologia ed il soprassuolo naturale a vantaggio di uno sfruttamento agricolo dei versanti.

Tuttavia, se il presidio del territorio è riconosciuto quale elemento indispensabile al mantenimento delle condizioni di funzionalità idrogeologica di un bacino, è altrettanto vero che l'utilizzo delle risorse naturali (suolo, acqua, vegetazione ecc.) debba avvenire secondo criteri idonei ad una situazione di equilibrio con l'ambiente. In caso contrario, le conseguenze potrebbero rivelarsi non meno dannose di quelle provocate dall'abbandono delle attività produttive medesime, aspetto che verrà in seguito approfondito. Le difficili condizioni morfologiche delle aree in esame, soprattutto le forti pendenze dei versanti per altro mitigate dai terrazzamenti, accentuano ancor più la necessità di operare correttamente, curando in particolare, lo smaltimento delle acque con sistemazioni idraulico agrarie adeguate, limitando fenomeni erosivi e dissesti provocati dal deflusso incontrollato.

L'immane opera di sistemazione dei versanti, eseguita con i terrazzamenti, oltre a rappresentare pressoché l'unica opportunità di sfruttamento delle vallate più acclivi, costituisce un efficace sistema di controllo delle acque e interessa quindi gli aspetti idrogeologici, agronomici ma anche quelli culturali e paesaggistici.

Per garantire ai terrazzamenti la funzione idraulica auspicata è però necessaria la presenza delle opere di regimazione (canalette di raccolta, acquidotti, ecc.) che debbono essere costantemente oggetto di manutenzione insieme agli stessi muri di sostegno. In assenza di tali opere o delle cure periodiche, lo smaltimento delle acque avviene in maniera via via più difficoltosa sino a dare luogo ad un veloce scorrimento superficiale. In caso di precipitazioni prolungate il drenaggio, assicurato dalla perfetta efficienza dei manufatti, viene a mancare e lo smaltimento dell'acqua risulta così difficoltoso; il terreno saturo di acqua accresce il proprio peso fino a che la forza di gravità produce una spinta che supera i valori di resistenza dei muri stessi. In corrispondenza dei punti di maggiore debolezza, si determina il crollo delle opere di sostegno, innescando forme di dissesto sempre più gravi. È evidente quindi che la presenza diffusa su tutto il territorio di versanti terrazzati imponga perciò una particolare attenzione a questo fondamentale aspetto.

### **2.5.2 Carta di uso del suolo**

La Carta di Uso del Suolo in scala 1:10.000 su base fisionomica (Tav. 15), è stata realizzata mediante il rilevamento diretto sul terreno ed il successivo confronto dei dati ottenuti con la Carta di Uso del Suolo della Regione Liguria in scala 1:25.000.

Le classi di uso del suolo rilevate vengono di seguito descritte mettendo in evidenza gli aspetti che possono risultare di interesse specifico per il Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico.

Le classi di uso del suolo rilevate sono:

- 1.1.1 Tessuto urbano continuo
- 1.1.2 Tessuto urbano discontinuo
- 1.2.2 Reti autostradali, ferroviarie e spazi accessori
- 1.4.2 Aree sportive e ricreative
- 2.2.1 Vigneti
- 2.2.3 Oliveti
- 2.3 Prati e pascoli
- 2.4 Zone agricole eterogenee
- 2.5 Ex coltivi
- 3.2 Zone boscate
- 3.3 Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva
- 3.4.1 Spiagge, dune
- 3.4.2 Rocce nude
- 3.4.4 Aree percorse da incendi recenti inferiori a 2 anni

#### 1.1.1 Tessuto urbano continuo

viene classificato come tessuto urbano continuo con copertura dell'area perimetrata superiore all'80%, il centro abitato di Moneglia.

La storia di questa città è molto antica e si perde nella notte dei tempi quando le prime tribù varcarono le Alpi ed occuparono le valli appenniniche. La tribù stanziata nella zona di Moneglia, era quella dei Tigullii. Durante la dominazione longobarda furono distrutti alcuni borghi della riviera di levante tra cui Moneglia che subì altri saccheggi e distruzioni durante le lotte tra guelfi e ghibellini. Al tempo della dominazione genovese il paese era governato da un podestà, e dalla podesteria di Moneglia dipendevano le ville e castelli di Lemiglio, Deiva, Mezzema Agnora, Littorno, Scaro, Stozio, Comeglio, Camposoprano Camposottano, San Saturnino Tessi, Borghetto Bracco, Casale, Vallecaldà, San Lorenzo e Crova.

Durante il periodo medievale, si è verificato uno spostamento delle popolazioni dai versanti collinari verso il litorale, e in questo periodo i nuclei storici già presenti, subiscono una espansione. In epoca più recente, nel secondo dopoguerra, parallelamente allo spostamento delle popolazioni rurali verso i centri industriali, vi è stata una significativa emigrazione anche verso le località costiere. A partire dagli anni '60, infine, si è instaurato un massiccio fenomeno di turismo balneare ed estivo che ha condotto alle trasformazioni urbanistiche più pesanti anche sotto il profilo ambientale.

L'espansione, legata principalmente al diffuso fenomeno della seconda casa, ha infatti modificato l'aspetto originario degli abitati, soprattutto nei tratti prospicienti i litorali.

Le aree classificabili come verde ornamentale pubblico e privato alle quali appartengono i giardini pubblici o privati ed i viali alberati, che sarebbe estremamente difficoltoso distinguere dal tessuto urbano e cartografare separatamente, vengono considerate all'interno di questa classe.

La presenza di aree verdi, ai pregi di carattere estetico ed ecologico, somma il vantaggio di concorrere alla riduzione della superficie impermeabilizzata. Ai fini del bilancio idrologico le precipitazioni, anziché confluire interamente nella rete fognaria vengono così in buona parte assorbite dal terreno; di queste, una percentuale è utilizzata dalle piante ed una

porzione ritorna nell'atmosfera sotto forma di evaporazione e traspirazione. L'acqua, che attraverso il drenaggio viene lentamente raccolta nelle fognature è in effetti inferiore a quella che vi defluirebbe da una superficie completamente impermeabile, ed in un periodo di tempo più prolungato.

In caso di piena, nelle aree urbanizzate - che generalmente rappresentano la sezione di chiusura del bacino - le portate dei corsi d'acqua si sommano a quelle provenienti dagli scarichi fognari e, quanto più essi saranno alleggeriti da superfici assorbenti, tanto meno il sistema complessivo verrà messo in crisi, riducendo il rischio di inondazione.

#### 1.1.2 Tessuto urbano discontinuo

tutti gli altri insediamenti che all'interno dell'agglomerato urbano perimetrato non raggiungono la copertura minima pari al 50% vengono classificati come tessuto urbano discontinuo. Di grande importanza per la definizione delle zone a rischio, tra questi nuclei si possono elencare le frazioni di Casale, Facciù e di Crova nel bacino del S. Lorenzo e le frazioni di Bracco, S. Saturnino, Tessi, Comeglio e Lemeglio nel bacino del T. Bisagno.

#### 1.2.2 Reti autostradali, ferroviarie e spazi accessori:

L'autostrada A12 scorre nella parte a quota più elevata dell'area di studio, a tratti su viadotto, in gran parte in galleria. La linea ferroviaria Genova - La Spezia attraversa il centro abitato di Moneglia. In questa porzione ha sede anche la stazione ferroviaria della cittadina rivierasca.

#### 1.4.2 Aree sportive e ricreative:

campo sportivo di Moneglia

#### 2.2.1 Vigneti:

Nella zona il bacino del t. Bisagno è quello in cui sono presenti le maggiori superfici a vigneto. Molte aree tuttavia, a causa delle modeste dimensioni, vengono inserite nelle zone agricole eterogenee (2.4) e descritte in un successivo paragrafo. In questi casi la vite (*Vitis vinifera L.*) si trova più spesso consociata a colture ortive ed al frutteto o in filari sparsi nei pressi delle abitazioni rurali.

I vigneti distinguibili come tali sono distribuiti principalmente in vicinanza dei centri abitati di Bracco, S. Saturnino, Comeglio e Lemeglio (bacino Bisagno), nella zona sopra la galleria Roverano dell'autostrada A12 e nei pressi di Case Begliasco (bacino S. Lorenzo).

#### 2.2.3 Oliveti:

nelle zone ancora utilizzate per scopi agricoli, lungo i versanti terrazzati, predomina la coltivazione dell'olivo, la cui introduzione risale presumibilmente all'epoca romana. Il terrazzamento dei versanti con muretti a secco e riporto di terreno è successivo ed è invece attribuito al periodo medievale.

Gli oliveti si localizzano in massima parte sui versanti terrazzati a quote comprese tra i 100 ed i 350 m s.l.m. e sono in molti casi alternati ad aree olivicole abbandonate e a zone boschive. In questa classe sono comprese le aree in cui l'olivo è ancora oggetto delle cure colturali, anche minime, atte a mantenere la sua funzione produttiva.

Nel bacino del S. Lorenzo, gli oliveti diffusi principalmente lungo i versanti in destra del torrente, ma occupano anche una porzione in sinistra presso le frazioni di Campo Sottano e Soprano.

Nel bacino del Bisagno, sono diffusi soprattutto sui versanti in sponda destra del torrente. In sponda sinistra, dove prevale la copertura boschiva, gli oliveti sono localizzati nella valle di Cana e nella valle del Rio Campo, presso Comeglio.

Sebbene la coltivazione dell'olivo, in questa porzione di territorio, abbia subito e continui a subire un forte calo di importanza, dovuto principalmente alle necessità di manodopera e alle condizioni di lavoro non compensate da redditi adeguati, la superficie agricola è quasi interamente costituita da oliveto.

Il quadro dell'olivicoltura del Levante della Provincia di Genova appare tutt'altro che confortante. Impianti troppo fitti definibili in molti casi boschi d'ulivo, piante filate, operazioni colturali inadeguate, mancanza di irrigazione, muri di fascia in cattive condizioni di manutenzione, richiedono a gran voce la necessità di un piano olivicolo organico per la ristrutturazione delle superfici ad oliveto.

È comunque in atto una tendenza positiva, e da alcuni anni si assiste al recupero di parte degli oliveti invecchiati, ma ancora in buone condizioni vegetative e di produzione, ricostituendone quindi lo stato di efficienza anche sotto l'aspetto idrogeologico.

Uno studio volto alla pianificazione del territorio, che interessi gli usi del suolo, non può prescindere dalle modificazioni intervenute nel corso degli anni.

Risulta sicuramente utile alla comprensione dei fattori che hanno determinato l'attuale situazione, un'analisi di carattere socio-economico e, a tale scopo si ritiene utile prendere in esame la interessante relazione dal titolo "L'olivicoltura nel Comune di Lavagna: l'oliveto polifunzionale" presentata dai Dr. A. Consiglieri e L. Drosera in occasione dell'incontro-dibattito "Olivicoltura: aspetti produttivi e ambientali" svolto a Lavagna il 4 Marzo 1990.

Dalle note introduttive si apprende che: *"è stato calcolato che il tempo di lavoro occorrente per la realizzazione del terrazzamento e l'impianto dell'oliveto ammonterebbe a 13 giornate per pianta corrispondenti, data una densità media di 500 piante/ha a 6.500 giornate per ettaro a cui bisogna aggiungere un elevatissimo numero di giornate lavorative occorrenti per le cure colturali e la raccolta; (...) il numero di giornate lavorative necessarie per un oliveto è variato di poco nel tempo, almeno in Liguria, trattandosi di una coltura difficilmente meccanizzabile. Principalmente per questo motivo la coltura dell'olivo negli ultimi due secoli è gradatamente entrata in crisi, mano a mano che ne diminuiva la redditività ed aumentavano le occasioni di lavoro alternative all'agricoltura. Una coltura ad alta necessità di mano d'opera qual è quella dell'olivo ha subito risentito dell'aumento del costo del lavoro portato dall'industrializzazione, non compensato da un pari aumento del prodotto olio. Come conseguenza si è assistito ad un progressivo abbandono della coltura collegato alle seguenti cause-effetti:*

- *età avanzata degli operatori;*
- *elevato grado di frammentazione fondiaria;*
- *prevalenza di oliveti dislocati su terreni in forte pendenza, difficilmente meccanizzabili;*
- *densità eccessive della coltura (fino a 700÷800 piante/ha);*
- *altezza eccessiva delle piante, spesso come conseguenza della densità troppo elevata;*
- *potature sporadiche ed errate, tali da indurre una marcata alternanza di produzione;*
- *degrado progressivo delle sistemazioni idraulico agrarie, con conseguente compromissione della stabilità dei versanti;*
- *invasione progressiva delle infestanti con successiva ingressione del bosco vero e proprio."*

E' interessante notare l'assenza pressoché totale di nuovi impianti; le piante hanno un'età media intorno ai 50 anni e, fatta eccezione per qualche sporadico intervento di ristrutturazione, consistente nella potatura di ringiovanimento e in un drastico diradamento

degli individui si assiste alla situazione descritta in precedenza di una eccessiva densità di impianto ed il conseguente sviluppo in altezza della chioma.

Entrambe queste condizioni sono sfavorevoli alle pratiche colturali ed in particolar modo a potatura e raccolta, oltre a rappresentare un ostacolo alla circolazione dell'aria causando ristagni di umidità, ambiente ideale per l'insorgenza di malattie.

La produzione media, tenuto conto delle annate di carica e di scarica, è di 9÷12 Kg di olive/pianta, con una resa in olio tra il 20 ed il 22% con punte massime che sfiorano il 30%.

