



WWW.CONSULENZEMARCOMELLI.EU

REGIONE LOMBARDA
PROVINCIA DI MANTOVA
COMUNE DI RODIGO

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

AI SENSI DELLA L. R. 11 MARZO 2005 N. 12 PER IL GOVERNO DEL TERRITORIO

RELAZIONE GEOLOGICA

AI SENSI DELLA D.G.R. 30 NOVEMBRE 2011 N. IX/2616 "AGGIORNAMENTO DEI CRITERI ED INDIRIZZI PER LA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO"

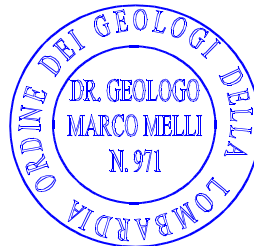
**RELAZIONE ILLUSTRATIVA
NORME GEOLOGICHE DI PIANO**

IL COMUNE

IL SINDACO:

IL TECNICO DEL PGT:

ALLEGATO ALLA
DELIBERA N.
DEL



RESPONSABILE:
MARCO MELLI DR.
ISCRITTO ALL'ORDINE
DEI GEOLOGI DELLA
LOMBARDIA COL N. 971

Marco Melli

RESPONSABILE: MELLI DR. MARCO

WWW.CONSULENZEMARCOMELLI.EU

UFFICIO:

1] VILAFRANCA DI VERONA (VR) VIA LUIGI FANTONI, N. 15

2] SUZZARA (MN) VIA GUIDO, N. 12

T.M. 3358427595 E-MAIL: MELLI.GEO@TIN.IT

FAX 02700426729 SKYPE: MARCO.MELLI.66

SUZZARA - VILAFRANCA, DICEMBRE DUEMILADODICI

1 . R I F E R I M E N T I N O R M A T I V I

Il quadro normativo cui si è fatto riferimento nella presente Relazione geologica è rappresentato dalle seguenti norme:

T A B E L L A 1 : R I F E R I M E N T I N O R M A T I V I .

- L. R. 11 marzo 2005 N. 12 per il governo del territorio.
- Ai sensi della D.G.R. 30 Novembre 2011 N. IX/2616 "Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio".
 - Decreto Ministeriale 14.01.2008: Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni.
 - 14 gennaio 2008. Circolare 5 agosto 2009 - Ulteriori considerazioni esplicative.
 - Ministero delle infrastrutture e dei trasporti - Circolare 11 dicembre 2009: "Entrata in vigore delle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14/01/08 e relativa Circolare 5 agosto 2009".
 - Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009.
 - Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007
 - Eurocodice 8 (1998): Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)
 - Eurocodice 7.1 (1997): Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali . - UNI
 - Eurocodice 7.2 (2002): Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002).
 - UNI Eurocodice 7.3 (2002) Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito (2002).
 - L. 02/02/74, n. 64.
 - D.M.11/3/88 (vigente per la Zona sismica 4 con edifici in Classe I e Classe II).
 - Presidenza del Consiglio dei Ministri - Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003. Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del presidente del consiglio dei ministri n. 3274 del 20- 03 - 2003.
 - PAI (Del. del Com. Ist. Dell'Aut. Di Bac. fiume Po del 26/04/01 con DPCM 24/05/01).
 - Terre e Rocce da scavo D.lgs n. 152/2006, D.lgs n. 4/2008.
 - Vincolo Idrogeologico R. D. L. 30/12/1923 n. 3267.
 - Decreto del Presidente della Repubblica n. 164 del 7 gennaio 1956: "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni" Artt. 12 e 14.
 - Art. 33 Costituzione italiana.
 - Deliberazione Giunta Reg. Lombardia 28 maggio 2008 - n. 8/7374.
 - Regolamento regionale Lombardia n. 4 del 24/03/06: Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne in attuazione dell'art. 52, comma 1, lettera a) L. R. 12 dicembre '03 n. 26.

2 . P R E M E S S A

Lo studio geologico del territorio del Comune di Rodigo costituisce uno strumento fondamentale, ed innovativo, per creare un corretto e proficuo rapporto tra la disciplina urbanistica e le risorse ambientali del territorio.

La conoscenza delle condizioni geologiche rappresenta una parte fondamentale per la definizione e la tutela delle risorse fisiche dell'ambiente rappresentate dal sottosuolo, dal suolo, dall'aria, dall'acqua e dalla biosfera.

Il consumo indiscriminato di tali risorse per fini agricoli, infrastrutturali, insediativi e produttivi costituisce la causa principale del complesso degrado del sistema ecologico-ambientale. Occorre quindi ricreare un corretto rapporto con le risorse ambientali che tenga conto della sostenibilità degli interventi antropici; alla base di tale processo bisogna porre la conoscenza del contesto di riferimento.

Si auspica che tale studio possa costituire, inoltre, un inquadramento generale a cui fare riferimento sia per future indagini e studi in relazione alle prossime esigenze di interventi edificatori, sia come confronto per futuri monitoraggi dell'ambiente fisico in continua trasformazione.

La redazione dello Studio Geologico è stata effettuata facendo riferimento alla Legge Regionale 12/2005 ed alla DGR 2616/2011.



È doveroso specificare che questo studio geologico fornisce una prima definizione di massima del modello geologico dell'intero territorio comunale e non è quindi assolutamente esaustivo per la definizione puntuale delle caratteristiche geologiche-geotecniche (es. portanza del terreno di fondazione) o idrogeologiche.

3 . O B I E T T I V I E M E T O D O L O G I A

Lo studio della componente geologica dell'ambiente del territorio comunale di Rodigo, è finalizzato alla redazione del P.G.T. (Piano di Governo del Territorio), è stato svolto appositamente in modo da costituirsi quale strumento di rapporto interdisciplinare tra il Settore dell'Urbanistica e il Settore Geologia-Ecologia.

L'obiettivo primario è quello di rendere immediatamente confrontabili le caratteristiche dell'ambiente fisico con il processo di pianificazione.

Pertanto, gli obiettivi dello studio si possono sintetizzare come segue:

1. Analizzare le condizioni attuali dell'ambiente fisico, quali la geomorfologia, la geolitologia e l'idrogeologia.
2. Identificare i limiti della vulnerabilità dei singoli fattori geologici.
3. Evidenziare le incompatibilità in atto.
4. Formulare proposte di tutela e di interventi sul territorio volte sia alla sua conservazione che alla sua valorizzazione.

Si è quindi ritenuto opportuno procedere con la seguente metodologia applicativa:

- Analisi della bibliografia esistente relativa a studi geologici già realizzati.
- Rilievi di campagna delle caratteristiche geomorfologiche, geolitologiche idrogeologiche alla scala 1:10.000, base cartografica C.T.R. (Carta Tecnica Regionale) 1:10.000.
- Rielaborazione dei dati e dei rilievi eseguiti e stesura della relativa cartografia alla scala 1:10.000.
- Sviluppo delle diverse carte tematiche.
- Stesura della Relazione illustrativa dei risultati raccolti.

Tale Relazione è articolata come segue:

- A) inquadramento ed analisi geologica;
- B) inquadramento ed analisi geomorfologica;
- C) inquadramento ed analisi idrogeologica;
- D) analisi dell'assetto del territorio comunale;
- E) proposta di normativa geologica-tecnica.

4. INQUADRAMENTO GENERALE DEL TERRITORIO COMUNALE

5. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO

Il territorio di Rodigo si trova in una posizione nord-centrale della Provincia di Mantova.

Il territorio comunale confina con i seguenti Comuni:

Comune di Castellucchio (Provincia di Mantova)	Sud-Ovest
Comune di Ceresara (Provincia di Mantova)	Nord/Ovest
Comune di Curtatone (Provincia di Mantova)	Sud
Comune di Gazoldo degli Ippoliti (Provincia di Mantova)	Ovest
Comune di Goito (Provincia di Mantova)	Nord
Comune di Porto Mantovano (Provincia di Mantova)	Est

La superficie comunale è di 41 [kmq], con una popolazione totale di circa 5400 persone (dati 2010), la densità è pari a 131,7 ab/kmq.

La popolazione risiede principalmente presso Rodigo (Capoluogo) e Rivalta sul Mincio (Frazione), che rappresentano quindi i centri urbani di maggior importanza.

Dall'analisi della cartografia di base si rileva che la composizione urbana del comune è strutturata in cascine che rappresentano realtà rurali isolate; altre frazioni minori sono solamente Fossato.

Il territorio è costituito soprattutto da aree agricole, adibite principalmente alla coltivazione di cereali e orticoltura. Anche la zootecnia occupa una voce consistente: è diffuso l'allevamento di bovini e suini, nonché di specie avicole.

Da oltre un decennio, con l'introduzione dei regolamenti comunitari intesi a ridurre le produzioni specie nel segmento dei seminativi, sono aumentate le colture orticole e le colture frutticole.

All'interno del territorio comunale sono comunque presenti aree volte alla valorizzazione degli ambiti fluviali come corridoi naturalistici (Parco del Mincio).

Si tratta di un territorio a morfologia pianeggiante di origine fluviale e fluvioglaciale, modellato dall'azione erosivo-depositiva prevalentemente dei scaricatori fluvioglaciali minori. Le quote assolute vanno da un massimo di 38 [m], a nord, sino a minimi di 27 [m] circa a Sud.

La cura e lo studio della parte idrico-idrologica del territorio compete al Consorzio di Bonifica Alta e Media Pianura Mantovana.

La viabilità stradale è qualificata dalla presenza di diverse vie di comunicazione stradali, come alcune provinciali, che si collegano alle principali direttrici, quali: SP 23 ovvero il collegamento viario tra la ex SS 236 "Strada Statale Goitese" e la ex SS10 "Padana Inferiore", oltre alla SP 17 "Strada Postumia" e delle sue diramazioni.

Nell'immagine che segue sono illustrati i suddetti confini comunali e regionali.

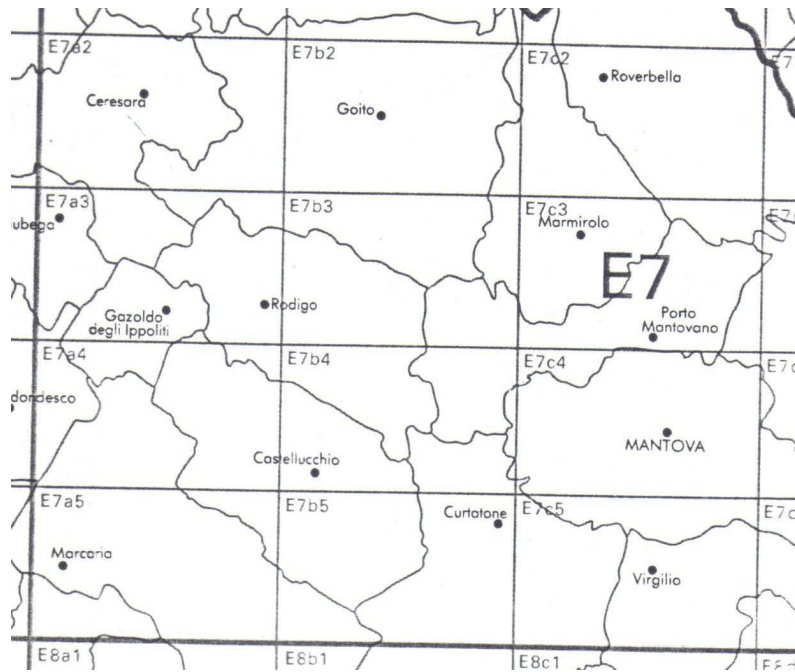


FIG. 1: QUADRO D'UNIONE CARTOGRAFIATO DEL COMUNE DI RODIGO

Il territorio presenta un paesaggio tabulare tipico della media e alta pianura mantovana. In primis il Fiume Mincio che delimita con la sua Valle la porzione Sud del territorio.

Gli altri principali corpi idrici presenti sono:

- il Fosso Osone Vecchio,
- la Seriola Marchionale;
- la Seriola di Castellucchio;
- lo Scolo Solfero;
- Scolo Gorgolina

Si tratta di corsi d'acqua in gran parte canalizzati con direzione preferenziale da nord-ovest a sud-est, che spesso ripercorrono le tracce di paleoalvei post-glaciali.

6 . G E N E R A L I T À C L I M A T I C H E

La conoscenza del clima antico pleistocenico (anteriore a circa 10000 anni fa) porta ad una migliore comprensione dell'interazione dei diversi eventi deposizionali ed erosivi, dovuti all'alternarsi dei periodi glaciali ed interglaciali. La nostra trattazione sarà però rivolta al clima attuale.

Situata nella parte centro-orientale della Valle Padana, la nostra zona risulta essere caratterizzata dall'effetto dell'arco alpino e il suo clima può essere definito sub-tropicale di tipo umido.

Da dati termopluviometrici che risalgono agli ultimi 50 anni (Servizio agrometeorologico dell'ERSAL), la precipitazione media annuale è di 675.9 mm e le precipitazioni hanno maggiore intensità nei mesi di Aprile, Maggio, Giugno e di Ottobre e Novembre. Il valore più elevato di evapotraspirazione potenziale (156.1 mm) si registra nel mese di Luglio ed è causa di una certa indisponibilità di acqua per le piante.

L'escursione termica stagionale è marcata, data da inverni freddi ed estati calde, con temperatura media annua dell'aria di 13.3 °C ; il minimo, pari a 1.8°C, si registra in Gennaio, mentre il massimo in Luglio con 24.3 °C.

Al fine di caratterizzare geograficamente l'ambiente in cui si forma il suolo, si sono elaborati i dati climatici col metodo di Thornthwaite-Mather, ottenendo l'espressione di una formula che dipende dai valori dell'evapotraspirazione potenziale e degli Indici di Umidità e Aridità.

La formula risultante è " C1 s B'2 b'3" che indica un clima "da subumido a subarido", con moderata eccedenza idrica in inverno, di varietà climatica "secondo mesotermico" (evapotraspirazione compresa tra 855 e 712 mm) e dotato di "modesta concentrazione estiva dell'efficienza termica".

TABELLA 2: TEMPERATURE, PRECIPITAZIONI ED EVAPOTRASPIRAZIONE POTENZIALE, MEDIE MENSILI

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
T (°C)	1.8	4.5	8.7	13.0	17.9	22.1	24.3	23.4	19.8	13.8	7.8	2.9	13.3
P (mm)	48.1	44.7	46.3	55.6	66.5	56.3	47.3	58.8	58.7	70.1	67.4	56.2	675.9
EP	2.2	8.5	27.6	54.6	98.1	134	156.1	136.5	92.2	49.5	18.3	4.2	781.9

I dati della tabella sono riferiti all'ultimo decennio della stazione di Mantova (20 m s.l.m.).

7. CARATTERISTICHE DELLA VEGETAZIONE NATURALE

La vegetazione naturale è un importante fattore pedogenetico perché interviene in molti processi fondamentali, come la trasformazione della sostanza organica, la disgregazione e l'alterazione dei minerali e la concentrazione di alcuni composti caratteristici; la presenza delle piante ha poi specifici effetti sulla pedogenesi perché garantisce un continuo apporto di sostanza organica che si trasforma, per diversi tipi di vegetazione, in diversi tipi di humus.

Le colture agrarie, periodicamente interessate dalle lavorazioni, non permangono sul suolo per tempi tali da influire sulla sua evoluzione.

La flora naturale del territorio mantovano, pur presentando aspetti di transizione di tipo mediterraneo, è più somigliante a quella dell'Europa media e in particolare a quella dell'Italia alpina.

Domina la Farnia, che insieme al Carpino bianco costituisce il climax dei boschi di Querce.

Nella pianura questo tipo di vegetazione è quasi del tutto scomparso; rimangono solo alcuni esempi di boschi relitti e di flora spontanea in corrispondenza di siepi, rive e greti fluviali; un classico esempio di bosco planiziale è rappresentato da "Bosco Fontana" situato in comune di Marmirolo.

Nell'anfiteatro morenico del Garda il bosco si conserva in climax sui versanti ripidi esposti a Nord-Nord Ovest, mentre sui versanti esposti a Sud-Sud Est, quando non è coltivata la vite, prevalgono prati di graminacee resistenti alla siccità.

Nel Querceto, che normalmente si sviluppa nell'orizzonte submontano corrispondente al livello climax del Quercion-pubescentis-petrae, si instaura un sotto orizzonte sub-mediterraneo che ospita specie termofile irradiatesi dal Sud.

Una particolare vegetazione acquatica si sviluppa nell'area dei fontanili che si formano al passaggio fra l'alta e la media pianura. In corrispondenza della testa del fontanile dove l'acqua sgorga in superficie abbondano Ranuncoli acquatici, Lenticchie d'acqua e Polygonum amphibium.

La vegetazione marginale è costituita da Nasturtium officinale e Veronica beccabunga, mentre nei canali che si dipartono dalle risorgive la velocità dell'acqua seleziona la flora acquatica.

Nelle acque correnti crescono il Ranuncolo filiforme, il Nasturzio e la Fienarola d'acqua.

Nelle acque lente si stabilisce spesso una associazione costituita da Peste d'acqua, alcuni Potamogeti e l'Erba gamberaria.

8. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI DELLA PROVINCIA DI MANTOVA

Il territorio della provincia di Mantova è caratterizzato a nord da colline costituite da sedimenti di origine fluvioglaciale (morene), che lasciano il posto verso sud alla pianura alluvionale. La successione degli eventi glaciali ha portato alla sovrapposizione di più livelli colluviali a loro volta incisi da strutture fluviali che, scendendo da nord verso sud ed entrando in Po, hanno coperto con i loro sedimenti alluvionali recenti le strutture geologiche più antiche (tetto del Pliocene). Nelle zone di pianura il continuo modificarsi del sistema fluviale ha portato ad una situazione morfologica complessa caratterizzata da aree depresse ed aree rilevate rispetto al piano normale di campagna. Da un punto di vista puramente altimetrico è possibile dividere, a grandi linee, il territorio mantovano in quattro zone:

- zona delle colline moreniche, con quota superiore ai 56 m slm;
- zona dell'alta pianura, compresa tra le quote 36 e 56 m slm;
- zona della media pianura, compresa tra le quote 13 e 36 m slm;
- zona della bassa pianura, compresa tra le quote 7 e 20 slm.

Il Comune di Rodigo ricade nella fascia di transizione tra la "Zona dell'Alta pianura" e la "Zona di Media Pianura", dove prevalgono i sedimenti pleistocenici a nord e quelli olocenici a sud, dapprima ghiaiosi e poi sabbiosi, depositati sia dall'azione fluvioglaciale delle acque di scioglimento dei ghiacciai e sia da corsi d'acqua originati dalle risorgive locali.

Zona dell'alta pianura. È l'area posta ai piedi dell'Altipiano Morenico, delimitata a Nord dal punto di raccordo fra la collina e la pianura e a Sud dai terreni cretosi del Medio Mantovano.

Dal punto di vista morfologico, questa zona pianeggiante è stata influenzata dagli apporti fluvioglaciali degli scaricatori principali (Mincio, Oglio, Chiese) e secondari (fossi, seriole e colatori) che hanno modellato il territorio conferendogli una pendenza in direzione N-S, N.NO-S.SE.

In questo tratto della pianura, il Mincio ha formato non meno di tre ordini di terrazzi e scorre in ampi meandri per il lieve dislivello altimetrico. Anche l'Oglio e il Chiese scorrono incassati nei propri alvei e i terrazzi risalgono alle fasi erosive pleistoceniche.

In epoca postglaciale il Mincio e l'Oglio e il Chiese seguivano altri percorsi. In particolare il Mincio scorreva più a Nord-Est rispetto al percorso attuale, nei pressi del confine orientale della provincia di Mantova (Roverbella, Castiglione Mantovano, Castelbelforte). Probabilmente questo evento è da attribuirsi ad un più vasto fenomeno di subsidenza della pianura veronese-mantovana, che tende ad abbassarsi con un' inclinazione verso Ovest e Sud-Ovest.

I sedimenti dell'alta pianura si presentano eterogenei dal punto di vista granulometrico, sia in senso verticale che orizzontale. A Nord della linea Rodigo, Marengo, Roverbella prevalgono più spesso le ghiaie e ciottoli molto grossolani. A Sud di questo allineamento si assiste ad un aumento percentuale dei materiali

appartenenti a classe granulometriche inferiori (ghiaia e ghiaietto), sempre accompagnate da sabbie. Procedendo da Ovest verso Est la percentuale relativa delle ghiaie rispetto alle sabbie si fa maggiore.

Le caratteristiche litologiche grossolane di questo territorio influiscono sulla permeabilità e sul drenaggio superficiale; le acque che percolano in profondità per una quarantina di metri vanno ad alimentare falde, che possono arrivare fino all'altezza del fiume Po. Gli acquiferi presentano una buona continuità areale; la falda freatica ha sede in strati ghiaiosi, trovandosi ad una profondità di sette metri sotto il piano di campagna nella parte più settentrionale e progressivamente più vicina alla superficie procedendo verso Sud.

In corrispondenza del paesaggio fluvio-glaciale con caratteristiche litologiche di permeabilità diverse, si verifica l'interessante fenomeno dei fontanili, dove la falda freatica viene a giorno per affioramento o sbarramento.

Zona della Media Pianura ha come limite settentrionale le lingue ghiaiose-sabbiose delle formazioni Rissiano, Rissiano-Wurmiano che si esauriscono nella pianura; a Sud il confine è costituito da depositi alluvionali attribuibili al Po.

Questo tratto di pianura è in buona parte costituito da depositi interglaciali Mindel, che hanno la caratteristica di essere argillosi-limosi, calcarei e tenaci. Dello stesso periodo, e con buona distribuzione areale, sono i sedimenti sabbiosi, fini e silicei. Queste alluvioni cretose si rinvengono sia lontano dagli scaricatori principali, dove la capacità di trasporto delle acque era notevolmente inferiore, che nelle zone di deposizione degli scaricatori secondari.

Avvicinandosi alle aree di defluenza degli scaricatori principali (Mincio, Oglio, Chiese, Tione Tartaro, Osone) i depositi sono generalmente più grossolani (ghiaiosi, sabbiosi, sabbioso-argillosi) e riconducibili a periodi di sedimentazione che vanno dall'Interglaciale Mindel-Riss al Postglaciale (Recente).

9. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI DELLA ZONA

10. ASPETTI STRATIGRAFICI

La geologia del territorio mantovano presenta una caratterizzazione litologica, granulometrica e cronologica differente tra le quattro zone territoriali in cui è suddivisa la provincia nel paragrafo precedente.

Indicativamente possiamo raggruppare le tre zone della pianura mantovana che hanno una genesi comune, ma un diverso carattere tessiturale, deposizionale e granulometrico, che si concretizza in un passaggio da terreni prevalentemente ghiaiosi a termini per lo più argillosi, procedendo secondo un verso che va da nord verso sud.

A Nord c'è la zona delle Colline Moreniche del Garda, dove prevalgono le litologie a terreni granulari rappresentate da morene ghiaiose con abbondanti ciottoli decimetrici, di calcare e porfidi, immersi in una matrice bruno-grigiastra di limo-sabbio-argillosa a tratti in eteropia con termini sabbia limosa. La dimensione dei clasti tende progressivamente a diminuire, quando si passa dal morenico rissiano (di color arrossato) al suo fluvioglaciale e da questo al fluvioglaciale wurmiano (di colore tendente al grigio scuro). Tale situazione è determinata dall'azione di rimaneggiamento, selezione granulometrica e deposizione operata sui diversi materiali morenici (le morene rissiane sono in effetti ghiaiose mentre quelle wurmiane sono sabbiose a tratti limose) dalle acque degli scaricatori glaciali.

Dai dati bibliografici e cartografici raccolti si rileva che le valli e le depressioni intercollinari sono formate da alluvioni fluvioglaciali e fluviali stratificate, le cui granulometrie variano da grossolane a fini, arrivando anche limitatamente a termini paludosi e talvolta torbosi. Anche tale variabilità delle caratteristiche granulometriche è da mettere in relazione alla quantità di energia idraulica che caratterizzava lo scaricatore periglaciale al momento della sedimentazione. Più articolata e più documentata, come risulta dai dati pubblicati dall'AGIP (AGIP MINERARIA, 1959; PIERI e GROPPi, 1981; DONDI, 1985), è la storia evolutiva della zona della pianura mantovana.

Le Formazioni presenti, sino a oltre 5 [Km] di profondità, evidenziano la presenza di strati che immergono verso S con modeste inclinazioni, secondo una regolare monoclinale, continuazione di quella affiorante nei Monti Lessini.

Sono presenti alcune faglie che scompongono la monoclinale, ma il rigetto è sempre limitato e probabilmente non vengono ad interessare le formazioni più superficiali. I terreni affioranti sono di origine continentale, legati ai complessi fenomeni glaciali avvenuti durante il Pleistocene e ai fenomeni prevalentemente erosivi e più raramente deposizionali dell'Olocene.

La storia geologica dell'area padana, a partire dal Terziario, in altre parole da quando l'orogenesi che stava interessando le Alpi e l'Appennino ha portato all'emersione di vaste aree marginali, può essere così schematizzata. Durante l'Oligocene e il Miocene si ha la deposizione di marne (Marne del Gallare) nella maggior parte dell'area padana, che verso oriente passa a formazioni pelagiche marnoso-calcaree di tipo marchigiano (Scaglia Cinerea). Verso settentrione si

hanno formazioni clastiche talora grossolane (Gonfolite); al centro e in prossimità dell'attuale margine appenninico si ha, dal Langhiano (fig. 2), la deposizione delle torbiditi della Marnoso-Arenacea. Caratteristica è la presenza di una formazione composta da sabbie marine costiere (Glauconie di Glavanella) nella zona attualmente occupata dalla pianura veneta e nell'alto Adriatico fino all'altezza del delta. Con la deposizione della successione evaporitica del Messiniano (fig. 3), presente sul margine appenninico e ai lati delle dorsali padane maggiori, si chiude il ciclo sedimentario iniziato nel Mesozoico. È da evidenziare che la successione messiniana del bacino padano presenta notevoli differenze rispetto a quella mediterranea, confermando l'ipotesi che la conca padana fosse un bacino pensile, isolato dal bacino principale mediterraneo. Tali differenze sono date dall'assenza nelle successioni padane di depositi salini, riduzione dei depositi gessosi e sviluppo notevole di sedimenti di ambiente ipoalino. A partire dal Messiniano inizia un altro ciclo sedimentario che continua sino al Pleistocene (fig. 4) e che ha portato al colmamento dell'area. Si hanno depositi torbiditici (Fusignano) nel centro del bacino e pelitici (Argille a Colombacci) o sabbioso-conglomeratici (Sabbie di Cortemaggiore; conglomerati di Boreca) nelle aree marginali durante il Miocene superiore. Nel Pliocene inferiore il tipo di sedimentazione non muta sostanzialmente: infatti abbiamo depositi torbiditici del tutto simili ai precedenti (Porto Corsini e Porto Garibaldi) che occupano la parte centro-meridionale del bacino e depositi sabbiosi con carattere trasgressivo (Sabbie di Cortemaggiore). Nelle aree dove manca la deposizione torbiditica e sabbiosa si ha ambiente di piattaforma o di scarpata con sedimentazione prevalentemente argillosa (Argille del Santerno). Nel Pliocene medio e superiore (fig. 5) si ha una fase regressiva legata ad una fase tettonica importante seguita da depositi prevalentemente argillosi (Argille del Santerno) e da sedimenti sabbiosi (Sabbie di Asti) nel Pleistocene. Nel Pleistocene medio e superiore, per diminuzione della subsidenza, depositi continentali sostituiscono sino al recente quelli marini. Questi depositi continentali, che raggiungono nelle zone di maggior accumulo spessori di oltre 700 metri (Colombetti et al., 1975), sono i soli che affiorano in tutta la pianura padana. Nella figura 6 viene rappresentato lo schema dei rapporti stratigrafici nell'area centrale padana e nel bacino padano orientale. I due fenomeni principali che hanno influito maggiormente sull'evoluzione dell'area padana dal Messiniano ad oggi sono l'apporto detritico dell'Appennino e delle Alpi, in surrezione, e la subsidenza dell'area padana. Il primo fenomeno superò nel tempo il secondo, determinando l'accumulo di notevoli spessori di sedimenti ed il progressivo colmamento dell'area sino all'emersione con conseguente ritiro del mare. La regressione marina ha raggiunto i suoi valori maggiori alla fine del Pleistocene medio, in concomitanza con la massima espansione glaciale (Riss), quando probabilmente l'Adriatico era emerso sino all'altezza di Pesaro. Il Quaternario è caratterizzato da ripetuti fenomeni di espansione e successivo ritiro dei ghiacci, ai quali sono legate le ripetute ingressioni e regressioni marine, originando nelle aree centro-orientali padane e adriatiche alternanze di facies marine e continentali.

11. ASPETTI DI TETTONICA

La tettonica della pianura padana è considerata la continuazione di quella appenninica e sud-alpina. L'andamento strutturale, ricostruito dai dati geofisici e dai risultati delle perforazioni per le ricerche di idrocarburi, evidenzia il contrasto tra l'andamento monoclinale ai piedi delle Alpi e i grandi archi delle pieghe appenniniche. L'insieme delle strutture del bacino padano può essere suddiviso in varie unità tettoniche a seconda delle caratteristiche geometriche e delle età; si distinguono: un bacino sud-piemontese, le Pieghe Emiliane che si accavallano verso NE sulla Monoclinale Pedevalpina ed ad oriente sulle Pieghe Emiliane Ferraresi, che rappresentano il più evidente e complesso elemento strutturale della pianura padana. Esso risulta generato da un'intensa tettonizzazione avvenuta soprattutto nel Miocene medio e superiore e nel Pleistocene, e che ha portato il substrato mesozoico a sovrascorrere sul Terziario. La monoclinale Pedevalpina, che è la più estesa di tutte le unità tettoniche elencate, si estende dalla pianura settentrionale piemontese a W, fino alla linea Schio-Vicenza a E, e questa interpretata come faglia trascorrente, separa la Monoclinale Pedevalpina da quella Adriatica.

La Monoclinale Pedevalpina s'immerge verso S con regolarità e caratterizza il sottosuolo della zona studiata, fino ad immergersi al di sotto delle Pieghe Emiliane e Ferraresi all'altezza di Mirandola.

L'unico pozzo esplorativo dell'AGIP nella zona è stato scavato nel comune di Goito, nei pressi di Corte Mussolina, nel 1975, ed indicato con la sigla Rodigo I. Il sondaggio ha individuato il Miocene tra 2885 metri e 2850 metri di profondità, caratterizzato da depositi argillosi e marnosi; il Pliocene è presente tra 2850 metri e 1500 metri con depositi sabbiosi e sabbioso-argillosi, il Pleistocene tra i 1500 metri e i 350 metri di profondità e i depositi dell'Olocene dai 350 metri fino in superficie.

Dagli studi sulla neotettonica dell'area (fig. 7) risulta che la zona in oggetto è stata interessata dal Pliocene inferiore e per tutto il Pleistocene da una lenta subsidenza non compensata del tutto dalla sedimentazione; tra la fine del Pleistocene e l'Olocene inferiore il motivo tettonico predominante è l'abbassamento continuo e generalizzato di tutta l'area in esame, così come probabilmente anche in buona parte della pianura padana. Tale abbassamento non è da considerarsi uniforme, ma differenziato, con spessori diversi dei sedimenti. L'elemento lineare sviluppatosi in questo periodo nella zona considerata è la "faglia dei Laghi di Mantova", la cui presenza non è certa ma potrebbe essere la causa della brusca deviazione del fiume Mincio all'altezza delle Grazie. Dall'Olocene inferiore ad oggi si sarebbe avuto l'abbassamento relativo seguito da stabilità nell'area a N della faglia e una continua e lenta subsidenza a S di essa.

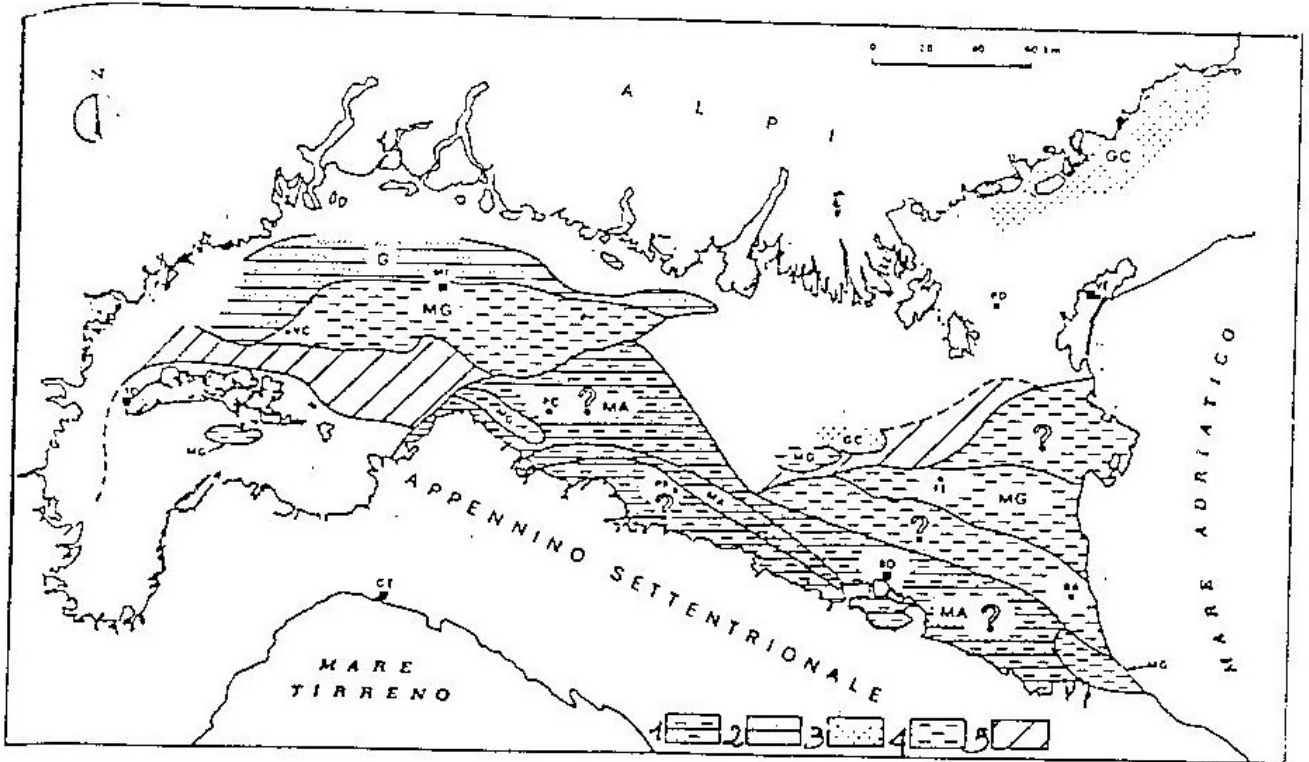


FIG. 1: CARTA DELLE LITOFACIES NEL LANGHIANO NEL BACINO PADANO

Bacino padano: carta delle litofacies nel Langhiano. 1: Marnoso-arenacea (MA); 2: Gonfolite (G); 3: Glauconie di Cavanella (GC); 4: Marne di Gallare (MG); 5: aree emerse (da Dondi, 1985).

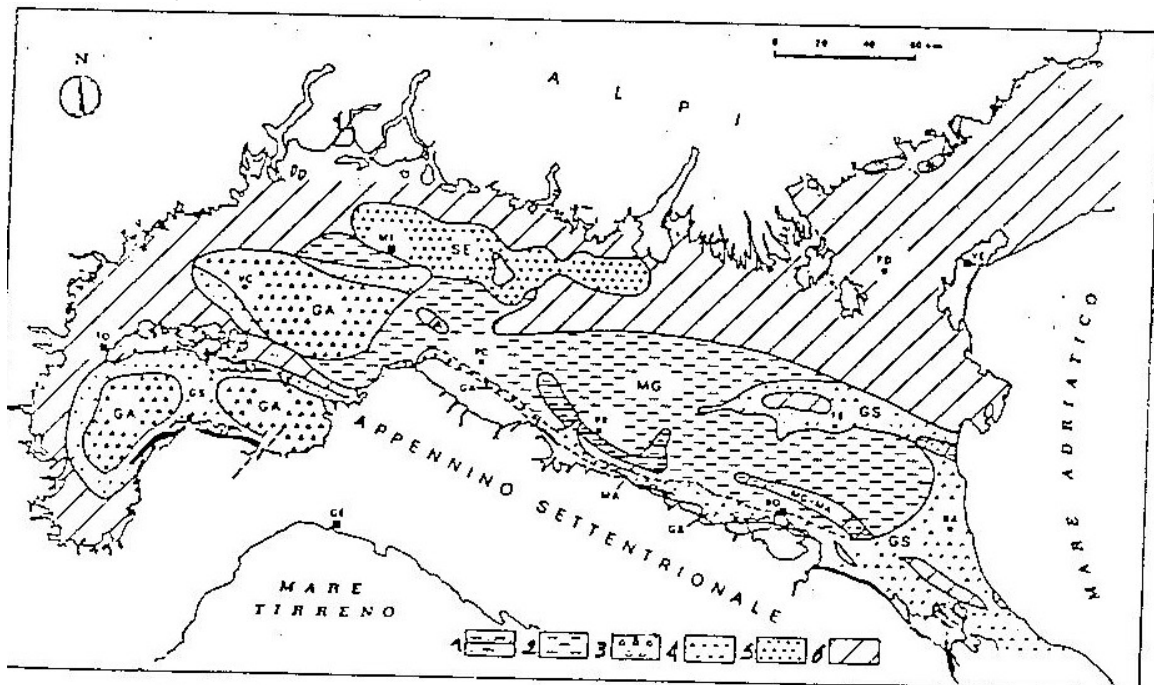


FIG. 2: CARTA DELLE LITOFACIES NEL MESSINIANO NEL BACINO PADANO

Bacino padano: carta delle litofacies nel Messiniano pre-evaporitico e evaporitico. 1: Marnoso-arenacea (MA); 2: Marne di Gallare (MG); 3: Gesso-areniti (GA); 4: Gessoso-solfifera (GS); 5: Ghaie di Sergnano (SE); 6: aree emerse (Dondi, 1985).

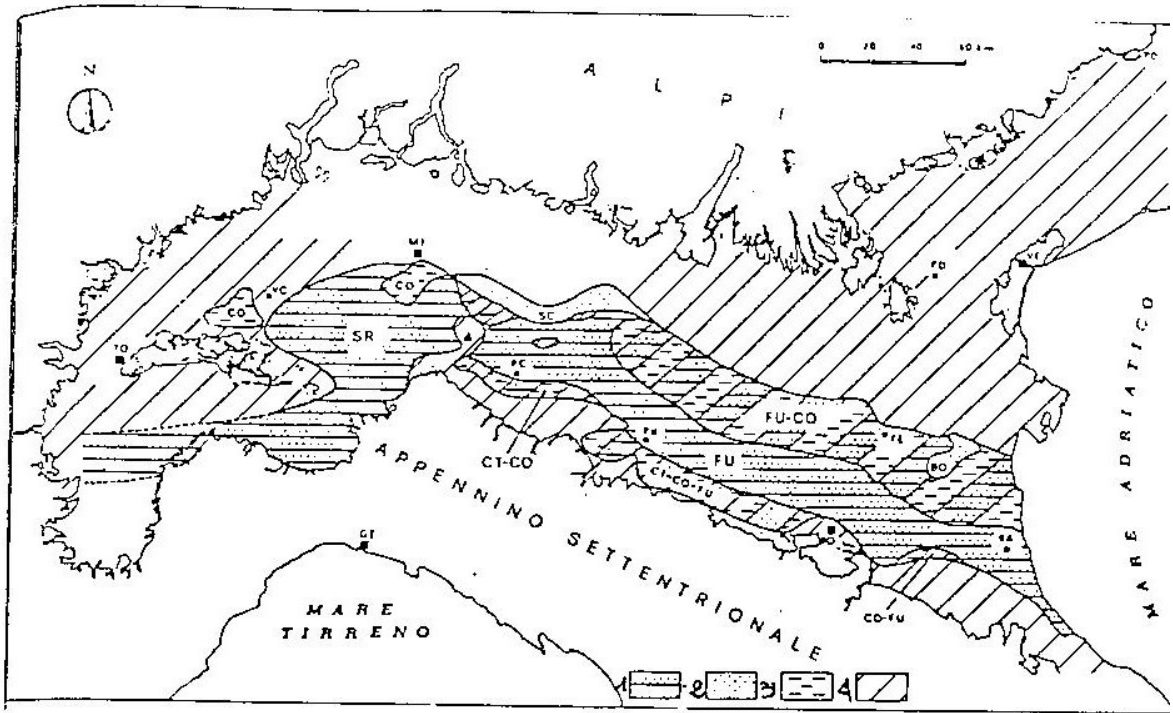


FIG. 3: LITOFACIES NEL MESSINIANO POST-EVAPORITICO NEL BACINO PADANO

Bacino padano: carta delle litofacies, Messiniano post-evaporitico 1:(SR) Sartirana e Fusignano (FU); 2: Sabbie di Civiaga (SC), di Cortemaggiore (CT) e Conglomerati di Boreca (BO); 3 Argille a Colombacci (CO); 4: aree emerse (Dondi, 1985).

