



COMUNE DI TRAVO

(Provincia di Piacenza)



PIANO STRUTTURALE COMUNALE

QUADRO CONOSCITIVO SISTEMA NATURALE E AMBIENTALE

RELAZIONE ILLUSTRATIVA - ASPETTI GEOLOGICI

Aprile 2011

R/B1

Committente:

AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI TRAVO (PC)

Progettista:

dott. Arch. Filippo Albonetti

Collaboratori:

dott. Arch. Laura Gazzola

Analisi Geologiche:

Prof. Pier Luigi Vercesi

Aspetti Naturali:

dott.sa Giulia Vercesi

V.A.L.S.A.T.

Promoter s.r.l.

COMUNE DI TRAVO (PC)

**REVISIONE GENERALE DEL P.R.G. COMUNALE
AI SENSI DELLA L.R. N.20/2000**

PIANO STRUTTURALE COMUNALE

QUADRO CONOSCITIVO SISTEMA TERRITORIALE

INDICE

1 -	PREMESSA	pag.	2
2 -	METODOLOGIA DI INDAGINE	pag.	4
3 -	BREVE INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	pag.	6
4 -	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLITOLOGICO	pag.	8
	4.1 – Geomorfologia	pag.	8
	4.2 – Caratteri geolitologici	pag.	11
	4.3 – Elementi geologici salienti	pag.	21
5 -	IDROGRAFIA SUPERFICIALE	pag.	23
6 -	ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL SUBSTRATO	pag.	24
7 -	ATTIVITÀ SISMICA E NEOTETTONICA	pag.	29
	7.1 – Aspetti sismici generali	pag.	31
	7.2 – Assetto geologico-strutturale.....	pag.	36
	7.3 – Elementi neotettonici	pag.	38
8 -	CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE E USO DEL SUOLO	pag.	39
9 -	PROPRIETÀ GEOTECNICHE DEL SUBSTRATO	pag.	46
10 -	SINTESI	pag.	50
11 -	VALUTAZIONI GENERALI IN MERITO ALL'EDIFICABILITÀ	pag.	52

ALLEGATI:

TAVV. B1 N/S	CARTA GEOLOGICA E LITOLOGICO-LITOTECNICA	Scala 1:10.000
TAVV. B2 N/S	CARTA IDROGEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA	Scala 1:10.000
TAVV. B3 N/S	CARTA PEDOLOGICA	Scala 1:10.000
TAVV. B4 N/S	SCENARIO DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE	Scala 1:10.000
TAVV. B6 N/S	CARTA DI SINTESI DELLA SISMICA LOCALE	Scala 1:10.000
TAVV. B7 N/S	CARTA DI SINTESI	Scala 1:10.000

1 - PREMESSA

La presente relazione illustrativa espone e commenta i risultati delle indagini geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche condotte a supporto della revisione generale del P.R.G. Comunale di Travo, secondo quanto previsto dalla L.R. n. 20 del 24/03/2000 (*Disciplina generale della tutela del territorio*).

Tale norma prevede una sostanziale revisione degli strumenti di pianificazione del territorio a livello comunale (Piano Regolatore Generale), che, in virtù dei nuovi ed approfonditi criteri di analisi, di studio e di monitoraggio del territorio, vengono ad essere sostituiti dal Piano Strutturale Sovracomunale (P.S.C.).

I criteri seguiti nella pianificazione e nella realizzazione delle suddette indagini, sono conformi ai dettami ed alle linee guida contenuti nelle Circolari Regionali n. 1288 del 11/02/1983 e n. 24108 01/12/87, nella L.R. 23/1980 nel D.M. 11/03/88, nonché nella proposta al C.R. (delibera della G.R. n. 2141 del 02/05/90) pubblicata sul Boll. Uff. R.E.R. n. 52 del 22/06/90.

L'analisi dei caratteri fisici del territorio si è svolta anche secondo quanto previsto nel D.M. 14/09/05 “*Testo Unico – Norme Tecniche per le costruzioni*”, entrato in vigore a far data dal 23/10/05, con particolare riferimento al *Capitolo 7 “Norme per le opere interagenti con i terreni e con le rocce, per gli interventi nei terreni e per la sicurezza dei pendii”*, per quel

che riguarda la “*Modellazione geologica del sito*” (paragrafo 7.2.1.) e le “*Indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica*” (paragrafo 7.2.2.).

Inoltre, gli studi sono stati condotti anche in relazione a quanto previsto dalle norme attuative del Piano Territoriale Regionale (P.T.R.) e del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.), con particolare riferimento all'individuazione degli elementi del paesaggio da sottoporre ad attenzione nella fase progettuale della pianificazione urbanistica.

Lo scopo ultimo delle indagini condotte è stato quello di delineare un quadro completo delle caratteristiche idrogeologiche, sismiche, idrauliche e pedologiche del territorio comunale, all'interno del quale possono essere individuate le aree idonee per l'espansione e lo svolgimento delle attività antropiche (aree di espansione edilizia, aree industriali, ecc.).

Si precisa che i giudizi di fattibilità geologica espressi nel presente studio, dovranno essere integrati da specifiche e puntuali indagini di carattere geologico-tecnico, di volta in volta commisurate alle caratteristiche dell'intervento edilizio che si intende realizzare, in ottemperanza alle disposizioni di legge contenute nella vigente normativa (D.M. 11/03/1988, D.M. 14/09/05 e s.m.i.).

La presente relazione è corredata dai seguenti elaborati cartografici ed allegati:

TAVV. B1 N/S CARTA GEOLOGICA E LITOLOGICO-LITOTECNICA

Scala 1:10.000

TAVV. B2 N/S CARTA IDROGEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

Scala 1:10.000

TAVV. B3 N/S CARTA PEDOLOGICA Scala 1:10.000

TAVV. B4 N/S SCENARIO DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

Scala 1:10.000

TAVV. B6 N/S CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA
LOCALE Scala 1:10.000

TAVV. B7 N/S CARTA DI SINTESI Scala 1:10.000

2 - METODOLOGIA DI INDAGINE

Lo studio delle caratteristiche idrogeomorfologiche, idrauliche, pedologiche e sismiche del territorio comunale di Travo è stato molto articolato e complesso, sia dal punto di vista generale, sia per quanto concerne la valutazione, nel dettaglio, dell'idoneità delle aree prescelte per l'espansione e lo svolgimento delle attività antropiche.

Le diverse fasi di lavoro che hanno caratterizzato le indagini propedeutiche alla realizzazione del presente studio, possono essere descritte come segue.

In primo luogo si è proceduto alla consultazione ed all'acquisizione dei dati esistenti e della documentazione relativa alle indagini pregresse, reperita presso vari fonti quali, ad esempio, Archivio S.G.P. di Pavia, Ufficio Tecnico Comunale di Travo, Servizio Tecnico Bacini T. Taro, Banca Dati Geognostici R.E.R, ecc.

Naturalmente in questa fase sono stati esaminati gli studi, le pubblicazioni e i dati storici relativi alle caratteristiche generali del territorio, in particolare per quanto riguarda l'assetto geologico-strutturale, neotettonico e sismico dell'area indagata.

I dati pregressi relativi alla geologia e geomorfologia, nonché all'idrogeologia, preliminarmente acquisiti, sono stati verificati attraverso estesi rilevamenti su tutto il territorio comunale e mediante un'accurata indagine fotointerpretativa.

Tutto ciò ha permesso di delineare, in prima analisi, i tratti salienti del territorio comunale, tramite l'individuazione di una serie di elementi morfologici, idrologici ed idrogeologici.

Per quanto concerne la caratterizzazione pedologica dell'ambito areale oggetto di studio, riportata nelle Tavv. B3 N/S in scala 1:10.000 (Carta pedologica), si è fatto riferimento alla corposa bibliografia reperibile in materia.

Nella fattispecie sono state consultate: la carta allegata a "I suoli dell'Emilia Romagna", la "Carta della capacità d'uso dei suoli" e la "Carta Pedologica - Prima raccolta ed analisi dei dati chimico-fisici dei suoli della Provincia di Piacenza" realizzate a cura della R.E.R..

La successiva fase di studio ha comportato il confronto e la sintesi degli aspetti più significativi messi in luce dalle indagini geologiche, geomorfologiche, geopedologiche, geognostiche e geologico-tecniche di cui

sopra, con particolare riferimento all'individuazione degli elementi del paesaggio da sottoporre ad attenzione nella fase progettuale della pianificazione urbanistica.

Le conoscenze acquisite nel corso delle precedenti fasi di studio, opportunamente elaborate ed integrate dall'esecuzione di specifiche indagini geognostiche e geotecniche, hanno permesso di arrivare alla caratterizzazione litologica e geotecnica delle zone destinate dagli urbanisti ai nuovi interventi, allo scopo di fornirne una preliminare valutazione di idoneità all'edificabilità.

La predisposizione dei suddetti elaborati cartografici è stata preceduta da una fase di approfondimento delle conoscenze correnti, caratterizzata dall'esame della natura dei terreni e delle loro caratteristiche geomeccaniche, sia mediante l'analisi dei risultati delle indagini di dettaglio eseguite in precedenza sul territorio comunale, sia tramite la ricostruzione delle successioni litostratigrafiche dei terreni presenti nell'immediato sottosuolo delle diverse zone.

3 - BREVE INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il territorio comunale di Travo si estende su una superficie di circa 80,30 km², e si sviluppa in coincidenza del medio corso del Fiume Trebbia, estendendosi a ovest fino alla Val Luretta, e nella porzione sud-occidentale fino alla Valle del Perino.

La maggior parte del territorio comunale ricade in ambito montano, e precisamente nell'Unità di paesaggio della "Montagna parmense-piacentina" secondo la zonazione del PTPR; la rimanente porzione ricade in ambito collinare, all'interno della fascia della "Collina parmense-piacentina", sempre in base alla zonazione del PTPR, e nella Regione Agraria n. 3 "Colline del Trebbia e del Tidone".

