



Provincia di Genova

AMBITO REGIONALE DI BACINO 17

PIANO DI BACINO STRALCIO SUL RISCHIO IDROGEOLOGICO

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

AREE SCOLANTI AMBITO 17

RELAZIONE GENERALE



Approvato con DCP n. 68 del 12 dicembre 2002
Modificato con DGP n. 130 del 10 aprile 2007
Modificato con DCP n. 55 del 09 novembre 2011
e modificato con D.G.P. n. 121 del 18 novembre 2013

Elaborato	Verificato	Regolarità tecnica	Data	Rev.
Ufficio Pianificazione territoriale	Arch. Andrea Pasetti	Arch. Andrea Pasetti	18/11/2013	4

INDICE

PREMESSA	4
INTRODUZIONE	5
1 QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO	6
1.1 Quadro istituzionale, normativo e amministrativo di riferimento	6
1.2 Cartografia di base.....	8
2 CARATTERISTICHE DEL BACINO	9
2.1 Geografia	9
2.2 Geologia	9
2.2.1 Litostratigrafia e tettonica.....	10
2.2.2 Tettonica e assetto strutturale	13
2.2.3 Considerazioni relative allo stato della roccia	14
2.3 Geomorfologia.....	15
2.3.1 Reticolo idrografico	15
2.3.2 Caratterizzazione delle coperture	15
2.3.3 Movimenti franosi	16
2.3.4 Erosione superficiale ed elementi morfologici.....	17
2.3.5 Riporti artificiali	18
2.3.6 Terrazzi fluviali	18
2.3.7 Acclività.....	18
2.4 Idrogeologia.....	20
2.5 Uso del suolo	20
2.5.1 Caratteri generali	20
2.5.2 Carta di uso del suolo	21
2.6 Idrologia di Piena	25

3	PROBLEMATICHE E CRITICITA' DEL BACINO	28
3.1	Premessa.....	28
3.2	Problematiche di tipo geomorfologico.....	29
3.2.1	Suscettività al dissesto dei versanti	29
3.2.2	Sintesi dei relativi rapporti tra i fattori considerati	34
3.2.3	Commento alla carta della suscettività al dissesto dei versanti.....	34
3.3	Principali criticità del bacino	35
4	RISCHIO IDROGEOLOGICO.....	36
4.1	Premessa.....	36
4.2	Determinazione del rischio idrogeologico	37
4.3	Carta del rischio idrogeologico	39
5	AREE SOTTOPOSTE A VINCOLO IDROGEOLOGICO	39

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 - Aree scolanti Ambito 17".

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

La base cartografica utilizzata è la carta tecnica regionale in scala 1:5.000 in formato raster, che riporta il bacino nei fogli n° 232092, 232103, 232102, 232141, 232144.

2 CARATTERISTICHE DEL BACINO

2.1 Geografia

Le aree oggetto del seguente piano ricadono nell'ambito di bacino regionale n. 17 e comprendono le aree scolanti delimitate a Nord dal bacino del Gromolo e Petronio, a Ovest dal bacino del Gromolo, e a Est dal bacino del rio S.Lorenzo.

La superficie totale, di circa 5 Km², si sviluppa interamente lungo la linea di costa da Sestri Levante a Punta di Moneglia.

A Nord, lo spartiacque segue i crinali di Monte Castello (264,5 m) e Monte Ginestra (224,5 m), per poi scendere fino all'abitato di Riva Trigoso, e risalire per i crinali di Colla Cantagallo (168,5 m), Monte Dote e Monte Moneglia (521,4 m); ad Est, passa da M. Moneglia a Monte Comunaglia (438,5 m) per poi seguire la cresta di Comunaglia sino al mare.

Da quanto sopra esposto, si evidenzia che quella in esame è un'area di ridotte dimensioni, caratterizzata da classi di acclività elevate e influenzata dall'azione erosiva del mare e dall'assetto tettonico tipico dell'Appennino Ligure, con le aste dei torrenti orientati E-W e N-S.

I principali rii si rinvergono nel tratto compreso tra Punta Baffe e Punta Moneglia e sono Rio Baffe e Rio di Valle Grande. Si tratta di rii di modesta estensione (1,5 Km.), caratterizzati da pendenze elevate e da erosioni concentrate di fondo

L'area in esame è contraddistinta da due paesaggi differenti.

Una zona è interessata dai depositi alluvionali di spiaggia e fluviali, su cui sorgono gli abitati di Sestri Levante e Riva Trigoso. L'altra zona, invece, comprende il tratto di costa caratterizzato da pendenze elevate, da scarpate significative con ampie zone in erosione e in frana.

Altri insediamenti urbani, infine sono presenti sul promontorio di Sestri e lungo le pendici di Costa del Castello adiacenti al centro di Sestri.