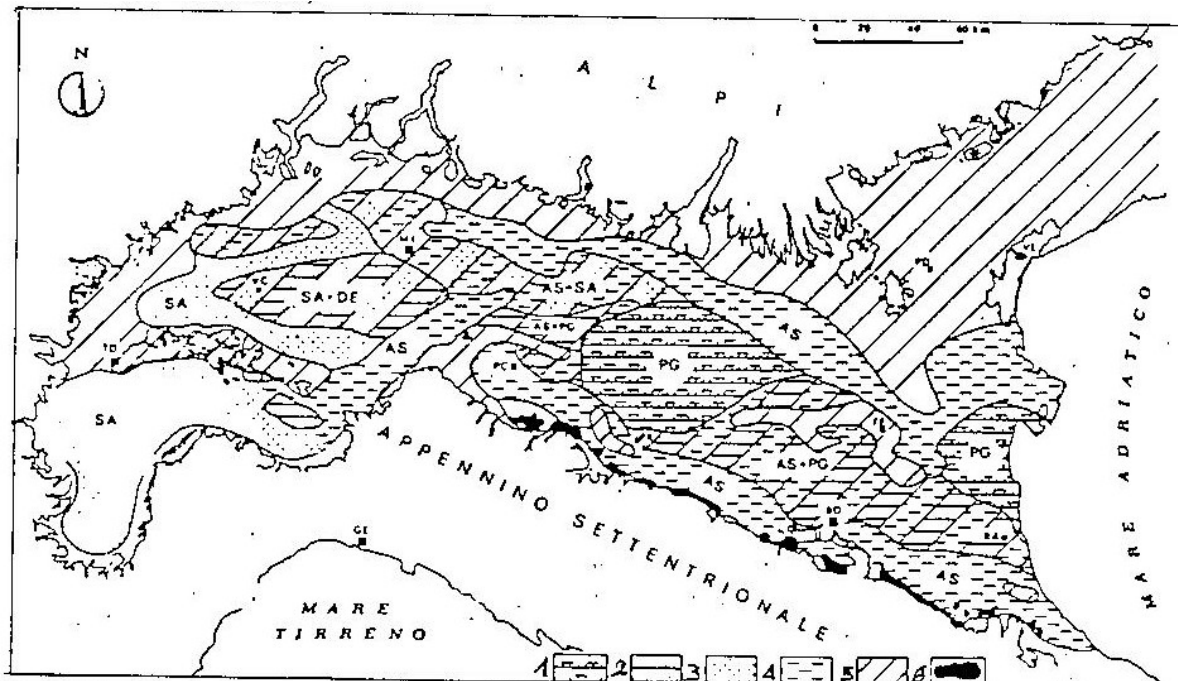


FIG. 4: LITOFACIES NEL PLIOCENE NEL BACINO PADANO

Bacino Padano: carta delle litofacies nel Pliocene medio e superiore. 1: Porto Garibaldi (PG); 2: Sabbie di Desana (DE) e Porto Garibaldi (PG); 3: Sabbie di Asti (SA); 4: Argille del Santerno (SA); 5: aree emerse; 6: affioramenti (Dondi, 1985)

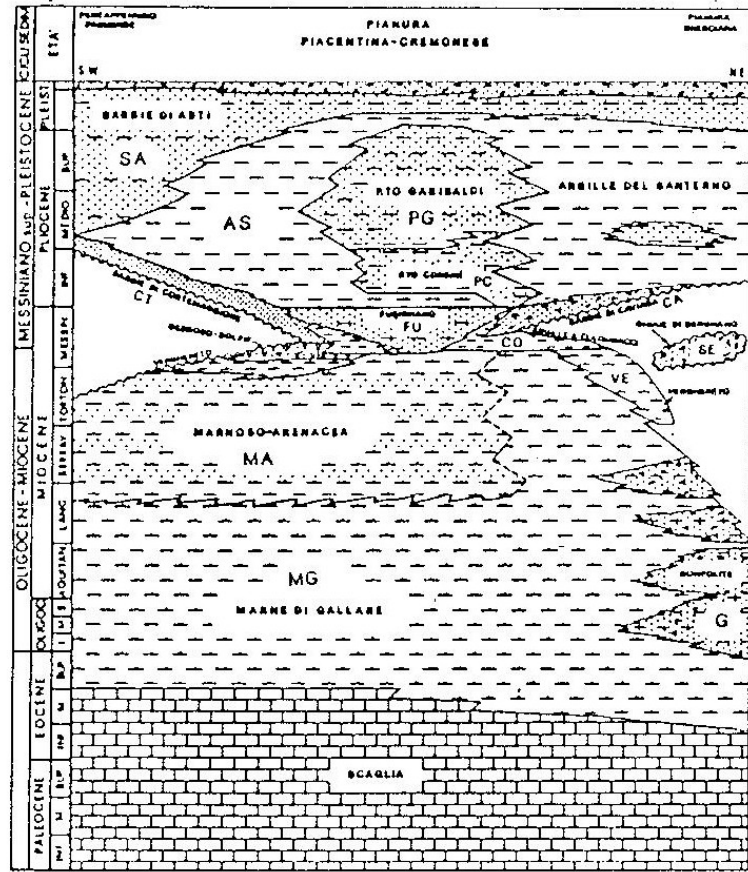


FIG. 5: RAPPORTI LITOSTRATIGRAFICI NELL'AREA CENTRALE PADANA (DONDI, 1985)

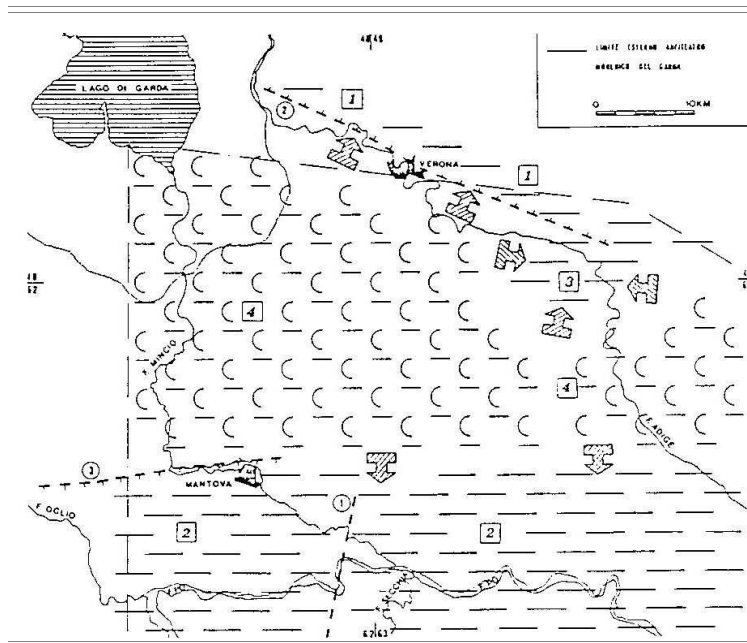
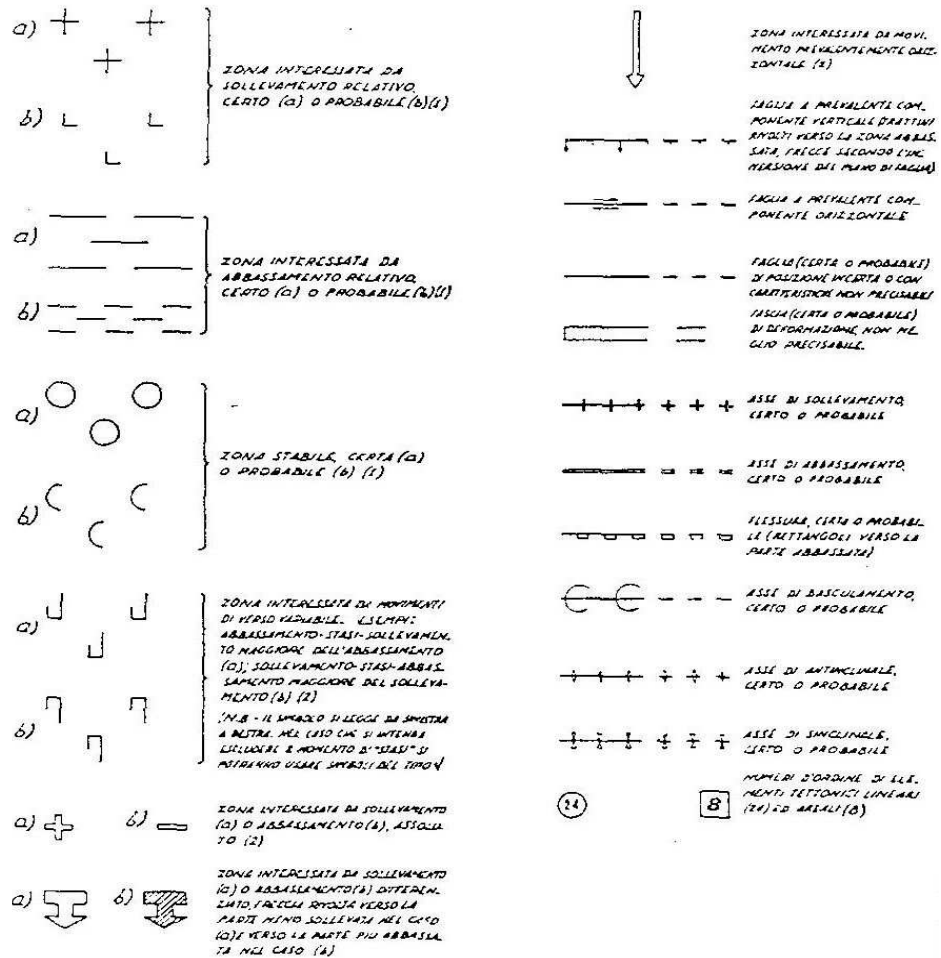


FIG. 6: CARTA NEOTETTONICA RELATIVA ALL'INTERVALLO TRA 18.000 ANNI FA E L'ATTUALE



NOTE

- (1) SITUAZIONI INCERTE (ESEMPIO ZONA IN SOLLEVAMENTO O STABILE) POSSONO ESSERE INDICATE CON COMBINAZIONI DI SIMBOLI
- (2) A TRATTEGGIO INDICAZIONI PROBABILI

FIGURA 7: LEGENDA RELATIVA ALLA CARTA NEOTETTONICA (1980)

12. LINEAMENTI IDROGEOLOGICI DELLA PROVINCIA DI MANTOVA

Le caratteristiche idrologiche sono in stretta connessione con gli andamenti topografici, la rete di drenaggio superficiale e la granulometria dei depositi superficiali. Mentre le falde superficiali sono alimentate quasi esclusivamente dalle precipitazioni meteoriche e dalle perdite di subalveo dei corsi d'acqua, quelle più profonde vengono influenzate dagli apporti idrici posti più a monte.

Dal punto di vista morfologico gli scaricatori fluvioglaciali, torrenti originatisi alle pendici dei ghiacciai presenti nelle fasi climatiche interglaciali, hanno costruito un sistema di pendenze con dossi e bassure ad allineamento preferenziale N.NO-S.SE. In relazione ai principali parametri idrogeologici quali spessore e piezometria, le falde sotterranee della Provincia di Mantova sono comunemente suddivise in 5 unità idrogeologiche principali:

Unità delle colline moreniche: collocata nella porzione settentrionale del territorio mantovano, a ridosso dell'arco morenico frontale del Garda. Su materiali così permeabili e con morfologie così marcate, la possibile presenza di una falda è da considerarsi molto limitata sia arealmente che quantitativamente, così come testimoniato dall'abbondante presenza di culture a vite, piante che presentano un basso fabbisogno idrico. È possibile eventualmente incontrare falde effimere, di tipo sospeso, legate a particolari eventi meteorici, che riempiono sacche a bassa permeabilità all'interno dei depositi morenici. In profondità sono presenti acquiferi più continui, di cui è possibile ricostruire la piezometria.

Unità pedecollinare: posta subito a Sud della precedente, occupa la piana ciottolosa - ghiaiosa- sabbiosa detta *Sandur*, antistante alle colline moreniche. Risulta costituita dalla coalescenza delle conoidi fluvioglaciali e fluviali originate dagli scaricatori del bacino glaciale del Benaco. L'acquifero superficiale è a pelo libero, ed il suo confine meridionale è rappresentato dalla fascia di emergenza dei fontanili. Costituisce la tipica area di ricarica degli acquiferi posti più a S: la direzione di flusso è principalmente diretta da N-NW a S-SE. Gli acquiferi più profondi sono generalmente in pressione. L'asta del fiume Mincio corrisponde ad un'asse di drenaggio sotterraneo, mentre il fiume Chiese alimenta l'acquifero.

Unità del sistema Oglio-Chiese: essa occupa l'area più occidentale del territorio della Provincia di Mantova. In essa sono distinguibili due sottozone, individuate rispettivamente a N ed a S del fiume Oglio, nelle quali il gradiente idraulico si dimezza (dal 2 all'1‰) spostandosi dalla prima alla seconda. Uno spartiacque importante divide questa unità idrogeologica da quella posta subito ad Est (medio mantovano), struttura che impedisce scambi idrici tra le due unità confinanti. Il flusso sotterraneo avviene in direzione N-S nella parte settentrionale, mentre si dispone in senso NW-SE al passaggio con l'unità del Po.

Unità del medio mantovano: essa occupa il territorio compreso tra la fascia pedecollinare ed il fiume Po e confina con l'unità dell'Adige ad Est, con la quale ha importanti scambi idrici. Il Fiume Mincio svolge un'importante azione drenante sulla falda e questa azione di richiamo differenzia il gradiente idraulico a seconda

della distanza dall'asta fluviale. Il flusso sotterraneo è prevalentemente in direzione NNW-SSE fino nei pressi della città di Mantova, al di sotto della quale esso ruota gradualmente in direzione W-E (effetto del drenaggio operato dal fiume Po e dal basso Mincio). Il Comune di Rodigo rientra in questa Unità idrogeologica.

Unità del Po: essa occupa la parte più meridionale della Provincia mantovana. In sinistra idrografica essa interagisce con l'Unità del sistema Oglio-Chiese e con quella del Medio mantovano, mentre in destra idrografica essa sfuma, senza limiti segnati da spartiacque sotterranei, nel sistema idrogeologico della pianura emiliana. Il flusso sotterraneo è orientato in direzione W-E. La piezometria risente del regime idrometrico del fiume Po. I limiti tra le varie unità non sono netti e ben definibili, per cui le varie unità devono essere intese come aree di influenza di acquiferi con caratteristiche prevalenti.

13. RISULTATI DEL RILEVAMENTO

14. RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO

Nel rilevamento geologico gli aspetti geomorfologici e geopedologici sono essenziali per interpretare l'evoluzione degli eventi geologici di un dato territorio. Successivamente alla raccolta dei dati bibliografici sono state eseguite le ricerche direttamente in campagna, seguendo percorsi stradali esistenti e i sentieri di campagna, nel complesso sono stati percorsi circa 300 [km], nel periodo che va dal 2007 al 2010.

Il rilevamento di campagna, sicuramente necessario, ha lo scopo di osservare direttamente le forme della superficie terrestre, identificare cioè i lineamenti più significativi dei processi di modellamento superficiale operati dagli agenti esogeni. Le osservazioni effettuate in campagna, alla scala 1:10.000, sono state riportate nelle C.T.R. della Regione Lombardia in scala 1:10.000. Dopo una fase di rielaborazione si è arrivati alla stesura della Carta Geomorfologica alla scala 1:10.000. Il territorio comunale di Rodigo è collocato prevalentemente, dal punto di vista geomorfologico, nella Zona dell'Alta Pianura Mantovana, per la parte caratterizzata da terreni superficiali sabbio ghiaio-limosi; mentre la porzione restante, posta più a Sud-Est, si colloca nella media pianura mantovana, caratterizzata da terreni limo-sabbio-argillosi.

Il territorio è, infatti, pianeggiante, e le quote topografiche risultano comprese tra 37 [m] s.l.m. e 27 [m] s.l.m.; la pendenza media si aggira intorno allo 0,095% con direzione da nord-ovest a sud-est.

Come nella maggior parte della Pianura Padana, le forme del paesaggio ed i processi attivi individuati sono dovuti principalmente alle acque superficiali e all'azione antropica.

L'azione di modellamento fluviale operato si deve essenzialmente ai corsi fluviali che anche oggi attraversano il territorio, e la cui presenza ha lasciato traccia

rilevabile nel Comune Rodigo sotto forma di numerosi paleoalvei, oggi residualmente individuabili, andando da Ovest verso Est, nella Seriola, nel Vaso Osone ecc..

Altre tracce di paleoalveo vengono segnalate in bibliografia, ma il rilevamento di campagna non ne ha confermato l'esistenza. Verosimilmente il motivo potrebbe essere ricercato nell'azione modificatrice esercitata dall'uomo che inevitabilmente altera e, nella maggior parte dei casi, cancella le morfosculture naturali.

La maggior parte del territorio comunale si presenta occupata prevalentemente da un'unica superficie morfologica, che si estende da nord a sud, degradando con una leggerissima pendenza verso S-E. Si tratta della parte della media pianura fluvio-glaciale costituita da depositi fluviali e fluvio-glaciali molto antichi (Pleistocene Superiore 127.000 B.P.-8.300 a.C.). Dal punto di vista delle dinamiche evolutive geomorfologiche l'area caratterizzata da depositi più grossolani, posta a N-E, si presenta in condizioni di generale stabilità in quanto da molto tempo non è oggetto di importanti fenomeni erosivi o deposizionali. Si rileva anche la caratteristica Valle del Mincio presente a Sud di Rivalta s. M.

In questo contesto geomorfologico non si rilevano forme e processi naturali indicativi di dinamiche evolutive naturali attualmente in corso di questo ambito territoriale.

TABELLA 3: SCHEMA CRONOLOGICO DEL QUATERNARIO

DATAZIONE	PERIODO-EPOCA	GLACIAZIONI
Attuale	Q	
8.300 a.C.	Quaternario sup	Alpi Post-Glaciale Würm
75.000 B.P.		R-W
127.000 B.P.		Riss
250.000 B.P.	Quaternario med	M-R
700.000 B.P.		Mindel
1.000.000 B.P.	Quaternario inf	G-M Günz D-G
1.800.000 B.P.		Donau Pre Donau
2.500.000 B.P.	Quaternario	

L'assenza di fenomeni di erosione attivi in questa superficie geomorfologica è testimoniata anche dal punto di vista pedologico. I suoli infatti si presentano ben

evoluti, a testimonianza che la pedogenesi si è svolta con continuità ed intensità. I profili dei suoli si mostrano ben differenziati, cioè con orizzonti distinti tra loro. Molto spesso si riscontra un orizzonte di alterazione con tracce di ossidazione del ferro che rende arrossato il colore del terreno (classificato come orizzonte Bt); al di sotto si trova l'orizzonte di accumulo dei carbonati di calcio (classificato come orizzonte Ck). I suoli risultano prevalentemente classificati, secondo la U.S.D.A. Soil Taxonomy, come Alfisuoli.

A partire dalla fascia centrale del territorio comunale e andando in direzione sud, la regolarità di questa superficie geomorfologica è interrotta dalle incisioni operate da antichi alvei fluviali, oggi spesso occupati canali. Tali incisioni rappresentano pertanto tracce di paleoalveo. Si tratta di vallecicole con larghezza media di 50 [m], qualificate da scarpate, tra le due superfici, che spesso raggiunge anche i 50 [m] di larghezza, dando luogo a delle vere e proprie superfici di raccordo. I suoli presenti in questi paleoalveo si caratterizzano per essere moderatamente profondi, spesso limitati dalla falda e dal substrato a tessitura da grossolana a moderatamente grossolana, a drenaggio lento. Questi suoli risultano prevalentemente classificati, secondo la U.S.D.A. Soil Taxonomy, come Entisuoli o Inceptisuoli. Nella carta geomorfologica i bordi dei paleoalvei sono indicati come orli di scarpata fluviale, e rientrano tra le forme e processi delle acque correnti superficiali.

Un ruolo da primo attore tra gli agenti del modellamento della superficie terrestre spetta certamente all'uomo e alle attività che svolge. Da quando si è diffusa l'importantissima pratica dell'agricoltura (neolitico), l'uomo ha iniziato a recitare una parte senz'altro unica sul suolo. Basta fare un pò di attenzione per renderci conto di quanto l'uomo abbia modificato, secondo gradi diversi, l'ambiente terrestre. La Pianura Padana attuale, per esempio, è diversa da quella originale, che era caratterizzata dalla presenza diffusa di boschi (con querce su suoli argillosi e, salici e pioppeti su quelli sabbiosi ancora rappresentati a Bosco Fontana nel Comune di Marmirolo) e di meandri non canalizzati. Il primo intervento umano importante è stato la rimozione della vegetazione naturale per l'insediamento delle colture agricole, provocando una forte irradiazione solare delle superfici e di conseguenza un drastico abbassamento del contenuto organico del suolo. L'inquinamento ambientale, conseguenza della Rivoluzione Industriale, ha una notevole importanza nell'alterazione dell'equilibrio morfologico. In positivo l'uomo ha cercato di rendere coltivabili superfici paludose, eseguendo bonifiche. Si può quindi dire che il "fattore uomo" sta diventando sempre più importante e sempre più incisivo rendendo dunque necessario circoscriverne le azioni. L'impatto dell'attività antropica nel territorio di Rodigo è evidente sia nelle zone abitate che in quelle agricole. Le principali modificazioni operate nel territorio comunale riguardano interventi idraulici, tra i quali si segnalano la rettifica di alcuni corsi d'acqua e l'escavazione dei vari canali artificiali. Sono state rilevate anche una mezza dozzina di ex cava sotto falda, si tratta tuttavia di aree non più interessate da attività estrattiva.

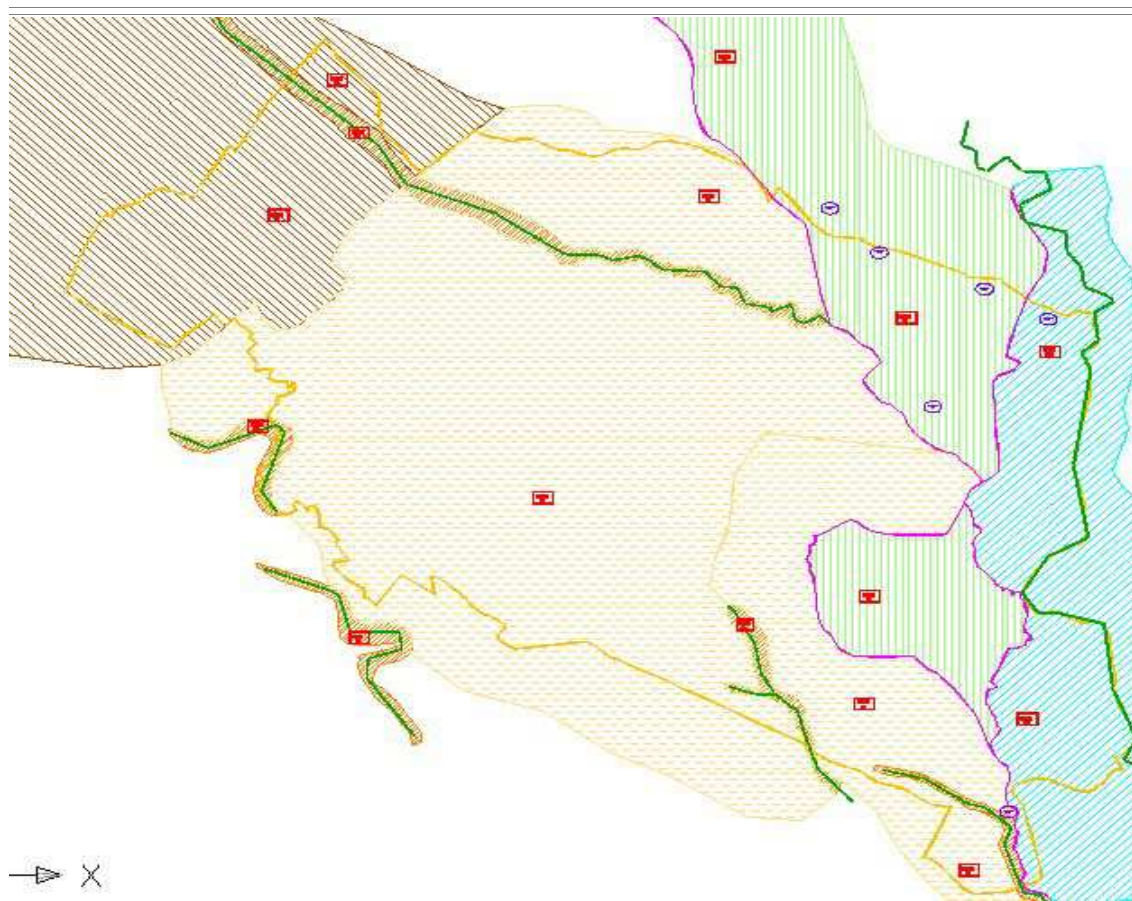



FIG. 8: CARTA GEOMORFOLOGICA SEMPLIFICATA

Legenda:

-  Orlo di scarpata di erosione fluviale o di terrazzo: altezza inferiore di 5 m.
-  Vallecola fluviale residuale.
-  Depositi fluviali. Valle del Mincio.
-  Depositi fluviali. Valli fluviali minori.
-  Terrazzo alluvionale del II ordine.
-  Terreno alluvionale del I ordine: Sabbia limosa.
-  Terreno alluvionale del I ordine: Limo sabbioso.
-  Forma artificiale: cava - ex cava.

