COMUNE DI VADO LIGURE PROVINCIA DI SAVONA

PUC

PIANO URBANISTICO COMUNALE

RELAZIONE GEOLOGICA

Dott. Geol. Otello Bragantini
Studio Geologico, via IV Novembre, 17100 Savona

Dic 2011



INDICE

PREMESSA **5**

1. CARATTERI GEOGRAFICI E TERRITORIALI **6**

2. COMMENTO ALLA CARTA GEOLITOLOGICA (TAV. 25) **8**

2.1 ASSETTO GEOLOGICO – STRUTTURALE 8

2.2 UNITA' TETTONICHE E CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE 9

2.2.1 Tegumento Permo Carbonifero 9

2.2.2 Coperture mesozoiche 12

2.2.3 Coperture Pre-quaternarie 13

2.2.4 Formazioni del Quaternario e recenti 14

3. COMMENTO ALLA CARTA GEOMORFOLOGICA (TAV. 26) **16**

3.1 ROCCIA AFFIORANTE E/O SUBAFFIORANTE 18

3.2 COPERTURE DETRITICHE 19

3.3 DEPOSITI ALLUVIONALI 20

3.4 FORME GRAVITATIVE 21

3.5 PRINCIPALI FORME DI EROSIONE IDRICA 23

3.6 FORME ANTROPICHE 24

4. COMMENTO ALLA CARTA IDROGEOLOGICA (TAV. 27) **28**

4.1 FORMAZIONI PERMEABILI PER FRATTURAZIONE E FESSURAZIONE 29

4.2 FORMAZIONI PERMEABILI PER POROSITA' 29

5. COMMENTO ALLA CARTA DELL'ACCLIVITA' DEI VERSANTI (TAV. 28) **33**

6. COMMENTO ALLA CARTA DELLA DINAMICA DEI VERSANTI (TAV. 29) **34**

7. COMMENTO ALLA CARTA DELLA SUSCETTIVITA' D'USO DEL TERRITORIO (TAV. 30) **36**

7.1 ZONE A 37

7.2 ZONE B 39

7.3 ZONE C 40

8. ELEMENTI GEOMORFOLOGICI DI SIGNIFICATIVO INTERESSE ("GEOTOPI" E "GEOSITI") **41**

8.1 CAVE 44

8.2 AREA CARSICA 48

9. INQUADRAMENTO SISMICO **50**

9.1 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE 50

9.1.1 Categorie di sottosuolo 50

9.1.2 Condizioni topografiche 52

9.2 IL TERRITORIO COMUNALE 53

9.2.1 Categorie del sottosuolo 53

9.2.2 Condizioni topografiche 54

9.3 IL PROCESSO DI PROGETTAZIONE IN ZONA SISMICA 54

Elenco carte:

Tav. 25 – Assetto geomorfologico: carta geolitica, scala 1:10000;

Tav. 26 – Assetto geomorfologico: carta geomorfologica, scala 1:10000;

Tav. 27 – Assetto geomorfologico: carta idrogeologica, scala 1:10000 ;

Tav. 28 – Assetto geomorfologico: carta delle acclività dei versanti, scala 1:10000;

Tav. 29 – Assetto geomorfologico: carta della dinamica dei versanti, scala 1:10000;

Tav. 30 – Assetto geomorfologico: suscettività d'uso, scala 1:10000;

Tav. 30 bis – Sovrapposizione suscettività d'uso/Descrizione fondativa

PREMESSA

Lo studio del presente Piano Urbanistico Comunale, redatto ai sensi della Legge Regionale n°36/97, disciplina l'assetto, l'incremento edilizio e lo sviluppo urbanistico dell'intero territorio del Comune di Vado Ligure.

Ogni attività di trasformazione urbanistica ed edilizia dovrà uniformarsi alle prescrizioni in esso contenute oltre che alle leggi nazionali e regionali che normano l'attività edilizia ed urbanistica.

Le scelte adottate sono state elaborate in base a ricerche effettuate sul territorio come previsto dall'art.2 e 5 della L.U.R. 04/09/97 n°36 e persegue obiettivi di:

- riqualificazione degli insediamenti per un miglioramento della qualità della vita;
- organizzazione e potenziamento dei settori produttivi;
- ricomposizione e riassetto ambientale con particolare riguardo alla conservazione ed alla tutela dei caratteri storico-culturali del paesaggio.

Il PUC tutela ogni attività urbanistico-edilizia del suolo, soprassuolo e sottosuolo, tutelando l'integrità del territorio e valorizzando le risorse ambientali e le economie locali.

Gli interventi permessi nel territorio comunale, devono rispettare:

- le leggi nazionali e regionali in materia;
- i vincoli e le prescrizioni stabilite dalle presenti norme;
- la destinazione d'uso e i regimi di intervento ammessi nei singoli ambiti di conservazione e riqualificazione, nelle aree di ambito, nelle aree con intervento a progettazione unitaria, nei distretti di trasformazione;
- gli indici di edificabilità e/o le quantità massime prefissate e i parametri edilizio-urbanistici per categoria e/o per area di intervento;
- i tipi di intervento sul patrimonio edilizio esistente e le relative modalità di attuazione;
- le modalità di attuazione degli interventi con la specificazione delle quote di servizi ad essi afferenti;
- la salvaguardia, la tutela ed il corretto uso del territorio.

Il testo della presente Relazione Geologica, sviluppata sulla base della DGR 471 del 22.03.2010 ad oggetto "Criteri e linee guida regionali, ai sensi dell'art.1, comma 1 della L.R. 29/83, per l'approfondimento degli studi geologico-tecnici e sismici a corredo della strumentazione urbanistica comunale" 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. CARATTERI GEOGRAFICI E TERRITORIALI

Il Comune di Vado Ligure, in provincia di Savona, si estende su una superficie di 23.5 Kmq con una forma rettangolare irregolare con i lati più lunghi orientati NNE-SSW. Si estende lungo il litorale per circa 4 Km e si protende verso l'interno della valle del Torrente Segno fino a quota 793 m slmm (Rocca dei Corvi).
Il Comune confina a Nord Est con Savona, a Sud con Bergeggi, e a Nord Ovest con Valleggia e Quiliano. Esso comprende le frazioni di Porto Vado, San Genesio, Sant'Ermete, Valle di Vado e Segno.

Nel territorio di Vado Ligure si realizza un brusco passaggio da zone ad alta naturalità a zone periurbane a caratteristiche ancora rurali fino a giungere ad una zona a spinta urbanizzazione, che si estende sulla piana alluvionale ed ingloba la fascia costiera.

Si distinguono pertanto:
• una porzione terminale situata nella parte bassa del bacino in prossimità della costa, caratterizzata da aree prettamente urbane associate ad insediamenti industriali e artigianali;
• una parte mediana della valle (frazione di Sant'Ermete e San Genesio) dove si è esercitata una forte azione antropica soprattutto di disboscamento, sostituita da insediamenti recenti e da aree con attività agricole tradizionali;
• una parte alta della valle (frazione Segno, San Bernardo, Cunio, ecc.) dove una minore acclività, dovuta alle caratteristiche geolitologico-geomorfologiche, ha consentito l'instaurarsi di attività agricole, silvicole e pastorali.

Tale situazione morfologica generale ha condizionato fortemente gli insediamenti umani ed industriali: mentre gli antichi nuclei abitativi si sono inseriti, oltre che lungo la fascia costiera (Vado centro e Porto Vado), in corrispondenza dei terrazzi morfologici (San Genesio e Bossarino), oppure in prossimità dei corsi d'acqua (Valle di Vado e Sant'Ermete), gli insediamenti più recenti ed in particolare quelli industriali, hanno progressivamente occupato le zone della bassa collina.

La maggior parte del territorio è occupato dal bacino del Torrente Segno mentre solo limitatamente e in prossimità del crinale, dai bacini del Torrente Quiliano e del Torrente Sciusa.
In particolare nel bacino del T. Segno vengono ricompresi i bacini dei seguenti rii:
- in sinistra orografica il Rio Fontanazza e il Rio Lusso;
- in destra orografica il Rio Val Gelata, il Rio Cappella e il Rio S. Nicolò.

Il torrente Segno nasce all'estremità nord-occidentale del bacino, dal versante orientale della Rocca dei Corvi, ad una quota di circa 570 m. Nel tratto più in quota, quello della testata del bacino, l'asta si sviluppa con pendenza accentuata e orientamento grosso modo NW-SE; il suo corso è poco articolato, con modeste anse, fino alla confluenza nello stesso del Rio Machei. Da qui il torrente cambia direzione, da quella iniziale a WSW-ENE, mantenendola costante fino alla foce. L'articolazione del suo corso si fa più pronunciata, con un andamento nettamente meandriforme che interessa tutto il tratto centrale, fino alla località Valle di Vado, dove si apre la piana alluvionale terminale e nella quale il torrente, in funzione delle arginature e delle rettificazioni d'alveo, riassume un andamento pressoché rettilineo fino alla foce.

I principali affluenti sono costituiti dal Rio delle Fasce, dal Rio Giuè e dal Rio Termini in sponda sinistra, e dal Rio Calcinara, dal Rio Mulini, dal Rio Tecci e dal Rio Erxio in destra.
Per quanto concerne i bacini minori, in destra si hanno quelli del Rio S. Nicolò, del Rio Cappella e del Rio Calcinara; i primi due sono caratterizzati da una elevata acclività con reticoli poco maturi che sfociano nella stretta piana costiera a ridosso delle strutture portuali, mentre il Rio Calcinara è interessato da un lungo tratto terminale completamente tombinato, caratterizzato da basse pendenze, in seguito agli importanti interventi antropici realizzati lungo il tratto terminale della sua asta.
In sinistra orografica, il bacino del Rio Fontanazza si sviluppa con pronunciata acclività nella porzione superiore e in quella centrale, mentre in quella terminale, è stato tombinato per un lungo tratto e, insieme al Rio Lusso, è oggetto di un intervento in corso di realizzazione consistente in una nuova inalveazione con confluenza diretta nel T. Quiliano.

2. COMMENTO ALLA CARTA GEOLITOLOGICA (Tav. 25)

2.1 ASSETTO GEOLOGICO – STRUTTURALE

Nella Tavola 25 Descrizione Fondativa Carta Geolitologica (scala 1:10000) sono riportati gli aspetti fondamentali dell'assetto Geologico-Strutturale relativamente alle unità tettoniche ed alle litologie più rappresentative.
La cartografia è stata realizzata su rilevamento originale dell'area Comunale, integrando e parzialmente modificando la cartografia preesistente relativamente al Piano Urbanistico Comunale – Progetto Preliminare Struttura del Piano 2008, sulla base delle indicazioni della cartografia Provinciale e Regionale ufficiali.