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 rinvergono gli affioramenti dell'Unità Gottero. Si tratta di una successione scollata in genere in corrispondenza delle Argille a palombini, ed è 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). La litologia predominante su tutta l'area è l'arenaria del Monte Gottero. Le altre formazioni sono presenti solo con locali affioramenti di piccole estensioni. Gli argilloscisti della formazione della Val Lavagna si rinvergono presumibilmente lungo le pendici del Monte Ginestra e le argilliti di Giaiette a Nord di Colle Cantagallo.

2.2.1 Litostratigrafia e tettonica

Le formazioni geologiche affioranti nel bacino appartengono all'Unità tettonica del Monte Gottero, 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 riequilibrio pressochè adiabatica (Fase Mesoalpina) con P decrescenti e s'instaurano gradienti di AT (alta temperatura).
- 5) Miocene-attuale. Fase neoalpina, si sviluppa la struttura a doppia vergenza. Le deformazioni più importanti avvengono tra il miocene e il pliocene.

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

- 6) 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, olistostromi (classico è quello del Passo della Forcella);
- 7) Arenarie del M.te Gottero, rappresentate da arenarie torbiditiche, quarzoso-feldspatiche (Cretaceo superiore-Paleocene);
- 8) Le argilliti di Giaiette, argilliti con sporadiche intercalazioni arenacee e calcaree (Paleocene). Sono raggruppati sotto questa definizione tutti gli scisti argillosi che stanno sopra alle arenarie di M. Gottero o che vi costituiscono potenti intercalazioni.
- 9) 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 argiloscisti 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 manganesifera, in strati di potenza variabile ma generalmente non superiore ai 20 - 25 centimetri.

Ardesie, scisti marnoso-ardesiaci 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-ardesiaci 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, e che nella zona studiata si estendono principalmente fra il monte Carnella e la costa di Sestri Levante e Riva Trigoso, attraverso la val Graveglia e la valle Gromolo. 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.

Le argilliti di Giaiette, infine, sono una formazione argilloscistosa costituita dai litotipi di seguito descritti.

- Scisti argillosi, divisibili in piccole e sottili lamelle, quasi mai in lastre e scaglie grossolane; i colori più frequenti sono il grigio-verde ed il beige, compaiono però anche il verde chiaro ed il bruno soprattutto per il manganese; formano strati e pacchi, i quali si distinguono spesso chiaramente fra loro per la presenza di strati intercalati di altri litotipi.
- Scisti argillosi rossi e verdi, che costituiscono intercalazioni generalmente lentiformi; si tratta più spesso di vero e proprio scisto argilloso, talvolta invece vi compare un contenuto finemente arenaceo e micaceo; in quest'ultimo caso la facies, invece che di tipo lamellare come i precedenti, è di tipo essenzialmente prismatico, cioè con divisibilità in corti e sottili prismi. Nell'ambito del rosso le tonalità dominanti sono il rosso vinato ed il rosso mattone; il verde è sempre tenue; si è notato pure che i due colori sfumano con gradualità l'uno nell'altro.
- Arenarie, a grana finissima e quasi sempre mangesifere, in straterelli di potenza più frequente intorno a pochi centimetri, qualche volta superiore al decimetro; il manganese impregna decisamente l'arenaria, mentre nell'argilloscisto compare sotto forma di patine sulle superfici di scistosità e lungo le fratture.
- Calcari argillosi pseudopalombini, intercalati sotto forma di strati e lenti negli argilloscisti grigio-verdi; si è notato che vi compaiono due tipi litologici abbastanza diversi. Un primo tipo è rappresentato da calcare compatto, a frattura concoide e tagliente, scheggioso, di colore grigio al taglio e biancastro sulle superfici alterate, molto simile ai calcari palombini più tipici della base del Cretaceo. Un secondo tipo è dato da calcare pure compatto, con carattere argilloso, a frattura minutamente concoide, a pasta morbida, talora finemente granulata, interessato spesso da vene di calcite bianca; i colori sono il grigio al taglio, il bruno rugginoso sulle superfici esposte. Questo secondo tipo di calcare presenta, oltre che la facies massiccia, anche la facies tabulare e scistosa così da far passaggio qualche volta allo scisto marnoso.

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: 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:

- 1) una seconda fase, la più appariscente, con pieghe concentriche, scistosità di crenulazione, megacrenulazioni che hanno effetti di faglie dirette. Direzione dell'asse meridiana;

- 2) 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.

Il Rio Baffe, ad esempio, è impostato lungo tratti rettilinei N-S rigettati da lineazioni dirette NW-SE.

2.2.3 Considerazioni relative allo stato della roccia

Gli affioramenti presenti nell'area di studio, si rinvencono nel tratto costiero, con scarpate talvolta molto alte, superiori ai 10 metri

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_F** 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_S** 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 al pendio.
- **R_o** con questo simbolo si evidenziano quegli stati in cui le condizioni strutturali e tessiturali non sono visibili.