### 2.3 Prati e pascoli

le superfici occupate da prati e pascoli sono presenti solo in forma sporadica perché la perdita di interesse per la zootecnia e l'abbandono delle cure colturali delle aree prative ha nel tempo modificato il soprassuolo di queste zone che sono state colonizzate da specie arbustive ed arboree e sono oggetto di una trasformazione verso l'arbusteto o il bosco. Aree di piccole dimensioni appartenenti a questa tipologia, si trovano comunque inserite nelle zone agricole eterogenee.

Nel bacino del S. Lorenzo, le superfici più consistenti e quindi cartografabili, si trovano sopra l'abitato di Crova. Nel bacino del Bisagno, queste si trovano nella parte più alta lungo la S.S. 1 Aurelia.

### 2.4 Zone agricole eterogenee:

nelle zone agricole eterogenee la proprietà è generalmente molto frazionata e non sono rare particelle di poche centinaia di metri quadri, per questo motivo raggruppate in un'unica classe.

È un dato di fatto piuttosto evidente che gran parte della superficie agricola sia frammentata e si possano trovare, concentrate in poco spazio, indirizzi colturali.

Si tratta in gran parte di aree a vigneto, come già osservato alla voce 2.2.1, consociate a frutteto, orto, oliveto, prato o bosco.

Le specie più comuni nel frutteto sono il ciliegio (*Prunus avium L.*); il susino (*Prunus domestica*); il pesco (*Prunus persica*); il mandorlo (*Prunus dulcis*); l'albicocco (*Prunus armeniaca*); il fico (*Ficus carica L.*); il caki (*Diospyros kaki*); il nespolo del Giappone (*Eryobotria japonica*) il melo (*Malus domestica*); il pero selvatico (*Pyrus communis L.*); ed infine per gli agrumi il limone (*Citrus limonum*) e l'arancio (*Citrus sinensis*).

Per gli ortaggi, valgono le stesse considerazioni, essendo assai raro trovare coltivazioni orticole specializzate di estensione tale da poter essere cartografate.

Nel bacino del S. Lorenzo, tali aree sono localizzate a margine delle zone agricole coltivate ad oliveto e in prossimità dell'abitato di Moneglia. Nel bacino del Bisagno esse sono presenti nella parte alta lungo la S.S. 1 Aurelia presso l'abitato di Bracco e nella valle di Cana.

### 2.5 Ex coltivi:

questa classe comprende gli oliveti abbandonati, diffusi a margine o all'interno di zone ancora coltivate e contraddistingue le superfici in cui è si è verificato, in seguito ai mutamenti delle condizioni socio-economiche, il completo abbandono delle attività agricole a vantaggio di altre occupazioni più redditizie.

L'economia del territorio esaminato, in tempi passati era basata sull'agricoltura, sul piccolo commercio e sui traffici marittimi; oggi, a distanza di secoli, la situazione ha subito profondi mutamenti soprattutto a favore dell'industria turistica che ha soppiantato quasi completamente le precedenti attività.

In questo senso, anche l'agricoltura è stata fortemente ridimensionata. Il suo massiccio abbandono, che ha condotto alla situazione attuale, è iniziato dopo la seconda guerra mondiale, in seguito al progressivo sviluppo dell'attività industriale avviata a Genova e La Spezia, mettendo in crisi l'organizzazione del territorio realizzata fino a quel momento.

Sui versanti in sponda destra del Rio Sorba e sopra l'abitato di Casale (bacino S. Lorenzo) si trovano superfici fortunatamente poco estese in cui la coltivazione è stata abbandonata.

### 3.2 Zone boscate:

Nel bacino del S. Lorenzo la copertura boschiva è presente in una fascia ristretta lungo la S.S. A1 Aurelia al limite settentrionale del bacino.

Nel bacino del Bisagno i boschi costituiscono la classe di uso del suolo prevalente in termini di superficie sui versanti in sponda sinistra del torrente. La distribuzione specifica è a gruppi. Nelle vallate e sui versanti con esposizione a Nord si nota infatti una maggiore concentrazione di latifoglie tra cui le specie principali sono il castagno (*Castanea sativa Mill.*), l'orniello (*Fraxinus ornus L.*), l'acero campestre (*Acer campestre L.*), mentre lungo le pendici esposte a Sud prevale il pino marittimo (*Pinus pinaster Aiton*) misto a latifoglie termofile e a sclerofille.

L'utilizzazione del soprassuolo forestale, rappresentato in massima parte dal bosco di latifoglie misto a fustaia di pino marittimo è praticamente nulla ed è ridotta, nei nuclei di bosco misto, a sporadici tagli delle latifoglie, per l'ottenimento di assortimenti da ardere. Alle quote più elevate del bacino, la composizione specifica vede la netta prevalenza del castagno, residuo di ex-castagneti da frutto oggi abbandonati ed ormai in fase di trasformazione verso il bosco misto di latifoglie mesofile. In queste zone l'utilizzazione più frequente è la raccolta di funghi e castagne. Essendo pressoché assente qualsiasi altra forma di utilizzazione del soprassuolo forestale, l'interesse maggiore è quindi rivolto alla funzione di difesa del suolo ed a quella ricreativa.

Le condizioni generali del soprassuolo, per quanto riguarda i popolamenti a prevalenza di castagno, sono da ritenere discrete anche in relazione all'azione di difesa del suolo ed alla funzionalità idrogeologica.

Se si considera la vegetazione dal punto di vista delle caratteristiche funzionali di efficienza nei confronti della difesa del suolo e della regimazione delle acque, è opportuno ribadire come le formazioni boschive, in particolare quelle con struttura stratificata, costituite cioè da un piano erbaceo, dai piani arbustivi basso e alto e dai piani arborei basso e alto, raggiungano i valori più elevati sia per quanto concerne l'attenuazione degli impatti sul suolo delle precipitazioni, sia nei confronti dello scorrimento superficiale delle acque e quindi in definitiva nella riduzione delle portate solide e dei tempi di corrivazione. (La copertura boschiva risulta invece poco efficace nella riduzione degli impatti al suolo delle precipitazioni qualora il terreno sottostante sia privo di vegetazione erbacea o arbustiva e le piante superino in altezza i 15 - 20 m).

È necessario altresì considerare che i sistemi forestali debbono essere comunque posti in relazione con tutti gli elementi che concorrono alla formazione degli eventi di piena e la sua efficacia dipende dal peso che assume nel contesto degli altri fattori.

Anche nel bacino del torrente S. Lorenzo, come negli altri ambiti descritti, i danni provocati dalla cocciniglia hanno indotto un progressivo diradamento delle pinete lasciando spazio allo sviluppo di uno strato di latifoglie la cui composizione specifica è caratterizzata da leccio, roverella, carpino nero ed acero.

Si può quindi affermare che l'azione del matsucoccus, opportunamente seguita con una periodica manutenzione delle aree interessate, risulti meno dannosa di quanto possa apparire, per le opportunità di evoluzione verso forme più stabili offerte al bosco.

Sotto il profilo dell'efficienza biologica, la diffusione delle latifoglie testimonia una lenta, ma progressiva tendenza evolutiva dei soprassuoli verso formazioni più prossime alla vegetazione potenziale, in equilibrio con le condizioni ambientali.

### 3.3 Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva:

Nel bacino del S. Lorenzo tali aree sono localizzate a monte dell'A12 presso la galleria Roverano e sono rappresentate da vegetazione alto arbustiva composta da specie appartenenti alla macchia mediterranea.

Nel bacino del T. Bisagno questa tipologia è rappresentata in una vasta area al confine con il bacino del t. Castagnola. L'esposizione del versante caratterizzato peraltro da affioramenti rocciosi sparsi è rivolta a Sud-Ovest e dal punto di vista dell'insolazione è particolarmente favorevole. Il soprassuolo è costituito da vegetazione alto arbustiva in cui sono rappresentate specie appartenenti alla macchia mediterranea determinano le condizioni favorevoli all'evoluzione del soprassuolo verso il bosco di leccio.

La funzione principale di questi popolamenti vegetali, che non trovano utilizzazione per scopi produttivi, è quella protettiva, volta alla difesa del suolo.

#### 3.4.1 Spiagge, dune:

la cittadina di Moneglia è caratterizzata da una breve spiaggia di sabbia fine.

#### 3.4.2 Rocce nude

In tutto il litorale dell'area di studio, esclusa la zona interessata dalla spiaggia di Moneglia, la costa è rocciosa. Proseguono infatti gli affioramenti del substrato roccioso presente lungo gran parte della fascia costiera dove la scogliera è a strapiombo sul mare. Molto spesso però la roccia, anche sulla costa, affiora tra lembi di bosco e di arbusteto mediterraneo.

#### 3.4.4 Aree percorse da incendi recenti inferiori a 2 anni:

secondo i dati raccolti presso il Comando Stazione di Casarza Ligure del Corpo Forestale dello Stato, in questo ambito vi è una sola area incendiata che, sebbene si estenda su una superficie di poco inferiore ad un ettaro, viene comunque riportata per completezza di informazione.

Si tratta di un incendio del quale non viene indicata la data, che si è sviluppato sulla costa a monte rispetto alla stazione ferroviaria di Moneglia. I riferimenti catastali sono il Foglio n. 13 del N.C.T. del Comune di Moneglia.

## **2.6 Descrizione della rete idrografica**

I sopralluoghi effettuati lungo il torrente Bisagno ed il torrente San Lorenzo sono stati condotti nei mesi di giugno-ottobre 2000, con l'obiettivo 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.

In particolare detti sopralluoghi sono consistiti nell'osservazione dell'asta fluviale per individuarne le caratteristiche morfologiche, le condizioni, la presenza di manufatti, al fine di evidenziare condizioni di criticità che possano comportare situazioni di rischio. Si sottolinea che, in particolare nella definizione delle caratteristiche morfologiche, sovente sono state

incontrate limitazioni alla visuale a causa della fitta vegetazione, più spesso nei tratti montuosi del bacino.

Il risultato dei sopralluoghi eseguiti è sintetizzato in tre tipi di schede: una *scheda di caratterizzazione dell'alveo* e due *schede delle opere*. La prima scheda riporta una sintetica descrizione della sezione (forma, larghezza), dei depositi in alveo, delle sponde ed una stima granulometrica a vista, laddove possibile. La seconda scheda descrive i principali manufatti rilevati, in accordo alle modalità descrittive esposte nella "Nota esplicativa per la compilazione della scheda di rilevamento" a cura della Regione Liguria. La terza scheda espone, unitamente ad una foto dell'opera, le caratteristiche geometriche della stessa, ricavate o dalla sezione topografica, laddove eseguita, o dal rilievo speditivo effettuato in sito durante il sopralluogo.

L'ubicazione delle opere rilevate è illustrata nella planimetria "Documentazione sopralluoghi corsi d'acqua" in allegato A2/1; le schede compilate sono raccolte in allegato A2/2 e la documentazione fotografica è esposta in allegato A2/3

## **2.6.1 Bacino del Torrente Bisagno di Moneglia**

### *2.6.1.1 Asta Principale*

Per quanto concerne la descrizione che segue, l'asta principale del torrente è stata suddivisa in due tratti ritenuti omogenei dal punto di vista delle caratteristiche morfologiche dell'alveo, così definiti da monte verso valle:

*Tratto I: dal viadotto Bisagno alla località Molino Bardotto*

*Tratto II: da Località Molino Bardotto alla foce*

La descrizione non considera circa 800 m del tratto iniziale del corso d'acqua in quanto privo di elementi di interesse ai fini dello studio.

#### *2.6.1.1.1 Tratto I*

Il tratto comprende circa 1400 m di corso d'acqua, ubicato nella porzione più montana nell'area considerata, priva di abitazioni nelle immediate vicinanze dell'alveo. In tale area, infatti, gli insediamenti urbani giacciono su zone di alto morfologico, al riparo da rischio di inondazione.

L'alveo presenta una direzione rettilinea, con andamento debolmente sinuoso, ampiezza variabile da un minimo di circa 2 m ad un massimo di 5-6 m, con sezione generalmente regolare e forma trapezia, ed appare inciso nel substrato in misura più o meno variabile. In particolare nel segmento di corso d'acqua che si estende per circa 200 m a monte dell'opera BM08 (il torrente assume la denominazione di Rio Quartiere), l'alveo assume i connotati morfologici di una forra, marcatamente incassato tra pareti rocciose verticali. In generale le sponde sono naturali, ad eccezione di alcuni tratti a ridosso delle opere, impostate in roccia affiorante o subaffiorante, comunque ricoperte da deboli coltri di copertura, e non evidenziano segni di erosioni spondali accelerate. Segni di erosioni spondali, comunque di contenuta entità (interessano una superficie di circa 30 m<sup>2</sup>), sono visibili in sponda sinistra circa 50 m a valle dell'opera BM01. I depositi in alveo, dove presenti, sono di modesto spessore, di pezzatura granulometrica grossolana, con ghiaia ciottoli e, subordinatamente, blocchi. La vegetazione è rigogliosa sia in arbusti che in piante d'altofusto e spesso occlude alla visuale lo stesso alveo.

Le tre opere (BM01, BM08, BM09) rilevate in questo tratto non evidenziano problemi particolari. Unicamente BM01, tombotto di attraversamento stradale, presenta la luce di

monte parzialmente occlusa dalla vegetazione arbustiva che, in caso di piena, potrebbe trattenere materiali determinando l'occlusione dell'opera con conseguente sormonto.

#### 2.6.1.1.2 *Tratto II*

Questo tratto prende in considerazione la parte restante di corso d'acqua, dalla confluenza del Rio Caldo alla foce, per complessivi 1300 m circa. Presenta anch'esso direzione praticamente rettilinea, con andamento debolmente sinuoso evidenziato da due anse, con ampio raggio di curvatura, nei 600 m finali.