Sono stati utilizzati i seguenti elaborati geologici/idrogeologici:
• Cartografia dei Piani di Bacino del Torrente Segno, Torrente Quiliano e Torrente Sciusa.
• Carta geologica con elementi di geomorfologia della Regione Liguria - I lotto sperimentale L.R. 28.03.89 n°7 - Scala 1:25.000 (rilevamenti originari in scala 1:10.000).
• Parco del Beigua: studi propedeutici per il Piano del Parco - elaborati preliminari relativi alla redazione della Carta geolitologica - scala 1:25.000 a cura dell'Università di Genova - DIPTERIS.
Si sono inoltre utilizzati rilevamenti geologici originali realizzati da singoli professionisti geologi e relativi a studi di pianificazione svolti a diverso titolo. Tali dati, infine, sono stati integrati attraverso rilevamenti autonomi sul territorio.

Nella redazione della Tavola 25, sono stati distinti:
- i vari litotipi nella loro estensione areale;
- i contatti tra gli stessi;
- le condizioni giaciturali della roccia;
- le lineazioni tettoniche principali.

Per la redazione della carta si è adottata la seguente metodologia:

- definizione e redazione della legenda;
- integrazione alle richieste del Comune di Vado Ligure, dei progettisti e consulenti a vario titolo del PUC nonché degli Enti preposti all'approvazione;
- validazione dei dati riportati sulla cartografia preesistente mediante sovrapposizione di tutta la cartografia, integrata, laddove necessario, da verifiche sul terreno;
- osservazione di foto aeree, con particolare riferimento alle strutture tettoniche.

La maggior parte del territorio comunale di Vado Ligure è caratterizzato geologicamente da una discreta percentuale di substrato affiorante e/o subaffiorante e dalla presenza di un limitato numero di litologie.
Queste rocce appartengono principalmente al Dominio Brianzonese ligure, il cui dominio inizia a differenziarsi da quello piemontese nel Trias Superiore, costituisce il prolungamento verso SE, dal colle di Tenda fino al mare, del Brianzonese classico e, come quest'ultimo, rappresenta al tempo stesso parte di un dominio paleogeografico e di un complesso di Unità Tettoniche che si ritiene provengano dalla porzione del paleocontinente europeo più prossima al margine del paleocontinente stesso.
Il Brianzonese è suddiviso dal punto di vista paleogeografico, in tre settori che, procedendo verso l'avampaese, prendono le qualificazioni di interno, intermedio, esterno.
Anche la serie stratigrafica viene generalmente distinta in tre parti: basamento cristallino, tegumento permo-carbonifero e 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.

2.2 UNITA' TETTONICHE E CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE

2.2.1 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 sovraimpronta polifasica alpina.

In affioramento presentano aspetto granitoide, a grana grossa, con grandi occelli 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.

Formazioni: descrizione

SCISTI DI GORRA [Permiano medio (?) – Carbonifero medio (?)]

La Formazione degli Scisti di Gorra è costituta da quarzoscisti, scisti quarzo-scericitici, cloritici, micascisti, scisti gneissici, localmente con grossi cristalli di K-feldspato, di colore variabile, localmente con lenti della Formazione di Eze (andesiti più o meno trasformate in prasiniti verdi, scisti prasinitici cloritico-epidotici derivate da laminazione avvenuta durante l'orogenesi alpina di materiali arenitico-pelitici o tufaceo-arenacei e, subordinatamente, lavici. Talvolta risultano subordinate intercalazioni di Porfiroidi del Melogno (porfiroidi a grana minuta o a grossi cristalli di k-feldspato, derivanti da laminazione durante l'orogenesi alpina di crioliti, riodaciti e trachiti-latiti più o meno tufacee).

SCISTI DI VIOLA [Permo Carbonifero]

Gli scisti di Viola sono costituiti da metaareniti verdastre con alternanze di livelli quarzosi e pelitici, caratterizzate da un tipico ripiegamento della scistosità.

Il passaggio tra le due formazioni (scisti di Gorra e scisti di Viola) è graduale. Rispetto alle altre litologie con cui compaiono in associazione (filladi e porfiroidi) sono quella prevalente; sono inoltre il litotipo maggiormente presente nel bacino. Infatti la porzione centrale risulta essere costituita dagli scisti, oltre a più limitati affioramenti dove, per estensione areale, sono invece prevalenti i porfiroidi.
Gli eventi tettonici hanno prodotto, oltre alla scistosità della roccia, successive deformazioni che si manifestano con fitti piegamenti e numerosi sistemi di fratturazione dell'ammasso roccioso.
Il litotipo è in genere in scadente stato di conservazione e spesso, soprattutto in prossimità di disturbi tettonici, la cotica di alterazione (regolite) è dell'ordine di qualche metro.
I maggiori affioramenti si trovano lungo la strada per Segno.

FORMAZIONE DI OLLANO [Carbonifero Superiore – Carbonifero Medio]
Conglomerati prevalentemente quarzosi, arenarie e, specie nella parte superiore, filladi e filladi carboniose; livelli grafitici ed antracitici; arenarie e conglomerati gneissici: micascisti e micascisti gneissici chiari.
In affioramento il litotipo si presenta in facies generalmente massiccia sebbene sia ancora riconoscibile l'originaria natura sedimentaria. L'ammasso roccioso ha risposto prevalentemente in modo fragile alle azioni deformative, con un'estrema variabilità dell'orientazione e della densità di fratturazione.
Tale litotipo affiora esclusivamente nella zona Santo Stefano – Monte S.Elena.

FORMAZIONE DI MURIALDO [Carbonifero Superiore-Carbonifero Medio]
Sono costituite da metasedimenti a granulometria fine e comprendono filladi sericitiche e micascisti carboniosi caratterizzate da una colorazione grigio-scura o grigio-verdastra per l'abbondante presenza di grafite (originatasi in seguito al metamorfismo alpino di preesistenti resti vegetali) e di clorite. Spesso presentano frequentissime lenti e vene contorte di quarzo, con subordinate intercalazioni di arenarie grigie o verdastre e di scisti arenacei verdastri verso la sommità.
Sono presenti con estensione e continuità nella porzione sudorientale del bacino, nel versante settentrionale della dorsale di Monte Sant'Elena e Monte Rocchetto. Evidenziano un passaggio graduale, verso levante, alle miloniti, mentre a ponente sono a letto delle quarziti werfeniane e in contatto tettonico con la Formazione degli Scisti di Gorra.

In affioramento la roccia appare molto scistosa ed estremamente deformata; sono presenti molto spesso livelli centimetrici di colore chiaro costituiti essenzialmente da quarzo e feldspati che, a causa della loro maggiore competenza, hanno dato luogo durante l'evento deformativo al tipico "boudinage". (da "relazione a corredo elaborati Piani di Bacino").
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.

mv = Porfiroidi del Melogno (Formazione di Eze)

PORFIROIDI DEL MELOGNO [Permico Medio?- Carbonifero Superiore?] a grana minuta o a grossi cristalli di k-feldspato, localmente si ritrovano con lenti della **Formazione di Eze** non cartografabili separatamente, con subordinate intercalazione di scisti di Gorra derivanti da laminazione durante l'orogenesi alpina di rioliti, riodaciti e trachiti-latiti più o meno tufacee.
Si presentano come una roccia finemente scistosa con tessitura a bande millimetriche, di colore biancastro e verdastro. La scistosità appare, nella maggior parte degli affioramenti, finemente pieghettata da successive deformazioni.
Nella Tavola 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.
Lo stato di conservazione della roccia è mediocre, principalmente a causa degli episodi tettonici che l'hanno interessata ed hanno prodotto una condizione per cui possono verificarsi marcati effetti di alterazione fisico-chimica ad opera delle radici dei vegetali arborei e degli eventi atmosferici.

2.2.2 Coperture mesozoiche

Sotto l'aspetto giaciturale le coperture mesozoiche affiorano come lembi alloctoni (klippen) sovrapposti al tegumento Permo Carbonifero.
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. 25 appartenenti alle coperture mesozoiche sono:

Qz = Quarziti

QUARZITI DI PONTE DI NAVA [Scitico]

Quarziti di colore biancastro e verdolino per lo più a grana grossa, in strati e banchi, a volte scistose e cloritiche con rare peliti verdi e violacee intercalate verso la sommità.
Sono presenti in modo diffuso in affioramenti di forma allungata o lenticolare nel settore meridionale prevalentemente associate con le dolomie, che stratigraficamente le sovrastano. Lo stato di conservazione è discreto, a causa della difficile alterabilità della silice, anche se nelle zone più intensamente fratturate esso tende a diminuire in misura anche notevole portando ad una variabilità delle caratteristiche fisico-meccaniche.
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

DOLOMIE DI SAN PIETRO DEI MONTI [Carnico (?) – Anisico]

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.
Affiorano nel settore meridionale del bacino, in due lembi di notevole estensione separati dall'interposizione di una placca di quarziti in prossimità del Bric Colombino. Sono in contatto stratigrafico sia con le quarziti, sia con gli scisti, su cui appoggiano.
Costituiscono appilamenti di rocce carbonatiche in cui la percentuale di magnesio è massima alla base, con presenza quindi di dolomie s.s., mentre diminuisce, sia pur debolmente, nei livelli superiori, con passaggio a facies a calcari dolomitici. Le dolomie, di colore da grigio-chiaro a grigio-scuro, sono piuttosto massicce nella fascia centrale del lembo di Monte Mao, più soggette a fratturazione che a volte è anche molto marcata nel lembo alle quote inferiori del Bric Colombino, laddove sono più evidenti i disturbi tettonici associati alla presenza di faglie.
(da "relazione a corredo elaborati Piani di Bacino").

2.2.3 Coperture Pre-quaternarie

aP = Argille plioceniche

ARGILLE DI ORTOVERO [Pliocene Medio? – Pliocene Inferiore]

Sono rappresentate da limi argillosi di colore grigio-azzurro o giallastro, caratterizzati da un modesto contenuto in $CaCO_3$, localmente ricchi in fossili. A volte si osservano sottili livelli sabbiosi e passaggi con elevata presenza di sostanza organica.
I livelli più esterni ed alterati sono costituiti da un limo sabbioso con argilla di colore ocra, a spessore variabile in funzione delle condizioni fisico-chimiche di dettaglio in cui la formazione si trova.
È presente in un'unica placca nella porzione di Nord-Est del Comune di Vado Ligure, nell'area su cui sorgono i grandi complessi industriali della Centrale Tirreno Power, dell'Infineum e della Esso, fino a lambire la piana alluvionale in sponda sinistra del T. Segno.