15. RILEVAMENTO GEOLITOLOGICO-TETTONICO

Il rilevamento geolitologico è consistito nella definizione della litologia affiorante nel primo sottosuolo, entro una profondità media di 1-2 [m], e nella sua datazione. Contemporaneamente al rilievo geomorfologico sono state effettuate le osservazioni litologiche alla scala 1:10.000. Il metodo utilizzato è consistito nell'analisi di campioni di terreno a profondità comprese tra 0,20 e 1 [m], applicando il procedimento noto come "Shaking test", che prevede l'analisi granulometrica speditiva in sito mediante osservazione visiva e tattile diretta della litologia. Dal punto di vista bibliografico si è fatto riferimento alla Carta Geologica di A. Cozzaglio Foglio 62 Mantova. In generale la litologia è costituita da una successione di alluvioni, con spessori variabili dai 500 – Castenedolo - ai 1000 [m] – Montichiari - databili dal Pleistocene all'Olocene, graduate da monte a valle lungo un piano inclinato. Le alluvioni presentano una paragenesi mineralogica che ci permette di riconoscere come originale bacino di provenienza le Alpi trentine. I materiali hanno infatti una composizione prevalentemente calcarea con rari porfidi quarziferi di provenienza altoatesina. La distribuzione delle litologie è esposta nella Carta Litologica, le litologie rilevate sono quelle della Legenda della stessa Carta. La litologia superficiale è variabile procedendo da Nord-Ovest verso Sud-Est, passando da depositi sciolti di origine fluvioglaciale o fluviale a granulometria grossolana, nella porzione Ovest fino ad arrivare a terreni dove prevalgono le granulometrie prevalentemente fini, come limi ed argille nel centro ed al Sud-Est.

In generale la litologia è costituita da una successione di alluvioni databili dal Pleistocene all'Olocene, graduate da monte a valle lungo un piano inclinato, la cui lieve pendenza e la conseguente graduale perdita di carico delle acque hanno favorito una cernita granulometrica dei materiali. Il naturale bacino di alimentazione dei materiali depositatisi è rappresentato dagli accumuli morenici glaciali della cerchia del Garda e da altri materiali eterogenei rimaneggiati e trasportati dall'antico Mincio e dagli scaricatori minori. Le alluvioni presentano una paragenesi mineralogica che ci permette di riconoscere come originale bacino di provenienza le alpi trentine. I materiali hanno infatti una composizione prevalentemente calcarea con rari porfidi quarziferi di provenienza altoatesina. Nel territorio rilevato sono non presenti aree con scadenti caratteristiche geotecniche, quali Aree di depressione palustre. Nel territorio comunale in esame sono presenti aree a deflusso idrico difficoltoso, che portano ristagni di acqua e qualche zona che ha subito effetti di allagamenti. Dal punto di vista tettonico dal rilievo superficiale non emergono dati relativi alla presenza di elementi superficiali quali faglie o sovrascorrimenti; ma non si esclude che a grandi profondità possano esserci elementi tettonici quali faglie. Dagli studi di neotettonica dell'area (C.N.R. Carta della Neotettonica) risulta che dal Pliocene e per tutto il Pleistocene è attiva una lenta subsidenza non compensata dalla sedimentazione. Alcuni autori accennano alla presenza di una faglia denominata "Faglia dei laghi di Mantova" a cui attribuire la causa della brusca deviazione da sud verso est del fiume Mincio presso la località Grazie.

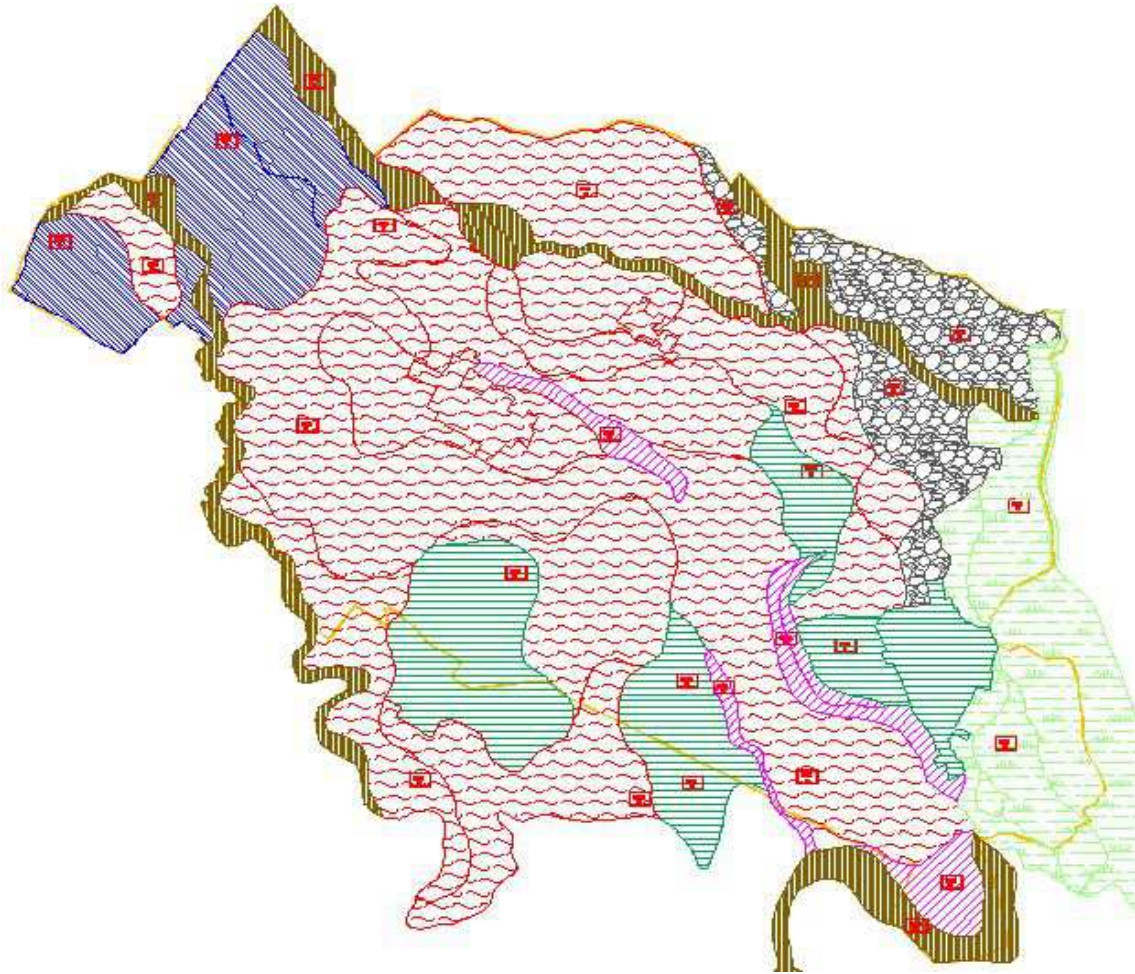


FIG. 9: CARTA LITOLOGICA SEMPLIFICATA

Legenda:

LDTL 01	Deposito limo torboso (corrispondente all'attuale piana di divagazione del Mincio) . Parametri geotecnici molto scadenti.
LASL 02	Alluvioni sabbio limose. Parametri geotecnici mediamente sufficienti.
EAGS 03	Alluvioni prevalentemente ghiaiose con sabbia. Composizione prevalentemente calcarea. Parametri geotecnici mediamente discreti.
LASO 04	Alluvioni sabbiose recenti con sostanza organica. Composizione prevalentemente calcarea. Parametri geotecnici mediocri.
LALS 05	Alluvioni prevalentemente limo sabbiose antiche. Composizione prevalentemente calcarea. Parametri geotecnici mediamente sufficienti.
LASL 06	Alluvioni prevalentemente sabbio limose antiche. Composizione prevalentemente calcarea. Parametri geotecnici mediamente sufficienti.
LASS 07	Alluvioni prevalentemente sabbiose recenti. Composizione prevalentemente calcarea. Parametri geotecnici mediamente sufficienti.

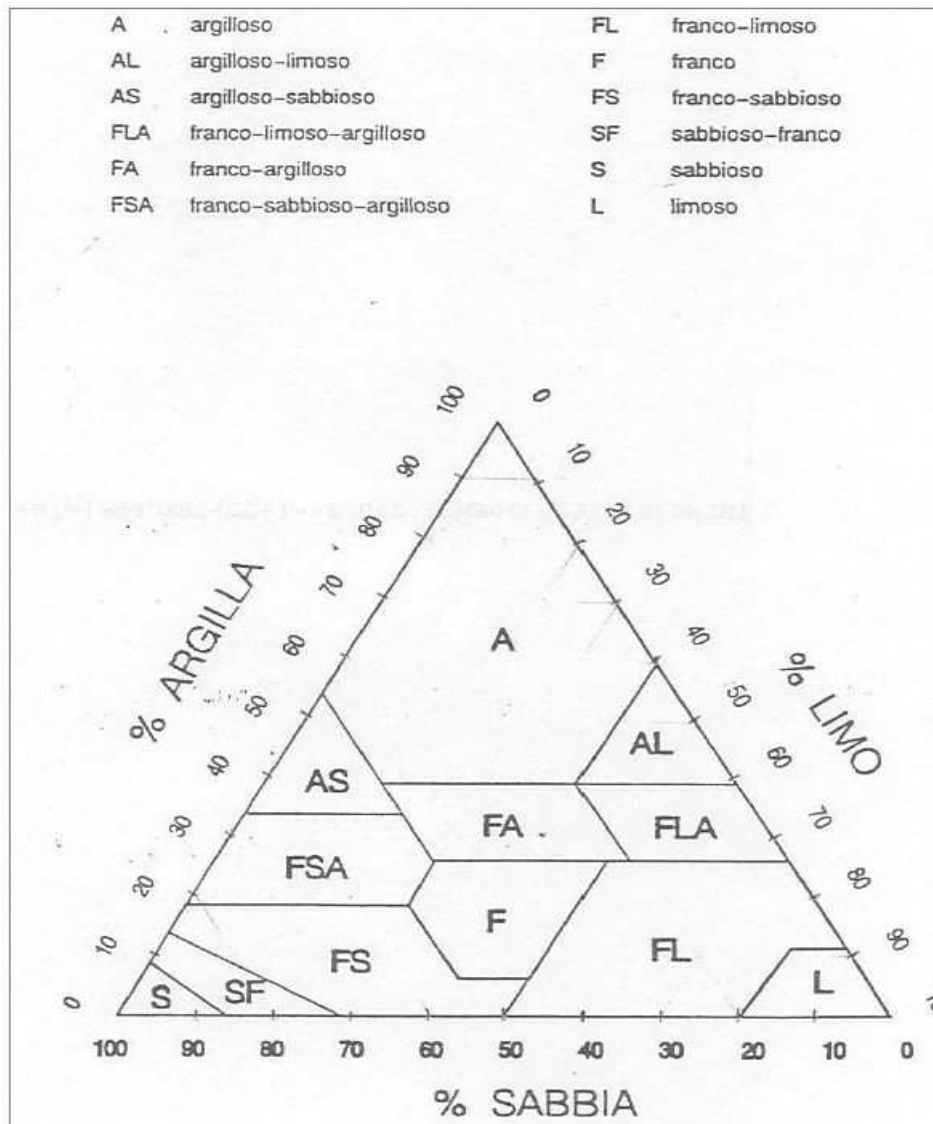


FIGURA 10: CLASSIFICAZIONE TESSITURALE DELLE TERRE SECONDO U.S.D.A..

16. ASPETTI SISMOLOGICI

Per pericolosità ambientale si intende la “probabilità che un certo fenomeno (naturale o indotto) si verifichi in un certo territorio in un certo arco temporale più o meno lungo”. La vulnerabilità territoriale è l’insieme complesso della popolazione, delle costruzioni, delle infrastrutture, delle attività economiche, dell’organizzazione sociale e degli eventuali programmi di espansione e di potenziamento di un certo territorio.

Per rischio ambientale si deve intendere “la probabilità che le conseguenze economiche e sociali di un certo fenomeno di pericolosità ambientale superino una soglia, ritenuta dannosa”; il rischio ambientale è il prodotto tra la pericolosità ambientale e la vulnerabilità territoriale.

Il rischio ambientale può essere diminuito sia operando nei confronti della pericolosità che della vulnerabilità; ad esempio nel caso di un progetto riguardante la costruzione di un edificio su un terreno significativamente cedevole, si può agire con opere di bonifica

del terreno (agendo sulla pericolosità), oppure adottando soluzioni progettuali che riducano il peso del manufatto, ovvero prevedendo fondazioni adatte al contenimento dei cedimenti (agendo sulla vulnerabilità). Per le aree sismiche molto spesso l'attenuazione del Rischio deve essere rivolta alla diminuzione della vulnerabilità. Si ritiene auspicabile quindi valutare il rischio ambientale in relazione alla pianificazione urbanistica in prospettiva di nuove costruzioni e di nuove attività umane. In altre parole, occorre tenere conto della pericolosità ambientale nella pianificazione territoriale.

Dal concetto di pericolosità ambientale deriva il concetto di pericolosità sismica, da intendersi quindi come la probabilità che un certo evento sismico si verifichi in un dato territorio in un qualche arco di tempo.

La pericolosità sismica di base e locale sono da intendersi come la misura dello scuotimento al suolo atteso in un dato sito; esso è legato alle caratteristiche sismotettoniche, alle modalità di rilascio dell'energia alla sorgente, al percorso di propagazione delle onde sismiche e alla loro interazione con la geologia e la geomorfologia locale. Le previsioni di scuotimento al suolo sono definibili solo attraverso modelli probabilistici che si basano, in buona parte, sulle informazioni derivanti da eventi sismici passati.

TABELLA 4: SCHEMA DELLE COMPONENTI CHE INFLUENZANO IL RISCHIO SISMICO (PANIZZA M., 1988)



Il "rischio sismico", risultato del prodotto tra la pericolosità sismica per la vulnerabilità di un territorio, è definito come la probabilità che le conseguenze economiche e sociali di un certo terremoto superino una determinata soglia di Magnitudo, da ritenersi dannosa. Nello schema sopra vengono riassunti i possibili fattori che concorrono alla determinazione del rischio sismico.

La Pericolosità sismica si riferisce alle proprietà dei terremoti, quali l'energia sviluppata, alle dimensioni della zona focale, e alle caratteristiche sismotettoniche, quali la presenza di faglie o strutture tettoniche particolari come sinclinali e anticlinali. Questi ultimi elementi tettonici sono individuabili attraverso osservazioni superficiali e soprattutto attraverso indagini geofisiche. Nel territorio indagato la presenza di zone caratterizzate da tettonizzazione profonda diffusa sarebbe individuabile attraverso indagini geofisiche spinte in profondità.

La Suscettibilità sismica è riconducibile ai fattori locali presenti in un territorio quali la litologia, la geomorfologia e l'idrogeologia presenti in superficie e nel sottosuolo che possono ridurre od amplificare il fenomeno sismico.

Gli studi geomorfologici possibili per la valutazione del rischio sismico possono essere rivolti in queste due direzioni:

- a) indagini morfotettoniche per l'individuazione di strutture tettoniche attive: in pratica si tratta di individuare la possibile presenza di faglie, pieghe, frane, scarpate di faglia, valli asimmetriche e terrazzi, distinguendone il grado di attività;
- b) rilievi geomorfologici finalizzati all'individuazione di particolari condizioni che riducono od amplificano la suscettibilità sismica.

Il rilievo geomorfologico ai fini dell'individuazione della pericolosità sismica locale consiste nel mettere in evidenza le condizioni geomorfologiche che influenzano, con amplificazioni o riduzione, l'intensità dei terremoti; in condizioni di irregolarità topografica si verificano facilmente amplificazioni dell'ampiezza delle onde sismiche.

17. LA PERICOLOSITÀ SISMICA, RISPOSTA SISMICA LOCALE, RIFERIMENTI NORMATIVI

Come indicato nella DGR 2616 del 30/11/11, le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona (condizioni locali) possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti diversi da considerare nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area. Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti; pertanto gli studi finalizzati al riconoscimento delle aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico sono basati, in primo luogo, sull'identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area. In funzione, quindi, delle caratteristiche del terreno presente, si distinguono due grandi gruppi di effetti locali: quelli di sito o di amplificazione sismica locale e quelli dovuti ad instabilità.

1. Effetti di sito o di amplificazione sismica locale: interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese; tali effetti sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento), relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock), può subire, durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il bedrock, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali. Tali effetti

si distinguono in due gruppi che possono essere contemporaneamente presenti nello stesso sito:

A] Gli effetti di amplificazione topografica: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale; tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto; se l'irregolarità topografica è rappresentata da substrato roccioso (bedrock) si verifica un puro effetto di amplificazione topografica, mentre nel caso di rilievi costituiti da materiali non rocciosi l'effetto amplificatorio è la risultante dell'interazione (difficilmente separabile) tra l'effetto topografico e quello litologico di seguito descritto;

B] Gli effetti di amplificazione litologica: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, eteropie ed interdigitazioni, gradini di faglia ecc.) e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche; tali condizioni possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.

2. Effetti di instabilità: interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati in generale da fenomeni di instabilità consistenti in veri e propri collassi e talora movimenti di grandi masse di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture; tali instabilità sono rappresentate da fenomeni diversi a seconda delle condizioni presenti nel sito.

- Nel caso di versanti in equilibrio precario (in materiale sciolto o in roccia) si possono avere fenomeni di riattivazione o neoformazione di movimenti franosi (crolli, scivolamenti rotazionali e/o traslazionali e colamenti), per cui il sisma rappresenta un fattore d'innescio del movimento sia direttamente a causa dell'accelerazione esercitata sul suolo sia indirettamente a causa dell'aumento delle pressioni interstiziali.

- Nel caso di aree interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioranti in superficie tipo contatti stratigrafici o tettonici quali faglie sismogenetiche si possono verificare movimenti relativi verticali ed orizzontali tra diversi settori areali che conducono a scorrimenti e cedimenti differenziali interessanti le sovrastrutture.

- Nel caso di terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà fisico-meccaniche si possono verificare fenomeni di scivolamento e rottura connessi a deformazioni permanenti del suolo; per terreni granulari sopra falda sono possibili cedimenti a causa di fenomeni di densificazione ed addensamento del materiale, mentre per terreni granulari fini (sabbiosi) saturi di acqua sono

possibili fluimenti e colamenti parziali o generalizzati a causa dei fenomeni di liquefazione.

- Nel caso di siti interessati da carsismo sotterraneo o da particolari strutture vacuolari presenti nel sottosuolo si possono verificare fenomeni di subsidenza più o meno accentuati in relazione al crollo parziale o totale di cavità sotterranee.

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", pubblicata sulla G.U. n. 105 dell'8 maggio 2003 Supplemento ordinario n. 72, vengono individuate in prima applicazione le zone sismiche sul territorio nazionale. Tale Ordinanza è in vigore dal 23 ottobre 2005 per gli aspetti inerenti la classificazione sismica: di tale classificazione la Regione Lombardia ha preso atto con D.g.r. n. 14964 del 7 novembre 2003.

Nell'O.P.C.M. n. 3274/2003 si è introdotto una nuova classificazione sismica del territorio nazionale, allo scopo di mitigare il rischio sismico. Ai sensi dell'attuale normativa sismica, il territorio nazionale viene suddiviso in 4 zone sismiche, ciascuna contraddistinta da un diverso valore del parametro a_g (accelerazione orizzontale massima attesa al sito).

Nell'attuale quadro normativo il territorio comunale di Rodigo è in Classe sismica 4: Zona a bassa sismicità. Si riporta la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

TABELLA 5: ZONE SISMICHE E ACCELERAZIONI ORIZZONTALI DI PICCO AL SUOLO.

<u>Zona sismica</u>	<u>Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni</u>	<u>Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [ag/g].</u>
1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
→ 4	< 0.05	0.05

Dal punto di vista della normativa tecnica associata alla nuova classificazione sismica, dal 1^a luglio 2009 la progettazione antisismica, per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici è regolata dal D.M. 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni", pubblicato sulla G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008, che sostituisce il precedente d.m. 14 settembre 2005. Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, infatti, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non

più tramite un criterio “zona dipendente”. L’azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla “pericolosità di base” del sito di costruzione, che è l’elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell’azione sismica.

La DGR 2616/2011, in tema di Analisi della Sismicità del territorio comunale e della Pericolosità sismica locale teorizza tre livelli di approfondimento, in funzione della zona sismica di appartenenza e degli scenari di pericolosità sismica locale di seguito definiti.

Tenuto conto che il Comune di Rodigo è classificato in Classe 4, e che nelle aree di futura espansione edilizia non si prevedono nuove costruzioni di edifici strategici e rilevanti di cui al D.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003, si è potuto effettuare il primo livello di approfondimento.

Il 1^a livello comprende il riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento), sia di dati esistenti. Questo livello, obbligatorio per tutti i Comuni, prevede la redazione della **Carta della pericolosità sismica locale**, nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale (e lineare per gli scenari Z3a, Z3b e Z5) delle diverse situazioni tipo, riportate nella Tabella 1 dell’Allegato 5, in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a pericolosità sismica locale - PSL).