L'alveo è di forma trapezoidale, regolare, con ampiezza variabile da 3-4 m a 10-12 m nel punto più largo presso la foce. Si presenta marcatamente inciso nel fondovalle, in particolare nella parte più alta del tratto che va dalla confluenza del Rio Caldo fino alle propaggini dell'abitato di Moneglia (circa un centinaio di metri a valle dell'opera BM11). Le sponde sono spesso sopraelevate da muri in pietrame e malta, a protezione o del rilevato stradale o di abitazioni in fregio all'alveo.

L'intero tratto osservato evidenzia una tendenza deposizionale. Non sono infatti stati notati tratti di alveo in roccia, bensì depositi ghiaiosi di taglio marcatamente grossolano (sovente con blocchi), fino a valle dell'opera BM11, e di ghiaia eterometrica, prevalentemente grossolana, verso la foce (foto BM18\_01). Presumibilmente, lo spessore dei depositi non è elevato, concentrandosi nei tratti in cui la deposizione è forzata da opere di sbarramento (ad esempio a monte della briglia BM12) ed assumono una tendenza al sovralluvionamento nel tratto terminale dell'asta fluviale. Sia le sponde che talvolta lo stesso alveo sono caratterizzate da una fitta e caotica vegetazione di tipo arbustivo o a canneto. Frequenti sono piante d'alto fusto in alveo, anche nel tratto urbano di Moneglia.

In sponda sinistra, appena a valle dell'opera BM10 ed in corrispondenza di una debole curvatura del corso d'acqua, il muro d'argine è interessato da un dissesto in atto, presentando un rigonfiamento (foto BM10\_05) che determina un lieve abbassamento della sede stradale, con fessurazione della stessa verso il ciglio (foto BM10\_06). Testimonianze raccolte segnalano l'esonazione del Bisagno (1948) in corrispondenza dell'opera BM12 (briglia) (foto BM12\_01) in un punto collocato a circa 20-30 m a monte della stessa briglia (foto BM12\_03). L'opera, costruita nel 1897, ha determinato a monte un'innalzamento dell'alveo di circa 2 metri. Procedendo verso valle, l'alveo presenta un breve tratto tombinato (opera BM14) adibito a parcheggio, terminato il quale procede successivamente a cielo aperto fino alla foce.

#### 2.6.1.2 *Affluenti Principali*

Di seguito vengono descritti gli affluenti principali del torrente Bisagno, considerando i corpi idrici che presentano interferenze con opere antropiche, quali nuclei abitativi o rete viaria. In particolare sono stati esaminati tre affluenti in sinistra idrografica del torrente Bisagno. Procedendo da monte verso valle si incontra dapprima il rio che incide la Valle Pistolino. Il rio intercetta, in corrispondenza dell'opera BM02 la strada che mette in comunicazione l'abitato di Comeglio con San Saturnino. Esso è caratterizzato da una marcata pendenza, inciso, laddove visibile, in roccia in affioramento con alveo e sponde fittamente vegetate.

Il secondo affluente rilevato è il Rio Campo il quale confluisce nel Bisagno in corrispondenza dell'opera BM07. Presenta una lunghezza di circa 1800 m con caratteristiche morfologiche analoghe al precedente. Nel tratto più a monte incrocia, in corrispondenza delle opere BM03 e BM04, la strada comunale che collega l'abitato di Comeglio alla località San Bernardo. L'opera BM06 è costituita da un edificio adibito a falegnameria, costruito a cavallo dell'alveo. Presso l'opera BM07, in prossimità della confluenza, sorge una casa a ridosso

della sponda destra. In questo tratto l'alveo scorre abbastanza incassato, è arginato su entrambe le sponde, con muro in calcestruzzo in sponda destra. Le segnalazioni raccolte non sottolineano particolari criticità.

In ultimo viene descritto il Fosso del Mandola che confluisce nel Bisagno a circa 200 metri dallo sbocco a mare di quest'ultimo. Si tratta di un segmento idrico di circa 950 metri di sviluppo, con direzione ed andamento quasi rettilinei. Si segnalano, nella parte più montana del fosso, due attraversamenti stradali di modeste dimensioni (FM01-FM02) la cui luce in ingresso risulta parzialmente otturata da detriti che potrebbero impedire lo smaltimento dell'acqua in occasione di eventi piovosi. Il tratto finale della confluenza con il torrente Bisagno è tombinato per un centinaio di metri circa.

## **2.6.2 Bacino del torrente San Lorenzo**

### *2.6.2.1 Asta Principale*

Per quanto concerne la descrizione inerente il torrente San Lorenzo, l'asta principale del torrente è stata suddivisa in due tratti ritenuti omogenei dal punto di vista delle caratteristiche morfologiche dell'alveo, così definiti da monte verso valle:

*Tratto I: segmento a monte della confluenza con il Rio Campo*

*Tratto II: Dalla confluenza con il Rio Campo alla foce*

La descrizione non considera circa 450 m del tratto iniziale del corso d'acqua in quanto privo di elementi di interesse ai fini dello studio.

#### *2.6.2.1.1 Tratto I*

Il tratto comprende circa 800 m di corso d'acqua, ubicato nella porzione più montana nell'area considerata, priva di nuclei abitati. L'alveo presenta marcata pendenza, con direzione ed andamento praticamente rettilinei. La sezione d'alveo è di dimensioni contenute (2 m di larghezza massima), generalmente inciso in roccia. Le sponde sono naturali anch'esse in roccia, spesso subaffiorante. La quantità di depositi presenti in alveo è alquanto modesta di taglio granulometrico decisamente grossolano. Alveo e sponde sono in gran parte mascherati da una fitta vegetazione arbustiva. Unica opera rilevata è SL05, tombotto di attraversamento stradale.

#### *2.6.2.1.2 Tratto II*

Considera l'alveo per circa 850 metri, dalla confluenza del Rio Campo sino alla foce. L'asta è caratterizzata da un andamento debolmente sinuoso ed evidenzia un marcato cambio di direzione con un'ampia ansa all'ingresso dell'abitato di Moneglia. Laddove scorre a cielo aperto, l'alveo mostra sezione regolare, di forma trapezoidale, con fondo inciso dai 2 ai 4-5 metri rispetto al piano campagna ed è ricoperto da deboli depositi ghiaiosi grossolani di spessore modesto. Il substrato roccioso affiora saltuariamente (opera SL10) nella parte iniziale del tratto.

Le sponde sono artificiali, costituite da muri in pietrame e malta od in calcestruzzo, a protezione del rilevato stradale o di abitazioni in fregio all'alveo. L'intero tratto considerato presenta, anche nella parte iniziale, abitazioni o costruzioni in fregio alle sponde. In molti casi le opere rilevate rappresentano punti di accesso a dette abitazioni che si trovano quindi esposte a potenziale rischio di inondazione.

Procedendo da monte verso valle si segnala la presenza di un vecchio ponte ad arco (foto SL10-2\_01), in cattivo stato di conservazione. Il ponte comunque è in disuso, sostituito da due ponti appena a valle ed a monte dello stesso. L'opera SL11, ubicata in corrispondenza di una brusca, anche se non accentuata, curvatura del corso d'acqua (foto SL11\_01), determina una sensibile riduzione di sezione, già in parte condizionata da un condotto fognario in alveo, appena a monte (foto SL11\_02). Testimonianze raccolte citano che in tal punto si verificano tracimazioni con invasione della sede stradale. Altro punto critico per esondazione è ubicato in corrispondenza di una riduzione di sezione impostata in corrispondenza di una curva del torrente, a valle dell'opera SL14 (foto SL14\_05 e SL15\_02); viene citata una tracimazione ne 1982.

Il tratto in analisi, in particolare a valle dell'opera SL10 evidenzia una modesta tendenza deposizionale. Si tratta, presumibilmente, di depositi ghiaiosi di limitato spessore. Più a valle, in corrispondenza della confluenza con il Rio Sorba, inizia il tratto urbano del torrente, con l'attraversamento dell'abitato di Moneglia. Appena a valle dell'opera SL19, l'alveo diviene plateato, con fondo regolare in calcestruzzo e "savanella" centrale, dove raggiunge la larghezza massima di circa 6 metri. Dopo circa 30 metri di alveo plateato a cielo aperto, inizia il tratto tominato (opera SL22) sino alla foce.

### 2.6.2.2 *Affluenti principali*

Analogamente a quanto descritto per bacino del Torrente Bisagno, anche nel caso del Torrente San Lorenzo gli affluenti sottendono bacini di limitate dimensioni, privi di nuclei abitati in zone limitrofe all'alveo. Verranno pertanto descritti unicamente quei tratti che presentano interferenze con opere antropiche, quali nuclei abitativi o rete viaria. In particolare sono stati rilevati il tratto terminale del Rio Sorba e l'intero tratto del Rio Campo.

Il Rio Sorba è l'affluente di destra del San Lorenzo, nel quale confluisce a circa 400 metri dallo sbocco a mare. Il tratto considerato comprende circa 600 metri di asta a partire dalla confluenza con il San Lorenzo. Il tratto più montuoso presenta un alveo a sezione trapezia, di circa 2-3 metri di larghezza, con fondo irregolare, in roccia. Le sponde sono artificiali per quasi l'intero tratto, ad eccezione della sponda sinistra, in roccia affiorante nel tratto a monte dell'attraversamento ferroviario. In corrispondenza dell'opera SL06, il fondo alveo è plateato in calcestruzzo, in pessimo stato di conservazione. Appena a valle di tale opera, superato il ponte ferroviario, l'alveo assume andamento rettilineo, sezione rettangolare, caratterizzato da depositi ghiaiosi e fitta vegetazione erbosa. La confluenza con il Torrente San Lorenzo avviene in corrispondenza dell'opera SL18 (foto SL18\_03).

Il Rio Campo è l'affluente di sinistra del San Lorenzo, avente lunghezza complessiva di circa 1600 metri. Verso la testata riceve il contributo di un tributario inciso nella Valle Facciù. Le caratteristiche morfologiche del Rio sono complessivamente comuni a quelle dei rii che scorrono nei tratti montani dei bacini in esame, con alveo prevalentemente roccioso, marcata pendenza, sponde naturali anch'esse in roccia affiorante o subaffiorante, caratterizzate da un'intricata vegetazione che sovente ne impedisce la visuale. Non sono presenti nuclei abitativi a ridosso delle sponde, presenti invece nel tratto più a valle, in corrispondenza delle opere SL08 ed SL09 appena a monte della confluenza nel San Lorenzo.

## 2.7 **Idrologia di Piena**

Per il bacino in esame sono state effettuate le valutazioni delle portate di piena con diverse probabilità di accadimento nelle sezioni riportate nella Tav. 14 (Carta delle sezioni di stima delle portate).

Le portate di piena sono state calcolate applicando diversi approcci metodologici, in modo da consentire di analizzare le eventuali differenze tra le stime ottenute.

In particolare si è fatto riferimento alle seguenti metodologie:

1. metodi derivanti dall'applicazione dei risultati descritti nello "Studio di regionalizzazione delle portate di piena dei bacini della Liguria" svolto dal CIMA, Centro di ricerca In Monitoraggio Ambientale dell'Istituto di Idraulica dell'Università di Genova (1999), cui si rimanda per ogni approfondimento.
  - 1a: come primo approccio si è innanzitutto proceduto all'applicazione della metodologia contenuta nel rapporto di sintesi "Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri- valori di portata al colmo di piena, con assegnato periodo di ritorno, per i bacini idrografici con foce al mar Tirreno" (Marzo 1999), basata sull'impiego dei coefficienti tabellati per tutti i bacini liguri di dimensioni maggiori di 5 Km<sup>2</sup>. Il metodo, definito nel seguito come "CIMA tabelle", consente di calcolare la portata per ogni singolo sottobacino a partire dai valori tabulati per il bacino principale.
  - 1b: a scopo di confronto si è inoltre applicato anche il metodo consigliato dal "Rapporto Finale CIMA" (Luglio 1999) per la stima delle portate di piena in piccoli bacini. Il metodo consente di ricostruire la linea segnalatrice di probabilità pluviometrica sulla base della posizione geografica del bacino di interesse. Indica le procedure per la determinazione della precipitazione efficace, del tempo di risposta del bacino e del valore della portata indice (T = 2.9 anni). La stima delle portate con assegnato tempo di ritorno si può quindi ottenere attraverso l'applicazione dei fattori di crescita delle portate (vedi tab. 6.1 rapporto finale CIMA). E' opportuno specificare che per la stima del coefficiente rappresentativo della capacità di assorbimento del suolo (CN = Curve Number) si è adottata la semplificazione suggerita dallo stesso rapporto CIMA, basata sul calcolo della media ponderata dei valori associati alle seguenti quattro classi:

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

2. metodo "razionale": si è proceduto alla stima di portata mediante la classica formula razionale. Per le precipitazioni si è fatto riferimento alle curve pluviometriche precedentemente ricavate secondo le metodologie suggerite dallo Studio CIMA. Per la stima del coefficiente di deflusso è stata mantenuta la medesima suddivisione del bacino nelle classi sopra riportate, assegnando ad ognuna un opportuno valore del coefficiente di deflusso  $\phi$  e calcolandone la media ponderata;
3. curva inviluppo delle portate di piena dei corsi d'acqua liguri con versante tirrenico (Cati, 1970).