2.2.4 Formazioni del Quaternario e recenti

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

fa = Alluvioni antiche
Si trovano in continuità stratigrafica con le Argille di Ortovero ed a tetto delle stesse, laddove le argille sono rimaste, almeno parzialmente, rispettate dall'erosione altrove sono direttamente a tetto degli scisti. Sono costituiti da depositi fluviali mediamente diagenizzati e costituenti un conglomerato a basso grado di cementazione. Presentano clasti poligenici costituiti dalle rocce provenienti dalle zone più in quota del bacino, molto arrotondati ed immersi in una matrice fortemente arrossata che è indice di deposizione in ambiente ossidante e di esposizione subaerea (ferretto). Sono infatti presenti livelli che potrebbero rappresentare dei paleosuoli. Le alluvioni antiche affiorano in due lembi che contornano l'attuale piana alluvionale, con un'estensione decisamente maggiore in sponda sinistra del T. Segno.

al = alluvioni attuali, recenti, terrazzati
Comprendono sia i depositi di conoide, presenti allo sbocco dei rii nella piana, sia i sedimenti a granulometria medio-grossolana nella parte centrale di quest'ultima, sia ancora sedimenti fini limosi e spesso carboniosi, presenti nella porzione di piana più prossima alla linea di costa, in ambiente di deposizione di palude o di foce. Si tratta di

alluvioni terrazzate in cui tuttavia la continuità dei terrazzi è interrotta sia dalle conoidi di deiezione, sia dagli effetti dell'antropizzazione della zona.
Le alluvioni recenti, non terrazzate, costituiscono il substrato della quasi totalità della zona pianeggiante del territorio; sono presenti a cavallo del tratto terminale dei principali tributari presenti nel bacino e sfumano verso mare nei depositi di spiaggia.
Si trovano in tutta la piana del Torrente Segno. In parte sono a tetto degli scisti (laddove l'erosione ha completamente asportato i termini successivi), in parte sovrastano le alluvioni antiche e/o le Argille di Ortovero.
Su tali tipi di terreni si è sviluppata la maggiore urbanizzazione del territorio e le attività agricole di importanza locale.
Lo spessore delle alluvioni aumenta progressivamente verso mare, fino a raggiungere la profondità di parecchie decine di metri (presumibilmente intorno ai 70m) in corrispondenza della linea di costa.

Depositi di spiaggia (senza sigla-colore marrone)
Sono costituiti prevalentemente da sabbie a granulometria da fine a grossolana, pur essendo presenti livelli più decisamente grossolani, ghiaiosi; derivano direttamente dalla rielaborazione ad opera del mare dei sedimenti fluviali e dei materiali provenienti dalle falesie retrostanti, in particolare nel settore sud-orientale anche se almeno negli ultimi decenni, tali apporti risultano essersi decisamente attenuati, a seguito della realizzazione delle opere portuali.
Si estendono a partire dal mare verso l'interno per 70-80 metri, sfumando in una fascia costituita da materiali di origine mista, provenienti da deposizione marina e fluviale.

d = Coperture detritiche / r = Riporti potenti
Nella Tav. 25 sono stati riportati i limiti di tutte le aree interessate da coperture sciolte mediamente e molto potenti, di origine naturale (d) e artificiale (r).
Sono pertanto rappresentate con questa sigla sia le coltri di natura eluvio colluviale, costituite da materiale granulometricamente eterogeneo, sia gli accumuli detritici di pendio.
Nelle arre costiere o in prossimità della linea di spiaggia, si individuano interdigitazioni di coltri naturali di origine fluviale e marina, profonde decine di metri nel retrocosta, caratterizzate dalla variabile granulometria e presenza di acqua salmastra. La variabilità è tale da renderne impossibile la rappresentazione cartografica.

3. COMMENTO ALLA CARTA GEOMORFOLOGICA (Tav. 26)

Gli obiettivi perseguiti per la formazione della Tavola 26 Carta Geomorfologica sono stati quelli di individuare le forme del terreno, la loro disposizione spaziale ed i processi che le hanno determinate, con particolare attenzione ai tematismi che riguardano gli affioramenti rocciosi, le coperture detritiche, i depositi alluvionali, le forme gravitative, i fenomeni erosivi e le forme antropiche.

La redazione della carta Geomorfologica si è sviluppata su rilievi originali di superficie ed è stata supportata dal PUC preliminare di Vado Ligure del 2008; si è altresì adeguata alla Carta Geomorfologica elaborata dalla Provincia di Savona come supporto essenziale per la formazione della Carta della Suscettività al dissesto dei Piani di Bacino che interessano il territorio del Comune di Vado Ligure (T. Segno, T. Quiliano e T.Sciusa).
Inoltre si sono apportate tutte le integrazioni/modifiche richieste dalla Provincia di Savona e dalla Regione Liguria successivamente alla presentazione del PUC preliminare del 2008.

Il territorio del Comune di Vado Ligure dal punto di vista geomorfologico si presenta nel complesso molto vario. I versanti si sviluppano tra la quota minima di m 0 s.l.m., in corrispondenza dell'arenile e quella massima del Rocca dei Corvi (m 793 s.l.m.)

Le aree di fondovalle sono caratterizzate dalla presenza di un tessuto urbano continuo e da grandi aree industriali in cui si inseriscono anche alcune infrastrutture principali, quali le opere portuali e le opere viarie e ferroviarie ad esse collegate. Nella porzione intermedia della piana alluvionale ed in corrispondenza della fascia inferiore degli adiacenti versanti le aree edificate si spingono quasi senza soluzione di continuità fino al viadotto autostradale; sono rappresentate da aree dedicate ad insediamenti artigianali e aree con insediamenti civili a bassa densità.
Nel tratto più a monte, compreso tra il viadotto autostradale e la località Ponte dell'Isola, la valle si restringe progressivamente, ed è caratterizzata da una serie di meandri, spesso interessati da nuclei abitati insediati a pochi metri dall'alveo, come la frazione Sant'Ermete. In questo tratto sono diffusi insediamenti a carattere abitativo di recente realizzazione, inseriti in un contesto agricolo ancora produttivo.

Le zone collinari circostanti mantengono l'impronta data dagli originari caratteri rurali, con edifici di limitate dimensioni e nuclei rurali concentrati nelle aree più favorevoli, quali quelle rappresentate dalle frazioni di S. Genesio e di Tiassano.

A partire da Ponte dell'Isola, la valle si restringe ulteriormente: in fondovalle sono presenti alcuni insediamenti isolati inseriti in aree caratterizzate da pratiche agricole, mentre il versante in sinistra orografica, in funzione sia dell'esposizione favorevole, sia della articolazione morfologica e delle coperture sciolte ivi presenti, è caratterizzato dalla presenza del nucleo rurale di frazione Segno, nel cui intorno si sviluppa una vasta area agricola.
Infine le valli secondarie della porzione di testata del bacino sono caratterizzate dall'accentuata acclività dei versanti, da coperture fittamente boscate allo stato naturale.

La prevalenza di aree boscate, o comunque tradizionalmente non urbanizzate, giustifica l'estensione del Vincolo Idrogeologico (R.D.L. 30/12/1923 n° 3267) alla quasi totalità del territorio comunale, come indicato nella tavola relativa ai vincoli territoriali riportante anche le aree non sottoposte a vincolo idrogeologico del Comune di Vado.

Le aree in prossimità dei limiti del bacino del Torrente Segno ospitano insediamenti ed attività produttive da lavorazioni di prodotti estrattivi o da discariche.

Osservando il territorio ad ampia scala, il carattere morfologico più evidente è rappresentato dall'allineamento delle dorsali e delle valli principali con asse in direzione E-W e dallo sviluppo di una idrografia minore con andamento ad esse perpendicolare.
Tale configurazione rivela il controllo della tettonica sull'evoluzione geomorfologica dell'area.
I rilievi sono solcati spesso da valli fortemente incise, lungo le quali si organizza il deflusso superficiale.
I corsi d'acqua di ordine superiore, che assolvono il ruolo di "livello di base" per il deflusso superficiale e profondo, tendono ad incassarsi nella roccia tra pareti molto inclinate.
Anche i versanti associati all'idrografia minore si presentano in generale piuttosto acclivi e sono spesso accompagnati da rotture di pendenza, tuttora attive, formatesi in seguito a dislocazioni tettoniche che hanno condotto al ringiovanimento del paesaggio o derivanti da erosione selettiva su rocce a diversa resistenza meccanica.

La morfologia è generalmente tipicizzata dal profondo modellamento fluviale presente in quasi tutta l'estensione territoriale del Comune, con evidenza di valli profonde più o meno incise a seconda dell'importanza dell'impluvio. Il modellamento superficiale e profondo, sviluppatosi in tempi anche recenti e tuttora parzialmente in atto, ha dato luogo a morfoforme tipiche dell'entroterra di Vado, caratterizzate da pianori di estensione sempre ridotta, anche in prossimità delle aree di crinale. Le aree costiere sub-pianeggianti si distinguono nettamente dalle zone retrostanti in quanto di differente morfogenesi, a caratterizzazione sedimentaria fluvio/marina e conseguenti modellamenti ed accumuli detritici anche grossolani.

3.1 ROCCIA AFFIORANTE E/O SUBAFFIORANTE

Le aree con roccia affiorante o caratterizzate da copertura detritica molto discontinua e di spessore inferiore ad 2 m, sono state considerate come aree con "roccia affiorante e subaffiorante".

Queste a loro volta, sono state suddivise in tre classi di qualità basandosi prevalentemente sulle condizioni e sulla base delle caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso. La qualità dell'ammasso roccioso è condizionata dalle eterogeneità litologiche e dalle discontinuità presenti (fatturazione, fessurazione, scistosità), che riguardano sia le giaciture delle discontinuità sia la loro densità.

Per classificare l'ammasso roccioso (a.r.) si eseguono una serie di misurazioni ed osservazioni in riferimento ai giunti, ovvero, alle fratture presenti in superficie. Inoltre si analizza la presenza percentuale di fratture (RQD), il tipo e la disposizione dei giunti, la spaziatura e la continuità degli stessi, la presenza di acqua o di materiale di riempimento e le caratteristiche di resistenza puntuale ed alla compressione monoassiale della roccia non fratturata (da letteratura).
Il valore **RQD** (Rock Quality Designation), espresso come percentuale, è ricavabile dall'espressione:

$$RQD = 115 - 3{,}3\ Jv$$

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

Grazie a queste osservazioni ed alle classificazioni proposte da Barton e da Bieniawski, sono stati ottenuti valori numerici (indici Q e RMR) indicativi della qualità complessiva della roccia.

Le tre classi di qualità riportate sulla Tavola 26 - Carta Geomorfologica sono:

R = Rocce in buono stato di conservazione, con elevati valori delle resistenze meccaniche, giacitura generalmente massiccia e/o debolmente scistosa, con Q>20 – RMR>70. In questa categoria sono inseriti quasi esclusivamente gli affioramenti più estesi di roccia dolomitica.

Rm = Rocce in mediocri condizioni di conservazione variamente fratturate, con 20>Q>4 – 70>RMR>50; con questa voce si sono raggruppate Metavulcaniti, Dolomie in lenti e Quarziti.

Ra = Rocce in scadenti condizioni di conservazione, alterate e/o intensamente fratturate, (Metasedimenti) e rocce intensamente tettonizzate; Q<4 – RMR<50.

