COMUNE DI SANTA MARGHERITA LIGURE

Provincia di Genova

PIANO URBANISTICO COMUNALE

INDAGINI GEOLOGICHE
L.R. n. 29/1983
L.R. n. 24/1987 e circolare R.L. n. 2077/1988
L.R. n. 36/1997

NOTE ILLUSTRATIVE

Preparato da	Firma	Data
Giacomo Canepa		

Controllato da	Firma	Data
Andrea Robbiano		

Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte di questo documento può essere divulgata a terzi, per scopi diversi da quelli originali, senza il permesso scritto dello Studio Associato di Geologia tecnica e ambientale

SOMMARIO

1. PREMESSA **pag. 4**
1.1. RIFERIMENTI NORMATIVI 4
1.2. MODALITA' D'INDAGINE 4
1.3. CARTOGRAFIA TEMATICA 5

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO **6**

3. CARTA GEOLOGICA **7**
3.1. FORMAZIONE DEL FLYSCH DEL M. ANTOLA 7
3.2. FORMAZIONE DEL CONGLOMERATO DI PORTOFINO 8
3.3. DEPOSITI DI VERSANTE DI DIVERSA ORIGINE CON SPESSORI DI RILEVANZA STRATIGRAFICA 9
3.4. DEPOSITI DI SPIAGGIA, DEPOSITI ALLUVIONALI DI ORIGINE MISTA FLUVIO-MARINA 9
3.5. RIPORTI DI ORIGINE ANTROPICA 10
3.6. ASSETTO TETTONICO-STRUTTURALE 10

4. CARTA GEOMORFOLOGICA **12**
4.1. MORFOLOGIA ED ACCLIVITA' DEI VERSANTI 12
4.2. ELEMENTI GEOLOGICO-STRUTTURALI ED INDIZI MORFOTETTONICI 12
4.3. FORME DI VERSANTE DOVUTE ALLA GRAVITA' 13
4.4. DEFORMAZIONI GRAVITATIVE DI VERSANTE (DGPV) 14
4.5. FORME FLUVIALI DOVUTE AL DILAVAMENTO DEI VERSANTI 16
4.6. FORME DI ORIGINE MARINA 16
4.7. FORME ANTROPICHE 17

5. CARTA IDROGEOLOGICA **17**
5.1. BACINI IDROGEOLOGICI 18
5.2. COMPLESSI IDROGEOLOGICI 18
5.2.1. Permeabilità delle coperture 19
5.2.2. Permeabilità del substrato roccioso 19
5.3. ELEMENTI IDROGEOLOGICI 20

6. CARTA LITOTECNICA **21**
6.1. MATERIALI DI ORIGINE ANTROPICA 21
6.2. TERRENI ALLUVIONALI FLUVIO-MARINI 22
6.3. TERRENI DI COPERTURA 22
6.4. SUBSTRATO LITOIDE 22
6.5. INDAGINI IN SITO 23

7. CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA **23**

8. CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA **25**
8.1. DINAMICA DI VERSANTE LEGATA A GRAVITA' E DILAVAMENTO 26
8.2. DINAMICA FLUVIALE 26
8.3 DINAMICA COSTIERA 26
8.4. AZIONE ANTROPICA 27
8.5. PERICOLOSITA' LEGATA ALLE CARATTERISTICHE LITOLOGICHE 27

9. CARTA DI ZONIZZAZIONE **27**
9.1. ZONE A: AREE CON SUSCETTIVITA' D'USO NON CONDIZIONATA 28
9.2. ZONE B: AREE CON SUSCETTIVITA' D'USO CONDIZIONATA 28
9.3. ZONE C: AREE CON SUSCETTIVITA' D'USO LIMITATA 28
9.4. ZONE D: AREE CON SUSCETTIVITA' D'USO INTERDETTA O FORTEMENTE LIMITATA 29

10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE **30**

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI **32**

1. PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Santa Margherita Ligure con Determinazione Dirigenziale n. 376 del 05.12.2008, sono state effettuate le presenti indagini geologiche a corredo del Piano Urbanistico Comunale.

Le indagini condotte hanno la finalità di accertare la compatibilità delle previsioni urbanistiche nei confronti delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche del territorio comunale.

1.1. RIFERIMENTI NORMATIVI

Per la redazione delle indagini geologiche a supporto del Piano Urbanistico Comunale è fatto riferimento alla Legge Regionale n° 36 del 04.09.1997 (*Legge Urbanistica Regionale*), che con l'art. 88 abroga la L.R. n. 24 del 08.07.1987 (*Disposizioni per lo snellimento delle procedure urbanistiche in attuazione della L. 28/2/1985 n°47 e disciplina degli strumenti urbanistici attuativi*) ma non la relativa circolare n. 2077 del 27.04.1988, indicante quali devono essere i contenuti delle indagini geologiche predisposte a corredo degli strumenti urbanistici generali.

Nell'ambito delle valutazioni in termini di fruizione del territorio ai fini urbanistici, si è tenuto conto del Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico (Ambito 15), redatto ai sensi dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/1998, convertito in L. 267/1998, approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n. 67 del 12.12.2002 e s.m.i. e, per le zone ricadenti in area Parco di Portofino, della L.R. n. 29 del 03.09.2001 che attribuisce al Piano del Parco la regolamentazione delle attività edilizie e la pianificazione e gestione del Sito di Importanza Comunitaria IT1632603 "Parco di Portofino".

1.2. MODALITA' D'INDAGINE

In considerazione delle caratteristiche del territorio da investigare e nel rispetto di quanto previsto dagli standard di lavoro definiti nella citata circolare R.L. n° 2077/88, le indagini sono state articolate come segue:

- ricerca bibliografica e cartografica di tutta la documentazione esistente, con riferimento a pubblicazioni scientifiche, relazioni tecnico-professionali e strumenti di pianificazione territoriale di carattere geomorfologico-applicativo (*Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico – Ambito 15*);
- esame di tutta la documentazione esistente presso l'U.T.C. ed in particolare delle risultanze delle indagini geognostiche e geotecniche effettuate in occasione di incarichi professionali;

- rilevamento geologico, geomorfologico, idrogeologico e geologico-tecnico di dettaglio, supportato anche da fotointerpretazione, al fine di definire le caratteristiche del territorio;
- redazione di n. 3 elaborati cartografici originali di analisi, in ottemperanza a quanto disposto dalla Circolare R.L. 2077/88, e di n. 3 elaborati integrativi ai contenuti minimi della circolare stessa riguardanti le seguenti tematiche: carta litotecnica, carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica, carta della pericolosità geomorfologica;
- redazione di un elaborato cartografico di sintesi che riunisce ed unifica nella tavola di zonizzazione e suscettività d'uso del territorio le tematiche affrontate negli elaborati di analisi;
- rielaborazione di quanto emerso dalle indagini e redazione delle note illustrative delle cartografie tematiche e delle relative norme di attuazione di carattere geologico.

1.3. CARTOGRAFIA TEMATICA

Gli elaborati cartografici, estesi all'intero territorio del Comune di Santa Margherita Ligure al fine di rispondere compiutamente alle richieste normative della Regione Liguria, sono stati articolati attraverso i seguenti tematismi alla scala 1:5000

- carta geologica (TAVOLA G1)
- carta geomorfologica (TAVOLA G2)
- carta idrogeologica (TAVOLA G3)
- carta litotecnica (TAVOLA G4)
- carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (TAVOLA G5)
- carta della pericolosità geomorfologica (TAVOLA G6)

Tutte le informazioni raccolte e le eventuali problematiche individuate sono state esplicitate in un elaborato di sintesi in scala 1:5000, la carta di zonizzazione e suscettività d'uso del territorio (TAVOLA G7), in cui è stata proposta una zonazione geologico-tecnica sulla scorta delle indicazioni raccolte in fase di rilevamento di superficie e di elaborazione dei dati.

Come supporto topografico per tutte le cartografie tematiche è stata utilizzata una giunzione di 4 elementi cartografici della Carta Tecnica Regionale ed in particolare:

- Elemento n. 231071 Santa Margherita Ligure
- Elemento n. 231072 Portofino
- Elemento n. 231073 S. Fruttuoso
- Elemento n. 231074 Ruta

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Dal punto di vista amministrativo il territorio comunale di S. Margherita Ligure occupa l'estremità orientale del Promontorio di Portofino, essendo parzialmente inserito nel Parco omonimo, confinando a ovest con il comune di Camogli, a nord con quello di Rapallo e a sud-sudovest con quello di Portofino.

In termini geografici il territorio comunale è delimitato nel settore orientale dal tratto di litorale compreso tra il Golfo di Paraggi a sud e la scogliera che porta a Punta Pagana a Nord; ad occidente il limite è segnato dallo spartiacque naturale che passa per alcune delle cime principali dei rilievi costituenti il promontorio di Portofino (M. Ramezzana, Portofino Vetta, M. di Portofino – 610 m s.l.m. -, M. delle Rocche, M. Pallone), da cui si diparte una serie di bacini sub-paralleli, circa ortogonali alla linea di costa; in tale ambito sono compresi i bacini idrografici dei corsi d'acqua principali il fosso San Siro, il fosso Magistrato e il fosso di Santa Barbara. Nella porzione settentrionale del comune di S. Margherita Ligure la linea di spartiacque, che separa il bacino del fosso San Siro a sud dal bacino del fosso San Massimo a nord, non coincide con il limite amministrativo, per cui il territorio comunale comprende una porzione dell'alto bacino del fosso San Massimo, che si sviluppa verso valle nel comune di Rapallo. A sud sud-ovest il confine amministrativo con il comune di Portofino è segnato dall'alveo del fosso dell'Acqua Viva. Tutti i corsi d'acqua fanno riferimento al Golfo del Tigullio.

Le aree sub-pianeggianti, costituite dalle zone di fondovalle dei bacini idrografici più estesi e dalle zone litoranee, risultano percentualmente in subordine rispetto alle aree in rilievo, caratterizzate, come meglio esplicato nel seguito, dal contrasto litologico fra la formazione massiva dei Calcari di M. Antola ed il Conglomerato poligenico di Portofino, che giace in netta discordanza con il complesso flyscioide dell'Antola.

La morfologia delle zone interessate dal conglomerato risulta in molti casi più aspra, con versanti acclivi, e caratterizzata talora dall'andamento dei piani di faglia. Nelle zone a litologia calcarea le forme del paesaggio risultano più condizionate dal rimaneggiamento antropico delle coperture, finalizzato alla formazione di terrazzamenti artificiali destinati a pratiche agricole, con conseguente attenuazione dei fenomeni erosivi. Lungo il contatto fra le due formazioni, in particolare nelle porzioni sommitali dei versanti, sono presenti estese placche detritiche, che mascherano la netta variazione litologica.