Come suggerito dal rapporto CIMA, 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 è poi adottato, per bacini aventi area minore di  $2 \text{ km}^2$ , un contributo unitario costante pari a quello ottenuto con riferimento a superfici scolanti aventi area drenata pari a  $2 \text{ km}^2$ .

Appurato che l'ordine di grandezza delle stime fornite dai vari metodi è sostanzialmente confrontabile, si è deciso di assumere come portate di riferimento il massimo tra i due valori calcolati mediante l'applicazione delle due metodologie proposte dallo Studio CIMA e sopra descritte.

La tabella riassuntiva della stima dei valori delle portate per i diversi tempi di ritorno è di seguito irappresentata nella Tab. 2.6.1., dove si riportano le superfici dei sottobacini sottesi e si propone anche un confronto con i valori forniti dalla curva inviluppo che ha costituito in questi anni il principale riferimento per le scelte progettuali in ambito ligure. I valori qui riportati sono quelli utilizzati nelle verifiche idrauliche effettuate.

Nella Tab. 2.6.2 sono elencati i valori dei parametri caratteristici dei sottobacini sottesi dalle sezioni di calcolo delle portate.

Nella Tab. 2.6.3 sono riportati i risultati dei calcoli idrologici effettuati con i diversi metodi applicati e sopra brevemente descritti.

Nella figura 2.6.1 è illustrato il confronto tra tali valori e la curva inviluppo per  $T_r = 200$  anni.

		5	10	30	50	100	200	500			
		KT	1.29	1.79	2.9	3.47	4.25	5.02	6.04		
		max (CIMA)									
sigla SEZ	A tot [km <sup>2</sup> ]	Q2.9 [m <sup>3</sup> /s]	Q5 [m <sup>3</sup> /s]	Q10 [m <sup>3</sup> /s]	Q30 [m <sup>3</sup> /s]	Q50 [m <sup>3</sup> /s]	Q100 [m <sup>3</sup> /s]	Q200 [m <sup>3</sup> /s]	Q500 [m <sup>3</sup> /s]	QCati [m <sup>3</sup> /s]	
QSL_01	4.25	23.2	29.9	41.5	67.2	80.4	98.4	116.3	139.9	140.9	
QSL_02	4.14	22.7	29.3	40.7	65.9	78.8	96.5	114.0	137.2	137.9	
QSL_03	2.14	13.8	17.9	24.8	40.2	48.0	58.8	69.5	83.6	77.7	
QSL_04	1.99	13.1	16.9	23.4	38.0	45.4	55.7	65.7	79.1	72.7	
QSL_05	1.87	12.3	15.9	22.0	35.7	42.7	52.3	61.8	74.3	68.9	
QSL_06	0.57	3.8	4.8	6.7	10.9	13.0	15.9	18.8	22.7	23.0	
QSL_07	0.15	1.0	1.3	1.8	2.9	3.4	4.2	5.0	6.0	6.2	
QSL_08	1.29	8.5	11.0	15.2	24.6	29.5	36.1	42.6	51.3	49.6	
QSL_09	0.54	3.6	4.6	6.4	10.3	12.3	15.1	17.8	21.5	21.9	
QSL_10	0.35	2.3	3.0	4.1	6.7	8.0	9.8	11.6	13.9	14.4	
QSL_11	0.17	1.1	1.4	2.0	3.2	3.9	4.8	5.6	6.8	7.1	
QRS_01	1.99	13.1	16.9	23.4	38.0	45.4	55.7	65.7	79.1	72.7	
QRS_02	1.9	12.5	16.1	22.4	36.3	43.4	53.1	62.8	75.5	69.9	
QRS_03	1.83	12.0	15.5	21.6	34.9	41.8	51.2	60.5	72.7	67.7	
QBM_01	6.8	33.0	42.5	59.0	95.6	114.3	140.0	165.4	199.0	205.4	
QBM_02	6.34	31.3	40.3	56.0	90.7	108.5	132.9	157.0	188.8	194.4	
QBM_03	6.25	30.9	39.9	55.4	89.7	107.3	131.5	155.3	186.8	192.2	
QBM_04	4.67	24.9	32.1	44.5	72.1	86.3	105.7	124.8	150.2	152.1	
QBM_05	4.56	24.4	31.5	43.7	70.8	84.7	103.8	122.6	147.5	149.2	
QBM_06	4.32	23.4	30.2	42.0	68.0	81.4	99.7	117.7	141.6	142.8	
QBM_07	4.28	23.3	30.0	41.7	67.5	80.8	99.0	116.9	140.6	141.7	
QBM_08	3.11	18.3	23.6	32.8	53.1	63.6	77.9	92.0	110.7	108.3	
QBM_09	0.96	6.3	8.1	11.3	18.3	21.9	26.8	31.7	38.2	37.8	
QBM_10	2.1	13.7	17.6	24.4	39.6	47.4	58.0	68.5	82.5	76.3	
QBM_11	0.4	2.6	3.4	4.7	7.6	9.1	11.2	13.2	15.9	16.4	
QBM_12	0.2	1.3	1.7	2.4	3.8	4.6	5.6	6.6	7.9	8.3	
QBM_13	0.95	6.3	8.1	11.2	18.1	21.7	26.6	31.4	37.8	37.4	
QBM_14	0.87	5.7	7.4	10.2	16.6	19.9	24.3	28.7	34.6	34.5	
QBM_15	0.24	1.6	2.0	2.8	4.6	5.5	6.7	7.9	9.5	9.9	
QBM_16	0.24	1.6	2.0	2.8	4.6	5.5	6.7	7.9	9.5	9.9	
QBM_17	0.69	4.5	5.9	8.1	13.2	15.8	19.3	22.8	27.4	27.7	
QFM_01	0.3	2.0	2.5	3.5	5.7	6.9	8.4	9.9	11.9	12.4	
QFM_02	0.15	1.0	1.3	1.8	2.9	3.4	4.2	5.0	6.0	6.2	

Tab. 2.6.1 - Valori delle portate al colmo calcolate per le sezioni di interesse (Tav. 14) applicando i diversi metodi

CN				
67	75	87	92	
Cd Razionale				
0.45	0.55	0.7	0.85	

**Ipotesi adottata per zonazione coeff.assorbimento**

Tipo A rapporto Cima = classe E3 carta elementi a rischio

Tipo B rapporto Cima = classe E2 carta elementi a rischio

Tipo C rapporto Cima = classe E1 carta elementi a rischio

Tipo D rapporto Cima = classe E0 carta elementi a rischio

sigla SEZ	A E0 [km2]	A E1 [km2]	A E2 [km2]	A E3 [km2]	A tot [km2]	CN med	Cd Razionale	Zmin [m slm]	Zmed [m slm]	L [Km]	long. [gradi]
QSL_01	2.028	1.940	0.054	0.229	4.25	72.25	0.52	0.20	187.87	3.101	9.4821
QSL_02	2.000	1.900	0.054	0.186	4.14	72.06	0.52	2.99	190.95	2.777	9.4824
QSL_03	0.688	1.292	0.048	0.112	2.14	73.59	0.54	4.17	169.94	2.513	9.4910
QSL_04	0.677	1.213	0.048	0.051	1.99	73.01	0.53	11.64	178.61	2.077	9.4915
QSL_05	0.639	1.163	0.032	0.036	1.87	72.80	0.52	11.64	182.48	2.043	9.4913
QSL_06	0.154	0.409	0.008	0.000	0.57	73.01	0.53	15.12	171.35	1.563	9.4855
QSL_07	0.075	0.075	0.001	0.000	0.15	71.10	0.50	154.02	243.75	0.61	9.4834
QSL_08	0.485	0.749	0.024	0.032	1.29	72.63	0.52	12.78	188.48	1.982	9.4944
QSL_09	0.294	0.235	0.000	0.011	0.54	71.00	0.50	61.33	225.75	1.312	9.4975
QSL_10	0.127	0.211	0.000	0.012	0.35	72.69	0.52	75.00	213.88	0.925	9.4910
QSL_11	0.072	0.092	0.000	0.007	0.17	72.28	0.52	122.41	237.80	0.679	9.4890
QRS_01	1.315	0.605	0.005	0.065	1.99	70.30	0.49	4.37	214.62	2.706	9.4745
QRS_02	1.321	0.573	0.005	0.001	1.90	69.48	0.48	11.99	223.09	2.318	9.4743
QRS_03	1.269	0.555	0.005	0.000	1.83	69.49	0.48	12.55	228.76	2.25	9.4741
QBM_01	4.322	2.096	0.145	0.237	6.80	70.76	0.50	0.43	261.58	4.375	9.5126
QBM_02	4.243	1.878	0.115	0.104	6.34	70.14	0.49	9.01	272.84	3.869	9.5126
QBM_03	4.209	1.829	0.115	0.097	6.25	70.10	0.49	11.46	275.68	3.732	9.5126
QBM_04	3.023	1.444	0.115	0.088	4.67	70.44	0.49	13.81	285.20	3.641	9.5151
QBM_05	3.005	1.369	0.115	0.071	4.56	70.29	0.49	20.05	289.88	3.391	9.5151
QBM_06	2.879	1.277	0.102	0.063	4.32	70.20	0.49	33.70	298.77	3.165	9.5151
QBM_07	2.853	1.272	0.102	0.054	4.28	70.17	0.49	47.89	301.03	3.007	9.5151
QBM_08	2.382	0.636	0.065	0.027	3.11	69.27	0.48	50.00	323.82	2.884	9.5186
QBM_09	0.789	0.171	0.000	0.000	0.96	68.43	0.47	75.00	286.58	2.058	9.5170
QBM_10	1.573	0.439	0.065	0.022	2.10	69.56	0.48	100.00	346.30	2.543	9.5210
QBM_11	0.394	0.000	0.000	0.006	0.40	67.39	0.46	196.40	412.21	1.385	9.5250
QBM_12	0.182	0.018	0.000	0.000	0.20	67.71	0.46	193.02	391.69	1.163	9.5232
QBM_13	0.783	0.167	0.000	0.000	0.95	68.41	0.47	75.00	288.61	1.964	9.5170
QBM_14	0.720	0.150	0.000	0.000	0.87	68.37	0.47	100.00	302.21	1.748	9.5183
QBM_15	0.240	0.000	0.000	0.000	0.24	67.00	0.45	209.04	368.90	0.978	9.5221
QBM_16	0.191	0.049	0.000	0.000	0.24	68.65	0.47	201.39	373.56	1.068	9.5229
QBM_17	0.636	0.045	0.005	0.004	0.69	67.82	0.46	205.42	416.90	1.583	9.5238
QFM_01	0.055	0.144	0.029	0.072	0.30	78.77	0.62	5.81	133.59	1.319	9.5009
QFM_02	0.050	0.064	0.029	0.007	0.15	75.46	0.56	52.06	172.49	0.913	9.5023

Tab. 2.6.2 – Parametri caratteristici dei sottobacini utilizzati per il calcolo delle portate