Le quote massime raggiunte nell'ambito del territorio comunale si aggirano attorno agli 840 m s.l.m. (estremità occidentale dell'ambito comunale in prossimità del Monte Bogo), le minime attorno ai 130 m s.l.m. (estremità settentrionale del territorio, in corrispondenza dell'alveo attuale del F. Trebbia), con una escursione altimetrica pari a circa 710 m.

La popolazione è costituita da 2.002 abitanti (dati ISTAT 2001), con una densità media di circa 24,93 abitanti/km².

Il principale centro abitato è Travo (ubicato circa 20 Km a Sud-Ovest di Piacenza), capoluogo e sede dell'Amministrazione Comunale, cui si affiancano n. 7 frazioni: Bobbiano, Caverzago, Donceto, Fellino, Pigazzano, Pillori, Statto e numerose altre località minori.

La popolazione comunale si concentra principalmente nel capoluogo, sito in sponda sinistra Trebbia e ben servito dalla strada di fondovalle, mentre la rimanente quota insediativa risulta per lo più disseminata in una serie di borghi e frazioni minori, che si collocano nella viabilità secondaria di "crinale-collinare", quasi a formare una corona al centro capoluogo.

Il territorio del Comune di Travo confina con i seguenti comuni: Piozzano, Gazzola, Rivergaro, Vigolzone, Bettola, Coli e Bobbio.

4 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLITOLOGICO

Nel presente capitolo vengono descritti i principali lineamenti geomorfologici che caratterizzano il territorio comunale di Travo e, nel contempo, le proprietà geolitologiche dei terreni che costituiscono il substrato dell'area oggetto del presente studio.

4.1 Geomorfologia

La morfologia del territorio appare irregolare e variamente acclive, ed è, chiaramente, in stretta connessione con l'assetto geolitologico del sottosuolo.

Difatti, i rilievi più aspri ed accentuati, così come i crinali e le "costolature", si sono impostati laddove il substrato roccioso è presente in condizioni affioranti e/o subaffioranti, oppure ricoperto da una coltre di alterazione di modesto spessore.

Laddove il paesaggio è modellato in terreni scarsamente selettivi come la Formazione di Val Luretta, la Formazione di Bettola e le Arenarie di Scabiazza, esso assume forme generalmente addolcite.

Dove sono presenti successioni maggiormente erodibili, rappresentate da terreni argillosi e/o marnosi come, ad esempio, le Marne di Monte Piano,

il paesaggio subisce una morfoselezione che produce forme “negative” del paesaggio, come gli pseudocalanchi.

Spettacolari sono le forme che si modellano in coincidenza di litotipi più resistenti, in particolare i rilievi di Pietra Parcellara e Pietra Marcia, testimoni di erosione residuale (*monadnocks*) che isolano picchi ofiolitici emergenti monumentalmente dal paesaggio circostante.

Gli elementi morfologicamente "negativi" sono tipicamente associati ad un contesto litostratigrafico caratterizzato dalla presenza di potenti coltri di alterazione detritico-terrose, di origine eluvio-colluviale.

Queste ultime, a differenza dei materiali litificati, risentono maggiormente dell'azione modellatrice degli agenti esogeni e, in funzione del loro maggior grado di erodibilità, danno origine alle "morfologie dolci" ed arrotondate caratteristiche di questo settore della catena appenninica.

Alla base dei versanti sono presenti terrazzi alluvionali, disposti a varie altezze lungo i fianchi vallivi, che rappresentano il risultato dell'azione modellatrice (erosiva e deposizionale) messa in atto dal Fiume Trebbia.

I sistemi terrazzati si sono originati dalla coalescenza delle conoidi alluvionali messe in posto a seguito dell'attività deposizionale dei tributari del F. Trebbia, i quali hanno costituito una superficie essenzialmente unitaria e omogenea.

In seguito, a causa delle variazioni climatiche, di fenomeni di sollevamento dell'area e del conseguente ringiovanimento del sistema idrografico, le superfici originarie sono state suddivise e smembrate, con il concorso dei corsi d'acqua minori, in tanti costoni digitati, a sommità più o meno regolare, di forma variabile ed immergenti verso N-NE.

Il territorio comunale di Travo, dal punto di vista idrografico, ricade quasi totalmente nel bacino imbrifero del F. Trebbia, che ne determina l'asse portante, mentre una piccola zona posta al confine nord-occidentale con il comune di Piozzano ricade nel bacino del Torrente Luretta.

Morfologicamente il territorio è caratterizzato da numerosi fenomeni di dissesto di vario genere e grado, che hanno condizionato costantemente l'insediamento umano e lo sfruttamento a scopi agricoli del suolo, relegandolo in ambiti circoscritti, contraddistinti da impianti viticoli e coltivazioni estensive a erba medica, mentre molto ridotta è la pratica della frutticoltura e del seminativo.

La spiegazione di un così diffuso fenomeno del dissesto va ricondotta a molteplici cause.

Chiaramente le caratteristiche litologiche rivestono importanza primaria, in quanto formazioni a componente prevalentemente pelitica e ricche di minerali argillosi facilmente rigonfiabili e plasticizzabili, se posti a contatto con acqua, sono maggiormente soggette a fenomeni di dissesto.

Un altro elemento è rappresentato dal disarticolamento delle successioni stratificate, dovuto alle spinte orogenetiche che hanno prodotto

dei campi di stress, con conseguenti fenomeni deformativi, sia di tipo duttile, sia di tipo fragile, che le hanno profondamente scompagnate alterandone le caratteristiche reologiche originarie.

Ulteriori fattori destabilizzanti sono costituiti dall'infossamento dei corsi d'acqua e dai fenomeni sismici susseguitesesi nel tempo (anche se di intensità rilevabile unicamente a livello strumentale).

Le aree di dissesto risultano, per lo più, impostate in corrispondenza dei principali affluenti del F. Trebbia, sia in sponda sinistra, Rio Dorba e Rio Arga, sia in sponda destra, Rio Cernusca e Rio Fellino.

Particolare importanza riveste, sia per le dimensioni, sia per la presenza di numerosi insediamenti abitativi, il corpo di paleofrana ubicato in sponda sinistra del F. Trebbia e compreso fra le località di Statto e Scrivellano, che si estende sino al confine con il Comune di Gazzola in coincidenza con il Rio del Poggio.

Altra paleofrana di valenza "didattica" è quella situata in corrispondenza della località Donceto, che si è innescata in coincidenza con le fasi ringiovanimento attive a partire dal Pleistocene medio-superiore.

4.2 Caratteri geolitologici

Dal punto di vista geologico l'ambito territoriale indagato (cartografato al Foglio 72 "Fiorenzuola d'Arda" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 e 179 "Ponte dell'Olio" alla scala 1:50.000) risulta inserito in

contesto geologico-strutturale alquanto complesso, tipico di questo settore della catena appenninica.

Come sarà trattato più diffusamente in seguito, l'assetto tettonico della zona rappresenta il risultato dell'orogenesi attiva già a partire dal Cretacico e che ha avuto momenti di acme nell'Eocene medio (fase ligure) e nel Tortoniano (fase tortoniana).

Di seguito vengono descritte le unità litologiche presenti all'interno dei limiti amministrativi del Comune di Travo:

DEPOSITI QUATERNARI CONTINENTALI

- **Corpo di frana in evoluzione o assestato** – Se in evoluzione: deposito gravitativo con evidenze di movimenti in atto o recenti, costituito da litotipi eterogenei, raramente monogenici, ed eterometrici, più o meno caotici. La tessitura dei depositi è condizionata dalla litologia del substrato e dal tipo di movimento principale e risulta costituita, in prevalenza, da clasti di dimensioni variabili immersi in una abbondante matrice pelitica e/o sabbiosa. Se assestato: deposito gravitativo senza evidenze di movimenti in atto o recenti ma con possibilità di riattivazione, costituito da litotipi eterogenei, raramente monogenici, ed eterometrici, più o meno caotici. La tessitura dei depositi è condizionata dalla litologia del substrato e dal tipo di movimento principale e risulta costituita, in prevalenza, da clasti di dimensioni variabili immersi in una abbondante matrice pelitica e/o sabbiosa.

- **Depositi di versante (DT1)** - Deposito costituito da litotipi eterogenei ed eterometrici più o meno caotici. Frequentemente l'accumulo presenta una tessitura costituita da clasti di dimensioni variabili, immersi e sostenuti da una matrice pelitica e/o sabbiosa (che può essere alterata per ossidazione e pedogenesi), a luoghi stratificato e/o cementato. La genesi può essere gravitativa, da ruscellamento superficiale e/o da soliflusso.

- **Depositi eluvio-colluviali (DT2)** - Coltre di materiale detritico, generalmente fine (sabbie, limi e peliti), prodotto da alterazione "in situ" o selezionato dall'azione mista delle acque di ruscellamento e della gravità, con clasti a spigoli vivi o leggermente arrotondati.

- **Conoidi attivi (CN1)** - Depositi alluvionali, prevalentemente ghiaiosi, a forma di ventaglio aperto verso valle, messi in posto in corrispondenza dello sbocco di valli e vallecole trasversali ai corsi d'acqua principali ove la diminuzione di pendenza provoca la sedimentazione del materiale trasportato dall'acqua, soggetti ad evoluzione dovuta alla dinamica torrentizia.

- **Conoidi inattivi (CN2)** - Depositi alluvionali, prevalentemente ghiaiosi, a forma di ventaglio aperto verso valle, messi in posto in corrispondenza dello sbocco di valli e vallecole trasversali ai corsi d'acqua principali ove la diminuzione di pendenza provoca la sedimentazione del materiale trasportato dall'acqua, attualmente non sono soggetti ad evoluzione.

