Sanremo

PIANO URBANISTICO COMUNALE

PUC

Struttura del Piano

SR. 4. 01

rev. 02 Giugno 2015

RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA e SISMICA

Comune di Sanremo

Settore Territorio - Ufficio di Piano

Il Dirigente: Ing. Gian Paolo Trucchi

Indice

PREMESSA ***2***
1. METODOLOGIA DI INDAGINE ***3***
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ***3***
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO **4**
3.1 Commento carta geologica - Lineamenti geologici generali 4
3.2 La successione geometrica delle unità tettoniche 4
3.3 Le fasi deformative 4
3.4 Stratigrafia delle unità tettoniche 6
3.5 Zona dei lembi interposti 6
3.6 Unità tettonica Baiardo-Triora Flysch di Baiardo (FDB) 6
3.7 Dominio Piemontese-Ligure 7
3.8 Unità Tettonica San Remo-Monte Saccarello 7
3.8.1 Formazione di San Bartolomeo (SBA) 7
3.8.2 Arenarie di Bordighera (ABG) 9
3.8.3 Flysch di San Remo (FSM) 11
3.9 Stratigrafia delle Coperture Neogeniche 14
3.9.1 Depositi del Pliocene 14
3.9.2 Depositi Quaternari 17
4. CARTA GEOMORFOLOGICA ***19***
4.1 Contenuti della carta geomorfologica 19
4.2 Caratteri generali 20
4.3 Considerazioni relative allo stato della roccia 20
4.4 Caratterizzazione delle coperture – Coltri eluvio – colluviali 21
4.5 Depositi alluvionali, di spiaggia ed antropici 21
4.6 Movimenti franosi 21
4.7 Forme di erosione 22
5. CARTA IDROGEOLOGICA **23**
5.1 Contenuti della carta idrogeologica 23
5.2 La permeabilità delle formazioni geologiche e delle coltri 23
6. INQUADRAMENTO SISMICO **24**
7. CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS) **27**
8. CARTA GEOTECNICA DI MICROZONAZIONE SISMICA **28**
9. CARTA DI ZONIZZAZIONE E SUSCETTIVITÀ D'USO DEL TERRITORIO **28**
9.1 Contenuti della carta della suscettività d'uso del territorio 28
9.2 Criteri di zonizzazione del territorio in base alla suscettività d'uso 28
9.3 La suscettività d'uso delle differenti classi 29

PREMESSA

La Legge Urbanistica Regionale prevede che, in fase di descrizione fondativa, alla base dello sviluppo del PUC vengano condotti studi di analisi del territorio e del suo utilizzo, tra i quali tutti gli elementi di carattere geolitologico, geomorfologico, idrogeologico, idrologico e sismico, al fine di determinare i fattori principali condizionanti il possibile sviluppo urbanistico e gli elementi di specifica vocazione urbanistica del territorio comunale.
L'Amministrazione Regionale ed il Comune di Sanremo, tramite l'Ufficio Territorio e Difesa del Suolo, hanno concordato una convenzione ed un protocollo di intesa (D.G.R. n.536 del 20.05.2011 *"Approvazione dello schema di Intesa tra Regione e Comuni liguri classificati in zona sismica 3s relativa alle attività inerenti la microzonazione sismica di livello 1 di cui alla DGR 471/2010"*) per la collaborazione ai fini della redazione della microzonazione di primo livello che potrà essere considerato quale progetto pilota alla luce delle recenti normative e circolari regionali in materia di pianificazione e di rischio sismico.
La cartografia di base prodotta ai fini della microzonazione e gli studi e le analisi svolte dallo scrivente Servizio hanno consentito di rileggere le criticità idrogeologiche del territorio comunale evidenziate dalla cartografia geologica del P.R.G. comunale previgente, e dei Piani di Bacino nonché quelle messe in evidenza dalla recente cartografia geologica regionale del Progetto CARG. In queste analisi si è tenuto conto, anche, del "*Progetto per studi di dettaglio di carattere geologico, analisi e monitoraggio dei fenomeni franosi principali, microzonazione sismica per la definizione della pericolosità geologica, idraulica, sismica ed ambientale del bacino del Torrente Armea (D.G.R. 347/2002 – intervento n°2)*", di seguito definito Progetto Armea.
La Regione Liguria (Dipartimento Ambiente – Settore Assetto del Territorio) e l'Università degli Studi di Genova (DIPTERIS) hanno predisposto, sulla base della Cartografia Regionale del Progetto CARG precedentemente redatto, una primaria Carta di Microzonazione Sismica in base alla OPCM n°3274 del 20.03.2003 della L.R. N.29/83 e della D.G.R. N.471 del 22.03.2010 "Criteri e linee guida regionali, ai sensi dell'art.1 della l.r. 29/83, per l'approfondimento degli studi geologico-tecnici e sismici a corredo della strumentazione urbanistica comunale" .
La suddetta carta è stata oggetto di sopralluoghi con verifiche puntuali e report fotografici da parte del Servizio Difesa del Suolo del Comune di Sanremo e dai collaboratori esterni incaricati Dott. Geol. Andrea Guardiani e Dott. Geol. Francesco D'Adamo.
Per la definizione della suddetta carta sono stati raccolti, all'interno degli archivi comunali, esaminati, georeferenziati e acquisiti digitalmente, dati inerenti i sondaggi geognostici, i sondaggi geofisici (sismici e geoelettrici) e le prove penetrometriche, relativi a circa 400 punti significativi del territorio comunale. Tale lavoro di raccolta, georeferenziazione, ecc. è stato eseguito sia dal Comune di Sanremo, sia dagli incaricati dell'Università di Genova (DIPTERIS).
Questa attività ha permesso la redazione di un database informatico visibile anche sul sito internet della Regione Liguria (www.ambienteinliguria.it) e collegato alla Carta delle Indagini redatta dal Comune di Sanremo, come cartografia propedeutica alla Carta Geomorfologica preliminare. Il database consente di visualizzare il punto georeferenziato sulla base cartografica (aerofotogrammetrico in scala 1: 2.000) e di consultare online i dati in formato .pdf se accreditati, oppure presso gli uffici comunali in formato .xls e .pdf.
La Carta Geomorfologica è stata predisposta sulla base della cartografia regionale Progetto Carg, della Carta Geomorfologica di PRG, delle Carte Geomorfologiche dei Piani di Bacino, della Carta delle Indagini, ed in particolar modo grazie ai sopralluoghi effettuati in sito ed in funzione dell'esame delle recenti fotografie aeree (*libreria di immagini oblique a 40° e immagini "nadirali", metriche georiferite, con risoluzione 10cm e focale 170/120 - levate anno 2006 e 2010*) gestite dal software di visualizzazione Pictometry, a disposizione presso gli uffici comunali.
La prosecuzione del lavoro ha comportato l'esame di tutte le n. 40 "zone 3" (inedificabili per problematiche geologiche-geomorfologiche) indicate nel previgente PRG. A tale proposito, sono stati eseguiti sopralluoghi in sito con censimento e compilazione di schede appropriate, corredate da documentazione fotografica georiferita, miranti all'analisi delle condizioni geologiche e geomorfologiche attuali sulla base delle osservazioni di campagna. Analoga attività è stata svolta per la verifica e aggiornamento delle aree ad elevata pericolosità geologica-geomorfologica presenti sulle cartografia dei Piani di Bacino, del Progetto Armea e del Progetto CARG. Queste attività, hanno consentito di redarre dei data-base informatizzati e georeferenziati propedeutici alla definizione delle aree di effettiva pericolosità di tutto il territorio comunale tenuto conto, anche, delle recenti Varianti ai Piani di Bacino ai sensi dell'art.10 della L.R. 58/2009.
La collaborazione con l'Ufficio Risorse Idriche della Provincia di Imperia e con l'azienda municipalizzata che gestisce le risorse idriche del Comune di Sanremo AMAIE S.P.A. ha consentito di realizzare la Carta Idrogeologica nella quale sono riportate anche le fasce di rispetto a norma di legge dalle opere di captazione di acqua potabile.

La valutazione di tutti questi elementi e la conseguente disciplina e normativa di Piano riferita agli aspetti geologici e sismici è da intendersi come "sistema aperto" cioè soggetto a trasformazione ed adeguamento in relazione alle dinamiche evolutive delle caratteristiche del territorio ed al conseguente mutare delle condizioni di vulnerabilità e rischio geologico nel tempo. Questo presuppone una periodica verifica, sia della congruenza delle scelte urbanistiche nei distretti di trasformazione, sia della conformità di quanto già esistente negli ambiti di conservazione e riqualificazione, con l'assetto geomorfologico del territorio.

1. METODOLOGIA DI INDAGINE

Il presente studio è stato effettuato secondo quanto disposto dalle norme tecniche contenute nel D.M. 11 marzo 1988, dal D.M. 14 Gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni" e secondo quanto riportato della D.G.R. n.714 del 21.06.2011 "Specifiche tecniche relative ai criteri e linee guida regionali per l'approfondimento degli studi geologico-tecnici e sismici a corredo della strumentazione urbanistica comunale, ad integrazione della DGR n.471/2010".
Le analisi ed acquisizione dei dati sono state sostanzialmente effettuate tramite: ricerca e consultazione di dati bibliografici, studi ed indagini riguardanti il territorio; rilevamento geologico, geomorfologico, idrogeologico di superficie; fotointerpretazione delle riprese aree effettuate sul territorio comunale nell'anno 2006 e visione delle foto aree sopraccitate con il programma di visualizzazione Pictometry .
La base cartografica utilizzata per la redazione delle carte tematiche è la Carta Tecnica Comunale dell'anno 2006.
Il presente studio si compone di:

- Carta Geolitologica;
- Carta Geomorfologica;
- Carta Idrogeologica;
- Carta Geotecnica di Microzonizzazione Sismica;
- Carta M.O.P.S. (Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica - predisposta ed integrata dalla collaborazione con la Regione Liguria e l'Università di Genova DIPTERIS, come da DGR.536 del 20.05.2001);
- Carta di Zonizzazione Geologica e di Suscettività d'Uso;
- Relazione illustrativa comprensiva delle Norme Geologiche di Attuazione;
- Allegati vari: - Carta delle Indagini con relativo data-base georiferito; - Schede aree in frana attiva di PRG (Zone 3 - Inedificabili); - Schede delle Aree in Zone E (Aree Interdette).

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il territorio comunale di Sanremo comprende, da Ovest verso Est, i bacini idrografici dell'Ambito n. 3 San Francesco (bacini della Zona Bordighera-Ospedaletti e bacini Zona Sanremese), i bacini idrografici dell'Ambito n. 4 Argentina (Zona Torrente Armea, Rio Fonti e Torrente Argentina).
Il territorio comunale compreso nel bacino Zona Ospedaletti, è essenzialmente collinare e di ridotta estensione circa 1,47 km^2, delimitato a Ovest dall'asta del Rio Fossato Bianco sino alla confluenza con il Rio Crosio, a Nord dal crinale in prossimità della vetta del M.te Carparo (905m), e a Ovest dal promontorio su cui sorge l'abitato di Coldirodi (280 m).
Il bacino Zona Sanremese, confina a Ovest con la Zona Ospedaletti e comprende quasi la totalità del Territorio Comunale di Sanremo interessando una superficie complessiva di 43,54 km^2. L'ambito comprende ben dodici bacini imbriferi ben definiti e delimitati tutti con recapito a mare, ciascuno con caratteristiche e problemi propri, seppur idrologicamente simili. Questi bacini sono distribuiti su di una superficie dalla forma più o meno triangolare, avente come vertice settentrionale la vetta di Monte Bignone a quota 1299 m e per base la costa compresa tra Capo Nero a ponente e Capo Verde a levante.
La Zona Torrente Armea e Rio Fonti copre una superficie del territorio comunale di circa 9,26 km^2 è posta a Est dell'abitato di Poggio, comprende i bacini del Torrente Armea (superficie circa 38 km^2), e quello del Rio Fonti (circa 1,4 km^2), caratterizzati da acclività elevate (classi di acclività prevalenti dal 35 al 75%). Lo spartiacque che separa la Zona Armea-Fonti da quella Sanremese e allineato lungo la dosale Madonna Della Guardia (100 m), M. Colma (649 m) e M.Bignone (1299 m), mentre è limitato a Est, Zona Argentina, dal crinale passante per Monte Castelletti (223 m).
Il territorio comunale compreso nella Zona Argentina è di limitata estensione 0,098 km^2, area di bassa collina posta a N della Torre dell'Arma e confluente su di un rio minore.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Nei successivi paragrafi si è ritenuto opportuno per superare la presenza di nomenclature e acronimi differenti riferiti alle stesse litologie, fare riferimento al progetto CARG Regione Liguria e ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), ed in particolare alle note illustrative della Carta Geologica D'Italia - Foglio 258-271 SAN REMO.

3.1 Commento carta geologica - Lineamenti geologici generali

L'estremo ponente ligure costituisce un anello fondamentale per la conoscenza del segmento meridionale delle Alpi Marittime, in cui sono presenti, procedendo da W verso E, sia zone dell'avampaese europeo sia il fronte delle falde alpine. Queste ultime vengono a costituire la parte sommitale dell'edificio alpino e sono rappresentate da successioni sedimentarie originariamente ubicate nell'area oceanica mesozoica interposta tra la placca europea (blocco Iberico-Sardo-Corso) e la placca africana (blocco Adriatico).
Nell'area a partire dall'Eocene superiore, vengono a contrapporsi realtà geologiche diverse che testimoniano le ultime fasi dell'orogenesi europavergente, documentate dalla presenza sia di settori di avampaese-avanfossa sia dal fronte più avanzato delle falde alpine. La peculiarità è rappresentata dal fatto che il fronte delle falde risulta costituito dalle unità più interne, e quindi di pertinenza dell'oceano Piemontese-Ligure, che sono di fatto traslate e quindi sovrascorse sui domini più esterni, Piemontese e Brianzonese. Questo evento si sviluppa tra la costa ligure ed il colle di Tenda. Più a nord il fronte delle falde pennidiche risulta caratterizzato da unità Brianzonesi e Sub-Brianzonesi. Quanto sopra determina che nell'estremo ponente ligure compaiono sia unità tettoniche riconducibili a bacini sedimentari con substrato di crosta oceanica, sia unità di crosta continentale. Queste ultime risultano sia in posto che tettonicamente interposte tra l'avampaese ed il fronte delle falde. Assumendo un trasporto tettonico prevalentemente verso SW, l'attuale posizione geometrica delle unità tettoniche e le caratteristiche litostratigrafiche dei settori da esse non interessate documentano unità appartenenti ad almeno due domini paleogeografici, ciascuno caratterizzato da una propria sequenza stratigrafica e storia deformativa. L'estensione temporale delle coperture sedimentarie presenti in questi domini risulta, nell'area variabile. Quelle legate al substrato oceanico risultano di più breve durata, non potendo essere anteriori a quest'ultimo e non posteriori agli eventi collisionali. Va inoltre sottolineato che, nell'ambito delle varie unità tettoniche, gli spessori delle varie unità litostratigrafiche non sono sempre costanti, in quanto hanno subito laminazioni e *rabotage* basale.

3.2 La successione geometrica delle unità tettoniche

In ordine di sovrapposizione, dall'alto verso il basso, le unità tettoniche che affiorano nell'estremo ponente ligure e nel territorio comunale sono: unità tettonica San Remo-Monte Saccarello e unità tettonica Baiardo-Triora. Queste due unità sono presenti lungo un ampio settore che si estende dal Colle di Tenda sino a Bordighera, che rappresenta il fronte più avanzato dell'edificio Alpino. Mentre la prima unità ha una derivazione da ambienti molto interni, coperture sedimentarie della crosta oceanica (Dominio Piemontese-Ligure); l'unità Baiardo-Triora presenta caratteristiche ricollegabili all'ultima avanfossa alpina, sul Dominio Delfinese-Provenzale, in seguito implicata in movimenti tardivi rispetto alla prima messa in posto delle falde.