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, con granulometria generalmente di tipo medio fine. La caratterizzazione sabbioso-fine tipicizza la maggior parte delle coltri di copertura superficiale, le quali spesso inglobano elementi del substrato a spigoli vivi, di dimensioni variabili. La componente fine (limo/argillosa) è sempre significativa (>14%) ed influisce notevolmente sul comportamento geotecnico della coltre stessa, in particolare nel caso di presenza di falda profonda. Tale comportamento andrà attentamente valutato negli studi relativi alle dinamiche di versante, in caso di evento sismico ed in relazione alla

realizzazione di manufatti, con particolare riferimento al potenziale di liquefacibilità della componente terrosa sottoposta a carico verticale ed a stress sismico.
La presenza di materiale fine, a bassa permeabilità, consente di ipotizzare uno scarso trasporto idraulico verticale; il drenaggio delle acque si sviluppa nella quasi totalità in superficie ed al contatto coltre/substrato, con importante partecipazione del livello alterato regolitico laddove presente.

Le coltri detritiche naturali con spessore inferiore a due metri non sono state cartografate in quanto molto difficili da individuare e perché sostanzialmente ininfluenti in relazione alle valutazioni geomorfologiche generali del presente PUC.

Le coltri di potenza maggiore a 2 metri sono state cartografate come:
dtm = Coperture detritiche di media potenza (da 2 a 5 m)
Esse costituiscono una parte molto ridotta nella morfologia complessiva del Comune di Vado e si individuano in particolare nelle zone a bassa acclività.

Le coperture detritiche potenti (> 5 m) nel territorio del Comune di Vado Ligure risultano praticamente assenti o di estensione così ridotta da renderne poco significativa la rappresentazione grafica.

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 costituite 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 detrizione ed alterazione con formazione di argille, risulta più sviluppato.

3.3 DEPOSITI ALLUVIONALI

Sono costituiti da formazioni estremamente variabili per granulometria, chimismo, estensione, potenza e caratteristiche geotecniche in genere e costituiscono la maggior parte delle zone pianeggianti di fondovalle.
Lungo i corsi d'acqua i depositi alluvionali rappresentano fasce generalmente ristrette, disposte parallelemente all'asta dei corsi d'acqua stessi.

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.

am = Alluvioni attuali e recenti

Si estendono per tutta la porzione pianeggiante del territorio assumendo la maggior ampiezza tra le aste del T. Segno e T. Quiliano. Sono caratterizzati da frequenti interdigitazioni perpendicolari alla linea di costa, di profondità anche superiore a 50 metri, morfogeneticamente attribuibili all'azione combinata trasporto/erosione fluvio-marina.

Le alluvioni si inoltrano lungo tutto il fondovalle attorno all'asta del T. 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.

at = Terrazzi fluviali antichi e recenti

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

Le frane o fenomeni franosi sono manifestazioni intense della degradazione dei versanti che interessano le parti superficiali e profonde del pendio, interessando sia la copertura che il substrato.

Le cause che favoriscono e determinano tali processi sono molteplici, complesse e generalmente fra loro combinate; tra queste si possono ricordare fattori strutturali predisponenti, ad esempio le intercalazioni argillose, la fratturazione, la frantumazione o incoerenza della roccia, la stratificazione, la fessurazione, la scistosità ed il rapporto geometrico di queste discontinuità con il versante.
Le forme gravitative rilevate sul territorio comunale sono state contrassegnate con i seguenti termini:

Cigli di distacco

Sono stati indicati dissesti, localizzati in fase di rilevamento e sovrapponendo i dati originali alle indicazioni dei Piani di Bacino della Provincia di Savona; sono identificati come limite areale di depressioni e di improvvise variazioni di pendio.
Rappresentano le forme rivelatrici di fenomeni franosi quiescenti, attivi e relitti.
I cigli di distacco di tipo quiescente identificano il limite superiore del movimento franoso mobilizzatosi nel passato più o meno recente ma attualmente non attivo; si individua una zona a rischio frana da medio ad elevato.
I cigli attivi individuano il limite geometrico di frane in atto e definiscono un rischio frana molto elevato.
I cigli relitti individuano il limite geometrico superiore del corpo di una frana antica, oramai stabilizzata; il rischio frana individuato è basso.

Scarpate d'erosione

Questa definizione è stata attribuita ad alcune rare e modeste 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. Non attribuibili a movimenti franosi antichi o in atto.

Ffa = fenomeno franoso attivo
Aree in cui sono presenti movimenti di massa in atto

Ffq = fenomeno franoso quiescente
Indicano situazioni di franosità potenziale per la presenza di condizioni di fragilità geologica in grado di determinare il movimento; sono aree in cui sono presenti indicatori geomorfologici diretti, quali l'esistenza di frane quiescenti o di segni precursori o premonitori di movimenti gravitativi potenzialmente più gravi.

Ffnq = fenomeno franoso non quiescente

Zone ove il potenziale di instabilità è significativo, ma in misura minore rispetto a Ffq; all'interno di tali aree, prive al momento di movimenti gravitativi e/o di frane quiescenti, sono presenti indicatori indiretti valutabili dalla combinazione di elementi geomorfologici e di uso del suolo, quali la notevole acclività, la sensibile potenza detritica, l'uso indiscriminato del territorio a fini agricoli/silvestri.

Le zone **Ffa** e **Ffq** risultano quasi sempre contigue, indicando una diversa evoluzione della stessa instabilità di versante, la cui intensità è legata a fattori geologici locali. Le zone **Ffnq**, non avendo al loro interno indicatori diretti di movimento franoso nella maggior parte dei casi si trovano in zone distanti dalle due precedenti.

3.5 PRINCIPALI FORME DI EROSIONE IDRICA

L'erosione è il fenomeno per cui la superficie terrestre, attaccata dai vari agenti chimici, fisici e biologici, subisce una continua demolizione; a questo processo sono connessi quelli di trasporto dei detriti così originati e di deposito degli stessi.

Tenendo conto dell'estrema complessità dei fenomeni legati all'erosione e dell'importanza che i fenomeni legati all'azione idrometeorica assumono nel contesto del territorio del Comune di Vado Ligure, vista la sua complessità geomorfologica, sono state considerate soltanto le manifestazioni che si riscontrano con maggior frequenza e che, di conseguenza, risultano di maggior interesse per una più attenta pianificazione territoriale.

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 significativo in corrispondenza di zone prive o a scarsa vegetazione, in presenza di roccia affiorante o subaffiorante, su versanti ad acclività medio - alta.

L' erosione superficiale è in tal caso piuttosto modesta, con scarso apporto detritico verso il fondovalle e la capacità di ritenzione idrica del suolo superficiale in caso di eventi piovosi

è limitata. Nelle aree ad elevato ruscellamento superficiale si riscontrano meno frequentemente fenomeni estesi di soliflusso.

Erosione concentrata di fondo

Questo fenomeno caratterizza quei solchi vallivi e gli impluvi che presentano incisioni profonde.

Esso risulta più intenso in corrispondenza di substrati con minor tenacità 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 dei margini esterni delle anse fluviali.

L'erosione laterale, soprattutto in concomitanza di precipitazioni intense, può provocare crolli nella sponda interessata dal fenomeno erosivo con conseguente drastico aumento del trasporto solido ed un incremento nel potenziale erosivo a valle.

Aree Carsiche

In seguito all'applicazione dell'art. 14 della L. R. 3 aprile 1990 n. 14 "Norme per la tutela e la valorizzazione del patrimonio speleologico e delle aree carsiche e per lo sviluppo della speleologia", nel territorio del comune di Vado Ligure è stata individuata un'area compresa nelle "aree carsiche", denominata SV 13 - Bergeggi. In particolare interessa una porzione di territorio comunale non antropizzato del versante nord che, da Bric Colombino, scende al Capo Vado, e ricomprende le aree protette di crinale e le due cave in attività Mei e Trevo. Questa tipologia di area rientra nelle emergenze geologiche geomorfologiche "Geotopi".

3.6 FORME ANTROPICHE

Sotto questa voce sono state raggruppate tutte quelle aree fortemente modificate da interventi antropici.

La morfologia naturale, determinata dalla dinamica di versante, risulta pertanto alterata dall'intervento dell'uomo 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 attive), riporti, scavi e discariche.**

Cave dismesse e Cave attive

Il Piano Territoriale Regionale delle Attività di Cava (PTRAC) approvato con D.G.R. n° 16 del 29/02/2000 ai sensi della Legge Regionale n° 63 del 30 dicembre 1993 e varato con DGR n. 476 del 19/05/2006, indica nel territorio comunale due aree di cava in attività e precisamente la cava Mei-Colombino e la cava Trevo.
Le problematiche maggiori legate a queste due cave sono relative alla stabilità dei fronti, soprattutto per la cava Trevo, ed alla presenza di materiale sciolto facilmente mobilizzabile durante gli eventi estremi.
Fronti di cava di minori dimensioni cava "Chiesetta", ormai inattiva, in genere non danno problemi geologici rilevanti a causa della limitata estensione.
Nella Carta Geomorfologica sono state riportate con il simbolo corrispondente tutte le cave più importanti, sia in attività che dismesse.
Per la cava Mei-Colombino e per la cava Trevo non sono previsti ampliamenti.
Sinteticamente, le caratteristiche identificative delle aree di cava d'interesse per il territorio del Comune di Vado Ligure sono le seguenti:

Riporti

Sono stati cartografati con questa voce gli accumuli artificiali di qualsiasi tipo purché 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 morfologica naturale, presenti soprattutto in zone ex industriali.

Discariche

Sotto questa voce sono state inserite sia le discariche in coltivazione (Boscaccio, Bossarino e Pogliano) sia quella attualmente cessata (Casa Rossa) ubicata a nord della cava di Trevo, in prossimità del confine comunale lato ovest.

Discarica del Boscaccio

E' una discarica per rifiuti urbani (oggi discarica per rifiuti non pericolosi), in località "Boscaccio". Lo stabilimento che gestisce la discarica è situato sulle alture di Vado Ligure (SV) sopra la frazione di San Genesio. La discarica occupa il versante a nord del monte Colombino e confina con una cava in attività.

Ai sensi del Piano Regolatore Intercomunale Savonese (PRIS) vigente l'area della discarica è inserita in una zona denominata "Di3 zona F3": classificazione normativa "zona territorialmente omogenea, lettera F ex art. 4, D.M. 02/04/1968".

E' autorizzata come "Discariche che ricevono più di 10 tonnellate al giorno o con una capacità totale di oltre 25.000 tonnellate, ad esclusione delle discariche per rifiuti inerti".

È stata richiesta dalla società che gestisce la discarica nell'anno 2006 autorizzazione alla sottocategoria prevista all'art. 7 comma 1 lettera c del D.M. 3 agosto 2005: "Discarica per rifiuti misti non pericolosi con elevato contenuto sia di rifiuti organici o biodegradabili che di rifiuti inorganici, con recupero di biogas".

Con riferimento al Provvedimento Dirigenziale Autorizzativo della Provincia di Savona Prot. N.° 3362 del 24/05/2005 con il quale è stato approvato il progetto di ampliamento della discarica per ulteriori 1.130.926 di mc di rifiuti, attualmente il volume residuo per l'abbancamento dei rifiuti può essere stimato pari a circa 992.962 mc (al 06/09/2007).