- **Depositi alluvionali attuali (b1)** - Ghiaie, talora embriciate, sabbie e limi argillosi di origine fluviale, attualmente soggetti a variazioni dovute alla dinamica fluviale; detrito generalmente incoerente e caotico, costituito da clasti eterometrici ed eterogenei, talora arrotondati, in matrice sabbiosa, messi in posto allo sbocco di impluvi e valli secondarie.
- **Depositi alluvionali recenti (b2)** - Dal punto di vista litologico sono analoghi a quelli precedenti (b1), sono fissati da vegetazione e corrispondono ad aree esondabili in condizioni di piena ordinaria.
- **Depositi alluvionali medio-recenti (b3)** - Anch'essi dal punto di vista litologico sono analoghi a quelli indicati con la sigla "b1", ma costituiscono dei ripiani morfologici (superfici terrazzate) sopraelevati rispetto all'alveo attivo e coincidono con aree non esondabili in condizioni di piena ordinaria.

SUCCESSIONE NEOGENICO-QUATERNARIA DEL MARGINE APPENNINICO PADANO

- **Subsistema di Ravenna (AES8)** - Ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi: depositi intravallivi terrazzati e di conoide ghiaiosa. Limi e limi sabbiosi: depositi di interconoide. Il profilo di alterazione varia da qualche decina di cm fino ad 1 m. Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al

piano topografico, mentre il contatto di base è discordante sulle unità più antiche. Lo spessore massimo dell'unità è inferiore a 20 metri. *Pleistocene superiore - Olocene*; post circa 18.000 anni B.P..

- **Unità di Vignola (AES7)** – Nel contesto intravallivo è rappresentata da depositi di terrazzo alluvionale. È costituita da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati, ricoperti da una coltre limosa-argillosa discontinua. Il fronte di alterazione è di discreto spessore (1,5-2 m) e sono presenti suoli non calcarei, talora con evidenze di accumulo di argilla illuviale. *Pleistocene superiore – Olocene*.

- **Subsistema di Maiatico (AES2)** - Ghiaie e ghiaie sabbiose prevalenti, localmente cementate: depositi alluvionali intravallivi e di conoide ghiaiosa; limi argillosi e sabbie con subordinati livelli di ghiaie: depositi di interconoide. I depositi intravallivi delle valli del Torrente Nure e del Fiume Trebbia sono spesso terrazzati. Il profilo di alterazione dell'unità è molto evoluto e raggiunge i 7-8 m di profondità. L'unità presenta una copertura fine, composta, dello spessore massimo di 4 m, costituita da limi e limi argillosi giallastri contenenti manufatti del Paleolitico medio. Il suo profilo di alterazione è molto evoluto. Il contatto di base è generalmente erosivo e discordante su unità più antiche; il limite basale su AES indistinto è erosivo e discordante, a Sud di Ponte dell'Olio, mentre verso Nord diventa continuo e concordante. Lo spessore è variabile da alcuni metri a 30-40 metri. *Pleistocene medio*.

SUCCESSIONE EPILIGURE

- **Formazione di Ranzano** (*Priaboniano – Rupeliano*)

Membro della Val Pessola (RAN2) - Litoareniti fini e medie, grigie e grigio-verdastre, in strati sottili e medi, talora spessi, intercalate a marne siltose grigio scure in strati da medi a molto spessi. Rapporto A/P prevalentemente <1, localmente <<1 o >1. Sono presenti pacchi di strati intensamente ripiegati e disarticolati, di spessore variabile, contenenti rari ciottoli decimetrici extraformazionali, ben arrotondati: depositi di frana sottomarina intraformazionale (slumps intraformazionale - **RAN2sl**). Localmente distinta una **litofacies arenaceo-pelitica (RAN2ap)**.

Priaboniano sup.- Rupeliano inf.

- **Marne di Monte Piano (MMP)** - Argille, argille marnose e marnoso-siltose, marne rosse, rosate, grigio chiaro e verdi, con rari e sottilissimi strati di siltiti e feldspatoareniti risedimentate, marne e marne siltose grigie, grigio-verdi, talora rosate, nella parte superiore della successione. Sedimentazione di tipo pelagico. Il limite inferiore è discordante sulle unità liguri. La potenza affiorante è non superiore a 180 m. *Luteziano – Priaboniano*.

UNITÀ LIGURI

- **Formazione di Val Luretta (VLU)** - Formazione arenaceo-marnosa e calcareo-marnosa, suddivisibile, sulla base delle litologie

dominanti, in tre membri. Torbiditi di bacino relativamente profondo.

Paleocene inf. - Eocene medio.

Membro di Genepreto (VLU3) Alternanze di calcari e calcari marnosi grigio-biancastri e di marne e marne calcaree grigio chiare, talora nocciola, in strati da medi a molto spessi, talora in banchi. Sono presenti locali intercalazioni di arenarie medie e grossolane grigio-scure, in strati medi e di argille marnose rosso vinate, o areniti e peliti marnose grigio scure in set di strati sottili e medi. Passaggio per alternanza a VLU2. Spessore parziale del membro valutabile in 450 m circa. *Luteziano.*

Membro di Monteventano (VLU2) Alternanze decametriche di pacchi di strati medi arenaceo-pelitici (arenarie medie e fini, grigie, talora ricche in frustoli carboniosi e marne siltose nocciola) e di pacchi prevalentemente calcareo marnosi in strati medi e spessi, più frequenti verso il tetto del membro (calcari micritici grigio-biancastri e marne e marne calcaree grigio chiare, con locali intercalazioni di arenarie grigie). Contatto su VLU1. Spessore del membro valutabile in 230 m circa. *Thanetiano – Ypresiano.*

Membro di Poviago (VLU1 A-B) Arenarie grigio-nocciola, medie e fini, talora gradate e marne siltose in strati medi e spessi. E' stata localmente distinta una litofacies arenaceo-pelitica (VLU1A). Il membro è caratterizzato dalla presenza di banchi di marne rosate (VLU1B), spesso a base calcarenitica (biocalcareniti nocciola, grossolane e medie, a Nummuliti e Discocicline) (VLU1B - litofacies marnosa). Un orizzonte di spessore decametrico di calcari marnosi grigio-chiari è presente verso la base. Contatto, localmente

tettonizzato, con BET. Spessore del membro valutabile in 450 m circa. *Daniano – Thanetiano*.

- **Flysch di Bettola (BET)** - Marne calcaree, calcari marnosi e marne grigie a base arenitica in strati prevalentemente spessi e molto spessi, frequenti i banchi. Presenti intercalazioni di argilliti scure prive di carbonato di calcio in strati molto sottili e di arenarie medio-fini e peliti in strati medio-sottili. Al tetto della formazione vi sono calcilutiti e calcari marnosi bianchi in strati spessi e molto spessi. Torbiditi carbonatiche, torbiditi silicoclastiche ed emipelagiti bacinali. Spessore 400-500 m. *Campaniano sup. – Daniano*.

- **Flysch di Monte Cassio (MCS)** - Unità torbiditica prevalentemente calcareo-marnosa, in facies di Flysch ad Elmintoidi. È costituita da alternanze di arenarie ibride fini e medie, grigio-nocciola, giallastre all'alterazione, e di marne calcaree grigie in strati spessi, molto spessi e banchi. Sono presenti intercalazioni di arenarie medie e fini a cemento carbonatico, grigio scure associate ad argille siltoso-marnose, in strati sottili e medi. MCS affiora generalmente in strutture sinclinaliche, talora rovesciate. *Campaniano sup. – Maastrichtiano*.

- **Arenarie di Scabiazza (SCB)** - Torbiditi arenaceo-pelitiche e pelitico-arenacee con arenarie litiche grigio-nocciola, grigio-scure o grigio-verdastre, fini e medie, in strati sottili e medi, regolarmente alternate a peliti grigie o verdastre o marne siltose debolmente marnose; si intercalano talora marne grigie a base arenacea fine e

molto fine in strati da molto sottili a spessi (rapporto A/P da <1 a >1); calciliti e litoareniti grigio chiare, conglomerati e brecce, frequentemente gradati, associati a marne e marne siltose grigie, in strati da medi a molto spessi e banchi. Localmente si intercalano livelli di argille rossastre. Sono talora presenti brecce matrice-sostenute, debolmente cementate, di composizione litica prevalentemente carbonatica, in strati spessi e banchi ed olistoliti eterometrici di Maiolica (**SCB A**): depositi da colata e frana sottomarina. Torbiditi ed emipelagiti di ambiente marino profondo. *Cenomaniano A: Campaniano inf.?*

- **Complesso di Pietra Parcellara (CPP)** – Si tratta di un'unità complessa, costituita da lembi formazionali e da olistoliti, anche di grandi dimensioni, di rocce ad affinità ofiolitica. L'età di messa in posto del complesso è verosimilmente Cretacico superiore, tuttavia mancano dati analitici di supporto a questa ipotesi. La litofacies prevalente è data da argilliti grigio scure, fogliettate, che inglobano calciliti silicizzate grigie e grigio-verdine in strati medi e spessi, generalmente scompagnati (Argille a Palombini *Auctt.*). A questa litofacies si associano, senza un preciso ordine stratigrafico: olistoliti eterometrici di serpentiniti localmente brecciate (**E**); corpi di brecce poligeniche grano-sostenute a prevalenti clasti di serpentinite (**CCP B**); olistoliti eterometrici di calcari micritici biancastri, contenenti liste e noduli di selce (calcari a Calpionelle **CCL Auctt.**); lembi di argilliti rossastre. *Cretacico superiore.*

- **Maiolica (MAI)** - Calcari micritici bianchi, talora brecciati, in strati medi e spessi intercalati da strati molto sottili di argilliti nerastre; frequenti liste di selce grigio-verde. *Titonico – Neocomiano*.

