

PREMESSA

La presente relazione espone i dati emersi dall'indagine geologica e geologico –applicata a corredo del nuovo Piano Urbanistico Comunale, elaborato inizialmente come Piano Regolatore Generale ai sensi dell'art.31 della Legge Reg.Liguria n 24 del 8.7.87 e della circolare applicativa n 7734/8706 nonchè della integrazione a detta circolare pubblicata sul B.U. n19 dellaReg.Liguria in data 11.5.88, e successivamente rielaborati come componenti analitici della descrizione fondativa di cui al comma 2 dell'art. 29 della legge R.L. 4/9/97 n°36.

Considerato il tempo trascorso tra l'affidamento dell'incarico (anno 1995) e la ripresa delle operazioni di elaborazione del PUC, molte modifiche sono intervenute sia nella normativa urbanistica, sia sul territorio oggetto di indagine , sia infine nelle classificazioni geologiche. Il semplice aggiornamento dei dati raccolti e cartografati (le relative Tavole sono state trasmesse a suo tempo al coordinatore del Piano) si è dimostrato oltre che eccessivamente laborioso praticamente impossibile.

Di fatto, l'evoluzione normativa intervenuta durante il periodo di gestazione del PUC (Piano di Bacino dei T. Segno, Quiliano e Pora, Codice delle costruzioni, legge sismica ecc.) ha reso necessaria la totale rielaborazione sia delle Carte di analisi per le quale, tra l'altro è stata sostituita l'originaria base topografica, sia per la Carta di sintesi costituita dalla Carta di Zonizzazione e Suscettività d'uso del territorio.

In effetti nuovi grandi interventi (Aurelia bis), riconversione di aree ex industriali, sviluppo di impianti a elevato impatto territoriale (discariche e cave) hanno reso obsolete e inadeguate le indicazioni cartografiche e le prescrizioni di carattere geologico applicato contenute nella Carta di Suscettività d'Uso. Peraltro l'aggiornamento di questa Carta, con l'inserimento delle trasformazioni subite negli ultimi anni, si è dimostrata una ipotesi non percorribile sia per motivi di tempo sia di finanziamento.

Si è pertanto optato per l'aggiornamento formale della cartografia, che è stata resa omogenea con quella urbanistica, unendo in un'unica Carta le originarie tre porzioni in cui era stato suddiviso il territorio comunale e ruotando il disegno rispetto al Nord in modo da renderlo omogeneo con la cartografia urbanistica.

Non sono state viceversa analizzate le trasformazioni territoriali nel frattempo intervenute, rinviando, per l'illustrazione degli aspetti geologico applicati di queste trasformazioni, alla documentazione di progetto relativa a ciascun intervento.

Ne è derivata una cartografia di analisi tuttora valida per l'intero territorio per quanto riguarda l'aspetto litologico-strutturale, l'acclività e la dinamica dei Versanti, valida viceversa limitatamente alle zone non trasformate da grandi opere, per quanto attiene alla Carta geomorfologica e idrogeologica.

Per l'approfondimento degli aspetti geomorfologici e idrogeologici delle porzioni di territorio trasformate dalle grandi opere recentemente realizzate, si rinvia come già detto alla documentazione progettuale di ciascun intervento.

Il testo della presente Relazione Geologica è articolato come commento alle Carte tematiche, Carte che sono state elaborate individuando i temi specifici essenziali per una corretta descrizione del territorio comunale, sotto l'aspetto geologico, geomorfologico, idrogeologico e di suscettività d'uso.

1. Cenni Geografici sul territorio del Comune di Vado Ligure

Il territorio corrispondente al Comune di Vado Ligure si estende su una superficie di 23.5 Km² ed ha forma di rettangolo irregolare con i lati più lunghi orientati NNE-SSW.

E' occupato per la maggior parte dal bacino del T.Segno; il piccolo bacino del Rio Cappella e parte del bacino del Rio S.Nicolò occupano il settore Sud del territorio comunale.

In prossimità della linea di costa il bacino del T. Segno viene sostituito nella porzione NE dal bacino del T. Quiliano.

In prossimità del crinale piccole porzioni del territorio comunale ricadono nei bacini del T. Quiliano e del T. Sciusa

Le quote variano dal livello del mare fino a quota 793 m slmm (Rocca dei Corvi). L'area pianeggiante si incunea verso l'interno lungo la Valle di Vado fino alla località Carpinetta.

Dall'origine alla foce il T.Segno scorre da W verso E con andamento complessivamente rettilineo e con alcune irregolarità dovute alle diverse caratteristiche geomeccaniche delle formazioni attraversate ed al loro assetto strutturale.

In generale tutti gli affluenti del T. Segno hanno direzione perpendicolare all'asta principale: gli affluenti in sponda orografica sinistra hanno direzione NNW/ SSE , mentre quelli in sponda orografica destra hanno viceversa direzione opposta.

2.Commento alla Carta Geologica (Tav. 25)

La redazione della Carta Geologica si è basata preliminarmente sulla ricerca bibliografica , tenendo conto della evoluzione delle conoscenze scientifiche e delle nuove terminologie impiegate in campo geologico.

Il rilevamento diretto di campagna e l'analisi fotointerpretativa delle foto aeree (voli anni 1990 e 1993) hanno inoltre costituito elementi fondamentali per sviluppare l'indagine geologica.

La maggior parte del territorio di Vado Ligure è occupata da rocce appartenenti all'Unità Savona - Calizzano rappresentata dal Tegumento Permo Carbonifero e dalle miloniti.

Nella parte bassa, in contatto tettonico con il substrato metamorfico, sono inoltre presenti alcuni affioramenti appartenenti alla copertura meso - cenozoica.

Sul substrato metamorfico appoggiano i sedimenti prequaternari rappresentati da argille marnose azzurre e da argille sabbiose gialle della formazione di Ortovero.

Sono infine presenti depositi alluvionali recenti ed attuali localizzati lungo la costa ed i fondovalle.

Le coltri sciolte superficiali di origine detritica ed eluvio-colluviale sono arealmente poco estese ma abbastanza frequenti lungo i versanti.