3.3 Le fasi deformative

L'attuale catena montuosa delle Alpi Liguri è formata da enormi masse rocciose che, in seguito alle deformazioni della litosfera durante l'orogenesi, sono state dislocate dalla loro posizione originaria ed impilate una sull'altra. La loro posizione geografica iniziale, precedente l'orogenesi, doveva quindi essere sostanzialmente diversa da quella odierna.
È spesso sostanzialmente impossibile ricollocare ogni unità tettonica in un'area che possa essere delimitata mediante precisi riferimenti all'odierno reticolo di meridiani e paralleli, meno difficile è invece, nell'ambito di una certa regione (ad esempio un segmento della catena Alpina), stabilire la posizione relativa reciproca occupata dalle varie unità tettoniche. Un metodo concordemente impiegato per delineare la paleogeografia delle aree corrugate fa riferimento alla direzione verso cui le falde sono state traslate: si definisce esterno il settore verso il quale avviene il trasporto tettonico e interno quello dal quale le falde prendono origine. Una possibile situazione paleogeografica prima dell'orogenesi Alpina vede l'oceano Piemontese-Ligure collocato tra i due paleocontinenti Europeo ed Africano: si tratta di un bacino relativamente ristretto, caratterizzato da sedimenti che si sono depositati su litosfera oceanica. I tre principali Domini distinti nell'Europa, procedendo

dall'esterno verso l'interno, sono denominati Delfinese-Provenzale, Brianzonese, Piemontese, quest'ultimo corrispondente al margine continentale prospiciente il suddetto oceano. Le fasi principali dell'orogenesi alpina si realizzarono nel settore delle Alpi Liguri all'incirca tra 90 e 40 milioni di anni, attraverso l'avvicinamento e la successiva collisione dei due paleocontinenti. Ciò produsse, oltre a subduzioni e riesumazioni, le deformazioni sia dei materiali oceanici interposti, sia di quelli continentali più vicini alle zone di margine, e quindi la loro traslazione verso l'avampaese venendo a formare un edificio a falde di ricoprimento. Ciascuna di queste costituisce oggi un'unità tettonica o stratigrafico-strutturale caratterizzata da una certa successione di terreni e da una determinata posizione geometrica nell'edificio, elementi che sono spesso sufficienti per identificare, con le limitazioni sopra dette, il Dominio paleogeografico da cui provengono. L'unità tettonica San Remo-Monte Saccarello si è deposta all'interno dell'oceano Piemontese-Ligure in prossimità del margine Europeo. Con la chiusura dell'oceano Piemontese-Ligure, viene traslata fino alla posizione attuale e cioè al di sopra del Dominio Delfinese-Provenzale. Questa unità è quella che, all'interno dell'area, presenta l'assetto tettonico più complesso. Le evidenze sul terreno e l'andamento dei contatti fra le varie formazioni hanno permesso di individuare figure d'interferenza a piccola e a grande scala. Nella formazione del "flysch di S. Remo" (**FSM**) e nella "formazione di S. Bartolomeo" (**SBA**), sono state rilevate fasce di taglio semifragili all'incirca subverticali e orientate in varie direzioni, rappresentate da due famiglie di piani i quali si intersecano mantenendo un angolo costante reciproco di circa 20°. Le più antiche deformazioni sono di carattere sinsedimentario e sono state riscontrate unicamente all'interno dei singoli strati sia nelle unità presenti nella falda che nel "flysch di Ventimiglia" (*affiorante diffusamente ad E del territorio comunale*). Nel primo caso, evidenziano fasi deformative che investono il bacino in cui andavano depositandosi, nel secondo sono legate alla dinamica del bacino di avanfossa. Esse corrispondono a frane e colate sottomarine, pieghe sinsedimentarie e strutture a cingolo. È da riferire ad un evento sicuramente più tardivo, correlabile, più che a fasi diagenetiche, ad una prima fase tettonica, la formazione di vene di calcite e quarzo aventi spessore variabile da millimetrico a centimetrico. Queste risultano sempre ripiegate dalle altre fasi deformative e quindi loro antecedenti. In alta Valle Argentina MERIZZI & SENO (1991) hanno distinto una prima fase deformativa D1, riscontrabile esclusivamente nella "formazione di San Bartolomeo" (**SBA**), con assi compresi tra 80° e 120° N e piani assiali che immergono in direzioni opposte, ed una seconda fase deformativa D2, evidente in tutte le formazioni dell'unità tettonica San Remo-Monte Saccarello. Quest'ultima fase è caratterizzata da pieghe dell'ordine di un migliaio di metri o più, con assi WNW-ESE e piani assiali immergenti verso NE. È stato osservato come le sopracitate fasce di taglio fragili-duttili, risultino sicuramente successive alla prima delle due suddette fasi e si siano sviluppate fino al momento antecedente l'ultimo movimento delle falde. A grande scala si può notare come la porzione medio-settentrionale del fronte della falda sia caratterizzata da strutture di tipo plicativo orientate E-W ed ESE-WNW, orientazioni dovute alle due fasi deformative precedentemente descritte. Mentre queste vanno ricollegate alla vera e propria messa in posto delle falde alpine, le strutture ad esse trasversali che si sviluppano nella porzione sud-occidentale sono da ricondursi alle fasi tardive collegate all'innalzamento del massiccio dell'Argentera-Mercantour, che determina anche un insellamento verso i settori tirrenici. Questo evento determina, ad W della nostra area, accavallamenti delle coperture sedimentarie verso S a cui fanno seguito ulteriori deformazioni che, utilizzando le superfici già scollate, le rimettono in movimento sotto l'effetto della gravità. Durante queste fasi si realizza l'Arco di Nizza confinato, o meglio troncato, verso W da "l'accident Monaco Sospel-Breil". Questo lineamento è caratterizzato da fasce di trascorrenza sinistra che si sviluppano tra zone di maggior e minor scorrimento. Ad E del territorio comunale (Ospedaletti, Perinaldo) si manifestano strutture plicative con assi NE-SW con superfici assiali immergenti verso SE e polarità NW di trasporto. Queste ultime fasi deformative determinano ulteriori mobilitazioni non solo del fronte delle falde sui "lembi interposti", ma anche lo scollamento e la traslazione di questi ultimi. Tali eventi sviluppano sia strutture trascorrenti che rigettano i fronti delle falde sia fasce di trascorrenza destra, con orientazione NW-SE, concentrate lungo l'allineamento Taggia-Saorge. In un panorama tettonico di questo tipo è possibile ipotizzare zone di transpressione e transtensione. Nelle zone di transpressione e nelle zone di transtensione il fronte della falda e il bacino di avanfossa ed i settori ad esso limitrofi registrano deformazioni sia fragili, sia duttili. Nel primo caso il movimento trascorrente può aver causato abbassamenti, innalzamenti e rotazioni di porzioni di terreno, oltre che traslazioni orizzontali in direzioni coniugate alla principale; nel secondo caso alcune porzioni di terreno hanno reagito plasticamente alle forze in atto e hanno di conseguenza generato eventi plicativi che vanno ad interferire con quelli precedenti. Nella zona di avanfossa, il peso della falda e la spinta dovuta alla sua traslazione, ha influenzato buona parte della sedimentazione paleogenica. La porzione di "flysch di Ventimiglia" attigua al fronte della falda ha registrato deformazioni di tipo fragili e duttili meno evidenti nelle zone più esterne.Si delinea un quadro in cui le aree presenti sia sulla falda del flysch ad Helmintoidi sia nella zona di avampaese, tettonizzatesi in una dinamica di sovrascorrimento, risultano rimodellate dai più recenti eventi deformativi.

3.4 Stratigrafia delle unità tettoniche

La descrizione delle unità stratigrafiche segue la metodologia indicata nel Progetto CARG con la redazione di una scheda che prevede riferimenti in forma sintetica alle seguenti voci: Nome della formazione, Sigla, Sinonimi, Sezione tipo, Affioramenti Tipici, Estensione degli Affioramenti, Caratteri litologici di Terreno, Caratteri litologici di laboratorio, Spessore dell'unità e sue variazioni, Rapporti stratigrafici, Fossili, Attribuzione cronologica, Ambiente deposizionale, Dominio paleogeografico di appartenenza, Unita' strutturale di appartenenza.
Le litologie affioranti nel territorio comunale, sono descritte qui di seguito, ordinate in base al loro assetto strutturale, le unità stratigrafiche (litostratigrafiche) presenti nell'avampaese, nelle unità tettoniche e infine quelle che costituiscono le coperture neogeniche. All'interno delle unità stratigrafiche, la descrizione segue l'ordine dall'unità di età più antica a quella più recente e con lo stesso criterio sono state riportate sulla legenda della carta geologica.

3.5 Zona dei lembi interposti

Geometricamente interposta tra i terreni delfinese-provenzali e l'Unità tettonica San Remo Monte-Saccarello affiora, in una fascia ristretta, un complesso di terreni denominato "Zona dei lembi interposti" o "Zona dei lambeaux de charriage" equivalente alla zona Sub Brianzonese mediana interna di BARBIER (1960). La presenza di questi lembi viene ad ammettere l'esistenza di una zona intermediaria instabile situata tra i domini esterni e il Dominio Brianzonese. Più precisamente questa zona intermediaria (Sub-Brianzonese) subisce nel corso del Cretacico superiore e del Terziario un'evoluzione tettogenetica lenta e fragile. Di questi terreni all'interno del territorio comunale è presente un ristretto affioramento in prossimità della galleria del Brunego (896 m), a confine con il territorio del comune di Perinaldo, si tratta del Flysch di Baiardo appartenente all'Unità tettonica Baiardo-Triora.

3.6 Unità tettonica Baiardo-Triora Flysch di Baiardo (FDB)

Sinonimi: "flysch di Baiardo" (LANTEAUME, 1956-58); "flysch a blocchi"; "lambeaux de charriage" (HACCARD, 1965); "schistes à blocs" (CAMPREDON, 1977).

Affioramenti tipici: Colla Langan, Baiardo, subito a nord di Triora, Drego, Aigovo; nel territorio comunale affiora in località Galleria del Brunego, all'interno si riconoscono due olistoliti, uno appartenente al flysch di Ventimiglia e l'altro alla formazione di S. Bartolomeo.

Estensione degli affioramenti: Un'esile striscia che, contornando il fronte dell'unità San Remo-Monte Saccarello con un andamento NNE-SSW, attraversa diagonalmente tutta la parte occidentale del Foglio Sanremo da località Suseneo nel Comune di Perinaldo, fino a Triora.

Caratteri litologici di terreno: Arenarie fini con intercalazioni siltoso-arenacee e siltoso-argillose, arenarie fini con numerose intercalazioni calcaree a patina giallastra inglobanti microbrecce e brecce poligeniche. Sono presenti livelli ad olistoliti. La genesi di questo deposito deriva da una dinamica tettonico deposizionale legata all'avanzamento dell'unità tettonica San Remo-Monte Saccarello sui terreni sub-brianzonesi e sull'avampaese delfi nese-provenzale. Quanto sopra determina un bacino di sedimentazione caratterizzato da materiale derivante dallo smantellamento del fronte della falda e da materiale trascinato sul fronte della stessa durante il suo carreggiamento. Questo va ricollegato sia a una sedimentazione sintettonica, con piccoli olistoliti (Colla Langan, Baiardo), sia ad elementi riconducibili a scaglie e brecce tettoniche a volte fortemente milonitizzate, (ovest di Baiardo). Ad altezze stratigrafiche variabili sono intercalati olistoliti cartografabili di grosse dimensioni:

- Calcari e calcari marnosi compatti grigio scuri (mc), sono stati individuati in più affioramenti di cui, quello nei pressi della riva nord del Rio Aigovo presenta un'estensione di centinaia di metri. La presenza di Globotruncana spp. permette la loro attribuzione al Cretacico superiore. I caratteri litologici non trovano riscontri nelle sequenze flyschoidi dell'unità tettonica San Remo-Monte Saccarello e nelle coperture Delfinesi-Provenzali presenti nel Foglio. L'assenza di strutture riconducibili ad una intensa tettonica duttile porta ad ipotizzare la collocazione originaria in un Brianzonese;
- Calcari marnosi grigio scuri finemente listati con estensione anche chilometrica (mp), assimilabili alle "marne e calcari marnosi di Trucco";

- Calcari arenacei compatti (nc) fortemente tettonizzati con associazioni a macroforaminiferi non sempre determinabili, tra cui Nummulites brognartii, Nummulites spp., Assilina spp., assimilabili alle "calcareniti di Capo Mortola";
- Arenarie in banchi e strati e livelli argilloso-marnosi e calcareo-marnosi, riconducibili al "flysch di Ventimiglia" (fv), diffusamente presenti e con estensione variabile anche di varie centinaia di metri;
- Marne e calcari marnosi riconducibili all'unità San Remo-Monte Saccarello (Colla Langan), costituiti da "formazione di San Bartolomeo" (sb), "Arenarie di Bordighera" (ab) e "flysch di San Remo" (fs). Si tratta di blocchi e scaglie di differenti dimensioni da decimetriche a un centinaio di metri; Da segnalare inoltre scaglie non cartografabili di dolomie e calcari dolomitici (sponda sud Rio Aigovo). Si presentano in blocchi e scaglie di spessore non superiore alla decina di metri dubitativamente attribuibili ad unità brianzonesi, "dolomie di S. Pietro nei Monti" (VANOSSI M. (1994) - Guide Geologiche Regionali Alpi Liguri).

Caratteri litologici di laboratorio: Le arenarie contenenti piccoli olistoliti, sono a grana da media a fine, mal classate, scheletro-sostenute, con scheletro silicoclastico e interstiziale dato da cemento carbonatico. Lo scheletro è costituito da clasti da subangolosi a subarrotondati, principalmente di quarzo mono e policristallino, prevalentemente ad estinzione normale, con subordinata presenza di feldspati, e più raramente da mica bianca, clasti polimineralici a quarzo + feldspati + mica bianca, calcite detritica, sia geminata e non, e rarissimi bioclasti indeterminabili. I piccoli olistoliti inglobati nelle suddette arenarie, sono prevalentemente costituiti da clasti riconducibili, sia per litologia sia per contenuto micropaleontologico, alle formazioni dell'unità tettonica San Remo-Monte Saccarello. Sono inoltre presenti calcari giurassici e calcari più o meno marnosi del Cretacico inferiore e superiore, del Paleocene e dell'Eocene inferiore e medio. Come già rilevato da CAMPREDON (1977), sono individuabili anche alcuni clasti di granito a grana grossa, graniti a muscovite, graniti milonitizzati, gneiss a muscovite, rioliti ignimbrifere, tufi, quarziti. Nelle microbrecce poligeniche, intercalate nelle arenarie fini e siltoso-argillose, sono presenti resti e frammenti di nummuliti, assiline e rotalidi indeterminabili.
Spessore dell'unità e sue variazioni: Variabile con un massimo di 200 metri.
Rapporti stratigrafici: Questa unità presenta rapporti tettonici con la sottostante unità del "flysch di Ventimiglia" (FYV) e la soprastante unità tettonica di San Remo-Monte Saccarello ed in massima parte con le "Arenarie di Bordighera" (ABG) ed in modo subordinato con la "formazione di San Bartolomeo" (SBA) ed il "flysch di San Remo" (FSM). Nella strada Colla Langan-Molini di Triora si possono intuire rapporti originari di tipo stratigrafico con il "flysch di Ventimiglia" (FYV), che risulta inquinato da piccoli olistoliti e microbrecce immersi in una matrice originatasi dallo smantellamento del fronte della falda in movimento. Questi rapporti originari risultano, per la maggior parte, scollati a seguito dei successivi eventi deformativi che investono il settore.

Attribuzione cronologica: La presenza di microfaune fortemente rimaneggiate non permette una documentata attribuzione biostratigrafica. Avendo riscontrato in più settori che i primi livelli ad olistoliti e gli episodi a microbrecce risultano intercalati nelle sequenze arenacee più o meno siltoso-argillose, che sono al top del "flysch di Ventimiglia", si può attribuire il "flysch di Baiardo" (FDB) al Priaboniano inferiore.

Ambiente deposizionale: Margine interno di avanfossa in evoluzione.

3.7 Dominio Piemontese-Ligure

Delle quattro unità tettoniche derivate da questo Dominio paleogeografico e costituenti il "complesso dei flysch del ponente ligure", l'unica presente nel territorio comunale è l'unità tettonica San Remo-Monte Saccarello che affiora estesamente in gran parte dell'area dalla linea di costa sino alla vette più elevata di M. Bignone (1299 m). Si tratta di successioni depositatesi, originariamente, nell'area oceanica neotetidea, compresa tra il paleomargine continentale africano (Adria) e quello europeo. Questa unità, che risulta strutturalmente in posizione sommitale, rispetto alle altre tre, è stata intensamente coinvolta nell'orogenesi alpina tanto da aver perso non solo il substrato oceanico, ma anche buona parte della sua copertura sedimentaria.

3.8 Unità Tettonica San Remo-Monte Saccarello

3.8.1 Formazione di San Bartolomeo (SBA)

Sinonimi: “ps”, “H” (FRANCHI, 1926); “complesso di base” (LANTEAUME, 1957).

Affioramenti tipici: Strada Badalucco - Triora (subito a nord di Badalucco); strada Badalucco-Baiardo (Valle Oxentina tra Vignai e Ciabaudo). L’unità è costituita da cinque litofacies di cui solo tre affioranti nel territorio comunale (SBAb, SBAd e SBAe).

Estensione degli affioramenti: Affiora in modo subordinato (come nucleo di strutture antiformi) nel settore medio occidentale e nell’estremo quadrante nord - orientale del Foglio Sanremo; Nel territorio comunale gli affioramenti sono di limitata estensione e localizzati nel comprensorio di San Romolo-Borello fra le pendici del M.te Caggio (1090 m) e quelle del M.te Bignone (1299 m).

