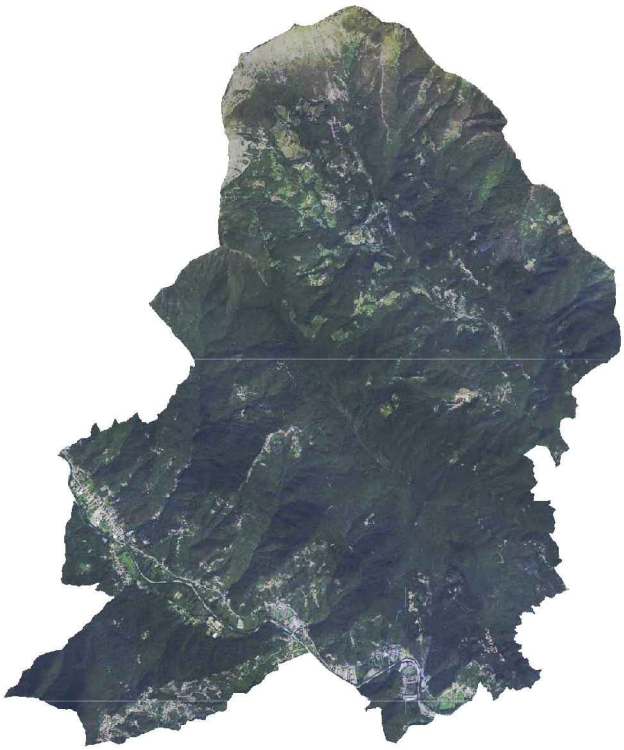
COMUNE DI
SAN COLOMBANO CERTENOLI

PROVINCIA DI GENOVA



P.U.C.

PIANO URBANISTICO COMUNALE

(L.R. 36/97)

DESCRIZIONE FONDATIVA

Tav. n.

REg

Oggetto della tavola:

RELAZIONE ASPETTI GEOLOGICI

Gruppo di lavoro:

Arch. Giuseppe Galasso (capogruppo)
Arch. Matteo Garibaldi
Arch. Nicla Lagomarsino
Arch. Luciano Maggi
Arch. Stefania Pantarotto
Geol. Barbara Musante
Geol. Giovanni Rizzi
Agr. Fabio Palazzo
Avv. Ardo Arzeni

Dott. Arch. GIUSEPPE GALASSO N° 863

Il Sig. Sindaco:
Giovanni Solari

Responsabile Unico del Procedimento:
Geom. Marco Romaggi

Il Segretario Comunale:
Dott. Piero Lari

data:

Adozione con Delib. di C.C.:

COMUNE DI SAN COLOMBANO CERTENOLI

(PROVINCIA DI GENOVA)

INDAGINI GEOLOGICHE, GEOMORFOLOGICHE,IDROGEOLOGICHE

E SISMICHE ESTESE A TUTTO IL TERRITORIO COMUNALE

PER LA PROGETTAZIONE DI PIANO URBANISTICO COMUNALE

ASPETTI GEOLOGICI

RELAZIONE PRELIMINARE

Via delpino 15/3 – 16043 CHIAVARI (GE)
Tel 0185-1871104 Tel/fax 0185-1871271 info@resgeo.it

INDICE DEI CAPITOLI

1. PREMESSE

2. GEOLOGIA DEL TERRITORIO
- 2.1. Inquadramento geologico regionale
- 2.2. Litostratigrafia
- 2.3. Inquadramento geologico strutturale
- 2.4. Sismicità dell'Appennino nord-occidentale

3. GEOMORFOLOGIA

4. IDROGEOLOGIA

5. ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO - CARTA DELLA SUSCETTIVITA' D'USO

6. STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA – LIVELLO 1

7. **ANALISI DEL TERRITORIO – CARTA DELLE MOPS**

1. PREMESSE

Gli scriventi hanno ricevuto incarico dall'Amministrazione Comunale di San Colombano Certenoli di eseguire gli studi e le ricerche geologiche sulla porzione di territorio definita arealmente dai confini amministrativi del territorio comunale, a supporto della progettazione del nuovo Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.).
In questa relazione si è ritenuto opportuno fornire un inquadramento territoriale finalizzato alla più completa ed obiettiva disamina delle problematiche interessanti il comprensorio, trattando a parte (nell'allegata "Normativa Geologica Attuativa") le valutazioni di merito agli aspetti Legislativi.

Gli argomenti essenziali del programma sviluppato riguardano i seguenti contenuti:

- Ricerche bibliografiche inerenti le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del territorio amministrativo del Comune di San Colombano Certenoli
- Rilevamenti di superficie estesi all'intero areale di interesse e redazione delle relative Carte Tematiche Geologiche (Carta Geolitologica, Carta Geomorfologica e Carta Idrogeologica)
- Redazione di Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)
- Redazione di Carta di Suscettività d'uso, ragionata sull'analisi delle Carte Tematiche Geologiche, della Carta delle MOPS e delle valutazioni fornite dal Piano di Bacino Stralcio del Torrente Lavagna e del Piano di Bacino - Ambito 16 Fiume Entella

2. GEOLOGIA DEL TERRITORIO

La complessità delle tematiche geologiche e le numerose litofacies presenti nel territorio Comunale di San Colombano Certenoli hanno reso necessario, in prima istanza, un accurato Inquadramento Geologico Regionale per comprendere come le Formazioni affioranti siano inserite nel contesto geodinamico e strutturale generale che ha portato alla formazione dell'Appennino Settentrionale.
In una seconda fase sono stati affrontati gli Aspetti più prettamente Litostratigrafici, analizzando in dettaglio i dati proposti sull'allegata Carta Geolitologica (TAV. Geo1).
In ultimo, alla luce di un Inquadramento Geologico Strutturale che illustra le varie fasi orogenetiche che hanno contribuito all'attuale assetto strutturale delle unità litostratigrafiche, sono stati analizzati i principali motivi tettonico-strutturali, soprattutto in relazione alla loro interazione con i processi geomorfologici.

2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

Il settore di territorio in oggetto di indagine è geologicamente ascrivibile al dominio Ligure Interno (Liguridi Interne) dell'Appennino Settentrionale.
L'Appennino Settentrionale risulta infatti costituito dalla sovrapposizione tettonica di due grandi sistemi, diversi per litologia, struttura ed origine paleogeografica: un Sistema Esterno

Umbro-toscano (zoccolo continentale paleozoico appartenente alla Placca Adriatico-Padana Auct. su cui poggiano, anche se scollate e deformate, le originarie successioni di copertura sedimentaria mesozoico-terziarie) ed un Sistema Interno Ligure- Emiliano (Liguridi).
Il Sistema Interno è rappresentato da una serie di unità tettoniche derivanti da domini oceanici e di transizione oceano-continente; tali unità hanno abbandonato il loro substrato originario, scomparso in subduzione, per sovrascorrere da Ovest verso Est (vergenza appenninica) sul Sistema Esterno (avanpaese).
Da un punto di vista geodinamico generale, l'Oceano Ligure-piemontese da cui sono derivate le Unità Liguridi costituiva la separazione fra il Continente iberico-europeo da un lato ed il Continente apulo-africano dall'altro, i cui margini hanno rappresentato gli avanpaesi rispettivi delle Alpi e dell'Appennino; dalla sua subduzione hanno avuto origine unità alloctone obdotte con vergenza opposta, nell'una e nell'altra catena.
La storia strutturale del Sistema Ligure-emiliano è perciò complessa: una parte delle unità tettoniche che lo costituiscono, prima di essere implicata nella tettonica miocenica a vergenza appenninica (apula), ha partecipato, nelle fasi deformative precoci, anche a deformazioni alpine con vergenza principalmente europea.
Sulla base delle loro caratteristiche stratigrafiche e strutturali, le Unità Liguridi sono state suddivise in due principali gruppi di unità: il Dominio Ligure Interno ed il Dominio Ligure Esterno.
Il Dominio Ligure Interno è costituito da tre unità tettoniche sovrapposte: l'Unità Colli Tavarone-Serò, l'Unità Bracco-Val Graveglia e l'Unità Gottero (Supergruppo della Val di Vara Auct.). In particolare, la successione dell'Unità Bracco-Val Graveglia comprende un basamento ofiolitico sormontato da una copertura sedimentaria. Fra le ofioliti si può distinguere una "base" di peridotiti di mantello serpentinizzate (permiane) con intrusi corpi gabbrici ed inglobate ultramafiti cumulitiche (giurassici).
Su questo substrato, già deformato in ambiente oceanico, poggiano in discordanza basalti di tipo MORB (tardo giurassici) che sono invece concordanti con i sedimenti soprastanti.
Alle rocce ultramafiche e gabbriche, generalmente ricoperte da brecce ofiolitiche tettoniche, sono localmente sovrapposte brecce ofiolitiche sedimentarie, interdigitate alle colate basaltiche di tipo MORB.
La successione termina con una forte discontinuità nella sedimentazione a causa del contatto tettonico con le altre unità.