- **calcari selciferi (CSE)** - Alternanze di calcareniti grigie e di marne e marne arenacee in strati medi e spessi. Localmente si intercalano strati medi di calcari dolomitici grigi e giallastri, talora brecciati. *Giurassico*.

Dall'analisi delle Tavv. B1 N/S “Carta geologica e litologico-litotecnica” si può notare come la Formazione di Val Luretta occupi, in termini di superficie, la maggior parte del territorio comunale, estendendosi dalla zona più settentrionale fino ad oltre la metà del territorio comunale.

Questo porta, come descritto diffusamente in precedenza, ad una predisposizione al dissesto del territorio, a causa delle caratteristiche litologiche e litotecniche della Formazione in questione e, soprattutto, della coltre di alterazione ad essa associata.

Nella porzione sud-occidentale assumono importanza rilevante le ofioliti del Complesso di Pietra Parcellara; laddove affiorano diffusamente le serpentiniti, si ergono i rilievi isolati di Pietra Parcellara e Pietra Marcia.

In quest'area, alle litologie ofiolitiche si intercalano affioramenti di Flysch di Monte Cassio, Arenarie d Scabiazza, Formazione di Val Luretta, Maiolica e Marne di Monte Piano, originando un assetto geologico complesso.

In corrispondenza dell'estremità meridionale del territorio comunale, affiora il Flysch di Bettola.

4.3 Elementi geologici salienti

All'interno del territorio comunale di Travo sono stati individuati i siti contraddistinti da alcune peculiarità geologiche che vale la pena di segnalare.

I siti in questione, riportati nelle Tavv. B5 N/S (Carta delle emergenze geologiche alla scala 1:10.000), possono essere brevemente descritti come segue:

- **Rio Dorba**, in sponda orografica destra è presente una scarpata ben sviluppata con affioramenti di successioni torbiditiche del Membro di Monteventano (Formazione di Val Luretta).
- **Vei**, in questa zona sono stati osservati affioramenti di Argille a Palombini con strati di calcareniti grossolane che passano a breccioline. La presenza di questi strati è molto importante poiché contengono orbitoline e trocoline, che sono microfossili indicatori di un ambiente di piattaforma carbonatica (mare poco profondo). Pertanto la loro presenza nelle Argille a Palombini, tipiche di un ambiente marino più profondo, testimoniano la presenza di una zona di alto strutturale, di un "margine" che alimentava il bacino sottostante.
- **Pietra Parcellara**, nella porzione Sud-occidentale del territorio comunale sono ben visibili i rilievi montuosi indicati con i toponimi di Pietra Parcellara e di Pietra Marcia, che costituiscono dei picchi

monumentali che si stagliano sul paesaggio circostante, modellato nelle forme dolci ed arrotondate nell'Appennino. Tali evidenze morfologiche rappresentano dei rilievi residuali (altresì detti monadnocks) scolpiti nelle ofioliti ed isolati a seguito dell'azione differenziale dell'erosione.

- **Caldarola**, nei pressi della località Calderola è visibile la successione toscana ed il contatto tettonico con le unità liguri.
- **Castellaro**, in questa zona sono visibili forme di erosione accelerata dei versanti, quali i calanchi impostati nei litotipi appartenenti alla Formazione delle Marne di Monte Piano. Si tratta principalmente di terreni argillosi e/o marnosi, facilmente erodibili, che subiscono una morfoselezione ad opera degli agenti esogeni, che produce forme “negative” del paesaggio.
- **Bobbiano**, nei pressi di questa località si può osservare una struttura sinclinalica impostata nelle Arenarie di Ranzano.
- **Perduca**, è presente un blocco ofiolitico franato....
- **Lentià**, è possibile osservare il contatto tettonico tra le Argille a Palombini e la sottostante Formazione di Val Luretta, rappresentata dalle marne rosate del membro di Poviago.
- **Caverzago**, nei pressi di questa località è presente una parete rocciosa di forma triangolare, impostata nelle litologie arenaceo-pelitici e calcareo-marnose della Formazione di Val Luretta, membro di Monteventano, sulla quale sorge la rocca di Calvenzano.
- **Donceto**, questa frazione sorge sul dorso di una paleofrana di notevole estensione areale e che presenta, per la sua conformazione morfologica, una valenza “didattica”.
- **Santa Maria**, terrazzi.

5 - IDROGRAFIA SUPERFICIALE

L'elemento principale del reticolo idrico superficiale dell'area oggetto del presente studio è rappresentato dal Fiume Trebbia, che scorre, in pratica baricentricamente rispetto all'intero territorio comunale, con direzione sud-ovest/nord-est.

In esso confluiscono numerosi torrenti e rii minori, disposti in genere ortogonalmente rispetto ad esso.

Da monte verso valle, tra gli affluenti di destra del Fiume Trebbia si ricordano: il Torrente Perino, il Rio Cernusca, il Rio Fellino e il Rio Fontana Cavalla; mentre tra gli affluenti di sinistra si distinguono: il Torrente Dorba, il Torrente Guardarabbia e il Torrente Guardarabbia grande.

Una piccola zona del territorio comunale, in prossimità del confine con il comune di Piozzano, ricade nel bacino imbrifero del Torrente Luretta, che scorre in coincidenza del confine stesso.

L'idrografia superficiale si rivela fortemente controllata dalla litologia e influenzata dai fenomeni neotettonici agenti nel settore appenninico in oggetto, che hanno configurato e plasmato, nel corso del tempo, il reticolo idrografico.

La densità del reticolato è variabile in base alle litologie attraversate e si presenta massima in corrispondenza delle successioni a componente prevalentemente argillo-marnosa e come tali impermeabili o poco permeabili

(Formazione di Val Luretta, Marne di Monte Piano ecc.), e decresce in modo consistente nelle aree di affioramento di rocce permeabili per porosità primaria o per fratturazione e fessurazione (Formazione di Ranzano, Flysch di Monte Cassio ecc.).

6 - ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL SUBSTRATO

Il presente capitolo illustra le caratteristiche idrogeologiche generali del substrato, definite sulla scorta delle pubblicazioni e degli studi pregressi che hanno interessato il territorio comunale di Travo.

È di fondamentale importanza precisare che il comune in oggetto è situato in un contesto prettamente montano-collinare.

Di conseguenza la presenza di una vera e propria falda acquifera nel sottosuolo è limitato essenzialmente al fondovalle del F. Trebbia.

Per quanto concerne la circolazione idrica sotterranea, essa avviene, per porosità primaria, principalmente in corrispondenza dei depositi alluvionali quaternari, limitrofi o coincidenti con l'alveo del Fiume Trebbia, nei quali si possono impostare falde direttamente connesse con l'alveo del fiume stesso.

Dal punto di vista idrogeologico, l'acquifero presenta una struttura piuttosto semplice: risulta limitato lateralmente, ma piuttosto sviluppato nel senso di scorrimento del F.Trebbia, in quanto, come già accennato, risulta costituito da una falda freatica direttamente connessa con le acque di subalveo del fiume stesso.

Il senso di flusso della falda freatica è diretto prevalentemente in direzione del F.Trebbia, che esercita una forte azione di "richiamo" sulle acque sotterranee, soprattutto nei periodi siccitosi.

Esistono tuttavia altri corpi idrici sotterranei, di valenza minore e sovente di caratteri effimero (stagionale), che permeano gli ammassi rocciosi (o, meglio, le loro discontinuità), oppure i depositi detritici di versante od i corpi franosi, laddove le locali condizioni morfologiche lo permettano.

Tra le litologie che possono fungere da “rocce serbatoio”, particolare importanza rivestono le ofioliti (serpentiniti), che possono ospitare falde anche di significativa entità verso la base dell’ammasso roccioso, nei punti in cui esso poggia su orizzonti impermeabili, ed essere sede di sorgenti rilevanti.

Dal punto di vista idrogeologico il territorio comunale è stato pertanto zonizzato in funzione della permeabilità delle unità litostratigrafiche presenti (riportate nelle Tavv. B1 N/S), che sono state accorpate a formare sette raggruppamenti (vedi Tavv. B2 N/S), elencati di seguito.

- **Marne di Monte Piano, Complesso di Pietra Parcellara.**
Permeabilità primaria nulla – Permeabilità secondaria per fessurazione molto bassa. Assenza di falde idriche significative.

- **Formazione di Bettola, Formazione di Val Luretta – membro di Poviago in facies marne rosate e membro di**

Genepreto – Flysch di Monte Cassio. Permeabilità primaria bassa – Permeabilità secondaria per fessurazione e per fratturazione da media ad elevata. Acquiferi discontinui, con circolazione idrica irregolare per circuiti definiti.

- **Formazione di Val Luretta: membro di Poviago e membro di Monteventano, Arenarie di Ranzano e Arenarie di Scabiazza.** Permeabilità primaria per porosità medio-bassa – Permeabilità secondaria per fessurazione e per fratturazione da bassa a media; presenza di falde di limitato significato, variamente distribuita nella massa rocciosa.
- **Ofioliti.** Permeabilità primaria nulla – Permeabilità secondaria per fratturazione elevata. Presenza di falde anche significative verso la base dell'ammasso roccioso al contatto con orizzonti impermeabili.
- **Maiolica.** Permeabilità primaria nulla – Permeabilità secondaria per fratturazione da bassa a medio-bassa. Presenza di falde idriche poco significative.
- **Detriti di falda e depositi di versante e alluvionali.** Permeabilità per porosità primaria da media ad elevata. Circolazione attiva con falde libere di limitato interesse.
- **Corpi di frana.** Permeabilità per porosità primaria da media a medio-bassa; da media ad elevata per fratturazione e

fessurazione secondaria Circolazione attiva per lo più discontinua, con possibilità di formazione di falde idriche stagionali.