Caratteri litologici di terreno: Nella “formazione di San Bartolomeo” (SBA) sono state riconosciute le seguenti litofacies:

- litofacies calcari tipo palombino (SBAa) (COBIANCHI et alii, 1991): Calcari micritici, calcari marnosi ed arenacei alternantesi con marne e argilliti e siltiti fini. Affiorano in modo frammentario limitatamente a un piccolo settore della parte nord-orientale del Foglio. Questa litofacies risulta a contatto spesso in modo caotico con la litofacies sovrastante.
- litofacies peliti manganesifere (SBAb) (BONI et alii, 1971; SAGRI, 1980; DI GIULIO & GALBIATI, 1985): Sono alternanze ritmiche di argilliti grigio-verdastre e subordinate siltiti in strati sottili, con diffuse spalmature di ossidi metallici, e di areniti fini e finissime. Sono presenti, in modo molto subordinato, sottili strati centimetrici rossi e grigi, a grana molto fine, siliceo-argillosi. Le argilliti sono prevalentemente siltose per la presenza di mica e quarzo detritico (fi g. 18, 19). Questa litofacies presenta contatti stratigrafici ed eteropici con le restanti litofacies: contatto stratigrafico con il “flysch di San Remo” e più precisamente col “membro di Capo Mele” (FSM1) e con il “membro di Villa Faraldi”(FSM2).
- litofacies peliti varicolori (SBAc) (BONI & VANOSSI, 1960; LANTEAUME & HACCARD, 1961; DI GIULIO & GALBIATI, 1985): Questa litofacies non è molto dissimile dalla precedente ed è caratterizzata dalla colorazione vivace delle argilliti in quanto oltre al grigio si hanno colorazioni verde chiaro e rosso vinato. Sono presenti livelli arenacei grigio chiari e rossastri a granulometria media (fig. 20). Nella parte alta della serie sono presenti livelli di quarzoareniti. Questa litofacies presenta contatti eteropici con le litofacies (SBAb-SBAd-SBAe) e contatto stratigrafico sia con le “Arenarie di Bordighera” (ABG), sia con il “flysch di San Remo” (FSM1-FSM2).
- litofacies quarzoareniti (SBAd) (DI GIULIO & GALBIATI, 1985): Strati arenaceo-quarzosi a grana media e fine gradati; i livelli arenacei hanno uno spessore massimo di 30-40 cm, una geometria frequentemente lenticolare e sono interessati da lamine oblique a media scala. Il tetto delle sequenze è rappresentato da argilliti verdi e rosse. Nella parte superiore della serie si hanno intercalazioni di straterelli di calcisiltiti nocciola chiaro (fig. 21). Questa litofacies presenta contatti eteropici con le litofacies (SBAb-SBAc- SBAe).
- litofacies sottili strati calcarei (SBAe) (DI GIULIO & GALBIATI, 1985): Successione di sottili strati calcarei alternati con livelli marnoso-argillosi, nella parte alta della serie prevalgono strati di calcisiltiti di color nocciola chiaro con più o meno significativi livelli pelitici grigi, nei quali compaiono sempre più signifi cativi livelli e strati medi di arenarie arcosiche sviluppate in sequenze di Bouma, che, per il sempre maggior sviluppo di queste ultime, passano stratigraficamente alle sovrastanti “Arenarie di Bordighera”.Questa litofacies presenta inoltre contatti eteropici con (SBAb-SBAc-SBAd).

Caratteri litologici di laboratorio: Le argilliti delle litofacies SBAb, SBAc, sono di norma siltose per la presenza di mica e quarzo detritici; le areniti fini e i livelli arenacei a granulometria media, presenti nelle suddette litofacies, sono essenzialmente a composizione silicea, con alta percentuale di elementi di quarzo e più scarse miche chiare e rari feldspati. Negli strati arenacei della litofacies SBAd, la natura dei clasti è essenzialmente quarzosa, con modestissima presenza di miche chiare e feldspati, con prevalenza dei plagioclasi sui K- feldspati.

Spessore dell’unità e sue variazioni: Lo spessore, non facilmente misurabile per le intense deformazioni presenti e per il rabotage basale, è variabile da qualche decina di metri a 200-300 metri. Gli spessori massimi delle litofacies sono:

- SBAa: 15 metri;
- SBAb: superiore ai 100 metri, mal valutabile per le intense deformazioni;
- SBAc: inferiore ai 100 metri;
- SBAd: circa 20 metri;
- SBAe: inferiore ai 100 metri.

Rapporti stratigrafici: Questa formazione passa verso l'alto in modo transizionale sia alle "Arenarie di Bordighera" (ABG) sia al "flysch di San Remo" (FSM1-FSM2).
Fossili: Gli studi svolti a corredo del Progetto CARG sulle nannoflore calcaree della "litofacies calcari tipo palombino"(SBAa) hanno evidenziato, nell'affioramento di N.S. dell'Assunzione, subito ad E di Caravonica, la presenza di: *Assipetra infracretacea, Braarudosphaera regularis, Calcicalathina oblongata, Ceratolithoides angustiforatus, Cretarhabdus surirellus, Cretarhabdus sp., Cribrosphaerella ehrenbergii, Cyclagelosphaera margerellii, Eprolithus fl oralis, Litraphidites bollii, L. carniolensis, Micrantholithus hoschulzii, Microstaurus chiastus, Nannoconus bucheri, N. kamptneri, N. steinmanni, Nannoconus sp., Parhabdolithus embergeri, Prediscosphaera columnata, Rucinolithus irregularis, R. terebrodentarius, Watznaueria barnesae, W. britannica, W. communis, W. aff. W. manivitae*. Dato questo che collima con quanto evidenziato da GALBIATI & COBIANCHI,(1997). La base della "litofacies SBAa" è attribuibile all'Hauteriviano superiore, zona a *Calcicalathina oblongata* e presenza di *Litraphidites bolli*, mentre la sua parte superiore è attribuibile all'Albiano, zona a *Prediscosphaera columnata*. L'intervallo tra il bottom ed il top permette di individuare marker ed associazioni che documentano anche la presenza del Barremiano e dell'Aptiano. Per quanto riguarda la"litofacies sottili strati calcarei" (SBAe) i campioni hanno fornito una associazione a nannoflore calcaree rappresentata da: *Arkhangelskiella cymbiformis, Calculites obscurus, Cretarhabdus sp., Cribosphaerella ehrembergii, Eiffellithus eximus, Lucianorhabdus cayeuxii, Micula decussata, Predicosphaera sp., Quadrum gartneri, Q. gothicum, Q. sissinghii, Watznaueria barnesae*. La presenza di *Quadrum gothicum* in associazione con *Micula decussata, Lucianorhabdus cayeuxii, Calculites obscurus e Quadrum gartneri* permette di ascrivere la litozona in esame alla biozona a *Q. gothicum* del Campaniano superiore.

Attribuzione cronologica: Hauteriviano superiore - Campaniano superiore: Hauteriviano superiore - Albiano per la "litofacies SBAa", Campaniano superiore p.p. per la "litofacies SBAe" (GALBIATI & COBIANCHI, 1997), le altre litofacies SBAb, SBAc, SBAd, per la mancanza di livelli marnosi o anche solo debolmente calcarei non hanno fornito dati biostratigrafici, ma per i rapporti stratigrafici sia con (SBAa) che con (SBAe) è possibile attribuirli all'intervallo Albiano-Campaniano superiore.

Ambiente deposizionale: Piana bacinale scarsamente alimentata da correnti di torbida diluite di natura terrigena e da apporti pelagici, facies D e D1 (MUTTI,1979). La parte sommitale viene a rappresentare depositi di frangia.

3.8.2 Arenarie di Bordighera (ABG)

Sinonimi: Unita "Ha" e "H" (FRANCHI, 1926); "série à dominante gréseuse" (LANTEAUME & HACCARD, 1960, 1961; LANTEAUME et alii, 1963); "Complessi C-D" (BONI & VANOSSI, 1960); "Bordighera sandsteine" (RICHTER, 1961);"membro C-D" (VANOSSI, 1965).

Affioramenti tipici: Strada Badalucco-Molini di Triora; Bivio Montalto-Carpasio. Nel territorio comunale ottimo punto di osservazione è la località "Curva del Marzocco" (737 m) sulla Strada Comunale M.te Ortigara e sulla costa a Capo Nero.

Estensione degli affioramenti: La formazione affiora nel settore occidentale del Foglio San Remo ed in particolare ad occidente del torrente Argentina sino al fronte dell'unità tettonica. Nel territorio comunale affiora diffusamente in tutta la porzione E e N, sulla dorsale che si sviluppa a monte dell'abitato di Coldirodi fra la Croce di Padre Poggio (571 m), M.te Carparo (905 m), M.te Caggio (1090 m), Colle Termini di Perinaldo (989 m), sino a M.Te Bignone (1299 m).

Caratteri litologici di terreno: Arenarie torbiditiche spesso grossolane, sino a conglomeratiche, in strati spessi, localmente amalgamati. Sono presenti associazioni torbiditiche di canale e di lobo progradazionale. Le facies di canale sono caratterizzate da:
- Conglomerati in grossi banchi lentiformi spessi da 1 a 3 metri con clasti di 2-5 cm poco o moderatamente arrotondati, trattasi di conglomerati di tipo disorganizzato (affioramenti a nord-ovest di Perinaldo);
- Arenarie conglomeratiche costituenti porzioni basali di strati di arenarie grossolane spessi 2-3 m a base amalgamata od erosiva, gli strati sono ben gradati e mancano completamente livelli argillosi;
- Arenarie massicce, medio-grossolane, con qualche livello microconglomeratico e assenza di livelli argillosi. Gli strati, spessi 0,5-8,5 metri, hanno base leggermente erosiva o amalgamata. Sono frequenti, alla base degli strati più potenti, grosse groove larghe 40 cm e profonde 20 cm e strutture da carico di notevole dimensione; gli strati si presentano da mal gradati a discretamente gradati o a gradazione inversa alla base. La gradazione in genere interessa solo gli elementi più grossolani. Sono presenti blocchi di calcari

marnosi e clasti di argilla inclusi a vari livelli dello strato. Solo in alcuni casi si osserva una grossolana laminazione parallela al tetto degli strati e molto raramente delle dish e dicchi di sabbia;
- Arenarie medio-grossolane con al tetto sottili livelli di argilliti. Gli strati sono spessi fino a 2 metri e le sequenze sono del tipo Ta\e e Tab\e attribuibili alla facies C1 (MUTTI & RICCI LUCCHI, 1975); sono presenti arenarie medio-grossolane in banchi spessi 10-40cm con base irregolare ed erosiva che passano bruscamente in alto a sottili livelli di argilliti, rappresentanti depositi di tracimazione, facies E di MUTTI & RICCI LUCCHI;
- Arenarie calcaree e calcareniti fini passanti verso l'alto a marne e argille, sequenze incomplete Tc/e e Tde riferibili alla facies D1 di MUTTI & RICCI LUCCHI, con spessori di 30 cm.

I depositi canalizzati sono organizzati in cicli positivi sia semplici che multipli. Le facies di lobo di progradazione sono caratterizzate da:
- Arenarie massicce, medio-grossolane in banchi di 0,4-5,0 metri con qualche elemento conglomeratico disperso dentro allo strato. Al tetto dei banchi sono talvolta presenti 5-10 cm di argille siltose o straterelli calcarenitici e marnosi spessi fino a 50 cm. Le basi degli strati sono amalgamate o leggermente erosive. Le strutture basali più rappresentate sono quelle di carico o a fiamma. La gradazione è poco evidente, frequente è la laminazione parallela e sono presenti dicchi di sabbia che s'introducono negli strati sottostanti. Sono presenti, come inclusi in molti banchi, blocchi e spezzoni di marne e calcareniti e, nella porzione intermedia di alcuni banchi, fiocchi di argilla;
- Arenarie medio-fini in strati di 0,4-1,8 metri con base generalmente piatta o localmente amalgamata con al tetto sottili livelli argillitici. Le sequenze sono generalmente tronche o incomplete;
- Arenarie massicce e grossolane passanti bruscamente ad arenarie calcaree e calcareniti fini nelle quali si osservano gli intervalli Tb, c, d seguite da marne ed argille;
- Arenarie calcaree e calcareniti fini con al tetto marne e argille in strati di 10-20 cm a sequenze incomplete. I depositi di lobo e progradazione sono in genere organizzati in sequenze negative o simmetriche. I depositi di frangia, arenarie calcaree e calcareniti fini, marne e argilliti, sono qui attribuiti alla "formazione di San Bartolomeo" litofacies SBAe per i rapporti di continuità ed interdigitazione con le emipelagiti e torbiditi di piana, litofacies SBAb, SBAc, SBAd. Questi, risultano interessati da un netto contatto con i materiali grossolani canalizzati che individuano l'inizio della costruzione della conoide sottomarina delle "Arenarie di Bordighera" (ABG).

Caratteri litologici di laboratorio: Prendendo in considerazione i singoli ritmi, la parte basale degli intervalli gradati è mediamente caratterizzata da conglomerato fine, mal classato, scheletro sostenuto a composizione silicoclastica, con matrice arenacea e subordinatamente cemento carbonatico. Lo scheletro, con clasti da subangolosi a subarrotondati, è costituito oltre che da quarzo mono e policristallino, prevalentemente ad estinzione netta, da feldspati e da una grande quantità di litici: graniti, porfi di quarziferi e gneiss. In generale le arenarie medio-grossolane, con arrotondamento dei granuli da scarso a medio, presentano una composizione quarzoso-feldspatica, con modesta percentuale di litici. I granuli di quarzo sono mono e policristallini ad estinzione prevalentemente netta. I feldspati risultano poco alterati con il K-feldspato nettamente prevalente sul plagioclasio (andesina - oligoclasio). La frazione litica vede una forte prevalenza di graniti, con quarzo allotriomorfo, K-feldspato micropertitico prevalente sul plagioclasio (oligoclasio) e biotite prevalentemente cloritizzata. Seguono in modo molto subordinato clasti di porfi di quarziferi a struttura felsofirica con fenocristalli di quarzo prevalentemente riassorbiti, K-feldspato, subordinato al plagioclasio (albite - oligoclasio), biotite cloritizzata e clasti di gneiss a struttura lepidoblastica, con eguale presenza di K-feldspato e plagioclasio (albite) e miche con prevalenza di muscovite sulla biotite.

Spessore dell'unità e sue variazioni: Lo spessore massimo è stimato intorno ai 500 metri (poco più a nord di Ospedaletti) con variazioni di spessori intorno ai 200-300 metri a nord di Badalucco.

Rapporti stratigrafici: Questa unità è in successione stratigrafica diretta con la formazione di San Bartolomeo ed eteropica e sottostante al "flysch di San Remo" (membro FSM2).
Fossili: La campionatura eseguita nell'ambito del Progetto CARG, degli intervalli più carbonatici ha fornito associazioni a nannoflore calcaree caratterizzate dalla presenza di: *Arkhangelskiella cymbiformis, Aspidolithus parcus parcus, Calculites obscurus, C. ovalis, Ceratolithoides aculeus, Lithraphidites quadratus, Lucianorhabdus cayeuxii, Micula decussata, Quadrum gothicum, Q. trifidum, Watznaueria barnesae, Watznaueria sp*. La parte basale delle Arenarie di Bordighera, a contatto con la "formazione di San Bartolomeo" (SBA), ha evidenziato associazioni ben inquadrabili nella zona a Quadrumtrifidum, del Campaniano superiore – Maastrichtiano inferiore. La presenza, inoltre, delle zone a *Arkhangelskiella cymbiformis*, e ad *Lithraphidites quadratus*, permettono di attribuire il resto dell'unità al Maastrichtiano medio e solo parzialmente al Maastrichtiano superiore. Quanto sopra si deduce dal fatto che al top delle "Arenarie di Bordighera" (ABG), fanno seguito sequenze attribuibili al "membro Villa Faraldi" (FSM2) del "flysch di San

Remo" (FSM), in cui è possibile evidenziare, per buona parte della successione, associazioni che rientrano nella zona a *Lithraphidites quadratus*, prima di riscontrare la zona a *Micula murus*.

Attribuzione cronologica: Campaniano superiore p.p.-Maastrichtiano mediosuperiore p.p.

Ambiente deposizionale: Conoide sottomarina ubicata al di sotto del limite di compensazione dei carbonati, a bassa efficienza di trasporto e recessiva (SAGRI, 1980).

3.8.3 Flysch di San Remo (FSM)

Estensione degli affioramenti: L'unità copre quasi la totalità della parte orientale e piccoli settori sud-occidentali del Foglio San Remo; essa è costituita da quattro membri di cui solo tre sono presenti nel territorio comunale.

Membro Capo Mele (FSM1)

Sinonimi: "H1"p.p. (FRANCHI, 1926); "complesso B" p.p. (BONI & VANOSSI, 1960); "Série a dominante calcaire" (LANTEAUME & HACCARD, 1960, 1961; LANTEAUME et alii, 1963); "Saccarelloserie" (RICHTER, 1961).

Affioramenti tipici: Questo membro è stato individuato da SAGRI (1984) a Capo Mele e quindi fuori dal Foglio San Remo (Foglio 259 Imperia).