TAB. 6: DGR 2616/2011 TABELLA 1 DELL’ALLEGATO 5 “SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

<i>Sigla</i>	<i>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</i>	<i>EFFETTI</i>
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

TABELLA 1 – SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

Dal rilevamento geologico personalmente svolto, ed in riferimento delle situazioni tipo, riportate nella Tabella 1 dell’Allegato 5 della DGR 2616/2011, il ceresarese risulta essere classificabile, in riferimento alle caratteristiche sismiche di pericolosità locale, come “Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali granulari e/o coesivi”.

Grazie alle prescrizioni di carattere progettuale, successivamente esposte, sarà possibile raggiungere lo scopo di limitare la vulnerabilità sismica e di riflesso anche il rischio sismico.

18. SISMICITÀ STORICA

Al fine di conoscere con quale frequenza storica i fenomeni sismici si sono verificati nel contesto territoriale di nostro interesse si riporta una parte del Catalogo Terremoti estratta dal Catalogo dei Forti Terremoti in Italia CPTI04.

TABELLA 7 CATALOGO TERREMOTI CHE POSSONO AVERE INTERESSATO IL COMUNE DI Rodigo.

Anno	Mese	Giorno	Area dei massimi effetti	Imx - Intensità massima x 10 (scala MCS)	Io - Intensità epicentrale x 10 (scala MCS)	Maw - Magnitudo momento
-91			Modena-Reggio Emilia	85	80	5,66
725			Classe-Ravenna	85	80	5,57
778			Treviso	85	85	5,84
1065	3	27	Brescia	80	70	5,17
1117	1	3	Veronese	90	95	6,49
1182	8	15	GENOVA	60	60	4,83
1197			Brescia	65	65	5,03
1217	1	8	GENOVA	55	55	4,63
1222	12	25	Basso bresciano	90	85	6,05
1234	3	20	FERRARA	70	70	5,17
1249	9	0	Modena	75	65	5,03
1268	11	4	Trevigiano	80	75	5,37
1276	7	28	Italia settent.	55	60	5,11
1279	4	23	Friuli	80	75	5,37
1280			GORIZIA		65	5,03
1284	1	17	Venezia	70	70	5,18
1285	12	13	FERRARA	70	65	5,03
1290			INNERTKIRCHEN		60	4,83
1303	3	22	PIACENZA	55	55	4,63
1308	1	25	Rimini	75	75	5,37
1311			PINEROLO	60	60	4,83
1322	10	31	GENEVE		60	4,83
1323			NOVI VINODOLSK		90	6,00
1323	2	25	Bologna	65	55	4,63
1334	12	4	Verona	55	55	4,63

1346	2	22	Ferrara	75	75	5,81
1348	1	25	CARNIA	95	95	6,66
1365	3	4	VENETO		60	4,83
1365	7	25	Bologna	75	65	5,03
1365	9	21	Verona	55	55	4,63
1383	7	24	PARMA	55	55	4,63
1383	8	4	FORLI'	75	75	5,37
1389	8	20	Moggio Udinese	75	65	5,28
1392	1	28	BELLUNO		60	4,83
1396	11	26	Monza	75	75	5,37
1399	7	20	Modenese	70	70	5,40
1402			VERONA	60	60	4,83
1403	1	17	Verona	65	60	4,83
1404	2	1	BELLUNO		70	5,17
1406	5	28	BELLUNO		55	4,63
1409	11	15	Parma	70	60	4,83
1410	5	9	FERRARA	65	65	5,03
1410	6	10	Verona	55	55	4,72
1411	7	1	BELLUNO		55	4,63
1425	8	10	FERRARA SUD		60	4,83
1426			FIRENZE	55	55	4,63
1428	7	3	PREDAPPIO	80	80	5,58
1433	5	4	Bologna	70	60	5,03
1438	6	11	Parmense	80	80	5,62
1445	3	21	VERONA	55	55	4,63
1455	2	6	BOLOGNESE		75	5,37
1455	12	20	Media valle del Reno	75	70	5,18
1465	4	6	VERONA	55	55	4,63
1465	4	15	Reggio Emilia	65	65	5,03
1470	4	11	APPENNINO BOLOGNESE	80	70	5,17
1471			BRESCIA		55	4,63
1472			RIMINI	70	70	5,17
1472			MLJET		70	5,17
1472	5	14	FRIULI		70	5,17
1473	2	2	RIMINI	55	60	4,83
1474	3	11	MODENA	60	60	4,89
1478	2	24	BAYERN		55	4,63
1479	10	10	FORLI'	60	60	4,83
1483	3	3	FERRARA	55	55	4,63

1483	8	11	Romagna meridionale	85	80	5,67
1485	9	1	PADOVA	55	55	4,68
1491	1	24	Verona	80	75	5,37
1493	8	24	GEMONA		60	4,83
1494	6	13	Alpi marittime	55	55	4,63
1498	3	31	ZWEISIMMEN		60	4,83
1498	9	3	ZWEISIMMEN		70	5,17
1500	4	30	EINSIEDELN		60	4,83
1501	6	5	Appennino modenese	90	85	5,85
1502	5		CUNEO		60	4,83
1505	1	3	Bologna	70	70	5,47
1505	5	15	BOLOGNA	55	55	4,63
1508			ALBULAPASS		60	4,83
1508	1		LJUBLJANA		70	5,17
1508	10	18	FERRARA SUD		60	4,83
1509	2	25	Calabria meridionale	90	80	5,57
1512	2	8	VENEZIA	55	55	4,68
1516	3	9	VENEZIA		60	4,83
1516	12	20	GEMONA		60	4,83
1521	1	26	BRESCIANO		60	4,83
1522	7	6	UDINE		60	4,83
1522	10	5	CREMONA	55	55	4,63
1523	5	19	YVERDON		60	4,83
1523	6	27	GEMONA		70	5,17
1525	2	19	GEMONA		60	4,83
1529	4	14	UDINE	55	55	4,66
1531	10	10	KLOENTAL		60	4,83
1534	10	6	THUSIS		60	4,83
1537	11		SAVONA	60	60	4,83
1540	9	1	BRESCIA		60	4,83
1541	1	6	URSEREN		70	5,17
1541	10	22	VALLE SCRIVIA	80	80	5,48
1542	11	8	BAYERN		60	4,83
1547	2	10	Reggio Emilia	80	70	5,21
1547	7	31	SAVONA	55	55	4,63
1549	5	3	SAVONA	65	65	5,03
1549	5	14	ALBA		60	4,83
1550	2	28	CUNEO	65	65	5,03
1561	11	24	Ferrara	65	55	4,63
1564	7	20	ALPI MARITTIME	85	85	5,79

1570	11	17	Ferrara	80	75	5,48
1572	1	4	TIROL		80	5,57
1572	6	4	PARMA	70	70	5,13
1573	12	20	KLOENTAL		60	4,83
1574	3	17	FINALE EMILIA	70	70	5,12
1574	5	3	GENEVE		70	5,17
1574	8	14	CICARIJA		80	5,57
1575	11	17	LJUBLJANA CARNIOLA		70	5,17
1576	9	26	BERGAMO		60	4,83
1577	2	2	THUN		60	4,83
1584	3	1	MONTHEY		70	5,17
1584	9	10	Appennino tosco- emiliano	90	90	5,97
1586	1	12	SPILAMBERTO		60	4,83
1591	5	24	REGGIO EMILIA	60	60	4,83
1591	7	10	FORLI'	65	65	5,24
1593	3	8	BERGAMO	65	65	5,03
1593	10	10	KLOENTAL		60	4,83
1593	11	5	NEUCHATEL		60	4,83
1594	3	20	KLOENTAL		60	4,83
1594	11	11	KLOENTAL		60	4,83
1595	7	12	TIROL		60	4,83
1599	10	23	REICHENAU		60	4,83
1600			PALAZZUOLO	75	75	5,37
1601	9	8	ENGELBERG		90	6,00
1606	8	22	BERGAMO	65	65	5,03
1607	4	2	YVERDON		60	4,83
1608	1	6	REGGIO EMILIA	60	60	4,83
1610	5	14	NIZZA		55	4,63
1616			BAIANO		60	4,83
1616	2	29	ENGELBERG		80	5,57
1620	1	29	NIESEN		60	4,83
1621			LJUBLJANA		70	5,17
1622	5	5	Slovenia	75	75	5,57
1622	8	3	BASSA ENGADINA	70	70	5,17
1625	12	5	RIMINI	60	60	4,83
1626	1	7	LJUBLJANA		60	4,83
1628	6	17	KRSKO BRESTANICA		80	5,57
1628	11	4	PARMA	70	70	5,17
1634	5	1	TOPLICE NOVO		60	4,83

			MESTO			
1634	12	22	TRECASTAGNI	65	65	4,29
1642	6	13	BERGAMO	65	65	5,03
1643	7	9	KRANJSKA GABROVKA		60	4,83
1644	2	15	Alpi marittime	85	85	5,88
1653	8	15	CESENA	65	65	5,03
1660			MODENA	55	55	4,63
1661	2	25	ISOLA FEMMINE		60	4,83
1661	3	12	Montecchio	75	70	5,17
1661	3	22	Appennino romagnolo	90	90	5,83
1666	4	14	BOLOGNA		60	4,83
1670	7	17	TIROL		80	5,57
1671	6	20	RUBIERA	70	70	5,34
1672	4	14	Riminese	80	80	5,60
1683	5	25	V. GIUDICARIE	65	65	5,00
1687			CASTEL BOLOGNESE		60	4,83
1688	4	11	ROMAGNA	90	90	5,88
1688	8	18	FUSIGNANO		70	5,17
1689	3	10	SLOVENIA	80	80	5,57
1689	12	22	TIROL		80	5,57
1690	5	4	BELLUNO		60	4,83
1691	12		SALZBURG		65	5,03
1693	7	6	GOITO	70	70	5,27
1695	2	25	Asolano	100	95	6,61
1695	2	28	FERRARA	55	55	4,63
1703	12	28	VILLAFRANCA	75	75	5,37
1717	3	31	VENEZIA		55	4,63
1719	12	16	TREVISO		55	4,63
1727	8	18	TIROL		65	5,03
1732	2	27	PARMA	60	60	4,83
1738	11	5	PARMA	70	70	5,40
1743	5	29	FERRARA	65	65	5,03
1755	8	28	PORDENONE		55	4,63
1756	4	13	TREVISO	65	65	5,03
1756	8	17	PADOVA		60	4,83
1759			SUBIACO		70	5,17
1759	5	26	PAVIA	60	60	4,83
1767	2	7	GENOVA	65	65	5,06
1767	5	10	CARNIA		55	4,63

1768	10	19	Appennino romagnolo	90	90	5,84
1774	3	4	PARMA	60	60	4,83
1778	6	11	FORLI'	65	65	5,03
1779	6	4	Bolognese	70	65	4,97
1780	2	6	Bolognese	65	55	4,85
1780	5	25	RAVENNA	65	65	5,03
1780	9	8	CARNIA		55	4,63
1781	7	17	Romagna	80	80	5,53
1786	4	7	PIACENZA	70	65	5,31
1786	12	25	Riminese	80	80	5,67
1787	7	16	Ferrara	65	55	4,63
1788	10	20	TOLMEZZO	85	85	5,71
1795	1	1	AUSTRIA		60	4,83
1801	10	8	BOLOGNA	55	55	4,63
1806	2	12	NOVELLARA	70	70	5,26
1810	5	1	MALCESINE	60	60	4,83
1810	12	25	NOVELLARA	70	70	5,28
1811	7	15	SASSUOLO	70	70	5,24
1813	9	21	Romagna centrale	70	70	5,32
1818	12	9	LANGHIRANO	75	75	5,57
1826	6	24	SALO'	55	55	4,74
1829	9	6	CREMONA	65	65	5,03
1832	3	13	Reggiano	75	75	5,59
1834	10	4	Bologna	60	55	4,63
1841	10	15	SANGUINETTO	60	60	4,83
1844	3	10	FORLI'	65	65	5,03
1849	6	18	LIMONE		60	4,83
1850	9	18	MODENA	60	60	4,83
1851	8	3	GIUDICARIE	60	60	4,96
1853	2	19	MOGGIO UDINESE		70	5,17
1859	9	29	BELLUNO		55	4,63
1860	7	19	VALDOBBIADENE		70	5,17
1861	10	16	FORLI'	70	65	5,13
1865	1	21	TIROL		60	4,83
1866	8	11	MONTE BALDO	70	70	5,17
1868	2	20	GARDA OR.	65	60	4,83
1868	5	22	ROVERETO	55	55	4,63
1869	11	29	AOSTA		55	4,63
1869	12	13	SERRAMAZZONI		65	5,03
1873	5	16	REGGIANO	65	65	5,13

1873	6	29	Bellunese	95	95	6,33
1873	11	6	BELLUNO		65	5,03
1874	10	7	IMOLESE	70	70	4,99
1875	10	24	BELLUNO		60	4,83
1876	4	29	Monte Baldo	75	70	4,99
1876	9	13	REGGIO CALABRIA		70	5,17
1877	10	1	MALCESINE	70	65	5,03
1878	3	12	Bolognese	60	60	4,83
1881	1	24	Bolognese	70	65	5,14
1881	2	12	RUSSI	65	65	5,03
1881	9	28	CESENA	70	65	5,03
1882	1	23	TIROL		60	4,83
1882	9	18	Monte Baldo	70	70	5,17
1885	2	26	SCANDIANO	60	60	5,22
1885	7	1	LIMONE		60	4,83
1886	10	15	COLLECCHIO	60	60	4,83
1889	3	8	BOLOGNA	60	60	4,83
1889	6	25	TOLMEZZO		60	4,83
1889	10	13	TOLMEZZO		70	5,17
1889	11	28	TIONE		55	4,63
1891	6	7	Valle d'Ilasi	90	85	5,71
1891	6	15	PESCHIERA	60	60	4,83
1891	8	1	LUGO		60	4,83
1891	12	22	SONDRIO	55	55	4,63
1892	1	5	GARDA OCC.	75	65	4,96
1892	6	24	PALAZZOLO		55	4,63
1892	8	9	TREGNAGO		70	5,17
1892	11	26	LIMONE		60	4,83
1893	10	27	LONGARONE		60	4,83
1894	2	9	TREGNAGO		70	5,17
1894	11	27	FRANCIACORTA	65	65	4,95
1895	8	7	FANANO		60	4,83
1896	1	31	SAPIGNO		55	4,63
1896	3	18	ACIREALE		60	4,20
1896	4	1	S.EUFEMIA		60	4,83
1896	4	17	MONTE S.ANGELO		60	4,83
1896	7	2	CANALE DI SICILIA	50	55	4,63
1896	12	8	FANANO		60	4,83
1897	1	27	RECOARO	55	55	4,63
1898	1	16	Romagna settent.	70	65	5,03

1898	11	16	SALO'	60	55	4,63
1899	2	7	CERRETO		65	5,03
1899	7	8	BADIA		55	4,63
1901	1	20	POGGIO RUSCO		60	4,83
1901	10	30	Salo'	80	80	5,67
1905	4	29	Alta Savoia	75	75	5,79
1906	6	3	TOLMEZZO		60	4,83
1908	2	16	STEIERMARK		55	4,63
1908	2	22	BREZICE KAPELE		70	5,17
1908	3	1	PIVKA POSTOJNA		55	4,63
1908	3	15	CRESPADORO	60	60	5,01
1908	5	12	STEIERMARK		55	4,63
1908	6	28	FINALE EMILIA SUD		60	4,83
1908	7	10	Carnia	75	75	5,34
1908	11	20	CELJE TRNOVLJE		65	5,03
1908	12	18	TIROL		55	4,63
1909	1	13	BASSA PADANA	65	65	5,53
1909	2	26	STEIERMARK		55	4,63
1909	5	28	STEIERMARK		55	4,63
1909	9	22	SALZBURG		55	4,63
1910	3	24	STEIERMARK		65	5,03
1911	2	19	Romagna meridionale	70	70	5,38
1911	3	26	RIMINI	60	60	5,18
1912	5	10	TIROL		55	4,70
1913	6	2	PIEDIMONTE		60	4,20
1913	6	27	NICASTRO		60	4,83
1913	6	28	VILLA S.GIOVANNI		55	4,63
1913	8	24	TIROL		50	4,85
1913	9	20	TIROLO		45	4,53
1915	10	10	REGGIO EMILIA	65	60	5,01
1918	7	19	SALO'	40	40	4,58
1918	11	10	Appennino romagnolo	80	80	5,79
1919	7	12	ASOLO		55	4,98
1919	11	23	BRESCIANO	45	40	4,78
1920	5	5	CARNIA	65	65	5,48
1921	9	12	ASOLO	40	40	4,83
1921	10	24	TIROL		65	5,03
1922	8	2	PIEVEPELAGO		60	4,66
1923	6	28	FORMIGINE	60	60	5,21
1923	11	28	SALZBURG		60	5,01

1924	3	26	VIPITENO		65	5,22
1924	6	12	FANANO		60	4,99
1926	6	28	REGGIANO	40	40	4,61
1928	3	27	CARNIA	90	85	5,75
1928	6	13	CARPI	70	65	4,85
1928	8	2	TOLMEZZO		55	4,63
1928	11	16	TOLMEZZO		60	4,76
1929	4	20	Bolognese	80	70	5,55
1930	5	24	FIUMALBO	60	60	5,22
1930	9	24	SCANDIANO		60	4,83
1930	10	8	TIROL		75	5,50
1931	4	14	GIUDICARIE	60	60	4,89
1931	6	10	MODENESE	40	40	4,84
1931	9	5	FIRENZUOLA	70	65	5,09
1932	2	19	Monte Baldo	80	75	5,01
1937	9	17	PARMA OVEST		60	4,56
1937	12	10	APPENNINO MODENESE	70	65	5,42
1938	7	14	TOLMEZZO		60	4,94
1938	7	18	Alpi Cozie	70	70	5,24
1942	6	20	ARCO	60	60	4,52
1943	6	12	TOLMEZZO		60	4,83
1943	7	24	VALDOBBIADENE	70	65	5,18
1946	12	25	CANSIGLIO		55	4,49
1947	2	17	Alpi occidentali	55	55	4,90
1950	5	6	REGGIANO	40	40	4,46
1950	9	5	GRAN SASSO	80	80	5,73
1951	6	7	TIROL		60	4,83
1951	10	29	VALLE DEL PANARO	50	50	4,60
1954	10	11	GEMONA		60	4,89
1967	4	3	CORREGGIO		55	4,71
1968	1	11	RUSSI		50	4,58
1969	1	10	RUSSI		55	4,63
1969	9	17	BAYERN		55	4,63
1969	9	26	MONTORIO		60	4,52
1970	5	5	PAVULLO		60	4,83
1970	9	26	CESENA		60	4,66
1970	12	31	FINALE		60	4,78
1977	4	3	TOLMEZZO		45	5
1980	1	25	VAL VENOSTA	55	55	4

1983	11	9	Parmense	70	65	5
1986	12	6	BONDENO	60	60	5
1987	5	2	REGGIANO	60	60	5
1987	5	24	GARDA	60	60	5
1999	12	29	ALPI CENTRALI	55	50	5
2000	5	10	APPENNINO FORLIVese			5
2000	6	18	REGGIANO			4
2001	7	1	AUSTRIA			5
2001	7	17	MERANO			5
2002	2	14	CARNIA			5
2004	24	11	Salò			5
2012	5	21 e il 29	Provincia di Modena- Ferrara e Mantova			6

Si segnala che in data 24/11/2004 si è verificata una scossa dell'ottavo grado della scala Mercalli, pari 5,3 della Richter, in un luogo identificato nella latitudine Nord 45.62 e nella longitudine Est 10.62, ad otto chilometri ad Est di Salò (BS). Con una frattura avvenuta a dieci chilometri di profondità. Tale scossa ha causato lievi dissesti negli edifici più fatiscenti presenti nei territori contermini a Salò. In questi edifici si sono verificate frequenti fessure e crepe con rari crolli di tetti. A Rodigo non sono stati segnalati particolari danni.

Anche il recente terremoto del 21 e 29 maggio 2012 è stato significativamente rilevato anche a Rodigo, creando rari dissesti in fabbricati in condizioni non ottimali.

La distribuzione in profondità dei terremoti, ricavata dai dati storici e verificata da recenti registrazioni, permette di verificare che nella zona del Garda la profondità ipocentrale è minore di 10 [km] sulla sponda orientale e maggiore di 10 [km] sulla sponda occidentale. I centri attivi più prossimi all'area in esame sono quelli del Sistema Verona-Brescia (Gomito del Garda), la Struttura di Sanguinetto e la Struttura di Mantova, e da ultimo, anno 2012, le Pieghe ferraresi.

Secondo recenti studi dell'ENEL, l'area in oggetto presenta una distribuzione della massima intensità storica dei terremoti (periodo 1000-1983) del VII grado della scala Mercalli (MCS), soprattutto per effetto dei sismi con epicentro nell'area bresciana e veronese.

Durante il presente Studio, sono state svolte diverse indagini sismiche allo scopo di determinare la Vs 30, di seguito si riporta un esempio indicativo, ma che non dovrà essere preso come modello assoluto per tutto il territorio, dell'andamento della Vs 30 per Rodigo.

19. DETERMINAZIONE DELLA SISMICITÀ DI PROGETTO IN ALCUNI SITI COMUNALI
20. METODOLOGIA UTILIZZATA PER L'INDAGINE SISMICA

Lo strumento utilizzato per l'indagine sismica è il "Tromino", che consente di indagare i microtremori ambientali al fine di definire un modello di risonanza del terreno e di risposta sismica locale (metodo Nakamura). Esso è caratterizzato da un involucro di dimensioni 10x7x14 [cm] per 1 [kg] di peso ed è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da 1 batteria AA da 1.5 [V]. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti sono acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 [Hz]. L'utilizzo di tale apparecchiatura è servita ad effettuare l'indagine di sismica passiva a stazione fissa, senza utilizzo di energizzazione esterna come massa battente o esplosivo, e consente ai fini metodologici di determinare:

- le stratigrafia sismica dei suoli andando in profondità;
- le frequenze di risonanza degli strati sedimentari sovrastanti il bedrock;
- la stima del profilo di velocità delle onde sismiche di taglio;
- la determinazione del Vs30 come previsto dalla normativa.