Le Unità Gottero e Colli Tavarone-Serò sono invece costituite da successioni scollate, generalmente in corrispondenza delle Argille a palombini, e comprendono anche termini più recenti che non compaiono nell'Unità Bracco-Val Graveglia.
Ambedue le successioni si chiudono al tetto con la comparsa degli "scisti a blocchi" paleocenici che contengono clasti ofiolitici e sedimentari, apparentemente più prossimali nell'Unità Colli-Tavarone-Serò (Formazione di Colli-Tavarone) e più distali in quella del Gottero (Formazione delle Argilliti di Giaiette - Paleocene).
L'Unità del M.te Gottero è formata - in senso esteso rispetto all'originaria definizione fornita da Decandia & Elter - da una successione sedimentaria prevalentemente torbiditica ed a

dominante composizione silicoclastica che conserva di norma alla base anche alcuni termini della originaria copertura pelagica/emipelagica sopraofiolitica.
Tale successione, la cui età si estende dal Cretaceo inferiore al Paleocene, si sviluppa dal basso in questo modo:

- Rari lembi discontinui di calcari micritici pelagici (Calcare a Calpionelle Ligure) ed argilliti emipelagiche con calcari impuri ed arenarie quarzose fini (Argille a palombini)

- Argilliti come sopra e torbiditi marnose e/o siltoso-arenacee a stratificazione da sottile a spessa (Scisti della Val Lavagna Auct.; Scisti Manganesiferi, Scisti Zonati ed "Ardesie" di Casella & Terranova, 1964)

- Torbiditi arenacee e siltoso-arenaceo (Arenarie del M.te Gottero)

- Argilliti emipelagiche varicolori (Argilliti di Giaiette)

La successione è stata coinvolta in varie fasi deformative, delle quali le prime due hanno indotto pieghe e sovrascorrimenti a scala fino a plurichilometrica. Soprattutto la prima fase, sinscistosa (Pertusati & Horemberger, 1976; Bonazzi et alii, 1987), è responsabile delle più cospicue dislocazioni ed elisioni tettoniche. Alcuni autori ritengono le due fasi principali come coassiali con direzione NW-SE e vergenze opposte rispettivamente ad Ovest (o SW) e NE (Van Zutphen et alii, 1985; Marroni et alii, 1988; Hoogerduijn Strating & Van Wamel, 1989), mentre altri le ritengono più o meno ortogonali con senso di rovesciamento della prima a Sud o SE e della seconda a NE (Pertusati & Horemberger, 1976; Grandjacquet & Haccard, 1978; Marini, 1990).

L'Unità del M.te Gottero conserva estesi legami stratigrafici con le unità contigue del M.te Antola e del M.te Caio - Complesso di Casanova. I rapporti con l'Unità del Bracco sono per lo più tettonici a causa di frequenti scollamenti verificatisi all'altezza delle Argille a palombini.
La formazione delle Arenarie di M.te Gottero (locuzione formazionale introdotta da Reutter, 1961) è stata attribuita da Nilsen & Abbate (1976, 1985) ad un sistema torbiditico (s.l.) di conoide sottomarina.
Marini (1993b) l'ha ricondotta, nell'areale posto ad Ovest del Bracco (M.te Ramaceto - M.te Zatta), ad un complesso torbiditico di primo ordine sensu Mutti & Normark (1987), giacché in essa sono stati riconosciuti tre sistemi torbiditici s.s. sovrapposti, limitati a letto ed a tetto da depositi di emipelagiti argillose. I limiti inferiore e superiore del complesso torbiditico delle Arenarie di M.te Gottero sono stratigrafici.
Il limite inferiore è definito nei settori occidentali e sud-occidentali (valli Trebbia - Aveto) dagli Scisti Manganesiferi (o Argilliti di Montanesi, Allasinaz et alii, 1971) di età presumibilmente fino a santoniana superiore (datazione indirettamente desunta da Marroni & Perilli, 1991b) e nei settori orientali (Valli Sturla, alta Graveglia ed alta Vara) dalle Argille a palombini di età presumibilmente fino ad aptiano-albiana (?).

Il limite superiore è definito ovunque dalle Argilliti di Giaiette, di età paleocenica (Passerini & Pirini, 1964). La stessa età è stata però riconosciuta anche nella porzione sommitale delle Arenarie di M.te Gottero.
Secondo gli autori pisani (Pertusati, 1972; Meccheri et alii, 1987) fra le Argilliti di Giaiette e le Arenarie del M.te Gottero vi sarebbe una discontinuità generalizzata, via via più pronunciata verso l'esterno, ove le Argilliti di Giaiette (coincidenti con il Complesso di Colli - Tavarone) giungerebbero infine ad appoggiarsi sugli Scisti Zonati. Tenui discordanze, attribuibili presumibilmente ad onlap sottomarini (Marini, 1992; 1993b), sono però rilevabili in questo areale solo nei settori meridionali più prossimali delle Arenarie del M.te Gottero (Sestri Levante - Val Gromolo), mentre sia nel gruppo montuoso del M.te Ramaceto che in quello del M.te Zatta i passaggi fra le due formazioni sono sempre rigorosamente transizionali.

Delle succitate tre unità, nella zona studiata affiorano prevalentemente litotipi appartenenti *all'Unità del Gottero*: Scisti della Val Lavagna, Arenarie del M.te Gottero, Argilliti di Giaiette.

2.2 LITOSTRATIGRAFIA

Nel territorio di San Colombano Certenoli si riscontrano dunque esclusivamente litologie ascrivibili al Supergruppo della Val di Vara Auct. (Liguridi Interne): la sua porzione stratigraficamente più alta, rappresentata dalle Argille a palombini, Scisti di Val Lavagna e Arenarie di M.te Gottero, è vistosamente sovrascorsa sui termini della porzione inferiore, giurassico-cretacea.
Di seguito sono esaminate ed illustrate in sintesi le principali caratteristiche litologiche delle formazioni affioranti nella zona d'interesse e la loro distribuzione areale, così come si evince dall'allegata Carta Geolitologica (TAV. Geo1).
Questa, peraltro, contiene anche informazioni essenziali circa la presenza e la distribuzione dei depositi alluvionali (attuali, recenti ed antichi) e delle coperture detritiche con potenza superiore ai 3 m (di versante, di origine pedemontana, di origine antropica), dati che sono stati successivamente ripresi dalla carta geomorfologica, cui si rimanda per una lettura più puntuale.

Relativamente agli **Scisti di val Lavagna**, si deve riferire circa una significativa variabilità litologica che R. Terranova ha studiato a lungo individuandone una distinzione nelle facies di seguito richiamate dalla base stratigrafica verso l'alto (ma non indicate sulla cartografia in coerenza con il Piano di Bacino).

Facies degli argilloscisti e talora dei marnoscisti con intercalazioni di calcari palombini e di calcari palombini arenacei (Berrisiano – Barremiano)

Si indica con questa definizione la facies più profonda della serie dei terreni distinti nella zona studiata. Essa è costituita prevalentemente da scisti argillosi di vario tipo, con intercalazioni più o meno frequenti e potenti strati di calcari palombini. Essa si estende su una zona della bassa

Val Lavagna, compresa fra Aveggio - Pian dei Cunei a Nord e Perella a Sud, lungo l'asse della valle, ed affiora in prevalenza sul versante destro di essa, particolarmente sul versante di Camposasco.
Le caratteristiche principali di questa formazione possono essere sintetizzate nella descrizione dei caratteri di litofacies dei termini che la compongono alternati in successione.

a. Argilloscisti: una prima facies è data da scisti argillosi grigi sottili e taglienti. Una seconda facies è data da scisti argillosi grigi o grigi verdolini, dotati di scistosità più o meno grossolana, finemente arricciati che si dividono in scaglie irregolari. I due tipi formano strati sottili.
b. Calcari palombini e calcari palombini arenacei: formano le intercalazioni negli scisti descritti precedentemente. Si tratta di calcari silicei massicci di colore grigio e grigio-nero, biancastri in superficie, a frattura concoide, interessati spesso da vene di calcite.
   L'aspetto macroscopico denuncia variazioni di facies nella zona centrale dell'affioramento verso la periferia. Tali variazioni si traducono spesso in un aumento della componente argillosa e di quella arenacea, così da avere nel primo caso dei calcari più marnosi e nel secondo caso più detritici. Questi calcari formano strati di potenza variabile da un massimo di 3,5m ad un minimo di pochi centimetri; si presentano talvolta in bancate massicce talora alternati a scisti argillosi più o meno potenti.
c. Marnoscisti: associati agli argilloscisti descritti sono stati rinvenuti strati di argilloscisto marnoso, grigio e grigio-marrone, con un aumento della componente marnosa fino ad arrivare ad una facies ardesiaca di colore grigio-nero al taglio e giallo-terra sulle superfici esposte.