La permeabilità **k** è stata classificata in base ai seguenti valori standard:

- elevata, se $k > 10^{-2}$ cm/s;
- medio-elevata, se $10^{-2} < k < 10^{-3}$ cm/s;
- media, se $10^{-2} < k < 10^{-4}$ cm/s;
- medio-bassa, se $10^{-3} < k < 10^{-5}$ cm/s;
- bassa, se $k < 10^{-5}$ cm/s.

Dall'analisi della Carta idrogeologica e geomorfologica si può notare come le aree maggiormente permeabili si estendano nella porzione nord-orientale del territorio comunale; il resto del territorio si presenta meno omogeneo, in quanto in diverse aree, occupate da formazioni dotate di permeabilità bassa o nulla, si alternano detriti di falda, depositi di versante ed alluvionali e corpi di frana, caratterizzati da permeabilità da media a elevata.

La presenza di unità idrogeologiche contraddistinte da una marcata differenza di permeabilità, può favorire l'instaurarsi di sorgenti (per soglia di permeabilità), che si impostano anche in corrispondenza di brusche variazioni morfologiche od in zone di debolezza tettonica.

Nelle Tavv. 2B N/S vengono riportate anche le principali emergenze idriche della zona (fontane, sorgenti e sorgenti captate), i pozzi, ed i limiti significativi di zone a differente comportamento idrogeologico.

Nella porzione centro-settentrionale del territorio comunale sono state cartografate anche due fasce contraddistinte dalla presenza di numerose emergenze idriche (alimentate da falde di tipo superficiale), allineate lungo una direzione preferenziale, che “riforniscono” la locale rete scolante.

Tale fenomeno è imputabile alle locali condizioni morfologiche, geolitologico-strutturali ed idrogeologiche, che determinano la venuta a giorno delle acque sotterranee.

Per quanto concerne la vulnerabilità dell'acquifero più superficiale, è opportuno precisare che quest'ultima dipende dalla capacità dei suoli di agire da barriera e filtro nei confronti dei potenziali agenti inquinanti.

Tra questi i più "pericolosi" sono rappresentati dagli inquinanti idrosolubili, che possono essere trasportati in profondità con le acque di percolazione.

Quindi la vulnerabilità di un acquifero è tanto maggiore quanto minore è la capacità del terreno soprastante di trattenere gli inquinanti idrosolubili in corrispondenza degli orizzonti più superficiali.

Infatti, se i suddetti inquinanti permangono negli orizzonti superficiali per un lasso di tempo abbastanza lungo, possono essere degradati a seguito dell'attività biologica (la porzione più superficiale del substrato è interessata dall'esplorazione degli apparati radicali delle piante) e microbiologica.

Di conseguenza le litologie ed i terreni contraddistinti da una bassa permeabilità, secondo i raggruppamenti precedentemente descritti, saranno in grado di fornire una maggiore azione protettiva nei confronti di un'eventuale falda sottostante.

7 - ATTIVITÀ SISMICA E NEOTETTONICA

Nel presente capitolo vengono illustrate le caratteristiche sismiche e neotettoniche del territorio comunale di Travo, attraverso l'analisi dei principali studi condotti a livello nazionale, regionale e comunale.

È stata allestita, a questo proposito, una specifica carta denominata “Scenario di pericolosità sismica locale” (B4 N/S) in scala 1:10.000, rifacendosi ai criteri dettati dalla normativa della Regione Lombardia, in quanto la Regione Emilia Romagna non ha ancora definito precise linee guida in materia.

La suddetta carta individua sul territorio comunale le aree che per instabilità intrinseca, litologia o situazioni morfologiche potrebbero potenzialmente amplificare gli effetti sismici.

Esse sono state così classificate:

A1: zone potenzialmente franose (instabilità);

A2₁: zone con presenza di depositi granulari con coesione limitata (amplificazioni litologiche);

A2: zone con presenza di depositi alluvionali più o meno coesivi (amplificazioni litologiche);

A3₁: zone di ciglio di scarpata (amplificazioni morfologiche);

A3₂: zone di crinale (amplificazioni morfologiche);

A4: zone con terreni particolarmente ricchi di acqua (cedimenti a comportamento differenziale);

A5: zone di contatto tettonico o presunto tale (comportamenti differenziali).

Inoltre, in ottemperanza alle vigenti disposizioni di legge, si è provveduto alla definizione dei principali parametri, per quello che concerne gli aspetti prettamente geologici, che il progettista dovrà utilizzare per la valutazione dell'azione sismica.

Le principali fonti bibliografiche dalle quali sono stati acquisiti i dati necessari per la definizione delle caratteristiche sismiche e neotettoniche generali del territorio comunale di Travo, sono le seguenti:

- [1] C.N.E.N. (1968) “Attività sismica in Italia dal 1893 al 1965” - a cura di E. Iaccarino
- [2] C.N.E.N. (1968) “Carta sismica d'Italia per il periodo 1893 1965 con aree di massima intensità” (Scala 1:1.000.000) - a cura di E. Iaccarino
- [3] C.N.R. (1978) “Contributi preliminari alla realizzazione della carta neotettonica d'Italia” - Progetto finalizzato geodinamica - Sottoprogetto “neotettonica”.
- [4] Regione Emilia Romagna (1980) - “Guida per la realizzazione di una carta sismotettonica e del rischio sismico” .
- [5] Baroni C., Marchetti G., Perotti C., Vercesi P.L. (1981) “Metodologia seguita per la messa a punto della carta neotettonica relativa al V intervallo (Fogli: 60-Piacenza e 61-Cremona - I e IV Quadrante)”.
- [6] Barbano M.S., Coli M., Ghisetti F., Lavecchia G., Riuscetti M., Scandone P., Slejko D., Valpreda E., e Vezzani L. (1982) “Carta Sismotettonica d'Italia” - Mem. Soc. Geol. It., 24, 491-496.

- [7] C.N.R. (1983) “*Carta neotettonica d’Italia*” (Scala 1:500.000) - Progetto finalizzato geodinamica - Sottoprogetto “neotettonica”.
- [8] AA.VV. (1990) “*Guide Geologiche Regionali: Alpi e Prealpi Lombarde*” Società Geologica Italiana, Ed. BE-MA.
- [9] C.N.R. – Regione Emilia Romagna (2002) - “*Carta geologico-strutturale dell’Appennino emiliano-romagnolo*” (Scala 1: 250.000) - SELCA.
- [10] C.N.R. (1995) - “*Massima intensità macrosismica risentita in Italia*” (Scala 1: 500.000).
- [11] Molin, Stucchi, Valensise - “*Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e del catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA*” - Elaborato per il Dipartimento della Protezione Civile.
- [12] Molin et al. (1996) - “*Massimi effetti sismici attesi nei comuni italiani*” - (estratto dalla carta delle "Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani" elaborata per conto del Dipartimento della Protezione Civile).
- [13] Monachesi e Stucchi (1997) - “*Osservazioni sismiche (57) disponibili per PIACENZA [45.052, 9.693]”* - estratto dal “DOM4.1, un database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno” - aggiornamento luglio 1997 - Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti.
- [14] Camassi e Stucchi. (1998) - “*Catalogo dei terremoti al di sopra della soglia del danno della zona sismogenetica 26*” - estratto dal “NT4.1, un catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno” - versione NT4.1.1 luglio 1997 con aggiornamenti 1981-1992 del marzo 1998- Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (Camassi e Stucchi) (con descrizione sintetica delle modalità di determinazione dei parametri).

7.1 Aspetti sismici generali

Il territorio comunale di Travo (PC), ai sensi della classificazione sismica dell’intero territorio nazionale dettata dall’O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/03 e recepita dalla Regione Emilia Romagna con d.g.r. n. 1677/2005 del 24/10/05 (entrata in vigore in coincidenza con l’approvazione del D.M. 14/09/05), rientra all'interno della **zona sismica 3**.

Si ricorda che le «*Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l’adeguamento sismico degli edifici*» fissano quattro differenti zone sismiche, da 1 a 4 con pericolosità decrescente, e che a ciascuna zona corrisponde un intervallo di valori dell’accelerazione di picco orizzontale al suolo (**a_g**).

In riferimento all'individuazione delle zone edificabili, non sussistono controindicazioni all'utilizzo di tali aree a scopo edificativo, fatte salve le specifiche prescrizioni eventualmente contenute nello strumento urbanistico.

Al contrario, la normativa antisismica avrà una notevole ripercussione sulla progettazione delle nuove opere di ingegneria civile.

Infatti, secondo le disposizioni di legge contenute nel succitato Decreto Ministeriale (D.M. 14/09/05), in fase di progettazione sarà necessario provvedere alla verifica degli effetti indotti sulle strutture dall'azione sismica, secondo le vigenti norme antisismiche.

Si ricorda che l'azione sismica è generata a seguito della propagazione delle onde sismiche che, attraverso il sedime di imposta, vengono trasmesse alle soprastanti strutture provocandone la risposta dinamica.

La risposta dinamica delle opere in progetto deve essere attentamente verificata e controllata dal progettista negli aspetti di sicurezza e prestazioni attese, analizzandone il comportamento in relazione a due differenti stati limite: lo stato limite ultimo e lo stato limite di danno.

Sotto l'effetto dell'azione sismica allo stato limite ultimo gli edifici, pur subendo danni di rilevante entità negli elementi strutturali, devono mantenere una residua resistenza e rigidità nei confronti delle azioni orizzontali e dei carichi verticali.

Sempre in funzione dell'azione sismica allo stato limite di danno le costruzioni, nel loro complesso, non devono subire danni ed interruzioni d'uso in conseguenza di eventi sismici che abbiano una probabilità di occorrenza maggiore dell'azione sismica allo stato limite ultimo e, quindi una significativa probabilità di verificarsi più volte nel corso della durata utile dell'opera.