Il tipo di stratigrafia che le tecniche di sismica passiva possono restituire si basa su contrasto d'impedenza determinata dal rapporto di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso. Le misure effettuate forniscono le frequenze di risonanza dei livelli sedimentari sopra il bedrock. Nel sito d'indagine il rapporto delle frequenze di oscillazione edificio / strutture può evidenziare fenomeni di doppia risonanza in caso di terremoto. Le strutture hanno una frequenza naturale alla quale la sovrapposizione di energia alla stessa frequenza amplifica il moto. Se il moto sismico indotto dal terremoto eccita la base di un edificio a frequenze prossime a quelle di risonanza naturale dell'edificio, l'amplificazione del moto risultante può diventare distributiva e portare al collasso della struttura. Le misure fatte con la sismica passiva si basano sul rumore sismico ambientale. Tale rumore è chiamato anche microtremore in quanto riguarda oscillazioni a basse frequenze, quindi molto più piccole di quelle indotte dai terremoti, è vicino ai 10-15 [m/sq] in termine di accelerazione. I dati di rumore sono amplificati e digitati a 24 bit equivalenti. Nel proseguo sono riportati i rapporti delle analisi delle tracce delle misure del tromino effettuate in sito.

21. INDAGINE DI SISMICA PASSIVA CON TROMINO NEL SITO

Rodigo Instrument: TRZ-0053/01-09 Trace length: 0h16'00". Analyzed 81% trace (manual window selection). Sampling rate: 128 Hz Window size: 20 s Smoothing type: Triangular window Smoothing: 10%

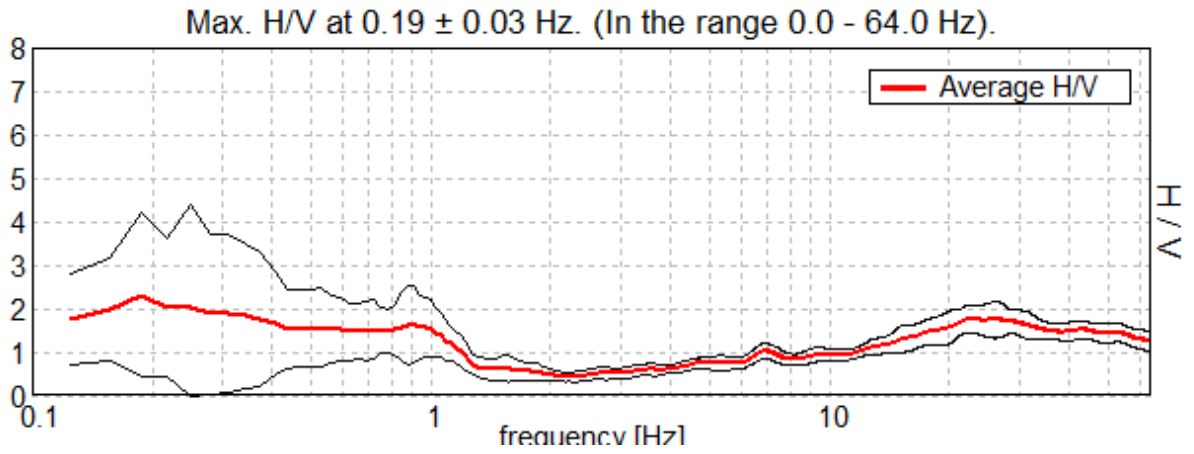


FIG. 11: HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

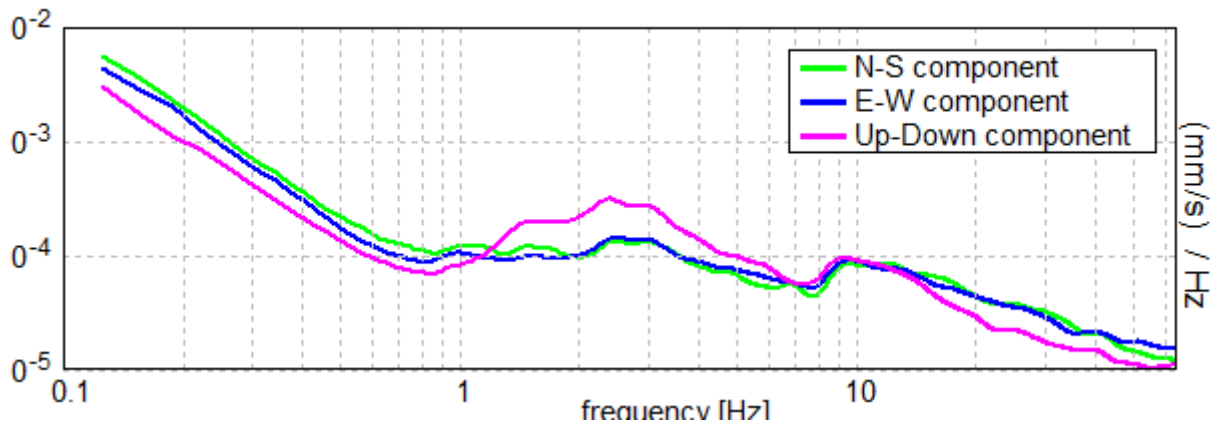


FIG. 12: SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

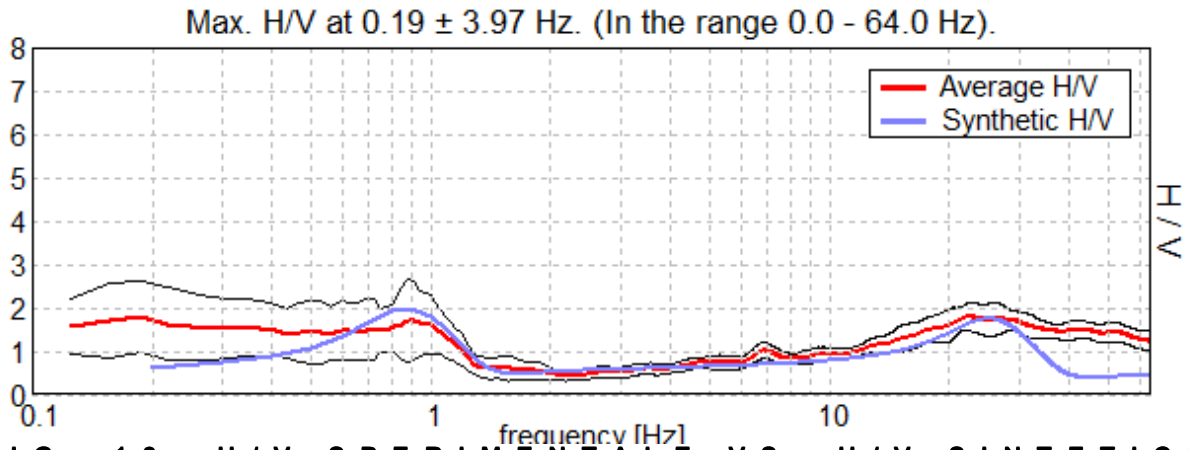


FIG. 13: H/V SPERIMENTALE VS. H/V SINTETICO

TABELLA 8: STRATIGRAFIA SISMICA:

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.95	0.95	100	0.35
6.95	6.00	207	0.35
31.95	25.00	225	0.35
46.95	15.00	250	0.35
76.95	30.00	295	0.35
inf.	inf.	490	0.30

$V_s (1.0-31.0) = 221$ [m/s]

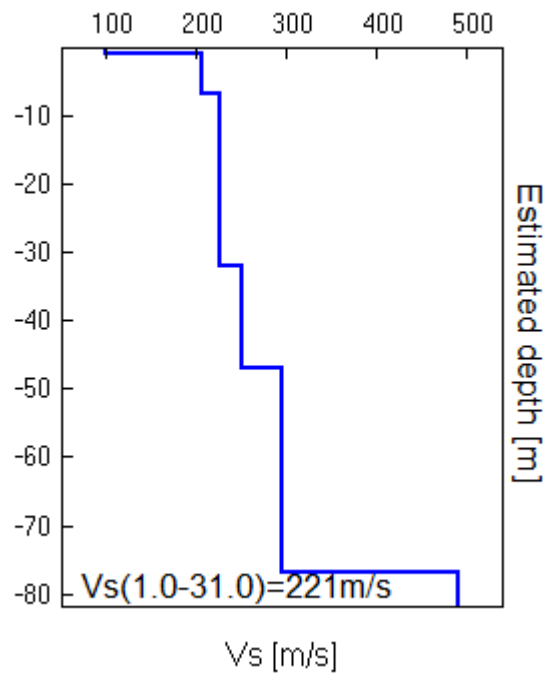


FIG. 14: ANDAMENTO DELLA Vs CON LA PROFONDITÀ

[Secondo le linee guida SESAME, 2005.]

Max. H/V at 0.19 ± 0.03 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]					
$f_0 > 10 / L_w$		0.19 > 0.50	OK		
$n_c(f_0) > 200$		180.0 > 200	OK		
$\overline{A}(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\overline{A}(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$		Exceeded 0 out of 10 times	OK		
Criteri per un picco H/V chiaro: [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$		0.094 Hz			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$		46.594 Hz	OK		
$A_0 > 2$		2.31 > 2	OK		
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \overline{A}(f)] = f_0 \pm 5\%$		$ 0.07857 < 0.05$	OK		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$		0.01473 < 0.04688	OK		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$		0.9214 < 3.0	OK		
L_w	lunghezza della finestra				
n_w	numero di finestre usate nell'analisi				
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi				
f	frequenza attuale				
f_0	frequenza del picco H/V				
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V				
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$				
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0				
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f				
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$				
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$				
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa				
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$				
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$				
Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

22. RILEVAMENTO IDROGEOLOGICO

L'indagine idrogeologica è stata effettuata partendo da un'analisi della bibliografia sull'idrogeologia del territorio mantovano, si è poi passati all'osservazione del territorio del Comune di Rodigo direttamente in campagna.

La situazione dell'acquifero è illustrata nella Carta Idrogeologica allegata, redatta in base al rilevamento idrogeologico condotto in tutto il territorio comunale.

Il rilevamento idrogeologico è consistito nella valutazione della permeabilità e della soggiacenza della prima falda freatica direttamente nei pozzi, ispezionabili, presenti nel territorio di Rodigo.

Il rilevamento idrogeologico è stato realizzato nelle prime settimane del 2009, i risultati sono esposti nella Carta Idrogeologica. Si segnala che complessivamente tutto il territorio comunale si presenta come un'Aree con bassa soggiacenza della falda acquifera superficiale, compresa tra -1,5 e 3 [m].

La Provincia di Mantova appartiene al grande bacino idrogeologico padano.

La maggior parte delle falde in esso residenti, utilizzabili a fini idropotabili e non, sono localizzate all'interno dei depositi fluvioglaciali e fluviali che a partire dal Pleistocene medio – superiore, fino all'Olocene, hanno colmato il bacino compreso tra il fronte alpino a N ed appenninico a S.

Si tratta di depositi continentali, sovrapposti a rocce sedimentarie carbonatiche mesozoiche a N ed a Formazioni prevalentemente pelitiche Plio-pleistoceniche nel settore appenninico. Il limite inferiore delle acque sotterranee utilizzabili è costituito fisicamente dall'interfaccia acque dolci – acque salate: essa è localizzata, in linea di massima, nel passaggio Pleistocene – Olocene.

Tale separazione però non è mai netta, ma frequentemente presenta facies transizionali: la sua profondità varia mediamente intorno a 300 – 400 m, con approfondimenti significativi presso i laghi di Mantova (500 m) ed in corrispondenza della confluenza Oglio – Chiese.

Le condizioni al contorno sono variabili: a N è sensibile l'influenza del Lago di Garda, ad E ed a W l'acquifero sfuma negli acquiferi limitrofi (acquiferi occidentali e sistema idrico dell'Adige), con i quali si determinano notevoli scambi idrici. Stessa situazione a S, dove l'acquifero del Po influenza in modo notevole la circolazione idrica sotterranea.

La ricarica dell'acquifero è assicurata dalle infiltrazioni meteoriche nella zona prossima al sistema morenico frontale del Garda, dalle dispersioni di subalveo dei corsi d'acqua principali, dagli apporti degli acquiferi al contorno e dello stesso Lago di Garda.

Alla luce di quanto sopra, il Comune di Rodigo ricade all'interno dell'Unità n.4 detta del Medio Mantovano. Essa è compresa tra la fascia pedecollinare e la sponda sinistra idrografica del fiume Po.

Come precedentemente descritto il territorio comunale presenta una graduale e ben perimetrata variazione granulometrica delle litologie con un gradiente che presenta direzione da nord-ovest a sud-est. La struttura dell'acquifero è in diretta

relazione con le caratteristiche geolitologiche della litologia superficiale.

Le relazioni tra livelli piezometrici e alimentazione della falda ha evidenziato una forte interferenza indotta dalle acque di irrigazione, nel periodo maggio-settembre.

La trasmissività ha valori compresi tra 1 e 1,5 E-02 [mq/s].

La conducibilità idraulica ha può essere inquadrata secondo questo schema:

- Terreni ciottolosi-ghiaiosi-sabbiosi: K varia da 10 E-01 a 10 E -02 [cm/s].
- Terreni sabbio-ghiaiosi: K varia da 10 E-02 a 10 E -03 [cm/s].
- Terreni limo-sabbiosi: K varia da 10 E-03 a 10 E -04 [cm/s].
- Terreni limo-argillosi: K varia da 10 E-04 a 10 E -05 [cm/s].

23. VULNERABILITÀ DELLA FALDA FREATICA

A completamento dello studio idrogeologico redatto nel territorio comunale di Rodigo sono state eseguite l'analisi e la valutazione della vulnerabilità dell'acquifero freatico locale per adempiere a quanto indicato dalla CEE con la nota "Direttiva nitrati" (91/676/CEE). Per tali motivi l'individuazione cartografica di "zone vulnerabili" appare indispensabile per realizzare un qualsiasi intervento programmatico che voglia regolamentare la buona pratica agricola con la formazione ed informazione degli agricoltori per la tutela e la salvaguardia della risorsa idrica sotterranea. Si definisce:

- **FALDA FREATICA:** il primo corpo idrico sotterraneo, a partire dal piano campagna, la cui superficie è sottoposta ovunque alla pressione atmosferica. Nella nostra zona la falda freatica è localizzabile in materiali con sufficiente grado di permeabilità e di porosità efficace, che garantiscono una portata estraibile utilizzabile. Non si considerano quindi falde freatiche, per gli scopi del presente lavoro, i corpi idrici sotterranei che presentano una portata ed una estensione limitate ed effimere.
- **VULNERABILITÀ DELLA FALDA FREATICA:** indica la facilità con cui le acque di falda possono essere interessate da fenomeni di inquinamento causati da interventi antropici, mediante infiltrazione o percolazione di sostanze inquinanti. In questo lavoro si considera la vulnerabilità come una grandezza naturale intrinseca dell'acquifero, derivante da situazioni idrogeologiche, geologiche, morfologiche e idrologiche.

Partendo di queste definizioni la vulnerabilità viene ricavata sulla base di una ricostruzione litostratigrafica ed idrogeologica del sottosuolo determinando perciò la permeabilità, lo spessore dei materiali sovrastanti la falda freatica, il tipo di circolazione idrica e le modalità di alimentazione.

Come è noto le metodologie per la costruzione delle cartografie della vulnerabilità sono molteplici: esistono metodologie dette di "zonazione per aree omogenee", quali il metodo CNR/VAZAR, e metodi parametrici, quali il noto metodo statunitense DRASTIC e il metodo SINTACS (CIVITA, 1994).

Il principale vantaggio nell'utilizzo dei metodi parametrici è una maggiore

riproducibilità del risultato e la possibilità di confronto tra situazioni idrogeologiche anche notevolmente diverse; questo si ottiene perché i parametri presi in esame sono standardizzati, lasciando il minor spazio possibile all'interpretazione soggettiva e alle valutazioni individuali del dato. L'applicazione di un metodo parametrico prevede, come nel metodo SINTACS, la costruzione di una serie di carte intermedie che vengono parametrizzate e successivamente sovrapposte e pesate per ottenere una carta di sintesi avente come attributo la sommatoria dei diversi valori. Nel caso del SINTACS le carte intermedie sono relative ai seguenti parametri:

1. **S**oggiacenza,
2. **I**nfiltrazione,
3. Azione del **N**on saturo,
4. **T**ipologia della copertura,
5. Caratteri idrogeologici dell'**A**cquifero,
6. **C**onducibilità idraulica,
7. Acclività della superficie Topografica (**S**lope)

Ovviamente una metodologia parametrica, come la sopra descritta SINTACS, necessita di una notevole mole di dati idrogeologici e quindi non risulta applicabile in quei territori dove le banche dati geologiche-idrogeologiche non sono sufficientemente complete da garantire affidabilità ed attendibilità dei risultati.

In considerazione della situazione geografica del Comune di Rodigo e della quantità di dati reperiti durante la ricerca bibliografica e di campagna, per definire la vulnerabilità intrinseca della falda freatica locale si ritiene di dover seguire la metodologia proposta dal Programma Speciale VAZAR (Vulnerabilità degli Acquiferi di Zone ad Alto Rischio), nel quadro delle ricerche del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI). La metodologia adottata permette di valutare la vulnerabilità intrinseca tramite alcuni step operativi:

- Suddivisione del territorio studiato in cinque aree omogenee discretizzate sulla base delle caratteristiche geomorfologiche, geologiche, litologiche e geografiche.
- Redazione della *carta della permeabilità dei suoli* e dell'immediato sottosuolo, finalizzata a definire il tipo ed il grado di permeabilità verticale ed orizzontale, necessari per determinare la velocità di percolazione verticale e l'eventuale azione di attenuazione (autodepurazione) insita nei diversi terreni e/o la presenza di coperture a bassa permeabilità che agiscono da protezione per i corpi idrici sotterranei;
- Redazione della *carta della soggiacenza della falda freatica* in fase di piena normale;
- Redazione della *Carta idrogeologica e della Vulnerabilità*, con evidenziati i principali elementi idrostrutturali quali spartiacque sotterranei, direzione di flusso, rapporti esistenti tra falde e corsi d'acqua.
- Processo di overlayer per l'identificazione delle zone a omogenea vulnerabilità intrinseca e

redazione della matrice di confronto sotto riportata.

La Legenda "VAZAR" permette di classificare il territorio in 6 classi a differente vulnerabilità:

1. Bassissima o nulla
2. Bassa
3. Media
4. Alta
5. Elevata
6. Elevatissima

La vulnerabilità calcolata è stata inserita nella già citata Carta Idrogeologica e della Vulnerabilità per creare uno strumento che meglio assembli e valorizzi le conoscenze territoriali connesse con la circolazione sotterranea di masse d'acqua. Di seguito sono esposte le valutazioni determinate.

TABELLA 9: VULNERABILITÀ INTRINSECA CON IL METODO DELLE AREE OMOGENEE VAZAR
Determinazione della Vulnerabilità Intrinseca della falda freatica con il metodo delle aree omogenee VAZAR

Aree Omogenee	Fascia GHIAIOSA	Fascia TRANSIZIONE	Fascia PALEOALVEI	Fascia LIMO-SABBIOSA	Fascia LIMO-ARGILLOSA
Permeabilità dei suoli di copertura	EE	A	E	M	B
Soggiacenza della falda freatica	A	A	E	A	A
Situazione idrogeologica	E	A	A	M	B
<u>VULNERABILITA'</u>	ELEVATA	ALTA	ELEVATA	MEDIA	BASSA

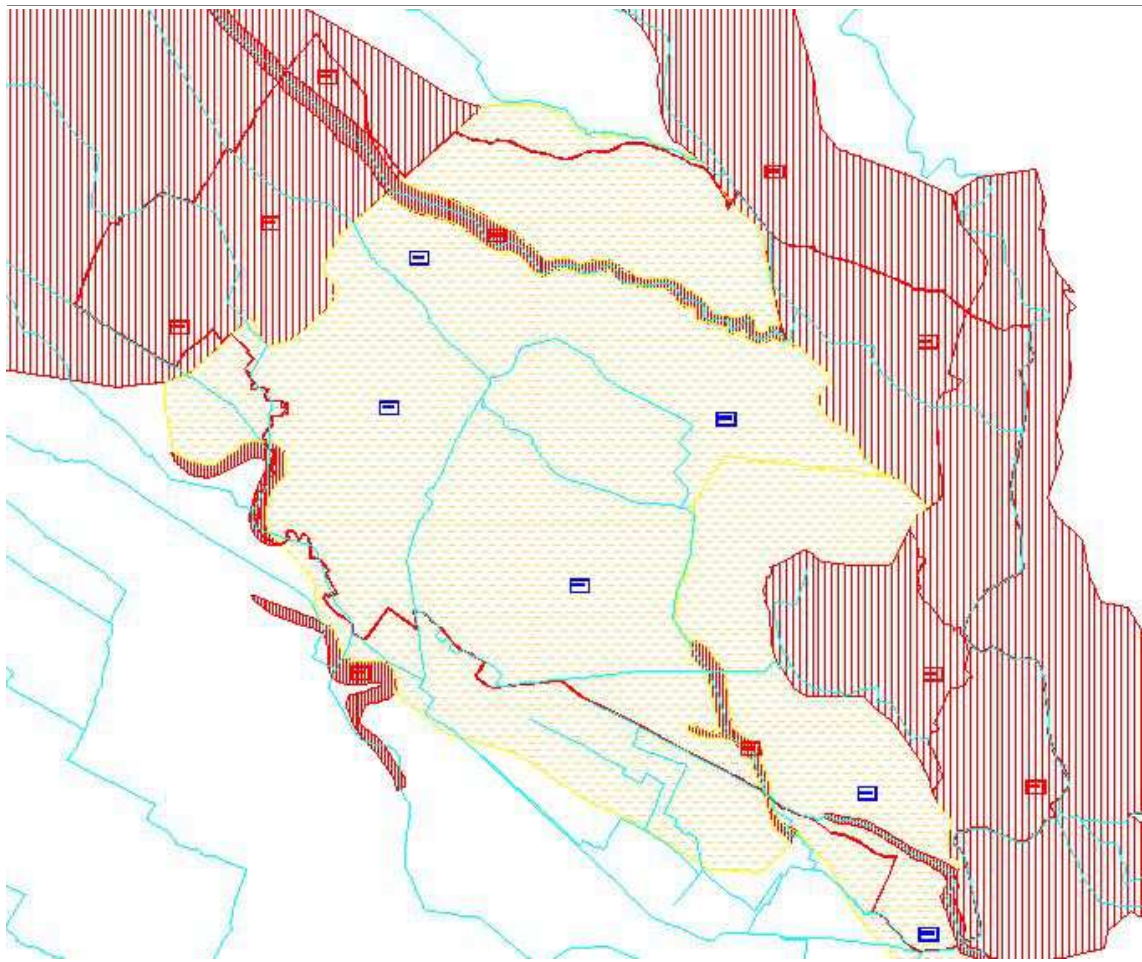




FIG. 15: CARTA IDROGEOLOGICA E VULNERABILITÀ


LEGENDA

IDROLOGIA DI SUPERFICIE

 Corso d'acqua vincolato (Reticolo Principale e di Bonifica)

VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI

 Vulnerabilità idrogeologica medio-alta.
Permeabilità medio alta ($K=$ da $10E-02.5$ a $10E-03.5$ cm/s) .