sigla SEZ	A tot [km2]	PIOGGE		"semplificato" A <sub>min</sub> =2 km <sup>2</sup> (Rapporto CIMA)										CIMA "Tabella" A <sub>min</sub> =2 km <sup>2</sup>										metodo Razionale (area effettiva)									
		correz. q <sub>z,s</sub> = 1,060 D <sub>area media</sub> = 0,390		E1 (x) [mm]	φ <sub>z,s</sub> [mm/fore]	Tc CIMA [fore]	hc [mm]	CN	CF CIMA	Φ CIMA	Q <sub>z,s</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>z,u</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>z,an</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>z,s</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>z,u</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>z,an</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Tc Giandottoli [fore]	hc [mm]	Cd annuale	Q <sub>z,s</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>z,u</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>z,an</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>z,s</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>z,u</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>z,an</sub> [m <sup>3</sup> /s]								
		50	200																							500	KT	50	200	500	KT	50	200
QSL_01	4.25	39.443	41.810	0.8066	38.448	72.25	0.1026	0.3464	21.05	73.05	105.68	127.15	23.16	80.38	116.28	139.91	1.1789	44.551	0.520	23.19	80.46	116.41	140.06	23.19	80.46	116.41	140.06						
QSL_02	4.14	39.442	41.809	0.7994	38.312	72.06	0.1023	0.3449	20.53	71.24	103.06	124.00	22.71	78.81	114.01	137.18	1.1218	43.726	0.517	23.11	80.21	116.03	139.61	23.11	80.21	116.03	139.61						
QSL_03	2.14	39.422	41.787	0.6450	35.218	73.59	0.1050	0.3441	12.06	41.86	60.56	72.86	13.85	48.04	69.51	83.63	0.9341	40.690	0.537	13.87	48.11	69.61	83.75	13.87	48.11	69.61	83.75						
QSL_04	1.99	39.420	41.786	0.6318	34.935	73.01	0.1039	0.3398	11.22	38.92	56.31	67.75	13.09	45.44	65.74	79.09	0.8472	39.170	0.527	13.44	46.64	67.47	81.18	13.44	46.64	67.47	81.18						
QSL_05	1.87	39.421	41.786	0.6318	34.936	72.80	0.1036	0.3386	10.50	36.45	52.73	63.44	12.31	42.70	61.77	74.32	0.8152	38.604	0.524	12.84	44.56	64.47	77.57	12.84	44.56	64.47	77.57						
QSL_06	0.57	39.435	41.801	0.6318	34.948	73.01	0.1039	0.3398	3.21	11.15	16.14	19.41	3.75	13.02	18.83	22.65	0.5365	32.788	0.525	5.07	17.58	25.44	30.60	5.07	17.58	25.44	30.60						
QSL_07	0.15	39.440	41.806	0.6318	34.952	71.10	0.1007	0.3293	0.82	2.84	4.11	4.95	0.99	3.43	4.96	5.96	0.3252	26.975	0.501	1.73	5.99	8.67	10.43	1.73	5.99	8.67	10.43						
QSL_08	1.29	39.413	41.778	0.6318	34.929	72.63	0.1033	0.3376	7.22	25.07	36.26	43.63	8.49	29.46	42.61	51.27	0.7088	36.530	0.523	9.62	33.39	48.31	58.13	9.62	33.39	48.31	58.13						
QSL_09	0.54	39.406	41.770	0.6318	34.922	71.00	0.1005	0.3286	2.94	10.21	14.77	17.77	3.55	12.33	17.84	21.46	0.4784	31.332	0.502	4.92	17.06	24.68	29.69	4.92	17.06	24.68	29.69						
QSL_10	0.35	39.422	41.787	0.6318	34.936	72.69	0.1034	0.3380	1.96	6.81	9.65	11.85	2.30	7.99	11.56	13.91	0.3982	29.179	0.524	3.72	12.92	18.70	22.50	3.72	12.92	18.70	22.50						
QSL_11	0.17	39.426	41.792	0.6318	34.941	72.28	0.1027	0.3357	0.95	3.29	4.75	5.72	1.12	3.88	5.62	6.76	0.3104	26.483	0.519	2.09	7.24	10.47	12.60	2.09	7.24	10.47	12.60						
QRS_01	1.99	39.461	41.829	0.6318	34.971	70.30	0.0994	0.3251	10.74	37.26	53.93	64.89	13.09	45.44	65.74	79.09	0.8364	39.013	0.494	12.70	44.09	63.78	76.74	12.70	44.09	63.78	76.74						
QRS_02	1.9	39.462	41.829	0.6318	34.972	69.48	0.0981	0.3210	10.13	35.14	50.83	61.16	12.50	43.36	62.76	75.52	0.7735	37.842	0.481	12.39	42.98	62.18	74.82	12.39	42.98	62.18	74.82						
QRS_03	1.83	39.462	41.830	0.6318	34.972	69.49	0.0982	0.3210	9.75	33.85	48.97	58.92	12.04	41.79	60.45	72.73	0.7469	37.330	0.481	12.19	42.30	61.20	73.63	12.19	42.30	61.20	73.63						
QBM_01	6.8	39.340	41.700	0.9541	40.942	70.76	0.1002	0.3452	30.22	104.87	151.72	182.54	32.95	114.35	165.42	199.03	1.3144	46.392	0.500	33.25	115.36	166.89	200.80	33.25	115.36	166.89	200.80						
QBM_02	6.34	39.340	41.700	0.9298	40.534	70.14	0.0992	0.3407	28.25	98.02	141.80	170.61	31.27	108.49	156.96	188.85	1.2217	45.087	0.491	31.81	110.37	159.66	192.11	31.81	110.37	159.66	192.11						
QBM_03	6.25	39.340	41.700	0.9250	40.451	70.10	0.0991	0.3402	27.89	95.79	140.03	168.48	30.93	107.34	155.28	186.83	1.1995	44.765	0.490	31.66	109.87	158.95	191.24	31.66	109.87	158.95	191.24						
QBM_04	4.67	39.328	41.687	0.8335	38.828	70.44	0.0996	0.3374	22.02	76.42	110.55	133.02	24.86	86.26	124.80	150.15	1.0703	42.806	0.495	25.59	88.80	128.46	154.57	25.59	88.80	128.46	154.57						
QBM_05	4.56	39.328	41.687	0.8266	38.703	70.29	0.0994	0.3363	21.54	74.75	108.13	130.10	24.42	84.73	122.58	147.49	1.0371	42.283	0.493	25.37	88.02	127.34	153.21	25.37	88.02	127.34	153.21						
QBM_06	4.32	39.328	41.687	0.8112	38.420	70.20	0.0993	0.3349	20.56	71.34	103.21	124.18	23.46	81.37	117.71	141.63	1.0028	41.733	0.491	24.46	84.89	122.81	147.76	24.46	84.89	122.81	147.76						
QBM_07	4.28	39.328	41.687	0.8066	38.372	70.17	0.0992	0.3346	20.39	70.76	102.36	123.16	23.29	80.80	116.89	140.65	1.0045	41.760	0.491	24.18	83.92	121.40	146.07	24.18	83.92	121.40	146.07						
QBM_08	3.11	39.311	41.669	0.7262	36.760	69.27	0.0978	0.3253	15.37	53.35	77.18	92.86	18.33	63.59	92.00	110.69	0.8957	39.283	0.479	18.86	65.45	94.89	113.92	18.86	65.45	94.89	113.92						
QBM_09	0.96	39.318	41.678	0.6318	34.845	68.43	0.0966	0.3154	5.01	17.38	25.14	30.25	6.32	21.92	31.71	38.16	0.6021	34.195	0.468	7.07	24.52	35.48	42.68	7.07	24.52	35.48	42.68						
QBM_10	2.1	39.299	41.657	0.6413	35.030	69.56	0.0983	0.3215	11.07	38.40	55.55	66.83	13.65	47.37	68.53	82.45	0.7655	37.534	0.483	13.77	47.80	69.15	83.20	13.77	47.80	69.15	83.20						
QBM_11	0.4	39.280	41.637	0.6318	34.811	67.39	0.0950	0.3103	2.05	7.12	10.30	12.39	2.63	9.13	13.21	15.90	0.3920	28.898	0.456	3.73	12.93	18.71	22.51	3.73	12.93	18.71	22.51						
QBM_12	0.2	39.289	41.646	0.6318	34.818	67.71	0.0955	0.3118	1.03	3.58	5.16	6.29	1.32	4.57	6.61	7.95	0.3134	26.487	0.459	2.15	7.46	10.79	12.98	2.15	7.46	10.79	12.98						
QBM_13	0.95	39.318	41.678	0.6318	34.845	68.41	0.0965	0.3152	4.95	17.19	24.87	29.93	6.25	21.69	31.38	37.76	0.5854	33.823	0.468	7.11	24.67	35.89	42.94	7.11	24.67	35.89	42.94						
QBM_14	0.87	39.312	41.671	0.6318	34.839	68.37	0.0965	0.3151	4.53	15.73	22.76	27.39	5.72	19.87	28.74	34.58	0.5584	33.201	0.467	6.69	23.23	33.80	40.43	6.69	23.23	33.80	40.43						
QBM_15	0.24	39.294	41.652	0.6318	34.823	67.00	0.0945	0.3085	1.22	4.25	6.15	7.39	1.58	5.48	7.93	9.54	0.3388	27.308	0.450	2.41	8.37	12.11	14.57	2.41	8.37	12.11	14.57						
QBM_16	0.24	39.290	41.647	0.6318	34.820	68.55	0.0969	0.3163	1.26	4.36	6.30	7.58	1.58	5.48	7.93	9.54	0.3393	27.322	0.471	2.52	8.74	12.85	15.22	2.52	8.74	12.85	15.22						
QBM_17	0.69	39.286	41.643	0.6318	34.816	67.82	0.0956	0.3123	3.56	12.36	17.88	21.52	4.54	15.76	22.79	27.42	0.4897	31.522	0.461	5.67	19.67	28.46	34.24	5.67	19.67	28.46	34.24						
QFM_01	0.3	39.396	41.759	0.6318	34.913	78.77	0.1155	0.3775	1.88	6.51	9.42	11.34	1.97	6.85	9.91	11.92	0.4611	30.876	0.618	3.44	11.93	17.26	20.77	3.44	11.93	17.26	20.77						
QFM_02	0.15	39.389	41.752	0.6318	34.907	75.46	0.1085	0.3545	0.88	3.06	4.42	5.32	0.99	3.43	4.96	5.96	0.3325	27.174	0.560	1.90	6.59	9.54	11.48	1.90	6.59	9.54	11.48						

Tab. 2.6.3 – dettaglio dei valori di portata calcolati con i diversi metodi

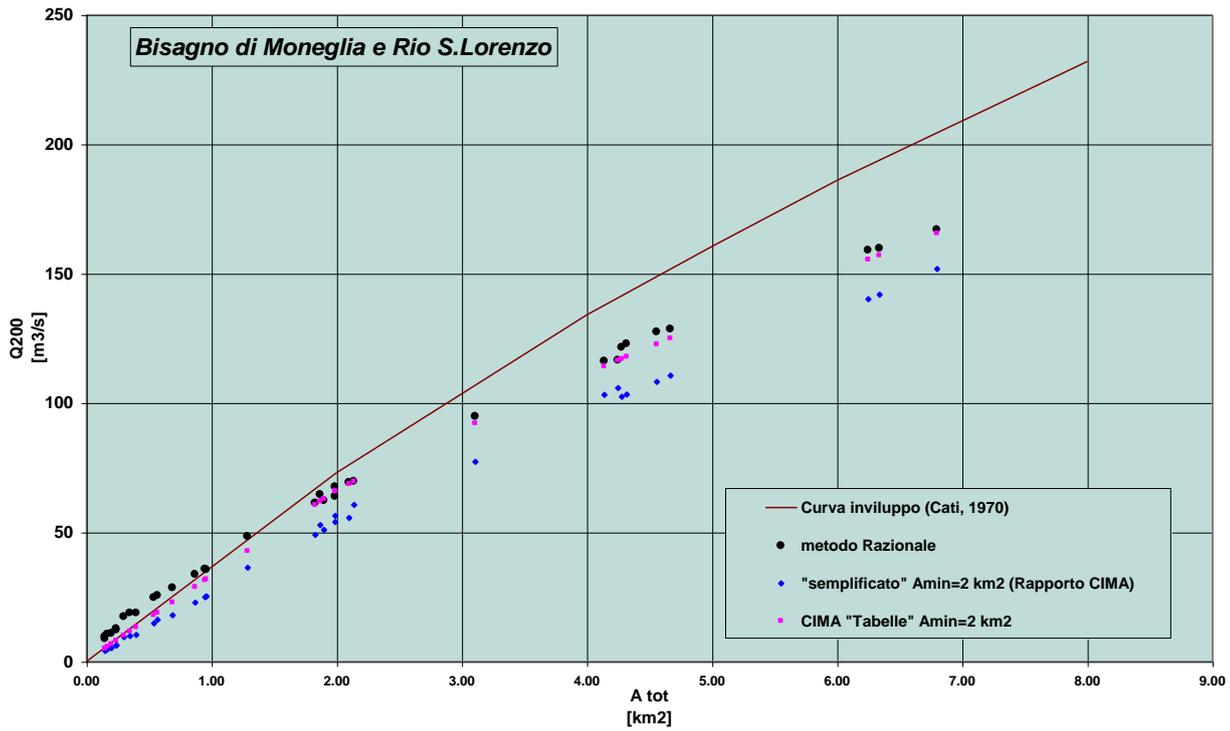


Fig. 2.6.1 - Confronto tra i valori di portata  $Q_{200}$  ottenuti applicando le diverse metodologie

### 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, dovrebbero essere tenuti in considerazione tutti i processi fisici che possano causare situazioni di pericolosità nonché le loro interazioni.

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, comunque, compatibile con quanto rischiato dal D.L. 180/98 sulla perimetrazione delle aree a rischio.

La carta di pericolosità nel presente piano viene determinata, quindi, come insieme 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 come carte di pericolosità idraulica e geomorfologica.

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

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

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

del terreno che è possibile definire solo attraverso specifiche indagini geognostiche ed approfondimenti sul campo.

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

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

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, oltretutto da quelle locali. Ad esempio qualora, un'area a bassa suscettività si trovi a valle di un corpo di frana la sua reale pericolosità potrà essere determinata solo a seguito di un'analisi approfondita che riesca a ipotizzare la possibile evoluzione (in termini spaziali, volumetrici e di velocità di movimento) del dissesto.

L'analisi incrociata delle carte della suscettività al dissesto di versante, della franosità reale, delle fasce di inondabilità e 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 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 (o a scala ancora più ampia):

- una rete di misura pluviometrica razionalmente distribuita a scala di ambito e misuratori di portata per i principali corsi d'acqua
- un sistema di monitoraggio del trasporto solido (sia in sospensione che di fondo) per valutazioni quantitative circa l'effetto dei fenomeni erosivi superficiali e di perdita di suolo, particolarmente incidenti sul bacino ed in relazione anche alle interconnessioni con le criticità idrauliche
- una campagna geognostica e di monitoraggio dei fenomeni franosi di particolare rilevanza o rappresentatività (es. R4 e R3 ai sensi della D.G.R. 1444/99), al fine di estrinsecare compiutamente la pericolosità territoriale e quantificare il grado di rischio
- approfonditi rilevamenti geologico strutturali per una più accurata definizione delle condizioni giaciture e dello stato di fratturazione della roccia
- organizzazione di un piano di previsione della cartografia e delle banche dati che preveda in particolare un periodico aggiornamento della franosità reale anche attraverso appositi voli a seguito di eventi alluvionali di particolare intensità.

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

## 3.2 Problematiche di tipo geomorfologico

### 3.2.1 *Suscettività al dissesto dei versanti*

Nell'ambito dell'analisi del bacino è stata valutata la suscettività al dissesto dei versanti applicando la metodologia proposta dalla Autorità di Bacino.

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

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

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

<i>Tematismo</i>	<i>Variabile</i>	<i>Tipo</i>
Carta geolitologica	Litologia	Principale
	Contatti	Aggravante
Carta geomorfologica	Coltri potenti	Principale
	Coltri sottili	Principale
	Granulometria delle coltri	Principale
	Stato della roccia	Principale
	Erosione concentrata di fondo	Aggravante
	Erosione spondale	Aggravante
	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
	Frane relitte / Paleofrane	Principale
	Franosità diffusa	Principale
	D.G.P.V.	Aggravante

Tab. 3.2.1.1 - Tabella riepilogativa delle variabili considerate

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.