La morfologia costiera è caratterizzata nella parte centro-settentrionale da coste basse formatesi in corrispondenza degli originali apparati fociali dei bacini idrografici principali. Queste aree sono state oggetto di un intenso rimaneggiamento antropico che ha pesantemente sovvertito le condizioni geomorfologiche originarie. Le coste alte, prevalenti nella zona meridionale, conservano in parte i caratteri originari, assumendo talora conformazioni a falesia e a scogliera.

L'esposizione ad est della fascia costiera costituisce di fatto una condizione favorevole in rapporto ai fenomeni di abrasione marina, in quanto limita gli effetti provocati dai venti da mezzogiorno

e protegge il litorale dai mari del quadrante sud-occidentale caratterizzati dal fetch più esteso del Mar Ligure e quindi dalle altezze d'onda più significative.

3. CARTA GEOLOGICA

Il territorio comunale di S. Margherita Ligure risulta individuabile nella Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 sui fogli nn. 83 Rapallo e 94 Chiavari, Tavolette in scala 1: 25.000 Recco, Rapallo, Chiavari, M. di Portofino.

Le Formazioni presenti nel territorio sono rappresentate dal Flysch di M. Antola, ascrivibile all'Unità Antola, parte sommitale della successione sedimentaria delle Unità Liguridi Interne, e dal Conglomerato di Portofino, costituito da depositi oligocenici tardo-orogeni che poggiano in discordanza sul flysch cretacico, deformato ed eroso.

L'assetto generale è caratterizzato dalla sovrapposizione del Conglomerato di Portofino, affiorante nel settore meridionale, sul Flysch di M. Antola, presente nelle restanti porzioni di territorio, lungo una superficie trasgressiva con immersione verso SSW ed inclinazione di circa 35°.

Dal punto di vista strutturale, il Flysch di M. Antola è condizionato dalle diverse fasi deformative subite, sia duttili sia fragili, mentre il Conglomerato di Portofino mostra evidenze di una tettonica deformativa esclusivamente fragile.

Per la redazione della *Carta Geologica* (TAVOLA G1) si è tenuto conto della proposta di legenda contenuta nella citata circolare della Regione Liguria n. 2077/88 e della Tavoletta Chiavari-Recco (Regione Liguria, 2006) per quanto riguarda le litologie ed i principali elementi strutturali presenti nel territorio comunale di Santa Margherita Ligure.

Nella TAVOLA 1, oltre alle due Formazioni affioranti, sono stati inoltre indicati i depositi di versante di diversa origine con spessore di rilevanza stratigrafica, presenti sull'intero comparto, gli esigui depositi di spiaggia, localizzati nelle numerose baie e insenature comprese tra il Golfo di Paraggi e Punta Pagana, i depositi alluvionali di origine mista fluvio-marina, individuabili in corrispondenza del centro abitato di Santa Margherita ed infine i riporti di origine antropica.

3.1. FORMAZIONE DEL FLYSCH DI M. ANTOLA

Il Flysch di M. Antola (Cretacico superiore – Paleocene) è costituito da una successione di calcari marnosi, marne calcaree e marne argillose, in sequenze ritmicamente ripetute e talora a base arenitica di potenza assai variabile, da pochi centimetri ad alcuni metri, di colore grigio scuro se freschi e grigio chiaro nelle normali condizioni di alterazione, ascrivibile all'Unità Antola.

Un elemento caratteristico è la presenza di tracce di bioturbazione, riconducibili in genere a piste di Helminthoides e gallerie di Chodrites, soprattutto al tetto delle sequenze marnoso-calcaree.

Il Flysch di M. Antola rappresenta il substrato roccioso di gran parte del territorio comunale di Santa Margherita Ligure, estendendosi nei settori settentrionali e centrali fino alle pendici del M. di Portofino: il limite trasgressivo tra i calcari ed il conglomerato attraversa il versante settentrionale dei monti Brano, della Croce, delle Bocche e di Portofino ed è visibile nei pressi del Convento della Cervara.

Le migliori esposizioni del Flysch di M. Antola si osservano lungo la falesia nel tratto di costa tra Punta Pagana e Punta Pedale; affioramenti significativi sono visibili anche in corrispondenza dei tagli stradali lungo le principali vie di comunicazione e le numerose carrabili che attraversano il territorio comunale, come in località Nozarego e lungo la S.P. 1 in località S. Lorenzo della Costa.

Per quanto riguarda l'assetto strutturale alla mesoscala, date le complesse vicende deformative che hanno interessato il Flysch di M. Antola, i piani di stratificazione risultano caratterizzati da giaciture assai variabili, con strutture plicative a scala pluridecametrica aventi asse con direzione media NW-SE e vergenza sia verso SW sia verso NE.

3.2. FORMAZIONE DEL CONGLOMERATO DI PORTOFINO

Il Conglomerato di Portofino (Oligocene inferiore) è caratterizzato dalla presenza di ciottoli di forma arrotondata o subarrotondata di dimensioni eterogenee, da centimetriche a decimetriche, di natura prevalentemente calcareo-marnosa ed in subordine arenacea, immersi in una matrice calcareo-arenacea; talvolta sono presenti elementi di altri litotipi tra cui ofioliti, diaspri e scisti cristallini (Giammarino et al., 1969; Giammarino & Messiga, 1979). Si tratta dei primi sedimenti clastici, prevalentemente grossolani, derivanti dal rapido smantellamento di un settore in sollevamento durante le fasi tardive dell'orogenesi alpina e depositati sul flysch cretacico piegato ed eroso.

All'interno del Conglomerato di Portofino è stata dimostrata la presenza di tre diverse litofacies, la cui variazione composizionale verticale è indicativa della progressiva comparsa al tetto degli strati di litotipi provenienti dall'erosione di unità deformate a livelli strutturali sempre più profondi (Corsi, 2003). Si possono pertanto riconoscere tre livelli, che differiscono tra loro per la natura e la provenienza dei clasti: i) livello basale con clasti calcarei, calcareo-marnosi, argillitici ed arenacei, con subordinate rocce basiche metamorfosate e diaspri metamorfici riferibili all'Unità Antola; ii) livello intermedio con clasti in prevalenza metamorfici dei livelli superiori, in particolare marmi e dolomie provenienti dalle unità del Gruppo del Voltri; iii) livello superiore con clasti orto e paraderivati di più alto grado metamorfico (quarziti, quarzareniti, micascisti e quarzo scisti, para e ortogneiss talora migmatitici), riconducibili in parte alle unità del Gruppo del Voltri ed in parte ai massicci cristallini del ponente ligure e pertanto ai Domini Brianzonesi e Piemontesi.

Dal punto di vista tessiturale, il Conglomerato è caratterizzato da una particolare distribuzione dei clasti all'interno di ogni singolo strato secondo una gradazione inversa, con i ciottoli di dimensioni minori

alla base e crescenti verso l'alto, e dalla disposizione reciproca di quelli più appiattiti, ordinati secondo la direzione della corrente all'atto della loro deposizione: embriciatura ed orientamento dei clasti sono indicativi di una provenienza occidentale del sedimento, con un senso di trasporto da SW verso NE.

Il Conglomerato di Portofino rappresenta il substrato roccioso della restante porzione del territorio comunale, lungo le pendici meridionali dei monti Brano, delle Bocche e di Portofino.

Le migliori esposizioni del Conglomerato sono osservabili lungo la falesia nel tratto compreso tra Punta Pedale e il seno di Paraggi e, localmente, in corrispondenza dei tagli stradali lungo le principali vie di comunicazione e le numerose carrabili che attraversano il settore meridionale del territorio.

Per quanto riguarda l'assetto strutturale alla mesoscala, si osservano evidenze di una tettonica deformativa che ha dato origine a diversi sistemi di fratture e/o faglie, dal momento che il Conglomerato non risulta coinvolto negli eventi fragili-duttili che hanno interessato il Flysch del M. Antola. In particolare, sono stati riconosciuti eventi deformativi fragili caratterizzati da zone di taglio sia subverticali che variamente inclinate, talora associate a vene di calcite.

In generale, è stata osservata una stretta relazione tra le principali lineazioni tettoniche, orientate prevalentemente in direzione WNW-ESE e NNE-SSW, ed alcuni elementi morfologici come il pattern del reticolo idrografico, l'orientazione della linea di costa, l'andamento degli spartiacque e lo sviluppo delle rotture di pendio rilevate lungo i versanti ed i crinali.

3.3. DEPOSITI DI VERSANTE DI DIVERSA ORIGINE CON SPESSORE DI RILEVANZA STRATIGRAFICA

In alcune porzioni di territorio comunale sono stati individuati e cartografati molti depositi di versante, di qualunque origine, caratterizzati da uno spessore di rilevanza stratigrafica: in base alla genesi, si possono distinguere coltri colluviali e detritico-colluviali e corpi franosi.

Tali coperture sono presenti in modo disuniforme sull'intero comparto comunale, caratterizzato in gran parte da roccia affiorante e/o subaffiorante con terreni sciolti sovrastanti di potenza ridotta.

Tra le coltri più significative, in termini anche di interferenza con i manufatti, si segnalano i grandi corpi presenti in località Nozarego, Santa Barbara, Case Martin e Case Bevilacqua e nel vallone del fosso dell'Acqua Morta, oltre a quelle che caratterizzano il versante orografico sinistro del fosso dell'Acqua Viva ed il tratto costiero compreso tra Punta Cervara e Punta Pedale in località Gave.

La descrizione di natura, tipologia, spessore ed origine di tali coperture è trattata nel seguito.

3.4. DEPOSITI DI SPIAGGIA E DEPOSITI ALLUVIONALI DI ORIGINE MISTA FLUVIO-MARINA

I depositi di spiaggia comprendono i terreni grossolani, prevalentemente ghiaia e ciottoli, di origine mista fluvio-marina, che costituiscono la piccola spiaggia presente nella baia di Paraggi, gli esigui

depositi presenti ai piedi della falesia tra Punta Cervara e Punta Pedale, le spiagge presenti tra Punta Bagno delle Donne e il porto turistico e quelle antistanti il centro abitato di Santa Margherita Ligure.

I depositi alluvionali, cartografati prevalentemente nel settore nord-orientale del territorio comunale, comprendono sia le alluvioni attuali mobilizzate nell'alveo dei Fossi San Siro e Magistrato, sia le alluvioni terrazzate sulle sponde, talora frammiste a lembi di coltri detritico-colluviali della fascia pedemontana, conoidi di deiezione e sedimenti di origine mista fluvio-marina, costituiti prevalentemente da sabbia e ghiaia con frazione fine significativa, fortemente rimaneggiati in superficie.

La descrizione di natura, granulometria e composizione di tali depositi è trattata nel seguito.