Osservando la carta geomorfologica si può vedere che con la simbologia RF sono state indicate tutte quelle zone in cui la roccia a seguito dell'azione del mare si presenta fortemente degradata. Bancate arenacee in scadenti condizioni di conservazione, con fessurazioni e fratturazioni evidenti, si possono osservare per via mare. L'azione di erosione del mare associata alla gravità fa sì che molte aree risultino instabili, e quindi con una suscettività al dissesto elevata.

Si è deciso inoltre di associare a questa classe le argilliti. Queste litologie sono generalmente caratterizzate da una più accentuata propensione al dissesto, in quanto più facilmente erodibili e disgregabili dalle acque superficiali sia diffuse che incanalate.

Pertanto in questa classe sono state considerate le seguenti formazioni:

- *Arenarie del Monte Gottero*
- *Scisti della formazione Val Lavagna,*
- *Argilliti di Giaiette*

Per le rimanenti zone, a causa dell'inaccessibilità dei luoghi, della mancanza di dati bibliografici inerenti alle caratteristiche geotecniche del substrato (in quanto zone in cui l'insediamento urbano è assente) e della copertura vegetale pressoché totale del territorio, si è ritenuto opportuno classificarle in classe Ro.

2.3 Geomorfologia

Nel bacino in questione si possono evidenziare almeno due settori che si distinguono per caratteri di omogeneità.

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

Il secondo settore, invece, è contraddistinto da versanti con energia di rilievo elevata sede di processi gravitativi quiescenti e in atto con fenomeni di erosione sia diffusa che concentrata. In quest'area gli insediamenti urbani sono scarsi, mentre è di notevole importanza la rete viaria che collega i centri di Riva e di Moneglia, e che quindi può essere interessata da frane di crollo e di scivolamento.

2.3.1 Reticolo idrografico

La porzione di area posta più ad occidente, compresa tra gli abitati di Sestri Levante e Riva di Ponente, è caratterizzata da una quasi completa assenza di reticolo idrografico, essendo composta prevalentemente da pareti rocciose a forte pendenza scolanti direttamente a mare. Gli unici rii segnalati sulla Tav. 7 risultano essere delle modeste incisioni classificate di ordine 1.

Nella porzione più ad oriente, tra Riva di Levante e la Punta Moneglia, si evidenzia un maggiore sviluppo della rete idrografica: il Rio Valle Grande ha asta principale di ordine 4 nel suo tratto terminale, a valle della confluenza tra i due rami di ordine 3. Gli altri rii presenti sono classificati di ordine 2 o 1.

2.3.2 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 l'apparato deltizio a Riva, e parte dell'abitato di Sestri Levante. Queste aree sono costituite in prevalenza da materiale argillo-sabbioso e sabbioso-ghiaioso con prevalente frazione fine.

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 Torrenti Gromolo e Petronio.

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 argilliti di Giaiette. 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 ricatrinizzati 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.

2.3.3 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.

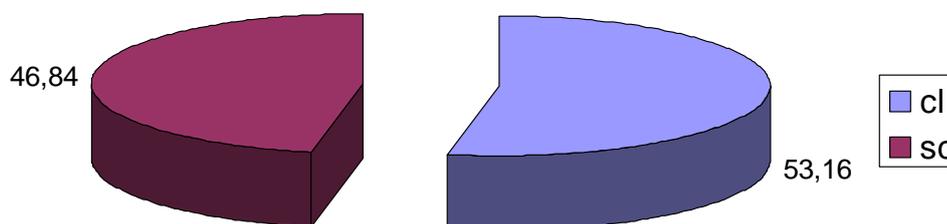
Per ognuno di questi dissesti, tra l'altro, è stata compilata una apposita scheda nella quale sono descritte dimensioni, cause, dinamica, ed interferenze tra la frana stessa e l'ambito circostante (allegato B).

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 della carta della franosità reale si può determinare 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.

CL= frana per crollo

SC= frana per scivolamento

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 di crollo. Questo tipo di frana è presente su tutta l'area. I fattori che portano a questa tipologia di frana sono da ricercarsi nell'azione erosiva del mare, nelle pendenze elevate dei versanti, e nei fenomeni d'erosione sia diffusa che incanalata.

2.3.4 Erosione superficiale ed elementi morfologici

I fenomeni erosivi sui versanti all'interno del bacino risultano estremamente diffusi.

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.

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 detritazioni, 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.

2.3.5 Riporti artificiali

Non si rinvennero riporti artificiali significativi se non in alcuni tratti della via Aurelia che collega i centri di Riva e Moneglia. Questi riporti sono comunque segnalati nella carta geomorfologica.