Estensione degli affioramenti: Limitatamente a nord di Chiusanico e a nordovest di Caravonica. Non affiora all'interno del territorio comunale.

Caratteri litologici di terreno: Marne ed arenarie calcaree costituenti spessi strati torbiditici, organizzati in sequenze positive con banchi spessi 10-30 metri, con la porzione terminale costituita da calcilutiti. Sono inoltre presenti scarsi strati arenaceo-argillitici.

Spessore dell'unità e sue variazioni: Da 100 a 300 metri.

Rapporti stratigrafici: Questo membro è direttamente sovrastante alla"formazione di San Bartolomeo" litofacies SBAb-SBAc e presenta passaggi eteropici e stratigrafici al "membro Villa Faraldi" FSM2.

Fossili: Sono state individuate all'interno del Progetto CARG, le seguenti nannoflore calcaree: *Arkhangelskiella cymbiformis, Aspidolithus parcus parcus, Calculites obscurus, C. ovalis, Ceratolithoides aculeus, Cyclagelosphaera ehrenbergii, C. reinhardtii, Eprolithus sp., Lucianorhabdus cayeuxii, Microrhabdulus decoratus, M. unduosus, Micula decussata, M. gr. stauropora, M. swastica, M. sp., Prediscosphaera cretacea, Quadrum gartneri, Q. gothicum, Q. trifidum, Watznaueria barnesae, Watznaueria sp*. La parte basale del "membro Capo Mele" (FSM1) a contatto con la "formazione di San Bartolomeo" (SBA), ha evidenziato associazioni ben inquadrabili nella zona a *Quadrumtrifidum*, del Campaniano superiore - Maastrichtiano inferiore. La presenza, inoltre, della zona a *Arkhangelskiella cymbiformis*, permette di attribuire il resto della serie al Maastrichtiano medio.

Attribuzione cronologica: Campaniano superiore p.p.-Maastrichtiano medio p.p.

Ambiente deposizionale: Ambiente di piana bacinale ristretta ubicata sotto il limite di compensazione dei carbonati ed interessata da spesse torbiditi marnose ed arenaceo calcaree di zona prossimale.

Membro Villa Faraldi (FSM2)

Sinonimi: "H1"p.p. (FRANCHI, 1926); "complesso B" p.p. (BONI & VANOSSI, 1960); "Série a dominante calcaire" (LANTEAUME E HACCARD, 1960, 1961; LANTEAUME et alii, 1963); "Saccarelloserie" (RICHTER 1961).

Affioramenti tipici: Questo membro è stato individuato da SAGRI (1984) a Villa Faraldi ed è comunque presente anche nel territorio comunale.

Estensione degli affioramenti: Interessa un vasto settore centro orientale del Foglio San Remo (1:50000) e più limitati settori sud-occidentali. Nel territorio comunale è possibile seguire un esteso affioramento che si sviluppa lungo la dorsale posta sull'asse di una piega sinforme dal M.te Colma (649 m), lungo la Costa Bandita, sino alla ex Stazione Bignone di arrivo della funivia (1250 m).

Caratteri litologici di terreno: Marne ed arenarie calcaree costituenti strati torbiditici, con spessori inferiori, 1-5 metri, rispetto al membro FSM1. Abbastanza rappresentate sono anche le calcilutiti e le torbiditi arenaceo-argillitiche. Sono presenti sequenze negative, spesse 5-10 metri, costituite da strati calcilutitici alla base che passano verso l'alto a strati e banchi marnoso-arenacei.

Caratteri litologici di laboratorio: La frazione arenacea degli intervalli arenaceo-argillitici, presenti anche nel "membro di Capo Mele" FSM1, risulta a prevalente composizione feldspatico-quarzosa, con forte prevalenza del plagioclasio, albite-oligoclasio, sul K-feldspato, quarzo a prevalente estinzione normale e moderata presenza di litici e calcite interstiziale. La componente carbonatica a volte viene a rappresentare una frazione significativa. In ambo i membri le micriti si presentano con una subordinata e dispersa presenza di silt silicoclastico costituito da clasti angolosi di quarzo e mica bianca. Sono presenti cluster di biomicrite/biosparite con significativa frazione fossile costituita da spicole di spugne, e globotruncane.

Spessore dell'unità e sue variazioni: Da 300 a 650 metri.

Rapporti stratigrafici: Questo membro è direttamente sovrastante alla "formazione di San Bartolomeo" litofacies SBAb-SBAc e presenta passaggi eteropici e di sovrapposizione al "membro di Capo Mele" (FSM1). Presenta rapporti eteropici e di sovrapposizione alle "Arenarie di Bordighera" e, nella sua parte alta, eteropia con il "membro San Michele" (FSM3). Presenta inoltre contatti stratigrafici e di passaggio al "membro San Lorenzo" (FSM4).
Fossili: I campioni esaminati nel Progetto CARG, contengono associazioni a nannoflore calcaree rappresentate da: *Arkhangelskiella cymbiformis, Aspidolithus parcus parcus, Biscutum elipticum, Calculites obscurus, C. ovalis, Ceratolithoides aculeus, Cyclagelosphaera reinhardtii, Cribrosphaerella daniae, C. ehrenbergii, Lithraphidites quadratus, Lucianorhabdus cayeuxii, Microrhabdulus decoratus, Microrhadulus unduosus, Micula praemurus, M. decussata, M. gr. stauropora, M. murus, M. swastica, M. unduosus, Prediscosphaera cretacea, P. grandis, Quadrum gothicum, Q. trifidum, Watznaueria barnesae, Watznaueria sp*. La parte basale del "membro Villa Faraldi" (FSM2), a contatto con la"formazione di San Bartolomeo" (SBA), ha evidenziato associazioni ben inquadrabili nella zona a *Quadrumtrifidum*, del Campaniano superiore-Maastrichtiano inferiore. La presenza, inoltre, delle zone a *Arkhangelskiella cymbiformis*, a *Lithraphidites quadratus* ed a *Micula murus* permette di riconoscere sia il Maastrichtiano medio che il Maastrichtiano superiore p.p.

Attribuzione cronologica: Campaniano superiore p.p.-Maastrichtiano superiore p.p.

Ambiente deposizionale: Ambiente di piana bacinale ristretta ubicata sotto il limite di compensazione dei carbonati ed interessata da torbiditi marnose ed arenaceo-calcaree di zona distale rispetto all'ambiente deposizionale del "membro di Capo Mele" FSM1.

Membro San Michele (FSM3)

Sinonimi: "H1"p.p. (FRANCHI, 1926); "complesso B" p.p. (BONI & VANOSSI, 1960); "Série a dominante calcaire" (LANTEAUME & HACCARD, 1960, 1961; LANTEAUME et alii, 1963); "Saccarelloserie" (RICHTER, 1961).

Affioramenti tipici: Strada San Remo-San Romolo all'altezza dell'Eremo di San Michele (SAGRI, 1984).

Estensione degli affioramenti: Affiora limitatamente nei settori meridionali del Foglio San Remo (1:50000). Affiora in una fascia ristretta, larga mediamente 500 m, che si sviluppa procedendo da W verso E, dall'Eremo di S.Michele (425 m), nei nuclei abitati delle Frazioni di Verezzo S.Donato (340 m) e Verezzo S.Antonio (324 m), sino al M.te S. Maria (462 m) posto nel bacino del T. Armea.

Caratteri litologici di terreno: Strati arenaceo-argillitici e calcilutitici nei quali si intercalano a intervalli regolari, ogni 10-15 metri, megatorbiditi marnoso-arenacee spesse 5-7 metri che vengono a costituire megaritmi.

Caratteri litologici di laboratorio: Arenaria da media a fine, mal classata, scheletro-sostenuta, con scheletro silicoclastico e interstiziale dato da cemento carbonatico. Lo scheletro è costituito da clasti da subangolosi a subarrotondati, costituiti prevalentemente da quarzo mono-policristallino, con prevalenza di estinzione piana su quella ondulata; subordinatamente sono presenti clasti di feldspati, con prevalenza del plagioclasio, albite-oligoclasio, sul K-feldspato e più raramente da fi llosilicati, tra cui miche bianche e brune, minerali opachi, calcite detritica, sia geminata che non, clasti polimineralici, quarzo + fillosilicati. Le micriti si presentano con una fortemente subordinata e dispersa presenza di silt silicoclastico costituito da clasti angolosi di quarzo, mica bianca e minerali opachi. La frazione fossile, è rappresentata da globotruncanidi, heteroelicidi, calcisphaerulidi, ostracodi, spicole di spugne, resti di echinidi.

Spessore dell'unità e sue variazioni: Da 100 a 200 metri.

Rapporti stratigrafici: Questo membro presenta rapporti eteropici e stratigrafici di sovrapposizione al "membro di Villa Faraldi" (FSM2) e di passaggio stratigrafico al sovrastante "membro San Lorenzo" (FSM4).

Fossili: I campioni analizzati nel Progetto CARG, hanno permesso di individuare nannoflore calcaree tra cui: *Arkhangelskiella cymbiformis, Aspidolithus parcus parcus, Cribrosphaerella daniae, C. ehrenbergii, Lithraphidites quadratus, Lucianorhabdus cayeuxi, Micula decussata, M. murus, M. swastica, M. unduosus, Watznaueria sp., Prediscosphaera grandis, Microrhabdulus unduosus, Watznaueria barnesae*. L'associazione riscontrata permette la sua attribuzione alla zona a *Micula murus* del Maastrichtiano superiore.

Attribuzione cronologica: Maastrichtiano superiore p.p.

Ambiente deposizionale: Ambiente di piana bacinale ristretta ubicata sotto il limite di compensazione dei carbonati ed interessata da megatorbiditi marnoso-arenacee che si alternano a strati arenaceo-argillitici e calcilutitici, che può indicare un'intensa attività tettonica (MUTTI et alii, 1984) legata all'evoluzione del bacino ubicato probabilmente in corrispondenza di una zona di convergenza (ABBATE & SAGRI, 1982).

Membro San Lorenzo (FSM4)

Sinonimi: "H2"p.p. (FRANCHI, 1926); "complesso A" p.p. (BONI &VANOSSI, 1960); "Série a dominante marneuse" (LANTEAUME & HACCARD, 1960, 1961; LANTEAUME et alii, 1963); "Imperiaserie" (RICHTER, 1961).

Affioramenti tipici: Lungo la costa nel settore di San Lorenzo al Mare (SAGRI, 1984) e nei dintorni di San Remo. Affioramento di notevole interesse per ampiezza di esposizione e tettonizzazione; è posto anche sul fianco sinistro del T.Armea subito a monte del viadotto autostradale.

Estensione degli affioramenti: Il membro è presente, oltre che nella località omonima, lungo una fascia costiera da Bussana a Ospedaletti. Comprende la maggior parte dell'area urbana di Sanremo e le Frazioni di Coldirodi, Poggio e Bussana nuova.

Caratteri litologici di terreno: Strati arenaceo-argillitici con intercalazioni di calcilutiti e rari strati marnoso-arenacei spessi al massimo 1-2 metri.

Caratteri litologici di laboratorio: Arenaria fine, ben classata, scheletro sostenuta, con scheletro silicoclastico e cemento carbonatico interstiziale. Lo scheletro è costituito da clasti subangolosi e subarrotondati, rappresentati prevalentemente da quarzo mono e policristallino, prevale quello ad estinzione normale rispetto a quella ondulata, subordinatamente sono presenti clasti costituiti da mica bianca, feldspati, minerali opachi, glauconite e calcite detritica. La frazione fossile è rappresentata esclusivamente da rarissimi bioclasti indeterminabili.

Spessore dell'unità e sue variazioni: Variabile con un massimo di 300 metri.

Rapporti stratigrafici: Questo membro presenta rapporti di continuità stratigrafica e di sovrapposizione prevalentemente con il "membro di San Michele" FSM3 e più limitatamente con il "membro Villa Faraldi" FSM2.

Fossili: I campioni esaminati nel Progetto CARG, hanno evidenziato un contenuto in nannoflora calcarea rappresentata da: *Arkhangelskiella cymbiformis, Aspidolithus parcus parcus, Biscutum elipticum, Cyclagelosphaera reinhardtii, Cribrosphaerella ehrenbergii, Lithraphidites quadratus, Lucianorhabdus cayeuxii, Microrhabdulus decoratus, M. unduosus, Micula decussata, M. gr. stauropora, M. murus, Prediscosphaera cretacea, Watznaueria barnesae, Watznaueria sp*. L'associazione riscontrata permette la sua attribuzione alla zona a *Micula murus* del Maastrichtiano superiore.

Attribuzione cronologica: Maastrichtiano superiore p.p.

Ambiente deposizionale: Ambiente di piana bacinale ristretta ubicata sotto il limite di compensazione dei carbonati ed interessata in prevalenza da torbiditi arenaceo-siltitico-argillitiche che vengono a costituire la parte sommitale del "flysch di San Remo".

3.9 Stratigrafia delle Coperture Neogeniche

3.9.1 Depositi del Pliocene

Tra i sedimenti pliocenici affioranti nel Foglio San Remo, i più significativi affiorano subito ad E ed a W di Taggia e sono riconducibili a un sistema di "deltaconoide". Dall'esame degli affioramenti dell'ampio settore del ponente ligure, compreso tra Albenga ed il confine di stato, risulta evidente che le caratteristiche dei vari affioramenti pliocenici denunciano tipologie e schemi evolutivi sostanzialmente diversi in funzione degli eventi neotettonici, degli apporti e delle geometrie bacinali. Quanto sopra va inquadrato non solo negli eventi che ne hanno controllato la deposizione, ma anche nelle fasi tettoniche, tardo pliocenico-pleistoceniche, che hanno determinato l'attuale modellamento del golfo ligure. L'approccio seguito durante il rilevamento è stato quello di cercare di non enfatizzare troppo tutti i contatti erosivi in quanto, sulla base delle esperienze sinora acquisite, non è sembrato possibile distinguere piccole unità o sub-unità allostratigrafiche. Allo stato attuale si è preferito utilizzare e quindi integrare unità già collaudate nella seconda edizione della Carta Geologica d'Italia per il Foglio 92-93 "Albenga-Savona".

Bacino di San Remo-Taggia-San Lorenzo

Brecce di Taggia (BDT)

Affioramenti tipici: Taggia (MARINI, 2000). All'interno delle "brecce di Taggia" (BDT), nell'insieme caratterizzate al 75/85% da frammenti litici da angolosi a subangolosi, derivanti dal substrato flyschoide e più precisamente dalle "Arenarie di Bordighera"(ABG) e dal "flysch di San Remo"(FSM) sono state riconosciute le seguenti litofacies:

- Litofacies (BDTa) costituita da brecce disorganizzate clasto sostenute con elementi da centimetrici a metrici, a spigoli vivi, a matrice limosa e granulare incoerente.
- Litofacies (BDTb) costituita da brecce disorganizzate clasto sostenute con elementi pluricentimetrici, subangolosi, raramente a spigoli arrotondati a matrice sabbiosa grossolana o sabbioso-limosa, semicoerente.

I rapporti tra le due suddette litofacies, per quanto sinora verificato, risultano di natura eteropica. Si ricorda che tale formazione non è stata riscontrata e cartografata nel territorio comunale.

Estensione degli affioramenti: Nel territorio comunale non sono rilevati affioramenti della litofacies BDT. Questi sono altresì presenti immediatamente ad Est del confine con il Comune di Taggia in località Beusi.

Spessore dell'unità e sue variazioni: Lo spessore massimo si aggira intorno ai 250 metri.

Rapporti stratigrafici: Le "brecce di Taggia" (BDT) presentano contatti netti con le sovrastanti "argille di Ortovero" (ORV) e con i "conglomerati di Monte Villa" (litofacies CMVa-CMVb-CMVc).

Attribuzione cronologica: Pliocene inferiore. Questa attribuizione, in assenza di dati biostratigrafici, è dovuta al fatto che le "brecce di Taggia" (BDT) sono da collegare alle prime fasi di individuazione del sistema delta-conoide, del Pliocene inferiore.

Ambiente deposizionale: MARINI (2000) attribuisce le brecce ad un sistema di delta-conoide con depositi di frana, di conoide detritica e di debris-flow non coesivi; in particolare riconduce la "litofacies (BDTa)" alle prime fasi di impostazione del canale alimentatore, quindi con clasti addossati ai bordi del delta-conoide, e la

"litofacies (BDTb)" alle fasi di calibratura del canale alimentatore e di espansione del bacino di drenaggio, con rimobilizzazione di depositi alluvionali, di frana e di conoide detritica che li ingombravano.

Argille di Ortovero (ORV)

Sinonimi: "argille turchine" (FRANCHI, 1926).

Affioramenti tipici: Bussana vecchia

Estensione degli affioramenti: Nel territorio comunale affiora estesamente sul versante occidentale della cresta su cui sorge Bussana Vecchia, con suggestive forme calanchive. Questo affioramento si estende verso Nord in modo discontinuo sino in località "Cava Bianchi". Sono presenti inoltre, due affioramenti non rilevati nel Progetto CARG ma già parzialmente indicati nella cartografia di PRG, di depositi di argille grigio e grigio-azzurre assimilabili alle ORV in località Solaro (Campo Ippico) e Via Borea (Ospedale).