3.5. RIPORTI DI ORIGINE ANTROPICA

Sono compresi gli accumuli artificiali di terreni sciolti di spessore significativo, collocati per ricavare spazi sub-pianeggianti da destinare ad usi particolari e strutture artificiali che abbiano comportato la realizzazione di riporti, riempimenti, rilevati ecc. in prevalenza sistemati ed inseriti nell'ambito del tessuto urbano consolidato del centro abitato di Santa Margherita Ligure, come il rilevato ferroviario, alcuni riempimenti funzionali alla sistemazione urbanistica (cimitero, campo sportivo) e le colmate necessarie alla realizzazione dei moli del porto turistico. Sono comprese in questa voce anche le opere marittime e di difesa costiera presenti lungo l'intero litorale, tra Punta Pagana e Paraggi.

La descrizione di natura, granulometria e composizione di tali depositi è trattata nel seguito.

3.6. ASSETTO TETTONICO-STRUTTURALE

Come esposto in precedenza, il motivo tettonico fondamentale che interessa il territorio di S. Margherita Ligure è rappresentato dal contatto di natura tettonica tra il Flysch di M. Antola ed il Conglomerato di Portofino lungo una superficie di trasgressione con immersione verso SSW ed inclinazione di circa 30°-35°.

Dal punto di vista strutturale, il Flysch di M. Antola è condizionato da diverse fasi deformative, sia duttili sia fragili. In particolare, si distinguono due eventi deformativi principali (Corsi et al., 2001): il primo evento duttile-fragile, pre o sin-sedimentario, suddiviso in 5 fasi e contraddistinto da strutture plicative alla scala decametrica. In particolare, la prima fase è caratterizzata da pieghe vergenti verso W-NW con clivaggio abbastanza evidente parallelo alla superficie di stratificazione; la seconda è costituita da pieghe a vergenza generalmente verso E-NE associate ad una foliazione secondaria, più spaziata rispetto alla precedente, che viene deformata. La terza fase è rappresentata da shear bands spesso coniugate e talora associate a vene di calcite, perpendicolari alle preesistenti anisotropie planari; la quarta è formata da zone di taglio, che traspongono gli elementi strutturali delle precedenti fasi, con piani SC a senso di taglio verso NW e secondariamente verso NE. Infine, la quinta è

caratterizzata da pieghe con superficie assiale verticale, associate ad una deformazione non assiale, in quanto la lineazione formata tra la superficie assiale ed il clivaggio, ancora più spaziato rispetto a quello della seconda fase, non coincide con la superficie assiale. Le prime tre fasi deformative sono di pertinenza alpina dal momento che i sovrastanti conglomerati includono clasti calcarei e calcareo-marnosi ascrivibili al Flysch del M. Antola con shear bands riferibili alla terza fase duttile-fragile e pertanto derivano dallo smantellamento di un settore della catena alpina in sollevamento all'Oligocene.

Il secondo evento fragile, estremamente complesso ed articolato, risulta costituito da 8 stadi deformativi in successione, con rapporti di sovrapposizione geometrica. In particolare, i primi tre eventi sono rappresentati da zone di taglio, di spessore da centimetrico e decimetrico, molto probabilmente coevi alla quinta fase deformativa fragile-duttile e spesso associati a vene di calcite.

La complessa vicenda deformativa che interessa il Flysch determina il molteplice assetto strutturale dei piani di stratificazione con giaciture assai variabili; il motivo strutturale alla mesoscala è dato da una monoclinale con immersione media degli strati verso SW ed inclinazione di circa 10°.

Il Conglomerato di Portofino mostra evidenze di una tettonica deformativa esclusivamente fragile e non risulta invece coinvolto nei diversi eventi fragili-duttili che hanno interessato questi settori; gli strati si presentano generalmente immersione verso S-SE, con inclinazioni variabili tra 10° e 30°.

Nell'intero comparto si riconoscono sistemi con direzione appenninica, orientati WNW-ESE, ed in subordine con direzione antiappenninica, orientati NNE-SSW, ed infine sistemi N-S ed E-W; i rapporti tra i diversi set di discontinuità non sempre risultano di semplice sovrapposizione geometrica, a causa di ripetute riattivazioni degli stessi, in tempi differenti, con componenti di moto sia dirette che trascorrenti. Tuttavia, si ritiene che i sistemi orientati N-S e probabilmente E-W, siano di più recente impostazione; non è da escludere che alcuni, aventi direzione appenninica WNW-ESE, siano stati recentemente riattivati in relazione a fenomeni di espansione laterale a lenta evoluzione che avrebbero interessato l'ammasso roccioso conglomeratico, privo di contrasto laterale verso mare, favoriti anche dalla particolare giacitura del contatto con il Flysch di M. Antola, rappresentato da una superficie di trasgressione con immersione verso mare (Cevasco et alii, 2004).

In particolare, nel Flysch sono individuabili due sistemi principali di faglie subverticali, orientati circa N 70° e N 150°, mentre nel Conglomerato sono stati riconosciuti due sistemi di fratture e/o faglie predominanti: il principale, con direzioni variabili tra N100 e N150, ed uno secondario, con direzioni variabili tra N20 e N60 e tra N70 e N95. Si tratta generalmente di zone di taglio, sia subverticali che variamente inclinate, di spessore da centimetrico e decimetrico, spesso associate a vene di calcite, molto probabilmente coeve, almeno in parte, agli eventi fragili-duttili tardivi (5° fase) che hanno interessato il Flysch di M. Antola affiorante nelle porzioni settentrionali del Promontorio.

Il reticolo di lineazioni tettoniche riconosciute evidenzia pertanto un loro allineamento secondo due direzioni principali, una circa WNW-ESE e l'altra circa NNE-SSW: alla mesoscala è stata osservata una stretta relazione tra i principali sistemi di discontinuità ed alcuni elementi morfologici come il pattern del

reticolo idrografico, l'orientazione della linea di costa, l'andamento degli spartiacque e lo sviluppo delle rotture di pendio rilevate lungo i versanti ed i crinali. In TAVOLA 1 sono state riportate esclusivamente le principali faglie e strutture tettoniche riconosciute sul terreno e note anche in bibliografia, che danno origine ad un reticolo idrografico particolarmente marcato nell'intero comparto del territorio comunale.

4. CARTA GEOMORFOLOGICA

4.1. MORFOLOGIA E ACCLIVITÀ DEI VERSANTI

Il territorio del comune di S. Margherita Ligure è parte integrante del Promontorio di Portofino che si protende dalla costa per circa 4 km originando due golfi. La parte più elevata del promontorio si colloca nella zona occidentale (M. di Portofino 610 m); a partire dalla displuviale principale si sviluppano tre bacini imbriferi con caratteristiche orografiche differenziate.

Il bacino principale (fosso S. Siro) convoglia verso ENE le acque raccolte e si sviluppa quasi per intero nella formazione calcareo marnosa, presentando nelle parti in rilievo una morfologia complessivamente morbida, con pendii poco accentuati e acclività mitigata dall'azione antropica. Le zone pianeggianti interessanti la aree di fondovalle e le parti terminali dei bacini idrografici risultano moderatamente estese e decisamente antropizzate.

Tale stile morfologico contrasta con quello delle zone caratterizzate dalla presenza dei conglomerati contraddistinte in linea generale da uno stile più aspro, generato da giunti di fratturazione talora coniugati con piani di faglia. Le incisioni appaiono pertanto strette e incassate.

Le differenze litologiche di queste unità stratigrafiche assumono un ruolo importante nel determinare l'assetto morfologico delle rispettive aree influenzando, entro certi limiti,anche le attività antropiche.

Nell'ambito del perimetro comunale la placca conglomeratica interessa in misura preponderante un solo bacino (fosso dell'Acqua Viva) che convoglia le acque verso SE, seguendo un allineamento tettonico e sfociando in corrispondenza della località Paraggi, senza generare significativi depositi alluvionali.

Anche i terreni di copertura risentono del contrasto litologico, per cui la morfologia delle zone a litologia calcarea è caratterizzata dal rimaneggiamento dei materiali incoerenti attraverso una successione di terrazzamenti artificiali presidiati da muri a secco.

Lungo la fascia di contatto fra calcari e conglomerati sono presenti coltri di accumulo collegate geneticamente a deformazioni gravitative profonde; le coltri detritiche giacciono in forma di conoidi o di ventagli sui calcari sottostanti.

Per quanto riguarda, infine, la morfologia costiera occorre rilevare relativamente alle zone di costa bassa l'alternarsi di depositi litoranei con infrastrutture di vario tipo.

Le zone di costa alta si sviluppano principalmente nell'ambito dei conglomerati ove l'azione di abrasione marina risulta in parte mitigata dalla presenza delle infrastrutture viarie che corrono parallele al litorale.

Per la redazione della *Carta Geomorfologica* (TAVOLA G2), oltre a tenere conto delle indicazioni contenute nella citata circolare della Regione Liguria n° 2077/88, è stata utilizzata la legenda proposta per la cartografia geomorfologica dal Gruppo di Lavoro per la realizzazione della Carta Geomorfologica d'Italia (Servizio Geologico Nazionale, 1994), per evidenziare forme, processi e depositi che caratterizzano l'assetto morfologico dell'area in esame e distinguerli sulla base della genesi e del loro stato di attività e la loro possibile evoluzione nel tempo. In particolare, per quanto riguarda i processi che operano il modellamento e l'evoluzione del rilievo, forme e depositi sono stati suddivisi in più insiemi e contraddistinti mediante colori diversi, mentre per rappresentarne lo stato di attività e l'evoluzione sono state utilizzate diverse tonalità del colore del processo morfogenetico principale.

Per meglio valutare la comprensione degli aspetti descritti nel corso della caratterizzazione geomorfologica del territorio, si ritiene opportuno analizzare i temi principali che compaiono nella legenda della carta geomorfologica.

4.2. ELEMENTI GEOLOGICO-STRUTTURALI ED INDIZI MORFONEOTETTONICI

In questa voce sono stati presi in considerazione la litologia del substrato ed i principali elementi tettonici ed indizi morfoneotettonici.

Per quanto riguarda la litologia, nel territorio di S. Margherita Ligure affiorano rocce ruditiche, ascrivibili al Conglomerato di Portofino, e rocce marnose, marnoso-pelitiche e pelitiche, riferibili alla Formazione del Flysch di M. Antola.

L'assetto strutturale dei Calcari di M. Antola risulta caratterizzato da molteplici giaciture dei piani di stratificazione, variabili da 20°-30° fino a 60°-70°, mentre il Conglomerato presenta strati con immersione generalmente verso SSE ed inclinazioni variabili tra 10° e 30°.