 Vulnerabilità idrogeologica medio-bassa.
Permeabilità medio bassa ($K=$ da $10E-03.5$ a $10E-05$ cm/s) .

IDROLOGIA SOTTERRANEA



Direzione e verso di scorrimento della falda acquifera più superficiale

24. CARTA DI SINTESI

La carta di sintesi è una carta derivata dalle precedenti, rappresenta un utile strumento di pianificazione che offre ai fruitori, mediante un unico elaborato, un quadro sintetico dello stato del territorio, evidenziando velocemente tutti i vari caratteri geologici, idraulici, geomorfologici ed idrogeologici che potrebbero condizionare e compromettere lo sviluppo antropico del territorio in oggetto.

Per tali motivi in essa vengono rappresentati areali discretizzati secondo gradi omogenei di pericolosità riferita allo specifico fenomeno che la genera.

Le aree territoriali omogenee considerate dalla normativa sono:

Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti

- Aree soggette a crolli e rotolamenti di massi
- Aree di frana attiva
- Aree di frana quiescente,
- Aree a franosità superficiale attiva diffusa,
- Aree in erosione accelerata,
- Aree interessate da trasporto in massa e flussi detritici su conoidi,
- Aree interessate da carsismo,
- Aree a pericolosità indotta da pareti fratturate,
- Aree a pericolosità indotta da orientazione sfavorevole della stratificazione in roccia,
- Aree di percorsi potenziali di colate in detrito e terreno,
- Aree a pericolosità potenziale per grandi frane complesse,
- Aree interessate da valanghe

Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

- Aree di salvaguardia delle captazioni idropotabili,
- Aree ad elevata vulnerabilità degli acquiferi definiti al D.lgs 258/2000,
- Zone interessate dalla presenza di centri di pericolo (discariche, cave, riporti, industrie a rischio di incidenti rilevanti, ecc.)
- Aree con emergenze idriche diffuse,
- Aree a bassa soggiacenza della falda

Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

- Aree ripetutamente allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali,
- Aree interessabili da fenomeni di erosione fluviale,
- Aree adiacenti a corsi d'acqua da mantenere disponibili per l'accessibilità per interventi di manutenzione,
- Aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali o allegabili con minore frequenza,
- Aree protette da interventi di difesa spondale,
- Aree potenzialmente inondabili secondo criteri geomorfologici,
- Aree già allagate in precedenti eventi,
- Aree potenzialmente interessate da flussi di detrito nei pressi dei conoidi

Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

- Aree di possibile ristagno, torbose e paludose,

- Aree prevalentemente limo - argillose con limitata capacità portante,
- Aree con consistenti disomogeneità tessiturali verticali e laterali,
- Aree con riporti di materiali.

Nel territorio comunale di Rodigo, data la relativa omogeneità geomorfologica, idraulica, geografica, idrogeologica e litostratigrafica, sono state considerate tutte le aree omogenee, ad eccezione delle Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti poiché mancano completamente i versanti.

Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

Aree di salvaguardia delle captazioni idropotabili – I pozzi censiti nel territorio comunale sono elencati nella tabella: “Elenco pozzi censiti”. Secondo quanto dichiarato dall'Amministrazione comunale, l'acquedotto pubblico risulta servito da cinque pozzi; in base a quanto espresso dalla legge 236/88 risultano assoggettabili alla delimitazione di una fascia di salvaguardia (a forma di circonferenza) massima con raggio di 200 m oltre ad una fascia di salvaguardia assoluta di 10 m di raggio.

Aree ad elevata vulnerabilità degli acquiferi definiti al D. lgs 258/2000 – In queste aree sono state inserite le quattro classi di vulnerabilità naturale dell'acquifero (vulnerabilità bassa, vulnerabilità media, vulnerabilità alta e vulnerabilità elevata). La stima della vulnerabilità è stata ottenuta seguendo la metodologia proposta dal Programma Speciale VAZAR (Vulnerabilità degli Acquiferi di Zone ad Alto Rischio) nel quadro delle ricerche del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI).

Zone interessate dalla presenza di centri di pericolo – Nel territorio in esame non sono presenti discariche o cave attive, sono però presenti alcune cave dismesse, sia all'asciutto che sotto falda, evidenziate nella carta di sintesi.

Zone a bassa soggiacenza della falda – Come indicato nella carta, gran parte del territorio studiato presenta valori di soggiacenza della falda freatica molto bassi, compresi tra 1 e 3 [m].

Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

Aree adiacenti a corsi d'acqua da mantenere disponibili per l'accessibilità per interventi di manutenzione – per la definizione di queste aree si dovrà fare riferimento alle fasce di rispetto, definite dalla normativa vigente applicata ai corsi d'acqua censiti e cartografati durante lo studio.

Aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali o allegabili con minore frequenza – Per la definizione di queste aree si ritiene corretto quanto indicato nel PAI (progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico) dall'Autorità di Bacino del Fiume PO. In questo studio sono state indicate aree esondabili incluse nel territorio di Rodigo.

Aree già allagate in precedenti eventi – Per la perimetrazione di queste aree sono stati presi in considerazione i dati forniti nel PAI e nel PTCP provinciale, dove non sono evidenziate aree utili.

Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

Aree prevalentemente limo - argillose con limitata capacità portante – Nel territorio comunale in esame queste litologie caratterizzate da limitate capacità portanti sono state

accorpate nella zona omogenea definita "Fascia Limo-Argillosa" precedentemente illustrata ed utilizzata per il calcolo della vulnerabilità intrinseca con il metodo VAZAR. Aree con consistenti disomogeneità tessiturali verticali e laterali – Data la complessa storia deposizionale dell'area, prodottasi da successive fasi di alluvionamento si è riconosciuto alla "Fascia dei Paleoalvei", precedentemente descritta, una situazione tessiturale verticale e laterale molto disomogenea che potrebbe far emergere delle mediocri caratteristiche geotecniche dei terreni.

Per quanto riguarda le Aree di degrado, esse corrispondono alle ex cave; tale aree rappresentano, anche da un punto di vista estetico, un chiaro deterioramento del paesaggio. In tale contesto dovrebbero essere incoraggiati gli interventi atti di ripristino ambientale.

Aree con vincoli naturalistici:

Sono incluse gli spazi circoscritti dal Parco del Mincio, ai sensi della L. R. 47/1984.

Per queste aree valgono le indicazioni espresse nella Del.G.R. 28/06/2000 N. 7/193: "Approvazione del piano territoriale di coordinamento del parco regionale del Mincio", in particolare negli articoli 25 e 33 si prevedono norme di tutela geomorfologica e norme di tutela paesistica.

25. INTERPRETAZIONE DEL P.A.I. (PIANO DI STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO)

Il Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico, in riferimento alla legge 18/5/1989 n.183, evidenzia le delimitazioni delle fasce fluviali con le finalità di assicurare la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale con la tutela degli aspetti ambientali correlati ad essi.

Nella Tavola del PAI troviamo tracciate le tre fasce a rischio di inondazione A, B, C, rispettivamente nell'ordine crescente di evento "catastrofico", relative al fiume Mincio.

L'elaborazione si è articolata con lo studio integrato e rilevamento di dati come intensità di pioggia (curve di possibilità pluviometrica e tempi di ritorno) portate (nella sezione di chiusura, al colmo ecc), altimetria dei territori, geologia dei suoli.

Si ritiene che la zonazione prodotta nel PAI, relativamente al Comune di Rodigo, sia corretta, e vada quindi tenuta in considerazione nella fase di pianificazione territoriale sia a scala comunale che provinciale. I confini delle zone PAI sono stati riportati nelle Carte di Sintesi e di Fattibilità redatte.

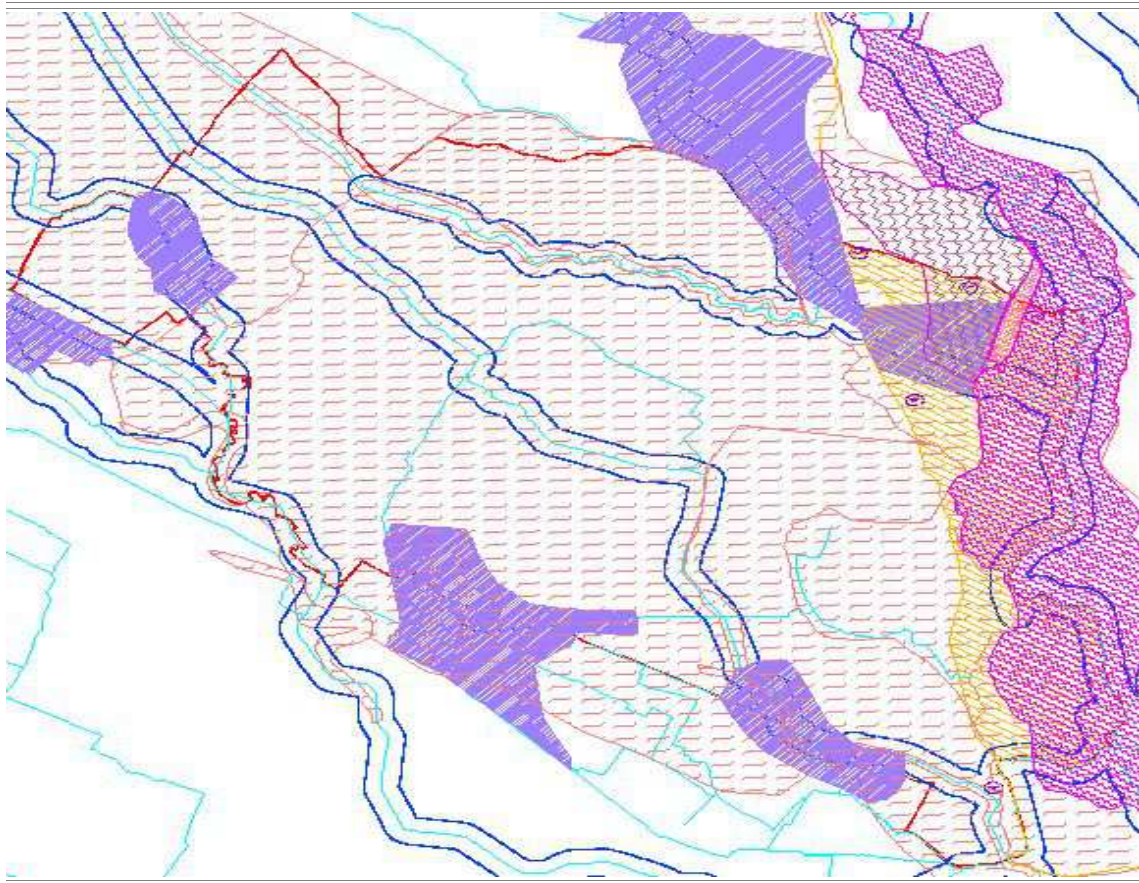












FIG. 16: CARTA DI SINTESI

LEGENDA:

IDROLOGIA DI SUPERFICIE - CORSI D'ACQUA		ASPETTI GEOMORFOLOGICI	
	Corso d'acqua vincolato (Reticolo Principale e di Bonifica)		Aree di degrado (ex cave)
AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO:		ASPETTI IDROGEOLOGICI: VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI	
	Vincoli di polizia idraulica: Fasce di rispetto per corsi d'acqua soggetti a vincolo di inedificabilità di 10 [m] dalle sponde.		Aree con bassa soggiacenza della falda acquifera superficiale, compresa tra -1,5 e 3 [m].
	Aree potenzialmente allagabili in base a precedente eventi meteorici.	VINCOLI P.A.I.	
VINCOLI DI TUTELA PAESAGGISTICA			Fascia di deflusso di piena (PAI) . Fascia A.
	Fasce di rispetto per corsi d'acqua ai sensi dell'Art. 142 D.lgs. 42/2004 (ex L. 431/85) fascia di rispetto di 150 [m].		Fascia di esondazione (PAI) . Fascia B.
	Parco del Mincio - Parco Regionale		Fascia di inondazione per piena catastrofica (PAI) . Fascia C.

26. CARTA DI FATTIBILITÀ

27. CARATTERISTICHE DELLE CLASSI DI FATTIBILITÀ INDICATE DALLA NORMATIVA:

In ottemperanza alla DGR 2616/2011 (ex L. R. 41/97): si è redatto la "Carta di Fattibilità geologica". Le classi di fattibilità previste dalla L.R. sono quattro e precisamente:

a) Classe 1 (colore bianco) - Fattibilità senza particolari limitazioni: la normativa indica che: "in questa classe ricadono le aree per le quali gli studi non hanno individuato specifiche controindicazioni di carattere geologico all'urbanizzazione o alla modifica di destinazione d'uso delle particelle".

In ottemperanza con il D.M. 14.01.2008 (e s.m.i.) e con la DGR 2616/2011, dovranno essere realizzati studi geologici-geotecnici propedeutici alla progettazione di nuovi fabbricati.

b) Classe 2 (colore giallo) - Fattibilità con modeste limitazioni - "in questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate puntuali o ridotte condizioni limitative alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni, per superare le quali si rende necessario realizzare approfondimenti di carattere geologico-geotecnico o idrogeologico finalizzati alla realizzazione di eventuali opere di sistemazione e bonifica, le quali non dovranno incidere negativamente sulle aree limitrofe".

c) Classe 3 (colore arancione) - Fattibilità con consistenti limitazioni - "la classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni per l'entità e la natura dei rischi individuati nell'area di studio o nell'immediato intorno. L'utilizzo di queste aree sarà peraltro subordinato alla realizzazione di supplementi di indagine per acquisire una maggior conoscenza geologica - geotecnica dell'area e del suo intorno, mediante campagne geognostiche, prove in situ e di laboratorio, nonché mediante studi tematici specifici di varia natura (idrogeologici, idraulici, ambientali, pedologici ecc..). Ciò dovrà consentire di precisare le idonee destinazioni d'uso, le volumetrie ammissibili, le tipologie costruttive più opportune, nonché le opere di sistemazione e bonifica. Per l'edificato esistente dovranno essere fornite indicazioni in merito alle indagini da eseguire per la progettazione e la realizzazione delle opere di difesa, sistemazione idrogeologica e degli eventuali interventi di mitigazione degli effetti negativi indotti dall'edificato. Potranno, inoltre, essere predisposti idonei sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto o indotti dall'intervento. In carta potranno essere evidenziate le tipologie dei fenomeni che concorrono all'inserimento delle aree nella specifica classe individuando eventualmente delle sottoclassi (es. 3a, 3b, 3c, ecc.)".

d) Classe 4 (colore rosso) - Fattibilità con gravi limitazioni - "l'alto rischio comporta gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso delle particelle. Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente interventi così

come definiti dall'Art. 31, lettere a), b), c) della L. 457/1978. Si dovranno inoltre fornire indicazioni in merito alle opere di sistemazione idrogeologica e, per i nuclei abitati esistenti, quando non sarà strettamente necessario provvedere al loro trasferimento, dovranno essere predisposti idonei piani di protezione civile ed inoltre dovrà essere valutata la necessità di predisporre sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto. Eventuali opere pubbliche e di interesse pubblico, che non prevedano la presenza continuativa e contemporanea di persone, dovranno essere valutate puntualmente. A tal fine alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale dovrà essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico".

28. CLASSI DI FATTIBILITÀ COMUNALI E NORME GEOLOGICHE:

Le classi di fattibilità presenti nel territorio del Comune di Rodigo sono quattro sottoclassi della Classe 3 ed una sottoclasse per la classe quarta, non sono state individuate la Classe di fattibilità 1, 2. Le caratteristiche geologiche e le norme geologiche di attuazione delle 3 classi di fattibilità sono le seguenti:

Classe 3

CLASSE 3 (arancione) - FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI.

La classe comprende 4 sottoclassi:

AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO

Sottoclasse 3A. Aree a bassa soggiacenza della falda acquifera più superficiale.

AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO

Classe 3B. Aree allagate in occasioni di eventi meteorici o allagabili con minore frequenza (indicativamente con tempi di ritorno superiori a 100 anni)e/o con modesti valori di velocità ed altezze d'acqua, tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità di edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche.

Sottoclasse 3C. Fascia di esondazione del Mincio, è la Fascia B del PAI.

Sottoclasse 3D. Aree di inondazione per piena catastrofica del Mincio, corrisponde alla Fascia C del PAI.

29. NORME GEOLOGICHE DI ATTUAZIONE - SOTTOCLASSE 3A E 3B

In queste classi il territorio presenta consistenti limitazioni riferite a diversi fattori che contraddistinguono ogni sottoclasse. In generale l'edificabilità e le scelte urbanistiche ricadenti in queste zone non sono da escludersi tuttavia dovranno essere assoggettate al rispetto delle prescrizioni successivamente descritte ed aventi lo scopo di limitare la pericolosità e di conseguenza il rischio ambientale in senso generale.

Per queste aree (e quindi in tutto il territorio comunale) si rende necessaria la redazione di uno Studio Geologico - Geotecnico e Sismico puntuale (in sito), comprendente le indagini geognostiche (in sito) e la Relazione Geologica

Geotecnica e Sismica di supporto alla progettazione di nuove costruzioni secondo il D.M.14.01.2008 (Norme Tecniche per le costruzioni) e s.m.i. e la D.G.R. 30 novembre 2011.

Si specifica che le indagini e gli approfondimenti prescritte dalla DGR 2616/2011 devono essere realizzate a corredo della progettazione degli interventi edificatori, in quanto propedeutici alla progettazione stessa.

Copia delle indagini effettuate e della Relazione geologica, geotecnica e sismica deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione in sede di presentazione della richiesta del Permesso di costruire e/o di altre istanze necessarie per la realizzazione di opere edilizie (L.R. 12/2005, art. 38).

Il Responsabile Tecnico dei procedimenti autorizzativi, ad inserire nell'elenco dei documenti da presentare a corredo delle Istanze per costruire, richiedi anche la Relazione Geologica, Geotecnica e Sismica al fine del rispetto delle vigenti norme.

Le scelte di progetto, i calcoli e le verifiche devono essere sempre basati su uno studio geologico e/o geotecnico e sismico che dovrà verificare, per mezzo di rilievi, indagini e prove, le caratteristiche geologiche, geotecniche e sismiche del sottosuolo di interesse.

Nel caso in cui i nuovi fabbricati sorgessero in aree caratterizzate da deflusso idrico difficoltoso si consiglia verificare accuratamente la profondità della falda oltre che le caratteristiche geotecniche che potrebbero rivelarsi disomogenei su limitate porzioni di territorio. La concomitanza, che spesso si verifica, della presenza di falda acquifera superficiale e di terreni scadenti, dal punto di vista progettuale, potrebbe rendere necessario la predisposizione di fondazioni tipo platea o fondazioni indirette quali palificazioni. Nei casi in cui sono previsti edifici con piani interrati, in condizioni di scarsa soggiacenza della falda dovranno essere adottati idonei accorgimenti a tutela della stessa. Per questo si consiglia di adottare le seguenti indicazioni generali:

sistemi di impermeabilizzazione e prevenzione perdite dalla rete di scarico, sistemi di drenaggio delle acque meteoriche ed eventuali scarico in pozzi dispersori.

Ciascuno scarico di acque reflue provenienti da servizi igienici e/o da attività industriali, ad esclusione di quelli destinati alla pubblica fognatura, dovrà essere Autorizzato dalla Provincia di Mantova, ai sensi della vigente normativa (Decreto Legislativo 152/06).

30. NORME GEOLOGICHE DI ATTUAZIONE - SOTTOCLASSE 3C E 3D

Le aree di classificate come 3C e 3D. corrispondono alle Fascia B e C del P.A.I. esse sono soggette alla normativa P.A.I.: gli interventi edificatori ammissibili possono essere esclusivamente quelli previsti dalla normativa dei Piani di Stralcio delle Fasce Fluviali.

Per gli ambiti ricadenti nelle aree definite a rischio idraulico (Tav 1 del PTCP),

come illustrato nel Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale. si prescrive ai sensi dell'art. 29 comma 2 del d.l. IN che "l'edificazione in queste aree dovrà necessariamente prevedere una verifica complessiva delle problematiche legate ai nuovi insediamenti previsti..." ed essere preceduta da uno Studio di valutazione della compatibilità idraulica delle previsioni di trasformazioni dell'uso del suolo redatto ai sensi dell'Art. 33. volto alla definizione delle misure da attuarsi per la mitigazione del rischio idraulico.

31. CLASSE 4 (rosso) - FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

Classe 4 (colore rosso) - Fattibilità con gravi limitazioni. La classe comprende una sola sottoclasse: Sottoclasse 4A: Fascia di deflusso della piena del Mincio, è la Fascia A del PAI.

32. NORME GEOLOGICHE DI ATTUAZIONE - CLASSE 4A

Le scelte urbanistiche dovranno escludere qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 31 della Legge 457/1978.