Sono inoltre presenti vaste aree di riporto sia finalizzate allo smaltimento di rifiuti sia finalizzate alla costruzione di opere, mediante riempimenti di materiale sciolto.

2.1. Tegumento permo carbonifero

Il Tegumento Permo Carbonifero è costituito da depositi detritici di varie facies e spessori e da rocce vulcaniche che testimoniano le fasi tardive dell'orogenesi ercinica.

Le formazioni appartenenti al tegumento permo-carbonifero, presenti nel territorio di Vado Ligure sono quelle sotto riportate (le sigle corrispondono a quelle presenti nella Cartografia Geologica ufficiale):

m : = Miloniti

Vengono classificate con questo termine rocce profondamente trasformate con forte sovrainpronta polifasica alpina.

In affioramento presentano aspetto granitoide, a grana grossa, con grandi ocelli di K-Feldspato e struttura massiccia.

pc: = metasedimenti.

Sono inserite in questa categoria rocce appartenenti a diverse formazioni di età Permiana e Carbonifera che affiorano su tutto il territorio comunale e comprendono: la formazione degli Scisti di Gorra, la formazione degli Scisti di Viola, la Formazione di Ollano e la Formazione di Murialdo (Formazione del Santuario di Savona)

Il complicato assetto strutturale e la difficoltà di riconoscere attraverso l'esame macroscopico le rocce appartenenti a ciascuna formazione, ha imposto la scelta di non delimitare graficamente le singole formazioni .

Spesso i sedimenti permiani risultano commisti a lembi della formazione di Eze rappresentati per lo più da metabasiti scistose di colore verdastro i cui affioramenti non risultano cartografabili alla scala del rilievo.

I metasedimenti fini, di ambiente continentale, si sono depositati durante l'orogenesi ercinica e risultano interessati da metamorfismo alpino.

Tra i metasedimenti risultano maggiormente diffusi nel territorio comunale gli affioramenti di rocce della Formazione di Murialdo, rappresentate da filladi e micascisti carboniosi con caratteristiche lenti e vene di quarzo contorte.

E' anche presente una facies pelitica di questa formazione, che assume talora colore violaceo come avviene presso la chiesa della Valle di Vado in loc.Ferrari.

Lungo la strada per Segno affiorano rocce appartenenti alla formazione degli scisti di Viola, rappresentati da metaareniti verdastre con alternanze di livelli quarzosi e pelitici, caratterizzate da un tipico ripiegamento della scistosità. Per effetto di questa scistosità ripiegata questi litotipi sono facilmente suddivisibili in grosse scaglie; ciò determina negli ammassi di queste rocce diffusa disgregabilità per alterazione profonda.

mv: = Porfiroidi del Melogno, Formazione di Eze

Le rocce appartenenti a questa formazione sono rappresentate da meta-vulcaniti i cui litotipi sono caratterizzati da intensa scistosità, generalmente ripiegata e da frequenti sistemi di discontinuità che suddividono la roccia in frammenti minuti.

In affioramento si riconoscono per la tessitura a bande millimetriche alternativamente biancastre e verdoline a scistosità finemente ripiegata. E' abbastanza frequente anche la facies scistosa e fogliettata.

Nella Tav. 25 sono riportati due estesi affioramento di questi litotipi nella porzione alta del bacino del T. Segno, oltre ad altri piccoli lembi sparsi sul territorio .

Negli affioramenti di maggior estensione l'ammasso roccioso si presenta generalmente poco alterato; negli affioramenti minori, laddove la scistosità risulta più accentuata lo stato di conservazione della roccia risulta viceversa mediocre.

2.2. Coperture mesozoiche

Sotto l'aspetto giaciturale le coperture mesozoiche affiorano come lembi alloctoni (klippen) sovrapposti al tegumento permocarbonifero.

Sono costituiti in prevalenza da dolomie e calcari dolomitici diffusamente affioranti e in subordine da quarziti, spesso associate a conglomerati quarzosi del Verrucano.

Le litofacies rilevate e cartografate in Tav. **F1.1** appartenenti alle coperture mesozoiche sono :

qz = Quarziti: Queste rocce sono sempre associate alla formazione delle dolomie. Sono presenti in modo diffuso in affioramenti di forma allungata o lenticolare; motivo per cui l'ammasso roccioso si presenta in genere da mediamente a molto alterato per intensa laminazione.

Comprese nella sigla **qz** sono state cartografate anche metaareniti prevalentemente quarzose, tipicamente diagenizzate, risalenti al Verrucano , che sono spesso presenti in associazione con le quarziti .

do = Dolomie : sono costituite da dolomie più o meno calcaree che affiorano in bancate di varia potenza o in facies massiccia con colore prevalente grigio. Gli affioramenti di maggior estensione presentano uno stato di conservazione generalmente buono.

In prossimità dei contatti, che spesso hanno andamento verticale, l'ammasso roccioso si presenta intensamente fogliettato, con foglietti paralleli al contatto,.

2.3. Coperture Pre-quadernarie

Le coperture pre-quadernarie presenti nel territorio vadese comprendono le seguenti formazioni:

ag = Argille plioceniche

Sono rappresentate in prevalenza da argille marnose azzurre (Piacenziano) associate molto spesso ad argille sabbiose ed a sabbie gialle (Astiano) .

Entrambi i litotipi appartengono alla formazione delle Argille di Ortovero il cui periodo di formazione risale al Pliocene, periodo in cui la configurazione delle Alpi Liguri non doveva differire molto da quella attuale.

All'inizio del periodo si verificò una ingressione marina caratterizzata nella sua parte inferiore da depositi marnosi ed argillosi, che per diagenesi formarono le argille plioceniche.

2.4. Formazioni del Quaternario e recenti

Le formazioni del Quaternario e le formazioni attuali e recenti presenti nel territorio comunale sono costituite da:

Al = Alluvioni

Le alluvioni sono suddivise , secondo una distinzione cronologica, in:

fa = Alluvioni antiche.

Sono rappresentate da conglomerati a matrice argillo-sabbiosa, di colore rossastro (ferretto), alternati a livelli argillo-sabbiosi ed a conglomerati minuti.