Il reticolo di lineazioni tettoniche, certe e presunte, riconosciute sul terreno e note anche in bibliografia, evidenzia un loro allineamento secondo due direzioni principali, orientate rispettivamente circa WNW-ESE e NNE-SSW; si tratta in generale di faglie normali, da sub-verticali a variamente inclinate, ed in subordine di faglie trascorrenti. A questo complesso assetto strutturale si sono sovrapposti gli effetti della tettonica recente, prevalentemente distensiva, che ha caratterizzato l'intero settore a partire dal Pliocene, con una serie di lineamenti tettonici sub-verticali, ad andamento sia longitudinale sia trasversale alla catena appenninica, che hanno esercitato un controllo sulla morfologia del territorio.

Sulla base del rilevamento sul terreno e della fotointerpretazione, l'analisi dell'orientazione del reticolo idrografico e delle linee spartiacque, dell'andamento della linea di costa e dei crinali indica una stretta relazione tra l'assetto morfologico e le direttrici tettoniche.

Oltre al pattern del reticolo idrografico e dell'andamento della linea di costa, indizi morfologici sulla notevole influenza esercitata da parte della neotettonica sono rappresentati da gomiti spesso ad angolo retto lungo i corsi d'acqua, andamento rettilineo degli spartiacque principali e creste a sviluppo lineare, discontinuità e salti altimetrici lungo i crinali, selle e lineamenti in genere; è probabile che anche le spianate morfologiche osservate lungo i crinali, che dai monti delle Bocche e della Croce di Nozarego degradano progressivamente verso SE rispettivamente fino alla baia di Paraggi e alla Punta della Cervara, siano legate ad eventi neotettonici.

Nel settore sud-orientale è stato cartografato anche il contatto trasgressivo tra i calcari ed il conglomerato, che dal Convento della Cervara risale trasversalmente il versante orientale del M. Brano per poi proseguire lungo le pendici settentrionali dei monti Brano, Croce di Nozarego e delle Bocche fino al M. di Portofino.

4.3. DEFORMAZIONI GRAVITATIVE DI VERSANTE (D.G.P.V.)

Alcuni settori del territorio comunale, compresi rispettivamente tra il Canale del Pero di Sotto e fosso dei Casetti, e tra il fosso Magistrato e il vallone in località La Madonna di Nozarego, e la porzione del versante orientale compreso tra Punta della Cervara e Punta Pedale, in località Le Gave, sono stati interpretati come aree interessate da fenomeni deformativi gravitativi profondi (D.G.P.V.); ne sarebbero indizio morfologico le numerose contropendenze e discontinuità altimetriche di crinale osservate lungo i versanti.

Tuttavia, sulla base dei dati disponibili, non è possibile distinguere se si tratti di fenomeni strettamente gravitativi piuttosto che di processi legati prevalentemente all'azione della tettonica, dal momento che non sono presenti i tipici indicatori morfologici quali trincee, sdoppiamenti di crinale, ecc., osservabili in altri esempi di deformazioni gravitative profonde in ambito appenninico.

Tali deformazioni profonde possono essere state favorite anche dal marcato contrasto di competenza tra i due litotipi presenti, Conglomerato di Portofino e Flysch di M. Antola, con tipici fenomeni di espandimento laterale.

4.4. FORME DI VERSANTE DOVUTE ALLA GRAVITA'

Numerose aree conformate ad impluvio ed ampie porzioni di versanti sono caratterizzate da coltri di origine gravitativa, differenti per genesi ed attività, spesso connessa anche alle diverse caratteristiche dei litotipi presenti e al dilavamento dei versanti operato dalle acque superficiali.

I cinematismi ricorrenti sono ascrivibili a scorrimento, come in località San Lorenzo, Dolcina Alta e Santa Barbara; per colamento, come Dolcina Bassa e, solo localmente, a cinematismi per crollo, lungo la falesia, come in prossimità di Punta della Cervara. Sono presenti anche movimenti di tipo complesso, come lungo le pendici settentrionali del M. Croce di Nozarego e in località Gave.

Gran parte dei corpi detritici sono stati interpretati come paleofrane/frane relitte, ossia come corpi innescati in un contesto morfotettonico e climatico diverso da quello attuale, al limite con i fenomeni gravitativi profondi, di cui sono testimonianza le numerose contropendenze osservate lungo i pendii, lineamenti tettonici, selle, creste a sviluppo rettilineo, variazioni altimetriche di crinale e gomiti fluviali legati ad una tettonica recente (neotettonica) che ha influito sull'assetto morfologico di questi settori.

A monte dei diversi corpi detritici sono visibili in genere orli di scarpata di altezza variabile, mentre lungo i versanti settentrionali dei monti delle Bocche e Croce di Nozarego e nel vallone del fosso dell'Acqua Viva sono presenti numerose scarpate di degradazione, associate spesso alle forme di dilavamento diffuso ad opera delle acque correnti e superficiali.

Sulla base degli aspetti geomorfologici, delle osservazioni condotte sullo stato di opere antropiche e manufatti e, in alcuni casi, dai dati ricavati da monitoraggi geotecnico-idrogeologici disponibili, è stato possibile definire la condizione di attività dei fenomeni di instabilità e dissesto: risultano attivi i movimenti gravitativi in destra orografica del fosso Magistrato (località Busso) e quelli che interessano la porzione sommitale del versante orientale del M. Brano, compreso tra Punta della Cervara e Punta Pedale (località Le Gave), oltre ad alcuni movimenti localizzati lungo il vallone del fosso dell'Acqua Morta e in località Pastinello. Tutti gli altri fenomeni presenti sul territorio comunale di Santa Margherita Ligure risultano inattivi.

Relativamente alla perimetrazione dei corpi franosi e alla valutazione del loro stato di attività si è tenuto conto delle indicazioni contenute nel Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico (Ambito 15), e dei contenuti dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (di seguito IFFI) adottando, in caso di non coincidenza nella classificazione delle aree, i seguenti criteri:

- in caso di non coincidenza delle perimetrazioni delle aree in frana nei due strumenti sono stati ritenuti prevalenti e quindi riportati in cartografia i limiti indicati nel Piano di Bacino;
- in caso di non coincidenza dello stato di attività delle aree in frana nei due strumenti sono state considerate prevalenti, e quindi riportate integralmente in cartografia, le indicazioni contenute nel Piano di Bacino;
- in caso di frane attive o quiescenti non presenti nel Piano di Bacino ma indicate nell'IFFI, i limiti del corpo franoso stati riportati in cartografia con indicazione dello stato di attività.

Nelle carte derivate e nella carta di zonizzazione sono state evidenziate le aree classificate in frana nel Piano di Bacino, soggette a normativa specifica.

4.5. FORME FLUVIALI DOVUTE AL DILAVAMENTO DEI VERSANTI

Per quanto riguarda il reticolo idrografico, i corsi d'acqua presentano un regime prevalentemente torrentizio, caratterizzato da notevole siccità nei periodi estivi ed un aumento delle portate nella stagione autunnale-invernale, in concomitanza delle precipitazioni più abbondanti; si presentano in genere di breve lunghezza, con modesto trasporto solido e sviluppo lineare. Frequentemente risultano impostati in corrispondenza di lineazioni tettoniche o linee di frattura.

Oltre al fosso San Siro, gli unici corsi d'acqua significativi risultano i fossi dell'Acqua Viva e dell'Acqua Morta, che sfociano nel Seno di Paraggi, ed i fossi di Santa Barbara e Magistrato che sfociano nel Golfo di Santa Margherita.

Tutti i corsi d'acqua presentano una marcata tendenza all'erosione, mentre lungo i versanti risultano frequenti i fenomeni di denudazione, con orli di scarpata di altezza variabile, legati all'azione erosiva delle acque correnti, e le superfici interessate da forme di dilavamento diffuso; depositi di origine colluviale, in genere di spessore compreso tra 3 e 5 m, sono presenti lungo i versanti nell'intero comparto in esame, localizzati per lo più in corrispondenza di aree conformate ad impluvio e valloni, spesso frammisti a deposito per colata tipo "*soil creep*" lungo i corsi d'acqua o coltri di altra origine.

Nelle aree pianeggianti presenti nel fondovalle lungo il corso dei fossi San Siro e, in secondo luogo, Magistrato e Santa Barbara, sono invece presenti depositi di origine strettamente fluviale, con alluvioni antiche e recenti per lo più terrazzate, e depositi di origine mista fluvio-marina; nella fascia pedemontana in sinistra orografica del fosso San Siro sono state riconosciute alcune conoidi miste alluvio-torrentizie.

4.6. FORME DI ORIGINE MARINA

La morfologia costiera è contraddistinta da una costa alta e rocciosa, articolata in una serie di piccole insenature e promontori, in continua evoluzione per l'azione combinata di gravità e moto ondoso, che rappresenta il principale agente geomorfologico dell'intera fascia litoranea, spesso associata ai caratteri litologici e strutturali del substrato, soggetto ad intensa abrasione marina; si tratta di una falesia prevalentemente attiva, con orli di altezza in genere inferiore a 5 m, talora maggiori, caratterizzata da frequenti crolli e movimenti gravitativi che alimentano falde e coni detritici sottomarini.

Tra le forme di erosione si riconoscono alcune superfici sub-pianeggianti e spianate ubicate a diverse quote, spesso correlabili tra loro, lungo le dorsali orientate circa NE-SW nei settori centro-orientali del territorio comunale: tali superfici spesso sono il risultato non solo dei processi erosivi e delle loro oscillazioni legate alle variazioni del livello marino, ma anche di movimenti verticali neotettonici.

Ad eccezione delle spiagge maggiori, localizzate rispettivamente nella zona antistante il centro abitato di S. Margherita Ligure e nella baia compresa tra il porto turistico e Punta Bagno delle Donne,

accumuli di materiale sono raccolti esclusivamente nelle insenature in corrispondenza della foce dei modesti impluvi (Paraggi) o alla base delle falesie erose dal moto ondoso: si tratta in genere di depositi di origine mista fluvio-marina, costituiti prevalentemente da materiale a granulometria grossolana tipo sabbia e ghiaia, fino a ciottoli e massi.

4.7. FORME ANTROPICHE

La morfologia originaria di ampi settori del territorio di S. Margherita Ligure è stata profondamente modificata ed alterata dei secoli dall'attività antropica mediante la costruzione dei diversi nuclei insediativi sia in ambito collinare (San Lorenzo della Costa, Dolcina, Nozarego) sia costiero (S. Margherita, Paraggi) e la realizzazione di terrazzamenti agricoli presidiati da muri a secco di contenimento, riporti, terrapieni, rilevati stradali e ferroviari, colmate e moli.

La costruzione di pennelli, scogliere, opere di difesa marittima e il porto turistico hanno indotto profonde variazioni nel profilo della linea di costa compresa tra Punta Pagana e Paraggi, mentre i corsi d'acqua nei tratti terminali dei fossi San Siro, Magistrato, Santa Barbara e dell'Acqua Viva, risultano tombinati.