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 è avvenuta su base statistica eseguita sulla base della formulazione di Guida et al., che consente di individuare in maniera oggettiva un peso di suscettività sulla base della franosità reale ( $\psi$ ):

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

dove:

$$K = \Sigma A''n / A_T$$

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

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

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

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

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

Relativamente al bacino del T. Bisagno e rio S. Lorenzo i dati ottenuti attraverso l'analisi sopra descritta sono sintetizzati nella sottostante tabella:

<i>Tipo</i>	<i>Area (mq) [A'n]</i>	<i>Area in frana (mq) [A''n]</i>
ar GOT	3.383.000	497.749
ag LVG	6.768.000	461.853
ag GIC	2.396.000	79.714
gb BVG	58.000	0
sr BVG	40.000	0
Bacino idrografico	12.645.000	1.039.316

Tab. 3.2.1.3 - Superfici di affioramento delle litologie

#### CARTA GEOLITOLOGICA

<i>Peso</i>	<i>Litologia</i>
10	Arenarie del Monte Gottero
5	Argilliti della formazione di Val Lavagna
2	Argille a palombini del Lago di Giacopiane
0	Gabbri dell'Unità Bracco Val Graveglia
0	Serpentiniti dell'Unità Bracco Val Graveglia

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

**CARTA GEOMORFOLOGICA - STATO DELLA ROCCIA**

<i>Peso</i>	<i>Stato della roccia</i>
0	Roccia massiccia, non fratturata o con disposizione favorevole rispetto al versante
2	Roccia con caratteristiche strutturali non visibili
5	Roccia con disposizione sfavorevole rispetto al pendio
7	Roccia fratturata

**CARTA GEOMORFOLOGICA - COLTRI**

<i>Peso</i>	<i>Tipo coltre</i>
10	Coltri potenti su ag LVG
10	Coltri potenti fini su ag LVG
8	Coltri potenti grossolane su ag LVG
9	Coltri potenti su ag GIC
9	Coltri potenti fini su ag GIC
8	Coltri potenti fini su ag GIC
7	Coltri potenti su sr BVG
7	Coltri potenti fini su sr BVG
6	Coltri potenti grossolane su sr BVG
7	Coltri potenti su gb BVG
7	Coltri potenti fini su gb BVG
6	Coltri potenti grossolane su gb BVG
7	Coltri potenti su ar GOT
7	Coltri potenti fini su ar GOT
6	Coltri potenti grossolane su ar GOT
5	Coltri medie grossolane su ag LVG
6	Coltri medie fini su ag LVG
6	Coltri medie su ag LVG
5	Coltri medie grossolane su ag GIC
6	Coltri medie fini su ag GIC
6	Coltri medie su ag GIC
4	Coltri medie grossolane su sr BVG
5	Coltri medie fini su sr BVG
5	Coltri medie su sr BVG
4	Coltri medie grossolane su gb BVG
5	Coltri medie fini su gb BVG
5	Coltri medie su gb BVG
4	Coltri medie grossolane su ar GOT
5	Coltri medie fini su ar GOT
5	Coltri medie su ar GOT

**CARTA DELL'ACCLIVITA'**

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

-5	Acclività < 20% su coltre affiorante
3	Acclività > 20% < 35% su coltre affiorante
4	Acclività > 35% < 50% su coltre affiorante
6	Acclività > 50% < 75% su coltre affiorante
7	Acclività > 75% su coltre affiorante
-5	Acclività < 20% su alluvioni
3	Acclività > 20% < 50% su alluvioni
4	Acclività > 50% < 75% su alluvioni
7	Acclività > 75% su alluvioni

**CARTA DELL'USO SUOLO**

<i>Peso</i>	<i>Classe uso del suolo</i>
0	Urbanizzato continuo e discontinuo
0	Seminativo
2	Ex coltivi
-1	Uliveti terrazzati
0	Terrazzi
0	Prati e pascoli
2	Roccia affiorante o subaffiorante
0	Arbusteti
-1	Boschi

**FATTORI PEGGIORATIVI**

<i>Peso</i>	<i>Fattore peggiorativo</i>
2	DGPV
1	Erosione concentrata di fondo
1	Ruscellamento diffuso
1	Contrasti di permeabilità
1	Aree di impregnazione
1	Erosione spondale

I pesi relativi alle coltri sono stati differenziati oltre che sulla base della potenza e della granulometria, anche tenendo conto della tipologia del substrato, soprattutto in relazione alla sua permeabilità; pertanto si è ritenuto opportuno assegnare un peso maggiore alle coltri potenti fini su substrato impermeabile (Argilliti della formazione della Val Lavagna e argille a palombini del lago di Giacopiane) in quanto in condizioni di forte impregnazione presenterebbero un drenaggio scarso ed una potenziale superficie di scorrimento in corrispondenza del passaggio al substrato. Le coltri indistinte da un punto di vista granulometrico sono state assimilate a quelle fini, adottando quindi un criterio conservativo nei confronti della sicurezza.

Particolare attenzione è stata posta sull'assetto strutturale della roccia attribuendo un valore pari al 70% del peso massimo agli affioramenti con condizioni scadenti di conservazione. Questa scelta deriva dal fatto che si è osservato come in corrispondenza di queste aree si verifici la maggior concentrazione di frane, prevalentemente di tipo puntuale.

Fra gli elementi aggravanti che possono innescare processi gravitativi è stato attribuito un peso più elevato alla DGPV a seguito delle medesime considerazioni espresse per la roccia fratturata nel precedente capoverso.

Per quanto riguarda i pesi assegnati alla carta dell'acclività è stata introdotta l'assegnazione di pesi negativi per le aree meno acclivi (< 11,3°), in ragione del fatto che nelle aree con queste caratteristiche di pendenza i dati raccolti consentono ragionevolmente di escludere l'insacco di movimenti di massa.

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

Fra i "fattori aggravanti" è stata inclusa la voce "franosità diffusa", che non è inclusa nelle Raccomandazioni cui si è fatto fino ad ora riferimento, in quanto si è ritenuto importante per la finalità del presente lavoro tenere in debito conto 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 (ELEVATA, 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 ELEVATA) mentre le seconde vengono direttamente inserite in classe di suscettività ELEVATA.

L'ultimo passaggio previsto nel percorso descritto è quello della delimitazione ed assegnazione ad una categoria speciale delle aree interessate dalla presenza di cave, discariche o grandi riporti che si è ritenuto opportuno trattare separatamente rispetto ai versanti naturali, sia per quanto riguarda gli aspetti di suscettività che per i regimi normativi.

<b>CLASSE DI SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO</b>	<i>sigla</i>	<i>range</i>
Molto bassa	<b>Pg0</b>	<b>Pg0&lt;9</b>
Bassa	<b>Pg1</b>	<b>10&lt;=Pg1&lt;13</b>
Media	<b>Pg2</b>	<b>14&lt;=Pg2&lt;18</b>
Elevata	<b>Pg3b</b>	<b>Pg3b&gt;=19</b>

Tab. 3.2.1.4 – Corrispondenza delle classi di suscettività con i pesi

### **CLASSI SOVRAIMPOSTE**

<b>Frane attive</b>	<b>Molto elevata</b>	Pg4
<b>Frana quiescente</b>	<b>elevata</b>	Pg3a
<b>Frana relitta o stabilizzata e DGPV</b>	<b>elevata</b>	Pg3b
<b>Area a franosità diffusa attiva</b>	<b>elevata</b>	Pg3a

<b>Area a franosità diffusa quiescente</b>	<b>elevata</b>	<b>Pg3b</b>
<b>Frana superficiale – Soil Slip quiescente</b>	<b>elevata</b>	<b>Pg3b</b>
<b>Cave attive, miniere attive e discariche in esercizio</b>	<b>Area speciale</b>	<b>Tipo A</b>
<b>Ex cave, ex miniere</b>	<b>Area speciale</b>	<b>Tipo B1</b>
<b>ex discariche e riporti antropici</b>	<b>Area speciale</b>	<b>Tipo B2</b>

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

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

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

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

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

A seguito dell’applicazione di un’analisi territoriale di tipo “iterativo” eseguita affinando gradualmente sia i pesi delle variabili considerate sia il taglio delle classi, si è pervenuti ad un risultato soddisfacente e rispondente ai controlli e alle tarature eseguite sul terreno. Si deve però tenere in considerazione che, in ragione della scala del rilevamento e della molteplicità delle situazioni riscontrate (spesso non cartografabili), nonché dei metodi statistici usufruiti, le rappresentazioni fornite costituiscono un’approssimazione indicativa, seppur meditata e criticamente elaborata.

Non dovrà quindi meravigliare se in zone fatte ricadere in una determinata classe, in sede di rilevamento di dettaglio, emergeranno situazioni localizzate diversamente classificabili. In corrispondenza di piogge forti e concentrate si possono sviluppare lungo i versanti fenomeni di instabilità del terreno di copertura superficiale che in grandissima prevalenza corrispondono tipologicamente a colamenti rapidi. Si tratta in genere di movimenti di ridotte dimensioni, difficilmente determinabili, che in rapporto alle caratteristiche dell’evento possono raggiungere elevate concentrazioni per unità di superficie. La carta non deve essere quindi utilizzata per valutazioni di stabilità di un singolo sito, per i quali studi ed indagini geologico-geotecnico di livello puntuale devono comunque essere realizzate. Modificazioni più o meno drastiche dell’andamento e della distribuzione della franosità possono realizzarsi per effetto di variazioni delle condizioni meteorologiche, ovvero in relazione all’accadimento di eventi rari.

La validità della carta comunque è stata dimostrata a seguito delle intense precipitazioni avvenute nel mese di Novembre, precipitazioni che hanno provocato piene con tempi di ritorno di 25 anni. Al di là di una buona tenuta globale del territorio, si è riscontrata una corrispondenza tra i locali dissesti verificatesi (principalmente rotture del manto stradale) e le fasce di pericolosità medio – alte.

Dall’analisi della carta della pericolosità è emerso che:

- le zone a suscettività alta e molto alta sono presenti particolarmente lungo la costa di Castagnola e sui versanti dei Monti Salto del Cavallo, Pian del Lupo e Mezzama.

Queste zone sono caratterizzate da substrato alterato, da acclività elevate e sono sede di fenomeni d'erosione, sia incanalata che diffusa, oltre che di movimenti franosi quiescenti e attivi (Lemoglio e Tessi).

- Zone a suscettività media sono quelle maggiormente diffuse e interessano sia le principali coperture detritiche su versanti con pendenze medio alte, che potrebbero essere sede di mobilizzazioni, con cinematismo anche veloce in prossimità di impluvi, e sia le bancate arenacee che non rientrano in classe alta.
- Zone a suscettività bassa interessano i suoli argillitici a bassa energia di rilievo e quelle parti di territorio nelle quali non sono presenti indicatori morfologici di processi gravitativi quiescenti.
- le zone a suscettività molto bassa caratterizzano infine i depositi alluvionali e parte del versante tra Passana e rio San Lorenzo.

Buona parte del territorio, comunque, è stata utilizzata da parte dell'uomo a scopo agricolo e abitativo. Molti sono i terrazzamenti costruiti e utilizzati come oliveti, i quali, se ben tenuti, contribuiscono ad aumentare la stabilità del versante.

### 3.3 Problematiche di tipo idraulico

#### 3.3.1 Aree storicamente inondate

Nella Tavola 9 "Carta delle aree storicamente inondate" sono state riportate le informazioni reperite nel corso del presente lavoro. Come evidenziato nella legenda, si è provveduto a cartografare sulla stessa base CTR alla scala 1:10.000 il perimetro delle aree storicamente allagate derivante dalla "Mappa del Rischio di Inondazione presente nel Territorio Regionale" – Aree Storicamente Inondate – aggiornamento 15/7/98 (Bollettino Ufficiale regione Liguria 17/2/99 Supplemento Straordinario No. 7) (per brevità denominata carta della DGR 2615/98).

L'informazione originale derivata dalla DGR 2615/98 è alla scala 1:25.000.

Come si può notare le aree così delimitate non sono realistiche, in quanto portano a considerare come allagate anche zone poste a quote molto elevate rispetto ai corsi d'acqua. Si ritiene pertanto che tali anomalie, derivanti probabilmente da imprecisioni nella digitalizzazione del dato originario, peraltro eseguita a scala 1:25.000, rendano non applicabile tale informazione. Si segnala pertanto che nel presente bacino si ritiene che la perimetrazione di tali aree non possa costituire indicazione valida per apporre vincoli nelle Norme di Attuazione. Avendo in questa sede effettuato l'analisi idraulica e la delimitazione delle fasce di inondabilità, si ritiene che tale informazione cartografica con evidenti incongruenze sia da ritenersi superata.

#### 3.3.2 Verifiche idrauliche

Nel presente paragrafo è riportata l'analisi delle problematiche e delle criticità idrauliche del bacino dei T. Bisagno di Moneglia e Rio S. Lorenzo.

L'indagine è stata anticipata da sopralluoghi mirati in sito che hanno consentito di orientare la scelta dei tratti di alveo e delle sezioni significative sulle quali concentrare le successive attività di verifica e di analisi.