Sono inoltre presenti depositi conglomeratici e brecciosi alquanto cementati con morfologia spesso non pianeggiante, ma leggermente in pendio.

Fino a non molto tempo fa le Alluvioni antiche (Fluviale antico) venivano sovente cartografate come formazioni del Pliocene.

Al: = alluvioni attuali e recenti.

Comprendono i depositi di spiaggia e le alluvioni attuali, potenti e medio potenti, che si ritrovano nella zona costiera e nel tratto terminale del fondovalle.

Si tratta di depositi stratificati con passaggi laterali tra strati a diversa granulometria, anche di forma lenticolare.

Dove l'energia dell'acqua ha consentito il trasporto di materiale di maggior granulometria si sono formate alluvioni grossolane costituite da ciottoli e ghiaia, mentre nei tratti dove l'acqua possedeva minor energia venne depositato anche materiale fine.

E' frequente comunque che i diversi cinematismi si siano verificati in tempi diversi in corrispondenza della medesima sezione idraulica a causa delle variazioni del regime idrologico, per cui la stratigrafia dei depositi alluvionali presenta alternanze di orizzonti grossolani e di livelli a granulometria fine.

Dt = Coperture detritiche

Nella Tav. 25 sono stati riportati i limiti di tutte le aree interessate da coperture sciolte mediamente e molto potenti, di origine naturale.

Sono pertanto rappresentate con questa sigla sia le coltri di natura eluvio colluviale, costituite da materiale granulometricamente eterogeneo, sia gli accumuli detritici di pendio.

Nella carta geomorfologica (Tav. 26) le coperture detritiche sono state poi distinte per potenza e per genesi.

3. Commento alla Carta Geomorfologica (Tav. 26)

Gli obiettivi perseguiti per la formazione della Carta Geomorfologica, meglio precisati nel corso dell'indagine, sono stati quelli di individuare le forme del terreno, la loro disposizione spaziale ed i processi che le hanno determinate.

La redazione della carta Geomorfologica è stata supportata da un lavoro preliminare di fotointerpretazione, che si è dimostrato indispensabile per evidenziare quelle relazioni spaziali non percepibili in campagna.

In ogni caso la Carta Geomorfologica redatta per il PUC si è adeguata, ove meno cautelativa, alla Carta Geomorfologica elaborata dalla Provincia come supporto essenziale per la formazione della Carta della Suscettività al dissesto dei Piani di Bacino che interessano il territorio del Comune di Vado L. (T. Segno, T. Quiliano e T. Sciusa)

I tematismi riportati sulla Carta Geomorfologica riguardano: gli affioramenti rocciosi, le coperture detritiche, i depositi alluvionali, le forme gravitative, i fenomeni erosivi e le forme antropiche.

3.1. Roccia affiorante e/o subaffiorante

Sono compresi in questa voce sia i versanti in roccia francamente affiorante che quelli in roccia subaffiorante, intesi come quelli che presentano coperture sciolte inferiori ai 2 m di spessore.

La suddivisione nelle seguenti quattro classi di qualità si è basata prevalentemente sullo stato di conservazione dell'ammasso roccioso, condizionato dalle eterogeneità litologiche e dalle discontinuità presenti (stratificazione, fatturazione, fessurazione, scistosità), che riguardano sia le giaciture delle discontinuità sia la loro densità.

Per quest'ultimo parametro si è fatto riferimento al valore RQD (Rock Quality Designation), espresso come percentuale, ricavabile dall'espressione:

$$RQD = 115 - 3,3 J_v$$

dove J_v è il numero di giunti nell'unità di volume .

(Vedi Int.Soc. Rock Mech. - Comm. on Standardization of Laboratory and Field tests- Pergamon Press -1978).

Le quattro classi di qualità riportate sulla Carta Geomorfologica sono:

R = Rocce in buono stato di conservazione, con elevati valori delle resistenze meccaniche, giacitura generalmente massiccia e/o debolmente scistosa, con RQD > 50%. In questa categoria sono inseriti quasi esclusivamente gli affioramenti più estesi di roccia dolomitica.

Rm = Rocce in mediocri condizioni di conservazione variamente fratturate, con RQD compreso tra 25% e 50%; con questa voce si sono raggruppate metavulcaniti, dolomie in lenti, Quarziti.

Ra = Rocce in scadenti condizioni di conservazione, alterate e/o intensamente fratturate, (metasedimenti) e rocce intensamente tettonizzate. ($0 < \text{RQD} < 25\%$)

Rcong-Rarg = Sono comprese in questa categoria le rocce conglomeratiche e argillose, i terreni del Fluviale antico e le Argille di Ortovero.

Nella Carta compare inoltre come elemento generico, senza connotazione di qualità la voce:

Affioramento roccioso con la quale sono stati perimetrati gli ammassi rocciosi di maggior estensione, direttamente affioranti, privi di copertura sciolta.

3.2. Coperture detritiche

L'origine delle coltri detritiche naturali riportate sulla Carta Geomorfologica è prevalentemente di tipo eluvio colluviale, la loro granulometria è generalmente di tipo medio fine.

Le coltri detritiche naturali con spessore inferiore a due metri sono state considerate assenti (roccia subaffiorante) . Quelle di potenza maggiore sono state suddivise in due classi:

dtm: = Coperture detritiche di media potenza (da 2 a 5 m)

dtp : = coperture detritiche potenti (> 5 m). Nel territorio del Comune di Vado Ligure questa categoria risulta pochissimo rappresentata essendo presente su aree di estensione insufficiente per poter essere cartografata.

Le coltri, poco estese ma frequenti, che si rilevano lungo l'asta del T. Segno, per lo più poste in posizione di raccordo morfologico tra le alluvioni e l'inizio del rilievo, sono costituiti in parte da materiale colluviale e in parte da sedimenti alluvionali.

Le coperture di maggior estensione sono impostate soprattutto su rocce alterate (**Ra**) dove il fenomeno di detritazione ed alterazione con formazione di argille, risulta più sviluppato.

3.3. Depositi alluvionali

Sono costituiti da formazioni estremamente variabili per litologia, estensione, potenza e caratteristiche granulometriche e costituiscono la maggior parte delle zone pianeggianti di fondovalle.