Caratteri litologici di terreno: Argille grigie e grigio azzurre, più o meno siltose e marnose, massicce e molto compatte, argille siltoso-sabbiose, spesso in alternanza con conglomerati minuti. Sono stati riconosciuti all'interno del Progetto CARG, nell'affioramento di Terzorio, crostoni ferruginosi di colore rosso-rugginoso. Questa unità è già stata utilizzata nel Foglio 92-93 "Albenga-Savona" (Seconda edizione della Carta Geologica d'Italia). La legenda di detta carta recita: "Lenti conglomeratiche, alternanze stratificate di argille sabbiose e sabbie o conglomerati minuti".

Caratteri litologici di laboratorio: la frazione fine, argilla + silt, varia dal 93 al 99%, con un valore medio del 97,7%. L'argilla ha valori compresi tra il 33 ed il 44,3%, il silt con prevalenza della frazione media e fine ha valori tra 50,5 e 57%. Il carbonato di calcio è compreso tra il 24 ed il 27% ed è legato alla produzione organica. Sono inoltre presenti quarzo, per lo più alterato, tra i fillosilicati la biotite è più frequente della muscovite, rarissimi la glauconite e minerali opachi.

Spessore dell'unità e sue variazioni: Da pochi metri a 75 metri.

Rapporti stratigrafici: Presenta contatti stratigrafici netti con le "brecce di Taggia" (litofacies BDTa-b), parziali rapporti eteropici con i "conglomerati di Monte Villa" (litofacies CMVb); in certi casi presenta un contatto sfumato con i "conglomerati di Monte Villa" (litofacies CMVc).

Fossili: ROBBA (1981), a seguito dello studio di 8 campioni volumetrici presi nell'affioramento a sud di Terzorio, lungo una sezione di 71 metri, ha messo in evidenza la presenza di una malacofauna batiale caratterizzata sia da bivalvi: *Abra (Syndosmya) longicallus (SACCHI), Bathyarca philippiana (NYST), Korobkovia oblonga (PHILIPPI), Limea (limea) strigilata (BROCCHI), Limopsis (Limopsis) aurita (BROCCHI), Limopsis (Pectunculina) minuta (PHILIPPI), Neilo isseli (BELLARDI), Nucula (Nucula) sulcata (BRONN), Nuculana (Jupiteria) concava (BRONN), Nuculana (Saccella) fragilis (CHEMNITZ), Nuculana (Ledella) messanensis (SEGUENZA), Palliolum (Delectopecten) abyssorum (LOVEN), Portlandia (Yoldiella) striolata (BRUGNONE), sia da gasteropodi:Aporrhais (Aporrhais) uttingeriana (RISSO), Babylonella massiformis (SEGUENZA), Drilliola loprestiana (CALCARA), Eulimella (Eulimella) scillae (SCHACCHI), Gemmula (Gemmula) rotata (BROCCHI), Hinia (Telasco) ringens (MICHELOTTI), Lunatia catena helicina (BROCCHI), Roxania (Sabatia) isseli (BELLARDI), Scissurella (Anatoma) aspera PHILIPPI, Skenea sp., Solariella (Solariella) peregrina (LIBASSI), Tectonatica tectula SACCO, Turcicola (Convexia) sp., nonchè da scafopodi: Cadulus (Cadulus) tumidosus JEFFREYS, Cadulus (Gadila) ventricosus (BRONN), Dentalium (Antalis) agile SARS, Fustiaria (Gadilina) triquetra (BROCCHI).* BONI & PELOSO (1973) segnalano la presenza di otoliti tra cui *Hygophum hygomi (LUTKEN), Myctophum debile (KOKEN), Myctophum pulcrum (PROCHÀZKA), Otolithus (Myctophidarum) aemilianus (ANFOSSI & MOSNA).* I numerosi campioni prelevati, durante il rilevamento del Foglio San Remo, hanno fornito significativi dati micropaleontologici. Lo studio dei foraminiferi ha messo in evidenza una ricca associazione di specie e di individui. Tra le forme planctoniche*: Candeina sp., Globigerina apertura, G. bulloides, G. decoraperta, G. falconensis, Globigerinita quinqueloba, G. glutinata, Globigerinoides bulloideus, G. elongatus, G. exstremus, G. quadrilobatus, G. sacculifer, G. trilobus, Globorotalia acostaensis, G. margaritae, G. scitula, Globorotaloides spp., Orbulina universa, Sphaeroidinellopsis dehiscens, S. seminulina, S. spp. Tra le forme bentoniche: Anomalinoides helicinus, Asterigerinata planorbis, Bigenerina nodosaria, Bolivina dilatata, B. pseudoplicata, B. punctata, B. subalata, Bulimina costata, Cibicides lobatulus, C. refulgens, Cibicidoides kullembergi, C. pachyderma, C. ungerianus, Elphidium crispum, Florilus sp., Globobulimina spp., Globocassidulina subglobosa, Gyroidina soldanii, G. neosoldanii, Gyroidinoides umbonatus, Hoeglundina elegans, Karreriella bradyi, Lenticulina spp., Melonis*

barleanum, M. pompilioides, M. stellatus, Oridorsalis umbonatus stellatus, O. umbonatus, Planulina ariminensis, Pullenia bulloides, P. spp., Sphaeroidina bulloides, Sigmoilopsis schlumbergeri, Siphonina planoconvexa, S. reticulata, Uvigerina peregrina, U. pygmaea, U. rutila, Valvulineria bradyana, V. camplanata, V. spp.
Lo studio delle nannoflore hanno permesso di evidenziare la presenza di: *Amaurolithus delicatus, A. triconiculatus, Calcidiscus leptoporus, C. macintyrei, Coccolithus pelagicus, Discoaster brouweri, D. intercalaris, D. pentaradiatus, D. surculus, D. triradiatus, D. variabilis, Geminilithella rotula, Helicosphaera carteri, Pontosphaera spp., Reticulofenestra pseudoumbilicus, R. spp., Rhabdosphaera spp., Sphenolithus spp., Syracosphaera spp., Umbilicosphaera spp.* Tra i foraminiferi sono presenti oltre a marker zonali, specie significative che confermano l'identificazione sia della biozona a *Sphaerodinellopsis* (MPL1) sia a *Globorotalia margaritae* (MPL2) dello Zancleano inferiore. Dato biostratigrafico in pieno accordo a quello derivante dalle nannoflore calcaree che permettono di identificare la biozona a *Amaurolithus triconiculatus* (MNN12), sia per la presenza del marker zonale, sia per l'assenza delle forme caratteristiche delle zone successive. I suddetti dati biostratigrafici collimano con quelli di GIAMMARINO &TEDESCHI (1970).

Attribuzione cronologica: Pliocene inferiore (Zancleano inferiore).

Ambiente deposizionale: In un ambiente di delta-conoide sono stati attribuiti alle "argille di Ortovero" (ORV) gli episodi argilloso-marnosi che sono presenti nella parte basale del ciclo e quindi legati alla trasgressione postmessiniana, che vengono a costituire orizzonti, non lenti, ben definiti e dispessore pluridecimetrico. La presenza di una malacofauna, dove l'elemento dominante è dato da "specie euribate ad ampia distribuzione e specie batiali pure" (ROBBA, 1981), porta a dedurre un ambiente deposizionale prossimo al limite inferiore dell'orizzonte epibatiale, 500-600 metri di profondità. Il dato è confermato dalla costante presenza, tra i foraminiferi bentonici, di specie epibatiali come *Cibicidoides kullembergi, C. pachiderma, Karreriella bradyi, Oridorsalis umbonatus, Planulina ariminensis*.

Conglomerati di Monte Villa (CMV)

SINONIMI: "conglomerati in banchi" (FRANCHI, 1926).

Affioramenti tipici: Il deposito più cospicuo si trova tra il basso corso dei torrenti Argentina ed Armea.

Estensione degli affioramenti: San Remo, Taggia, nord di Riva Ligure, San Lorenzo, per circa 7 km^2. Questa unità è già stata utilizzata nel Foglio 92-93 "Albenga-Savona (Seconda edizione della Carta Geologica d'Italia). La legenda di detta carta riporta: "Conglomerati a ciottoli prevalentemente calcarei, più o meno cementati, localmente sabbie debolmente cementate".
Sono state riconosciute le seguenti litofacies:

- litofacies (CMVa), conglomerati immaturi disorganizzati clastosostenuti o rozzamente organizzati mal cementati. I clasti, prevalentemente arrotondati e subarrotondati, hanno dimensioni che mediamente vanno dai 5 ai 20 cm, la matrice sabbiosa o sabbioso-limosa è in basse percentuali, inferiore al 10%. Questa affiora solo in località "Collette Ozotto" in testa al bacino del Rio Cascine.
- litofacies (CMVb), conglomerati grossolanamente stratificati e conglomerati gradati organizzati a luoghi ben cementati. I clasti sono arrotondati con diametri compresi tra 2 e 10 cm, la matrice, sabbiosa o sabbioso-limosa, può assumere percentuali anche del 30-40%. Questa affiora nel comprensorio di Bussana, su un'area vasta compresa a sud dalla linea di costa (Torre dell'Arma – S.S. Dell'Annunziata) e a nord sino in località Collette Ozotto. Sono presenti, inoltre, due affioramenti di cui uno costituisce il promontorio su cui sorge il nucleo storico della città di Sanremo (Pigna), e l'altro sulla promontorio di Costa San Bartolomeo.
- litofacies (CMVc), lenti ghiaioso-sabbiose caratterizzate da sabbie, arenarie, stratificate o massicce, con spessori anche di 10-20 metri. La sabbia, a grana grossa e media, è in generale ben classata, le ghiaie presentano elementi arrotondati, sono presenti grossi ciottoli isolati anch'essi ben arrotondati. Questo affiora soltanto in una stretta fascia allungata parallelamente al Rio Fonti in località Castelletti.
- litofacies (CMVd), lenti argilloso-marnose, con spessori al massimo metrici. Argille grigie e grigio azzurre, più o meno siltose e marnose, massicce e molto compatte, spesso in alternanza con orizzonti siltoso-sabbiosi. Queste affiorano nel promontorio della città vecchia in lenti all'interno del CMVb. Sono state distinte dalle ORV solamente per la continuità stratigrafica con CMVb.

Ogni litofacies di questa formazione è in contatto con tutte le altre e presenta con queste rapporti sia eteropici sia di sovrapposizione. La loro distinzione sul terreno, anche per l'intensa antropizzazione del territorio, è spesso difficoltosa e sono riscontrabili a breve distanza caratteri litologici riconducibili a litofacies diverse.

Spessore dell'unità e sue variazioni: Nell'ordine del centinaio di metri.

Rapporti stratigrafici: Questa formazione presenta un netto contatto di sovrapposizione con le "brecce di Taggia" (litofacies BDTa-BDTb) e un contatto parzialmente eteropico, o meglio erosivo, con le "argille di Ortovero" (ORV).
Fossili: Nelle "litofacies (CMVb)"e "litofacies (CMVc)" sono a volte presenti accumuli di fossili caratterizzati dalla presenza di una malacofauna intensamente rimaneggiata, rappresentata da almeno due o più biocenosi, una profonda, circalitorale o batiale, definita dalla presenza di *Neopycnodonte navicularis*, ed una molto superficiale, intertidale-infralitorale superiore, caratterizzata dalla presenza di *Saccostrea cucullata*, a cui si associano specie a distribuzione circalitorale, come *Aequipecten scrabellus*. Le lenti argilloso-marnose, e le argille grigie e grigio-azzurre più o meno siltose e marnose della "litofacies (CMVd)", hanno fornito dati biostratigrafici significativi. I campioni derivanti dai suddetti livelli hanno permesso di evidenziare associazioni a foraminiferi ed a nannoflore calcaree del tutto simili a quelle individuate nelle "argille di Ortovero" (ORV), ad eccezione del fatto che nei vari livelli è stato possibile individuare oltre le biozone MPL1 e MPL2 anche la biozona a Globorotalia puncticulata MPL 3, dato gia segnalato da BONI & PELOSO (1973), in località Terre Bianche di Terzorio. Il dato biostratigrafico è confermato dalla presenza nelle associazioni a nannoflore calcaree, oltre che delle biozone MNN12, della biozona MNN13 documentata dalla presenza di Helicosphaera sellii, il che permette di documentare anche lo Zancleano superiore.

Attribuzione cronologica: Pliocene inferiore (Zancleano).

Ambiente deposizionale: Questa unità si è sviluppata in un sistema di deltaconoide, (MARINI, 2000). La "litofacies (CMVa)" è rappresentata da depositi derivanti dalla miscelazione di carichi di fondo fl uviale molto grossolani ed immaturi talora con depositi di spiaggia; la "litofacies (CMVb)" deriva dalla deposizione di tappeti di trazione alla base di flussi ad alta concentrazione; la "litofacies (CMVc)"va identificata come la deposizione di tappeti sabbiosi in condizioni torbiditiche; la "litofacies (CMVd)" si sviluppa in seguito alla decantazione in fondali profondi. I crostoni ferruginosi vengono interpretati da MARINI (2000), come depositi alimentati da flussi di materiale terrigeno, rifornito dallo smantellamento di paleosuoli rubefatti. La presenza, tra i foraminiferi bentonici identificati nella "litofacies (CMVd)", di specie a distribuzione epibatiale, *Cibicidoides kullembergi, C. pachiderma, Karreriella bradyi, Oridorsalis umbonatus, Planulina ariminensis*, documenta, per questa litofacies, un ambiente deposizionale del tutto simile a quello identificato per le "argille di Ortovero" (ORV).

3.9.2 Depositi Quaternari

I depositi quaternari comprendono gran parte dei sedimenti attuali e quelli che li hanno preceduti in tempi relativamente recenti. Essi comprendono:
- frane (a_{1a}, a_{1b});
- coltri eluvio colluviali (b_2);
- depositi alluvionali (b);
- depositi alluvionali terrazzati (b_{n1-4});
- depositi di spiaggia (g_2);
- depositi fluvio-marini terrazzati (g_{n1-2}).

Depositi fluvio-marini terrazzati (gn1-2)

Estensione degli affioramenti: L'area di affioramento dei depositi fluvio-marini terrazzati si sviluppa lungo la costa tra Capo Verde e Capo Nero.

Caratteri litologici di terreno: Depositi sabbioso-ghiaiosi, talvolta ciottolosi di ambiente di transizione marino-continentale, sospesi e localmente terrazzati. Sono evidenziabili due superfici terrazzate: la più bassa e recente viene indicata con la sigla (g_{n1}), la più alta e quindi più antica con la sigla (g_{n2}).

Spessore dell'unità sue variazioni: Ambedue i depositi marini terrazzati (g_{n1-2}) hanno uno spessore variabile lungo la costa.

Attribuzione cronologica: Non si hanno precisi elementi per collocare cronologicamente i depositi terrazzati e un'attribuzione generica al Pleistocene viene tentativamente suggerita.

Depositi alluvionali terrazzati (bn1-4)

Estensione degli affioramenti: Sono presenti nei tratti terminali dei corsi d'acqua pricipali: lungo il torrente Armea e lungo i torrenti compresi fra Val d'Olivi ad est sino al rio San Bernardo ad ovest.

Caratteri litologici di terreno: Depositi ghiaiosi e sabbiosi debolmente limosi di origine fluviale, di varia litologia, talora con una grossolana classazione, posti a varie altezze lungo le valli principali. I vari ordini di superfici terrazzate sono indicati con numeri crescenti a partire dal più basso e recente (sigla b_{n1}) fino al più alto e antico (sigla b_{n4}).
I depositi alluvionali terrazzati (b_{n1}) si presentano come sabbioso-ghiaiosi per lo più sepolti e reincisi. I depositi alluvionali terrazzati (b_{n2-4}) si presentano come ghiaioso ciottoloso-sabbiosi e sono presenti nella bassa Valle Armea. Sono stati individuati nel centro cittadino depositi alluvionali con una marcata ferrettizzazione ed un accenno di cementazione di cui non se ne conosce l'esatta estensione, quindi non sono stati riportati nella carta geolitologica. In particolare sono visibili nelle pareti non contrastate dell'interrato del "Palafiori", ed in recenti scavi eseguiti nelle fondazioni del Palazzo Nota.

Spessore dell'unità e sue variazioni: Lo spessore dell'unità è variabile in funzione soprattutto dell'ordine delle superfici: i depositi (b_{n2}) e (b_{n1}) hanno spessori variabili fra i 5 e e oltre 10 metri.