Facies degli argilloscisti grigi, a volte manganesiferi, con intercalazioni di calcari silicei (pseudopalombini); e degli scisti argilloscisti manganesiferi, con intercalazioni di arenarie quarzose e lenti di scisti rossi

Con questa definizione R. Terranova ha indicato una facies costituita prevalentemente da argilloscisti, con intercalazione di altri componenti in misura subordinata. Le facies argilloscistose sono sostanzialmente riconducibili a due: gli scisti argillosi grigi con intercalazioni di calcare pseudopalombino e gli argilloscisti grigi più o meno manganesiferi con intercalazioni di arenarie e di scisti rossi.
L'Autore ha individuato quindi i seguenti orizzonti:

a. Rappresenta la parte inferiore della formazione ed è costituito da scisti argillosi grigio-scuri, verdolini, sottilmente scistosi, spesso arricciati e con fessurazione irregolare. Questi argilloscisti contengono intercalazioni di calcare pseudopalombino, talvolta passante gradualmente a termini notevolmente più detritici, calcarenitici e marnoscistosi.
   Con il termine pseudopalombino Egli ha indicato una litofacies che varia da un calcare siliceo (finemente detritico e compattissimo, talora più dei palombini tipici, a frattura concoide e scheggiosa) ad un calcare marnoso-scistoso. Oltre a tali calcari vi sono intercalati e si

accompagnano ad essi rare solette centimetriche argilloso-arenacee, a grana finissima, spesso fratturate trasversalmente ed alterate in una sabbia di colore bruno.
A questo orizzonte si attribuisce un'età compresa tra l'Aptiano e l'Albiano.

b. Questo orizzonte è costituito da scisti argillosi grigi e giallastri, manganesiferi, spesso arrossati, localmente con lenti di scisti rossi e verdi e generalmente interessati da intercalazioni di arenaria quarzosa fine; l'argilloscisto presenta scistosità irregolare, in conseguenza della quale si divide con facilità in placche, scaglie e forme prismatiche. Locali intensissime colorazioni rosso e bruno scuro metallico denunciano particolari concentrazioni di ferro e manganese. Vi è infine la condizione di impregnazione più spinta rappresentata dagli scisti rossi, nei quali la colorazione è diffusa in modo uniforme entro la pasta dello scisto e corrisponde ad una locale concentrazione di ferro. Gli scisti rossi, associati a scisti verdi, sono contenuti nella parte superiore di questo orizzonte manganesifero.
Le intercalazioni arenacee presenti in questo orizzonte formano dei banchetti della potenza media di 15-20cm; l'arenaria è quarzosa, finemente granulare, compatta, durissima di colore bruno, spesso fratturata ortogonalmente allo strato e rinsaldata da vene di quarzo bianco.
A questo orizzonte si attribuisce un'età compresa tra l'Aptiano e l'Albiano.

Facies degli scisti argillosi e arenaceo-marnosi zonati

E' costituita da una singolare alternanza di argilloscisti di colore grigio con solette arenacee, calcarenitici e marnoso-argillosi fino ad argilloscisti di colore bruno. La potenza degli strati varia entro limiti da 1-2cm fino ad un massimo di 10cm. Lo scisto grigio è spesso interessato da una fitta successione di pieghe, l'alterazione esterna modifica di poco i colori originari.
R. Terranova ha costatato che in talune zone le intercalazioni negli argilloscisti siano rappresentate da solette debolmente calcarifere.
Un ulteriore tipo di scisto zonato è quello costituito da argilloscisti grigi che si alternano ad argilloscisti brunastri, differenziati dai primi solo per la granulometria appena maggiore e per le deboli quantità di carbonato di calcio presenti.
A questo orizzonte si attribuisce un'età compresa tra l'Aptiano e l'Albiano.

Facies degli scisti argillosi grigio-plumbei con vene di albite e di quarzo

Questa formazione è rappresentata da scisti argillosi grigi, grigio-plumbei fino a neri, talora di aspetto filladico, lucidi e interessati spesso da vene bianche di albite, di quarzo e subordinatamente di calcite. Tale formazione non risulta interessata da colorazioni dovute a ferro e manganese.

Relativamente alla **Formazione delle ardesie e degli scisti marnosi,** essa è caratterizzata dalla presenza più o meno abbondante e diffusa della componente marnosa, che si manifesta tanto sul versante destro che su quello sinistro della Val Lavagna. Generalmente questa Formazione è costituita dalle seguenti alternanze litologiche:

a. Scisti marnosi, scisti ardesiaci e ardesie: di colore grigio-scuro fino a nero, grigio-biancastro e talora giallo-terroso sulle superfici esposte; dotati di fissilità, a superficie piano-parallele di grandi dimensioni. Tali scisti ardesiaci formano strati di potenza variabile fra un massimo di 10-12m ed un minimo di pochi decimetri. Spesso tra banco ardesiaco e banchetti di arenaria vi è un sottile straterello argilloso.
b. Arenarie: generalmente quarzoso-micacee, a cemento siliceo –argilloso, di colore variabile da grigio-biancastro a grigio-bruno; raramente queste arenarie hanno un cemento argilloso-marnoso; molto frequenti sono le vene di quarzo e calcite, nonché lettini e veli di argilloscisto che determinano una suddivisione in straterelli dell'arenaria; sono presenti spesso ciottoli molli di argilla.
   Formano generalmente banchetti della potenza di 20-30cm ma sono state riscontrate anche bancate di spessore plurimetrico.
c. Calcareniti compatte: di colore grigio con frequenti vene di calcite; formano banchetti e strati di potenza variabile, con forma geometriche meno uniformi e regolari che le arenarie.
d. Scisti argillosi finemente arenaceo-micacei: di colore variabile da grigio verdastro cupo a grigio plumbeo tipo ardesia; sono dotati di scistosità spesso obliqua rispetto ai piani di stratificazione; in genere tale obliquità è meno accentuata di quella delle ardesie ad essi associate. Formano strati con potenze variabili da pochi mm a qualche metro e si alternano ai banchi di ardesia, avendo anche'essi banchetti arenacei a tetto e al letto.
   Le ardesie man mano che ci si innalza stratigraficamente nella formazione verso i calcari marnosi tendono a diventare più massicce, più calcarifere e ad essere interessate da vene di calcite. La formazione ardesiaca è da riferirsi temporalmente tra l'Albiano ed il Cenomaniano.
   Sul versante sinistro della Val Lavagna la formazione delle ardesie è caratterizzata dalla presenza di scisti marnosi ed ardesie, di arenarie ed arenoscisti e di argilloscisti. Le arenarie del versante sinistro, intercalate alle ardesie, sono generalmente di tipo quarzoso-micaceo.
   Le intercalazioni argillose si presentano sottoforma di argilloscisti grigi e grigio plumbeo con litofacies simili all'ardesia ma assolutamente privi di componente marnosa.

Relativamente alla **Formazione delle Arenarie tipo M. Ramaceto e M. Caucaso**, R. Terranova osserva che fa parte di questa formazione un gran numero di affioramenti di arenarie che si estendono sul versante orografico sinistro del Torrente Lavagna.

La formazione è costituita dai seguenti litotipi:

a. Arenarie: hanno una composizione quarzoso-feldspatica e micacea, con cemento siliceo e siliceo-argilloso, e granulometria variabile da finissima a grossolana; di colore grigio, grigio-bruno e giallo-bruno, formano strati di potenza variabile da alcuni decimetri a qualche metro, i banchi hanno forma geometriche regolari e ben definite e nettamente separate dalle intercalazioni argillose, oppure forme imperfette, irregolari, con potenze variabili nell'ambito dello stesso banco.

b. Scisti argillosi: sono rappresentati da argilloscisti verdastri debolmente manganesiferi, da argilloscisti grigio-plumbei e da argilloscisti grigi finemente arenacei e micacei a fratturazione prismatica.
c. Scisti marnosi ed ardesiaci: rare intercalazioni ardesiache compaiono come facies del tutto subordinata nella regolare successione delle due facies precedenti, tali intercalazioni sono comprese, come di solito, fra banchi di arenaria a letto e a tetto.

La **Formazione delle Argilliti di Giaiette** è rinominata da R. Terranova facies degli Argilloscisti policromi, termine che raggruppa tutti gli Scisti argillosi soprastanti le Arenarie di M. Ramaceto o che vi costituiscono potenti intercalazioni.

La Formazione è costituita dai seguenti litotipi:

a. Scisti argillosi divisibili in piccole e sottili lamelle, quasi mai in lastre e scaglia grossolane; i colori più frequenti sono il grigio-verde e il beige, compaiono tuttavia anche il verde chiaro e il bruno soprattutto per il manganese; formano pacchi e strati che si distinguono spesso chiaramente fra loro per la presenza di strati intercalati di altri litotipi.
b. Scisti argillosi rossi e verdi che costituiscono intercalazioni generalmente lentiformi; si tratta più spesso di vero e proprio scisto argilloso, talvolta invece vi compare un contenuto finemente arenaceo e micaceo; in quest'ultimo caso la facies invece che di tipo lamellare come i precedenti è di tipo tendenzialmente prismatico, cioè con divisibilità in corti e sottili prismi.
c. Arenarie a grana finissima, quasi sempre manganesifere in straterelli di potenza più frequente intorno a pochi centimetri, qualche volta superiore al decimetro; il manganese impregna decisamente l'arenaria mentre nell'argilloscisto compare sotto forma di patine sulle superfici di scistosità e lungo le fratture.
d. Calcari argillosi pseudopalombini intercalati sotto forma di strati e lenti negli argilloscisti grigio-verdi.

2.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE

L'Appennino Settentrionale è una catena orogenica strutturalmente complessa, formatasi a partire dal Cretaceo superiore in seguito alla chiusura dell'Oceano Ligure-piemontese ed alla successiva collisione della placca europea con quella adriatica (insubrica); in questa complessa storia tettogenetica possono essere distinti uno stadio oceanico ed uno intracontinentale.

La fase oceanica (Eoalpina), iniziata al limite tra il Cretaceo inferiore ed il Cretaceo superiore e terminata nell'Eocene medio con la completa chiusura dell'Oceano Ligure-piemontese, porta alla formazione di un prisma di accrezione costituito dall'impilamento per sottoscorrimento verso Ovest delle coperture oceaniche e di parte del loro basamento (Unità Liguridi): geometrie a vergenza Ovest (vergenza "alpina").