L'approccio metodologico dell'analisi delle criticità idrauliche si è svolto secondo due diverse linee di azione, in funzione sia della conformazione morfologica e della complessità geometrica dell'alveo, sia del livello di rischio atteso. Tali linee di analisi possono essere così distinte:

- *verifiche estese*, costituite dal calcolo del profilo di rigurgito in moto permanente di tratti significativi delle aste principali, finalizzate alla redazione delle carte delle

fasce di inondabilità nelle aree di fondovalle più urbanizzate, ove le interferenze tra eventi di piena ed insediamenti possono avere conseguenze più gravi;

- *verifiche locali*, finalizzate a definire la sufficienza o meno di singole sezioni che potrebbero presentare elementi di criticità locale essenzialmente sulla rete viaria minore nel reticolo idrografico secondario.

Le zone analizzate come sopra descritto sono rappresentate nella Tav. 13 - Carta delle aree oggetto di verifiche idrauliche.

Per l'esecuzione delle verifiche idrauliche estese si è provveduto al rilievo topografico delle sezioni e di punti quotati significativi lungo i tratti esaminati. Si è avuto cura di garantire la congruenza altimetrica e planimetrica tra i rilievi eseguiti in sito e la CTR, sulla quale vengono rappresentate le fasce di inondabilità.

Le sezioni rilevate sono rappresentate nell'Allegato C1 - Carta delle tracce delle sezioni di calcolo. I rilievi topografici sono stati eseguiti dal Geom. Umberto Barillari.

Si sottolinea che l'obiettivo primario delle verifiche è stato quello di determinare il livello di criticità idraulica complessiva dei singoli tratti o manufatti esaminati, pertanto, pur mantenendo un elevato livello d'affidabilità, esse rivestono carattere qualitativo, finalizzato alla pianificazione di bacino e non tanto alla verifica o al progetto dei singoli manufatti o di sistemazioni di tratti di alveo.

### 3.3.2.1 Verifiche estese

#### 3.3.2.1.1 Metodologia di calcolo

Le verifiche idrauliche di tipo globale sono state effettuate mediante l'ausilio del *software*<sup>1</sup> HEC-RAS 2.2, che ormai costituisce uno standard per il calcolo dell'andamento dei profili di rigurgito in moto permanente gradualmente variato in alvei naturali o canali artificiali che consente anche la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombinature, briglie, stramazzi, aree golenali, ecc.

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

$$H_1 - H_2 = h_f + h_e$$

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

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

$$h_f = j_f \cdot L$$

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

<sup>1</sup> HEC-RAS, Haestad Methods Inc. - Waterbury USA.

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

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

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

dove  $Q[m^3/s]$  è la portata di calcolo e  $K$  (denominato *conveyance*) è ricavabile attraverso la seguente espressione:

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

dove  $A[m^2]$  l'area della sezione liquida,  $R[m]$  il raggio idraulico e  $n[m^{-1/3} s]$  è il parametro rappresentativo della scabrezza del fondo e delle sponde di Manning.

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

Il valore del coefficiente  $n$  è stato determinato facendo riferimento alle raccomandazioni regionali in materia; in generale si è adottato un valore pari a 0.03 per l'alveo principale e un valore di 0.05 per i flussi fuori alveo. Solo in alcune situazioni di alveo artificiale ed in buone condizioni si è adottato un valore pari a 0.02.

Per ciascuna di tali zone, oltreché per l'intera sezione di deflusso, il programma calcola il valore delle grandezze idrauliche (portata, velocità, numero di Froude, tensioni tangenziali ecc.) che caratterizzano il moto; esso consente pertanto di individuare la quota parte di portata che defluisce all'interno dell'alveo inciso e quella che compete invece alle aree golenali.

Il programma simula inoltre il deflusso attraverso ponti e tombature mediante la loro schematizzazione geometrica (impalcato, pile, setti, ecc.). La procedura di calcolo utilizzata simula il deflusso a pelo libero al di sotto dell'impalcato, il deflusso in pressione al di sotto dell'impalcato e la combinazione del deflusso in pressione e del deflusso con scavalamento dell'impalcato stesso (funzionamento a stramazzo).

I calcoli sono stati eseguiti per le tre portate di riferimento indicate dalle raccomandazioni (Q50, Q100 e Q200)

Come condizione al contorno per il tracciamento dei profili di moto permanente sono state adottate le seguenti assunzioni:

- Condizione di stato critico per la sezione più a valle del tratto di calcolo;
- Condizione di moto uniforme per la sezione più a monte del tratto di calcolo (valutata sulla base della pendenza rilevata tra sezione di monte e sezione immediatamente a valle).

### 3.3.2.1.2 Risultati delle verifiche

Per ciascun tratto esaminato sono state individuate una serie di sezioni trasversali in funzione del numero di manufatti d'attraversamento (ponti, passerelle), della presenza di

briglie o manufatti isolati (pile, tralicci, sbalzi, ecc.), e delle caratteristiche geometriche e morfologiche dell'alveo.

All'interno del modello di calcolo utilizzato le singole sezioni sono state integrate con una serie di sezioni intermedie, ottenute per interpolazione, con passo massimo generalmente di 20 metri.

Per quanto riguarda le caratteristiche dimensionali dell'alveo e dei manufatti con esso interferenti, si è fatto riferimento ai rilievi topografici appositamente effettuati.

Le verifiche sono state condotte per ciascun tratto con i valori di portata di massima piena 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale calcolati nelle sezioni idrauliche di riferimento (Tavola 14).

L'ubicazione delle sezioni idrauliche di riferimento è riportata nell'Allegato C1: *Planimetrie con tracce delle sezioni utilizzate nei calcoli*.

I risultati di ciascuna verifica sono riassunti in forma numerica e grafica nei seguenti elaborati, riportati in Allegato C:

- C2: profili longitudinali del pelo libero;
- C3: Sezioni con indicazione dei livelli di pelo libero;
- C4: tabelle di output dei calcoli idraulici.

### 3.3.2.2 Verifiche locali

Considerato che le risorse economiche a disposizione non consentivano di utilizzare le "verifiche estese in moto permanente" per analizzare tutto il reticolo idrografico, si è deciso di riservare tale metodologia ai tratti fluviali soggetti a maggior rischio, sostanzialmente coincidenti con gli attraversamenti delle aree intensamente urbanizzate.

Volendo però esaminare anche altre situazioni interessanti, generalmente perché interferenti o con infrastrutture viarie o con piccoli insediamenti decentrati, è stata individuata una procedura semplificata ("verifica locale") che potesse fornire delle valutazioni idrauliche valide almeno in prima approssimazione.

Va peraltro rilevato che la metodologia adottata è in generale da ritenersi cautelativa, soprattutto in considerazione della natura spiccatamente torrentizia dei tratti in cui le "verifiche locali" sono state applicate; con situazioni caratterizzate da pendenze particolarmente elevate e con "criticità" spesso dovute più a scarsa manutenzione dell'alveo che a sua reale insufficienza idraulica.

Alla luce di tali considerazioni è quindi evidente che le "verifiche locali" non possono essere viste come analisi esaustive delle specifiche situazioni, ma piuttosto come uno "screening" per individuare i rischi più evidenti, eventualmente da approfondire con studi di dettaglio a cura degli Enti proprietari delle opere interessate.

#### 3.3.2.2.1 Metodologia di calcolo

In assenza di variazioni significative della forma e delle dimensioni dell'alveo e di restringimenti bruschi di sezione sono state determinate le caratteristiche della corrente nelle condizioni critiche in ciascuna delle sezioni di interesse.

Poiché le sezioni esaminate sono risultate prevalentemente di forma regolare, per semplicità di calcolo sono state assimilate a sezioni rettangolari equivalenti.

Sotto tali ipotesi è stata imposta la profondità critica in corrispondenza del restringimento e valutato il livello di monte applicando l'equazione di Bernoulli nell'ipotesi di una perdita di carico pari al 50% dell'altezza cinetica.

Vista la natura torrentizia degli alvei in studio, tale scelta risulta cautelativa in quanto la corrente indisturbata presenta nella maggior parte dei casi le caratteristiche di corrente veloce ( $Fr > 1$ ). Le valutazioni effettuate sono sintetizzate nelle schede dell'Allegato C5.

### 3.3.2.3 Torrente San Lorenzo

Nell'ambito del progetto preliminare per la sistemazione idraulica del torrente San Lorenzo, predisposto dal Comune di Moneglia, è stato condotto uno nuovo studio di dettaglio sulla pericolosità idraulica allo stato attuale.

Tale studio è basato su un nuovo rilievo del corso d'acqua realizzato ad hoc e comprende oltre al tratto terminale del San Lorenzo, per una lunghezza di circa 750 m, anche il tratto terminale del suo affluente rio Sorba, per un'estensione pari a circa 50 m.

Le verifiche idrauliche sono state condotte applicando un modello monodimensionale in moto permanente gradualmente variato, utilizzando il software di calcolo HEC-RAS versione 4.1 e le portate individuate nel Piano di bacino con tempo di ritorno pari a 50, 200 e 500 anni.

All'interno del modello sono state inserite circa 80 sezioni idrauliche nel torrente San Lorenzo (indicate con numeri a partire da 31 a monte sino a 0.4 a valle) a cui si aggiungono altre 7 sezioni nel rio Sorba con lo scopo di simulare la confluenza con il torrente San Lorenzo, nonché verificare se le sezioni terminali dello stesso rio Sorba siano sufficienti al deflusso delle portate.

Quali indici di scabrezza, sono stati adottati i valori del parametro di Strickler riportati nella tabella seguente:

	alveo	golene	copertura
$K_s$ [ $m^{1/3}/s$ ]	30	20	40

Quali condizioni al contorno, è stata imposta la profondità critica in corrispondenza dei limiti di monte della modellazione, mentre al limite di valle è stata imposta una quota nota pari a 0,50 m s.l.m. al fine di simulare la presenza del mar Ligure in condizione non di calma.

Il modello idraulico di stato attuale mostra l'insufficienza idraulica della pressoché totalità delle sezioni esistenti nonché il sormonto di tutti i ponticelli e le passerelle che attraversano l'alveo, anche da parte della portata di tempo di ritorno cinquantennale.

Risulta difficile individuare tratti di maggiore e minore criticità in quanto la situazione appare piuttosto regolare, con tiranti idrici sull'attuale viabilità sino a oltre 1,50 m per la portata di tempo di ritorno duecentennale e oltre 1,00 m per la portata di tempo di ritorno cinquantennale.

Si rimarca che le fuoriuscite di portata nelle sezioni a cielo aperto, sia in destra lungo la viabilità sia in sinistra nei limitati spazi a disposizione, sono forzatamente destinate a rientrare in alveo con tempistiche estremamente limitate, il che rende sostanzialmente nullo l'effetto di laminazione della piena medesima.

Per quanto attiene invece l'imbocco della copertura terminale, tale sezione appare – seppur al limite – sufficiente al deflusso della portata cinquantennale, mentre la portata duecentennale risulta avere un tirante di circa 1,00 m, con valori, al picco di piena, di circa 15 mc/s che non riuscirebbero a defluire nella copertura, invadendo dunque l'abitato di Moneglia nella sua zona di ponente, tra l'altro come detto in precedenza ubicato mediamente a quote ribassate.

La copertura di cui in oggetto, dopo un primo tratto di circa 115 metri con impalcato sottile (30 ÷ 35 cm) è caratterizzata da un tratto terminale di circa 120 metri con presenza di

travi in c.a. ribassate, che rendono lo spessore complessivo della copertura pari a circa 115 cm, diminuendo dunque nettamente l'altezza netta disponibile al deflusso delle portate. Tale discontinuità crea una forte problematica sotto l'aspetto idraulico, andando a interferire con il deflusso di portate di tempo di ritorno anche significativamente inferiore ai 50 anni, instaurando un pericoloso andamento in pressione per una struttura ormai di non recente realizzazione.

Per quanto attiene invece il rio Sorba, si sono analizzati circa gli ultimi 50 m a partire dalla confluenza con il torrente San Lorenzo. Ad eccezione del ponticello di attraversamento della viabilità carrabile in corrispondenza della suddetta confluenza il rio Sorba presenta sezioni sufficienti a garantire il deflusso delle piene. A partire dall'attraversamento della linea ferroviaria verso valle le sezioni risultano piuttosto incassate, con arginatura sinistra a quote elevate e in destra la viabilità che costeggia il rio, anch'essa delimitata da un muro verso monte: anche eventuali lievi fuoriuscite verrebbero pertanto contenute da questo secondo muro, rientrando dunque immediatamente in alveo senza causare particolari problematiche al di là della temporanea interruzione di detta viabilità.

### **3.3.3 Aree inondabili**

Le analisi e le verifiche idrauliche effettuate lungo l'asta del T. Bisagno di Moneglia, del T. S. Lorenzo e del Rio Sorba suo affluente hanno consentito di individuare il livello di criticità di diversi tratti o sezioni d'alveo in relazione al deflusso della portata di piena con diversi periodi di ritorno.

La mappatura delle aree inondabili è un'attività complessa ed articolata che dovrebbe mirare a simulare la propagazione dei volumi d'acqua esondati sulle aree prossime al corso d'acqua interessato. Tale simulazione in linea teorica dovrebbe avvalersi di modelli matematici sofisticati di propagazione dei volumi esondati, almeno nelle aree di pianura ove le ipotesi del modello monodimensionale perdono di significato fuori dalle sezioni di calcolo. Ciò comporterebbe un costo di analisi non calibrato sui fondi disponibili nella redazione di studi pianificatori su vaste aree come quello in oggetto.