Attribuzione cronologica: I depositi (b_{n1}) potrebbero essere attribuiti all'Olocene; i depositi (b_{n2-3-4}) potrebbero essere attribuiti al Pleistocene medio-superiore. Può essere stabilita una correlazione con i terrazzi fluviali del torrente Nervia, immediatamente ad ovest del Foglio, dove ISSEL (1892) segnala e documenta, in comune di Camporosso e più precisamente in uno scavo adiacente alla piccola chiesa di Sant'Andrea, in riva destra del suddetto torrente, il rinvenimento di due molari di Elephas primigenius, genere entrato in sinonimia a Mammuthus primigenius. La località di rinvenimento citata è ubicata su un terrazzo correlabile a quello da noi individuato come (bn2) che quindi possiamo ritenere del Pleistocene superiore.

Depositi di frana antica (a1b)

I depositi di frana antica (a_{1b}) sono rappresentati da accumuli gravitativi antichi di materiale eterogeneo ed eterometrico talvolta coinvolgenti porzioni di substrato; essi possono distinguersi in frane relitte con caratteristiche di frane di materiali incoerenti semicoerenti, di origine spesso complessa, e in frane relitte con caratteri di frane in roccia, prevalentemente "frane di scivolamento gravitativo in massa", sia rotazionale sia planare di scaglie di substrato.

Depositi di spiaggia (g2)

Depositi ghiaiosi e sabbioso-ghiaiosi di spiaggia emersa, di origine sia naturale sia artificiale. Dove la costa alta e rocciosa non arriva a strapiombo sul mare è presente una discontinua e per lo più sottile fascia di depositi costieri a composizione ghiaioso-ciottolosa o sabbioso-ghiaiosa. L'origine dei sedimenti è solo parzialmente naturale. Molte sono, infatti, le forme di ripascimento e i corpi di discarica artificiali che ripristinano tratti di spiagge più o meno totalmente smantellate dai crescenti fenomeni di aggressione erosiva marina. Si tratta di spiagge raramente in progradazione, più spesso in evidente arretramento o soggette a forte rischio di erosione.

Depositi alluvionali (b)

Estensione degli affioramenti: Sono i depositi degli alvei torrentizi attuali, maggiormente rappresentati negli alvei dei torrenti Argentina, Armea, e dei torrenti San Martino, San Romolo e Val d'Olivi.

Caratteri litologici di terreno: Depositi ciottolosi, ghiaiosi e sabbiosi, mai monogranulari, accumulati lungo le principali aste torrentizie, soggetti ad evoluzione per ordinari processi fluviali. I depositi di questa classe sono decisamente grossolani e, anche nei segmenti più prossimi alla linea di costa dove abbondano le sabbie, non manca mai la componente ghiaiosa con rari ciottoli. Lungo i greti dei torrenti si possono osservare tratti di significativa lunghezza in cui le alluvioni, anche attuali, mancano o sono rappresentate da clasti assai spesso grandi ed enormi che non impediscono l'osservazione del substrato erosivo.

Spessore dell'unità sue variazioni: molto variabili generalmente da 0,5 a 5 metri circa.

Attribuzione cronologica: Olocene.

Depositi di frana recente (a1a)

I depositi di frana recente (a_{1a}) sono rappresentati da accumuli gravitativi di materiale eterogeneo ed eterometrico con e senza segni di riattivazione recente. In questa classe sono state cartografate le frane in atto, quelle i cui corpi sono risultati interessati da indizi di attività anche solo a carico di alcune loro parti significative e quelle prive di segni di riattivazione. I corpi di frana attiva più rilevanti possono essere ricondotti alle seguenti tipologie principali:

- frane complesse di dimensioni significative, talvolta molto rilevanti, sia interamente costituite da materiale detritico caotico, sia coinvolgenti anche porzioni di substrato roccioso, in questo secondo caso hanno dimensioni molto varie soprattutto in senso verticale, con non infrequente componente di tipo scivolamento rotazionale;
- frane di crollo e ribaltamento in roccia, non sempre di facile individuazione all'interno di aree affette da detrizione attiva, da e su pareti rocciose acclivi e a carico di prominenze morfologiche, in quest'ultimo caso soprattutto su substrato in depositi pliocenici;
- frane di dimensioni cartografabili, ma quasi mai particolarmente rilevanti, prevalentemente di forma allungata, a carico di porzioni superficiali delle coperture incoerenti e semicoerenti di versante, con frequenti caratteri di colamento.

Esempi del primo tipo di fenomeni sono le frane di San Romolo, le quali hanno subito episodi rilevanti di riattivazione nel 2000 in occasione di eventi meteorologici di particolare gravità. Peraltro, se le più recenti attivazioni o riattivazioni sono riconducibili ad eventi alluvionali, l'origine primaria sembra possa essere riconnessa a fenomeni di neotettonica ed in minor misura a fenomeni sismici recenti e recentissimi.

Coltri eluvio-colluviali (b2)

Estensione degli affioramenti: Si tratta delle coperture quaternarie più largamente diffuse e più importanti sotto il profilo paesaggistico, fito-ecologico e produttivo. Sono uniformemente diffuse su tutta l'area rilevata.

Caratteri litologici di terreno: Coperture detritiche di spessore medio ed elevato dovute ad alterazione in situ ed in seguito mobilizzate da processi di versante, costituite da clasti eterometrici di varia litologia in matrice pelitica e sabbioso-ghiaiosa con estesa copertura pedogenetica, assai spesso rimaneggiata. Nella loro variabilissima forma, estensione e origine, propongono aspetti variabili anche dal punto di vista composizionale, geotecnico e idrogeologico. Sotto il profilo dell'equilibrio geomorfologico di versante esse mostrano in larga prevalenza condizioni che possiamo definire al limite di stabilità. Sono quindi soggette a lentissimi fenomeni di reptazione o al rischio di improvvisi e localizzati fenomeni di scoscendimento.

Spessore dell'unità sue variazioni: La carta riporta soltanto le coltri il cui spessore medio presunto sia stato considerato "medio ed elevato", ossia a partire da spessori presunti di 3 metri ed oltre.

Attribuzione cronologica: La loro attribuzione all'Olocene recente, ovviamente presuntiva in mancanza di datazioni di alcun tipo nell'ambito del Foglio San Remo, può essere in qualche modo avvalorata dai risultati di recenti studi archeologici e paleoambientali. Questi concorrono ad individuare, nell'arco ligure emerso, in depositi torbosi a diretto contatto con il substrato roccioso eroso, un'estesa e forte fase di detrizione e di colluviazione attorno a 6.000-5.000 anni da oggi (CRUISE, 1990; CRUISE et alii, 1998).

4. CARTA GEOMORFOLOGICA

4.1 Contenuti della carta geomorfologica

In questo elaborato sono state seguite le indicazioni generali fornite dalla Regione Liguria con la citata circolare, si è provveduto, tuttavia, a effettuare alcune variazioni nella legenda al fine di uniformarla con le più recenti distinzioni introdotte, come ad esempio a seguito della redazione dei Piani di Bacino e del

Progetto CARG. Per le coltri detritiche, ad esempio, è stata stabilita solo una classe in base allo spessore, ovvero superiore a 3 m., anche per riferimento e miglior integrazione con la cartografia sismica che vedremo in seguito. Le coltri discontinue di spessore da 0 a 3 metri, sono state inserite nelle aree con substrato roccioso affiorante o subaffiorante, intendendo con quest'ultimo proprio situazioni tipiche di deboli coperture sia di origine antropica (riporti), che di origine naturale (coltre sottile). Queste coltri, modellate dall'attività antropica (coltivazioni intensive florovivaistiche), presentano potenze non uniformi arealmente, dato un territorio caratterizzato da terrazzamenti con scavi a monte e riporti a valle, quindi, è difficile e di scarsa utilità un'ulteriore distinzione in relazione allo spessore.

4.2 Caratteri generali

Le linee principali dell'assetto geomorfologico sono controllate dalla litologia-litostratigrafia e dalla struttura tettonica. L'attività tettonica ha determinato, con l'orogenesi alpina, la messa in posto delle principali unità strutturali ed ha delineato, con l'instaurarsi di numerosi sistemi di fratture, un primordiale reticolo idrografico; successivamente ha guidato con movimenti post–orogenetici distensivi, basculamenti, fenomeni di subsidenza e di sollevamento, l'evoluzione geomorfologica di dettaglio.
Anche la stratigrafia, che nel territorio comunale è rappresentata da litotipi assai diversificati, anche se esclusivamente di origine sedimentaria, ha influenzato in maniera determinante l'assetto geomorfologico. L'eterogeneità litologica ha dato origine ad una spiccata selettività da parte delle forze erosive, che ha agito con il concorso d'intensi fenomeni di alterazione superficiale e di modellamento gravitativo, in coincidenza con le frequenti variazioni climatiche nel Quaternario, e con la presenza di forti dislivelli altimetrici.
Forme con marcata pendenza sono presenti in prossimità del confine Ovest del territorio comunale (quindi nella zona di Monte Saccarello), dove sono rilevabili vasti affioramenti delle Arenarie di Bordighera, e dei Lembi Interposti, mentre forme più morbide sono caratteristiche delle aree con affioramenti flyschoidi, che interessano le zone meridionali dell'area di studio.

In corrispondenza delle aree in cui il substrato è rappresentato dai depositi pliocenici si possono avere morfologie meno acclivi laddove sono presenti le Argille di Ortovero, fatta ovviamente eccezione dove i fenomeni di neotettonica, la disposizione stratigrafica (Conglomerati di Monte Villa a tetto delle argille di Ortovero) ed i fenomeni erosivi hanno dato origine a forme calanchive, visibili sul versante occidentale del promontorio su cui sorge Bussana Vecchia. Versanti anche strapiombanti sono presenti invece in corrispondenza degli affioramenti dei livelli prevalentemente conglomeratici dei depositi pliocenici interessati da dislocazioni tettoniche.

4.3 Considerazioni relative allo stato della roccia

Lo stato degli ammassi rocciosi dipende dalla natura litologica, dall'assetto strutturale, dal grado di fratturazione e dalle condizioni di esposizione agli agenti atmosferici. Questa complessità di parametri interagenti fra loro risulta ancora più marcata per i terreni flyschoidi che, per loro natura, sono originariamente disomogenei dal punto di vista litologico: ne consegue che litotipi appartenenti alla stessa formazione geologica, manifestano differenze anche marcate nello stato di conservazione e conseguentemente delle caratteristiche geomeccaniche.

Gli ammassi rocciosi sono stati suddivisi in tre classi a seconda dello stato di conservazione del litotipo: la scala della carta consente, ovviamente, solo una mappatura di massima delle classi che possono contenere al loro interno porzioni più o meno limitate di ammassi rocciosi in condizioni differenti da quelle costitutive medie della classe stessa.

La roccia affiorante e subaffiorante, con copertura detritica discontinua fino a 3 metri di spessore è, quindi, suddivisa in:

- Rb - Roccia in buone condizioni di conservazione;
- Rd- Roccia in discrete condizioni di conservazione;
- Rf - Roccia in scadenti condizioni di conservazione, alterate e/o particolarmente fratturata.

4.4 Caratterizzazione delle coperture – Coltri eluvio – colluviali

Le coltri eluvio-colluviali con spessore superiore ai 3 metri sono costituite da materiale incoerente a granulometria variabile, in funzione sia del processo di formazione, sia del tipo di substrato roccioso da cui prendono origine (b2). Queste sono ampiamente diffuse lungo i versanti, nelle aree boscate, nelle fasce terrazzate e in tutte le zone ove l'acclività consente di trattenere una copertura. Non si è ritenuto opportuno, come già indicato, eseguire un'ulteriore suddivisione delle coltri detritiche con spessore compreso tra 1 e 3 metri, poiché tale distinzione risulterebbe di difficile definizione, tenuto conto del passaggio spesso estremamente graduale tra il livello detritico superficiale e la porzione alterata più superficiale del substrato roccioso. Inoltre tale suddivisione è di difficile applicazione a causa dell'intensa antropizzazione del territorio che ha portato alla formazione dei terrazzamenti necessari per le colture agricole. È facile verificare sul territorio la presenza di un limitato spessore di detrito nella parte di monte dei terrazzamenti dove spesso si rinviene il substrato roccioso alla base del muri di contenimento sovrastanti. Mentre nella porzione a valle dei terrazzamenti in prossimità delle opere di sostegno gli spessori aumentano anche con potenze elevate.
La frazione granulometrica più fine delle coltri si presenta generalmente limoso–argillosa in corrispondenza delle formazioni flyschoidi pelitico–calcaree e pelitico–arenacee, mentre risulta sabbiosa in relazione agli affioramenti di litotipi più spiccatamente arenacei come le Arenarie di Bordighera, dove le coltri inglobano non di rado trovanti arenacei anche plurimetrici, come nel comprensorio di Bevino-San Romolo.
Le coltri che hanno origine dalle formazioni plioceniche sono generalmente di spessore esiguo a causa dei fenomeni di dilavamento ma forse anche a causa di una età più recente. Dove le condizioni morfologiche meno acclivi hanno consentito l'accumulo di coltri o dove le pratiche agronomiche hanno comportato la creazione di terrazzamenti si può rilevare la presenza di una frazione fine di natura limoso-argillosa dove il substrato è costituito dalle Argille di Ortovero, o di una frazione a prevalenza limo-sabbiosa dove il substrato è formato dai Conglomerati di M. Villa. In quest'ultimo caso aumenta la presenza di clasti più o meno arrotondati di natura eterogenea e la colorazione assume sfumature giallo-rossicce.
Tra le coperture detritiche di spessore superiore ai 3 metri sono state distinte con apposito simbolo le paleofrane. Si indicano con il termine di paleofrane antichi accumuli di corpi di frana di notevole estensione e spessore, costituiti da materiale detritico eterogeneo ed eterometrici inglobante anche zolle collassate di materiale lapideo con apparente disposizione di substrato in posto; è talora presente a monte nel corpo di paleofrane una rottura di pendio che marca un deciso cambio di pendenza tra la zona di alimentazione e quella di accumulo. Formatesi in condizioni climatiche molto differenti dalle attuali – alcuni autori le correlano a fenomeni di depressurizzazione dei fianchi vallivi in epoca interglaciale – le paleofrane hanno raggiunto una condizione di equilibrio collegata all'assenza di fattori destabilizzanti esterni, attualmente non prevedibili, che potrebbero influire negativamente sulla loro stabilità.

4.5 Depositi alluvionali, di spiaggia ed antropici

Le elaborazioni cartografiche distinguono tre tipologie di depositi alluvionali, oltre alle aree interessate da riporti di origine antropici (Depositi antropici).
Sono stati cartografati i "depositi alluvionali" (b), ovvero i sedimenti ghiaiosi, ciottolosi e sabbiosi eterometrici dei corsi d'acqua, presenti lungo le aste torrentizie e in parte attualmente soggetti alla dinamica fluviale.
Sono indicati inoltre i "depositi alluvionali terrazzati" (bn1-4) che sono costituiti da sedimenti sabbio-ghiaiosi e limosi con indicazione degli ordini dei terrazzi dal più recente al più antico. Essi presentano un grado abbastanza elevato di ferrettizzazione e possono avere un accenno di cementazione fra i clasti come precedentemente indicato.
Lungo la costa sono stati descritti i "depositi di spiaggia" (g2); si tratta di sedimenti ghiaiosi-sabbiosi più recenti, presenti lungo la fascia litoranea e generalmente soggetti all'azione del moto ondoso.
Alle spalle dei "depositi di spiaggia" sono indicati i "depositi fluvio-marini terrazzati" (gn1-2) che sono di natura sabbio-ghiaiosa, talora ciottolosa che hanno avuto origine in un ambiente di transizione continentale-marino. Sono state individuate due superfici di terrazzamento, una più antica (gn2) e una più recente (gn1).
Nel territorio comunale sono stati inoltre individuati delle aree definite come "Deposito antropico" (h), si tratta di zone caratterizzate dalla presenza di materiale eterometrico ed eterogeneo di varia origine (ad esempio collegati alla realizzazione della viabilità autostradale, dell'Aurelia Bis, delle aree portuali e del riempimento a mare di Pian di Poma).