Segue, nell'Eocene medio-superiore, la collisione tra il margine continentale europeo (Sardo-corso) e quello adriatico che dà inizio alla fase intracontinentale dell'orogenesi appenninica, sviluppatasi essenzialmente a spese del margine continentale adriatico occidentale: si ha lo sviluppo di una tettonica a "thrust" e falde con sottoscorrimento verso Ovest delle Unità Toscane, prima, e di quelle Umbro-marchigiane poi, sotto le unità Liguridi precedentemente impilate. Fenomeni gravitativi e di retroscorrimento, anche importanti, accompagnano in superficie questa strutturazione crostale.
In questa fase il fronte compressivo, che migra verso Est, è seguito, a partire dal Miocene medio, da un fronte distensivo, legato alla distensione crostale che ha portato all'apertura del Bacino Tirrenico.
Attualmente i due regimi tettonici diversi coesistono in due fasce contigue alla catena: nel versante tirrenico è attivo il regime distensivo, in quello adriatico quello compressivo.

In particolare, per quanto riguarda l'evoluzione del settore settentrionale della Catena Appenninica nella fase intracontinentale, possono essere distinti due cicli principali.
Il primo comprende le cosiddette Fasi Liguri ed ha interessato esclusivamente il Sistema Interno (Liguridi), prima che si verificasse la sua traslazione sull'avampaese toscano; esso si conclude con la "trasgressione" eocenica superiore-oligocenica del Bacino Terziario Piemontese sulle Liguridi Interne e del suo corrispondente (un po' più distale), rappresentato dalla Successione Epiligure, sulle Liguridi Esterne.
Il secondo ciclo comprende le Fasi Toscane (che si manifestano per tutto il Miocene) e corrisponde alla messa in posto delle Liguridi, in gran parte già strutturate nel ciclo precedente, sul Sistema Esterno ed alla contemporanea evoluzione tettonica di quest'ultimo.
La tettonica del Dominio Ligure Interno si differenzia da quella del Ligure Esterno per una maggiore deformazione delle strutture che si palesa anche in un leggero metamorfismo da anchi ad epizonale. A parte la traslazione certamente più tardiva che ha portato la falda del Gottero a sopravanzare le sottostanti Unità Bracco e Colli Tavarone - Serò per sovrascorrere direttamente, per oltre trenta chilometri, sul Ligure Esterno o addirittura sulla Falda Toscana, le azioni tettoniche principali precedono la deposizione del Bacino Terziario Piemontese e sono perciò interamente ascrivibili alle Fasi Liguri.

L'evoluzione tettonica ascrivibile alla Fasi Liguri può essere così dettagliata:

1. Formazione di un primo impilamento di Unità Liguri Esterne su cui sovrascorre anche l'Unità di M.te Antola, caratterizzato da pieghe isoclinali mesoscopiche, compresse e sinmetamorfiche; appare probabile che questa prima fase abbia avuto una vergenza S e SE (asse circa E-W); tale fase di deformazione non è molto appariscente ed ha scarso controllo sui fenomeni geomorfologici
2. Ulteriore raccorciamento che ha ripiegato i contatti tettonici formati nella fase precedente
3. Creazione di superfici di taglio lungo cui si sono verificati dei sovrascorrimenti in senso opposto (retrocarreggiamenti) che hanno ancora modificato la geometria portandola ad una situazione ormai simile all'attuale; in effetti, a parte alcuni scorrimenti più tardivi,

attribuibili alle Fasi Toscane, come quello già menzionato dell'Unità del Gottero, la Catena non subirà modifiche sostanziali negli sviluppi orogenetici successivi

Le Fasi Toscane si sono espresse mediante la realizzazione di megapieghe a sviluppo plurichilometrico con assi circa N-S e NNW-SSE e vergenza E e NE, ("appeninica"), superfici di elisione tettonica e faglie inverse; tale assetto tettonico, delineatosi a partire dal Miocene medio-superiore, ha influenzato notevolmente l'assetto orografico geomorfologico del bacino in cui ricade il territorio di interesse.
Nella realtà, in esso sono stati presunti fenomeni tettonici recenti realizzatisi nel Quaternario (neotettonici), che hanno condizionato l'evoluzione morfologica dell'Appennino ligure dando origine a sistemi di lineazioni:

- A direzione appenninica
- A direzione antiappenninica
- A direzione NS ed intersecanti i due precedenti sistemi
- A direzione EW

A livello cartografico (Carta Geolitologica - TAV. Geo1), in connessione ai principali elementi strutturali e tettonici, sono stati distinti:

- I contatti stratigrafici tra le formazioni
- I contatti tettonici, quali faglie (certe e/o presunte) e/o sovrascorrimenti
- Le misure giaciturali (giaciture di strato rilevate nel corso dei sopralluoghi o desunte dalla cartografia del Piano di Bacino) rappresentative degli assetti stratigrafici e tettonici

L'orientazione dei diversi contatti formazionali ricalca prevalentemente le direzioni appenniniche, variabili da NNW-SSE a NW-SE.

Nel corso delle valutazioni geologico-strutturali sono stati individuati i principali sistemi di faglie e la loro direzione:

- Da NNW-SSE a NW-SE
- Da NNE-SSW a NE-SW
- EW
- NS

Per quanto riguarda le formazioni sedimentarie rilevate nel territorio di S. Colombano Certenoli, l'analisi delle direzioni delle giaciture di strato ha permesso di riscontrare una loro relativa eterogeneità alla mesoscala.
A scala più ampia, le orientazioni dominanti appaiono relativamente coerenti con la presenza di pieghe a vergenza "appenninica".

2.4 SISMICITÀ DELL'APPENNINO NORD-OCCIDENTALE

In considerazione del fatto che il territorio comunale di San Colombano Certenoli, ai sensi dell'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003 ("Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche") e della successiva DGR n°1362 del 19/11/2010 ricade in zona sismica 3 con pga = 0,15g è parso opportuno fornire qui di seguito un generale e sintetico inquadramento geo-sismico dell'Appennino nord-occidentale.
Quest'ultimo è caratterizzato da una moderata sismicità, che si manifesta principalmente lungo le zone di accavallamento frontale del margine appenninico e secondo una fascia con direttrice appenninica, che dalla zona di Varzi si estende quasi con continuità sino a Borgotaro ed alla Lunigiana, proseguendo poi verso le strutture dei graben della Garfagnana (M. Careggio, 1994).
Allineamenti di terremoti si trovano anche lungo i lineamenti trasversali alle due fasce longitudinali e sembrano quasi collegarle; particolarmente evidente è la distribuzione di sismi lungo la Val di Parma e la Val di Taro. L'attività tellurica dell'area è nota e documentata a partire dall'anno 1000, anche se la qualità e quantità delle informazioni non sono omogenee e si esplica sia con eventi singoli di media intensità, sia con sequenze sismiche estese nel tempo.

L'intensità massima registrata è dell'VIII MCS (scala Mercalli-Cancani-Sieberg), corrispondente ad una magnitudo dell'ordine di 5,2 (scala Richter) e si riferisce ai terremoti del 1438 fra Parma e Piacenza, di Stazzano (1541), di Borgotaro (1545), di Godiasco-Varzi (1828 e 1945), dell'area della Cisa (1834) e di Parma (1971); i due ultimi eventi sono caratterizzati da una sequenza sismica.
In quasi un millennio nell'area sono state registrate poco più di una ventina di scosse di intensità VII MCS; il resto dell'attività è a livello più basso.
Significative sono state le sequenze sismiche: tra le principali si ricordano quella dell'alta Val di Taro del 1849-50, quella di Bedonia-Varese Ligure del 1927-29 con più di 300 scosse e ultimamente (ottobre-novembre 1982) a Bedonia-Borgotaro con 200 repliche a seguito di un piccolo terremoto.
Le recenti revisioni e ricollocazioni degli eventi storici e recenti, ma soprattutto l'attivazione di una rete sismica regionale integrata con quella nazionale, hanno permesso di distinguere, nell'ambito della Regione, zone con differente regime sismico, vale a dire frequenza dei fenomeni, intensità e profondità focale. Il confronto dei dati della sismicità strumentale con quelli storici evidenzia la stabilità nel tempo delle aree sismogenetiche.
Lungo il margine appenninico, soprattutto nella zona tra Voghera e Tortona, l'attività è blanda e sporadica nel tempo e con epicentri arretrati rispetto alla posizione dei fronti appenninici sepolti; decresce nel Piacentino sud-occidentale e si concentra con notevoli rilasci di energia nell'area parmense occidentale documentati a livello storico e recente (1983, I=VII MCS).
Nel comparto appenninico la zona più attiva si estende dall'area di Varzi-Bobbio fino alla Garfagnana con maggior concentrazione di sismi nel Borgotarese e Pontremolese.
Il livello medio di energia rilasciata decresce quasi esponenzialmente da SE verso NW e anche la profondità focale tende a diminuire gradualmente procedendo verso NW. La maggior parte dei

fuochi è concentrata entro i primi 10-15 km di profondità, con un approfondimento nel Borgotarese-Pontremolese. L'area di Bedonia segna il limite di passaggio tra le zone di attività più superficiale, caratterizzanti la parte più prossima al fronte appenninico e la Lunigiana-Garfagnana dove i fuochi sono decisamente più profondi. Anche le lunghe sequenza sismiche, ben documentate storicamente, differenziano nettamente la zona dai settori appenninici circostanti.