2.3.6 Terrazzi fluviali

Sono stati distinti alcuni ordini di terrazzi marini distribuiti a varie quote lungo i versanti e ben conservati solo sui crinali. I principali terrazzi si rinvennero in località Torre Marconi, Casa Mandrelli, Colle Cantagallo e presso Torre Punta Baffi e la Valletta. La diffusa franosità che coinvolge la costa Ligure in generale ha qui certamente coinvolto e distrutto parte dei terrazzi.

Alcuni di questi delimitano l'area in esame e fanno da spartiacque con i bacini limitrofi, come i terrazzi che si rinvennero lungo la Costa del Castello.

2.3.7 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 2.3.7.1 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>Σ aree m²</i>	<i>Percentuale</i>
1	0%-10%	270000	5.80%
2	10%-20%	178750	3.84%
3	20%-35%	398125	8.55%
4	35%-50%	1071250	23.01%
5	50%-75%	1880625	40.40%
6	75%-100%	646250	13.88%
7	>100%	210000	4.51%

Tab. 2.3.7.1 - Classi di acclività

Le classi 1 e 2 sono presenti prevalentemente nelle zone delle spiagge di Riva di Levante e di Sestri e localmente lungo i crinali di spartiacque. Risulta scarsamente rappresentata rispetto alla media dei bacini contermini la classe 3 (20%-35%), mentre le classi a pendenza più elevata (oltre il 35%) interessano quasi l'80% dell'intera zona.

La classe più frequente sul bacino è la 5 (50% – 75 %). Le classi 6 e 7 caratterizzano la fascia costiera della scogliera posta tra Riva di Levante e Punta Moneglia.

In Fig 2.3.7.1 viene riportato il grafico delle frequenze delle varie classi di acclività.

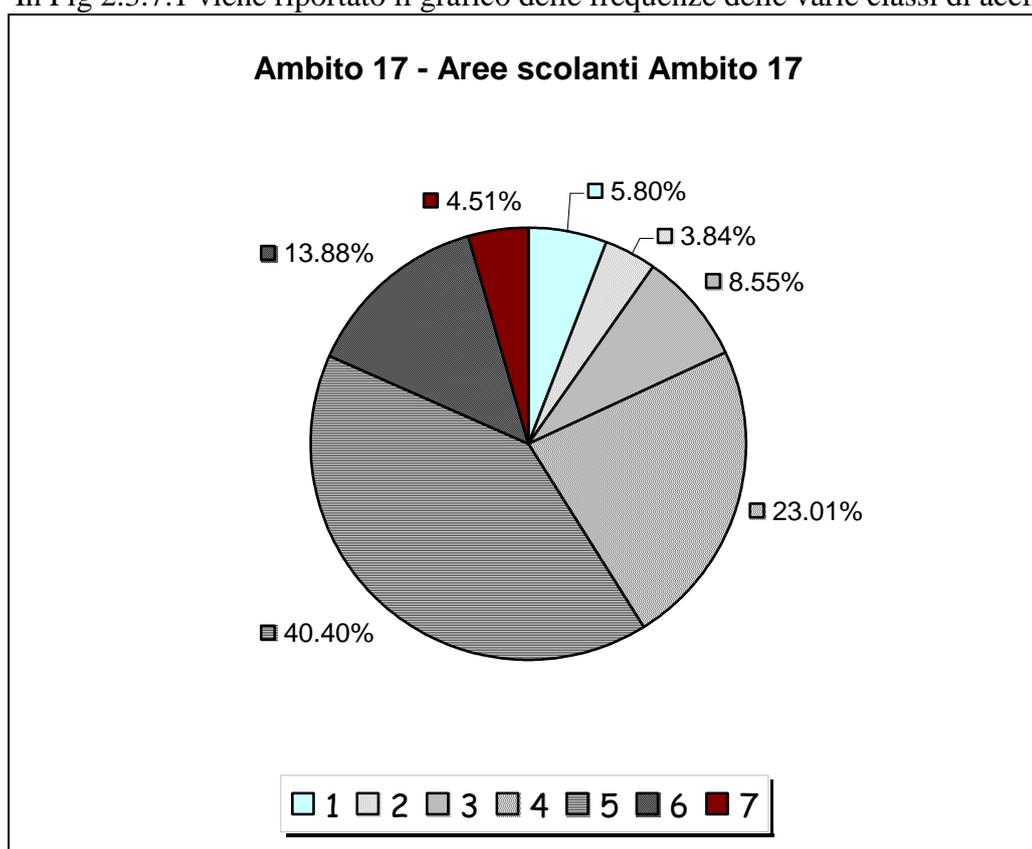


Fig. 2.3.7.1 – Frequenze delle diverse classi di acclività

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 appartenenti alla formazione di Monte Gottero.

Zone Semipermeabili per Fratturazione

In questa categoria non rientrano le litologie presenti nell'area.