4.6 Movimenti franosi

La perimetrazione dei fenomeni franosi (frana attiva, quiescente e paleofrana/stabilizzata) recepisce e aggiorna i risultati delle indagini condotte nell'ambito della redazione dei Piani di Bacino, del Progetto IFFI, del Progetto CARG e del previgente PRG. Sono stati, pertanto, segnalati tutti i fenomeni di dissesto che presentano i caratteri tipici dei movimenti gravitativi in roccia, in coltre detritica e misti, delimitando in mappa il corpo di frana; la scala del rilevamento non ha consentito di cartografare i numerosi piccoli dissesti legati per lo più alla vetustà e all'ammaloramento dei muri dei terrazzamenti peraltro tali fenomeni esulunano dai fini della catografia di PUC.
Per quanto riguarda le tipologie di frana presenti sul territorio comunale, esse differiscono a seconda dell'acclività, della circolazione idrica e del litotipo presente nell'area.
In particolare, a seguito degli eventi alluvionali dell'anno 2000 è stata riscontrata una serie di fenomeni franosi prevalentemente superficiali nella zona nord del territorio comunale, dove sono presenti le Arenarie di Bordighera (e in misura minore sugli altri substrati flyschoidi) e dove c'è una acclività da media ad elevata. Tali fenomeni franosi possono essere classificati come colate superficiali oppure, quando incanalati in solchi vallivi, in debris flow. Si è trattati di movimenti rapidi e conseguenti ad precipitazioni intense che hanno interessato terreni prevalentemente sabbiosi con scarsa coesione. Altri fenomeni di instabilità presenti nelle formazioni appartenenti all'Unità Tettonica Sanremo-Monte Saccarello sono le frane complesse, che hanno spesso coinvolto spessori elevati di materiale detritico e litoide con estensione areale elevata (riattivazione di paleofrane come nel comprensorio di San Romolo).
In corrispondenza delle aree in cui il substrato roccioso è costituito da Conglomerati di M. Villa sono prevalenti fenomeni di instabilità per crollo, quindi in corrispondenza di pareti subverticali. Spesso si tratta di fenomeni indotti dall'alterazione della matrice e della cementazione calcarea che ingloba ciottoli e blocchi rocciosi con il rilascio degli stessi. In altri casi i sistemi di fratture collegati alla neotettonica isolano prismi roccioso di dimensioni metriche come si verifica in corrispondenza delle falesie sulla sponda sinistra del Rio Fonti.
Nelle zone caratterizzate dalla presenza di Argille di Ortovero prevalgono le frane con superficie di scorrimento planare e/o circolare (come ad esempio nella zona Sud-Ovest dell'abitato di Bussana Vecchia, poco a nord del Consorzio Agrario), oppure, nel caso di acclività elevata e di fenomeni di ruscellamento superficiale possono avere origine delle morfologie di tipo calanchivo come già indicato.
I movimenti franosi in relazione al loro stato di attività sono stati suddivisi in:

- Aree in frana attiva, che comprende quelle aree attualmente in movimento o in cui sono rilevabili indizi di movimento (almeno nell'arco stagionale);
- Aree in frana quiescente, si tratta di aree in frana inattiva che può essere riattivata dalle sue cause originarie o da cause antropiche;
- Aree in paleofrane (Vedi sopra) e/o frane stabilizzate (frana inattiva che è stata protetta dalle sue cause originarie con o senza interventi antropici).

4.7 Forme di erosione

Tra le forme di erosione sono state riportate le zone di "erosione spondale" e le zone di "erosione concentrata di fondo".
Sono state cartografate le forme di "erosione spondale" più evidenti lungo le aste del Torrente San Romolo, San Francesco, San Martino, Val d'Olivi, Torrente Armea e rio Fonti: si tratta fondamentalmente di fenomeni di erosione laterale attivi con particolare intensità, in occasione di fenomeni di piena, sulle sponde in roccia e in materiali sciolti non protette.
Tra le forme di "erosione concentrata di fondo" che causano il progressivo approfondimento dell'alveo del corso d'acqua e questo si verifica essenzialmente dove sono presenti depositi alluvionali e in misura trascurabile in roccia, sono state cartografate quelle presenti in corrispondenza del Rio Fossato Bianco, ovvero in prossimità del confine comunale con Ospedaletti.
Nella zona dell'abitato di Bussana Vecchia sono stati riportati anche gli elementi lineari riferibili ad un'"area calanchiva". Essi interessano quindi aree in cui il substrato geologico è costituito prevalentemente dalle Argille di Ortovero, in cui il dilavamento superficiale delle acque dilavanti ha causato la formazione di superfici piuttosto acclivi con assenza del livello superficiale vegetale.
Sulla Carta Geomorfologica, sempre con simbologia lineare, sono state riportate le cave, suddivise in attive e inattive (sulla base anche dei dati provenienti dai Piani di Bacino).
Facendo riferimento anche da quanto riportato sui Piani di Bacino, sono stati indicati gli elementi lineari relativi ai "tratti di costa in erosione". Questi interessano essenzialmente la zona Est del tratto costiero del territorio comunale, ovvero laddove l'azione del moto ondoso è particolarmente accentuata ed è causa di fenomeni erosivi sia sugli arenili, sia in corrispondenza delle opere di difesa marittima.

Tra gli elementi lineari presenti sulla cartografia sono anche riportati gli "orli di terrazzi (marini, fluviali o morfologici)". Questi ultimi sono riferibili a rotture di pendio presenti lungo i versanti che possono essere correlati ad antiche spianate di origine fluviale e marina originatisi in passato in concomitanza alle variazioni del livello marino durante i periodi glaciali ed interglaciali.
Infine, sempre come elementi lineari, sono riportate le "linee di crinale dei rilievi principali".

5. CARTA IDROGEOLOGICA

5.1 Contenuti della carta idrogeologica

Seguendo sempre le indicazioni della circolare regionale su riportata, sulla carta idrogeologica sono state distinte le formazioni geologiche e le coltri in base alla permeabilità dei litotipi costituenti principali: sono state, quindi, individuate formazioni permeabili (per fratturazione e/o porosità), semipermeabili e impermeabili.
La carta contiene l'ubicazione dei prelievi idrici da pozzi, sorgenti e prese superficiali, differenziati secondo gli usi (potabile, irriguo, igienico, ecc.), così come riportati nei quadri cartografici delle concessione di derivazione d'acqua aggiornati a cura dell'Amministrazione Provinciale – Ufficio risorse idriche, e nella documentazione fornita dall'azienda municipalizzata che gestisce le risorse idriche del Comune di Sanremo AMAIE S.P.A.

5.2 La permeabilità delle formazioni geologiche e delle coltri

La permeabilità delle varie formazioni geologiche e delle coltri detritiche presenti nell'areale di interesse è stata valutata con riferimento al litotipo costituente principale.
E' stato quindi possibile eseguire la seguente distribuzione in classi di permeabilità:

a) Impermeabile:
- Argille di Ortovero;

La composizione prevalentemente argillitica impedisce l'infiltrazione e la circolazione idrica in queste formazioni e conferisce alle stesse un marcato carattere di *"acquiclude"*. Tali litologie, a causa dell'assenza dell'infiltrazione, sono spesso oggetto di fenomeni di intenso ruscellamento superficiale che porta alla formazione di morfologie calanchive (come nella zona dell'abitato di Bussana Vecchia).

b) Semipermeabile:
- Conglomerati di M. Villa;
- Flysch di Sanremo;
- Arenarie di Bordighera;
- Formazione di San Bartolomeo;
- Flysch di Baiardo;
- Olistoliti.

In considerazione della tipologia delle formazioni di cui sopra e delle loro eterogeneità strutturale e composizionale, nonché della loro storia tensionale e del livello di fratturazione presente e infine delle frequenti intercalazioni pelitiche impermeabili, che consentono talora la circolazione idrica solamente nelle porzioni arenacee e/o calcaree più fratturate, determinando la divisione dell'acquifero in più compartimenti stagni, si è ritenuto opportuno inserirle tutte all'interno della classe semipermeabile.

c) Permeabile:
- Coltre eluvio-colluviale;
- Depositi di frana antica;
- Depositi di frana recente;
- Depositi alluvionali terrazzati;
- Deposito antropico.

Le coltri detritiche, i depositi antropici e i depositi di frana (antichi e recenti) presentano valori variabili della permeabilità in funzione della maggiore o minore presenza della frazione argillosa e dello stato di compattazione dei materiali.

Il contrasto di permeabilità con il substrato roccioso permette l'instaurarsi di una zona di saturazione fluttuante in dipendenza dell'acclività del versante e dell'intensità dei fenomeni meteorici: solo all'interno degli accumuli di maggiore spessore è possibile la formazione di falde idriche di discreta importanza.
Anche i depositi alluvionali terrazzati e i fluvio-marini consentono la formazione di falde generalmente libere, con circolazione concentrata nei litotipi ghiaiosi e/o sabbiosi.

d) Molto permeabile;
- Depositi di spiaggia
- Depositi alluvionali;
- Depositi fluvio-marini terrazzati.

I depositi di spiaggia, quelli alluvionali e i depositi fluvio-marini terrazzati consentono la formazione di falde generalmente libere, con circolazione concentrata nei litotipi ghiaiosi e/o sabbioso-ghiaiosi.

e) Tessuto urbano (DL 765/71 – "Limite edificato")
In funzione dell'esteso tessuto urbano nelle aree antropizzate di fondovalle è stato cartografato anche il limite delle aree ad urbanizzazione compatta (Tessuto Urbano – DL 765/71) dove non si riscontrano fenomeni di infiltrazione idrica massiccia, ma solo di eventuale ruscellamento superficiale nelle aree verdi, e immissione nelle tombinature esistenti per le aree impermeabilizzate dalle opere antropiche (strade, aree cementate e/o asfaltate come i parcheggi, ecc.).

Sulla carta idrogeologica sono stati, inoltre, posizionati i n. 238 punti di captazione correlati alle concessioni di derivazione acqua presso l'Amministrazione Provinciale di Imperia.
I punti di captazione dell'acqua distribuiti sul territorio comunale sono tipologicamente differenziati secondo lo schema seguente:

Tipologia	Numero
Pozzi idropotabili	**1**
Sorgenti/emergenze idropotabili	**10**
Pozzi irrigui	**55**
Pozzi irrigui/idropotabili	**1**
Sorgenti, emergenze irrigue	**154**
Pozzi industriali	**2**
Pozzi igienici	**1**
Sorgenti igieniche	**3**
Sorgenti irrigue/idropotabili	**11**

Sono state, infine, riportate le fasce di rispetto delle sorgente, dei pozzi e delle emergenze idropotabili (ai sensi del Dlgs 152/2006) e le fasce di rispetto dei cimiteri (ai sensi del R.D. 1265/34 e del D.P.R. 285/1990).

6. INQUADRAMENTO SISMICO

La Liguria di ponente è costantemente interessata da una sismicità non elevata, con rari eventi che hanno raggiunto l'VIII-IX di intensità macrosismica MCS (Scala Mercalli-Cancani-Sieberg), che è basata sull'osservazione delle ripercussioni dei terremoti sull'ambiente e sui manufatti. I fenomeni più significativi possono essere considerati il terremoto delle Alpi Marittime del 1564 (Ms = 5.9, in questo caso è utilizzata la "magnitudo", ovvero alla grandezza riferita alla scala basata su misure strumentali proposta da C.F. Richter nel 1935), di cui in verità non si conosce ancora molto e quello ben studiato del 23 febbraio 1887 (Ms = 6.4) con probabile epicentro in area marina, secondo recenti studi al largo di Imperia.
Tra i terremoti di una certa rilevanza, possiamo ricordare l'evento del 1831 noto come "Terremoto di Taggia" (Ms = 5.5) seguito da una replica, "Terremoto di Taggia-Bussana" nello stesso anno (Ms = 4.8), che secondo recenti studi va associato alla linea sismotettonica Taggia-Saorge. Al di fuori di quest'ultimo fenomeno, con

epicentro sicuramente in terra, la maggior parte degli eventi risentiti sono da ascriversi a strutture sismogenetiche localizzate nel Mar Ligure.

Il terremoto del 1887 causò molti danni sia a Sanremo senza vittime, sia nelle località limitrofe. Si deve a questo evento sismico l'abbandono di Bussana Vecchia, antico borgo realizzato fin dal 1140 sulla sommità di una collina rocciosa intorno al precedente castello dei Conti di Ventimiglia, fortemente colpita con numerosi morti (le cronache storiche parlano di almeno 55 vittime) e feriti, che venne riedificata ex novo qualche chilometro più a valle. In particolare il sito di Bussana Vecchia ha subito tre sismi di una qualche rilevanza nel corso del XIX secolo: nel maggio del 1831 con 1 vittima e notevoli danni alle costruzioni, nel 1854 con il crollo di una casa, di una antica torre e 2 vittime (alcune case nella parte alta del paese vengono abbandonate e si costruiscono archi di contrasto tra gli edifici) ed un sisma distruttivo nel 1887 con 55 vittime e numerosi feriti. Dopo tale evento il borgo di Bussana viene dichiarato inabitabile e abbandonato.

È da ricordare anche la sequenza del luglio 1963 con due eventi di Ms = 5.9 con epicentro a circa 70km dalla costa del ponente ligure.
Di seguito si riporta una serie di eventi sismici tratti dal catalogo on line dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - INGV (vd. http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/query_place/) per il comune di Sanremo, a partire dall'anno 1564, e verificati anche con il *"Catalogo dei Forti Terremoti in Italia"* (vd Boschi et alii 2000):

Seismic history of San Remo [43.819, 7.774]

Total number of earthquakes: 21

Effects	Earthquake occurred:				
I - MCS	Date	Epicentral area	Np	Io	Mw
4-5	1564 - 07 20	ALPI MARITTIME	18	8-9	5.68 Â±0.51
7	1818 - 02 23 18:10	Liguria occidentale-Francia	46	7	5.45 Â±0.22
6-7	1819 - 01 08 22:30	Liguria occidentale	5	6-7	4.93 Â±0.34
F	1828 - 10 09 02:20	Valle Staffora	114	8	5.76 Â±0.15
3	1828 - 10 09 08:00	Valle Staffora	6		
3-4	1828 - 10 10 01:30	Valle Staffora	18		
7	1831- 05 26 10:30	Liguria occidentale	33	8	5.46 Â±0.36
6-7	1854 - 12 29 01:45	Liguria occidentale-Francia	86		6.73 Â±0.16
8	1887 - 02 23 05:21:50	Liguria occidentale	1516		6.97 Â±0.15
3-4	1896 - 10 16	ALBENGA	60	6	4.92 Â±0.21
5	1906 - 08 11 10:00	TAGGIA	82	5	4.52 Â±0.18
3	1914 - 10 26 03:43	TAVERNETTE	67	7	5.41 Â±0.16
4	1914 - 10 27 09:22:36	Garfagnana	618	7	5.76 Â±0.09
4	1919 - 11 28 21:38	Alpi marittime	24	5-6	4.90 Â±0.25
3	1920 - 09 07 05:55:40	Garfagnana	756	10	6.48 Â±0.09
5	1963 - 07 19 05:45:28	Mar Ligure	463		6.02 Â±0.14
2	1983 - 11 09 16:29:52	Parmense	850	6-7	5.06 Â±0.09
NF	1984 - 04 29 05:02:60	GUBBIO/VALFABBRICA	709	7	5.65 Â±0.09
4-5	1989 - 12 26 19:59:58	Mar Ligure	290		4.60 Â±0.22
5	1995 - 04 21 08:02:56	Riviera di Ponente	49		4.21 Â±0.22
4	2001 - 02 25 18:34:43	Mar Ligure	59		4.50 Â±0.09

Dove: I – MCS – Intensità macrosismica espressa in scala MCS. Alcuni effetti non sono esprimibili con la scala MCS per cui vengono utilizzati codici alternativi;
Np – numero di punti, numero di osservazioni macrosismiche disponibili per il terrremoto;
Io – intensità macrosismica epicentrale, da CPTI11, esperssa in scala MCS;
Mw – Magnitudo momento, da CPTI11

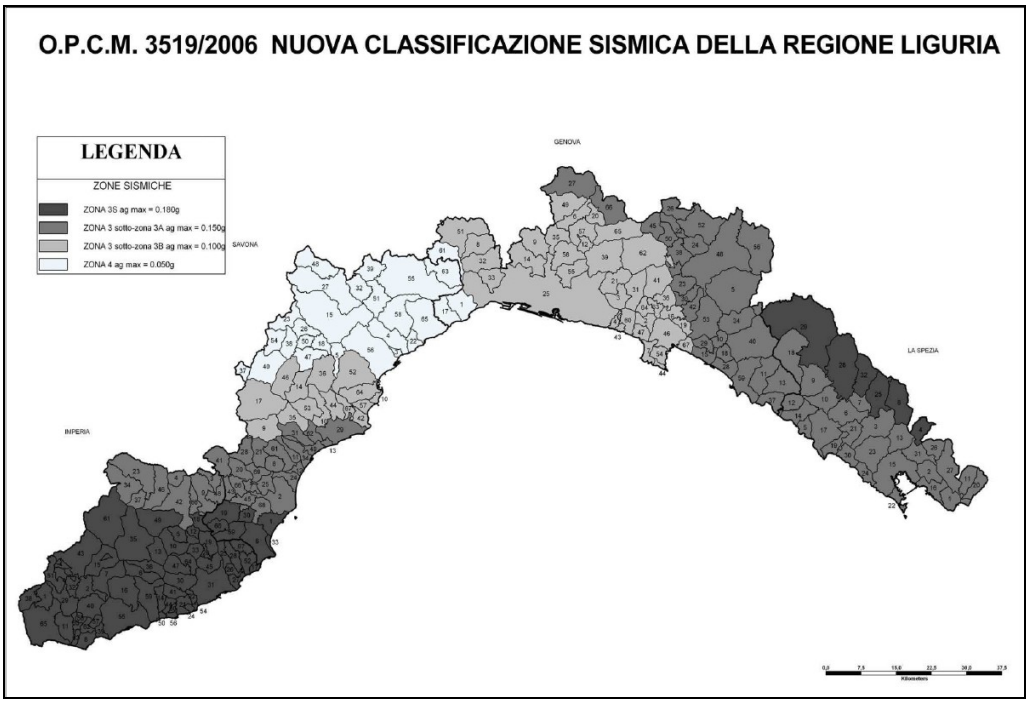
Il territorio del Comune di Sanremo, quindi fortemente interessato da fenomeni a carattere sismico, per quanto indicato in Allegato A della "Classificazione sismica dei comuni italiani" delle O.P.C.M. di riferimento, ovvero l'**O.P.C.M. 3274/2003** e s.m., è inserito nelle seguenti categorie:

- Categoria secondo la classificazione precedente (Decreti sino al 1984) **2**
- Categoria secondo la proposta del G.d.L. del 1998 **3**
- Zona ai sensi dell'O.P.C.M. 3274/2003 **2**

Il Comune di Sanremo in base alla suddetta Ordinanza P.C.M. n.3274/2003, che riconsidera la normativa sismica, con l'attribuzione alle diverse località del territorio nazionale di un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento dell'accelerazione di picco orizzontale al suolo (ag), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, viene ad essere inserito in Zona 2:

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g].	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a_g/g].
1	> 0,25	0,35
2	0,15 - 0,25	0,25
3	0,05 – 0,15	0,15
4	< 0,05	0,05

La Regione Liguria, anche in funzione delle osservazioni e problematiche storiche sopra riportate, ha recentemente attuato un progetto di indagine su 70 Comuni liguri, classificati in base alla DGR n. 1362/2010 in zona 3S e distribuiti tra le Provincie di Imperia (n. 57 Comuni compreso Sanremo), Savona (n.7 Comuni) e Spezia (n. 7 Comuni), che rappresentano allo stato odierno i territori con il grado più elevato di pericolosità sismica a livello regionale. Il loro territorio è stato, così, suddiviso in microzone qualitativamente omogenee rispetto alle fenomenologie riscontrabili. Il Comune di Sanremo è stato quindi classificato in zona a bassa sismicità speciale 3S con valore massimo (o picco) di accelerazione del suolo attesa in ag_{max} = 0,180g valutato con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, su suolo rigido di riferimento.