3. GEOMORFOLOGIA

Come spesso accade per territori di vasta estensione come il Comune di San Colombano Certenoli, risulta alquanto difficile determinare e proporre generalizzazioni sugli aspetti geomorfologici propri degli ambiti considerati, tanto che in questi casi le zonizzazioni rappresentano sempre interpretazioni da leggere con molta cautela.
Nel caso specifico, riferendosi il territorio ad un contesto "tipicamente ligure", occorre osservare preliminarmente come il suo generale assetto morfologico proponga in parte pendii a declivio naturale ed in parte rimodellati dall'uomo nei secoli scorsi secondo i tipici terrazzamenti.
In quest'ultimo caso, l'attuale assetto geomorfologico superficiale presuppone un'azione antropica di energico rimaneggiamento degli originari manti di copertura eluvio-colluviali.
La morfologia del territorio, nell'accezione più geologica del termine, è espressione dell'opera di erosione e detrizione degli agenti esogeni sul substrato ed è influenzata sia dalle litologie presenti che dai motivi strutturali dominanti, in particolar modo nel contesto esaminato da quelli "appenninici" e da quelli neotettonici.
Come si evince dal confronto tra le allegate carta Geolitologica (cfr. TAV. Geo1) e carta Geomorfologica (cfr. TAV. Geo2), i versanti maggiormente acclivi (anche prossimi alla verticale) e talvolta denudati sono riscontrabili nell'ambito delle Formazioni costituite da rocce tenaci e povere di minerali argillosi (Arenarie di M.te Gottero).
Al contrario versanti modellati plasticamente, con pendenze più blande e con forme morfologiche terrazzate relitte, si osservano prevalentemente in corrispondenza dell'affioramento di litotipi prevalentemente argillosi (Formazione della Val Lavagna in Facies Argilloscistosa, Argilliti di Giaiette, Argille a palombini).
Le strutture tettoniche distensive più recenti, legate all'apertura del Bacino Tirrenico, hanno influenzato in maniera determinante l'orografia e l'idrografia del territorio, suddividendo il substrato in blocchi rigidi e controllando lungo le relative linee di discontinuità il drenaggio superficiale, caratterizzato dal corso dei principali torrenti della zona.
La progressiva e repentina incisione delle aste torrentizie che ha accompagnato le fasi di ringiovanimento plio-quaternario del rilievo ha portato ad una altrettanto rapida e significativa evoluzione dei processi geomorfologici di versante.
Da un punto di vista prettamente morfologico, appare evidente la notevole acclività dei versanti orografici sia del T. Lavagna che del T. Cicana.

Tali acclività e/o energie del rilievo appaiono verosimilmente compatibili con gli antichi piani asimmetrici di faglia che hanno dislocato il territorio contestualmente all'apertura tirrenica, ai quali sono anche da riferirsi le più frequenti e significative forme di accumulo del territorio comunale legate a processi gravitativi di versante.

Nella Carta Geomorfologica di TAV. Geo2 e nella relativa legenda sono state distinte e rappresentate graficamente le diverse situazioni morfologiche riscontrate:

- ALLUVIONI
- COPERTURE DETRITICHE
- AMMASSI ROCCIOSI
- FORME E PROCESSI GRAVITATIVI
- FORME E PROCESSI DOVUTI ALL'AZIONE DELL'ACQUA
- FORME ANTROPICHE

Per quanto attiene i materiali sciolti di copertura, i rilevamenti hanno permesso di distinguere e/o interpretare:

1. Depositi Alluvionali:
   - Depositi alluvionali mobili, attuali [am]
   - Depositi alluvionali terrazzati, recenti [ar]
   - Depositi alluvionali terrazzati, antichi [aa]

2. Coperture Detritiche, distinte sulla base del loro spessore presunto, attribuendo a quest'ultimo anche un significato discriminante tra coltri eluvio-colluviali (potenza minore di 3m) ed accumuli di probabile origine paleofranosa (potenza maggiore di 3m):

   - Coperture detritiche e depositi eluvio-colluviali, di spessore da 1 a 3m;
   - Coperture detritiche di spessore superiore a 3m, riportate anche sulla Carta Geolitologica indistintamente con il simbolo [dt]. Queste ultime sono state ulteriormente suddivise ove possibile in:
     - Coperture detritiche potenti di versante;
     - Coperture detritiche pedemontane [dt];
     - Grossi riporti;

Per quanto attiene ai grossi riporti, la disamina è rimandata all'analisi delle forme geomorfologiche derivanti dall'azione antropica.

I depositi alluvionali si riscontrano principalmente nella piana alluvionale associata al Torrente Lavagna e in misura minore nel fondovalle associato al Torrente Cicana.
Per quanto riguarda i tributari, come si può osservare sulla Carta Geomorfologica (cfr. TAV. Geo2), i relativi depositi assumono solo una relativa continuità

A monte di questi tratti i corsi d'acqua ed i relativi affluenti si trovano in condizioni di prevalente erosione e le alluvioni (pur talvolta presenti) sono di spessore ed estensione tali da non potere essere sempre cartografate.
Sulla base di queste preliminari considerazioni, ove possibile, sono stati distinti:

- *Depositi alluvionali mobili, attuali [am]*

Sono soggetti a successivi trasporti verso valle e conseguenti rielaborazioni e ridistribuzioni lungo l'asta in funzione del regime idraulico del torrente (e quindi dell'energia di trasporto delle acque); corrispondono all'alveo attuale ed attivo dei principali corsi d'acqua (T. Lavagna e T. Cicana).

- *Depositi alluvionali terrazzati recenti [ar]*

Sono riconducibili al deposito recente del corso d'acqua e appaiono configurati in ampi terrazzi pseudopianeggianti, confinati dall'alveo attivo e sopraelevati alcuni metri sopra il greto.
Tali depositi rappresentano il materasso alluvionale delle aree pianeggianti lungo il corso dei Torrenti Lavagna e Cicana.
I suddetti terrazzamenti in Val Lavagna, rilevati anche diversi metri al di sopra del livello attuale dell'alveo, risultano diffusamente antropizzati in epoca storica, avendo configurato assetti favorevoli per gli insediamenti abitativi, industriali e per le attività legate all'agricoltura .
La stratigrafia delle alluvioni terrazzate recenti, in assenza di indagini geognostiche risulta complessa - generalizzate eteropie orizzontali e verticali - ed è rappresentata dall'alternanza di depositi da argilloso-sabbiosi a ghiaioso-sabbiosi; localmente si possono riscontrare sia intercalazioni ghiaiose grossolane che lenti a prevalenza limoso-argillosa.
Il deposito alluvionale recente è strettamente condizionato dalle variazioni del livello di base dei corsi d'acqua, legate ai fenomeni di subsidenza e/o di eustatismo marino, con alterni episodi di accelerazione o di repentina diminuzione dell'energia di trasporto e conseguenti alterni episodi di incisione delle alluvioni o di nuovo accumulo di materiale trasportato.
Nella generalità dei casi la distinzione tra [ar] ed [am] è risultata discretamente agevole per la precisa definizione dei limiti spondali del corso d'acqua e per la facile individuazione dei confini della piana laterale terminante al piede dei pendii che costituiscono gli opposti versanti orografici.
Tuttavia in alcune zone sono sorte difficoltà interpretative, laddove conoidi derivanti da corsi d'acqua laterali secondari o colluvi di pendio si sono nel tempo sovrapposti alle alluvioni fluviali ed hanno alterato l'originario assetto morfologico di fondovalle.
Occasionalmente inoltre si sono riscontrate modificazioni riconducibili all'azione antropica tali da compromettere la migliore interpretazione delle situazioni naturali originatesi nei tempi passati.

- *Depositi alluvionali terrazzati antichi [aa]*

I terrazzi alluvionali antichi sono costituiti da limitati lembi residuali situati a quote più elevate rispetto al fondovalle attuale e/o recente, talvolta con segni di stratificazione.

Essi presentano materiale tessituralmente molto elaborato, granulometricamente variabile con prevalenza di frazioni fini, ben classate e talora con lenti ghiaiose e ciottoli molto arrotondati.

- *Coperture detritiche di potenza <3m*

Le coperture di potenza stimata compresa tra 1 e 3m si riferiscono generalmente ad accumuli prodotti da locali fenomeni di dissesto, storici od antichi (soliflusso, creeping, scivolamenti traslazionali e/o rotazionali ecc.), stabilizzati o quantomeno quiescenti, rimodellati e ricicatrizzati dagli agenti naturali esogeni, oppure rimaneggiati contestualmente ad interventi antropici quali i tipici terrazzamenti agricoli.
Tali coperture detritiche sono prevalentemente rappresentate da:

- Coltri eluviali, formate dai materiali sciolti derivanti dall'alterazione in posto dei litotipi ascrivibili alle formazioni geologiche precedentemente descritte.
- Coltri colluviali, derivanti dalla deposizione in zone pianeggianti e/o depresse di materiale eroso e trasportato da parte delle acque dilavanti: conseguentemente alla loro origine gravitativa, le stesse occupano generalmente le depressioni morfologiche in cui sono stati più facili il loro accumulo e la loro permanenza.