La coltivazione della discarica avviene con deposizione dei rifiuti nei singoli stralci è preceduta da interventi di predisposizione degli stralci stessi, che consistono nel modellamento delle sponde e nella creazione di un pacchetto impermeabilizzante.

Una volta predisposto lo stralcio, si procede all'abbancamento del rifiuto. I rifiuti scaricati dai mezzi vengono stesi e compattati, mediante il ripetuto passaggio di mezzi d'opera compattatatori, per strati successivi spessi 3 metri circa. Giornalmente, dopo lo stoccaggio e la compattazione del rifiuto, si esegue una copertura del materiale stoccato e compattato con uno strato di circa 25 cm di materiale terroso. Nel momento in cui lo stralcio in coltivazione raggiunge il volume prestabilito, rilevato tramite rilievo planoaltimetrico, si iniziano le operazioni di chiusura del lotto. Le operazioni consistono nell'impermeabilizzazione di tutto il lotto con terre a bassa permeabilità. Il lotto è isolato su tutte le superfici esposte, onde evitare fuoriuscite di percolato e di biogas ed impedire l'insorgere di odori dovuti ai processi di fermentazione. Nella parte sommitale dello

stralcio, al di sopra dello strato di terre a bassa permeabilità, viene inoltre steso uno strato di materiale granulare per consentire la regolarizzazione dei piazzali ed agevolare il transito ai mezzi d'opera.

Discarica Bossarino

Attualmente, con la recente approvazione del "Piano di Adeguamento della Discarica" (provvedimento della Provincia di Savona n° 4022/2007 del 23 maggio 2007) la discarica è stata inquadrata come "discarica per rifiuti non pericolosi di sottocategoria per rifiuti misti non pericolosi con elevato contenuto sia di rifiuti organici o biodegradabili, che di rifiuti inorganici, con recupero di biogas".

La discarica è impostata su substrato roccioso costituito da scisti quarzo-micacei appartenenti alla formazione degli Scisti di Gorra (Permo-Carbonifero). I maggiori affioramenti sono presenti in tutta l'area ed estesa ben oltre i limiti della discarica con potenze dell'ordine di qualche centinaio di metri. Data la permeabilità bassa degli scisti quarzo-micacei non si riscontra la presenza di una falda vera e propria e, dato l'elevato spessore della roccia, si crea una barriera geologica naturale consistente.

La discarica è inquadrata nella categoria prevista dall'art. 4 del D.Lgs. 13 gennaio 2003 N.° 36 e s.m.i.: "Discarica per rifiuti non pericolosi" e nella sottocategoria prevista all'art. 7 comma 1 lettera c del D.M. 3 agosto 2005: "Discarica per rifiuti misti non pericolosi con elevato contenuto sia di rifiuti organici o biodegradabili che di rifiuti inorganici, con recupero di biogas".

Il progetto di ampliamento della discarica per ulteriori 1.000.000 di mc di rifiuti, successivamente oggetto di una variante non sostanziale che ha portato tale volumetria disponibile a 1.085.000 mc di rifiuti, attualmente il volume residuo per l'abbancamento dei rifiuti può essere stimato pari a circa 313.000 mc (al 31/08/2007) è stato approvato con P.D. della Provincia di Savona del 1999.

La discarica viene coltivata a macrocelle. Per "macrocella" si intende uno strato di rifiuti dello spessore medio di 10 metri esteso all'intera superficie di coltivazione, dotato di un autonomo sistema di drenaggio del percolato ed isolato dalla macrocella sottostante attraverso la posa ed il collaudo di uno strato impermeabile in argilla (spessore minimo 20 cm e permeabilità inferiore a 5 x 10-6 cm/sec). Al fine di garantire la regolare funzionalità della discarica, lo strato impermeabile viene posato e collaudato per settori (in genere 2 settori: est ed ovest in senso geografico).

Il sistema di drenaggio del percolato è formato da tubi fessurati in HDPE posati ad una distanza l'uno dall'altro non superiore a 18 m, fino a costituire un reticolo completo collegato ad un collettore cieco che convoglia le acque di percolazione ad una vasca di raccolta.

Discarica Pogliano

La discarica Pogliano è una discarica di inerti, scarti prodotti da terzi ed è ubicata in località San Genesio.

4. COMMENTO ALLA CARTA IDROGEOLOGICA (Tav. 27)

Le caratteristiche idrogeologiche sono strettamente legate, oltre che alla natura e tessitura dei terreni, alle condizioni strutturali della roccia ed al suo grado di conservazione.
Tali caratteristiche condizionano la circolazione dell'acqua sia nel sopra che nel sottosuolo, incidendo sull'evoluzione del reticolo idrografico e nella distribuzione degli acquiferi sotterranei.

Nella Tavola 27 – Carta Idrogologica sono state indicate quattro distinte classi di permeabilità basate sia su dati bibliografici sia sull'esperienza professionale.
– per fratturazione, che interessa prevalentemente gli ammassi rocciosi a diverso grado di competenza e con rilevanti sistemi di discontinuità;
– per fratturazione e/o carsismo, associato alle rocce calcaree e a componente carbonatica sulle quali possono rilevarsi, oltre alla presenza di un elevato grado di fratturazione, fenomeni erosivi legati all'azione carsica;
– per porosità, propria dei terreni incoerenti quali i depositi alluvionali e le coltri detritiche in genere.

Poiché all'interno di una formazione geologica possono alternarsi litotipi dotati di diversa attitudine a lasciarsi attraversare dall'acqua, o con diverso stato di conservazione, la suddivisione del territorio comunale in aree con analoghe caratteristiche di permeabilità non è sempre stata resa in carta seguendo l'andamento dei contatti formazionali o tettonici. Si sono cartografate le aree sulla base di valutazioni puntuali sulla porosità e la fatturazione, sovrapponendo le caratteristiche litologico/granulometriche a valutazioni su aree a permeabilità analoga.

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 con valori orientativi di 10^{-6} cm/sec $< k < 10^{-4}$ cm/sec.
Appartengono a 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 POROSITA'

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

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 cinquantennale e duecentennale

Il limite delle aree inondabili per tempo di ritorno di 50 (tratteggio arancione) e 200 anni (tratteggio verde), è stato ricavato oltre che dalla Carta dell'esondabilità 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".

Pozzi

I pozzi sono stati suddivisi in base alla loro funzione, ovvero:

- per uso irriguo ed idropotabile;
- per uso irriguo;
- per usi industriali;
- per approvvigionamento idropotabile;
- per uso antincendio.

Risulta evidente come la distribuzione dei pozzi per uso irriguo sia esclusiva delle zone collinari dell'entroterra mentre quella dei pozzi industriali, ecc. sia esclusiva delle aree urbane/industriali pianeggianti di fondovalle/costiere.

Sorgenti

Elementi fondamentali dell'idrogeologia del territorio sono rappresentati dalle manifestazioni sorgentizie che costituiscono le fondamentali fonti di approvvigionamento

idrico.

Il funzionamento di un acquifero avviene secondo le principali fasi dell'alimentazione, deflusso e discarica. La sorgente rappresenta una via attraverso cui avviene la fase di discarica della falda acquifera. La sorgente può essere definita perciò come un punto della superficie terrestre ove viene alla luce, in modo del tutto naturale, una portata apprezzabile di acqua sotterranea. Una sorgente costituisce in genere una fonte di approvvigionamento idrico che si può utilizzare per le diverse esigenze delle attività umane, senza che si alteri il delicato equilibrio idrologico della falda acquifera che la alimenta e questo perché si tratta di acque che vengono naturalmente a giorno, cioè che non sono estratte artificialmente dal suolo. L'esistenza di una sorgente e il suo regime di funzionamento sono determinati dalle condizioni geologiche e morfologiche dell'acquifero e delle formazioni geologiche che spazialmente lo delimitano nei dintorni della sorgente stessa. L'accurata conoscenza di tali condizioni è indispensabile per la valutazione circa le possibilità di captazione delle acque della sorgente, della realizzazione delle opere atte a consentire tale captazione, per la gestione di tali acque e per la loro protezione da fenomeni di inquinamento e deterioramento della risorsa idrica.

Le situazioni geologiche che possono dare origine alle sorgenti sono le più svariate: le classificazioni fatte sotto questo aspetto sono assai numerose, poiché vi è chi fonda la suddivisione su elementi geologici (permeabilità, composizione dei terreni), chi invece la basa su elementi idrologici, chi la considera dal punto di vista tecnico e chi infine distingue le manifestazioni sorgentizie in base alla loro portata.

Il Gortani ad esempio distingue le sorgenti in 5 grandi gruppi suddivisi in sottotipi:

- sorgenti di deflusso semplice o di impregnazione:
    - sorgenti di vetta
    - sorgenti di degradazione meteorica
    - sorgenti di porosità
    - sorgenti di fessura o diaclasiche
    - sorgenti di deflusso carsico
- sorgenti di emergenza o di valle:
    - sorgenti di detrito
    - sorgenti di risultiva
    - sorgenti di lava

    - sorgenti di strato
- sorgenti di versamento:
    - sorgenti di substrato
    - sorgenti di terrazzo
    - sorgenti diaclasiche di strato
    - sorgenti carsiche di strato o substrato
- sorgenti di trabocco o sfioramento:
    - sorgenti di trabocco da una roccia
    - sorgenti di trabocco per sbarramento
- sorgenti artesiane:
    - sorgenti pseudo artesiane
    - sorgenti di conca artesiane
    - sorgenti artesiane di faglia
    - sorgenti diaclasiche o carsiche ascendenti
    - sorgenti artesiane subacque.

Un'altra classificazione delle sorgenti è riportata nel trattato del Marchetti e distingue le manifestazioni sorgentizie in sette tipi fondamentali:

- sorgenti di vetta
- sorgenti di detrito
- sorgenti di emergenza
- sorgenti di fessura
- sorgenti di deflusso o di strato
- sorgenti di sinclinale o di trabocco
- sorgenti di sfioramento di livelli idrostatici

Le sorgenti indicate nella cartografia con il cerchietto azzurro crociato, rappresentano tipologie ascrivibili principalmente alle s. di versamento (s. di substrato) o di fessura. Meno frequentemente sono state rilevate sorgenti di deflusso semplice o di detrito.

La ricerca delle sorgenti è derivata da un rilevamento originale di tutto il territorio collinare del Comune di Vado Ligure in quanto non esiste alla stato attuale alcuna documento cartografico di rilevamento delle sorgenti naturali esistenti. Per tale motivo, vista la complessità del territorio e la scarsa o nulla accessibilità di certe zone collinari interne, è

possibile che non tutte le sorgenti naturali siano state rilevate. In ogni caso tutte le sorgenti rilevate presentano portate esigue e notevolmente influenzate dalla stagionalità.