Zone Impermeabili

Sono qui compresi gli argilloscisti della formazione della Val Lavagna e le argilliti di Giaiette. 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 sia della presenza 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, ancora, lungo le fratture notevoli.

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, acquidocci, 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.

L'area di studio comprende il promontorio di Sestri Levante con l'abitato di Sestri e gli ambiti di Punta Manara, Punta Baffe e Punta Moneglia. Si tratta di un versante costiero roccioso, la cui copertura vegetale è caratterizzata in prevalenza formazioni boschive ed arbustive (macchia mediterranea) e dove solo entro una fascia ristretta viene praticata la coltivazione dell'olivo.

Le classi di uso del suolo rilevate sono:

- 1.1.1 Tessuto urbano continuo
- 1.1.2 Tessuto urbano discontinuo
- 1.2.1 Aree industriali e commerciali
- 1.2.3 Aree portuali
- 2.2.3 Oliveti
- 3.2 Zone boscate
- 3.3 Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva
- 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 Sestri Levante.

Dal punto di vista storico è interessante rilevare come in tutta quest'area del Levante ligure, durante il periodo medievale, si sia 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. Viene inserito in questa classe soltanto il nucleo di Riva Levante, non essendovi altri insediamenti nell'ambito descritto.

1.2.1 Aree industriali e commerciali:

tra gli abitati di Sestri Levante e Riva Levante, è situata la vasta area dei cantieri navali FINCANTIERI di Riva Trigoso. L'area aziendale ha una superficie pari a 173.000 m² dei quali circa 70.000 coperti.

1.2.3 Aree portuali:

il porticciolo turistico di Sestri Levante sorge a Nordovest del promontorio della Punta di Sestri ed è formato da un molo banchinato che si estende in direzione Nord per circa 250 m, e da due pontili.

2.2.3 Oliveti:

contraddistinte in legenda con il n. 2.2.3, 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; tali aree, nel bacino, sono presenti nella zona orientale di Sestri Levante e su uno scosceso versante tra Punta Manara e Riva Ponente.

L'olivo, rappresenta la scelta di prevalenza nelle aree montane oltre i 100 m di quota. 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%.

3.2 Zone boscate:

I boschi costituiscono la classe di uso del suolo prevalente in termini di superficie e sono diffusi in tutto il comprensorio pur con una maggiore concentrazione nella zona di Punta Manara a Riva Levante e nell'area compresa tra Punta Baffe e Punta di Moneglia. Essendo pressoché assente qualsiasi forma di utilizzazione del soprassuolo forestale, l'interesse maggiore è quindi rivolto alla funzione di difesa del suolo ed a quella ricreativa le zone boscate.

Le cenosi boschive sono costituite principalmente da boschi misti a struttura irregolare e con copertura assai variabile a partire da boschi di conifere molto radi in cui si contano pochi individui per ettaro fino a raggiungere una densità colma, dal 100% al 150%. Nella composizione specifica entrano oltre al pino marittimo, latifoglie termofile - roverella e orniello - e sclerofille. Tra queste è importante segnalare oltre alla consueta presenza del leccio anche quella della sughera (*Quercus suber*) di origine naturale.

Sotto il profilo dell'efficienza idrogeologica, si può affermare che le superfici boschive esaminate si attestano su valori medi. Dove le condizioni del bosco non risultano ottimali vi è comunque la presenza di sottobosco formato da specie appartenenti soprattutto alla macchia.

Se si considera la copertura vegetale 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 premettere 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.

3.3 Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva:

gli arbusteti occupano una vasta superficie ed insieme alle aree boschive costituiscono gran parte della copertura vegetale, specialmente lungo i versanti più ripidi e rocciosi prospicienti il mare. Si tratta in particolare di vegetazione alto arbustiva costituita da specie appartenenti alla macchia mediterranea che hanno determinato le condizioni favorevoli all'evoluzione del soprassuolo verso il bosco di leccio. La funzione principale di questi popolamenti vegetali è quella protettiva, di difesa del suolo e da questo punto di vista le caratteristiche della copertura arbustiva sono tali per cui è stato possibile assegnare loro un indice ottimale.

3.4.2 Rocce nude:

l'affioramento del substrato roccioso è particolarmente evidente lungo la 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 un'unica area percorsa da incendio.

Si tratta in particolare dell'incendio verificatosi il 23.08.2000 in località Costa del Castello individuabile a catasto al Foglio n. 27 del N.C.T. del Comune di Sestri Levante intervenuto su soprassuolo boschivo a composizione specifica mista di resinose e latifoglie termofile.