Poco a monte di via Dogali è presente una cava di calcare, dismessa, in cui risulta ancora visibile il fronte di scavo, denudato e soggetto all'alterazione e all'erosione da parte degli agenti atmosferici, oggetto recentemente di crollo di massi isolati e arretramento del ciglio fino al coinvolgimento della strada pedonale che si sviluppa lungo il crinale presente a monte.

5. CARTA IDROGEOLOGICA

5.1 I BACINI IDROGRAFICI

I corsi d'acqua presentano un regime prevalentemente torrentizio, caratterizzato da siccità nei mesi estivi ed innesco di portate anche significative nella stagione autunnale-invernale, in concomitanza delle precipitazioni più abbondanti. In genere, questi presentano breve lunghezza, sviluppo lineare, modesti trasporti solidi e risultano frequentemente impostati in corrispondenza di lineazioni tettoniche e linee di frattura, evidenziate dalla presenza di numerosi tratti rettilinei e di gomiti ad angolo retto osservabili nell'intero comparto in esame.

Come detto in precedenza, oltre al fosso San Siro, gli unici corsi d'acqua significativi risultano i fossi dell'Acqua Morta e dell'Acqua Viva, nella porzione sud-orientale del territorio comunale, che dalle pendici del M. Pollone si sviluppano in direzione SE fino al Seno di Paraggi e i fossi Magistrato e Santa Barbara che, dalle pendici del M. Croce di Nozarego sfociano rispettivamente nel Golfo di Santa Margherita e nella baia compresa tra il porto turistico e Punta Bagno delle Donne.

I bacini idrografici presenti all'interno del territorio sono pertanto:

- l'intero bacino del fosso San Siro a nord;
- gli interi bacini dei fossi Magistrato e Santa Barbara nel settore centro-orientale;
- l'intero corso del fosso dell'Acqua Viva con i suoi affluenti in sinistra orografica e l'intero bacino del fosso dell'Acqua Morta a sud;

I tratti terminali dei fossi San Siro, Magistrato e Santa Barbara, nell'ambito del fondovalle urbanizzato di Santa Margherita, e del fosso dell'Acqua Viva, in prossimità del borgo di Paraggi, risultano tombinati.

Le aree pianeggianti di pertinenza di questi corsi d'acqua sono classificate nel Piano di Bacino in Fascia A, B e C (Santa Margherita) e Fascia C (Paraggi).

Per la stesura della *Carta Idrogeologica* (TAVOLA G3), oltre a tenere conto delle indicazioni contenute nella citata circolare della Regione Liguria n° 2077/88, è stato fatto riferimento alla proposta di legenda per la cartografia idrogeologica presentata nell'ambito del progetto C.A.R.G. per la realizzazione della guida al rilevamento ed alla rappresentazione della Carta Idrogeologica d'Italia (Servizio Geologico Nazionale, 1995).

Le indicazioni suggerite sono state adattate alla realtà locale del territorio di S. Margherita Ligure ed alle peculiari caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e litotecniche emerse dal lavoro di ricerca e raccolta dei dati. In particolare, i complessi idrogeologici presenti nell'area in esame sono stati distinti in funzione del loro grado di permeabilità relativa, a prescindere dallo spessore delle coltri detritiche di copertura. Successivamente sono state prese in considerazione le proprietà di permeabilità degli accumuli di materiali sciolti con spessori di rilevanza stratigrafica, i depositi di spiaggia ed alluvionali misti fluvio-marini ed infine i materiali di derivazione antropica, permeabili prevalentemente per porosità.

5.2. COMPLESSI IDROGEOLOGICI

Il comportamento idrogeologico dei terreni è influenzato dai caratteri litologici e strutturali dei litotipi presenti sul territorio. Sulla base dei dati desunti dalla carta geologica e dalla bibliografia generale, si possono pertanto distinguere quattro complessi idrogeologici caratterizzati da un grado di permeabilità relativa crescente da basso a estremamente elevato.

5.2.1. Permeabilità delle coperture

Per la valutazione della permeabilità dei terreni sciolti sono state prese in considerazione le coperture del substrato roccioso aventi spessore di significato stratigrafico, i depositi colluviali, i depositi di spiaggia ed alluvionali di origine mista fluvio-marina ed infine i riporti.

In particolare, in base al grado di permeabilità relativa, si possono distinguere:

- complesso detritico-colluviale: sono rappresentati tutti i depositi di versante di origine detritica e/o colluviale e gli accumuli di materiali sciolti di derivazione antropica, ascrivibili a limi e argille frammisti a sabbie e ghiaie. Per questi materiali è stato valutato un grado di permeabilità relativa medio. Tali terreni sono presenti su tutto il territorio, in particolare nelle aree conformate ad impluvio e lungo i principali corsi d'acqua; gli accumuli di materiali sciolti di derivazione antropica sono localizzati in corrispondenza delle aree urbanizzate caratterizzate da riporti, rilevati e terrapieni ed in prossimità dei principali nuclei insediativi;
- complesso alluvionale: sono rappresentati i depositi di spiaggia e quelli alluvionali di origine mista fluvio-marina, rimaneggiati superficialmente ed eventualmente frammisti a materiale detritico-colluviale proveniente dalla fascia pedemontana e riporto (ghiaie e sabbie poligeniche). Per questi materiali è stato valutato un grado di permeabilità relativa da elevato a estremamente elevato. Tali terreni sono presenti in corrispondenza delle spiagge antistanti il centro abitato di Santa Margherita e all'interno del Seno di Paraggi, e lungo il corso d'acqua dei corsi d'acqua principali (Fossi San Siro, Magistrato e Santa Barbara).

5.2.2. Permeabilità del substrato roccioso

Per quanto riguarda le caratteristiche idrogeologiche del substrato roccioso, sostanzialmente impermeabile in condizioni di integrità, sono stati distinti due complessi idrogeologici:

- complesso conglomeratico: tale complesso idrogeologico, costituito conglomerati con inclusi ciottoli di diversa natura immersi in una matrice calcareo-arenacea (Conglomerato di Portofino), è caratterizzato da un grado di permeabilità relativa in genere elevato. Tale Formazione, affiorante nel settore meridionale del territorio comunale, acquista una maggiore permeabilità per fenomeni di marcata macro-fessurazione, con le discontinuità a rappresentare le vie di circolazione preferenziali;
- complesso calcareo-marnoso-argilloso: tale complesso idrogeologico, costituito principalmente da un'alternanza di calcari marnosi, marne calcaree e marne argillose, talora a base calcarenitica (Flysch di M. Antola), è caratterizzato da un grado di permeabilità relativa da

basso a medio. Tale Formazione, affiorante nel settore centro-settentrionale del territorio comunale, acquista talora maggiore permeabilità sia per la sua intensa fratturazione, causata anche dal comportamento fragile delle deformazioni, sia per la sua minore capacità, rispetto alle altre formazioni più strettamente argillose, al riempimento ed alla sigillazione dei meati. La permeabilità è talora favorita anche da localizzati fenomeni carsici, che si verificano prevalentemente in corrispondenza dei banchi calcarei più puri.

Sulla base del grado di permeabilità relativa e delle caratteristiche idrogeologiche intrinseche, a ciascun complesso è stato inoltre attribuito un diverso grado di vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi: da basso (complesso calcareo-marnoso-argilloso) a molto elevato (complesso alluvionale).

5.3. ELEMENTI IDROGEOLOGICI

Tra gli elementi idrogeologici lineari più significativi è stato segnalato il limite tra i due complessi idrogeologici principali: il contatto tra le Formazioni del Flysch di M. Antola e del Conglomerato di Portofino, caratterizzate da un diverso grado di permeabilità relativa, risulta ubicato del settore sud-orientale del territorio comunale di S. Margherita Ligure.

Sono stati riportati inoltre gli spartiacque principali e secondari che delimitano i diversi bacini idrografici presenti nel comparto in esame.

Tra le emergenze idriche sono state riportate le principali sorgenti, localizzate a diverse quote nell'intero territorio comunale: tra le più importanti ci sono le diverse sorgive nella valle del fosso dell'Acqua Morta (Acqua Morta) e le fonti in sinistra orografica del fosso dell'Acqua Viva, comprese tra 200 m e 300 m s.l.m., le fonti Madonna di Nozarego, Busseo e Gallina sui versanti settentrionali dei monti Brano e Croce di Nozarego.

Le emergenze idriche sono principalmente ascrivibili a venute d'acqua conseguenti ad un immagazzinamento in corpi di terreni sciolti poggianti su materiali impermeabili o a fuoriuscite di livelli idrici contenuti in rocce permeabili per fessurazione, mentre quelle localizzate a quote maggiori sono legate a fenomeni di condensazione indotti dalla marcata escursione termica tra aria, satura di vapor d'acqua, e discontinuità del substrato roccioso, in prossimità dei crinali del Promontorio (Faccini et al., 2005); si riscontra in genere una buona correlazione tra l'ubicazione delle sorgenti ed i limiti a forte contrasto di permeabilità.

L'ubicazione di pozzi e sorgenti, per le quali è stata indicata la zona di rispetto, è stata ricavata in parte dal lavoro di censimento sul terreno e in parte da dati di archivio.

6. CARTA LITOTECNICA

Per la redazione della *Carta Litotecnica* (TAVOLA G4) è stato svolto un lavoro preliminare di ricerca e raccolta presso gli uffici tecnici delle indagini di carattere geognostico, geotecnico e geofisico realizzate nel territorio comunale di S. Margherita Ligure negli ultimi due decenni.

In base alla revisione critica dei dati litostratigrafici disponibili, è stato possibile caratterizzare, da un punto di vista litotecnico, i terreni presenti nei primi metri di profondità dal p.c., al di sotto dell'orizzonte superficiale, spesso rimaneggiato più di recente o sede di riporti.

La cartografia presentata è infatti relativa al livello litologico ritenuto significativo, posto tra 1 e 2 m di profondità, rappresentativo dell'orizzonte di più stretto interesse nella usuale pratica edilizia ed urbanistica ai fini di una conoscenza preliminare dei terreni e delle loro caratteristiche geotecniche: interpolando tra i vari dati disponibili è stata data preferenza ad una prevalenza areale, tralasciando a volte il singolo dato puntuale.

Stante la puntualità dei dati disponibili, riferiti a cantieri nell'ambito dei quali sono state realizzate diverse tipologie di indagini, alla loro natura complessa e distribuzione non omogenea sull'intero territorio comunale, si è ritenuto sufficiente limitarsi al dettaglio di caratterizzazione descritto, in modo da poter disporre di un'informazione media omogenea sull'intera area cartografata.