Lungo i corsi d'acqua i depositi alluvionali costituiscono fasce generalmente ristrette, disposte parallelamente all'asta

Alla foce dei T. Segno e T. Quiliano, la piana alluvionale, relativamente poco estesa, sfuma nei depositi di spiaggia.

I depositi alluvionali presenti nel territorio comunale sono stati suddivisi in :

Depositi di spiaggia.

Questi sedimenti di origine fluviale hanno subito rimaneggiamento e trasporto per effetto della dinamica costiera . Sono rappresentati da sedimenti prevalentemente sabbiosi che si estendono secondo una striscia piuttosto stretta lungo la linea di costa.

Alluvioni attuali e recenti

Si estendono per tutta la porzione pianeggiante del territorio assumendo la maggior ampiezza tra le aste del T. Segno e Quiliano. Le alluvioni si inoltrano lungo tutto il fondovalle attorno all'asta del . Segno, restringendosi progressivamente verso monte.

In genere le granulometrie maggiori si riscontrano nella parte montana ed in corrispondenza dell'asta del T. Segno e si riducono progressivamente verso la linea di costa e verso il limite laterale di contatto con le altre formazioni .

Terrazzi fluviali.

Rappresentano depositi pensili originatisi in tempi anche relativamente recenti quando la quota del T. Segno era più elevata di quella attuale.

Sono costituiti da alternanze di ghiaie con livelli a granulometria più fine prevalentemente sabbioso-limosi.

Su questi terrazzi si sono sviluppati, per il loro andamento pianeggiante e la facile accessibilità, estesi insediamenti edilizi

3.4. Forme gravitative

Sono definiti con questo termine i movimenti massivi del terreno che si verificano avendo come elemento determinante la forza di gravità. Questi fenomeni naturali risultano molto significativi per l'analisi della dinamica dei versanti.

Le forme gravitative rilevate sul territorio comunale sono state contrassegnate con i seguenti termini:

- Cigli di distacco

Con questo simbolo sono stati indicati piccoli dissesti, localizzati in fase di rilevamento, identificati come limite areale di depressioni (concavità), da improvvise variazioni di pendio o ancora da forme rivelatrici di fenomeni franosi antichi o recenti.

- Scarpate d'erosione

Questa definizione è stata attribuita ad alcune forme di arretramento morfologico, presenti sul territorio comunale, caratterizzate da scarpate a forte acclività con accumulo di detrito al piede, spesso impostate su roccia alterata.

- Ffa: Fenomeno franoso attivo;

Sono contrassegnate con questa sigla quelle porzioni di territorio interessate da fenomeni gravitativi anche se con attività discontinua, caratterizzate da zone di accumulo recente di materiale sciolto non ancora assestato o in procinto di collassare,

- Ffq:fenomeno franoso quiescente.

Indicano sia situazioni di franosità potenziale per la presenza di condizioni di fragilità geomorfologica in grado di determinare il movimento, sia uno stato di quiescenza, per aver raggiunto la massa di terreno coinvolta, una sia pur precaria condizione di equilibrio. Sono quindi forme apparentemente stabilizzate che possono però essere riattivate qualora si verificino nuove modificazioni morfologiche.

Le zone **Ffa** e **Ffq** risultano più frequenti nelle porzioni alte del bacino del T. Segno e lungo il perimetro del territorio comunale.

3.5. Principali forme di erosione idrica

Le principali forme di erosione idrica individuate nel territorio di Vado L. sono rappresentate dal ruscellamento superficiale diffuso e dall'erosione concentrata di fondo.

Ruscellamento superficiale diffuso

E' un fenomeno che interessa esclusivamente lo strato superficiale del suolo ed è caratterizzato da un finissimo reticolato di solchi di erosione difficilmente individuabili singolarmente all'esame macroscopico e visibili soprattutto attraverso l'esame delle foto aeree.

Il fenomeno è particolarmente ingente in corrispondenza di zone denudate, in presenza di roccia affiorante o subaffiorante, su versanti ad acclività medio - alta.

Erosione concentrata di fondo

Questo fenomeno caratterizza quei solchi vallivi che presentano incisioni particolarmente profonde.

Esso risulta più intenso in corrispondenza di substrati con minor tenacità (dt- Rcong-Arg) o quando le aste fluviali sono impostate su direttrici tettoniche.

- Erosione laterale di sponda

Per erosione laterale di sponda si intende quella attività erosiva che i corsi d'acqua esercitano sulle sponde soprattutto in corrispondenza delle anse.

L'erosione laterale, soprattutto in concomitanza di precipitazioni intense può provocare crolli nella sponda interessata dal fenomeno erosivo.

3.6. Forme antropiche

Sotto questa voce sono state raggruppate tutte quelle aree fortemente modificate da interventi antropici rispetto alla situazione naturale.

In queste zone la morfologia naturale, determinata dalla dinamica di versante, risulta alterata dall'intervento dell'uomo, intervento che ha modificato i parametri originari (erosione, pedogenesi etc), determinando processi evolutivi diversi da quelli naturali (scavi, riporti, impermeabilizzazioni, canalizzazioni, drenaggio delle acque di superficie e profonde).

In questa categoria sono comprese:

- Cave dismesse e Cave attive.

Nel territorio comunale sono presenti 2 cave attive, a cielo aperto, che coltivano calcari dolomitici e molte cave dismesse, per lo più di piccola dimensione utilizzate prevalentemente come cave di prestito.

Nella Carta Geomorfologica sono state riportate con il simbolo corrispondente tutte le cave più importanti, sia in attività che dismesse.

Mediante l'analisi stereoscopica delle foto aeree si sono individuati i principali fronti di scavo delle cave dismesse.

Le caratteristiche delle cave in esercizio, con piano di coltivazione approvato sono state viceversa ricavate dalla documentazione di piano e dalle schede redatte dalla Regione Liguria

- Riporti

Sono stati cartografati con questa voce gli accumuli artificiali di qualsiasi tipo purchè abbastanza estesi e potenti, presenti prevalentemente nella porzione di territorio interessata da grandi opere che hanno comportato movimenti di terra, o da consistenti accumuli di materiale di risulta proveniente da scavi di preparazione di aree industriali.