2.6 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 Km². 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 ($CN = \text{Curve Number}$) 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 ϕ e calcolandone la media ponderata;
3. curva involuppo 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 km^2 , un contributo unitario costante pari a quello ottenuto con riferimento a superfici scolanti aventi area drenata pari a 2 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 riportata nella Tab. 2.6.1., dove si propone anche un confronto con i valori forniti dalla curva involuppo che ha costituito in questi anni il principale riferimento per le scelte progettuali in ambito ligure.

sigla SEZ	Q50 [m3/s]	Q100 [m3/s]	Q200 [m3/s]	Q500 [m3/s]	Q Curva involuppo [m3/s]
QSC_01	0.9	1.1	1.3	1.6	1.7
QSC_02	25.1	30.8	36.3	43.7	42.9
QSC_03	5.9	7.3	8.6	10.3	10.7
QSC_04	10.5	12.9	15.2	18.3	18.7

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

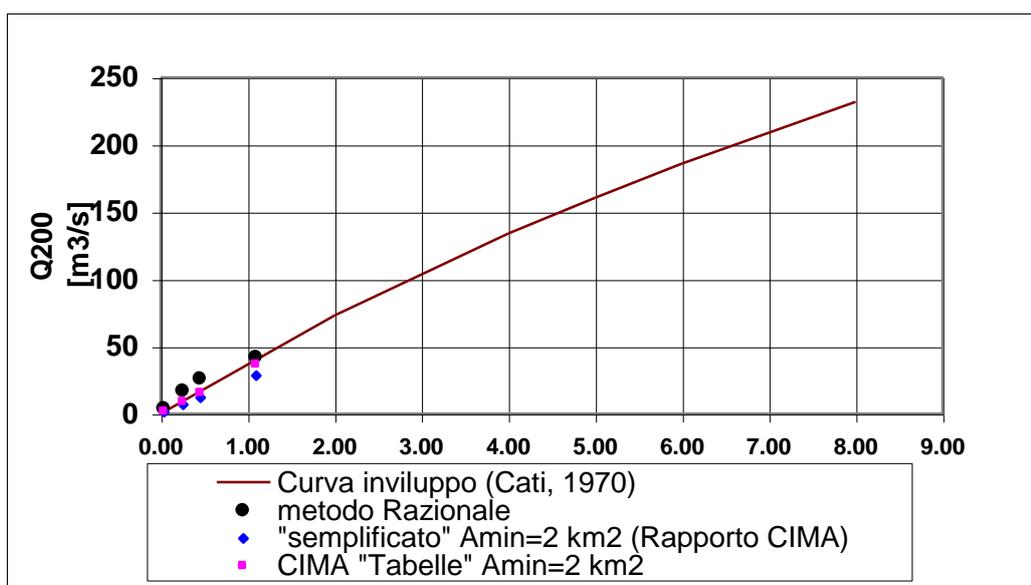


Fig. 2.6.1 - Confronto tra i valori di portata Q_{200} ottenuti applicando le diverse metodologie

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.

Si evidenzia innanzitutto che nell'area di studio esiste una scarsissima urbanizzazione, localizzata in zone caratterizzate da completa assenza di reticolo idrografico.

Nell'ambito del presente piano la pericolosità è stata quindi valutata sulla base della sola componente geomorfologica, dal momento che la dinamica di versante è certamente il fattore che governa il dissesto in situazioni morfologiche quali quelle caratteristiche dell'area di studio (pendenze molto elevate, reticolo idrografico assente o scarsamente sviluppato). La carta di pericolosità nel presente piano viene determinata, quindi, dalla carta della suscettività al dissesto.

Nell'ambito del presente piano, sulla base dei dati a disposizione, tale carta si intende come rappresentativa della propensione di una determinata area all'insorgere 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, oltreché da quelle locali. Ad esempio qualora, un'area a bassa suscettività si trovi a valle di un corpo di frana la sua reale pericolosità potrà essere determinata solo a seguito di un'analisi approfondita che riesca a ipotizzare la possibile evoluzione (in termini spaziali, volumetrici e di velocità di movimento) del dissesto.

Questa necessità di eventuale acquisizione di dati di maggior dettaglio è un problema ricorrente per la gran parte dei bacini liguri.

Di seguito sono riportate le analisi e le elaborazioni per la redazione della carta suscettività al dissesto dei versanti.

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	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 nell'area in esame.

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 stata eseguita, su principio statistico, sulla base della formulazione di Guida et al., che consente di individuare in maniera oggettiva un peso di suscettività sulla base della franosità reale (ψ):

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

dove:

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

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

$A'n$ = Aree parziali di primo ordine: area totale di presenza della litologia n [km²]

$A''n$ = Aree parziali di secondo ordine: aree interessate da movimenti franosi in atto o recenti all'interno delle $A'n$. [km²]

A_T = Area totale del bacino [km²]

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

Relativamente al bacino delle aree scolanti dell'ambito 17 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	4.574.000	285.966
ag LVG	11.000	0
ag GTT	65.000	4.117
ma LVG	5.000	0
Bacino idrografico	4.655.000	290083