Le aree inondabili sono state quindi ottenute attraverso una metodologia semplificata a partire dai risultati delle verifiche idrauliche effettuate. La definizione delle aree inondabili si basa essenzialmente sul confronto tra le quote del pelo libero fornite dal calcolo e le quote dell'area limitrofa al corso d'acqua. Si aggiunge ovviamente a tale confronto una interpretazione il più possibile dettagliata delle singolarità topografiche e morfologiche presenti. Il risultato di tale interpretazione porta alla definizione dell'involuppo delle aree potenzialmente inondabili dalle diverse piene di riferimento: ciò non significa quindi che se si verifica una piena di un certo tempo di ritorno tutte le aree segnalate come inondabili vengono contemporaneamente allagate, ma che ognuna di esse è potenzialmente allagabile.

Le procedure di mappatura sono perciò da intendersi come strumento conoscitivo di base del Piano per quanto riguarda il rischio di inondazione.

La valutazione dei risultati della mappatura risulta di fondamentale importanza per l'avvio delle azioni proprie della programmazione territoriale finalizzate alla mitigazione degli squilibri connessi al rischio idraulico.

I risultati ottenuti sono riportati planimetricamente sulla Carta delle aree inondabili (Tavola 10).

### **3.3.4 Determinazione delle fasce fluviali**

A seguito della mappatura delle aree inondabili sono state definite le seguenti *fasce fluviali* (Tavola 11):

- Una prima fascia, la più stretta, di colore azzurro, è quella relativa all'alveo attivo, interessato da portate di magra o di morbida, solitamente frequenti e prive di alcun rischio;
- La seconda fascia, colorata in rosso (Fascia A) riporta l'area inondabile per la portata di piena con tempo di ritorno 50 anni;
- La terza fascia, segnata in giallo (Fascia B) riporta l'area inondabile per la portata di piena con tempo di ritorno 200 anni;
- La quarta fascia, colorata in verde (Fascia C) riporta l'area inondabile per la portata di piena con tempo di ritorno 500 anni. Ad essa si è accompagnata, quando più esterna, la perimetrazione delle aree storicamente inondate, rilevate come esposto al paragrafo 3.3.1; tali integrazioni sono colorate in verde più chiaro.

### 3.4 Principali criticità del bacino

In base ai risultati delle verifiche idrauliche e all'analisi geomorfologica dell'alveo principale dei T. Bisagno di Moneglia e Rio S. Lorenzo si possono rilevare le seguenti criticità:

- il T. Bisagno di Moneglia risulta, nella sua conformazione attuale, soggetto a locali esondazioni che coinvolgono il centro abitato di Moneglia. Ciò è dovuto soprattutto alla presenza di alcuni manufatti non correttamente dimensionati che creano disturbo alla corrente con conseguenti rigurgiti ed esondazioni;
- Il T. S. Lorenzo risulta, nella sua conformazione attuale, anch'esso soggetto ad esondazioni che coinvolgono il centro abitato di Moneglia. Ciò è causato anche qui dalla presenza di diversi manufatti gravemente insufficienti che creano disturbo alla corrente con conseguenti rigurgiti ed esondazioni soprattutto nella zona di confluenza con il Rio Sorba. Tale zona risulta essere un nodo critico, in quanto vi è la presenza di numerose particolarità (confluenza, presenza di attraversamenti insufficienti, densa urbanizzazione, ecc.). Le eventuali esondazioni in questa zona possono causare allagamento di una buona parte del centro abitato posto più a valle in destra idrografica, a causa delle condizioni topografiche locali (il centro urbano si trova a quote inferiori rispetto ai punti di possibile fuoriuscita della corrente).

Le principali criticità di tipo geologico-geomorfologico emerse dagli studi e dalle analisi effettuate sono da ricondursi sia a fattori di carattere regionale, e che contraddistinguono la maggior parte dei bacini Liguri, sia a particolari situazioni locali.

Il bacino di Moneglia è un bacino in erosione in quanto i suoi maggiori rii e torrenti sono in fase di ringiovanimento; ciò determina l'instaurarsi di processi gravitativi che hanno nell'azione dilavatrice delle acque, sia incanalate che diffuse, una delle loro principali cause innescanti.

Il fattore antropico è un altro possibile elemento predisponente al dissesto: la geomorfologia attuale del nostro territorio risulta modificata rispetto al suo assetto naturale. Molti versanti sono stati rimodellati e utilizzati per le risorse umane. Specialmente in presenza di suoli argillitici, per coltivazioni olivicole, si sono realizzate fasce terrazzate, le quali, se abbandonate, sono soggette a crollo e a ruscellamento diffuso. La costruzione di strade e infrastrutture, se non progettate adeguatamente, può generare inoltre ferite e tagli al versante, provocando dissesti inizialmente solo a carattere locale ma che, via via, potrebbero giungere ad interessare porzioni di territorio più grandi.

Anche l'azione del moto ondoso, se in presenza di coste rocciose con caratteristiche geolitologiche scadenti, è un'altra causa di possibili movimenti franosi.

Inoltre, nel bacino in questione, la configurazione morfostrutturale, contraddistinta dalla presenza di complessi rocciosi a prevalente comportamento fragile sovrapposti a complessi a comportamento prevalentemente duttile, può essere causa di rimobilizzazioni.

Nello specifico si possono rilevare le seguenti criticità:

- La frana di Lemoglio. E' nota da tempo; il suo accumulo è composto in prevalenza da spezzoni di arenaria e di pezzame argilloscistoso in abbondante matrice fine, ed al suo interno sono presenti più livelli idrici, anche in pressione. Nell'accumulo, infatti, sussistono zone in depressione a forte impregnazione idrica.
- La paleofrana di Tessi. E' ubicata a monte del Rio Quartiere e interessa la porzione di versante attraversata dall'autostrada Genova-Livorno. E' stata effettuata una piccola campagna geognostica e si sono realizzati alcuni interventi di consolidamento. La parte riattivata comunque non coinvolge nuclei insediativi o abitativi, ma potrebbe portare ad una ostruzione del corso d'acqua sottostante. Precedenti lavori di consolidamento erano stati effettuati dalla Salt durante la costruzione dell'autostrada fra cui una galleria drenante che attraversa gran parte del corpo di frana in profondità e fornisce acqua all'acquedotto di Moneglia.
- Gli scivolamenti che comprendono la maggior parte delle frane di medie e piccole dimensioni, e sono sparsi su tutto il territorio. Causa principale è il ruscellamento diffuso e incanalato e la cattiva regimazione delle acque.
- Le frane di crollo che caratterizzano la linea di costa ad Est e ad Ovest dell'abitato di Moneglia. In questi tratti la costa è a falesia, e, quindi, il fronte roccioso, a causa della sua verticalità e di una degradazione diffusa, con fratturazione e fessurazione dell'ammasso, favorisce il distacco accidentale dei blocchi e dei prismi lapidei maggiormente alterati.
- Frana di Litorno, in sponda destra dell'omonimo corso d'acqua. Quest'ultima frana ha coinvolto alcuni manufatti e parte della strada comunale. Si tratta di un movimento innescato dall'azione dell'acqua, che ha saturato la coltre di copertura e lubrificato l'interfaccia esistente tra i materiali sciolti ed il substrato lapideo intensamente alterato e fratturato.

## 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 delle relative carte del rischio, 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). In questa sede si è ritenuto utile produrre due carte separate: la carta del rischio geomorfologico (tav. 17) e la carta del rischio idraulico dell'asta principale (Tav. 18), allo scopo di mantenere visibile il rapporto causa-effetto per provvedere alla programmazione degli interventi di mitigazione.

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

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

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

## **4.2 Determinazione del rischio idrogeologico**

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

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

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

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

$E_0$ : aree disabitate o improduttive

$E_1$ : edifici isolati, zone agricole

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

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

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

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

$R_1$ : rischio moderato

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

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

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

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

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

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

#### 4.2.1.1.1 - Elementi a rischio

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

Classe rischio	Elementi a rischio	Segle uso del suolo	Specifiche
E0		2.3 - 2.5 - 3.2 - 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	Tessuto urbano discontinuo - Infrastrutture viarie principali (al di fuori del tessuto urbano continuo)
E3		1.1.1 - 1.2.1 - 1.2.2 - 1.2.2	Tessuto urbano continuo - Aree industriali e commerciali - Reti autostradali

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

- l'area in esame presenta una porzione di territorio ricadente in classe E0 prevalentemente distribuita nei suoli arenacei coperti da vegetazione boschiva;
- le classi E1 sono localizzate principalmente nei suoli argillitici, in quanto terreni coperti da seminativi e oliveti
- le classi E2 sono rappresentate da aree circoscritte comprese generalmente nelle zone E1;
- la classe E3 racchiude prevalentemente il tessuto urbano compatto di Moneglia.

#### 4.2.1.1.2 - Rischio geomorfologico

Come già evidenziato l'analisi del rischio geomorfologico viene affrontata, con un certo grado di approssimazione, ponendo a confronto gli elementi a rischio con le aree del bacino caratterizzate da 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
<b>E0</b>	<b>R<sub>0</sub></b>	<b>R<sub>0</sub></b>	<b>R<sub>0</sub></b>	<b>R<sub>1</sub></b>	<b>R<sub>1</sub></b>
<b>E1</b>	<b>R<sub>0</sub></b>	<b>R<sub>1</sub></b>	<b>R<sub>1</sub></b>	<b>R<sub>2</sub></b>	<b>R<sub>3</sub></b>
<b>E2</b>	<b>R<sub>0</sub></b>	<b>R<sub>1</sub></b>	<b>R<sub>2</sub></b>	<b>R<sub>3</sub></b>	<b>R<sub>4</sub></b>
<b>E3</b>	<b>R<sub>0</sub></b>	<b>R<sub>1</sub></b>	<b>R<sub>2</sub></b>	<b>R<sub>4</sub></b>	<b>R<sub>4</sub></b>

#### 4.2.1.1.3 - Rischio idraulico

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

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

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

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

### 4.3 Carta del rischio idrogeologico

Dall'applicazione delle matrici del rischio geomorfologico ed idraulico (riportate nel precedente paragrafo) alle carte di suscettività al dissesto, delle fasce di inondabilità e degli elementi a rischio già elaborate per lo specifico bacino, si è individuata la zonizzazione in classi di rischio riportata nelle Carte del Rischio Idrogeologico e del Rischio Idraulico.

Si evidenzia che si è preferito tenere separate le due informazioni, allo scopo di meglio evidenziare le cause del rischio e poter programmare gli interventi di mitigazione avendo un quadro il più chiaro possibile delle relazioni causa-effetto tra i fenomeni (pericolosità) ed i danni attesi (rischio). E' stata comunque effettuata una verifica di eventuali sovrapposizioni di

fenomeni geomorfologici ed idraulici, che non ha rilevato la presenza contemporanea di situazioni di questo tipo nelle aree a rischio elevato o molto elevato.

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

- R0 (aree a rischio nullo o trascurabile): rappresenta i versanti coperti da vegetazione boschiva in cui non sono presenti insediamenti urbani;
- R1 (aree a rischio geomorfologico moderato): ricadono in quest'area i principali seminativi e oliveti.
- R2 (Aree a rischio geomorfologico medio): centri abitati di Comeglio, Casale, San Saturnino, Santa Croce, Serbio, Monte Lungo, tratto del versante da Casa Marnella, parte dell'abitato di Moneglia
- R3 (Aree a rischio geomorfologico elevato): Lemoglio, la zona intorno al fosso del Mandolà, parte del versante di Chiocchiella
- R4 (Aree a rischio geomorfologico molto elevato): alcuni abitati di Lemoglio, tra cui il quartiere denominato "Acquario", la zona del cimitero di Moneglia.

Per quanto riguarda il rischio idraulico dell'asta principale l'analisi della carta evidenzia il seguente risultato:

- Le aree interessate da allagamenti causati dalle aste principali oggetto di verifica risultano classificate in grande prevalenza come aree a rischio elevato (R3) ed aree a rischio molto elevato (R4): ciò perché le situazioni di criticità idraulica esistenti, localizzate a monte del centro abitato, si evidenziano in grande parte già con  $Tr = 50$  e/o 200 anni e raggiungono il centro urbano collocato a quota inferiore; in sostanza le aree allagabili con  $Tr = 500$  sono sostanzialmente coincidenti con quelle a  $Tr = 200$  (come visibile nella carta delle fasce di inondabilità); differiranno ovviamente i volumi di piena che possono fuoriuscire e quindi i tiranti idrici attesi;
- Si è scelto di classificare a classe di rischio R2 (rischio medio), le aree potenzialmente allagabili con limitate velocità di scorrimento e bassi tiranti idrici.

## 5 AREE SOTTOPOSTE A VINCOLO IDROGEOLOGICO

Le aree sottoposte a vincolo idrogeologico (Regio Decreto n. 3267/1923), originariamente perimetrare dal Corpo Forestale dello Stato su base cartografica I.G.M. in scala 1:25.000, sono state riportate su cartografia aggiornata C.T.R. alla scala 1:10.000 al fine di renderne più leggibili i contorni e ridurre il margine interpretativo.

A tale scopo si sono utilizzate le mappature originali e le *declaratorie* che descrivevano a parole i confini delle aree soggette a vincolo; per la trasposizione si è tenuto come obiettivo quello di appoggiare detti confini ad oggetti morfologici precisi, come corsi d'acqua o crinali, o a manufatti facilmente riconoscibili anche su cartografia, come strade o muri di contenimento.

In alcuni casi, ove non è stato possibile utilizzare un elemento di quelli citati, si sono seguite linee catastali, perlopiù strade vicinali, utilizzando come base la cartografia catastale.

Solo in limitate circostanze, in particolare in presenza di infrastrutture come nuove strade o autostrade, ci si è discostati sensibilmente dal tracciato originario per seguire un limite più definito e stabile.