- Scavi

Nella Carta Geomorfologica sono riportate le aree interessate da scavi di grande estensione che hanno modificato in modo sostanziale la morfologia naturale, presenti soprattutto in zone ex industriali.

- Discariche

Sotto questa voce sono state inserite le discariche tuttora in coltivazione che corrispondono sostanzialmente alle tre discariche autorizzate (Bossarino= Rifiuti speciali non pericolosi ; Boscaccio = Rifiuti urbani non pericolosi ; discarica di inerti “Pogliano” in prossimità della cava Trevo) e alla discarica attualmente cessata di Casa Rossa. .

4. Commento alla Carta Idrogeologica. (Tav. 27)

Le tematiche rappresentate sulla Carta idrogeologica mirano a definire le interazioni dell'acqua col terreno e descrivono i fattori che governano la circolazione ipogea.

I terreni vengono perciò preliminarmente classificati in base alla loro permeabilità.

Le indicazioni di permeabilità riportate sulla Carta idrogeologica sono di tipo qualitativo basate su dati bibliografici e sull'esperienza professionale.

In generale la permeabilità viene distinta in base al movimento dell'acqua nel terreno: si distinguono così permeabilità per fratturazione e fessurazione, prevalenti negli ammassi rocciosi e permeabilità per porosità, caratteristiche dei materiali sciolti.

Nel territorio di Vado sono presenti anche rocce potenzialmente permeabili "in grande", definizione che viene usata in letteratura per le permeabilità di tipo carsico e che può interessare i calcari e altre rocce a componente carbonatica.

4.1. Formazioni permeabili per fratturazione e fessurazione

Le rocce la cui permeabilità avviene prevalentemente per fratturazione e fessurazione sono classificate nelle seguenti quattro categorie a permeabilità crescente:

- **Im : Rocce impermeabili** (o semipermeabili) con valori di $k < 10^{-6}$ cm/sec.

Sono rappresentate essenzialmente dalle argille della formazione di Ortovero (Pliocene).

- **Pfb: Rocce a permeabilità medio bassa** .(Valori orientativi $10^{-6} < k < 10^{-4}$ cm/sec)

Sono inserite in questa categoria i conglomerati pliocenici ed i conglomerati a cemento argilloso del Fluviale antico, gli scisti Permiani e Carboniferi.

- **Pfa: Rocce a permeabilità medio alta** ($k > 10^{-4}$ cm/sec)

- Sono rappresentate da metavulcaniti, quarziti, miloniti

- **Pc: Rocce a permeabilità medio alta per fratturazione, fessurazione e carsismo**

La permeabilità dei calcari e delle dolomie che costituiscono queste rocce può essere molto variabile . Nei litotipi poco fratturati può risultare inferiore a 10^{-5} cm/sec, mentre in caso di carsificazione può superare 1 l/sec.

.

4.2. Formazioni permeabili per porosità.

Le formazioni sciolte permeabili per porosità, indipendentemente dalla loro origine naturale o antropica sono state classificate come:

- Terreni a permeabilità alta ($k > 10^{-3}$ cm/sec)

Sono rappresentati dai depositi alluvionali, coltri detritiche, accumuli di frana, riporti grossolani.

- Terreni a permeabilità bassa ($k < 10^{-3}$ cm/sec)

I terreni a bassa permeabilità sono rappresentati dai sedimenti del Fluviale antico e dalle coperture sciolte su rocce argillose.

Ur : Aree urbanizzate e/o rimaneggiate

Nelle aree intensamente urbanizzate non è possibile stabilire i valori di permeabilità, che risultano comunque statisticamente ridotti rispetto a quelli originari, precedenti l'urbanizzazione per la presenza di pavimentazioni, strutture edilizie e impermeabilizzazioni.

Zone a forte contrasto di permeabilità.

Nella Carta Idrogeologica sono state anche evidenziate le zone a forte contrasto di permeabilità, che costituiscono zone di particolare interesse perché vi avvengono brusche variazioni nelle velocità di circolazione dell'acqua nel terreno, con incremento della infiltrazione verso le zone più permeabili ed un aumento del drenaggio superficiale nelle zone meno permeabili.

Il fenomeno è particolarmente significativo in corrispondenza di frane, sia attive sia stabilizzate e nelle paleofrane.

Limite aree inondabili per portata duecentennale.

Il limite delle aree inondabili per tempo di ritorno : 200 anni, è stato ricavato oltre che dalla Carta dell'Inondabilità del Piano di Bacino del T. Segno anche dal lavoro di Rossi e Mancini "Inquadramento del rischio idrologico nel bacino del T. Segno e valutazioni idrauliche per la definizione del rischio di allagamento nel suo tratto terminale".

5. Commento alla Carta dell'acclività dei Versanti (Tav. 28)

La pendenza dei versanti viene considerata un elemento geometrico di grande importanza dato che influisce sul clima, sul comportamento delle acque e sulla stabilità dei versanti.

Dal punto di vista climatico, la maggiore o minore energia solare che raggiunge la superficie topografica dipende anche dalla sua inclinazione.

La pendenza inoltre influisce sulle caratteristiche dei bacini idrografici determinandone alcune importanti caratteristiche idrologiche ed agisce come elemento primario sulla dinamica erosiva.

La pendenza dei versanti viene considerata uno dei fattori che incidono maggiormente sulla loro stabilità, in base alla constatazione che ad un aumento della pendenza corrisponde un aumento della frequenza dei fenomeni di instabilità.

La pendenza inoltre ha condizionato storicamente e condiziona tuttora l'uso del territorio da parte dell'uomo per ragioni di accessibilità e di utilizzo del suolo.