Tab. 3.2.1.3 - Superfici di affioramento delle litologie

CARTA GEOLITOLOGICA

<i>Peso</i>	<i>Litologia</i>
10	Arenarie Monte Gottero
4	Argilliti della formazione di Giaiette
0	Argilliti della formazione di Val Lavagna
0	Marne della formazione di Val Lavagna

Il valore attribuito alle argilliti della formazione di Giaiette è diverso da quello ottenuto con il metodo statistico, in quanto l'area di affioramento nel bacino di interesse è molto piccola e non può essere rappresentativa del grado di suscettività al dissesto di tale formazione. Pertanto tale valore è stato assegnato in relazione alle analogie con le argilliti della formazione della Val Lavagna presenti nelle aree limitrofi.

Questi valori 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
10	Coltri potenti su ag GTT
10	Coltri potenti fini su ag GTT
8	Coltri potenti fini su ag GTT
8	Coltri potenti su ma LVG
8	Coltri potenti fini su ma LVG
7	Coltri potenti grossolane su ma LVG
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 GTT
6	Coltri medie fini su ag GTT
6	Coltri medie su ag GTT
4	Coltri medie grossolane su ma LVG
5	Coltri medie fini su ma LVG
5	Coltri medie su ma LVG
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 argilliti della formazione di Giaiette) 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 ($< 11,3^\circ$), in ragione del fatto che nelle aree con queste caratteristiche di pendenza i dati raccolti consentono ragionevolmente di escludere l'innescamento 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.

Occorre aggiungere che a seguito dell'incendio di particolare estensione e rilevanza dei giorni 6, 7 e 8 Settembre 2004, su sollecitazione del Dipartimento di Protezione Civile e della Prefettura, sono state modificate le carte degli incendi e geomorfologica. A seguito di tali modifiche peggiorative delle condizioni di suscettività dei versanti, sono state variate, solo per l'area interessata (località Cantagallo) anche la carta di pericolosità geomorfologica e quella del rischio.

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 alta 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.

CLASSE DI SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO	sigla	range
Molto bassa	Pg0	Pg0<9
Bassa	Pg1	10<=Pg1<19
Media	Pg2	20<=Pg2<=23
Elevata	Pg3b	Pg3b>=24

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

CLASSI SOVRAIMPOSTE

Frane attive	Molto elevata	Pg4
Frana quiescente	elevata	Pg3a
Frana relitta o stabilizzata e DGPV	elevata	Pg3b
Area a franosità diffusa attiva	elevata	Pg3a
Area a franosità diffusa quiescente	elevata	Pg3b
Frana superficiale – Soil Slip quiescente	elevata	Pg3b
Cave attive, miniere attive e discariche in esercizio	Area speciale	Tipo A
Ex cave, ex miniera	Area speciale	Tipo B1
ex discariche e riporti antropici	Area speciale	Tipo B2

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>
Acclività	peso massimo pari al 70% del valore di litologia
Stato della roccia	peso massimo pari al 70% del valore di litologia
Coltri di copertura	peso massimo pari al 100% del valore di litologia
Uso del suolo	peso massimo pari al 20% del valore di litologia
Elementi “Aggravanti”	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 utilizzati, 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 le 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 2000, precipitazioni che hanno provocato in bacini contermini piene con tempi di ritorno stimati pari a circa 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 su tutto il tratto di costa, ed in quelle zone caratterizzate da substrato molto alterato e da acclività elevate nonché da movimenti franosi, quiescenti e attivi, e da coltri detritiche potenti
- Zone a suscettività media ricoprono la maggior parte dell'area in oggetto. Interessano le zone a ridosso delle scarpate marine in concomitanza con pendenze medio alte e fenomeni di erosione diffusa.
- Zone a suscettività bassa sono situate principalmente tra Punta Baffe e Punta Moneglia, laddove le pendenze sono minori
- le zone a suscettività molto bassa caratterizzano infine i depositi alluvionali di Sestri Levante e Riva Trigoso.

3.3 Principali criticità del bacino

Da una prima analisi del territorio si deduce come le problematiche geomorfologiche più diffuse all'interno del bacino siano prevalentemente legate all'erosione, sia marina che incanalata in alcuni rii, e si manifestino sia attraverso processi gravitativi (frane per crollo e scivolamento), sia come ruscellamento diffuso ed incanalato.

Il rilevamento geomorfologico ha riscontrato due criticità principali. La prima è data dall'azione del moto ondoso che provoca frane per crollo lungo tutto il litorale marino interessato dagli strati arenacei del Monte Gottero, creando così una suscettività al dissesto elevata. La causa innescante è data dall'erosione al piede del versante e dall'azione fisica da parte del salino che ingenera stati di fratturazione all'interno della roccia. La seconda è localizzata in corrispondenza di aree caratterizzate da fenomeni di erosione sia diffusa che concentrata. I dati acquisiti portano a ritenere che i principali corsi d'acqua sono attualmente in una fase di ringiovanimento, soprattutto nel tratto montano.