Le nuove strutture edilizie dovranno essere realizzate nei settori giudicati idonei dal punto di vista geologico-geotecnico, integrando le indagini a supporto della progettazione con specifiche verifiche di stabilità dei versanti interessati dall'intervento, da effettuare anche in condizioni sismiche, nel rispetto con le prescrizioni del D.M. 14/09/05.

In particolare, per quello che concerne il territorio comunale di Travo (PC), si precisa che il valore assegnato al parametro a_g (corrispondente all'accelerazione orizzontale di picco, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni), da adottare nella progettazione antisismica e nelle verifiche di stabilità dei fronti di scavo e dei versanti, è pari a **0,15 g**.

Le implicazioni della caratterizzazione sismica sull'edificazione di nuovi fabbricati, verrà trattata nell'apposito capitolo.

Dall'analisi dei dati bibliografici e delle pubblicazioni scientifiche (elencate in precedenza), si evince come l'area in esame faccia parte di un ambito territoriale soggetto in passato ad eventi sismici piuttosto sporadici (fig. 7.1 tratta da [4]) e di intensità massima rilevata pari al VI grado della scala Mercalli (figg. 7.2, 7.3 tratte da [4] e fig. 7.4 tratte da [2]).

Nella fig. 7.5 -tratta da [8]- sono evidenziati i terremoti che si sono verificati in Lombardia tra l'anno 1000 e il 1984; grazie alla conformazione grafica della figura è possibile osservare anche la situazione nelle aree limitrofe al territorio lombardo tra cui anche la zona oggetto di studio.

La dimensione dei poligoni è proporzionale alla "magnitudo" dei sismi. Si osserva facilmente come i maggiori terremoti si siano sviluppati nella zona bresciana. La sismicità sudalpina decresce procedendo da E verso W e da S verso N, e la sismicità nord appenninica aumenta verso S e verso E.

Nella zona di Piacenza sono segnalati eventi tellurici la cui intensità e frequenza aumenta immediatamente verso N-NE e, dopo un'iniziale diminuzione, anche verso S (v. anche la precedente fig. 7.1 tratta da [4]).

Secondo la più recente carta della «*Massima intensità macrosismica risentita in Italia*» (1995), realizzata a cura dell'Istituto Nazionale di Geofisica (vedi Fig. 7.6 - tratta da [10]), l'intensità massima dei terremoti verificatisi in epoca storica nell'area di Travo, è stata pari al VI grado della scala MCS.

Tale dato è sostanzialmente confermato anche dalla Fig. 7.7 (tratta da [11], carta delle «*Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni della Regione Emilia Romagna*» valutate a partire dalla Banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia.

Secondo tale studio, al territorio comunale di Travo è stata attribuita una massima intensità macrosismica inferiore al valore di 6 (VI grado della scala Mercalli).

Per quel che concerne la previsione di eventi sismici nella zona considerata, è importante precisare che la stima del «periodo di ritorno» di un terremoto di data magnitudo e quella della magnitudo massima possibile per un terremoto entro una specifica area, risulta oggettivamente difficoltosa, indipendentemente dalla validità dei dati disponibili.

La carta redatta sulla base dei risultati delle analisi condotte da Molin et al. (1996), vedi Fig. 7.8 - tratta da [12], includono il territorio comunale in esame tra le aree di classe C, rappresentate da comuni in cui l'intensità massima dei sismi non ha superato il VI grado della scala MCS.

Secondo tali dati i massimi effetti sismici attesi nel territorio comunale di Travo, potrebbero consistere in forti scuotimenti con possibilità di danni occasionali di lieve entità.

Di seguito sono riportati dei tabulati, tratti da [13] e [14], che confermano sostanzialmente quanto precedentemente esposto in relazione all'entità ed alla distribuzione degli eventi sismici all'interno dell'area considerata.

7.2 Assetto geologico strutturale

Nella figura 7.9 (tratta da [9]), che costituisce uno stralcio della Carta geologico-strutturale dell'Appennino emiliano-romagnolo, vengono rappresentati i principali lineamenti geologico-strutturali della zona.

Nella sopraccitata carta, il territorio comunale di Travo ricade in un ambito appartenente alle unità cartografate come:

- Depositi continentali plio-quadernari: Alluvioni recenti (Q₁) *Pleistocene - Olocene*;
- Successioni episeturali post Fase mesoalpina – Pre Fase rupeliana: Depositi terrigeni indifferenziati (Rn) *Priaboniano – Rupeliano inf.*;
- Unità Liguri - Unità ofiolitica superiore: Breccie a matrice argillosa; Argille a palombini (Os) *Cretaceo*;
- Unità Liguri - Unità inferiore dei Flysch ad Elmintoidi: Complessi di base Auct. Calcari marnosi e marne torbiditiche, arenarie e peliti torbiditiche *Maastrichtiano sup. – Luteziano inf.*;
- Unità Sporno-Carpegna – Calcari e calcari marnosi torbiditici *Daniano – Luteziano*.

Come si è visto in precedenza, la zona in oggetto risulta inserita in contesto geologico-strutturale piuttosto complesso, peculiare di questo settore dell'Appennino, che risulta costituito da un edificio strutturale a falde sovrapposte che si accavallano lungo superfici di sovrascorrimento immergenti, generalmente, a basso angolo.

L'assetto tettonico della zona rappresenta il risultato delle spinte orogeniche attive già a partire dal Cretacico e che hanno avuto momenti a acme nell'Eocene medio (fase ligure) e nel Tortoniano (fase tortoniana).

Le unità stratigrafico-tettoniche vengono in contatto lungo superfici di sovrascorrimento spesso ripiegate da eventi deformativi di tipo duttile (che si manifestano ad una scala alquanto variabile) e, di conseguenza, l'assetto giaciturale, sia delle superfici di stratificazione, sia dei contatti tettonici, risulta spesso estremamente caotico e di non facile interpretazione.

A livello regionale la direzione di traslazione delle falde prevalente è quella da SW a NE (fase ligure e toscana), cui si sono sovrapposte altre fasi deformative che hanno comportato modificazioni della direzione dei campi di stress, di entità variabile a seconda della scala di osservazione.

Le unità tettoniche che costituiscono le diverse falde dell'edificio strutturale in questione si differenziano in funzione del contesto paleogeografico di provenienza e riflettono l'evoluzione geodinamica di questo settore appenninico.

Infatti, esso è caratterizzato dalla sovrapposizione dell'insieme alloctono delle Unità Liguri, di origine oceanica, sul quello autoctono Umbro - Toscano, costituito principalmente da successioni torbiditiche sin-orogenetiche, depositate all'interno dell'avanfossa generata a seguito dello sprofondamento crostale dovuto alla sovrapposizione delle falde Liguri.

7.3 Elementi neotettonici

Le considerazioni di seguito esposte sono state effettuate analizzando i vari aspetti che concorrono a determinare l'evoluzione paleogeografica e neotettonica dell'area oggetto di studio.

Esse comprendono l'individuazione di elementi areali sulla base di considerazioni di carattere paleogeografico e geomorfologico, osservazioni morfotettoniche delle fasi di sedimentazione e di erosione a livello regionale, analisi del drenaggio.

Nelle figure 7.10 e 7.11, tratte da [3], viene illustrata l'evoluzione neotettonica dell'area di specifico interesse, in un intervallo di tempo che va da 5,2 milioni di anni fa ad oggi.

Si precisa che la mancanza di affioramenti pliocenici, non solo nell'area di diretto interesse ma in generale in tutta l'area pedoappenninica, ha ostacolato la ricostruzione dettagliata degli eventi cronologici verificatisi durante tale periodo.

Nell'intervallo tra 5,2 e 3,0 M.A. l'area corrispondente al territorio comunale di Travo, nonostante l'assenza di depositi attribuibili all'intervallo considerato poiché presumibilmente soggetta ad erosione, viene considerata in generale sollevamento.

In questo lasso temporale la zona si presenta interessata da lineamenti tettonici disposti in direzione appenninica; in particolare, si deduce ipoteticamente la presenza di una flessura generata a causa del contrasto

geologico tra l'area in sollevamento e quella soggetta ad abbassamento, e la presenza del lineamento tettonico Perino-Donceto, evidenziato da numerosi elementi morfotettonici e riconoscibile in alcuni tratti sul terreno, interpretato come faglia diretta con la zolla di NE ribassata e con rigetto maggiore nella sua porzione di NW.

Nell'intervallo compreso tra 3,0 e 0,7 M.A., la zona di interesse continua ad essere soggetta a sollevamento differenziale. Per quanto concerne gli elementi lineari, si evidenziano ulteriormente quelli disposti secondo la direzione appenninica; generalmente inversi e sempre associati ad elementi morfotettonici.

Tra 0,7 M.A. e il presente, dopo un periodo di relativa tranquillità, l'area in oggetto riprende la fase di innalzamento.

La situazione neotettonica generale viene meglio definita in letteratura con la realizzazione della "Carta neotettonica d'Italia" [7], di seguito riportata in stralcio (fig. 7.11), che rappresenta l'elaborazione di sintesi del lavoro sopra citato.

Si nota come la zona di Travo sia posta in corrispondenza della catena appenninica che, durante il Pliocene ed il Quaternario, è stata intensamente deformata ed interessata da un continuo sollevamento.

8 - CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE ED USO DEL SUOLO

La caratterizzazione pedologica del territorio comunale di Travo, è stata condotta integrando le osservazioni di campagna con i dati reperiti dalla consultazione della nutrita bibliografia reperibile in materia, principalmente curata dalla Regione Emilia Romagna (“I suoli dell’Emilia Romagna” e “Carta della capacità d’uso dei suoli”).

Il presente capitolo trova riferimento grafico nelle Tavv. B3 N/S “Carta pedologica” in scala 1 : 10.000.

La zonizzazione del territorio comunale, condotta in funzione delle caratteristiche connaturate dei suoli e del loro attuale uso, ha permesso di differenziare quattro gruppi di suoli “geneticamente” simili.