A volte, come detto, si possono osservare coperture riferibili a questa classe provenienti dal rimaneggiamento delle originarie coltri eluvio-colluviali, attuato dall'uomo mediante azione di asporto e trasporto, onde permettere bonifiche e/o incentivazioni dell'attività agricola.
La composizione delle coltri, sia per quanto riguarda lo scheletro che la matrice, dipende strettamente dalla natura del substrato dalla cui detrizione derivano.
Anche la loro granulometria è fortemente influenzata dalle caratteristiche litologiche del materiale di partenza: nel caso di eluvi e colluvi originati a partire da substrati contenenti litologie poco alterabili lo scheletro lapideo presenta sempre forti componenti medio-grossolane e poco elaborate.
Questa situazione non va confusa con le sacche di coltri derivanti da fenomeni di movimenti franosi, entro le quali lo scheletro grossolano assume una configurazione di vero detrito.
Per quanto riguarda la distribuzione granulometrica dei materiali all'interno dei corpi di coltre, il trasporto da parte delle acque meteoriche, infiltrate e di ruscellamento, e la concomitante azione della forza di gravità hanno determinato una prevalenza di elementi di grandi dimensioni nelle loro parti più alte ed un'abbondanza di elementi fini in quelle inferiori.
In relazione alla matrice, nel corso degli accertamenti sono state rilevate componenti limose prevalenti rispetto a quelle argillose; la percentuale di matrice argillosa è più abbondante solamente nelle coltri provenienti da substrati ricchi di litofacies argilloscistose ed argilloso-marnose.
Le coltri con spessore contenute entro 3m si presentano distribuite in modo eterogeneo alla scala del territorio studiato: occorre ammettere tuttavia che, rappresentando la classe delle coperture più sottili nell'ambito della distinzione effettuata, esse presentano graduali passaggi ed interdigitazioni con le categorie di roccia alterata, tanto da rendere difficile e talvolta confuso il loro confine; non meraviglia quindi la possibilità di ricondurre cappellacci fortemente

alterati, soprattutto argillitici, alla classe delle coltri sottili, né riconoscere a scala dell'affioramento orizzonti eluviali con relitti di strutture entro la suddetta classe delle coltri.
Talvolta dette coltri vengono rinvenute a margine di coperture più potenti, o addirittura all'interno di queste ultime: tali situazioni sono da imputare alla dinamicità dei versanti ed a fasi successive di riequilibrio nell'ambito di movimenti franosi.
Laddove possibile, tutto ciò ha permesso un'ipotesi di ricostruzione delle fasi cinematiche del dissesto, con utili indicazioni circa la potenzialità evolutiva di situazioni attualmente quiescenti, stante tuttavia la necessità di considerare gli episodi in connessione ad altre tematiche quali l'acclività e l'assetto idrogeologico del territorio.

- *Coperture di potenza superiore a 3m [dt]*
Queste coperture detritiche sono prevalentemente rappresentate da:

- Coltri detritico-colluviali su pendio, derivanti dalla deposizione per gravità su zone pianeggianti e depresse di materiale originatosi dall'intensa alterazione del substrato e da episodi di origine franosa (accumuli detritici paleofranosi).
- Fasce detritiche pedemontane, generalmente grossolane ed eterogenee, accumulatesi ai piedi dei rilievi in detrizione e spesso interdigitate ai depositi di origine alluvionale.

Per quanto riguarda le prime, la lettura della carta geomorfologica ne evidenzia immediatamente una loro estesa e costante presenza su tutto il territorio comunale.

Laddove non è stata riconosciuta la presenza di coperture detritiche significative (con potenza superiore a 3m) sono state rappresentate, sulla Carta Geomorfologica, le aree caratterizzate da generalizzata roccia affiorante o subaffiorante (eventualmente ricoperta da coltri discontinue fino a 1m di spessore).
Sulla base delle osservazioni effettuate durante i rilievi di campagna sono state distinte 3 classi, indicate nella suddetta cartografia con i simboli R_F, R_S, R, in ordine di crescente miglioramento delle caratteristiche giaciturali e/o di conservazione dell'ammasso roccioso.

- **Classe R_F:** litologie che generalmente si presentano in scadente stato di conservazione, particolarmente alterate e/o fratturate.
Le relative litologie sono pertanto caratterizzate da una più accentuata "propensione al dissesto", in quanto più efficacemente erodibili e disgregabili dalle acque superficiali e più facilmente mobilitabili da fenomeni gravitativi.
In corrispondenza delle porzioni classificate R_F, inoltre, si è riscontrata una maggiore diffusione delle coperture sciolte eluvio-colluviali, sia di quelle a potenza compresa tra 1 e 3m che di quelle a maggior spessore.

- **Classe R_S**: litologie che generalmente si presentano in buone condizioni di conservazione, ma con disposizione sfavorevole (rispetto al pendio) delle strutture osservabili all'interno dell'ammasso roccioso.

Esse, inoltre, propongono generalmente coperture detritiche poco potenti (1-3m) e poco estese, salvo casi particolari in cui condizioni locali hanno favorito squilibri di versante dando luogo così ad accumuli detritici potenti.

- **Classe R**: aree in cui la roccia affiorante per lo più si presenta con buone condizioni di conservazione e/o con strutture indifferenti rispetto al pendio.

- **Classe Ro:** caratteristica di rocce sub affioranti con caratteristiche strutturali e tessiturali non visibili; si tratta di zone prevalentemente caratterizzate da versanti acclivi o molto acclivi, che talvolta tendono alla verticalità, ma localmente anche di aree a media pendenza. Queste risultano in genere complessivamente stabili, interessate solo puntualmente da fenomeni di dissesto (per crollo) a causa dell'azione antropica (tagli stradali) o degli agenti meteorici esterni che possono innescare situazioni di squilibrio gravitativi.
Tali aree appaiono, infine, generalmente prive di significative coperture detritiche, mentre sono presenti locali accumuli prodotti per effetto di peculiari situazioni geomorfologiche.

La carta geomorfologica indica anche la ***Dinamicità dei versanti nei termini di forme e processi gravitativi***.

Le condizioni determinanti la "vocazione urbanistica" delle varie aree devono necessariamente essere lette in connessione alla loro possibile dinamicità, intesa come possibilità di evoluzione morfologica a breve-medio termine.

La determinazione di questo fattore deve passare attraverso la disamina delle forme e dei processi gravitativi riconoscibili e/o interpretabili sul territorio.

Per quanto riguarda lo stato di attività dei corpi franosi, in accordo con il Piano di Bacino, sono state distinte sulla Carta Geomorfologica le forme attive [A] e quelle inattive [I].

Tra le forme inattive, sono state poi distinte quelle quiescenti in senso stretto [q] da quelle stabilizzate [s], queste ultime non più interessate dalle loro cause originali e/o sviluppate sotto condizioni geomorfologiche e climatiche diverse dalle attuali.

Relativamente alla tipologia dei movimenti franosi, sono state considerate le seguenti categorie (Varnes, 1978; Regione Liguria, 1997):

- **Soliflussi:** frane superficiali di colata, scorrimento, lobi di soliflusso, indotte dall'elevata fluidificazione dei materiali sciolti eluvio-colluviali (indisciplina idrogeologica) non sufficientemente protetti da vegetazione boschiva o da soluzioni di presidio.

- **Debris flow [df]:** colate di detrito, di regola molto rapide, o colamenti (più lenti) che hanno interessato sia coltri di materiali sciolti che zone di substrato molto alterato assimilabili

a materiale sciolto; tali fenomeni sono frequentemente legati a segmenti secondari del reticolo idrografico.

- **Scorrimenti:** si tratta nella maggior parte dei casi di fenomeni che avvengono lungo una superficie di rottura o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione e/o di taglio; a seconda del tipo di movimento, possono essere ulteriormente distinti:

  - **Scivolamenti planari (traslazionali) [fsP]:** si osservano frequentemente al contatto tra le coltri eluvio-colluviali ed il substrato lapideo (o perlomeno la parte più alterata e fratturata dello stesso) per scivolamento lungo superfici più o meno piane su pendii acclivi.

  - **Scivolamenti rotazionali [fsR]:** generalmente attivati in coltri più potenti a granulometria prevalentemente uniforme in concomitanza di situazioni idrogeologiche sfavorevoli, su superfici curve.

- **Frane per crollo [fcl]:** fenomeni spesso puntuali legati al crollo di porzioni rocciose da pareti prossime alla verticale, o di singoli blocchi instabili localizzati in corrispondenza delle litologie maggiormente erodibili, in condizioni scadenti dell'ammasso e su versanti molto acclivi.

- **Frane complesse [fc]:** derivano dalla combinazione di diverse tipologie di movimento franoso tanto da non poter essere identificate univocamente in una delle precedenti categorie.

Occorre necessariamente precisare che sia l'interpretazione dello stato di attività che la tipologia dei dissesti rilevati sono da rapportarsi ad uno studio pianificatorio a scala territoriale impostato esclusivamente su rilievi di superficie ed interpretazioni fotogeologiche, senza alcun supporto di dati strumentali di monitoraggio.
Ciò impone una lettura cauta delle interpretazioni fornite ed uno stimolo per l'Amministrazione ad opportuni e successivi approfondimenti geognostici che permettano il controllo del territorio nel tempo.-

Per completezza, sempre sulla Carta Geomorfologica, laddove è stato possibile, sono stati anche cartografati i seguenti elementi legati alla dinamicità dei versanti:

- ***Cigli di distacco dei corpi franosi,*** distinti in ***attivi o quiescenti*** *secondo i principi già specificati*.