4 RISCHIO IDROGEOLOGICO

4.1 Premessa

Il concetto di rischio inteso come rischio totale è basato sulla combinazione di più fattori di natura tecnica, 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 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, dalla sola carta della suscettività al dissesto di versante) con gli elementi a rischio derivanti dalla carta di uso del suolo.

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

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

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

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

Si noti, infine, che la carta del rischio non sostituisce le mappature del rischio dei piani di protezione civile, pur costituendone un supporto essenziale, in quanto non è stata elaborata ad una scala di sufficiente dettaglio, soprattutto per quanto riguarda la classificazione degli elementi a rischio. Ai piani di protezione civile a livello comunale spetta naturalmente il compito di individuare e dettagliare i singoli elementi presenti in relazione alle loro funzioni, alla loro destinazione d'uso e alla loro specifica vulnerabilità, e soprattutto di individuare le opportune misure (non strutturali) di prevenzione e mitigazione del rischio per le diverse aree.

4.2 Determinazione del rischio idrogeologico

Il rischio idrogeologico, che ai sensi del D.L. 180/98 è costituito da rischio idraulico e rischio geomorfologico, è stato nel caso in esame determinato tramite l'approccio sopra descritto, che considera il solo rischio idrogeologico derivante dalla suscettività al dissesto. 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 ribadisce che nel presente caso si è assunto che la pericolosità P sia rappresentata dalla carta di suscettività al dissesto, dal momento che fasce fluviali di inondabilità su rii di modesta estensione e forte pendenza come quelli presenti nell'area di studio perdono di significato.

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:

E0 : aree disabitate o improduttive

E1: edifici isolati, zone agricole

E2: nuclei urbani, insediamenti industriali e commerciali minori infrastrutture minori

E3: 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 (nel presente caso quella geomorfologica) con le classi degli elementi a rischio così come desunte dalla carta dell'Uso del suolo.

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

R1: rischio moderato

R2: rischio medio

R3: rischio elevato

R4: rischio molto elevato

Si è inoltre ritenuto di introdurre un'ulteriore classe di rischio R0 definita come rischio lieve o trascurabile, che permette di estrarre le situazioni a rischio minore in ragione di pericolosità estremamente basse o di completa assenza di valenze socio-economiche. Tale

classe è, in pratica, qui rappresentata dal complemento delle aree comprese nelle quattro classi di rischio rispetto alla superficie dell'intero bacino.

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

- 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 Elementi a rischio	Sigle uso del suolo	Specifiche
E0	2.3 - 2.5 - 3.2 - 3.3 - 3.4 - 3.4.1 - 3.4.2 - 3.4.3	Prati e pascoli - Ex coltivi - Zone boscate - Zone caratterizzate da vegetazione arbustive - Rocce nude - Aree con vegetazione rada o assente
E1	1.3.1 - 1.4.1 - 1.4.2 - 2.1.2 - 2.2.3 - 3.4.1	Aree estrattive (dismesse) - Aree verdi urbane - Aree sportive - Seminativi in aree irrigue - Colture permanenti arboree - Oliveti - Spiagge
E2	1.1.2	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 ricade quasi completamente in classe E0, in quanto l'insediamento urbano è praticamente assente.
- le classi E1 sono localizzate principalmente nei territori a bassa pendenze, in quanto terreni coperti da seminativi e oliveti (Casa Mandrelli)
- le classi E2 sono rappresentate da aree circoscritte comprese generalmente nelle zone E1;
- la classe E3 racchiude prevalentemente il tessuto urbano compatto di Sestri Levante e Riva Trigoso.

- 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:

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

4.3 Carta del rischio idrogeologico

Dall'applicazione della matrice del rischio geomorfologico alla combinazione tra la carta di suscettività al dissesto e quella degli elementi a rischio si è individuata la zonizzazione in classi di rischio riportata nella Carta del Rischio Idrogeologico.

L'analisi della carta evidenzia la seguente classificazione del bacino:

- R0 (aree a rischio nullo o trascurabile): rappresenta l'area maggiormente diffusa su tutto il territorio;
- R1 (aree a rischio geomorfologico moderato): interessano buona parte dei seminativi e oliveti e le aree in frana che non ricadono su zone da tutelare.
- R2 (Aree a rischio geomorfologico medio): Riva di Levante, e il borgo situato ad Ovest di Colle Cantagallo, la zona di San Francesco e San Nicolò
- R3 (Aree a rischio geomorfologico elevato): non sono presenti zone ricadenti in questa fascia di rischio.
- R4 (Aree a rischio geomorfologico molto elevato): le aree interessate da frane di crollo, in prossimità del porto.

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.