Il territorio comunale di Vado Ligure è stato suddiviso in sei differenti fasce di acclività in base alle seguenti classi di pendenza:

prima classe, con pendenza < 10%, comprende la zona pianeggiante e subpianeggiante, al piede dei pendii, dove si è maggiormente sviluppata l'area urbana dell'abitato di Vado ligure e dove sono presenti alluvioni recenti, pliocene e fluviale antico.

seconda classe, con pendenza 10%-25%, comprende pendii poco acclivi, presenti in aree sparse su tutto il territorio comunale dove sono presenti depositi del fluviale antico, coltri detritiche e roccia alterata.

terza classe, con pendenza compresa tra il 25% ed il 50%. Assieme alle acclività della quarta classe rappresenta la classe di acclività maggiormente estesa.

quarta classe: pendenza compresa tra il 50 ed il 75%. Questa classe di acclività assieme alla 3° classe è largamente rappresentata su tutto il territorio comunale ed è situata in corrispondenza delle litofacies più diffuse.

quinta classe : pendenza compresa tra 75% e 100% . Corrisponde alla classe di pendenza appena inferiore a quella massima e interessa aree, generalmente di limitata estensione ubicate nella porzione superiore del bacino del T. Segno in corrispondenza di rocce della formazione dei porfiroidi del Melogno o in rocce della formazione di Eze.

sesta classe: pendenza maggiore del 100%. Questa pendenza massima, che corrisponde a pendii con inclinazione superiore ai 45° interessa esclusivamente rocce dure, poco fratturate ed in buone condizioni di conservazione (dolomie compatte, quarziti, metavulcaniti della formazione di Eze).

La pendenza dei versanti, espressa in percentuale, è stata ottenuta sovrapponendo alla Carta Tecnica Regionale in scala 1:5000, una griglia a maglie quadrate con lato pari a 10 mm, equivalente sul terreno a quadrati di 50 m di lato. Sulla griglia è stato poi sovrapposto un reticolo a maglie circolari, con diametro pari a 10 mm; in modo che in ciascuna maglia risultasse un cerchio inscritto. Si è poi contato il numero di intervalli compresi tra le isoipse ricadenti in ciascun cerchio.

La pendenza percentuale ricavata corrisponde all'espressione:

$$P\% = n \times (e/d) \times 100 \text{ dove:}$$

n = numero di intervalli tra le isoipse ricadenti in ciascun cerchio

e = equidistanza , (che sulla CTR è di 5m)

d = diametro della cella (10mm =10 m)

da cui si ricava:

$$P\% = 50 n$$

I valori così ottenuti sono stati riportati sulla base CTR in sc 1:5000, all'interno di ciascuna maglia di 10 mm di lato. Si sono poi unite con linea continua tutte le maglie ricadenti nello stesso intervallo di acclività, eseguendo una interpolazione visiva in base alla topografia, per assegnare le zone di contatto ad una o all'altra zona limitrofa.

6. Commento alla Carta della Dinamica dei Versanti: (Tav. 29)

Per la redazione di questa Carta sono stati presi in considerazione i seguenti fattori ritenuti responsabili della stabilità dei versanti e cioè:

- La litologia
- le condizioni geo-strutturali e geomorfologiche,
- l'acclività.

Dalla combinazione di questi tre fattori, a seconda dell'aspetto più o meno favorevole che presentano, scaturiscono le diverse condizioni di stabilità.

La carta della dinamica dei versanti è stata così realizzata mediante l'incrocio della Carta geologica, con la Carta geomorfologica e con la Carta dell'acclività.

In via preliminare sono state individuate le acclività minime necessarie perchè possa iniziare uno spostamento di materiale; infatti se l'acclività è troppo bassa non può verificarsi distacco di materiale per la sola forza di gravità.

Le acclività minime ritenute necessarie per movimentare i terreni delle diverse formazioni sono:

acclività oltre la 5° classe: sono considerate critiche per le rocce in buone condizioni di conservazione **R** e per le rocce in mediocri condizioni di conservazione **Rm** (rif. carta geomorfologica)

acclività oltre la 4° classe: sono da considerarsi critiche per le rocce in cattive condizioni di conservazione **Ra** e per le rocce conglomeratiche **Rcong**.

Per quanto riguarda le coltri in materiale sciolto è stato viceversa ritenuto che per acclività inferiori alla terza classe (25- 50%) non possa verificarsi spostamento di materiale per effetto della sola forza di gravità. Per acclività inferiori alla 3° classe infatti l'eventuale movimento iniziale tende ad arrestarsi.

Sono state così ricavate le seguenti classi di stabilità:

6.1: da media ad elevata nelle rocce in buone condizioni di conservazione con rapporto strutture-pendio favorevole o indifferente ed acclività inferiori alla 5° classe o in coltre sciolta con acclività inferiori alla 3° classe in condizioni di regolarità morfologica.

6.2: da bassa a media nelle rocce in buone condizioni di conservazione (**SR1**), indipendentemente dalla giacitura delle discontinuità; su versanti oltre la 4° classe di acclività nelle rocce in mediocri condizioni di conservazione (**SR2**), nelle rocce in cattive condizioni di conservazione (**SR3**) e nelle rocce conglomeratiche (**SR1**).

Nelle zone dove sono presenti coltri di media potenza e molto potenti la classe di stabilità da bassa a media è indicata con i simboli **SC1 e SC2**.

Sotto il simbolo **SC2** sono state inoltre cartografate tutte le emergenze morfologiche con forma convessa e quelle gibbosità di qualsiasi forma e dimensione rivelatrici di fenomeni franosi antichi o recenti. Questi elementi morfologici possono infatti essere considerati fattori predisponenti ad eventi franosi indotti direttamente o indirettamente, che sommandosi a fattori spontanei possono riattivare antiche frane. Essi costituiscono inoltre potenziali acquiferi e/o zone di elevata infiltrazione delle acque di precipitazione e di scorrimento superficiale.

Le Zone **SC1 e SC2**, dato che corrispondono a significativi accumuli di materiale sciolto rivestono notevole importanza anche per il rifornimento di materiale nel trasporto solido dei corsi d'acqua.

Sotto il simbolo **SF** sono state inserite tutte quelle aree sede di movimenti gravitativi in atto.

Forme instabili rilevate all'interno di zone classificate stabili, in cui il dato geomorfologico indica un fenomeno chiaramente localizzato e circoscritto a porzioni di territorio limitate, sono state evidenziate sulla Carta della Dinamica dei Versanti come “elementi geomorfologici puntuali indicatori di instabilità” e contrassegnate con un asterisco.