E' stato fatto riferimento alla proposta di legenda per la cartografia geologica e litologico-tecnica presentata nell'ambito del Progetto V.E.L. (Regione Toscana, 2002); le indicazioni suggerite sono state adattate alla realtà locale del territorio comunale ed alle peculiari caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e litotecniche emerse dal lavoro di raccolta ed interpretazione dei dati.

Nel dettaglio sono state riconosciute, sulla base del differente comportamento fisico-meccanico delle terre e delle formazioni geologiche, le seguenti unità litotecniche: materiale di origine antropica, terreni alluvionali fluvio-marini, terreni di copertura e substrato.

6.1. MATERIALE DI ORIGINE ANTROPICA

Si tratta di materiali sciolti a prevalente granulometria grossolana e grado di addensamento da medio ad elevato, spesso frammisto a prodotti di diversa origine (laterizi, calcestruzzo, frammenti lapidei). Questi materiali sono stati cartografati laddove costituiscono un livello continuo avente spessore di almeno 2 m.

Sono rappresentati da terreni di copertura artificiali, ascrivibili a riporti, terrapieni, rilevati, colmate, caratterizzati da un comportamento geotecnico prevalentemente attritivo, avendo una componente coesiva nulla o trascurabile, e la cui risposta meccanica è variabile in funzione del grado di addensamento e compattazione.

6.2. TERRENI ALLUVIONALI FLUVIO-MARINI

Si tratta di terreni sciolti eterogenei, appartenenti all'ambito di piana fluvio-marina e pedemontana, che si riscontrano lungo le zone terminali delle aste dei principali corsi d'acqua del territorio comunale rappresentati dai torrenti San Siro, Magistrato e Santa Barbara.

I terreni a grana grossa sono in genere poco addensati e, sulla base del contenuto di frazione fine, sono state distinte quattro sub-unità:

- ghiaia, sia gradata sia uniforme, con sabbia subordinata, talora ciottoli, e frazione fine irrilevante, inferiore al 5%; tali materiali sono rappresentati dai depositi attuali di spiaggia;
- ghiaia e sabbia gradate con frazione fine significativa, compresa tra 5% e 10%; tali materiali sono rappresentati dai depositi alluvionali, antichi e recenti;
- sabbia, sia gradata sia uniforme, con ghiaia subordinata e frazione fine irrilevante (inferiore al 5%); anche questi materiali sono ascrivibili ai depositi marini recenti, ma non più soggetti al rimaneggiamento da parte del moto ondoso;
- sabbia con limo, limo ghiaioso e limo sabbioso, appartenenti ai depositi misti fluvio-marini con una componente fine più rilevante.

Tra i terreni di origine alluvionale fluvio-marina si possono includere anche quelli a grana fine, rappresentati da limo argilloso e argilla limosa inorganica, con plasticità da media ad elevata e componente a grana grossa compresa tra 5% e 10%, più raramente maggiore o minore.

6.3. TERRENI DI COPERTURA

Si tratta dei depositi sciolti di versante caratterizzati da una componente fine, in genere predominante; sono rappresentati da terreni di copertura naturale, di diversa origine, prevalentemente colluviale e detritico-colluviale, aventi spessori superiori a 2 m.

Tali terreni sono costituiti da limo argilloso, argilla limosa ed argilla sabbiosa con significativa frazione a grana grossa, sia sabbiosa sia ghiaiosa, in genere inferiore a 35%-40% e più raramente maggiore.

6.4. SUBSTRATO LITOIDE

Si tratta di formazioni costituite da materiali lapidei di diversa natura, con coperture sciolte aventi spessori inferiori a 2 m. In particolare, sono state distinte due unità:

- materiali prevalentemente calcarei e calcareo-marnosi; sono rappresentati dall'alternanza ritmica di calcari marnosi, marne e calcareniti in strati e banchi di potenza variabili, da sottili a spessi, con intercalazioni di arenarie ed argilliti in livelli da sottili a medi, riferibili alla Formazione del Flysch di M. Antola;
- materiali prevalentemente granulari con grado di cementazione da medio ad elevato; sono rappresentati dai conglomerati con ciottoli di calcare marnoso ed arenaria, in subordine ofioliti, diaspri e scisti cristallini, di forma arrotondata e dimensioni eterogenee da centimetriche a decimentriche, immersi in abbondante matrice calcareo-marnosa, riferibili alla Formazione del Conglomerato di Portofino.

6.5. INDAGINI IN SITO

In cartografia sono stati inseriti i riferimenti puntuali relativi a cantieri nei quali sono state condotte specifiche indagini di carattere geognostico, geotecnico e geofisico; per ogni dato puntuale, riportato con un numero progressivo, è stata compilata una scheda riassuntiva che sintetizza le informazioni relative alle indagini eseguite ed alla tipologia dei terreni investigati in superficie. A tali schede sono allegati diagrammi, tabelle e prospetti relativi alle prove eseguite, sia in sito sia in laboratorio.

Si tratta principalmente di sondaggi geognostici a carotaggio continuo, con prove in foro (S.P.T.), pozzetti di saggio geognostico, prove penetrometriche dinamiche, eseguite con diverse strumentazioni, e prospezioni sismiche a rifrazione; in molti casi sui campioni di terreno prelevati nei sondaggi sono state eseguite prove di laboratorio (identificazione, classificazione, resistenza e deformabilità).

7. CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA

La carta delle *Microzone omogenee in prospettiva sismica* (Tavola G5), elaborata sulla base delle carte geologica, geomorfologica e litotecnica, evidenzia le situazioni morfostratigrafiche suscettibili di fenomeni di amplificazione rispetto al moto sismico di riferimento o di instabilità che si possono attivare a seguito di eventi sismici.

A questo scopo è stata fornita una perimetrazione areale delle diverse situazioni morfostratigrafiche, ordinate secondo criteri di pericolosità crescente, dalle zone A stabili passando per le zone B stabili suscettibili di amplificazione per arrivare alle zone C instabili. Ciascuna di esse possiede una particolare identità in relazione sia alle caratteristiche geologiche e morfologiche sia a quelle dell'evento sismico.

La valutazione delle microzone a differente comportamento sismico, quindi suscettibili di differenti amplificazioni, è stata ottenuta secondo un approccio qualitativo (Livello1) seguendo le indicazioni proposte nel documento di indirizzo nazionale "*Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica* (ICMS)

(Gruppo di Lavoro MS, 2008) approvato in data 13 novembre 2008 da parte della Conferenza delle Regioni e delle Province autonome (tavolo dei Presidenti), che costituisce un riferimento tecnico-scientifico di consolidato valore.

In conformità a quanto previsto dalla D.G.R. 471/2010 in sede di definizione del presente studio, connesso alla redazione del nuovo Piano Urbanistico Comunale, è stato eseguito uno studio di microzonazione sismica (MS) di primo livello, basato sulla raccolta di tutti i dati a disposizione, che ha permesso di suddividere il territorio esaminato in microzone qualitativamente omogenee, e di definire la "*Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica".*

Si precisa che, ai fini di una valutazione quantitativa dei parametri di ingresso per il calcolo del coefficiente di amplificazione, sia secondo l'approccio semplificato previsto ICMS (abachi) che mediante tecniche analitiche o sperimentali, nelle zone stabili suscettibili di amplificazione e in quelle instabili sono raccomandate dettagliate indagini geotecniche e geofisiche specifiche.

Ulteriori livelli di approfondimento conformi alla normativa di riferimento sono dettagliati all'interno di uno specifico capitolo contenuto nelle norme di attuazione di carattere geologico.

In base a quanto stabilito dalla D.G.R. 471/2010 sono state distinte 13 microzone, suddivise in 3 classi:

A) **Zone stabili** in cui il moto sismico non viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e a debole acclività;

B) **Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali** in cui il moto sismico viene amplificato a causa delle caratteristiche morfologiche, topografiche, strutturali, stratigrafiche, geofisiche e geotecniche dei terreni;

C) **Zone instabili** in cui sono presenti fenomeni in atto o potenziali di instabilità che possono subire una riattivazione o accentuazione in seguito al verificarsi di eventi sismici. In tutte queste aree non si possono escludere fenomeni di amplificazione del moto del suolo di origine litostratigrafia o topografica.

In ciascuna zona, sono state raggruppate aree a diversa connotazione geomorfologica e litotecnica che di seguito sono sinteticamente distinte:

- Zone A1: caratterizzate da substrato litoide stratificato, affiorante o subaffiorante, con grado di fratturazione medio – diffuso, nelle quali è registrato il moto sismico di riferimento senza amplificazioni locali o fenomeni cosismici, fatti salvi gli effetti morfologici e topografici di versante.
- Zone A2: caratterizzate da substrato litoide granulare cementato, affiorante o subaffiorante, con grado di fratturazione medio – alto, nelle quali è registrato il moto sismico di riferimento senza amplificazioni locali o fenomeni cosismici, fatti salvi gli effetti morfologici e topografici di versante.

- Zone B1: caratterizzate dalle presenza di substrato litoide ad elevata acclività. Sono microzonee soggette a fenomeni di amplificazione morfologica/topografica.
- Zone B2: settori di creste morfologiche caratterizzate dalla presenza di substrato litoide, soggette a fenomeni di amplificazione morfologica/topografica.
- Zone B3: scarpate morfologiche e falesie attive soggette a fenomeni di amplificazione morfologica/topografica;
- Zone B4: caratterizzate dalla presenza di coltri detritiche di media potenza interessate da entrambe le tipologie di amplificazioni (litostratigrafica e topografica);
- Zone B5: zone caratterizzate da fenomeni litostratigrafici per la presenza di depositi alluvionali suscettibili di effetti di amplificazione locale del moto sismico legati alla conformazione geometrica della valle fluviale;
- Zone B6: zone rimaneggiate caratterizzate da fenomeni litostratigrafici per la presenza di riporti antropici;
- Zone B7: zone di fondovalle caratterizzate da fenomeni litostratigrafici per la presenza di conoidi torrentizie inattive;

- Zone C1: zone di frana attiva suscettibili di instabilità nelle quali gli effetti sismici attesi sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio, attualmente in stato di attività geomorfologica.
- Zone C2: zone di frana quiescente suscettibili di potenziale instabilità nelle quali gli effetti sismici attesi sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio, attualmente in stato di inattività geomorfologica.
- Zone C3: paleofrane o frane stabilizzate in stato di inattività geomorfologica.
- Zone C4 zone suscettibili di cedimenti differenziali per presenza di un contatto tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche differenti.

8. CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

La carta della *Pericolosità Geomorfologica* (TAVOLA G6) è il risultato delle analisi geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e litotecniche eseguite nell'intero territorio comunale di S. Margherita Ligure. In questa carta sono rappresentate con un grado di pericolosità relativo (elevato, medio, basso, molto basso) le forme, i processi e i depositi che costituiscono o possono costituire criticità naturali di carattere geomorfologico: in particolare, nel territorio comunale si possono distinguere dinamiche di versante legate a gravità e dilavamento, dinamiche fluviali, dinamiche costiere, attività antropica e criticità legate alle caratteristiche litologiche del substrato roccioso.