5. COMMENTO ALLA CARTA DELL'ACCLIVITA' DEI VERSANTI (Tav. 28)

La pendenza è uno dei fattori che maggiormente influenza l'equilibrio geomorfologico di un'area, tanto da poter ritenere che il grado di instabilità sia, in molti casi, proporzionato alla pendenza.
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.
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.
All'aumentare dell'acclività si raggiungono condizioni di disequilibrio dei terreni, accentuate anche dalla più intensa azione erosiva a opera delle acque meteoriche.
La instabilità potenziale viene definita come vocazione delle aree a una maggiore o minore instabilità geomorfologica e viene valutata sommando, per ogni area, il contributo di tre fattori: litologia dei terreni, pendenza dei versanti, giacitura degli strati.

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 con 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 con 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 con 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 condizione di conservazione (dolomie compatte, quarziti, metavulcaniti della formazione di Eze).

Come già indicato nel precedente PUC del 2008, la pendenza dei versanti espressa in percentuale è stata ottenuta sovrapponendo alla Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) 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:

$$P\% = n \times (e/d) \times 100$$

dove:

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

e = equidistanza , (che sulla C.T.R. 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 C.T.R. in scala 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)

La dinamica dei versanti rappresenta la predisposizione degli stessi a subire azioni dinamiche/gravitative che ne determinino la stabilità e l'instabilità. La carta della dinamica dei versanti è stata ottenuta sovrapponendo le carte relative alla geologia, geomorfologia ed idrogeologia e l'acclività già prodotte.

I fattori determinati i differenti gradi di stabilità sono sinteticamente riassumibili in:

- 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 e a prescindere dalle condizioni di contorno (vedi stagionalità, piovosità, eventi sismici, sfruttamento agricolo del territorio, ecc.) scaturiscono le diverse condizioni di stabilità.

L'area è stata suddivisa in zone a diverso grado di stabilità a seconda della litologia prevalente:

Area di colore bianco – Senza sigla

E' l'area più estesa del territorio e rappresenta versanti in condizioni di stabilità da media ad elevata, prevalentemente con presenza di roccia sub affiorante e/o coltri detritiche poco potenti (< 2 m).

L'area "bianca" interessa ovviamente anche le zone costiere/fondovalle pianeggianti laddove le potenze sono ben maggiori.

Area azzurro chiaro – SR1

A stabilità medio bassa, interessante aree con roccia sub affiorante in buone condizioni generali.

Area azzurro chiaro/scuro – SR2

A stabilità medio bassa, interessante aree con roccia sub affiorante in mediocri condizioni generali.

Area azzurro scuro – SR3

A stabilità medio bassa, interessante aree con roccia sub affiorante in cattive condizioni generali. Possono rientrare all'interno di questa classe le aree definite a suscettività al dissesto elevata (aree Pg3a e Pg3b dei Piani di Bacino).

Area arancione – SC1

A stabilità medio bassa, interessante coltri detritiche superiori a 2 metri.

Area rosa – SC2

A stabilità bassa, interessante coltri detritiche superiori a 2 metri. Rientrano in questa classe le aree definite a suscettività al dissesto elevata (aree Pg3a e Pg3b dei Piani di Bacino) nonché le zone ove è stata rilevata la presenza di morfoforme rivelatrici di fenomeni di dissesto più o meno antichi (emergenze morfologiche).

Area rossa – SF

Dissesti idrogeologici in atto (zone Pg4 dei Piani di Bacino).

Forme instabili rilevate all'interno di zone stabili (bianche) in cui il dato geomorfologico indica un fenomeno 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. COMMENTO ALLA CARTA DELLA SUSCETTIVITA' 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 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 P.U.C., 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 categorie di Zona a cui corrispondono diverse suscettività d'uso, sono riunite in tre gruppi (A, B e C) corrispondenti: il primo ad aree pianeggianti o poco acclivi, il secondo ad aree in roccia collinari e sub collinari 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, costituite 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 acclivi, 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 A1 riguardano gli interventi portuali e sugli arenili, che incidono sull'evoluzione costiera. In particolare, per le zone A1 in fascia costiera la presente relazione geologica prende atto e della "Deliberazione del Consiglio Regionale Assemblea Legislativa della Liguri" del 17/11/2009 n°29; in questa Deliberazione vengono indicate le misure di salvaguardia relativamente alla difesa delle coste e degli abitati costieri dall'erosione marina che dovranno essere tenuti in considerazione ai fini del mantenimento delle proprietà dinamiche delle spiagge in relazione a modifiche delle stesse o progetti di edilizia su di esse insistenti.

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 puntualmente.
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 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 sub affiorante.

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 B1 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 da mediocri a discrete condizioni di conservazione, potenzialmente instabili viste le condizioni giaciturali non favorevoli.
Morfologia: da collinare a montuosa.
Problematiche di carattere geologico applicato: condizioni di accessibilità generalmente difficoltose per elevata pendenza dei versanti. Sono zone geomorfologicamente "fragili" in cui i versanti risultano generalmente in condizioni di equilibrio precario. 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 mediamente estese presenti su gran parte del territorio, che interessano tutti i litotipi, 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. Gli interventi a maggior rischio risultano gli scavi a grande sviluppo lineare (nuova viabilità, condotte interrate, ecc.)

7.3 ZONE C

Litologia: variabile, comprendente sia terreni sciolti che roccia, con presenza di impianti (cave, discariche, insediamenti industriali, opere portuali, ecc.) la cui operatività determina una sensibile e continua 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, nonché nei progetti di ampliamento (discarica Boscaccio e Bossarino) già approvati dagli enti competenti per territorio. Per gli impianti dismessi valgono, ove esistenti, i relativi progetti di bonifica approvati. Il riutilizzo di aree abbandonate appartenenti a Zone C, deve essere soggetto a piano di caratterizzazione e progetto di bonifica ai sensi della D.Lgs 152/06 nella quale verrà definito il livello di riqualificazione dell'area e, quindi, le nuove possibilità di (ri)utilizzo.
Problematiche di carattere ambientale: possibile contaminazione delle acque profonde 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 (vedi D.Lgs 152/06).
Distribuzione: oltre alle cave attive (Cava Trevo presso Galleria Fornaci e Cava Mei-Colombino) e alle discariche autorizzate (Boscaccio, Bossarino e Pogliano) sono presenti Zone C nella parte bassa e media del bacino del T. Segno e lungo la costa in corrispondenza di insediamenti industriali, portuali e grandi linee di comunicazione.
Suscettività d'uso: negli impianti in attività 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 (D.Lgs 152/06).

8. ELEMENTI GEOMORFOLOGICI DI SIGNIFICATIVO INTERESSE ("geotopi" e "geositi")

Il PUC è uno strumento urbanistico generale e non va confuso con strumenti di settore, specialmente quelli a contenuto specificatamente ambientale. Peraltro il complesso della disciplina formalizzata nella struttura del Piano è tale da garantire una stretta tutela degli ambiti non insediati che costituiscono la parte preponderante dell'estensione territoriale del Comune.

Il territorio del Comune di Vado Ligure non presenta alcuna evidenza geologica che possa essere definita "geosito-geotopo" (vedi definizioni successive) tale da renderne necessaria

la salvaguardia, come anche dall'esame della carta delle emergenze geomorfologiche – geotopi della Regione Liguria.
Da un'analisi approfondita si conferma che il territorio di Vado Ligure non presenta manifestazioni geomorfologiche che possiedano peculiarità di natura geologica tali che le differenzi in maniera evidente dalle condizioni geologiche (latu sensu) di contorno, né che dal punto di vista geologico necessitino di particolari azioni di salvaguardia/valorizzazione.

Definizione di "geotopo"

Un'area o una località di significativo interesse geologico è definita "geotopo" o "geosito" secondo due differenti definizioni.
Con il termine "geotopo" ("parti di paesaggio contenenti un patrimonio geologico-geomorfologico prezioso e sensibile" – Sturn, 1991) venne indicata una piccola unità spaziale geograficamente omogenea della geosfera, riconoscibile ed accessibile, chiaramente distinguibile dalle zone circostanti in relazione ai processi geologici e geomorfologici che la caratterizzano.
Il più recente termine "geosito" ("una qualsiasi area o territorio in cui è possibile riscontrare un interesse geologico-geomorfologico per la conservazione" – Wimbledon, 1994) ha riscontrato a livello mondiale una maggiore diffusione.
Rispetto alla definizione di "geotopo", per altro molto simile, il "geosito" contiene una più ampia porzione geografica; si può dire che il geosito definisce preferenzialmente un'area contenente uno o più elementi di interesse geologico, mentre il geotopo ha un carattere "puntuale", di limitata estensione. Il carattere "areale" del geosito ne favorisce l'utilizzo per la pianificazione territoriale a varia scala, facilitando la delimitazione delle aree di interesse da salvaguardare.
Tali elementi costituiscono, pertanto, una vera e propria chiave di lettura indispensabile per poter condurre una oggettiva ed approfondita analisi finalizzata all'individuazione dei fenomeni geologici pregressi e ormai conclusi, di quelli in atto, seppure impercettibili nel quotidiano, e di quelli potenziali in grado di svilupparsi a breve termine.
Riconoscere il geosito quale testimonianza della storia del pianeta e al tempo stesso quale risorsa compatibile con la fruizione dell'ambiente naturale, oltre a costituire una concreta iniziativa per una migliore conoscenza del territorio comunale di Vado Ligure, rappresenta un altro modo di promuovere la conservazione e la tutela del territorio.

Altre definizioni di "geotopo"

• (da Fabbri - Zarlenga su "Verde Ambiente" n°1 /1996)

Bene Culturale a carattere geologico o "Geotopo" deve intendersi quella "singolarità geologica" latu sensu che riveste un interesse scientifico. Senza dubbio risulta più immediato comprendere il valore di un bene geomorfologico come, ad esempio, una "piramide di terra" o una "marmitta dei giganti", quando cioè nell'aspetto scientifico intrinseco si unisce anche quello estetico. Tuttavia alcuni beni geologici, pur non possedendo valenze sceniche spettacolari, rivestono ugualmente notevole importanza scientifica (da Gisotti ed altri su "Geologia Tecnica ed Ambiente n°1 /1996).

SINGOLARITA' GEOLOGICHE:

GEOLOGIA

- Sezioni stratigrafiche di interesse.

- Sezioni con particolari strutture sedimentarie.

- Geologia applicata (Cave e Miniere).

- Strutture tettoniche e metamorfiche particolarmente significative.

PETROGRAFIE E MINERALOGIA

- Depositi minerali che non rivestono importanza economica.

- Depositi minerali che rivestono importanza economica.

- Depositi di minerali rari.

- Litotipi di particolare interesse scientifico ed economico.

GEOMORFOLOGIA

- Forme che segnano la storia morfoevolutiva di una certa area (terrazzi, circhi glaciali, scarpate di faglia, vulcanismo, ecc.).

- Forme che rivestono particolare importanza paesaggistica (monumenti geologici e/o geomorfologici).

IDROGEOLOGIA

- Sorgenti particolarmente importanti per il chimismo delle acque.

- Sorgenti particolarmente importanti per la circolazione sotterranea delle acque.