7. Carta della Suscettività d'uso del territorio (Tav. 30)

Dalla sovrapposizione ed incrocio delle Carte di analisi descritte in precedenza (Carta geologica , Carta geomorfologica, Carta idrogeologica, Carta dell'acclività, Carta della dinamica dei versanti) e tenuto conto della Carta della Suscettività al dissesto dei Piani di Bacino ex D.L. 180/98, è stata redatta la Carta di Suscettività d'Uso con la quale si sono individuate nel territorio comunale otto diverse categorie di aree con caratteristiche geologico applicate e di Suscettività d'uso relativamente omogenee.

L'attribuzione delle diverse categorie di Suscettività d'uso è basata principalmente sulle caratteristiche di stabilità geologica di ciascuna zona, completata con valutazioni delle caratteristiche geotecniche dei terreni, più o meno favorevoli all'insediamento edilizio ed alla realizzazione di infrastrutture.

Gli aspetti presi in considerazione per la definizione sotto l'aspetto geologico e geotecnico delle Zone aventi Suscettività d'Uso omogenea, sono stati quelli dell'accessibilità, della stabilità, dei fattori di rischio (sismico, idrogeologico) e della sostenibilità complessiva delle previsioni urbanistiche.

Per quanto riguarda l'inondabilità delle aree e la Suscettività al dissesto, questi elementi , che costituiscono altrettanti fattori di rischio geologico molto importanti, sono stati integralmente recepiti, ove meno favorevoli rispetto alla Suscettività d'uso ottenuta dalle Carta di analisi del PUC, dai Piani di Bacino stralcio dei T.Segno, Quiliano e Sciusa.

Interagiscono con la Suscettività d'uso anche diversi fattori di origine antropica che ne migliorano o peggiorano le condizioni d'Uso .

In particolare il fattore antropico di maggior incidenza su alcune porzioni del territorio è costituito dall'abbandono di aree storicamente antropizzate, adibite ad utilizzo agricolo.

In effetti l'abbandono di aree terrazzate con opere di sostegno delle terre e canalizzazione delle acque di superficie, si è tradotto nella mancata manutenzione del paesaggio costruito e quindi nella sua progressiva rovina .

Questo abbandono delle aree interne è di primaria importanza non tanto e non solo per la salvaguardia delle aree abbandonate, ma rappresenta un grave pericolo per le aree

urbanizzate che subiscono i danni derivanti dal degrado territoriale (eventi alluvionali, aumento del trasporto solido con interrimenti ed ostruzione di canali e tombinamenti).

Le otto categorie di Zona a cui corrispondono diverse suscettività d'uso, sono riunite in tre gruppi corrispondenti: il primo ad aree con substrato sciolto o a componente argillosa, il secondo ad aree in roccia ed il terzo ad aree con morfologia artificiale.

7.1. ZONE A.

Fanno parte delle Zone di tipo A, aree pianeggianti o a bassa acclività, con substrato costituito da depositi di spiaggia, sedimenti alluvionali e da coltri sciolte naturali di varia natura ed origine.

Zone A1

Le Zone A1 presentano le seguenti caratteristiche che determinano conseguenti suscettività d'uso:

- Litologia: Depositi di spiaggia e depositi alluvionali attuali e/o terrazzati, da poco a mediamente potenti a granulometria variabile, sede di falda freatica.

- Morfologia: Aree pianeggianti o debolmente inclinate , con forma allungata lungo i corsi d'acqua.

- Problematiche di carattere geologico applicato: Fondazionali e idrogeologiche, legate alla potenziale presenza di livelli fini soggetti a liquefazione ed alla presenza della falda freatica con interazione acque dolci-acque marine . In queste zone sono situati i principali acquiferi del territorio comunale, che spesso presentano sensibili livelli di contaminazione. Sarebbe pertanto necessaria una normativa di tutela ed il monitoraggio periodico delle acque di falda. Altri aspetti problematici delle Zone A.1 riguardano gli interventi portuali e sugli arenili, che incidono sull'evoluzione costiera.

- Distribuzione: le Zone A1. costituiscono la piana alluvionale dei T. Segno e Quiliano comprendente la maggior parte dell'abitato di Vado Ligure e la fascia costiera.

- Suscettività d'uso : Sono zone privilegiate per l'accessibilità, caratterizzate da facile insediabilità, ragion per cui si è sviluppata in queste zone un'alta densità urbana. Per alcune porzioni di queste aree possono rendersi necessarie difese idrauliche contro rischi di esondazione ed erosione spondale o l'esclusione di alcune attività inquinanti. Ricadono nelle Zone A1 molte aree ex industriali in corso di riconversione.

Zone A2

- Litologia: Conglomerati a cemento argilloso e argille sovraconsolidate (Pliocene) più o meno sabbiose e siltose, a comportamento coesivo e bassa permeabilità.

- Morfologia: Aree da subpianeggianti a collinari.

- Problematiche di carattere geologico applicato: Fronti di scavo generalmente stabili a breve termine e potenzialmente instabili a lungo termine. Presenza di fasce a forte contrasto di permeabilità. Possibili problemi fondazionali e di cedimento differenziale legati alla eterogeneità e anisotropia delle formazioni.

- Distribuzione: Sponda orografica sinistra del T. Segno e lungo il fondovalle

- Suscettività d'uso: Zone privilegiate per l'accessibilità, e la facile insediabilità a condizioni mediamente onerose per viabilità e servizi.

Zone A3

- Litologia: Coperture detritiche di varia natura (generalmente eluvio- colluviali) da mediamente a molto potenti, attualmente stabili.

- Morfologia: Da collinare a montuosa.

- Problematiche di carattere geologico applicato: Equilibrio di versante generalmente stabile con aspetti insediativi complessi (movimenti di terra, deflussi sotterranei, stabilità di versante). Condizioni fondazionali variabili.