8.1. DINAMICA DI VERSANTE LEGATA A GRAVITÀ E DILAVAMENTO

I versanti sono caratterizzati da pericolosità geomorfologica legata a processi gravitativi e all'azione di dilavamento ad opera di acque superficiali, sia incanalate sia ruscellanti. In particolare si distinguono:

- pericolosità bassa: depositi colluviali presenti in ambito di versante;
- pericolosità media: frane inattive in condizioni di quiescenza (aree di accumulo e scarpata principale), evidenziando con asterisco quelle riportate nel Piano di Bacino, e frane inattive considerate stabilizzate (aree di accumulo e scarpata principale);
- pericolosità elevata: frane attive (aree di accumulo e scarpata principale), come la frana delle Gave, i movimenti gravitativi in destra orografica del fosso Magistrato (località Busso), quelli che interessano la porzione sommitale del versante orientale del M. Brano e quelli localizzati lungo il vallone del fosso dell'Acqua Morta e in località Pastinello.

8.2. DINAMICA FLUVIALE

Le aree di fondovalle sono caratterizzate da pericolosità geomorfologiche legate ai fenomeni di esondazione dei corsi d'acqua che le attraversano, oltre che dello stato di attività delle conoidi connesse; sulla base della delimitazione delle fasce fluviali derivate dal Piano di Bacino, delle fasce di esondabilità deducibili su base geomorfologica e delle aree storicamente inondate, si distinguono:

– pericolosità molto bassa: aree di fondovalle non inondabili;
– pericolosità bassa: aree inondabili con T< 500 anni (Fascia C) e conoidi inattive;
– pericolosità media: aree inondabili con T < 200 anni (Fascia B);
– pericolosità elevata: aree inondabili con T < 50 anni (Fascia A)

8.3. DINAMICA COSTIERA

La dinamica costiera è legata all'azione del moto ondoso che determina nel settore in esame l'arretramento delle spiagge e delle coste alte rocciose, con possibili ripercussioni sull'ambiente retrostante e sui centri abitati e le infrastrutture presenti. In particolare si distinguono:

– pericolosità molto bassa: depositi di spiaggia;
– pericolosità media: falesia inattiva;
– pericolosità elevata: falesia attiva.

8.4. AZIONE ANTROPICA

La pericolosità antropica è legata ai processi e depositi già individuati nella carta geomorfologica sia in ambito litoraneo sia collinare e di fondovalle. In particolare si distinguono

– pericolosità bassa: aree fortemente rimaneggiate per vari motivi;
– pericolosità media: riporti, discariche, cave e scogliere.

8.5. PERICOLOSITA' LEGATA ALLE CARATTERISTICHE LITOLOGICHE

Potenziali fenomeni franosi e situazioni di pericolosità geomorfologica possono essere legati alle caratteristiche litologiche del substrato roccioso che, localmente, si presenta fortemente fratturato ed alterato, fino a disarticolato. In particolare, si distinguono:

- pericolosità molto bassa: ammasso roccioso di qualità buona (Conglomerato di Portofino);
- pericolosità bassa: ammasso roccioso di qualità discreta (Flysch di M. Antola)
- pericolosità media: ammasso roccioso fortemente fratturato (Conglomerato di Portofino e Flysch di M. Antola)

9. CARTA DI ZONIZZAZIONE

Per l'elaborazione della Carta di Zonizzazione (Tavola G7) del comune di S. Margherita Ligure sono stati incrociati vari tematismi, attribuendo un valore particolare alle osservazioni di tipo geomorfologico.

Si tratta di una carta derivata nella quale il territorio è stato suddiviso in funzione della sua suscettività d'uso, secondo considerazioni di tipo geologico-geomorfologico, idrogeologico, litotecnico e sismico.

Dall'incrocio dei diversi tematismi, evidenziati nelle carte precedenti, si sono distinte quattro zone, considerate omogenee sotto l'aspetto della complessità geologico-tecnica, ma con differente suscettività d'uso.

A tali aree sono associate specifiche Norme Geologiche di Attuazione del P.U.C. che prevedono diversi livelli di approfondimento degli accertamenti geologico-tecnici, in funzione dell'entità dell'intervento e del tipo di zona in cui lo stesso ricade.

Le quattro zone presentano le caratteristiche sinteticamente descritte nel seguito.

9.1. ZONE A: AREE CON SUSCETTIVITA' D'USO NON CONDIZIONATA

Sono aree senza particolari criticità sotto il profilo geologico, geomorfologico, idrogeologico, litotecnico o sismico, caratterizzate da un substrato roccioso affiorante, in condizioni di conservazione da discrete a buone, oppure subaffiorante con coltri di natura eluvio-colluviale, di spessore fino a 3 m.

Solo localmente possono riscontrarsi condizioni geologiche s.l. sfavorevoli.

In queste aree non sono posti quindi particolari limiti a qualsiasi forma di utilizzazione urbanistica, ma gli accertamenti dovranno comunque garantire la precisa definizione delle problematiche di ordine geologico-geomorfologico-geotecnico attraverso l'esecuzione di rilevamenti, prove puntuali in sito e verifiche di stabilità sui fronti di scavo di ampiezza significativa (lunghezza > 10 m, altezza > 4 m).

Si tratta pertanto di aree senza condizionamenti di ordine geologico, geotecnico ed idrogeologico, se non per interventi di elevata incidenza sull'assetto geomorfologico attuale.

9.2. ZONE B: AREE CON SUSCETTIVITA' D'USO CONDIZIONATA

Sono aree con criticità puntuali e moderate sotto il profilo geologico, geomorfologico, idrogeologico, litotecnico o sismico (B1), caratterizzate dalla presenza di coltri di natura colluviale e detritico-colluviale di spessore da sottile a medio, compreso tra 3 e 5 m, o da riporti o rimaneggiamenti nelle aree urbanizzate; in questa classe sono compresi anche i depositi alluvionali di fondovalle non soggetti a fenomeni di esondazione e le aree inondabili classificate come Fascia C (T<500 anni) nel Piano di Bacino. Queste zone non presentano elementi di elevata pericolosità geologica; tuttavia, sono possibili problematiche geologico-geotecniche legate alla localizzazione in profondità del substrato roccioso ed ai suoi rapporti con le coltri coerenti e/o incoerenti.

Relativamente a tali zone è stata distinta una sottoclasse (B2) in cui i condizionamenti sono esclusivamente di carattere sismico per motivi morfologici

Le indagini relative a tali zone dovranno definire una caratterizzazione geotecnica e geomeccanica sia delle coperture sia del substrato roccioso; dovrà inoltre essere verificata la stabilità dei fronti di scavo di ampiezza significativa (lunghezza > 8 m, altezza > 3 m) e la stabilità globale dei versanti, anche in relazione alla tipologia degli interventi previsti.

Si tratta pertanto di aree con limitati condizionamenti di ordine geologico, geotecnico ed idrogeologico eliminabili con interventi di difficoltà ed onerosità da minima a media.

9.3. ZONE C: AREE CON SUSCETTIVITA' D'USO LIMITATA

Sono aree con criticità di livello medio e diffuso sotto il profilo geologico, geomorfologico, idrogeologico, litotecnico o sismico, caratterizzate dalla presenza di coltri di natura detritico-colluviale di

notevole spessore, superiore a 5 m, e di fenomeni geomorfologici pregressi (frane inattive quiescenti e frane inattive stabilizzate); in questa classe sono comprese anche le aree inondabili classificate come Fascia B (T<200 anni) nel Piano di Bacino e i depositi di spiaggia.

Al fine di armonizzare le Norme di carattere geologico del PUC con le norme di P.d.B. è stata distinta una sottoclasse (C2) in cui vengono raggruppate sia le frane quiescenti di P.d.B. sia le aree di Fascia B, entrambe soggette a un regime normativo sovraordinato alle norme del PUC.

Le zone di frana quiescente derivate su base bibliografica (IFFI, CARG, ecc.) e riportate in cartografia nella classe C1, non sono soggette alle norme di P.d.B., ma sono comunque indicate come classi a suscettività d'uso limitata.

Le problematiche emerse in queste zone inducono una limitazione della fruibilità urbanistica e comportano la necessità di approfondire alcune tematiche connesse a situazioni specifiche.

Si tratta pertanto di aree con significativi condizionamenti di ordine geologico, geotecnico ed idrogeologico, eliminabili con interventi di difficoltà ed onerosità da media ad elevata; risulta quindi opportuno procedere ad una verifica preliminare finalizzata a constatare l'effettiva assenza di fenomeni geologici tali da sconsigliare, in rapporto ad una onerosità troppo elevata delle opere di bonifica, l'effettiva realizzazione dell'intervento ovvero la possibilità di migliorare le condizioni di stabilità delle aree adottando specifiche cautele.

Le indagini puntuali dovranno essere volte a definire le caratteristiche geotecniche, geomeccaniche ed idrogeologiche sia delle coltri, coerenti e/o incoerenti, sia del substrato roccioso, al fine di verificarne le condizioni di equilibrio anche in rapporto alla tipologia degli interventi previsti; dovranno inoltre accertare l'assenza di fenomeni di instabilità in atto o latenti che possono essere significativi in aree caratterizzate da un elevato spessore della coperture.

Le indagini relative a tali zone dovranno definire una caratterizzazione geotecnica e geomeccanica sia delle coperture sia del substrato roccioso; dovrà inoltre essere verificata la stabilità dei fronti di scavo di ampiezza significativa (lunghezza > 6 m, altezza > 2.5 m) e quella globale dei versanti, anche in relazione alla tipologia degli interventi previsti.

La documentazione dovrà essere supportata da elementi desunti da prospezioni geognostiche dirette "leggere" (trincee, pozzetti, prove penetrometriche) e da prospezioni geognostiche dirette complete (sondaggi, prove geotecniche in sito e/o in laboratorio) in fase di cantiere.

9.4. ZONE D: AREE CON SUSCETTIVITA' D'USO FORTEMENTE LIMITATA O INTERDETTA

Sono aree con elevate criticità sotto il profilo geologico, geomorfologico, idrogeologico, litotecnico o sismico, caratterizzate da problematiche in atto di una certa gravità in generale per le specifiche tendenze evolutive di carattere geomorfologico ed idrogeologico, l'imprevedibilità di sviluppo dei fenomeni o per la dimensione delle aree coinvolte: comprendono sia le frane classificate come attive nel

Piano di Bacino sia le pareti rocciose subverticali e la falesia che contraddistingue il tratto litoraneo dalla baia di Paraggi a Punta della Cervara, soggette ad intensa abrasione marina ed all'azione combinata di gravità e moto ondoso, che determinano fenomeni di instabilità. Sono comprese in questa classe anche aree inondabili classificate come Fascia A (T<50 anni) nel Piano di Bacino.