PALEONTOLOGIA

- Depositi fossiliferi di vertebrati.

- Depositi fossiliferi di vegetali.

PEDOLOGIA

- Principali tipi di paleosuoli.- Depositi fossiliferi di invertebrati.

Sulla base delle definizioni più possibiliste sopraindicate (altre definizioni di geotopo) le sole aree individuabili nel Comune di vado Ligure caratterizzate da “singolarità geologiche” possono essere:

- cave (attive);
- area carsica.

Vengono di seguito indicate le sole due tipologie di geotopi individuate e la loro descrizione generale; inoltre vengono riportate le schede descrittive di ciascun geotopo.

I limiti areali delle due cave sono cartografati nelle tavole 26, 27, 30.
I limiti dell’area carsica SV13 sono indicati nella scheda descrittiva.
Ogni scheda individua la località, l’accessibilità, la descrizione sommaria, il grado di interesse geologico, il livello di emergenza geologico/geomorfologico.

8.1 CAVE

Nel territorio comunale si individuano come geotopi, ovvero a singolarità geologica di tipo “geologia applicata” due aree di cava in attività e precisamente la cava Mei-Colombino e la cava Trevo.
Sinteticamente, le caratteristiche identificative delle aree di cava d’interesse per il territorio del Comune di Vado Ligure sono le seguenti:

a) Cava MEI - COLOMBINO

La cava, situata in località “Boscaccio”, confina lungo il perimetro Ovest con l’area della discarica del Boscaccio. Produce pietrisco e sabbia con un impianto di frantumazione in loco. La tipologia del materiale estratto è calcare più o meno dolomitico della formazione di S. Pietro dei Monti. I caratteri della coltivazione prevedono sistema a cielo aperto con modalità a gradoni e abbattimento meccanico.

b) Cava TREVO

La cava Trevo è situata in località Sant’Ermete. Produce pietrisco e sabbia con un impianto di frantumazione in loco. La tipologia del materiale estratto è calcare più o meno dolomitico della formazione di S. Pietro dei Monti. I caratteri della coltivazione prevedono sistema a cielo aperto con modalità a gradoni e abbattimento meccanico.

Essendo sia la cava Mei-Colombino, sia la cava Trevo confinanti con impianti di smaltimento (discariche) in attività, rispettivamente Boscaccio e Pogliano, risulta ancora più evidente la singolarità nell'utilizzo del territorio dal punto di vista della geologia applicata. Ovvero, nel caso dei geotopi "cava" il territorio è sottoposto ad intensa trasformazione per mezzo di "scavo" mentre nelle aree adiacenti esistono impianti in cui il modellamento geomorfologico è rappresentato dal "riempimento".

Il grado di emergenza geomorfologica più evidente deriva da due fattori:

- il primo, effettivo, è costituito dai limiti dello sfruttamento della cava e dal suo piano di coltivazione, che dovrà raggiungere un profilo geomorfologico già definito ed approvato. Perciò il grado di emergenza è ben controllato e monitorato, ovvero andrà rispettato il piano di coltivazione approvato.
- il secondo, potenziale, è costituito dalla vicinanza delle discariche e dalla loro possibile ma non auspicabile "intrusione" nella depressa (topograficamente) area di cava in tempi futuri. Non auspicabile in quanto si ritiene che la superficie del territorio di Vado Ligure già destinata ad impianti di smaltimento in genere sia già troppo sviluppata in relazione alla superficie totale del Comune e, a maggior ragione, alle reali esigenze locali; inoltre dal punto di vista della caratterizzazione di geotopo, la cui genesi relativa alla geologia applicata ovvero "coltivato tramite scavo" va tutelata, l'attività di discarica ne rappresenta un evidente stravolgimento.

SCHEDA 1	**CAVA MEI – COLOMBINO**
UBICAZIONE	
Località Boscaccio, confinante con margine occidentale discarica rifiuti urbani; è posta in prossimità dello spartiacque	
QUOTA MEDIA	
230 metri s.l.m.	
DESCRIZIONE	
Produce pietrisco e sabbia con un impianto di frantumazione in loco. La tipologia del materiale estratto è calcare più o meno dolomitico della formazione di S. Pietro dei Monti. I caratteri della coltivazione prevedono sistema a cielo aperto con modalità a gradoni e abbattimento meccanico	
ACCESSIBILITA'	
Facilmente accessibile tramite viabilità ordinaria	
GRADO DI INTERESSE GEOLOGICO	
L'area di produzione è ubicata all'interno di un affioramento carbonatico esteso (F.di S. Pietro ai Monti) ed è caratterizzata, principalmente nel versante che interessa i comuni di Bergeggi e di Spotorno, da fenomeni di carsismo	
LIVELLO DI EMERGENZA GEOLOGICO/GEOMORFOLOGICA	
L'area di coltivazione, ormai attiva da decenni, ha profondamente modificato il profilo del versante naturale, rendendo l'area molto visibile da ogni direttrice principale e quindi ormai forzatamente accettata come parte integrante del paesaggio. I limiti della coltivazione unitamente al piano di recupero dovranno rendere l'area ancora più integrata nel contesto naturale, facendo in modo di evitare ulteriori stravolgimenti di una zona già da troppo tempo soggetta a sfruttamento intensivo. I rischi di tipo geologico sono contemplati nei progetti di coltivazione/ripristino approvati.	
FOTO	
	

SCHEDA 2	**CAVA TREVO**
UBICAZIONE	
Località Sant' Ermete, confinante con margine occidentale discarica rifiuti inerti; è posta in prossimità dello spartiacque	
QUOTA MEDIA	
180 metri s.l.m.	
DESCRIZIONE	
Produce pietrisco e sabbia con un impianto di frantumazione in loco. La tipologia del materiale estratto è calcare più o meno dolomitico della formazione di S. Pietro dei Monti. I caratteri della coltivazione prevedono sistema a cielo aperto con modalità a gradoni e abbattimento meccanico	
ACCESSIBILITA'	
Facilmente accessibile tramite viabilità ordinaria	
GRADO DI INTERESSE GEOLOGICO	
L'area di produzione è ubicata all'interno di un affioramento carbonatico esteso (F.di S. Pietro ai Monti) ed è caratterizzata, principalmente nel versante che interessa i comuni di Bergeggi e di Spotorno, da fenomeni di carsismo	
LIVELLO DI EMERGENZA GEOLOGICO/GEOMORFOLOGICA	
L'area di coltivazione, ormai attiva da decenni, ha profondamente modificato il profilo del versante naturale, rendendo l'area molto visibile da ogni direttrice principale e quindi ormai forzatamente accettata come parte integrante del paesaggio. I limiti della coltivazione unitamente al piano di recupero dovranno rendere l'area ancora più integrata nel contesto naturale, facendo in modo di evitare ulteriori stravolgimenti di una zona già da troppo tempo soggetta a sfruttamento intensivo. I rischi di tipo geologico sono contemplati nei progetti di coltivazione/ripristino approvati.	
FOTO	
	

8.2 AREA CARSICA

In seguito all'applicazione dell'art. 14 della L. R. 3 aprile 1990 n. 14 "Norme per la tutela e la valorizzazione del patrimonio speleologico e delle aree carsiche e per lo sviluppo della speleologia", nel territorio del comune di Vado Ligure è stata individuata un'area compresa nelle "aree carsiche", denominata SV 13 - Bergeggi. In particolare interessa una porzione di territorio comunale non antropizzato del versante nord che, da Bric Colombino, scende al Capo Vado, e ricomprende le aree protette di crinale e le due cave in attività Mei e Trevo.

Caratteristiche geolitologiche Dolomia di S. Pietro ai Monti.

Caratteristiche geomorfologiche Nessuna segnalabile nel Comune di Vado Ligure.

Caratteristiche idrogeologiche Zona d'assorbimento di tipo distribuito, senza corsi d'acqua superficiali.

LIMITI DELL'AREA CARSICA



SCHEDA 3	**AREA CARSICA SV 13**
UBICAZIONE	
Versante nord del territorio comunale non antropizzato, da Bric Colombino, scende al Capo Vado comprende le aree protette di crinale e le due cave in attività Mei e Trevo	
QUOTA MEDIA	
Area estesa per circa 2,7 kmq di cui solo il 10% circa nel Comune di Vado L. – quote da 110 a 330 m s.l.m.	
DESCRIZIONE	
Area collinare caratterizzata da versanti mediamente acclivi, profondamente modellati dall'azione delle acque. La litologia è attribuiolbile alla formazione delle dolomie di S. Pietro dei Monti	
ACCESSIBILITA'	
Di difficile accesso veicolare tranne che in corrispondenza degli impianti esistenti	
GRADO DI INTERESSE GEOLOGICO	
Zona d'assorbimento di tipo distribuito, senza corsi d'acqua superficiali. Sorgenti sottomarine lungo la fascia costiera, con probabile alimentazione da parte del T. Crovetto (e forse Coreallo e Segno). L'unico reticolo carsico noto, attivo fino al 1971, è stato interrotto con la costruzione della galleria ferroviaria tra Vado e Spotorno.	
LIVELLO DI EMERGENZA GEOLOGICO/GEOMORFOLOGICA	
Data l'intensa fratturazione accentuata da numerosi e vari disturbi tettonici, la permeabilità secondaria delle formazioni carbonatiche è significativa; la carsificazione poco spinta nella zona vadese, con rare forme sia epigee sia ipogee. È quindi da correlare la presenza e l'allineamento dei caratteri carsici epigei con l'assetto tettonico-strutturale.	
FOTO	



9. INQUADRAMENTO SISMICO

Per effetto della recente Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (O.P.C.M n° 3519/2006), la Regione Liguria ha approvato con Deliberazione della Giunta Regionale (D.G.R. n°1308 del 24/10/2008) il documento relativo la "Nuova Classificazione Sismica della Regione Liguria". Nella nuova classificazione sismica, il territorio ligure è suddiviso in due zone e relative sottozone (zona 3S, 3A, 3B = bassa pericolosità; zona 4 = molto bassa pericolosità) anziché nelle precedenti tre classi di pericolosità (zona 2 = media pericolosità; zona 3 = bassa pericolosità; zona 4 = molto bassa pericolosità).
In seguito a tale provvedimento il territorio del Comune di Vado Ligure è stato classificato in ZONA 3B (pga = 0,100 g), essendo "pga" il valore dell'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico caratteristico delle zone sismiche classe 3B.

In relazione alle indicazioni delle Norme Tecniche delle Costruzioni, Decreto Ministeriale 14.01.2008, in vigore dal luglio 2009, ai fini progettuali il terreno, come previsto nell'all. 3 comma 1 O.P.C.M. 3274 e 3431, va classificato in base alle caratteristiche di risposta sismica dei primi trenta metri di profondità.

9.1 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

9.1.1 Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel § 7.11.3 delle NTC. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III).
Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo
Categoria Descrizione
A Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs,30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale

miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

C Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).

D Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu,30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).

E Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).

Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo1, ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente Vs,30 di propagazione delle onde di taglio (definita successivamente) entro i primi 30 m di profondità. Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

La misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio è fortemente raccomandata. Nei casi in cui tale determinazione non sia disponibile, la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica (Standard Penetration Test) NSPT,30 (definito successivamente) nei terreni prevalentemente a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente cu,30 (definita successivamente) nei terreni prevalentemente a grana fina.

Per sottosuoli appartenenti alle ulteriori categorie S1 ed S2 di seguito indicate (Tab. 3.2.III), è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensitività possa comportare fenomeni di collasso del terreno.

Tabella 3.2.III – Categorie aggiuntive di sottosuolo.

Categoria Descrizione

S1 Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs,30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu,30 < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.

S2 Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Nel caso di sottosuoli costituiti da stratificazioni di terreni a grana grossa e a grana fina, distribuite con spessori confrontabili nei primi 30 m di profondità, ricadenti nelle categorie da A ad E, quando non si disponga di misure dirette della velocità delle onde di taglio si può procedere come segue:

- determinare NSPT,30 limitatamente agli strati di terreno a grana grossa compresi entro i primi 30 m di profondità;
- determinare cu,30 limitatamente agli strati di terreno a grana fina compresi entro i primi 30 m di profondità;
- individuare le categorie corrispondenti singolarmente ai parametri NSPT,30 e cu,30 ;
- riferire il sottosuolo alla categoria peggiore tra quelle individuate al punto precedente.

9.1.2 Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione.

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Categoria	*Caratteristiche della superficie topografica*
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

9.2 IL TERRITORIO COMUNALE

9.2.1 Categorie del sottosuolo

In riferimento alla classificazione dei terreni introdotta dalle NTC, il territorio di Vado Ligure presenta una tipologia di terreni che come categoria del sottosuolo possono essere così suddivisi:

A Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs,30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

In questa categoria possiamo ascrivere la maggior parte dei terreni del territorio collinare del comune, con coperture detritiche esigue al di sopra di roccia che normalmente presenta un livello di alterazione inferiore ai 3 metri.

E Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).

Rappresentano la componente più esigua dei terreni del territorio collinare del comune, laddove vengono indicate potenze di copertura detritica superiore a 2 metri.

Le aree sub pianeggianti, con potenti livelli detritici di copertura (> 30 m), poste in prossimità della linea di costa, possono essere ascrivibili alle categorie di sottosuolo C o D, a seconda delle caratteristiche di consistenza locali, e quindi a seconda della Vs30 che li caratterizza. In tal caso, vista anche la forte urbanizzazione esistente e le future trasformazioni previste, non è possibile attuare una classificazione semplificata del suolo così come proposta per le zone collinari, ma si dovrà procedere alla realizzazione puntuale di prove in sito tali da definire con precisione il valore caratterizzante di Vs30.

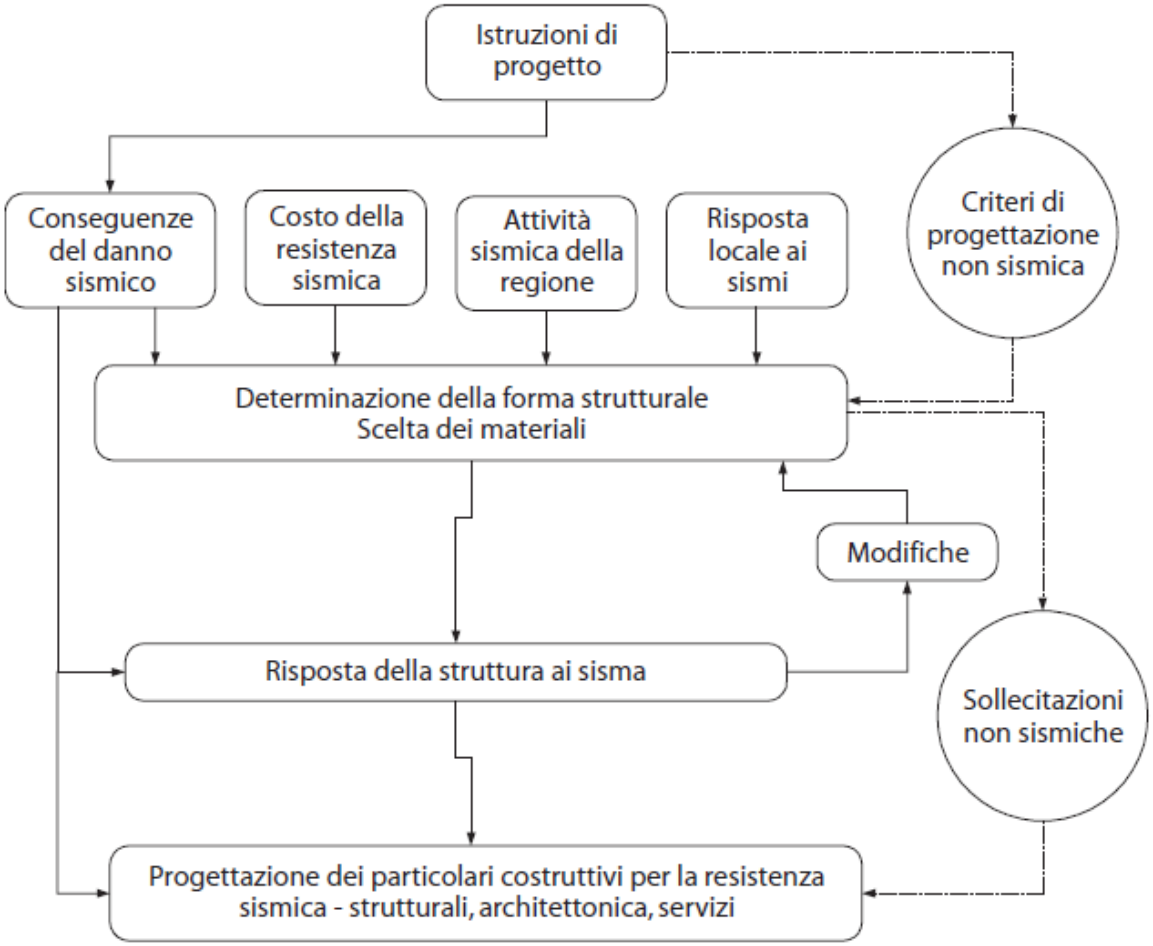
9.2.2 Condizioni topografiche

La classificazione del sottosuolo in base alle condizioni topografiche (T1,… T4) è direttamente desumibile dalla carta delle acclività (tav. 28).
Dall'analisi della carta delle acclività la zona costiera sub pianeggiante è la sola classificabile chiaramente come zona T1. Tutte le zone collinari avranno classificazione da T2 a T4 a seconda dell'acclività media misurata.

9.3 IL PROCESSO DI PROGETTAZIONE IN ZONA SISMICA

Il calcolo antisismico, come tutto il calcolo strutturale, si basa sulla capacità di schematizzare gli elementi in gioco (struttura, carichi statici e sismici,modo di comportamento, metodi d'analisi) attraverso un modello.
Questo deve comprendere tutti gli elementi rilevanti e quindi essere esaustivo, e contemporaneamente mantenersi il più semplice possibile, per rapidità di calcolo comodità di controllo. Per questo è necessaria una sensibilità progettuale che solo l'esperienza e l'intuizione è in grado di fornire.
Secondo Einstein: "Models must be developed as simple as possible, but not simpler", cioè massima semplicità, ma non oltre un certo limite, al di la del quale la realtà non è più descritta compiutamente. Esistono in ogni caso regole progettuali che indicano il percorso da seguire e i passaggi obbligati.
Si riporta uno schema semplificato per la progettazione di costruzioni sismoresistenti (da D.J. Dowrik – Progettazione antisismica).
In questo schema si notano alcune caratteristiche salienti per la progettazione antisismica:
Necessità di effettuare una doppia analisi: la prima per azioni sismiche, la seconda per azioni non sismiche.
Forte interazione con il luogo di costruzione (attività sismica della regione, risposta locale ai sismi).
Importanza della forma strutturale che, come si vedrà in seguito, può mutare sensibilmente il comportamento (e il dimensionamento, dunque il costo, della struttura.
Carattere iterativo della progettazione, difficile a priori prevedere la migliore soluzione.
Analisi completa della risposta della struttura al fenomeno sismico, tenendo in conto gli aspetti legati alla duttilità strutturale e alla gerarchia delle resistenze.

Importanza dei particolari costruttivi sia strutturali che non strutturali



Fonte: OPCM 3274

La buona progettazione si ottiene applicando al meglio le conoscenze tecniche e cercando il miglior compromesso tra quanto indicato dalla teoria e la capacità di pratica quotidiana. I livelli di conoscenza richiesti dalla OPCM 3274 sono abbastanza elevati, perché sono presi in conto fenomeni complessi di cui è importante avere chiaro il meccanismo di funzionamento.

Nella tabella seguente si riporta1 l'elenco dei principali argomenti di cui è importante avere dimestichezza. Si fa notare che in molti casi le impostazioni sono di tipo convenzionale,nel senso che fenomeni molto complessi, come per esempio la duttilità, sono presi in conto tramite semplificazioni e assunzioni verificate con la pratica operativa.

In ogni caso è importante avere chiari i concetti per poter sia interpretare quanto indicato

dalla normativa e sapere rispondere correttamente a quanto richiesto e soprattutto essere in grado di fornire indicazioni progettuali in linea con quanto la realtà sismica richiede.
Le azioni sismiche sono conseguenza di scelte progettuali.
Le variabili in gioco (tipologia strutturale, materiale, distribuzione planovolumetrica, classe di duttilità prevista) condizionano i parametri per la determinazione dell'azione sismica.

Fasi della progettazione	**Conoscenze richieste**
Scelta azione sismica di progetto in relazione a: zonazione sismica categoria del suolo di fondazione (3.1) importanza dell'edificio (2.5)	Concetti fondamentali di dinamica (oscillatore semplice, spettro di risposta elastico, accelerogramma, segnale sintetico). (3.1 – 2.5)
Adozione di un modello meccanico della struttura in grado di descrivere con accuratezza la risposta sotto azione dinamica (4.1 4.4)	Concetto di regolarità strutturale, rigidezza, deformabilità, elementi strutturali (trave, biella, lastra, piastra, molla), schemi statici (4.1 4.4)
Scelta di un Metodo di analisi adeguato alle caratteristiche della struttura (4.5)	Concetti di analisi modale, linearità e non-linearità, elasticità e inelasticità, metodi di integrazione numerica (4.5)
Criteri generali di progettazione e verifica: verifiche di resistenza e compatibilità spostamenti (4.6 4.11)	Concetti di gerarchia delle resistenze e duttilità (4.11)
Adozione di tutte le regole di dettaglio volte ad assicurare caratteristiche di duttilità agli elementi strutturali e alla costruzione nel suo insieme, secondo quanto indicato nei capitoli relativi a strutture realizzate con i diversi materiali.	Vedi prescrizioni per ogni tipologia strutturale (c.a., acciaio, mista, legno)