I suoli alluvionali sono stati suddivisi in due differenti generi:

- 1.1 *suoli alluvionali ubicati in aree morfologicamente rilevate rispetto agli alvei attivi e corrispondenti a superfici terrazzate*, ad alterazione biochimica con riorganizzazione interna dei carbonati (Calcaric Cambisols, Haplic Calcisols, Chromic Cambisols). Uso attuale: seminativi e colture specializzate (frutteti, vigneti, orti); alta densità di urbanizzazione. Suoli ad elevata produttività. Suoli a forte differenziazione del profilo, a completa decarbonatazione degli orizzonti superficiali e frequente accumulo dei carbonati in profondità (Haplic Calcisols, Chromic Cambisols). Sotto-unità: Confine (3Cb, campitura arancione);

2.1 *suoli alluvionali impostati su terrazzi pleistocenici antichi*, con tracce di alterazione geochimica, ricchi di sesquiossidi, completamente decarbonatati o con accumulo dei carbonati in profondità (Haplic Luvisols, Ferric Luvisols, Vertic Cambisols). Uso attuale: seminativi, prati poliennali, vigneti. Suoli ad elevata produttività. Suoli completamente decarbonatati, con deboli decorticamenti dovuti alle dinamiche erosive, per ruscellamento (Haplic Luvisols, Ferric Luvisols). Sotto-unità: Cittadella, Rivergaro (4Ab, campitura giallo carico).

Nel basso Appennino, su alternanze ritmiche di marne calcaree, arenarie e argilliti, sono state riconosciute due tipologie di suolo ad alterazione biochimica, con riorganizzazione interna dei carbonati, subordinati poco evoluti d'erosione per ruscellamento, con uso attuale a seminativo, vigneto e frutteto, con potenzialità produttiva potenzialmente buona:

1.2 *suoli a forte differenziazione del profilo* (Haplic Calcisols); suoli subordinati a debole differenziazione del profilo per interventi antropici (Cumulic Anthrosols) e/o per fenomeni di ruscellamento (Calcaric Regosols); locali lembi residui di suoli con accumulo di argilla illuviale (Calcaric Luvisols). Sotto-unità: Vicobarone, Montalbo, Fontanino (5Cb, campitura rosa carico);

2.2 *suoli a differenziazione del profilo moderata* per ruscellamento, soliflusso e reptazione agricola (Calcaric Cambisols o localmente

Vertic Cambisols); suoli subordinati poco evoluti d'erosione per ruscellamento (Calcaric Regosols). Sotto-unità: Caminata, Corticelli, Strognano (5Ea, campitura glicine).

Passando nel medio Appennino troviamo suoli impostati su litologie variabili, ma con dominanze specifiche da argillose, ad arenacee a calcaree e calcareo-silicee, ad alterazione biochimica con decarbonatazione da incipiente a completa (Calcaric Cambisols, Eutric Cambisols); suoli subordinati poco evoluti d'erosione per ruscellamento (Calcaric Regosols); uso attuale come seminativo, prato poliennale, bosco mesofilo (cerro, roverella e castagno). Sono state distinte cinque categorie:

1.3 suoli su alternanza di marne, marne argilloso-siltose, arenarie e su rocce a dominante argillosa, con giacitura caotica a differenziazione del profilo moderata per ruscellamento, colate di terra, scorrimenti rotazionali, con decarbonatazione incipiente (Calcaric Cambisols); suoli subordinati poco evoluti d'erosione per ruscellamento (Calcaric Regosols). Sorro-unità: Pianella, Badi. Suoli generalmente poco fertili o poveri, con aumento della fertilità in corrispondenza delle successioni arenaceo-argillose (zone di Roncole-Martini) (6Ba, campitura azzurro scuro);

2.3 suoli su alternanze di calcari marnosi e marne, bruni con spessore generalmente non elevato a differenziazione del profilo moderata per ruscellamento, colate di terra, soliflusso, reptazione agricola, con decarbonatazione incipiente (Calcaric Cambisols), localmente parziale (Eutric Cambisols); suoli subordinati poco evoluti

d'erosione per ruscellamento (Calcaric Regosols). Sotto-unità: Missano, Travo, Colle Merlera. Potenzialità produttiva in genere buona (6Cb, campitura verde).

3.3 *suoli impostati su successioni calcareo-marnose, calcaree e calcareo-silicee*; differenziazione del profilo moderata per ruscellamento con decarbonatazione parziale (Calcaric Cambisols); suoli subordinati poco evoluti d'erosione per ruscellamento (Calcaric Regosols). Suoli ai primi stadi di sviluppo sui calcari compatti (zona Case Caldarola). Sotto-unità: Cave di Vitalta, Monte Vidalto, Monte S. Cristina. Potenzialità produttiva in genere non molto elevata data la scarsa potenza del suolo (6Db, campitura marrone).

4.3 *suoli formatisi su rocce ignee ofiolitiche* poco evoluti tipo Ranker, d'erosione per ruscellamento; suoli subordinati a forte differenziazione del profilo, decarbonatati (Eutric Cambisols), sabbioso-franchi con abbondante contenuto scheletrico. Sotto-unità: Monte Armelio, Gavi. In funzione del loro spessore (non superiore ai 15 cm), del forte drenaggio, dell'assenza di sostanza organica e del contenuto in metalli pesanti, talora elevato, evidenziano una potenzialità da scarsa a molto scarsa (6Eb, campitura giallo pallido).

5.3 *suoli su rocce argillo-marnose, marnose e su arenarie friabili* a forte differenziazione del profilo, decarbonatati (Eutric Cambisols, localmente Dystric Cambisols); suoli subordinati a differenziazione

moderata per ruscellamento, con decarbonatazione incipiente (Calcaric Cambisols). Sotto-unità: Pizzo d'Oca, Noveglia, Virola. Potenzialità da povera, ove prevale il substrato marnoso, a discreta, dove aumenta la frazione sabbiosa (6Fb, campitura rosa aranciato).

Nella zona rientrante nell'alto Appennino sono presenti suoli impostati su alternanze di calcari più o meno marnosi, marne e argilliti ad alterazione biochimica con diverso grado di acidificazione (Dystric Cambisols, Umbric Leptosols; subordinati Eutric Leptosols, Eutric Cambisols). Uso attuale: boschi a dominanza di faggio, pascoli. È stato isolato un suolo rientrante in questa categoria:

1.4 *suoli decarbonatati* a forte differenziazione del profilo con frequente debole acidificazione negli orizzonti superficiali (Eutric Cambisols), subordinatamente a debole differenziazione del profilo (Eutric Leptosols o Eutric Regosols). Sotto-unità: Monte Pelpi, Monte Trappa, Spora. Potenzialità mediocre (7Ad; campitura rosa antico).

La maggior parte del territorio comunale di Travo è occupata dalla terza categoria di suoli (gruppo 6).

La zona golenale, impostata sui depositi alluvionali ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi dell'alveo attivo del F. Trebbia (corrispondente con il ripiano delle alluvioni attuali), a causa dell'assenza di suolo agrario (ghiaie direttamente affioranti in superficie), risulta solo localmente colonizzata da essenze spontanee (prevalentemente infestanti basso-arbustive).

Infatti, come evidenziato anche dalla “Carta delle capacità d’uso dei suoli” R.E.R., in tale area sono presenti suoli che ricadono fra quelli non adatti all’agricoltura (suoli della VIII Classe), di quali: “non ci si possono attendere miglioramenti significativi da una gestione a pascolo, coltivi o alberi”.

Queste condizioni geopedologiche sono tipiche anche di vaste aree appartenenti al ripiano delle alluvioni recenti.

Sempre riferendosi alla “Carta della capacità d’uso dei suoli” R.E.R., in tali aree sono presenti suoli che, pur ricadendo tra quelli adatti all’agricoltura (suoli della II Classe), presentano delle modeste limitazioni dovute principalmente alla “lieve interferenza nella scelta delle colture agricole” dovuta a fattori climatici.

Sulla scorta delle conoscenze acquisite dall’analisi di tutti gli elementi di carattere pedologico e relativi all’uso reale del suolo, si precisa che la scelta di aree da destinare ad un utilizzo urbanistico dovrebbe privilegiare, possibilmente, le zone che si presentano meno produttive dal punto di vista agronomico rispetto alle altre escluse, ovviamente, quelle che sono interessate da problematiche geostatiche ed idrogeologiche.

9 - PROPRIETÀ GEOTECNICHE DEL SUBSTRATO

Nel presente capitolo vengono illustrate alcune considerazioni di carattere generale in merito alle caratteristiche geomeccaniche e litotecniche dei terreni che costituiscono il substrato del territorio comunale di Travo.

La caratterizzazione litostratigrafica e fisico-meccanica del sottosuolo è stata effettuata sia approfondendo i dati di carattere generale commentati in precedenza, sia mediante l'analisi di dati pregressi disponibili.

Per le unità geolitologiche individuate all'interno del territorio comunale (vedi Tavv. B1 N/S), è pertanto possibile fornire le seguenti caratterizzazioni generali:

- 1) Depositi alluvionali attuali e recenti (b1 e b2):** composti, in prevalenza, da depositi ghiaiosi freschi e ghiaioso-sabbiosi. I parametri geotecnici che descrivono i depositi in questione possono essere riassunti come segue: φ (angolo di attrito interno) $\pm 35^\circ$; C (Coesione) = trascurabile; γ (peso di volume) = circa 2,00 tm³.