Queste problematiche portano ad inserire tali aree nell'ambito di una fruibilità urbanistica fortemente limitata e comunque subordinata ad interventi di mitigazione della pericolosità attraverso consolidamenti del pendio e sistemazioni tali da riflettersi positivamente sull'intero comparto in esame.

Si tratta pertanto di aree allo stato attuale a suscettività fortemente limitata, in alcuni casi interdetta, recuperabili solo per usi e casi particolari.

Le indagini dovranno mirare all'accertamento dell'effettiva e puntuale presenza di fenomeni di instabilità in atto, della loro tipologia, della causa e delle dimensioni, per poter valutare, in rapporto all'efficacia ed ai parametri di costo, gli interventi di consolidamento eseguibili.

La documentazione atta ad illustrare il comportamento ipotizzabile e le caratteristiche dei terreni sciolti e dell'ammasso roccioso, i loro rapporti geometrici e di mutua interferenza con gli interventi previsti dovranno essere supportati in tutti i casi da prospezioni geognostiche.

Dovranno essere effettuate analisi di stabilità dei fronti di scavo e complessive dei versanti, adottando codici di calcolo in grado di valutare non solo gli stati limite ultimi (S.L.U.), eventualmente con modalità di back-analysis, ma anche gli stati limite di esercizio (S.L.E.).

Come meglio specificato nelle norme di attuazione sono state inserite in questa classe con notazione grafica specifica le zone di tutela assoluta e di rispetto delle sorgenti ad uso potabile.

10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il territorio comunale di S. Margherita Ligure occupa la porzione centro-orientale del Promontorio di Portofino, estendendosi in prevalenza lungo il versante orientale tra il Seno di Paraggi e Punta Pagana, con esposizione prevalente verso sud e sud-ovest, comprendente i bacini idrografici dei fossi San Siro, Magistrato e Santa Barbara, oltre a diversi corsi d'acqua secondari che fanno riferimento al Golfo del Tigullio.

Sotto il profilo geologico, questo territorio è caratterizzato dalla sovrapposizione del Conglomerato di Portofino, affiorante nel settore meridionale, sul Flysch di M. Antola, presente nelle restante porzioni, lungo un contatto tettonico con immersione verso SSW ed inclinazione di circa 30°-35°.

Dal punto di vista strutturale, il Flysch di M. Antola risulta condizionato dalle diverse fasi deformative subite, sia duttili sia fragili, mentre il Conglomerato di Portofino mostra evidenze di una tettonica deformativa esclusivamente fragile.

Sono riconoscibili due sistemi principali di discontinuità con direzioni circa WNW-ESE e NNE-SSW: tali lineamenti esercitano un evidente controllo sullo sviluppo del reticolo idrografico, della linea di costa e delle rotture di pendio rilevate lungo i versanti.

Per quanto riguarda le caratteristiche di permeabilità dei terreni e delle rocce, i materiali sciolti naturali ed artificiali risultano permeabili per porosità, con coefficienti variabili in funzione della granulometria e del grado di addensamento o di consistenza, mentre il substrato roccioso risulta prevalentemente permeabile per fessurazione e/o fratturazione, più o meno marcata a seconda del grado di fratturazione acquisito; in corrispondenza dei banchi calcarei più puri nella Formazione del Flysch di M. Antola, la permeabilità è inoltre favorita anche da localizzati fenomeni carsici. Nel territorio comunale sono inoltre presenti alcune sorgenti di portata significativa e numerose emergenze idriche.

L'assetto geomorfologico è caratterizzato da forme del rilievo piuttosto differenziate: nelle zone di affioramento del conglomerato sono presenti pendii acclivi e, localmente, a profilo subverticale lungo il litorale, con scarpate rocciose e falesie attive, mentre i settori di affioramento del complesso calcareo-marnoso sono contraddistinti da aree a debole pendenza e morfologie più blande, con coperture di diversa origine, spesso fortemente rimaneggiate dall'attività antropica. Le coltri di natura prevalentemente eluvio-colluviale, in genere di spessore sottile, sono localizzate per lo più in corrispondenza di aree conformate ad impluvio e di valloni lungo i principali corsi d'acqua come i fossi dell'Acqua Viva e dell'Acqua Morta. I depositi di natura detritica, differenti per genesi ed attività, ricoprono ampie porzioni di versanti e la loro origine è spesso connessa alle diverse caratteristiche meccaniche dei litotipi presenti; i cinematismi ricorrenti sono ascrivibili a crollo e ribaltamento, per scorrimento e colamento, ed a movimenti di tipo complesso: in particolare i) risultano attivi i movimenti gravitativi che interessano la zona costiera delle Gave, il versante destro del fosso Magistrato in località Busso, la porzione sommitale del versante orientale del M. Brano e quelli localizzati lungo il vallone del fosso dell'Acqua Morta e in località Pastinello, ii) i corpi di paleofrana/frana relitta o frane complesse inattive, diffusi sul territorio comunale, sono spesso interessati anche da processi di denudazione e dilavamento dei pendii ad opera delle acque ruscellanti, iii) fenomeni franosi per crollo e ribaltamento, a carattere puntuale, possono verificarsi lungo la falesia per l'azione combinata di gravità e moto ondoso.

La morfologia costiera è dominata dalla falesia alta, caratterizzata da piccole insenature e promontori, in continua evoluzione per l'azione combinata di moto ondoso e gravità associata ai caratteri litologici e strutturali dei litotipi presenti; crolli e movimenti gravitativi alimentano numerose falde e coni detritici lungo l'intera linea di costa.

Ad eccezione delle spiagge antistanti il centro abitato di S. Margherita Ligure e della piccola spiaggia, prevalentemente ciottolosa, presente nella baia di Paraggi, accumuli di sedimento sono raccolti esclusivamente nelle insenature alla foce dei modesti impluvi o alla base delle falesie erose dal moto ondoso e perciò di origine mista fluvio-marina.

Per quanto riguarda il reticolo idrografico, i corsi d'acqua presentano un regime torrentizio, breve lunghezza, sviluppo lineare ed in genere sono impostati in corrispondenza di lineazioni tettoniche e di frattura. Presentano una marcata tendenza all'erosione, mentre lungo i versanti sono frequenti i fenomeni di denudazione legati all'azione erosiva delle acque correnti e le superfici interessate da forme di dilavamento diffuso.

Infine, è importante sottolineare che la morfologia originaria di ampi settori del territorio comunale di S. Margherita Ligure è stata profondamente modificata ed alterata nei secoli dall'attività antropica mediante la costruzione di nuclei sparsi ed edifici isolati e la realizzazione di terrazzamenti agricoli, terrapieni, colmate e del porto turistico.

Chiavari, 12 gennaio 2012

Dott. Geol. Giacomo Canepa

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. Regione dell'Umbria e Consiglio Nazionale delle Ricerche I.R.R.S. (2000) - *Microzonazione sismica speditiva relativa ai terremoti del 1997-98 in Umbria – Le situazioni morfostratigrafiche suscettibili di amplificazione sismica locale*.
- AA.VV. (2000) - Dipartimento di Protezione Civile e Conferenza Unificata delle Regioni e delle Province Autonome, "*Indirizzi e Criteri generali per la Microzonazione sismica*".
- Cevasco A., Faccini F., Nosengo S., Olivari F., Robbiano A. (2004) – *Valutazioni sull'uso delle classificazioni geomeccaniche nell'analisi della stabilità dei versanti rocciosi: il caso del Promontorio di Portofino (Provincia di Genova)*. GEAM, 111, 31-38.
- Corsi B., Elter F.M., Giammarino S. (2001) – *Structural fabric of the Antola Unit (Riviera di Levante, Italy) and implications for its alpine versus Apennine origin*. Ofioliti, 26 (1), 1-8.
- Corsi B. (2003) – *Eventi tettonico – sedimentari del settore tra Chiavari e Genova Nervi nel quadro dell'evoluzione geodinamica del sistema Ligure Balearico e Tirrenico*. Tesi di dottorato. Università degli Studi di Genova.
- Faccini F., Brandolini P., Bonino E., Piccazzo M., Olivari F. & Robbiano A. (2005) – *Phenomenes de condensation et sources perennes dans le Promontoire de Portofino (Italie).* Actes du colloque «Climat Urbain, Ville et Architecture», Gènes 7-11 Septembre 2005, 205-208.

- GIAMMARINO S., NOSENGO S. & VANNUCCI G. (1969) - *RISULTANZE GEOLOGICO-PALEONTOLOGICHE SUL CONGLOMERATO DI PORTOFINO (LIGURIA ORIENTALE)*. ATTI IST. GEOL. UNIV. GENOVA, 7, 305-363.
- GIAMMARINO S. & MESSIGA B. (1979) – *Clasti di metao-ofioliti a paragneiss di alta pressione nel Conglomerato di Portofino (Liguria orientale).* Atti Ist. Geol. Univ. Genova, 7, 305-363.
- PROVINCIA DI GENOVA – *Piano stralcio di Bacino per il Rischio Idrogeologico – Ambito 15*. Redatto ai sensi del comma 1 dell'art. 1 del d.l. 180/98 ("Decreto Srano"). Area 06 Difesa del Suolo, Opere Ambientali e Piani di Bacino.
- REGIONE LIGURIA (2006) – *Carta geologica "Chiavari" – Tavoletta Chiavari-Recco*. www.regioneliguria.it
- REGIONE TOSCANA (2002) - *Istruzioni tecniche per le indagini geologiche-tecniche, statiche e dinamiche, finalizzate alla valutazione degli effetti locali nei comuni classificati sismici della Toscana – Volume 2: legende per la realizzazione della cartografia geologica e litologico-tecnica per le aree della Garfagnana e delle Lunigiana*. Valutazione degli effetti locali – Programma VEL. Direzione generale delle politiche territoriali e ambientali area - servizio sismico regionale.
- SERVIZIO GEOLOGICO ITALIANO (1968) – *Carta geologica d'Italia, scala 1:100000, F°82 Rapallo* 2° ed.
- SERVIZIO GEOLOGICO ITALIANO (1994) – *Carta geomorfologica d'Italia – 1:50000 Guida al rilevamento.* A cura del Gruppo di Lavoro per la cartografia geomorfologica. Progetto CARG. Quaderni serie III, vol. 4, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.
- SERVIZIO GEOLOGICO ITALIANO (1995) – *Carta idrogeologica d'Italia – 1:50000 Guida al rilevamento ed alla rappresentazione*. Progetto CARG. Quaderni serie III, vol. 5, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.