- Distribuzione: aree a sviluppo generalmente limitato lungo i versanti, spesso sistemate a terrazze.
- Suscettività d'uso: il costo delle opere di sistemazione può risultare particolarmente gravoso e non giustificare l'utilizzo di queste aree per nuovi insediamenti. E' importante che nelle zone terrazzate i muri di terrazzo siano mantenuti e, in caso di loro demolizione, ricostruiti con caratteristiche analoghe a quelle originarie.

Zone A4 .

- Litologia: Copertura detritica di varia natura (eluvio-colluviale e gravitativa) da mediamente a molto potente attualmente instabile.
- Morfologia: Da collinare a montuosa .
- Distribuzione: Sono aree situate in prevalenza nella porzione superiore del bacino del T. Segno, spesso costituite da aree terrazzate abbandonate, che manifestano situazioni di degrado. Molte di queste zone (ad es. presso loc. Cunio), sono indicate come aree da molto a mediamente instabili nella Carta regionale della stabilità paesistico ecologica.
- Problematiche di carattere geologico applicato: condizioni di equilibrio precarie con possibilità di riattivazione delle frane quiescenti . Difficoltà di caratterizzazione geotecnica dovute alla variabilità composizionale del materiale sciolto. Possibili problemi idrogeologici per la presenza di orizzonti a forte contrasto di permeabilità.
- Suscettività d'uso. Sono aree con equilibri precari ed in via di progressivo peggioramento, per effetto della mancata manutenzione di un ecosistema costruito dall'uomo, incapace di reggersi senza interventi manutentivi. Eventuali nuovi insediamenti o ristrutturazioni dell'esistente dovrebbero essere legati al presidio del circostante territorio e non comportare nuova viabilità.

7.2. ZONE B

Fanno parte delle Zone di tipo B le aree caratterizzate da substrato roccioso affiorante o subaffiorante

Zone B1

- Litologia: Formazioni in roccia in discreto o buono stato di conservazione e grado di fratturazione e/o foliazione medio basso, con rapporto discontinuità pendio da favorevole a indifferente.

- Morfologia: Da collinare a montuosa.

- Distribuzione: Aree estese, presenti su gran parte del territorio

- Problematiche di carattere geologico applicato: Nessuna di rilievo per le fondazioni. Versanti stabili. Condizioni di insediabilità variabili in relazione all'accessibilità delle aree.

- Problematiche ambientali. Nelle aree B.1. soggette a vincolo carsico in cui il substrato è costituito da rocce calcareo-dolomitiche, sussistono limitazioni di insediabilità definite dalla normativa di settore e dalle condizioni idrogeologiche, ambientali e paesaggistiche locali.

Zone B2

- Litologia: Formazioni rocciose in varie condizioni di conservazione, potenzialmente instabili.

- Morfologia: Da collinare a montuosa.

- Problematiche di carattere geologico applicato: Condizioni di accessibilità generalmente difficoltose per elevata pendenza dei versanti. Potenziale instabilità dei fronti di scavo e di versante conseguenti a movimenti di terra. Condizioni fondazionali favorevoli in relazione alle caratteristiche meccaniche generalmente buone del substrato roccioso.

Distribuzione: Aree estese presenti su gran parte del territorio, che interessano tutti i litotipi.

Zone B3

- Litologia: formazioni rocciose in condizioni giaciture non favorevoli e di conservazione mediocri.
- Morfologia: Da collinare a montuosa
- Problematiche di carattere geologico applicato: Sono zone geomorfologicamente "fragili", in cui i versanti risultano generalmente in condizioni di equilibrio precario. Gli interventi che comportano movimenti di terra estesi possono attivare fenomeni gravitativi ed erosivi sui versanti più acclivi. Gli interventi a maggior rischio risultano gli scavi a grande sviluppo lineare (nuova viabilità, condotte interrato). In molte zone B.3 sono già presenti ruscellamento diffuso, erosione concentrata di fondo, scarpate d'erosione e cigli di distacco. (Vedasi Tav. 26: Carta geomorfologica).
- Distribuzione: Aree in genere poco estese, distribuite su tutto il bacino del T. Segno con maggior frequenza nella parte alta .
- Suscettività d'uso : Zone inadatte ad interventi che comportino scavi e riporti di qualche entità o ad insediamenti diffusi.

7.3. ZONE C

- Litologia: variabile, comprendente sia terreni sciolti che roccia, caratterizzate da ingenti movimenti di materie (cave, discariche) caratterizzate da una profonda modificazione dell'assetto naturale .
- Morfologia: aree intensamente modificate sia in pianura che in Zona collinare e montuosa.
- Problematiche di carattere geologico applicato: Legate prevalentemente alla modificazione della dinamica di versante e dell'assetto idrogeologico. Gli aspetti geologico applicati ed ambientali relativi alle Cave e discariche attive sono affrontati e risolti nell'ambito dei rispettivi progetti e Piani di coltivazione. Per gli impianti dismessi valgono, ove esistenti i relativi piani di bonifica. Il riutilizzo di aree abbandonate appartenenti a Zone C, dovrebbe

essere soggetto a progetto di bonifica, nel quale devono essere indicate anche le possibili destinazioni d'uso.

- Problematiche di carattere ambientale: Possibile contaminazione delle acque freatiche con limitazioni alla loro derivazione ed utilizzo. Nelle aree ex industriali, limitazioni a nuove destinazioni d'uso, in relazione alla presenza di contaminanti nel terreno in concentrazione superiore a quella stabilita dalla vigente normativa.

Distribuzione: Oltre alle cave attive: Cava Trevo presso Galleria Fornaci e Cava Mei-Colombino e alle discariche autorizzate: Boscaccio (RSU) , Bossarino (speciali N.P) e "Pogliano" (inerti) sono presenti Zone C nella parte bassa e media del bacino del T. Segno e lungo la costa dove interessano aree industriali, portuali e grandi linee di comunicazione.

- Suscettività d'uso. Negli impianti autorizzati l'utilizzo è quello indicato negli Atti autorizzativi. Per le aree abbandonate il riutilizzo deve essere subordinato ad un progetto di bonifica e recupero ambientale che ripristini anche nell'area circostante condizioni igienico-ambientali e di equilibrio statico ed idrogeologico.