- ***Dissesti non cartografabili.***

- ***Direzioni di mobilitazione dei materiali sciolti.***

Tra gli elementi geomorfologici del territorio sono state inoltre riconosciute e distinte le **Rotture di pendio, attive o quiescenti**.

La Carta geomorfologica riporta infine i seguenti elementi:

- Forme antropiche
- Riporti e rimaneggiamenti
- Cave e miniere

4. IDROGEOLOGIA

A livello generale l'idrogeologia studia il deflusso delle acque superficiali e sotterranee ed in particolare le strutture geologiche che contengono le acque sotterranee ed i modi per captarle e proteggerle.
Uno degli obiettivi principali dell'idrogeologia è rappresentato dalla determinazione delle caratteristiche di "permeabilità" delle formazioni considerate, dalla quale dipendono i meccanismi di infiltrazione, circolazione e distribuzione delle acque in sotterraneo.
Tutti questi aspetti, peraltro, influiscono sulla stabilità dei versanti e sulle opere antropiche ivi insediate e/o destinate.
Le tematiche idrogeologiche sono talmente legate a quelle geologiche e geomorfologiche che nelle valutazioni di fattibilità geologica di interventi sul territorio, specialmente in Liguria, pare sempre più opportuno fare riferimento al “Rischio Idrogeologico” nel suo complesso.
Nel corso del rilevamento del territorio sono state valutate le caratteristiche idrogeologiche delle varie litologie riscontrate; la relativa Carta Idrogeologica (TAV. Geo3) evidenzia prioritariamente la scala delle permeabilità delle formazioni presenti secondo la seguente distinzione:

- FORMAZIONI PERMEABILI PER POROSITÀ
- FORMAZIONI PERMEABILI PER FESSURAZIONE E/O FRATTURAZIONE
- FORMAZIONI SEMIPERMEABILI
- FORMAZIONI IMPERMEABILI

Relativamente alle **formazioni permeabili per porosità** sono stati inseriti in questa classe tutti gli accumuli di materiali sciolti scarsamente cementati, quali le coltri di potenza da 1 a 3m e le coperture detritiche con potenza maggiore di 3m, i depositi alluvionali mobili attuali, quelli recenti terrazzati e quelli antichi; sono stati inoltre riuniti in questa classe gli accumuli di origine antropica indicati nella Carta Geomorfologica come grossi riporti.
Occorre osservare come all’interno della suddetta classe ricadano formazioni caratterizzate da valori dei coefficienti di permeabilità anche molto diversi fra loro: i depositi dei materassi alluvionali, generalmente a granulometria medio-grossolana, presentano una permeabilità decisamente superiore a quella tipica delle coltri colluviali.

Le acque di precipitazione e di scorrimento superficiale, penetrando più o meno agevolmente nelle coperture sciolte, possono raggiungere il substrato roccioso, in corrispondenza del quale trovano una superficie su cui in parte defluiscono lentamente verso gli impluvi (quindi verso il fondovalle) ed in parte seguono drenaggi profondi.

Nella classe delle **formazioni permeabili per fessurazione e/o fratturazione** sono state invece riunite tutte quelle formazioni massive o stratificate che posseggono, già a partire dal momento della loro genesi, una permeabilità per fessurazione, oppure che la vengono ad assumere a causa delle deformazioni tettoniche subite nel corso della loro storia geologica (permeabilità per fratturazione secondaria).
Ricadono in questa classe di permeabilità la F. delle Arenarie di M.te Gottero, e la F. delle Ardesie e degli scisti marnosi.
Per quanto riguarda invece la classe delle **formazioni semipermeabili**, sono state inserite quelle litologie caratterizzate dall'alternanza di litotipi permebili ed impermeabili, in strati di spessore da decimetrico a metrico in cui predomina complessivamente il tipo permeabile.
Ricade in questa classe di permeabilità la sola F. delle Argille a palombini.

L'ultima classe di permeabilità caratterizza quelle formazioni che per loro natura litologica non permettono, nella generalità dei casi, un drenaggio profondo delle acque superficiali né l'instaurarsi di significativi meccanismi idrogeologici sottosuperficiali: in ragione di ciò sono state definite **formazioni impermeabili**.
Nell'ambito del territorio considerato sono state individuate come formazioni impermeabili gli Scisti della Val Lavagna e le Argilliti di Giaiette.

Sono presenti sul territorio comunale di San Colombano Certenoli numerose **emergenze idriche (sorgenti)** e **pozzi** destinati al consumo umano.
L'ubicazione delle sorgenti è segnalata sull'allegata Carta Idrogeologica (cfr. TAV. Geo3): le principali emergenze non sempre risultano al confine tra formazioni a diversa permeabilità, bensì frequentemente in corrispondenza di lineazioni tettoniche e/o al passaggio tra roccia subaffiorante e coltri potenti.
Ciò induce ad ipotizzare un significativo controllo esercitato dai principali lineamenti geo-strutturali (faglie e loro mutue intersezioni) sulle sorgenti.

Il bacino del T. Lavagna è stato sottoposto a verifica idraulica nel contesto del Piano di Bacino esclusivamente nel suo tratto vallivo e cioè laddove il corso d'acqua attraversa i principali centri abitati: il Piano è l'unico documento cui fare riferimento per una valutazione, seppure di massima, della situazione di rischio idraulico.
Con riferimento alla Carta delle Fasce di Inondabilità del Piano di Bacino, sulla Carta Idrogeologica (cfr. Tav. Geo3) della Suscettività d'Uso (cfr. TAV. Geo.4) sono state segnalate sia le Fasce di Inondabilità di tipo A (aree inondabili per portate con tempi di ritorno compresi entro 50 anni) che le Fasce di Inondabilità di tipo B (aree inondabili per portate con tempi di ritorno compresi entro 200 anni).

In queste aree, salvo apportare delle modifiche alle fasce di inondabilità a seguito di approfondimenti e verifiche idrauliche, sarà necessario limitare le ipotesi di intervento a quelle consentite dalle normative sovraordinate.

Sulla Carta Geomorfologica (TAV. Geo2) sono state indicate lungo il reticolo idrografico le forme di incisione più significative (spondale, concentrata di fondo e per ruscellamento diffuso), generalmente confinate da versanti acclivi e talvolta da pareti prossime alla verticale, riconducibili spesso ad elementi tettonici che hanno agevolato l'approfondimento del profilo longitudinale dell'asta torrentizia.-

I **fenomeni di erosione concentrata di fondo,** ad esempio, sono peculiari delle aree caratterizzate da roccia affiorante o subaffiorante, indipendentemente dall'ordine dei segmenti fluviali, sempre in relazione alla velocità dei corsi d'acqua, data la condizione generale di ringiovanimento postquaternario della rete idrografica.

L'erosione concentrata di fondo interessa frequentemente anche alcuni tratti dei corsi d'acqua che delimitano, talvolta suddividendole in accumuli di minore estensione, le coltri potenti più significative.

Sono stati anche cartografati i **ruscellamenti diffusi**, individuati soprattutto lungo i pendii caratterizzati da roccia affiorante o subaffiorante (aree denudate), in prossimità degli spartiacque morfologici, nelle testate vallive caratterizzate da una ridotta copertura vegetale e laddove è intervenuta un'acclività medio-alta a favorire il meccanismo di distribuzione delle acque libere.

Frequentemente, inoltre, i ruscellamenti diffusi confluiscono in *solchi di incisione* (acque concentrate) che assumono forma dendritica fino ad alimentare a valle aste secondarie di ordine via via maggiore.

Per quanto attiene infine al *fenomeno* **dell'erosione spondale**, lo stesso è stato rilevato in diverse aree localizzate prevalentemente lungo le aste dei principali corsi d'acqua, soprattutto laddove questi ultimi scorrono tra versanti a diverso comportamento nei confronti dell'erosione, sia per eterogeneità litologica e/o geomorfologica (contatti formazionali, contatti tra versanti in roccia ed in materiali sciolti) sia per motivi legati all'uso del suolo (ampie aree ricavate dal riporto di inerti, ecc.).

Per quanto riguarda la Carta di suscettività d'uso si specifica che gli ammassi permeabili per fratturazione, quali le Formazioni Arenacee, sono state considerate a suscettività d'uso condizionata in quanto zone di alimentazioni di acquiferi.
Stessa classificazione è stata applicata alla piana di fondovalle in quanto considerata area a bassa soggiacenza della falda.

5. ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO – CARTA DELLA SUSCETTIVITA' D'USO

Il territorio comunale è stato suddiviso in 5 classi di suscettività d'uso (cfr. TAV. GEO 4).

Classe 5 – Suscettività d'uso limitata
Caratterizzata da aree in cui sono presenti movimenti di massa in atto - frana attiva.
Ricadono in Classe 5 anche le porzioni di territorio soggette ad inondabilità per tempi di ritorno cinquantennali e le aree di tutela assoluta relative alle risorse idriche.