Le aree di Fascia A – Sottoclasse 4a – e la Fascia B - Sottoclasse 4b – sono soggette alla normativa P.A.I.; gli interventi edificatori ammissibili possono essere esclusivamente quelli previsti dalla normativa dei Piani di Stralcio delle Fasce Fluviali (Artt. 6-7) .

¹ **Art. 6. Fascia di deflusso della piena (Fascia A)** 1. Nella Fascia A il Piano persegue l'obiettivo di garantire le condizioni di sicurezza assicurando il deflusso della piena di riferimento, il mantenimento e/o il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo, e quindi favorire, ovunque possibile, l'evoluzione naturale del fiume in rapporto alle esigenze di stabilità delle difese e delle fondazioni delle opere d'arte, nonché a quelle di mantenimento in quota dei livelli idrici di magra. 2. Nella Fascia A sono vietate: a) le attività di trasformazione dello stato dei luoghi, che modifichino l'assetto morfologico, idraulico, infrastrutturale, edilizio, fatte salve le prescrizioni dei successivi articoli; b) l'installazione di impianti di smaltimento dei rifiuti ivi incluse le discariche di qualsiasi tipo sia pubbliche che private, il deposito a cielo aperto, ancorché provvisorio, di materiali o di rifiuti di qualsiasi genere; c) le coltivazioni erbacee non permanenti e arboree per una ampiezza di 10 m dal ciglio della sponda, al fine di assicurare il mantenimento o il ripristino di una fascia continua di vegetazione spontanea lungo le sponde dell'alveo inciso, avente funzione di stabilizzazione delle sponde e riduzione della velocità della corrente. 3. Sono per contro consentiti: a) i cambi colturali; b) gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica; c) le occupazioni temporanee se non riducono la capacità di portata dell'alveo, realizzate in modo da non arrecare danno o da risultare di pregiudizio per la pubblica incolumità in caso di piena; d) i prelievi manuali di ciottoli, senza taglio di vegetazione, per quantitativi non superiori a 150 m³ annui; e) la realizzazione di accessi per natanti alle cave di estrazione ubicate in golena, per il trasporto all'impianto di trasformazione, purché inserite in programmi individuati nell'ambito dei Piani di settore; f) i depositi temporanei conseguenti e connessi ad attività estrattiva autorizzata ed agli impianti di trattamento del materiale estratto in loco e da realizzare secondo le modalità prescritte dal dispositivo di autorizzazione; g) il miglioramento fondiario limitato alle infrastrutture rurali

Dovranno inoltre essere previste indagini e studi geologici-geotecnici, idrogeologici ed idraulici di approfondimento per la valutazione degli effetti dei nuovi interventi sulla situazione esistente e sull'ambiente oltre che della compatibilità degli interventi previsti con la situazione di rischio potenziale.

Le zone di tutela assoluta dei pozzi di emungimento a scopo idronotabile del pubblico acquedotto, classe 4c, aventi un'estensione di raggio pari a 10 m dal punto di captazione, dovranno essere adibite esclusivamente, ai sensi dell'art. 5 comma 4 del D. lgs 258/2000, alle opere di captazione e ad infrastrutture di servizio alle stesse.

33. PRESCRIZIONI PER LE AREE RICADENTI NEL PARCO REGIONALE DEL MINCIO

Si precisa inoltre che per gli interventi ricadenti nel Parco regionale del Mincio si dovrà fare riferimento alle Norme di tutela di settore previste nel Piano territoriale di coordinamento del Parco Regionale del Mincio (D.G.R.28/06/2000).

compatibili con l'assetto della fascia.4. Per esigenze di carattere idraulico connesse a situazioni di rischio l'Autorità idraulica preposta può in ogni momento effettuare o autorizzare tagli di controllo della vegetazione spontanea eventualmente presente nella Fascia A.**Art. 7. Fascia di esondazione (Fascia B)**1. Nella Fascia B il Piano persegue l'obiettivo di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini principali dell'invaso e della laminazione delle piene, unitamente alla conservazione e al miglioramento delle caratteristiche naturali e ambientali.2. Nella Fascia B sono vietati:a) gli interventi che comportino una riduzione apprezzabile o una parzializzazione della capacità di vaso, salvo che questi interventi prevedano un pari aumento delle capacità di vaso in area idraulicamente equivalente;b) l'installazione di impianti di smaltimento dei rifiuti ivi incluse le discariche di qualsiasi tipo sia pubbliche che private, il deposito a cielo aperto, ancorchè provvisorio, di materiali o di rifiuti di qualsiasi genere;c) in presenza di argini, interventi e strutture che tendano a orientare la corrente verso il rilevato e scavi o abbassamenti del piano di campagna che possano compromettere la stabilità delle fondazioni dell'argine.3. Sono per contro consentiti: a) gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e all'eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;b) gli interventi di sistemazione idraulica quali argini o casse di espansione e ogni altra misura idraulica atta ad incidere sulle dinamiche fluviali, solo se compatibili con l'assetto di progetto dell'alveo derivante dalla delimitazione della fascia;c) i depositi temporanei conseguenti e connessi ad attività estrattive autorizzate ed agli impianti di trattamento del materiale estratto in loco e da realizzare secondo le modalità prescritte dai dispositivi autorizzativi.4. Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

34. PROPOSTE OPERATIVE PER LA TUTELA DELL'AMBIENTE FISICO

35. INDIRIZZI PER L'ATTUAZIONE DELLA TUTELA DELLE RISORSE SUOLO E ACQUE SOTTERRANEE.

Quali indicazioni di carattere generale per un miglioramento della situazione ambientale, relativamente al fattore suolo e acque sotterranee, si avanzano le seguenti proposte:

- In via generale, contenere l'impermeabilizzazione dei suoli (parcheggi, aree cortilive) così da permettere l'infiltrazione delle acque nel sottosuolo per la ricarica della falda.
- Si dovrà fare attenzione alle pavimentazioni di aree dei parcheggi, privilegiando le pavimentazioni drenanti con strato drenante sabbioso sottostante adatto all'assorbimento delle acque piovane.
- Per le nuove infrastrutture stradali, che attraversano aree permeabili e di alimentazione delle falde, valutare l'opportunità tecnica di realizzare una rete di raccolta delle acque per gli eventuali sversamenti accidentali di liquidi pericolosi con la creazione di vasche di accumulo.
- Limitare, o controllare attraverso studi di impatto ambientale, le aperture di cave, pozzi, discariche, centri di demolizione e rottamazione e, in via generale, di qualsiasi attività che possa portare alla dispersione di sostanze inquinanti nel suolo e/o l'asportazione dei terreni superficiali di copertura.
- Evitare in linea di massima, la realizzazione di infrastrutture ed edifici dotati di locali sotterranei, scantinati o seminterrati
- Limitare, ove possibile, l'aumento di superficie urbanizzata nelle aree molto permeabili per mantenere le potenzialità di ricarica delle falde.

36. SISTEMA FOGNARIO

Ai fini di una più efficace gestione del sistema fognario occorre completare la rete fognaria e procedere alla separazione delle acque piovane da quelle di scarico al fine di convogliarle nei corsi d'acqua superficiali o nella falda sotterranea per favorirne la ricarica.

Effettuare controlli dell'efficienza di tutti i depuratori, anche in relazione al generale stato di compromissione ambientale di buona parte dei corsi d'acqua superficiali. Allo scopo di evitare versamenti di acque reflue nei corsi d'acqua, va posta particolare attenzione alla localizzazione di nuove aree urbanizzate, così da favorire la scelta di zone già servite dalla rete fognaria depurata o comunque stabilire come indispensabile l'allacciamento alla rete fognaria depurata di ogni nuovo insediamento.

Ciascuno scarico di acque reflue provenienti da servizi igienici e/o da attività industriali, ad esclusione di quelli destinati alla pubblica fognatura, dovrà essere Autorizzato dalla Provincia di Mantova, ai sensi della vigente normativa (Decreto Legislativo 152/06).

37. PROPOSTE PER L'ATTIVITÀ AGRICOLA

Favorire l'adozione di nuove tecniche per l'irrigazione quali quelle ad aspersione al fine di risparmiare notevoli quantità d'acqua.

38. CONTENUTI DELLA RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA

La redazione della relazione geologica e geotecnica devono soddisfare i contenuti generali di cui alla circolare del Ministero dei Lavori Pubblici 24 settembre 1988, n. 30183 (punto A3):

La Relazione Geotecnica in particolare conterrà:

a) illustrazione del programma di indagini con motivato giudizio sulla affidabilità dei risultati ottenuti; caratterizzazione geotecnica del sottosuolo in relazione alle finalità da raggiungere con il progetto effettuato sulla base dei dati raccolti con le indagini eseguite. La relazione deve essere corredata da una planimetria con le ubicazioni delle indagini sia quelle appositamente effettuate, che quelle di carattere storico e di esperienza locale, dalla documentazione sulle indagini in sito ed in laboratorio, dal profilo litologico e stratigrafico del sottosuolo con la localizzazione delle falde idriche;

b) scelta e dimensionamento del manufatto o dell'intervento; risultati dei calcoli geotecnici, conclusioni tecniche; procedimenti costruttivi e controlli.

La relazione deve essere completa in tutti gli elaborati grafici ed analitici necessari per la precisa comprensione del progetto.

La Relazione Geologica definirà con preciso riferimento al progetto i lineamenti geomorfologici della zona nonché, gli eventuali processi morfo-genici e i dissesti in atto o potenziali e la loro tendenza evolutiva, la successione litostratigrafica locale con definizione della genesi e distribuzione spaziale dei litotipi, del loro stato di alterazione e fessurazione e della loro degradabilità; preciserà inoltre i caratteri geostrutturali generali, la geometria e le caratteristiche delle superfici di discontinuità in genere e degli ammassi rocciosi in particolare, e fornirà lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea. La relazione sarà corredata dagli elaborati grafici, carte e sezioni geologiche, ecc. e dalla documentazione delle indagini in sito ed in laboratorio, sia quelle appositamente effettuate, che quelle di carattere storico e di esperienza locale.

La caratterizzazione geotecnica del sottosuolo e la ricostruzione geologica debbono essere reciprocamente coerenti.

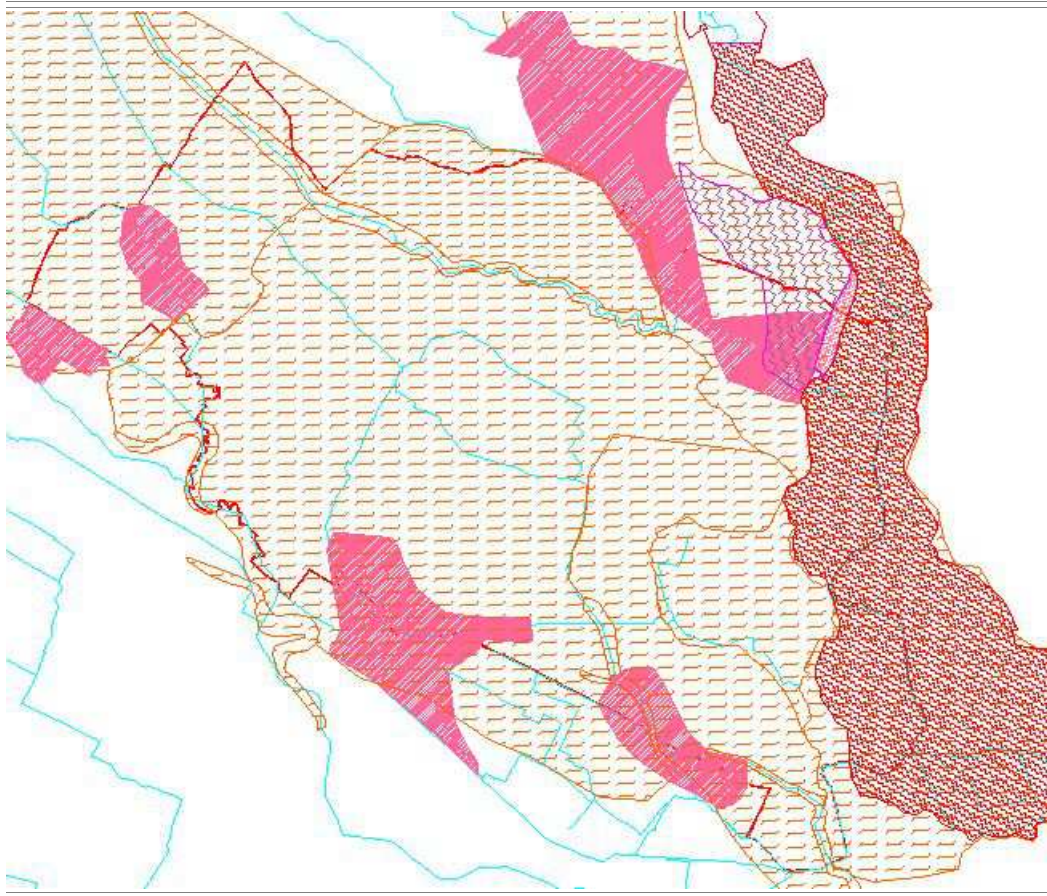


FIG. 17: CARTA DI FATTIBILITÀ

LEGENDA

CLASSE 3: Fattibilità con consistenti limitazioni.

Per queste aree (e quindi in tutto il territorio comunale) si rende necessaria la redazione di uno Studio Geologico - Geotecnico e Sismico puntuale (in sito) , comprendente le indagini geognostiche (in sito) e la Relazione Geologica Geotecnica e Sismica di supporto alla progettazione di nuove costruzioni secondo il D.M.14.01.2008 (Norme Tecniche per le costruzioni) e s.m.i. e la D.G.R. 30 novembre 2011.



3A

AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO

Classe 3A. Aree a bassa soggiacenza della falda acquifera più superficiale.

Riferimento Articolo per Classe 3a delle Norme Tecniche Geologiche.

AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO



3B

Classe 3B. Aree allagate in occasioni di eventi meteorici o allagabili con minore frequenza (indicativamente con tempi di ritorno superiori a 100 anni) e/o con modesti valori di velocità ed altezze d'acqua, tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità di edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche. Riferimento Articolo per Classe 3b delle Norme Tecniche Geologiche.



3C

Classe 3C. Fascia di esondazione (PAI) . Fascia B.



3D

Classe 3D. Fascia di inondazione per piena catastrofica (PAI) . Fascia C.

CLASSE 4: Fattibilità con gravi limitazioni.



4A

Classe 4A. Fascia di deflusso di piena (PAI) . Fascia A.

TABELLA 10: BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO.

Autore	Titolo	Editore
Marco Melli	Studio Geologico del Comune di Castellucchio	-
Marco Melli	Studio Geologico del Comune di Monzambano	-
Marco Melli	Studio Geologico del Comune di Roverbella	-
Marco Melli	Studio Geologico del Comune di Castelnuovo del Garda	
Marco Melli	Studio Geologico del Comune di Peschiera del Garda	
Marco Melli	Studio Geologico del Comune di Trebaseleghe (PD)	
Marco Melli	Studio Geologico del Comune di Ceresara	

TABELLA 11: CASE HISTORY.

Rif. Int.	Titolo	Committente
0020 - 0344 - 0352 - 0552 - 0555 - 0774 - 0795 0912	Consulenze geologiche per la pianificazione	Comuni

R E S P O N S A B I L E :
M E L L I D R . M A R C O
WWW.CONSULENZEMARCOMELLI.EU
U F F I C I :
1] VILAFRANCA DI VERONA (VR) VIA LUIGI FANTONI N. 15
2] SUZZARA (MN) VIA GUIDO, N. 12
T.M. 3358427595 E-MAIL: MELLI.GEO@TIN.IT
FAX 02700426729 SKYPE: MARCO.MELLI.66
SUZZARA-VILAFRANCA, DICEMBRE DUEMILADODICI



Marco Melli

ALLEGATO 1: CONSIGLI PRATICI IN CASO DI TERREMOTO

ALLEGATO 1: CONSIGLI PRATICI IN CASO DI TERREMOTO

Se arriva il terremoto...



Cerca riparo all'interno di una porta in un muro portante o sotto una trave. Se rimani al centro della stanza potresti essere ferito dalla caduta di vetri, intonaco o altri oggetti.



Non precipitarti fuori per le scale: sono la parte più debole dell'edificio. Non usare l'ascensore: si può bloccare. In strada potresti essere colpito da vasi, tegole ed altri materiali che cadono.



Chiudi gli interruttori generali del gas e della corrente elettrica, alla fine della scossa, per evitare possibili incendi.



Esci alla fine della scossa. Indossa le scarpe: in strada potresti ferirti con vetri rotti. Raggiungi uno spazio aperto, lontano dagli edifici e dalle linee elettriche.



Non bloccare le strade. Servono per i mezzi di soccorso. Usa l'automobile solo in caso di assoluta necessità.

SERVIZIO
SISMICO
NAZIONALE

INDICE GENERALE DEI PARAGRAFI, DELLE FIGURE E DELLE TABELLE

1.RIFERIMENTI NORMATIVI.....	2
TABELLA 1: RIFERIMENTI NORMATIVI.....	2
2.PREMESSA.....	3
3.OBIETTIVI E METODOLOGIA.....	4
4.INQUADRAMENTO GENERALE DEL TERRITORIO COMUNALE.....	5
5. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO.....	5
FIG. 1: QUADRO D'UNIONE CARTOGRAFIA DEL COMUNE DI RODIGO.....	6
6.GENERALITÀ CLIMATICHE.....	7
TABELLA 2: TEMPERATURE, PRECIPITAZIONI ED EVAPOTRASPIRAZIONE POTENZIALE, MEDIE MENSILI.	7
7.CARATTERISTICHE DELLA VEGETAZIONE NATURALE.....	8
8.LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI DELLA PROVINCIA DI MANTOVA.....	9
9. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI DELLA ZONA.....	11
10. ASPETTI STRATIGRAFICI.....	11

11.ASPETTI DI TETTONICA	13
12.LINEAMENTI IDROGEOLOGICI DELLA PROVINCIA DI MANTOVA.....	18
13. RISULTATI DEL RILEVAMENTO.....	19
14.RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	19
TABELLA 3: SCHEMA CRONOLOGICO DEL QUATERNARIO.....	20
FIG. 8: CARTA GEOMORFOLOGICA SEMPLIFICATA.....	22
15.RILEVAMENTO GEOLITOLOGICO-TETTONICO.....	23
FIG. 9: CARTA LITOLOGICA SEMPLIFICATA.....	24
FIGURA 10: CLASSIFICAZIONE TESSITURALE DELLE TERRE SECONDO U.S.D.A.....	25
16. ASPETTI SISMOLOGICI	25
TABELLA 4: SCHEMA DELLE COMPONENTI CHE INFLUENZANO IL RISCHIO SISMICO (PANIZZA 1988)	26
17. LA PERICOLOSITÀ SISMICA, RISPOSTA SISMICA LOCALE, RIFERIMENTI NORMATIVI	27
TABELLA 5: ZONE SISMICHE E ACCELERAZIONI ORIZZONTALI DI PICCO AL SUOLO.....	29
TAB. 6: DGR 2616/2011 TABELLA 1 DELL'ALLEGATO 5 "SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE....	30
18. SISMICITÀ STORICA	31
TABELLA 7 CATALOGO TERREMOTI CHE POSSONO AVERE INTERESSATO IL COMUNE DI RODIGO.....	31
19.DETERMINAZIONE DELLA SISMICITÀ DI PROGETTO IN ALCUNI SITI COMUNALI.....	41
20.METODOLOGIA UTILIZZATA PER L'INDAGINE SISMICA.....	41
21.INDAGINE DI SISMICA PASSIVA CON TROMINO NEL SITO.....	42
FIG. 11: HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO.....	42
FIG. 12: SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI.....	42
FIG. 13: H/V SPERIMENTALE VS. H/V SINTETICO.....	43
TABELLA 8: STRATIGRAFIA SISMICA:.....	43
FIG. 14: ANDAMENTO DELLA V_s CON LA PROFONDITÀ.....	43
22.RILEVAMENTO IDROGEOLOGICO.....	45
23.VULNERABILITÀ DELLA FALDA FREATICA.....	46
TABELLA 9: VULNERABILITÀ INTRINSECA CON IL METODO DELLE AREE OMOGENEE VAZAR.....	48
FIG. 15: CARTA IDROGEOLOGICA E VULNERABILITÀ.....	49
24.CARTA DI SINTESI.....	50
25. INTERPRETAZIONE DEL P.A.I. (PIANO DI STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO).....	52
FIG. 16: CARTA DI SINTESI.....	53
26.CARTA DI FATTIBILITÀ.....	54
27.CARATTERISTICHE DELLE CLASSI DI FATTIBILITÀ INDICATE DALLA NORMATIVA:.....	54
28.CLASSI DI FATTIBILITÀ COMUNALI E NORME GEOLOGICHE:.....	55
CLASSE 3 (ARANCIONE) - FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI.	55
29.NORME GEOLOGICHE DI ATTUAZIONE - SOTTOCLASSE 3A E 3B.....	55

30.NORME GEOLOGICHE DI ATTUAZIONE - SOTTOCLASSE 3C E 3D.....	56
31.CLASSE 4 (ROSSO) - FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI.....	57
32.NORME GEOLOGICHE DI ATTUAZIONE - CLASSE 4A.....	57
33.PRESCRIZIONI PER LE AREE RICADENTI NEL PARCO REGIONALE DEL MINCIO.....	58
34.PROPOSTE OPERATIVE PER LA TUTELA DELL'AMBIENTE FISICO.....	59
35.INDIRIZZI PER L'ATTUAZIONE DELLA TUTELA DELLE RISORSE SUOLO E ACQUE SOTTERRANEE.....	59
36.SISTEMA FOGNARIO.....	59
37.PROPOSTE PER L'ATTIVITÀ AGRICOLA.....	60
38.CONTENUTI DELLA RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA.....	60
FIG. 17: CARTA DI FATTIBILITÀ.....	61
TABELLA 10: BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO.	62
TABELLA 11: CASE HISTORY.	62
ALLEGATO 1: CONSIGLI PRATICI IN CASO DI TERREMOTO.....	63