La definizione della pericolosità sismica ai fini della progettazione degli interventi, già in fase di ottenimento dei titoli autorizzativi a livello comunale, ove sia richiesto, deve essere svolta ai sensi del D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni", di seguito NTC. Le NTC, consentono di definire il moto del terreno (sisma) di progetto, oltre che in relazione alla categoria del suolo di fondazione (amplificazione stratigrafica) e alla morfologia del sito (amplificazione topografica), in relazione al tipo di costruzione e alla sua durabilità connesse alle scelte del progettista e del committente dell'opera e all'uso a cui è destinata. La definizione dell'azione sismica ai sensi dell'NTC 2008, consente di utilizzare al meglio le possibilità offerte dalla definizione della pericolosità sismica italiana, recentemente prodotta e messa in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). L'azione sismica è ora valutata in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido a superficie orizzontale, riferendosi non ad una zona sismica territorialmente coincidente con più entità amministrative, ad un'unica forma spettrale e ad un periodo di ritorno prefissato ed uguale per tutte le costruzioni, come avveniva in precedenza, bensì sito per sito e costruzione per costruzione.

La pericolosità sismica di un sito è descritta dalla probabilità che, in un fissato periodo, in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. Nelle NTC, tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato "periodo di riferimento" VR e la probabilità è denominata "probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" PVR . Ai fini della determinazione delle azioni sismiche di progetto nei modi previsti dalle NTC per le Costruzioni, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita convenzionalmente facendo riferimento ad un sito rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale (di categoria T1), in condizioni di campo libero, cioè in assenza di manufatti. Le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di riferimento, per una fissata probabilità di eccedenza PVR, si ritengono individuate quando se ne conosca l'accelerazione massima ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione. La possibilità di descrivere il terremoto in forma di accelerogrammi è ammessa, a condizione che essi siano compatibili con le predette caratteristiche del moto sismico. In particolare, i caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono compiutamente definite le forme spettrali per la generica PVR:

- ag = accelerazione massima al sito;

- FO = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

- TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Il valore di ag è desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento, attualmente fornita dallo INGV, mentre FO e TC* sono calcolati in modo che gli spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento forniti dalle NTC approssimino al meglio i corrispondenti spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento derivanti dalla pericolosità di riferimento. I valori di ag, TC* e FO sono riportati nell'Allegato B alle NTC.

In tale contesto normativo sopra esposto, e soprattutto in riferimento alle recenti indicazioni regionali, ovvero alla Delibera n. 471 del 22 marzo 2010 e la successiva integrazione, la Delibera n. 714 del 21 giugno 2011, in cui sono stati assunti gli indirizzi regionali ai fini degli studi di microzonazione sismica a corredo della strumentazione urbanistica comunale, da attuarsi in ragione delle differenti classi di pericolosità sismica attribuita dalla regione stessa, così come risulta anche dalla D.G.R. n. 1362 del 19 novembre 2010. La zonizzazione geologica in prospettiva sismica del territorio comunale ha un valore puramente "pianificatorio" teso cioè sia ad indirizzare l'utilizzo pubblico e privato del territorio in aree a minor pericolosità, sia a garantire un adeguato e mirato approfondimento degli elaborati "geologici" a corredo delle pratiche edilizie.

Sulla base della collaborazione con il Dipartimento Ambiente – Assetto del Territorio della Regione e del DIPTERIS di Genova, gli uffici comunali hanno effettuato il censimento e raccolta delle indagini utili (Carta delle Indagini) che hanno portato, assieme all'analisi geomorfologica di tutto il territorio comunale, alla creazione delle cartografie descritte nel proseguio.

7. CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

Questa carta, redatta come visto anche in premessa in collaborazione con il Dipartimento Ambiente – Assetto del Territorio della Regione e del DIPTERIS di Genova, almeno per la porzione di territorio di maggior interesse dal punto di vista urbanistico, è stata ricavata sulla base delle indicazioni contenute nei tematismi precedentemente descritti nonché in funzione del grande numero di dati censiti nella raccolta delle indagini utili svolte sul territorio, e restituisce una mappa in cui sono indicate:

- zone in cui il moto sismico non viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e morfologia pianeggiante (ZONE STABILI);
- zone in cui il moto sismico viene amplificato a causa delle caratteristiche morfologiche, strutturali, stratigrafiche, nonché geofisiche e geotecniche dei terreni (ZONE STABILI CON AMPLIFICAZIONE);
- zone in cui sono presenti, e suscettibili di attivazione, dissesti o deformazioni del suolo dovuti al sisma o incrementati da esso (ZONE INSTABILI).

Sono state anche evidenziate, sovrapposte alle zone sopra descritte, le aree con inclinazione superiori a 15° rispetto al piano orizzontale (considerando significative le aree con estensione superiore ai 900 m^2) e le linee rappresentative dei crinali morfologici principali, potenzialmente rilevanti dal punto di vista sismico.

8. CARTA GEOTECNICA DI MICROZONAZIONE SISMICA

Dal punto di vista sismico, oltre alla Carta delle MOPS, è stata redatta la Carta Geotecnica di Microzonazione Sismica.
Questa carta propone quindi un'ulteriore suddivisione delle Zone Stabili e delle Zone Stabili con Amplificazione, già individuate nella Carta delle MOPS, secondo il seguente schema:

- Zone stabili con amplificazione:
  - Zona 3 – Substrato granulare cementato;
  - Zona 4 – Substrato coesivo, sovraconsolidato;
  - Zona 5 – Riporto antropico;
  - Zona 6 – Ghiaia;
  - Zona 7 – Ghiaia sabbiosa/sabbia ghiaiosa
  - Zona 8°.
- Zone stabili:
  - Zona 1a – Substrato lapideo, stratificato, con jv<13;
  - Zona 1b – Substrato lapideo, stratificato, con 14<jv<23;
  - Zona 1 – Substrato lapideo, stratificato.

Infine, in accordo con le aree già inserite nella Carta delle MOPS, sono riportate le Zone instabili, ovvero le aree instabili in prospettiva sismica (Aree con instabilità attiva o quiscente).

9. CARTA DI ZONIZZAZIONE E SUSCETTIVITÀ D'USO DEL TERRITORIO

9.1 Contenuti della carta della suscettività d'uso del territorio

Questa carta rappresenta un elaborato finale di sintesi che, prendendo spunto da quanto riportato nella circolare n. 2077 del 27.04.1988, contiene la zonizzazione del territorio comunale, identificando aree omogenee per quanto riguarda le problematiche di tipo geologico e le conseguenti maggiori o minori limitazioni d'uso.

9.2 Criteri di zonizzazione del territorio in base alla suscettività d'uso

La cartografia tematica realizzata (Carta geolitologica, Carta geomorfologica, Carta idrogeologica, Carta di microzonizzazione di primo livello, Carta di Microzonizzazione Sismica; Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), nonché Carta delle indagini con il relativo database) costituisce la base dell'elaborazione della carta di suscettività d'uso del territorio. La carta di zonizzazione per quanto attiene agli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici ha tenuto conto delle indicazioni dei Piani di Bacino, ma non presenta indicazione per quanto attiene gli aspetti idraulici, che sono normati esclusivamente dai Piani di Bacino stessi ai sensi della L.N. n°183/89 e del D.L. 11 giugno 1998 n. 180, convertito, con modificazioni, in Legge 3 agosto 1998 n. 267. I vincoli derivanti dai Piani di Bacino sono indicati, altresì, nelle Mappe Tematiche (Elaborati della Descrizione Fondativa) E.2.09 e E.2.12. Si sottolinea, tuttavia, che le informazioni riportate in questi elaborati sono soggette ad aggiornamenti e varianti da parte degli Enti competenti (Provincia e Regione), e quindi nell'applicazione deve essere fatto riferimento diretto agli elaborati dei Piani di Bacino.
La zonizzazione del territorio comunale rispetto alla differente suscettività d'uso è strettamente correlata alla pericolosità geologica dell'ambito indagato, intendendo questa come la propensione di una determinata area all'innesco di movimenti gravitativi, in funzione sia delle caratteristiche fisiche dei materiali interessati, sia della maggiore o minore esposizione agli agenti morfogenetici.
La carta di zonizzazione e uso del suolo è stata dunque realizzata attraverso una fase di incrocio e sovrapposizione dei diversi tematismi.

La correlazione tra i parametri territoriali rilevati in campagna e la successiva analisi operata sull'acclività hanno consentito la produzione della carta in esame, suddividendo il territorio in zone relativamente omogenee dal punto di vista della complessità delle problematiche geologico e geomorfologiche.
Sono state pertanto individuate cinque classi relative a zone del territorio comunale a differente suscettività d'uso e di fruizione urbanistico – edilizia:

Zona A: aree con suscettività d'uso non condizionata;
Zona B: aree con suscettività d'uso parzialmente condizionata;
Zona C: aree con suscettività d'uso limitata;
Zona D: aree con suscettività d'uso, limitata e/o condizionata all'adozione di cautele specifiche;
Zona E: aree che allo stato attuale risultano interdette.

Per alcuni tematismi è stata operata un'associazione diretta:

- Classe A: la roccia affiorante e subaffiorante con coperture detritiche discontinue fino a 3 m di spessore, in buone condizioni di conservazione;
- Classe B: la roccia affiorante e subaffiorante con coperture detritiche discontinue fino a 3 m di spessore, in discrete condizioni di conservazione; la roccia affiorante e subaffiorante con coperture detritiche discontinue fino a 3 m di spessore, in scadenti condizioni di conservazione, alterata e/o particolarmente fratturata rispetto al pendio;
- Classe C: le coltri eluvio colluviale di spessore superiore a 3 m, i depositi di spiaggia e i depositi fluvio-marini terrazzati;
- Classe D: i depositi antropici, le aree in frane quiescente, le aree in paleofrana e le aree in frana stabilizzate;
- Classe E: le frane attive.

9.3 La suscettività d'uso delle differenti classi

Si riporta di seguito un breve commento alle zone di suscettività d'uso del territorio evidenziandone le problematiche geologiche e geomorfologiche caratteristiche, nonché il livello di indagini richiesto.
Per un maggiore dettaglio si rimanda allo specifico capitolo delle norme geologiche di attuazione.

Zona A - aree con suscettività d'uso non condizionata

Sono aree sostanzialmente stabili sotto il profilo geologico, spesso caratterizzate da roccia affiorante o subaffiorante con coperture detritiche discontinue, di spessore medio sino a 3 metri, in cui solo localmente possono essere presenti fenomenologie geologicamente negative.
Le condizioni evidenziate in tali aree non pongono particolari limiti a qualsiasi forma di utilizzazione urbanistica, ma gli accertamenti dovranno, comunque, garantire la precisa definizione delle problematiche di ordine geologico, geomorfologico, geotecnico nonché in prospettiva sismica, che andranno opportunamente evidenziate negli elaborati geologici allegati alla domanda di concessione.

Zona B - aree con suscettività d'uso parzialmente condizionata

Nelle aree ricadenti in questa tipologia non sono presenti fenomeni geologici negativi in atto, ma solo possibili problemi connessi ai rapporti tra substrato roccioso e depositi alluvionali, nonché locali difficoltà legate a particolari condizioni al contorno di zone caratterizzate da roccia affiorante o subaffiorante che talora e localmente può presentarsi in scadenti condizioni di conservazione e di fratturazione.
Le problematiche essenziali di tali zone sono pertanto legate alla localizzazione in profondità del substrato lapideo, alla definizione delle caratteristiche sismiche e geotecniche dei materiali sciolti e geomeccaniche del substrato.

Zona C - aree con suscettività d'uso limitata

Le condizioni geologiche caratteristiche della zona rimandano ad alcune problematiche connesse alla presenza di coltri detritiche e ai depositi alluvionali, di spiaggia e fluvio-marini terrazzati; tuttavia nelle linee generali non sussistono situazioni tali da poter classificare la zona di intervento tra quelle con fenomeni di instabilità. Sono comprese in tali aree anche le zone in cui il substrato è rappresentato dalle Argille di

Ortovero (ORV). Questi terreni si presentano generalmente alterati superficialmente ed interessati da fenomeni di erosione superficiale (aree calanchive) con decadimento delle caratteristiche di resistenza (fenomeni di perdità di coesione sino alla fluidificazione) che può influire sul comportamento opera-terreno anche in prospettiva sismica.
Le indagini dovranno essere volte a definire le caratteristiche geologiche, geotecniche, sismiche ed idrogeologiche delle coperture e delle Argille di Ortovero, al fine di verificarne le condizioni di equilibrio, anche in rapporto agli interventi previsti, ed accertare l'assenza di fenomeni di instabilità ed erosivi. Analoghe verifiche dovranno essere eseguite per la caratterizzazione del substrato roccioso in modo da garantire la stabilità dei versanti anche a livello profondo, e predisporre opportuni accorgimenti per una corretta esecuzione degli interventi modificatori in progetto.

Zona D - aree con suscettività d'uso limitata e/o condizionata all'adozione di cautele specifiche

Le condizioni geologiche rilevate in tali aree pongono in evidenza criticità di un certo significato, determinate dallo spessore elevato delle coltri e/o riporti, dal grado di pendenza dei versanti e dalla presenza di fenomeni gravitativi pregressi (frane quiescenti, paleofrane, frane stabilizzate). Le problematiche emerse inducono pertanto una limitazione di fruibilità urbanistica e comportano la necessità di approfondire alcune tematiche connesse a situazioni specifiche.
In tali aree sarà pertanto necessario procedere ad una verifica puntuale tesa a constatare l'effettiva assenza di fenomeni geologici tali da sconsigliare, in rapporto ad una troppo elevata onerosità delle opere di bonifica e/o presidio, la realizzazione dell'intervento, ovvero la possibilità, adottando cautele specifiche, di risolvere e/o mitigare la pericolosità geologica dell’area.

Zona E - aree che allo stato attuale risultano interdette

Le condizioni rilevate in queste porzioni di territorio pongono in evidenza problematiche geologiche e geomorfologiche in atto manifestamente negative (frana attiva). Queste aree sono censite nella Cartografia di Zonizzazione geologica con un numero a cui corrisponde una scheda descrittiva posta in allegato alla documentazione geologica del P.U.C. (ved. all. Schede delle Aree in Zone E - Aree Interdette).
Le problematiche geologiche rilevate portano ad inserire queste aree nell'ambito di una fruibilità urbanistica molto limitata e comunque subordinata ad interventi di bonifica e sistemazione geomorfologica e idrogeologica, tali da riflettersi positivamente sull'intero comparto.
Le indagini dovranno mirare alla miglior definizione del fenomeno e del relativo cinematismo dell’instabilità in atto, per valutare, in rapporto all'efficacia ed ai parametri di costo, gli interventi sistematori eseguibili. In caso di movimenti franosi “lenti” sono auspicabili controlli diretti con strumentazioni inclinometriche e/o caposaldi topografici.