Classe 4 – Suscettività d'uso parzialmente limitata
Caratterizzata da aree con criticità di livello elevato, in cui sono presenti indicatori geomorfologici diretti quali l'esistenza di frane quiescenti o di segni precursori o premonitori di movimenti gravitativi.
Ricadono in Classe 4 anche le porzioni di territorio soggette ad inondabilità per tempi di ritorno due centennali e le aree di rispetto relative alle risorse idriche.

Classe 3 – Suscettività d'uso condizionata
Caratterizzata da aree, prive al momento di movimenti gravitativi attivi e quiescenti, in cui sono presenti indicatori indiretti di elevata suscettività valutabili, dalla combinazione di elementi geomorfologici, litologici, strutturali e di uso del suolo. Sono comprese in tali aree le frane stabilizzate e relitte (paleofrane) e le zone a franosità diffusa inattive.
Ricadono in Classe 3 anche le porzioni di territorio soggette ad inondabilità per tempi di ritorno cinquecentennali.

Classe 2 – Suscettività d'uso moderatamente condizionata
Caratterizzate da aree, in cui sono presenti elementi geomorfologici e di uso del suolo, dalla cui valutazione combinata risulta una propensione al dissesto di grado inferiore a quella indicata alla Classe 3.

Classe 1 – Suscettività d'uso non condizionata
Caratterizzate da aree in cui sono presenti elementi geomorfologici e di uso del suolo a bassa incidenza sulla instabilità, dalla cui valutazione risulta una propensione al dissesto di grado inferiore a quella indicata alla Classe 2 oppure da aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche fisiche dei terreni non costituiscono, se non occasionalmente, fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.

Ognuna delle 5 classi d'uso è stata ulteriormente ripartita nelle seguenti sottoclassi:

CLASSE	*CODICE D'ORIGINE*	*CODICE DI SUSCETTIVITA'*
5	PdB:- Pg4 –Molto alta suscettività al dissesto (frana attiva)	**5g**
5	Fascia A (inondabilità T.R.cinquantennale)	**5i**
5	Risorsa idrica (area di tutela assoluta)	**5ri**
4	PdB: - Pg3a – Alta suscettività al dissesto (frana quiescente)	**4g**
4	Fascia B (inondabilità T.R. duecentennale)	**4i**
4	Risorsa idrica (area di rispetto)	**4ri**
3	PdB: – Pg3b -Alta suscettività al dissesto (frana stabilizzata/relitta e/o indicatori geomorfologici indiretti)	**3asd**
3	Fascia C (inondabilità T.R. cinquecentennale)	**3i**
3	Aree in piana alluvionale con presenza nel sottosuolo di orizzonti con scadenti proprietà geotecniche	**3gt**
3	Criticità idrogeologiche	**3idr**
2	Acclività/caratteristiche litotecniche per aree in roccia affiorante o subaffiorante	**2gt**
1	Carte acclività/ caratteristiche litotecniche per aree in roccia affiorante o subaffiorante	**1**

6. STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA – LIVELLO I

Le indagini di microzonazione sismica di LIVELLO I sono state svolte secondo quanto specificato nella DGR 714/2011 e nelle Linee Guida per l'elaborazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici comunale – Dipartimento Ambiente Regione Liguria, nonché dal DPC per la MS versione 3.0 (ottobre 2013).

La microzonazione sismica (MS) è uno strumento di supporto per la governance del territorio nonché per la progettazione e la pianificazione delle emergenze di protezione civile. Scopo della MS è di individuare a scala comunale le condizioni locali che possono indurre a sensibili modifiche del moto sismico atteso e deformazioni permanenti sul territorio, sulle costruzioni ed alle infrastrutture. La qualità di tale studio è funzione del livello di approfondimento degli studi condotti nell'area di interesse ed è fortemente condizionato dalle risorse economiche a disposizione di chi redige lo studio.
La MS, quando applicata alla pianificazione urbanistica comunale, consente la definizione di un quadro conoscitivo più completo del territorio anche in prospettiva di una corretta pianificazione. In particolare consente l'individuazione degli ambiti prioritari d'intervento e di indagine, e dei livelli di approfondimento necessari in relazione alle scelte di piano e alla programmazione delle risorse.

In sintesi quindi le finalità principali di tale elaborato sono le seguenti:
- Individuazione di aree suscettibili di effetti locali nelle quali effettuare poi successive indagini più approfondite (Livello II e III)
- Definire il modello geologico, in termini di caratteristiche litologiche e geometriche delle unità geologiche che costituirà la base per la microzonazione sismica.

Per quanto concerne la delimitazione di massima delle aree che sono state oggetto di MS in questa fase preliminare si è proceduto ad uno screening generale del territorio, rimandando ad approfondimenti successivi per gli insediamenti principali e laddove siano previste trasformazioni insediative o infrastrutturali dunque:
- I centri abitati
- Le aree di espansione (nuova edificazione e completamento), piani di insediamento produttivo, artigianali ed industriali riconosciuti a livello regionale, provinciale e comunale
- Le frazioni con continuità edilizia e comunque con un numero sufficiente di abitanti

Lo studio di MS si basa sulla redazione di un modello di sottosuolo in relazione alle litologie presenti, ai loro rapporti geometrici e stratigrafici ed ai parametri fisico-meccanici che li caratterizzano , in modo tale da poter valutare i diversi effetti prodotti dall'azione sismica.
A questo proposito si sono utilizzate le carte Geolitologica e Geomorfologica redatta a corredo del PUC e che riprende le relative cartografie ufficiali dei Piani di Bacino vigenti, la carta dell'acclività unitamente alle informazioni derivanti dalla banca dati all'uopo elaborata attraverso la consultazione degli archivi comunali.

Lo studio di Microzonazione sismica comprende nel dettaglio i seguenti allegati:
1) Banca dati delle indagini geognostiche pregresse opportunamente rielaborate (sostitutiva in questa prima fase della carta delle indagini geognostiche, stante l'esiguo numero di dati disponibili)
2) Preliminare Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS), che rappresenta il documento fondamentale di questo livello di approfondimento. In questa cartografia le aree esaminate sono divise in tre principali categorie:

a) *Zone stabili (ZONE A)*, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura , litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con coperture dello spessore massimo di 3m con morfologia pianeggiante e pendii con inclinazione inferire a 15°. Le zone stabili sono differenziate in base alla tipologia, alla stratificazione e al grado di fratturazione.
b) *Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (ZONE B),* nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale; in tali zone le coperture sciolte di qualsiasi natura e i livelli del substrato roccioso che presentano condizione di elevata fratturazione e disarticolazione; gli spessori di tali coperture devono essere superiore ai 3m. Sono inoltre comprese le aree che presentano inclinazioni superiori ai 15°, anche se caratterizzate da substrato da affiorante a sub-affiorante, Anch'esse sono

differenziate in base alla stratificazione e al grado di fratturazione.

c) *Zone suscettibili di instabilità,* nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti, oltre i fenomeni di amplificazione, sono riconducibili a deformazioni permanenti nel territorio. In queste zone sono identificate 4 categorie principali di effetti deformativi 1) instabilità di versante; 2) liquefazione; 3) faglia attiva e capace; cedimenti differenziali

6.1 ANALISI DEL TERRITORIO – CARTA DELLE MOPS

Secondo le indicazioni normative, i terreni riconosciuti nel comprensorio oggetto di indagine sono stati così distinti:

A ZONE STABILI	SOTTOCLASSE A1	ALS	Substrato geologico con alternanza di litotipi
	SOTTOCLASSE A2	SF	Substrato geologico fratturato/alterato

B ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI	SOTTOCLASSE B1	GW/GP SW/SP	Ghiaia sabbiosa, sabbia ghiaiosa. Ambiente fluviale/piana inondabile
	SOTTOCLASSE B2	GM/GC SM/SC	Ghiaia limoso-argillosa con sabbia, sabbia limoso-argillosa con ghiaia. Ambiente di versante
	SOTTOCLASSE B3	Al	Riporto antropico con matrice limoso-sabbiosa
	SOTTOCLASSE B4	ALS	Substrato geologico con alternanza di litotipi
	SOTTOCLASSE B5	SF-1	Substrato geologico fratturato/alterato
	SOTTOCLASSE B6	SF-2	Substrato geologico molto fratturato/alterato

C ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA’	SOTTOCLASSE FR1	FA	Frane attive
	SOTTOCLASSE FR2	FQ	Frane quiescenti
	SOTTOCLASSE FR3	FR	Frane inattive (relitte, stabilizzate, paleofrane)
	SOTTOCLASSE FR4	-	Instabilità connesse a forme di superficie
	SOTTOCLASSE FR5	-	liquefazione

Dall'analisi della carta delle MOPS emerge come la zonizzazione del territorio risulti strettamente condizionata dall'assetto litologico-strutturale del territorio e come la classe prevalente risulti quelle delle Zone Stabili Suscettibili di Amplificazione (CLASSE B). Relativamente a questa classe le criticità maggiori rilevate sono rispettivamente in pendio, a causa dello stato di fatturazione /alterazione del substrato, e nel fondovalle relativamente ai depositi alluvionali a cui si sovrappone una potenziale, anche se improbabile visto le magnitudo attese, criticità alla liquefazione.
Le Zone suscettibili di Instabilità risultano principalmente corrispondenti agli accumuli detritici in pendio e ai movimenti franosi atti e potenzialmente riattivabili in caso di scuotimento sismico.

Dott. Geol. Giovanni RIZZI **Dott. Geol. Barbara MUSANTE**