- 2) Depositi alluvionali medio-recenti (b3) e terrazzati (AES8, AES7 e AES2):** presentano una certa variabilità litologica e, conseguentemente, le caratteristiche meccaniche sono diverse da caso a caso; generalmente l'angolo di attrito interno (φ) è variabile tra 28 e 30°, il peso di volume è compreso tra 1,80 ed 1,90 t/m³, mentre la coesione (C) è trascurabile. Questi valori sono ovviamente riferiti ai settori in cui vi è una dominante ghiaioso-sabbiosa, poiché diminuiscono notevolmente nelle zone più ricche di limi e limi-sabbiosi, in corrispondenza delle quali φ varia tra i 20 ed i 25°.

- 3) **Coltri di alterazione detritico-terrose** gran parte del territorio comunale è caratterizzato dalla presenza, nei primi metri della successione litostratigrafica, dalla presenza di coltri detritico-terrose di alterazione e/o apporto colluviale, di natura limoso-argillosa. Il comportamento reologico pseudocoerente di questi litotipi favorisce, come visto in precedenza, l'innescarsi di fenomeni gravitativi che in taluni casi possono estendersi e coinvolgere il substrato roccioso anche per notevoli spessori (fattori predisponenti sono, in questi casi, fratture, faglie, processi di scalzamento al piede ecc.). Le caratteristiche geotecniche sono alquanto scadenti e possono essere riassunte come segue: φ (angolo di attrito interno) 0° ; C (Coesione) = da 0,20 a 0,40 Kg/cm²; γ (peso di volume) = da 1,70 a 1,80 tm³, che si modificano sensibilmente, in senso negativo, in presenza di impregnazione idrica.
- 4) **Alternanze di strati marnosi, argillosi e subordinatamente arenacei** (facies più tenera della "Formazione della Val Luretta" = Membro di Poviago): la successione si presenta generalmente ricoperta da una cospicua coltre detritico-terrosa d'alterazione. Le caratteristiche geotecniche della roccia madre sono abbastanza buone, con una portanza che si aggira sui 3-4 kg/cm².
- 5) **Alternanze di strati calcareo-marnosi e marnosi, subordinatamente arenaceo-argillosi** (facies più consistenti della "Formazione di Val Luretta" = Membro di Monteventano): si presentano solo a livello locale ricoperte da una coltre detritico-terrosa con spessore generalmente inferiore al metro. Sono presenti numerose superfici di discontinuità (fratture e faglie) e permeabilità selettiva, legata alla fratturazione degli strati più resistenti; gli affioramenti privi di copertura vegetale presentano una predisposizione maggiore alle frane di crollo e di scoscendimento (soprattutto zone con gli strati disposti a franapoggio). La roccia madre ha capacità portante assai elevata (> 3-4 kg/cm²).

- 6) **Argille a palombini:** sono rocce pseudocoerenti, che inglobano frammenti lapidei di varia natura quali calcari compatti, arenarie ecc., caratterizzati da giacitura caotica. In presenza di acqua assumono un comportamento altamente plastico che favorisce l'innescarsi di frane a colata anche lungo versanti poco acclivi. Le caratteristiche geomeccaniche si presentano molto scadenti, soprattutto in presenza di acqua, con una capacità portante ridotta anche a 0,3 kg/cm² e con ϕ angolo di attrito interno di 15-18°, scarpate stabili con pendenza minore di 1/3. Praticamente impermeabili, sono anche caratterizzate da elevata erodibilità, che rende difficoltose genesi e conservazione del suolo agrario nelle zone prive di vegetazione.

In relazione alle caratteristiche idrogeologiche del territorio comunale (vedi Tavv. B2 N/S), illustrate nel capitolo 6, si esclude la possibilità di interferenza tra le acque di falda e le strutture fondazionali, ad eccezione del settore del territorio comunale più prossimo all'alveo e alla golena del F. Trebbia, dove sulla base delle indagini svolte il livello freatico può risultare prossimo al piano campagna.

Oltre all'attribuzione dei parametri geotecnici, che descrivono le proprietà geomeccaniche delle diverse unità geolitologiche individuate, si è reputato opportuno provvedere alla valutazione del carico limite a rottura e del carico unitario ammissibile dei terreni che potrebbero costituire il sedime di imposta delle opere fondazionali di eventuali nuove edificazioni.

Al tal proposito sono state considerate le litologie “sciolte”, ovvero i depositi alluvionali attuali e recenti, i depositi alluvionali medio-recenti e terrazzati e le coltri di alterazione detritico-terrose.

Occorre in ogni caso sottolineare che le indicazioni riguardanti la capacità portante costituiscono una stima (ovviamente del tutto indicativa), che dovrà essere opportunamente verificata in sede di progettazione esecutiva sulla base dei parametri geotecnici specifici del substrato dell'area di futuro intervento e delle indicazioni progettuali di dettaglio (ai sensi della vigente normativa in materia: D.M. 14/03/1988, D.M. 14/09/2005 e s.m.i.).

Poiché, com'è noto, la capacità portante di un terreno dipende non solo dalle sue caratteristiche geomeccaniche, ma anche dalle caratteristiche geometriche delle opere di fondazione; in questa sede è stato analizzato un caso generale che preveda l'impiego di fondazioni superficiali di tipo nastriforme, aventi larghezza pari a 1,00 m ed attestate ad una profondità di -1,00 m dall'attuale piano di campagna.

Le verifiche sono state quindi condotte utilizzando la formula semplificata di Terzaghi-Mayerhof:

$$Q_{lim} = c N_c + \gamma D N_q + 1/2 \gamma B N_\gamma$$

con:

Q_{lim} = capacità portante limite;

c = coesione;

γ = peso di volume;

B = larghezza della fondazione nastriforme o lato del plinto;

D = profondità della fondazione;

N_c, N_q, N_γ = fattori di capacità portante (espressi in funzione di ϕ = angolo di attrito interno).

Di seguito si riportano i risultati delle elaborazioni matematiche effettuate, mentre nelle pagine che seguono si allegano i relativi tabulati di

calcolo in cui vengono riassunti sia i parametri geotecnici, sia i dati geometrici delle fondazioni nastriformi.

Per ogni unità geolitologica viene riportato il valore indicativo del carico unitario ammissibile (Q_{amm}), che si ottiene introducendo un coefficiente di sicurezza adimensionale che, in ottemperanza alla vigente legislazione (D.M. 11/03/1988 e s.m.i.), non deve essere inferiore a 3 ($Q_{amm} = Q_{lim}/3$).

- 1) **Depositi alluvionali attuali e recenti (b1 e b2):** il carico unitario ammissibile per questi terreni è piuttosto elevato, pari a 3,8 Kg/cm².
- 2) **Depositi alluvionali medio-recenti (b3) e terrazzati (AES8, AES7 e AES2):** il carico unitario ammissibile per questi terreni, in funzione della loro variabilità litologica, è compreso tra 0,54 e 1,38 K/cm².
- 3) **Coltri di alterazione detritico-terrose:** in relazione alle loro scadenti proprietà geomeccaniche, il valore del carico ammissibile è molto basso, ovvero pari a 0,39 K/cm². Si precisa che tali litologie, se possibile, non dovrebbero essere utilizzate come sedime di imposta delle opere fondazionali.

10 - SINTESI

La Carta di Sintesi (B7 N/S) è stata redatta rappresentando con poligoni le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità e/o vulnerabilità riferita ad uno specifico fenomeno che le genera; inoltre sono stati rappresentati anche con linee o punti gli specifici elementi che determinano pericolosità o vulnerabilità.

Gli elementi rappresentati definiscono porzioni di territorio caratterizzate da pericolosità geologico-geotecnica, vulnerabilità idraulica e idrogeologica e rischio sismico omogenei.

Oltre ai suddetti elementi sono state cartografate le risorse, quali le "emergenze geologiche" e le sorgenti.

La delimitazione degli elementi è stata effettuata sulla base delle valutazioni sulla pericolosità e sulle aree di influenza dei fenomeni desunte dalla fase di analisi per la redazione delle precedenti carte del Quadro Conoscitivo.

La carta di sintesi è, quindi, una carta che riassume e raggruppa tutti gli elementi che determina vulnerabilità o pericolosità e sulla base della quale sono state definite le classi di fattibilità geologica per le azioni di piano (a ciascun poligono della carta di sintesi verrà attribuita una classe di fattibilità).

11 - VALUTAZIONI GENERALI IN MERITO ALL'EDIFICABILITÀ

Per quanto concerne la propensione all'edificabilità del territorio comunale di Travo in relazione alle condizioni idrogeomorfologiche, geotecniche ed idrauliche, è possibile ottenere una "zonizzazione" generale del territorio in esame, sulla base dei dati raccolti durante le fasi di indagine precedentemente descritte.

In particolare sono stati considerati tre aspetti, che concorrono a definire le classi di fattibilità geologica per le azioni di piano:

- **Condizioni di stabilità generale**, determinate sulla base di fattori di ordine litologico-strutturale, morfologico e idrogeologico;
- **Condizioni idrogeologiche**, sia per quanto riguarda le caratteristiche della rete idrica superficiale (possibilità di esondazione ecc.), sia per quello che concerne la strutturazione idrogeologica del sottosuolo;
- **Caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche del sottosuolo**, che condizionano direttamente la portanza dei terreni e quindi le modalità del loro utilizzo edificativo.

Gli elementi conoscitivi raccolti per la redazione del presente Quadro Conoscitivo, sintetizzati nella Carta di sintesi, costituiscono, quindi, la base per la redazione delle successive fasi di predisposizione del PSC nelle quali verranno fornite indicazioni di dettaglio, dal punto di vista geologico, in merito all'edificabilità o alla destinazione d'uso.

Naturalmente la realizzazione di qualsiasi opera di ingegneria civile, in ottemperanza a quanto prescritto nella vigente normativa in materia, dovrà essere preceduta da specifiche e puntuali indagini geognostiche, necessarie per la definizione delle locali condizioni idrogeologiche, litotecniche e geostatiche.

Pavia, maggio 2011



Vercesi Prof. Pier Luigi

n. iscr. Ordine Geologi Lombardia 1015